



**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР**

**ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ
ЛОКАЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СЕТИ**

**МЕТОД МАРКЕРНОГО ДОСТУПА К ШИНЕ И
СПЕЦИФИКАЦИЯ ФИЗИЧЕСКОГО УРОВНЯ**

ГОСТ 34.913.4—91

(ИСО 8802/4—88)

Издание официальное

126 р. 60 к. БЗ 7—91/819

КОМИТЕТ СТАНДАРТИЗАЦИИ И МЕТРОЛОГИИ СССР

Москва

1992

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
С О Ю З А С С Р

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

ЛОКАЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СЕТИ

МЕТОД МАРКЕРНОГО ДОСТУПА К ШИНЕ И
СПЕЦИФИКАЦИЯ ФИЗИЧЕСКОГО УРОВНЯ

ГОСТ 34.913.4—91
(ИСО 8802/4—88)

Издание официальное

МОСКВА — 1992

**Информационная технология
ЛОКАЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СЕТИ****Метод маркерного доступа к шине
и спецификация физического уровня****Information technology.
Local area networks.
Token-passing bus method and physical
layer specification****ГОСТ 34.913.4—91****(ИСО 8802/4—88)**

ОКСТУ 0034

Дата введения 01.07.92

Настоящий стандарт распространяется на локальные вычислительные сети шинного типа с маркерным доступом (ЛВС ШМД) и определяет протоколы и услуги подуровня управления доступом к среде (УДС) и физического уровня, а также параметры физических средств ЛВС ШМД.

Настоящий стандарт эквивалентен международному стандарту ИСО 8802/4, за исключением:

предисловия к стандарту (изложено в новой редакции);

ссылки на стандарты ИСО заменены ссылками на соответствующие государственные стандарты или проекты государственных стандартов;

ссылки на стандарты других организаций (за исключением публикаций МЭК) исключены;

информация, относящаяся к вопросам национальной стандартизации, исключена;

информация, приводимая в ИСО 8802/4 в качестве примеров или информационных приложений к отдельным разделам, внесена в справочные приложения;

введено справочное приложение «Список сокращений»;

Требования стандарта являются обязательными.

1. ВВЕДЕНИЕ И ОБЩИЙ ОБЗОР

В семействе стандартов по ЛВС настоящий стандарт определяет все элементы метода маркерного доступа к шине, а также соответствующие методы передачи сигналов на физическом уровне и

Издание официальное

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен без разрешения Госстандарта СССР

организации физической среды. Функция доступа координирует коллективное использование физической среды подключенными станциями и относится к другим протокольным функциям так, как показано на черт. 1.1.

1.1. Назначение

В целях обеспечения совместимого взаимодействия станций посредством ЛВС ШМД настоящий стандарт определяет:

1) электрические и (или) оптические и физические характеристики передающей среды;

2) используемый метод электрической и оптической передачи сигналов;

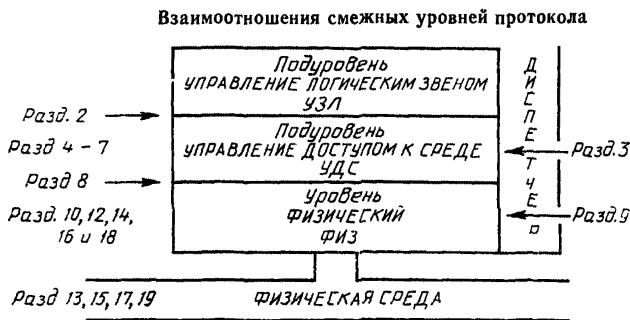
3) форматы передаваемых кадров;

4) действия станций при приеме кадров;

5) услуги, обеспечиваемые на концептуальном интерфейсе между подуровнем УДС и вышерасположенным подуровнем управления логическим звеном (УЛЗ).

В рамках настоящего стандарта работа станции определяется с точки зрения уровневой модели, показанной на черт. 1.1 и определенной в ГОСТ 28906 (ИСО 7498).

На черт. 1.1 показано также, в каких разделах настоящего стандарта определены интерфейсы между уровнями, а в каких разделах — операции самих уровней.



Черт. 1.1

1.2. Определения

Используемые в настоящем стандарте определения соответствуют требованиям ГОСТ 24402 и ИСО 2382/25.

1.3. Ссылки

ГОСТ 24402 «Телеобработка данных и вычислительные сети. Термины и определения».

ГОСТ 28906 (ИСО 7498) «Системы обработки информации. Взаимосвязь открытых систем. Базовая эталонная модель».

ГОСТ 28907 (ИСО 8802/2) «Системы обработки информации. Локальные вычислительные сети. Протокол и услуги уровня управления логическим звеном данных».

ГОСТ 34.973 (ИСО 8824) «Системы обработки информации. Взаимосвязь открытых систем. Спецификация абстрактно-синтаксической нотации версии 1 (АСН.1)».

ИСО 2382/25* «Системы обработки информации. Локальные вычислительные сети. Термины и определения».

ИСО 4902* «Техника информационная. Передача данных. 37-полюсный соединитель интерфейса ООД/АПД и распределение номеров контактов».

ИСО 9314/3* «Системы обработки информации. Интерфейс данных, распределенных по световодам (FDDI). Часть 3. Зависимый от среды физический уровень».

ИСО 9595* «Системы обработки информации. Взаимосвязь открытых систем. Синтаксис общей управляющей информации».

ИСО 9696* «Системы обработки информации. Взаимосвязь открытых систем. Протокол обмена общей управляющей информацией».

Публикация МЭК 169—1968* «Радиочастотные соединители. Часть 8. Коаксиальные РЧ-соединители с внутренним диаметром внешнего провода 6,5 мм с замыканием штыкового контакта и характеристическим импедансом 50 Ом (тип BNC)».

Публикация МЭК 380—1975* «Безопасность электроэнергетических учреждений установок».

Публикация МЭК 435—1983* «Безопасность оборудования обработки данных».

Публикация МЭК 716—1983* «Описание свойств генераторов сигналов».

Публикация МЭК 950—1986* «Безопасность оборудования информационной технологии, включая деловое электрооборудование».

1.4. Соответствие стандарту

Реализации, претендующие на соответствие настоящему стандарту, должны:

- 1) обеспечивать обязательные услуги на интерфейс УЛЗ-УДС, специфицированные в разд. 2;
- 2) обеспечивать обязательные действия, логические объекты и параметры диспетчера уровня, определенные в разд. 3 и 9;
- 3) генерировать, передавать, принимать и распознавать кадры данных и последовательности, определенные в разд. 4;

* До прямого применения данного документа в качестве государственного стандарта распространение его осуществляет секретариат ТК22 «Информационная технология».

4) обеспечивать обязательные функциональные возможности, ограничения и функционирование протокола доступа к физической среде, определенные в разд. 6 и 7;

5) предоставлять обязательные услуги на интерфейсе УДС — физический уровень, определенные в разд. 8;

6) обеспечивать обязательные функциональные возможности, характеристики и ограничения, по крайней мере, одной из спецификаций физического уровня и физической среды, изложенных в разд. 12—19;

7) обеспечивать, по крайней мере, одну из скоростей передачи данных, определенных для выбранного физического уровня;

8) обеспечивать функциональные возможности, действия и значения, определенные для всех факультативных возможностей, заявленных как обеспечиваемые реализацией.

Если не оговорено иное, то все спецификации должны применяться во всем диапазоне рабочих условий, для которых изготовитель заявил соответствие.

В настоящем стандарте определено множество факультативных возможностей. В реализуемом изделии должно указываться, какие из этих факультативных возможностей, если они используются, обеспечиваются.

1.5. Общее описание маркерного метода доступа

1.5.1. Сущность маркерного метода доступа

1) Маркер управляет правом доступа к физической среде; станция, которая удерживает (владеет) маркер(ом), немедленно получает возможность управления физической средой.

2) Маркер передается станциями, подключенными к среде. В процессе передачи маркера от станции к станции формируется логическое кольцо.

3) Операция устойчивого состояния состоит из фазы передачи данных и фазы передачи маркера.

4) Внутростанционные функции обслуживания кольца предназначены для инициации кольца, восстановления кольца при потере маркера, подключения новой станции к логическому кольцу и общей связности логического кольца. Функции обслуживания кольца продублированы во всех станциях сети, использующих маркер.

Коллективно используемые физические среды в общем случае могут быть разделены на два основных типа: *широковещательные и последовательные*. Настоящий стандарт рассматривает только среды широковещательного типа. В широковещательной физической среде каждая станция может принимать все передаваемые сигналы. Среда широковещательного типа обычно организуется в виде физической шины.

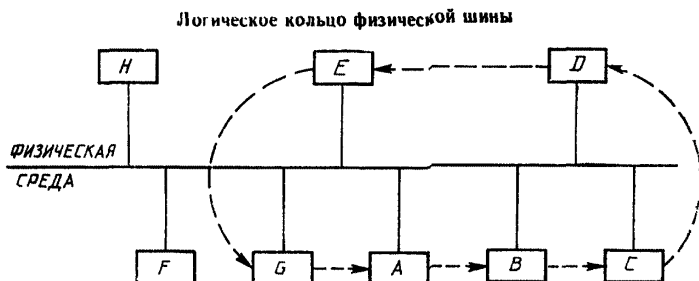
Заметим, что в соответствии с черт. 1.2 маркерный метод доступа к среде в логическом смысле всегда имеет последовательный характер. То есть, при нормальном устойчивом выполнении опера-

ций право на доступ к физической среде передается от станции к станции. Кроме того, заметим, что физическая связность мало влияет на последовательность логического кольца и что на запрос владельца маркера могут отвечать даже те станции, которые не входят в логическое кольцо. (Например, станции H и F могут принимать кадры, но не могут начинать передачу, поскольку им никогда не будет передан маркер).

Подуровень УДС обеспечивает последовательный доступ к распределенной физической среде шинного типа путем передачи управления физической средой от одной станции к другой циклически по логическому кольцу. Подуровень УДС определяет, когда станция получает право доступа к распределенной среде путем опознавания и восприятия маркера от предшествующей станции и когда данная станция должна переслать маркер следующей станции.

1.5.2. Общие функции подуровня

- 1) Отсчет тайм-аута потерянного маркера.
- 2) Распределенная инициация.
- 3) Отсчет тайм-аута удержания маркера.
- 4) Ограниченная буферизация данных.
- 5) Распознавание адреса узла.



Черт. 1.2

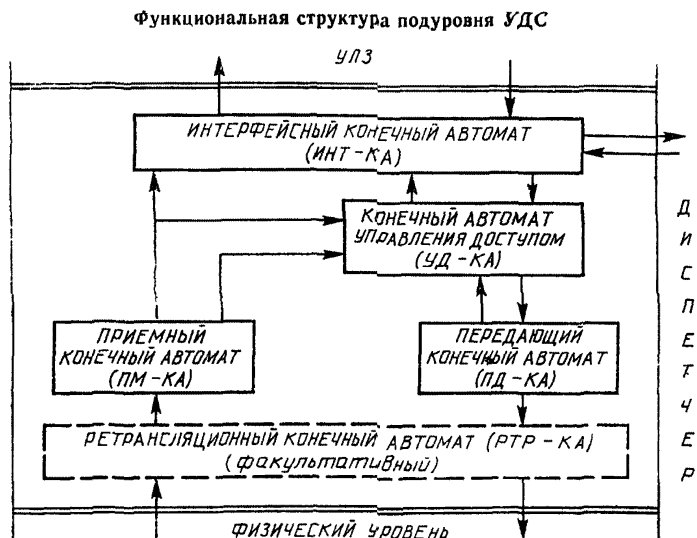
- 6) Компоновка кадра (включая подготовку маркера).
- 7) Генерация и проверка контрольной последовательности кадра (КПК).
- 8) Распознавание действительного маркера.
- 9) Добавление—удаление участника кольца.
- 10) Восстановление неисправного узла при ошибках.

1.6. Внутренняя структура подуровня УДС

Подуровень УДС выполняет несколько свободно связанных между собой функций. Описания и спецификации подуровня УДС в настоящем стандарте даны с точки зрения одного из нескольких воз-

можных методов группирования этих функций. Используемое в настоящем стандарте группирование функций показано на черт. 1.3, где представлено пять асинхронных логических автоматов, каждый из которых обрабатывает некоторый набор функций УДС, что подробнее рассматривается в пп. 1.6.1—1.6.5.

Из пяти перечисленных автоматов конечный автомат управления доступом (УД-КА) наиболее критичный и наиболее сложный; он является ключевым управляющим механизмом для шины с маркерным доступом и должен тесно взаимодействовать с УД-КА других станций при наличии лишь ограниченной информации о состоянии сети. Ввиду важности этого автомата и поскольку многие его операции не прямо вытекают из его функциональных требований, разъяснение и спецификация УД-КА составляют основную цель разд. 5—7 настоящего стандарта.



Интерфейсный конечный автомат (ИНТ-КА) и приемный конечный автомат (ПМ-КА) несут большую нагрузку в выполнении операций протокола уровня УДС. Они рассматриваются, однако, лишь в той степени детализации, которая и необходима для понимания их роли в подуровне УДС при поддержке работы УД-КА. Степень рассмотрения выбрана с таким расчетом, чтобы избежать

любых неоднозначностей, которые могли бы подвергнуть сомнению сосуществование согласованно действующих станций одной шины.

1.6.1. Интерфейсный конечный автомат (ИНТ-КА). Действует как интерфейс и буфер между подуровнями УЛЗ и УДС, а также между диспетчером станции и уровнем УДС. Он анализирует все поступающие примитивы УД_БЛОК_ДАННЫХ и другие сервисные примитивы и вырабатывает соответствующие исходящие сервисные примитивы. Этот автомат осуществляет при необходимости преобразования параметров «качества услуг», выдаваемых подуровнем УЛЗ, в вид, воспринимаемый подуровнем УДС. Он управляет очередностью запросов услуг, например запросов на передачу протокольных блоков данных (ПБД) УЛЗ. И, наконец, он выполняет функцию «распознавания адресов» в поступающих кадрах УЛЗ, принимая только те из них, которые адресованы данной станции.

1.6.2. Конечный автомат управления доступом (УД-КА). Взаимодействует с УД-КА всех других станций данной шины в процессе овладения маркером для управления доступом к распределенной шине. Он может (факультативно) обрабатывать несколько классов _ доступа УДС с тем, чтобы обеспечить подуровню УЛЗ различные значения «качества услуг». Он несет также ответственность за инициацию и обслуживание логического кольца, включая подключение новых станций. И, наконец, он несет ответственность за обнаружение сбоев и неисправностей и, по возможности, за восстановление работоспособности шинной сети с передачей маркера.

1.6.3. Приемный конечный автомат (ПМ-КА). Принимает из физического уровня элементарные символы, объединяет их в кадры, проверяет кадры и передает их автоматам ИНТ-КА и УД-КА. Он выполняет эту функцию, распознавая начальный или конечный ограничитель кадра (НО и КО), проверяя КПК и правильность структуры кадра. Он также распознает *пакеты помех* и состояния *незанятости шины* и информирует об этом.

1.6.4. Передающий конечный автомат (ПД-КА). Обычно принимает кадры данных из УД-КА и передает их в виде последовательности элементарных символов надлежащего формата в физический уровень. Он формирует ПБД УДС, предваряя каждый кадр необходимой преамбулой и НО и добавляя к нему КПК и КО. При работе с РТР-КА операции ПД-КА могут несколько отличаться.

1.6.5. Ретрансляционный конечный автомат (РТР-КА). Является факультативным компонентом УДС, который содержится в особых «ретрансляционных» станциях, например в широкополосном регенеративном повторителе. В таких станциях-ретрансляторах РТР-КА при необходимости ретранслирует поступающий из физического уровня поток элементарных символов обратно в физический уровень для повторной передачи; в подобных случаях считается, что физический уровень подсоединен, по меньшей мере, к двум различным сегментам одной шины. При выполнении таких ретран-

сляционных операций автоматы ПМ-КА и ПД-КА могут взаимодействовать с автоматом РТР-КА.

1.7. Физический уровень и физическая среда. Ниже приведен краткий обзор всех разделов настоящего стандарта, касающихся физического уровня, а также дано вводное описание различных методов передачи физических сигналов физических сред ЛВС, использующих протокол доступа к среде с передачей маркера.

Определены четыре типа физической среды шинной топологии и соответствующие логические объекты физического уровня, используемые протоколом доступа к среде с передачей маркера.

Каждый тип логического объекта физического уровня и соответствующая физическая среда шинного типа описаны в двух смежных разделах (т. е. в разд. 12—19), к которым относятся:

1) раздел, определяющий конкретные логические объекты физического уровня, включая конкретизацию общих управляющих элементов (разд. 9) рассматриваемого логического объекта физического уровня;

2) раздел, определяющий физическую среду, соответствующую данному логическому объекту физического уровня.

В настоящем стандарте определены четыре различных логических объекта физического уровня с соответствующими физическими средами, пригодными для использования с протоколом маркерного доступа к среде шинного типа. Они отличаются друг от друга в основном различными типами физической среды и методами передачи сигналов, определенными для каждого типа логического объекта физического уровня. В остальной части данного подраздела изложены наиболее характерные особенности каждого типа логического объекта физического уровня и соответствующего типа физической среды.

1.7.1. Сводка характеристик фазокогерентной модуляции сдвигом частоты.

Топология — всенаправленная шина.

Магистральный кабель — 75-омный коаксиальный кабель типа RG-11, P-11 или полужесткий.

Соединитель станции — 75-омная розетка серии F, являющаяся предметом стандартизации МЭК. (Рекомендуется применять розетку соединителя типа CP-75).

Рекомендуемая конфигурация кабеля — кабель типа RG-11 или полужесткий и гибкие ответвительные кабели длиной до 50 м.

Модуль сопряжения с магистралью — 75-омный ненаправленный пассивный Т-образный соединитель, согласующий импедансы, с затуханием 20 дБ.

Повторители — активные регенеративные повторители, используемые для разветвления и расширения системы за пределы одного сегмента кабеля.

Уровень передачи — от +63 до +66 дБ (1 мВ; 75 Ом) [дБмВ]

Чувствительность приемника — от +10 дБмВ до +66 дБмВ

Скорость передачи данных — 5 и 10 Мбит/с

Передача сигналов — прямое кодирование символов *данных* и *неданных*, каждый из которых составляет целое число циклов постоянной частоты с изменением частоты только при переходах волновым сигналом нулевого уровня. Используются две частоты:

1) *нижняя* — 1 Гц (бит/с) (т. е. 5 МГц при 5 Мбит/с и 10 МГц при 10 Мбит/с),

2) *верхняя* — 2 Гц (бит/с) (т. е. 10 МГц при 5 Мбит/с и 20 МГц при 10 Мбит/с).

Представления символов:

ноль — два полных цикла верхней частоты;

единица — один полный цикл нижней частоты;

пара символов *не-данные* — один полный цикл верхней частоты, один полный цикл нижней частоты и еще один полный цикл верхней частоты.

Зап-нерабочее — последовательность чередующихся символов *единица* и *ноль*, начиная с единицы.

Восстановление синхронизации — из переходов нулевого уровня принимаемого сигнала.

Синхронизация передаваемых данных — фазовая подстройка передаваемых частот. Все входы регенеративного повторителя должны использовать одну и ту же синхροчастоту передаваемых данных и, следовательно, одни и те же частоты передачи.

1.7.2. **Сводка характеристик многоуровневой двубинарной амплитудно-фазовой модуляции АМ/ОФМ**

Топология — направленная шина с активным повторителем.

Кабель — 75-омный коаксиальный кабель типа RG-6 или полужесткий

Соединитель станции — 75-омная розетка серии F, являющаяся предметом стандартизации МЭК

Рекомендуемая конфигурация кабеля — полужесткий магистральный, аналогичный телевизионному кабелю, и гибкий ответвительный кабель.

Модуль сопряжения с магистралью — 75-омный направленный пассивный ответвитель с согласованием импедансов.

Повторители — регенеративный повторитель, используемый в качестве источника системной синхронизации скорости передачи данных, в качестве центрального арбитра соперничества и уровня шумов, а также для ретрансляции всех сигналов, следующих по направленной физической среде.

Усилители — стандартные, используемые в системах кабельного телевидения, двунаправленные среднеразветвленные, полуразветвленные или сильноразветвленные (либо однонаправленные для двухкабельной конфигурации) широкополосные усилители, ис-

пользуемые для расширения системы за пределы, определяемые величиной затухания основных сигналов.

Полоса пропускания канала — 1,5, 6 и 12 МГц.

Уровни передачи:

при 1,5 МГц — +41 дБ (1 мВ, 75 Ом) [дБмВ];

при 6 МГц — +47 дБ (1 мВ, 75 Ом) [дБмВ];

при 12 МГц — +50 дБ (1 мВ, 75 Ом) [дБмВ].

Чувствительность приемника:

при 1,5 МГц — от 13 дБ до +4 дБ (1 мВ, 75 Ом) [дБмВ];

при 6 МГц — от -7 дБ до +10 дБ (1 мВ, 75 Ом) [дБмВ];

при 12 МГц — от -4 дБ до +13 дБ (1 мВ, 75 Ом) [дБмВ].

Скорости передачи данных — 1 Мбит/с при 1,5 МГц; 5 Мбит/с при 6 МГц и 10 Мбит/с при 12 МГц.

Распределение канальных частот — является предметом национальной стандартизации. В приложении 1 в качестве примера приведено распределение частот, принятое в странах Северной Америки.

Скремблер — все данные, формируемые в кадры перед их кодированием для передачи, проходят через самосинхронизирующийся скремблер с образующим полиномом $1 + X^{-6} + X^{-7}$. Это делается с двумя целями: для увеличения среднего числа переходов в передаваемых сигналах и для рандомизации спектральных компонентов передаваемых модулированных сигналов.

Передача сигналов — символы *данные* и *не-данные* кодируются таким образом, чтобы специфицировать амплитуду возможных модулированных сигналов. В настоящем стандарте определена одна форма кодирования: один символ-УДС на каждый символ-ФИЗ с учетом соображений совместимости с дополнительной формой кодирования, описываемой в п. 14.11.

В обеих формах передачи сигналов средний уровень сигналов используется для передачи только символов *не-данные*, содержащихся в ограничителях кадра и в информируемом «молчании», а также в качестве «прерывателя» длинных последовательностей другого сигнального уровня (см. п. 14.8.2.1(4) (в)). Такие длинные последовательности маловероятны, поскольку перед кодированием данных для передачи сформированные кадры данных подвергаются скремблированию.

Для представления одного символа-УДС одним символом-ФИЗ на приемнике этот символ представляется следующим образом:

{0} = *ноль* — нулевая амплитуда

{4} = *единица* — «максимальная» амплитуда

{2} = *не-данные* — «средняя» амплитуда, равная половине «максимальной».

Модуляция — многоуровневая двубинарная АМ/ОФМ.

Зап-нерабочее — чередующиеся символы {4} и {0}, начиная с {4}.

Информируемое молчание — повторяющаяся последовательность символов, передаваемая ремодулятором для информирования о том, что он не получает никаких сигналов. Эта последовательность имеет четырехсимвольную периодичность, которая может быть прервана после любого символа этой последовательности. Прослушивающие модемы могут ввести свою автоматическую регулировку усиления и определить режим передачи сигналов системы по используемой последовательности.

Для передачи одного символа_УДС на каждый символ_ФИЗ используется последовательность {2} {2} {0} {4}.

Для возможных в будущем режимов передачи, предусматривающих два символа_УДС на один символ_ФИЗ, зарезервирована следующая последовательность:

{2} {2} {4} {0}

Реализации, которые обнаружат эту зарезервированную повторяющуюся последовательность, должны либо переключиться на расширенный режим работы, либо подавить передачу.

Восстановление синхронизации — из переходов уровней принимаемых сигналов.

Синхронизация передаваемых данных — вырабатывается ремодулятором; все остальные станции подстраивают свои частоты под принимаемые синхросигналы данных.

1.7.3. Сводка характеристик физической среды на основе волоконно-оптического кабеля

Топология — направленная шина, использующая активные и пассивные конфигурации звезды.

Кабель — настоящий стандарт предлагает использование кварцевого оптического волновода со следующими номинальными характеристиками: диаметр сердечника 62,5 мкм, внешний диаметр 125 мкм и эффективное значение апертуры 0,275.

Соединитель станции — интерфейсный соединитель кабеля, ИСК, представляющий собой дуплексный соединитель, соответствующий ИСО 9314/3.

Повторители — активные регенеративные повторители, используемые в широкоразветвленных топологиях типа «звезда».

Характеристики передачи — эффективная мощность возбуждения от 7 до 11 дБм с центром длины волны между 800 и 910 нм.

Чувствительность приемника:

средняя чувствительность от —11 до —31 дБм эффективной мощности с уровнем молчания —40 дБм;

высокая чувствительность от —21 до —41 дБм эффективной мощности с уровнем молчания —50 дБм

Скорости передачи данных — 5, 10 и 20 Мбит/с.

Передача сигналов — манчестерское кодирование символов *данные и не_данные*.

Представление символов:

{HL}=ноль

{LH}=единица

{LLHH} и {HHLL}=пара символов *не_данные*.

Зап_нерабочее — чередующиеся символы единица и ноль, начинающая с единицы.

Восстановление синхронизации — из переходов, образуемых сигналами манчестерского кода.

Синхронизация передаваемых данных — фазовая подстройка к передаваемым частотам. Все порты регенеративного повторителя используют одну и ту же синхронизацию передаваемых данных и, следовательно, одни и те же частоты передачи.

1.7.4. Сводка характеристик фазонепрерывной модуляции сдвигом частоты

Топология — направленная шина

Магистральный кабель — 75-омный коаксиальный кабель такого же типа, что и RG-6, RG-11, полужесткий.

Ответвительный кабель — отрезок коаксиального кабеля с импедансом от 35 до 50 Ом, длиной менее 350 мм.

Соединитель станции — 50-омная вилка серии BNC, соответствующий стандарту МЭК 169/8.

Рекомендуемая конфигурация кабеля — длинный неразветвленный магистральный кабель с очень короткими отрезками ответвительного кабеля.

Модуль сопряжения с магистралью — Т-образный 75-омный соединитель.

Повторители — активные регенеративные повторители, используемые для разветвления и расширения системы за пределы, определяемые величиной затухания основных сигналов.

Уровень передачи — от +54 до +60 дБ (1 мВ; 37,5 Ом)

Чувствительность приемника — +24 дБ (1 мВ; 37,5 Ом)

Скорость передачи данных — 1 Мбит/с

Передача сигналов — манчестерское кодирование символов *данные* и *не_данные*

Представление символов:

{HL}=ноль — начальный высокий, конечный — низкий уровень

{LH}=единица — начальный низкий, конечный — высокий уровень

{LLHH} и {HHLL}=пара символов *не_данные*

начальная пара — низкий уровень, за которой следует конечная пара высокого уровня, или наоборот.

Модуляция — фазонепрерывная модуляция сдвигом частоты (вид частотной модуляции) с манчестерским представлением сигналов:

1) частота высокого уровня $(6,25 \pm 0,08)$ МГц

2) частота низкого уровня $(3,75 \pm 0,08)$ МГц

Зап_нерабочее — чередующиеся символы единица и ноль, начинающая с нуля.

Восстановление синхронизации — из переходов, генерируемых Manchester-кодированием.

1.8. Характеристики метода доступа

Знание основных характеристик маркерного метода доступа полезно с той целью, чтобы лучше понять, где и когда маркерный доступ к шине является наиболее подходящим методом работы ЛВС.

К некоторым важным свойствам этого метода доступа к среде относятся следующие.

1) Метод эффективен в том смысле, что при высоком уровне испытываемой нагрузки на координацию работы станций затрачивается лишь небольшой процент пропускной способности среды.

2) Метод справедлив в том смысле, что он обеспечивает каждой станции равную долю распределяемой пропускной способности физической среды. В то же время он не требует, чтобы какая-либо станция полностью использовала всю свою долю пропускной способности среды.

3) Метод допускает несколько классов обслуживания.

4) Метод координирует передачи станций таким образом, чтобы минимизировать и контролировать их взаимные влияния.

5) Метод не предъявляет никаких дополнительных требований к возможностям физической среды и модемов помимо тех, которые необходимы для передачи и приема многобитных, многокадровых последовательностей при определенной частоте ошибок по битам.

6) В отсутствие системных помех метод обеспечивает исчисляемые детерминированные наихудшие границы задержки доступа для класса обслуживания высшего приоритета при любой заданной конфигурации сети и степени ее загрузки.

7) Периоды контролируемых внешних влияний различимы; в оставшиеся периоды времени возможны проведения измерений системных помех.

8) Метод налагает минимальные ограничения на способы, которыми станция, мгновенно отслеживающая состояние среды, может использовать свою долю пропускной способности среды.

9) Метод эффективно поддерживает обеспечиваемые услуги УЛЗ типа 3, позволяя станции — владельцу маркера ожидать ответа от приемной станции на ее передачу.

10) Хотя это и не определено стандартом, но метод допускает наличие в сети большого числа дешевых станций ограниченных функциональных возможностей наряду с наличием одной или нескольких полнофункциональных станций. (По меньшей мере, необходима одна полнофункциональная станция для того, чтобы система была работоспособной). Примером станции пониженных функциональных возможностей служит станция, не содержащая логических схем управления доступом.

1.9. Построение стандарта

Настоящий стандарт состоит из 19 разделов, в которых изложено следующее:

Разд. 1 (настоящий раздел) начинается с общего обсуждения метода маркерного доступа к шине. Здесь дано введение в функциональную структуру подуровня УДС, рассматриваемую в последующих разделах, приведен обзор факультативных возможностей физического уровня и физической среды и, наконец, рассмотрены общие свойства метода доступа к шине с передачей маркера.

В разд. 2 подробно рассматриваются логические интерфейсы между подуровнями УЛЗ и УДС, а также услуги на этих интерфейсах (такие, как передача кадра), предоставляемые подуровню УЛЗ.

В разд. 3 подробно обсуждаются параметры диспетчера, действия и события внутри подуровня УДС.

В разд. 4 рассматривается общая структура кадра УДС, включая ограничители, адреса и КПК. Кадры всех форматов, которые обрабатывает УДС, включая управляющие кадры УДС, относятся к нумерованным кадрам.

В разд. 5 обсуждаются основные концепции протокола доступа к среде и приведено неформальное описание действий автомата управления доступом в каждом состоянии. В этом разделе описаны также другие автоматы состояний подуровня УДС.

В разд. 6 содержатся определения наиболее важных терминов и компонентов УДС.

В разд. 7 с использованием модели конечных автоматов определена модель автомата управления доступом. Она представляет собой определительную спецификацию операций подуровня УДС шиной ЛВС с передачей маркера. Описаны также переменные подуровня УДС, функции и процедуры, используемые в автомате состояний.

В разд. 8 подробно описывается интерфейс между подуровнем УДС и физическим уровнем. Сюда же включены описания символов интерфейса, запросов и ответов.

В разд. 9 описываются параметры диспетчера, действия и события, происходящие внутри физического уровня.

В разд. 10 определен логический, электрический и механический интерфейс внутри физического уровня между станцией и отдельным модемом.

Разд. 11 зарезервирован.

В разд. 12 и 13 описаны физический уровень и физическая среда соответственно одноканальной (т. е. всенаправленной) шины на основе коаксиального кабеля при использовании фазокогерентной модуляции сдвигом частоты и скоростях 5 и 10 Мбит/с.

В разд. 14 и 15 подробно описаны физический уровень и физическая среда соответственно двухканальной (т. е. с распределите-

лем) шины на основе коаксиального кабеля при использовании широкополосной двубинарной амплитудно-фазовой модуляции (АМ/ОФМ) для скоростей 1, 5 и 10 Мбит/с.

В разд. 16 и 17 подробно описываются физический уровень и физическая среда соответственно на основе волоконно-оптической шины при скоростях 5, 10 и 20 Мбит/с.

В разд. 18 и 19 подробно описываются физический уровень и физическая среда соответственно на основе одноканальной (т. е. всенаправленной) шины на основе коаксиального кабеля с фазо-непрерывной модуляцией сдвигом частоты при скорости 1 Мбит/с.

2. ИНТЕРФЕЙС УЛЗ—УДС. СПЕЦИФИКАЦИЯ УСЛУГ

В данном разделе определены услуги, предоставляемые подуровню УЛЗ на границе между функциями управления логическим звеном и подуровнем УДС уровня звена данных эталонной модели. Настоящий стандарт определяет эти услуги в абстрактном виде. Стандарт не определяет конкретных реализаций логических объектов и интерфейсов в рамках вычислительной системы и не налагает на них никаких ограничений. Взаимоотношения этого раздела с другими разделами настоящего стандарта и со спецификациями ЛВС показаны на черт. 2.1.

Примечания:

1. Точные взаимоотношения уровней, описываемых в настоящем стандарте, с уровнями, определенными в эталонной модели ВОС, являются предметом дальнейшего изучения.

2. В стадии разработки находится стандарт по спецификации услуг, общих для всех типов подуровней УДС (на основе ИСО/ПМС 10039). После разработки этого стандарта данный раздел будет заменен ссылкой на него.

2.1. Обзор услуг на интерфейсе УЛЗ—УДС

2.1.1. **Общее описание обеспечиваемых услуг.** В данном разделе дано неформальное описание сервиса, предоставляемого подуровнем УДС для подуровня УЛЗ. Этот сервис обеспечивает лишь услуги передачи данных в режиме без установления соединения между равноправными логическими объектами УЛЗ. Они обеспечивают средства, с помощью которых логические объекты УЛЗ могут обмениваться сервисными блоками данных УДС (УД-СБД) без установления двухпунктового соединения на нижнем уровне. Передача данных может быть двухпунктовой или многопунктовой, неподтверждаемой или подтверждаемой.

2.1.2. **Модель, используемая для спецификации услуг.** Модель услуг и метод их описания подробно рассмотрены в приложении 10.

2.1.3. **Обзор взаимодействий.** К примитивам, связанным с услугами передачи данных в режиме без установления соединения, относятся:

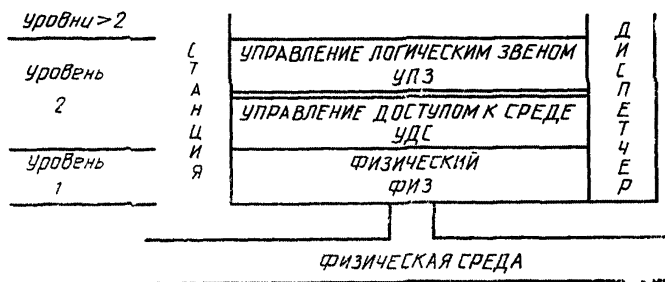
1) УД-БЛОК-ДАННЫХ.запрос

2) УД-БЛОК-ДАННЫХ.индикация

3) УД-БЛОК-ДАННЫХ-СОСТОЯНИЕ.индикация.

Примитив УД-БЛОК-ДАННЫХ.запрос передается подуровню УДС для запроса передачи УД-СБД. (Все УД-СБД передаются с использованием процедур режима без установления соединения.) Примитив УД-БЛОК-ДАННЫХ.индикация передается подуровнем УДС для информирования о поступлении УД-СБД. Примитив УД-БЛОК-ДАННЫХ-СОСТОЯНИЕ.индикация передается подуровнем УДС для информирования о состоянии ранее принятого соответствующего примитива УД-БЛОК-ДАННЫХ.запрос.

Место интерфейса между УЛЗ и УДС в модели ЛВС



Черт 2 1

2.1.4. Основные услуги и факультативные возможности. Все услуги являются обязательными и должны использоваться во всех реализациях.

2.2. Детализированные взаимодействия с логическим объектом УЛЗ. В данном подразделе подробно описываются примитивы и параметры, относящиеся к услугам передачи данных в режиме без установления соединения, которые подуровень УДС предоставляет подуровню УЛЗ. Заметим, что эти параметры определены в абстрактном смысле. Параметры определяют ту информацию, которая должна быть доступна для принимающего логического объекта. Метод получения этой информации не предполагает никаких ограничений на конкретную реализацию. Например, параметр УД-СБД, связанный с некоторыми сервисными примитивами передачи данных, может быть обеспечен путем фактической передачи сервисного блока данных УДС или дескриптора, либо другими способами. Значения некоторых выбранных параметров могут быть заданы в реализации в неявном виде.

2.2.1. УД_БЛОК_ДАННЫХ.запрос

2.2.1.1. **Функция.** Этот примитив является сервисным примитивом запроса для услуги УЛЗ передачи данных в режиме без установления соединения.

2.2.1.2. **Семантика.** Данный примитив должен обеспечивать следующие параметры:

УД_БЛОК_ДАННЫХ.запрос

(адрес_получателя,

адрес_отправителя,

УД_СБД,

желаемое_качество).

Параметр «адрес_получателя» определяет либо индивидуальный, либо групповой адрес логического_объекта_УДС.

Параметр «адрес_отправителя» определяет адрес логического_объекта_УДС — отправителя, обычно, локальной станции.

Параметр УД_СБД определяет УД_СБД, подлежащий передаче логическим объектом подуровня УДС запрашивающему логическому объекту подуровня УЛЗ.

Параметр «желаемое_качество» определяет желаемое качество услуг. Семантика этого параметра включает значение приоритета на уровне_УДС в диапазоне от 0 (наинизший) до 7 (наивысший) (см. п. 6.6.1.2) и услугу подтверждения доставки на уровне_УДС со значениями «запрос_без_ответа», «запрос_с_ответом» и «ответ».

2.2.1.3. **Действия при генерации.** Данный примитив передается логическим объектом подуровня УЛЗ логическому объекту подуровня УДС для того, чтобы запросить логический объект подуровня УДС сформировать и передать конкретный кадр с желаемым качеством услуг в данной ЛВС.

2.2.1.4. **Результат приема.** Прием этого примитива побуждает логический объект подуровня УДС попытаться сформировать и передать конкретный кадр.

2.2.1.5. **Дополнительные замечания.** Значение параметра «запрос_с_ответом» для компонента «подтверждение_доставки» параметра «качество_услуг» указывает, что следующий примитив УД_БЛОК_ДАННЫХ.индикация должен сам содержать параметр качества, специфицирующий ответ, и в этом случае следующий примитив УД_БЛОК_ДАННЫХ.индикация должен быть логически связан с этим примитивом УД_БЛОК_ДАННЫХ.запрос.

Значение «ответ» компонента подтверждение_доставки параметра качества указывает, что непосредственно предшествующий примитив УД_БЛОК_ДАННЫХ.индикация должен был содержать параметр качества, определяющий «запрос_с_ответом».

Если определено значение «запрос_с_ответом», групповой адрес_получателя не должен использоваться.

2.2.2. УД_БЛОК_ДАННЫХ.индикация

2.2.2.1. **Функция.** Данный примитив является сервисным прими-

тивом индикации для услуги передачи данных в режиме без установления соединения.

2.2.2.2. Семантика. Этот примитив должен обеспечивать следующие параметры:

УД-БЛОК-ДАННЫХ.индикация
(адрес-получателя,
адрес-отправителя,
УД-СБД,
качество)

Параметры «адрес-получателя» и «адрес-отправителя» определяют поля ЛП и АО кадра (см. разд. 4), принятые локальным логическим объектом УДС и, тем самым, логические объекты-УДС, участвующие в обмене данными.

Параметр УД-СБД определяет сервисный блок данных-УДС, принятый локальным логическим объектом подуровня УДС.

Параметр «качество» определяет доставленное значение качества услуг. Семантика этого параметра включает значение приоритета на уровне-УДС в диапазоне от 0 (наимизший) до 7 (наивысший) (см. п. 6.6.1.2) и услугу уровня-УДС «подтверждение доставки» со значениями «запрос-без-ответа», «запрос-с-ответом» и «ответ».

2.2.2.3. Действия при генерации. Этот примитив передается из логического объекта подуровня УДС логическому объекту подуровня УЛЗ для информирования последнего о поступлении кадра данных из логического объекта физического уровня. О таких кадрах сообщается только тогда, когда они свободны от обнаруживаемых ошибок и их адрес получателя (индивидуальный или групповой) озапачает логический объект УДС.

2.2.2.4. Результат приема. Результат приема этого примитива логическим объектом УЛЗ определен в ГОСТ 28907 (ИСО 8802/2).

2.2.2.5. Дополнительные замечания. При отсутствии необнаруживаемых ошибок содержимое параметра УД-СБД является логически законченным и неизменным относительно параметра УД-СБД в соответствующем примитиве УД-БЛОК-ДАННЫХ.запрос на передающей станции.

Примечание. Это гарантирует кодонезависимость. Значение «запрос-с-ответом» компонента подтверждение-доставки параметра качества указывает, что принимающий логический объект подуровня УДС должен немедленно выдать в ответ примитив УД-БЛОК-ДАННЫХ.запрос, который сам имеет параметр качества, определяющий значение «ответ».

Значение «ответ» компонента подтверждение-доставки параметра качества указывает, что данный примитив УД-БЛОК-ДАННЫХ.индикация может быть связан с предыдущим примитивом УД-БЛОК-ДАННЫХ.запрос, который сам имел параметр качества, определяющий значение «запрос-с-ответом» и который был выдан тем же самым логическим объектом подуровня-УЛЗ.

2.2.3. УД_БЛОК_ДАННЫХ_СОСТОЯНИЕ.индикация

2.2.3.1. Функция. Этот примитив имеет локальную значимость и обеспечивает подуровень УЛЗ информацией о состоянии выполнения предыдущего примитива УД_БЛОК_ДАННЫХ.запрос.

2.2.3.2. Семантика. Этот примитив должен обеспечивать следующие параметры:

УД_БЛОК_ДАННЫХ_СОСТОЯНИЕ.индикация

(адрес_получателя,

адрес_отправителя,

состояние,

обеспеченное_качество).

Параметры «адрес_получателя» и «адрес_отправителя» определяют поля АП и АО соответствующего примитива УД_БЛОК_ДАННЫХ.запрос.

Параметр «состояние» указывает состояние услуги, предоставленной по запросу соответствующего передающего примитива УД_БЛОК_ДАННЫХ.запрос.

Параметр «обеспеченное_качество_услуг» определяет фактически обеспеченное качество услуг по предыдущему запросу. Семантика этого параметра включает значение приоритета на уровне УДС в диапазоне от 0 (наинизший) до 7 (наивысший) (см. п. 6.6.1.2) и услугу подтверждение_доставки подуровня УДС.

2.2.3.3. Действия при генерации. Этот примитив передается из логического объекта подуровня УДС логическому объекту подуровня УЛЗ для информирования последнего о результате выполнения услуги, предоставленной по предыдущему соответствующему примитиву запроса УЛЗ на передачу данных.

Информация об успешности выполнения запроса передается для большей информированности логического объекта подуровня УДС при успешном выполнении запроса. При наличии локальной неисправности сообщается о безуспешности выполнения запроса. Когда параметр качества этого запроса определяет «запрос_с_ответом», то о безуспешности выполнения запроса также сообщается, если выполнено допустимое число попыток со значением «без ответа».

2.2.3.4. Результат приема. Результат приема этого примитива логическим объектом подуровня УЛЗ определен в ГОСТ 28907 (ИСО 8802/2).

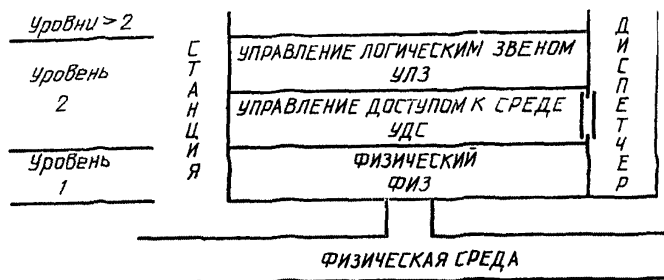
2.2.3.5. Дополнительные замечания. Предполагается, что подуровень УЛЗ обладает достаточной информацией, чтобы логически увязать состояние с соответствующим запросом.

3. ДИСПЕТЧЕР ПОДУРОВНЯ УДС

В настоящем разделе определяются абстрактные логические объекты (параметры, события и действия), используемые при уп-

равлении подуровнем УДС. Взаимоотношение данного раздела с другими разделами настоящего стандарта и другими спецификациями ЛВС показаны на черт. 3.1.

Место интерфейса между диспетчером и подуровнем УДС
в модели ЛВС



Черт 3.1

Существуют два способа управления подуровнем УДС: локальное и дистанционное.

Локальное управление требуется для того, чтобы организовать начальную конфигурацию УДС и работать с ней при отсутствии дистанционного управления. Поскольку операции локального диспетчера УДС, которые отличаются от описываемых в данном разделе операций, необходимых для управления логическими объектами, не влияют на внутреннюю работоспособность станции, то спецификация локального диспетчера не входит в предмет рассмотрения настоящего стандарта.

Настоящий стандарт использует концепцию дистанционного управления, определенную в стандарте ИСО 7498, ч. 2, «Основы управления ВОС». Дистанционное управление использует протокол обмена данными для манипулирования управляемыми логическими объектами и наблюдения за ними. Настоящий раздел должен использоваться совместно со стандартом ИСО по дистанционному управлению, подлежащим разработке. Могут использоваться также другие протоколы, например описанные в ИСО 9595 и ИСО 9596.

Для реализации протокола дистанционного управления должны быть определены идентификаторы и числовые представления управляемых логических объектов. Такое определение дано в «протоколе интерфейса с диспетчером уровня».

Примечание Определение «протокола интерфейса с диспетчером уровня» подуровня УДС находится в стадии изучения. В последующем предполагается разработка дополнения к настоящему стандарту, которое будет содержать этот протокол.

В рамках настоящего документа используется общий термин «диспетчер (управление)», который относится к локальному либо к дистанционному диспетчеру (управлению), если не оговорено иное.

3.1. Краткое описание. В данном разделе описываются логические объекты, между которыми обмен данными происходит через «интерфейс с диспетчером уровня» (ИДУ), который обозначен на черт. 3.1 в виде двойных вертикальных черточек. Логические объекты подуровня УДС, описываемые в данном разделе, состоят из:

- 1) параметров подуровня УДС, записываемых и читаемых диспетчером;
- 2) действий, инициируемых диспетчером, которые вызывают изменения внутри подуровня УДС;
- 3) событий внутри подуровня УДС, которые передаются диспетчеру.

Нотация, используемая для спецификации логических объектов, определяемых в данном разделе, это «синтаксис и нотация передачи на уровне представления АСН.1», определенные в ГОСТ 34.973 (ИСО 8824). Этот синтаксис отличается от синтаксиса, используемого в разд. 4—7 для описания подуровня УДС шины с маркерным доступом. Их различие состоит в буквенных обозначениях имен логических объектов. Нотация АСН.1 не разрешает использовать символ подчеркивания «_», а использует комбинацию прописных и строчных знаков для улучшения читабельности текста.

Например, в данном разделе определяется параметр «вКольце», а в разд. 7 определен параметр *в_кольце*. Но если синтаксис имен различен, то сами параметры эквивалентны.

3.2. Средства диспетчера УДС. В данном подразделе содержится описание использования управляющих параметров, действий и событий внутри подуровня УДС шины с передачей маркера.

3.2.1. Организация. Существуют три типа управляющих логических объектов:

- 1) параметры,
- 2) действия,
- 3) события.

Вначале описываются параметры подуровня УДС, доступные диспетчеру. Эти параметры организованы по группам. В этих группах собраны не только переменные; они определяют также совокупности параметров, которые могут быть доступны обычным образом.

Примечание. При реализации управления доступом к параметрам настоящего стандарта состоит в реализации дискретности такого управления только на уровне группы. Таким образом, все параметры в пределах группы коллективно используют общий уровень доступа.

Любой из параметров или все параметры группы могут быть переданы в виде одного ПБД дистанционного диспетчера, ПБД-ДД,

(с учетом ограничений длины ПБД). Передаваемые таким образом семантики и группы параметров определяются следующим образом.

3.2.2. ИдТипаРесурса. В данном подразделе рассматриваются параметры ИДУ подуровня УДС, которые являются общими для всех уровней. Эти параметры создают «пространство наименований», которая идентифицирует основные свойства подуровня УДС.

Группа ИдТипаРесурса является общей для всех подуровней УДС. Реализация этой группы должна быть обязательной. Группа ИдТипаРесурса подлежит определению в будущем стандарте ИСО (ГОСТ).

3.2.2.1. типРесурса — этот параметр идентифицирует ресурс как подуровень УДС.

3.2.2.2. редакцияСтандарта — этот параметр идентифицирует ту редакцию настоящего стандарта, которую реализует подуровень УДС.

3.2.2.3. факультативыРеализации — этот параметр определяет факультативные возможности, обеспечиваемые реализацией. К таким возможностям, определяемым настоящим стандартом, относятся «приоритет» и «запрос-с-ответом».

3.2.3. Группа характеристик УДС. Группа характеристик УДС определяет свойства подуровня УДС, специфичные для подуровня УДС шины с маркерным доступом. Реализация параметров в группе характеристик УДС должна быть факультативной за исключением параметра максДлинаСБД при необходимости его использования. Все параметры должны использоваться только в режиме считывания.

3.2.3.1. максДлинаСБД — максимальная длина сервисного блока данных, которую способна воспринять конкретная реализация подуровня УДС.

Значение параметра максДлинаСБД находится в пределах от 516 (чтобы допускать кадры длиной в 512 октетов) до 8191 октетов.

3.2.3.2. задержкаВремениПередачи — оценочное значение максимальной задержки, вносимой подуровнем УДС при передаче кадров данных, включая время ожидания в очереди УДС на передачу. Значение этого параметра должно использоваться вышерасположенными уровнями при вычислении тайм-аута задержки с целью обнаружения потерянных кадров. Этот тип представляет собой массив значений времени, индексируемый классом услуг УДС (см. п. 6.6.1.2).

Элементы этого параметра и методы вычисления их значений являются предметом дальнейшего изучения.

3.2.4. Группа диспетчера УДС. Параметры диспетчера УДС описывают текущее состояние подуровня УДС. Реализация доступа диспетчера к этим параметрам должна быть факультативной возможностью. Доступ диспетчера к этим параметрам должен осуществ-

вляться только в режиме считывания для предотвращения непредсказуемых изменений в операциях УДС. Для того чтобы изменить значение одного из этих параметров, диспетчер должен изменить соответствующее значение в «группе инициации» (см. п. 3.2.7) и затем выполнить действие сброса для того, чтобы побудить станцию к повторной инициации.

3.2.4.1. состояние — состояние подуровня УДС. Текущее состояние логического объекта УДС. Состояние подуровня УДС изменяется действиями диспетчера (см. п. 3.2.11) и внутренними событиями автомата УД-КА (см. разд. 7).

Параметр «состояние» может принимать следующие значения: *автономный*, *маркернаяШина*, *мостМаркернойШины* и *повторительМаркернойШины*.

Примечание. Работа станции в режиме «мост маркерной шины» находится в стадии изучения. Работа моста видится в том, чтобы воспринимать кадры, адресованные станциям и другим сетям, а не только той сети, к которой подключена данная станция.

3.2.4.2. состояниеТестирования — состояние ранее начатого тестирования.

Отрицательные зависимые от реализации результаты должны рассматриваться как «неисправность» теми логическими объектами, в которых отсутствует дополнительная информация о зависимых от реализации значениях.

Подробное описание перечисленных ниже параметров группы диспетчера УДС приведено в п. 7.1.1.

3.2.4.3. дс — адрес данной станции.

3.2.4.4. интервалОтвета — сетевой интервал_ответа.

3.2.4.5. минДлинаПрембулыПослеМолчания — минимальное число октетов преамбулы, которое должно предшествовать кадру после молчания. Это значение получается из физического уровня и используется автоматом ПД-КА.

3.2.5. Группа рабочих параметров станции

Эти параметры влияют на работу станции и рабочие параметры станции сети. Диспетчер может считывать и записывать рабочие параметры станции для того, чтобы изменить операции сети без повторной инициации станции. Реализация доступа диспетчера к этим параметрам должна быть факультативной возможностью.

Подробное описание параметров группы рабочих параметров станции приведено в п. 7.1.1.

3.2.5.1. максСчетЗапросов

3.2.5.2. максПределПопыток

3.2.5.3. времяУдержанияМаркераВысшПриоритета

3.2.5.4. заданноеВремяОборота

3.2.5.5. начальноеЗначениеТайм-аутаОбслуживанияКольца

3.2.5.6. желаниеУчаствовать

3.2.6. Группа контроля станции. Эти параметры отражают текущее состояние сети и состояние станции в сети.

Реализация доступа диспетчера к этим параметрам должна быть факультативной возможностью. Параметры контроля станции должны быть только считываемыми за исключением параметра максВремяОборотаМаркера, который должен быть записываемым и считываемым.

Описание тех параметров группы контроля станции, которые не рассматриваются в последующих подразделах, приведено в п. 7.1.6.

3.2.6.1. **сс** — адрес следующей станции логического кольца.

3.2.6.2. **пс** — адрес предыдущей станции логического кольца.

3.2.6.3. **ссИзвестен**.

3.2.6.4. **вКольце**

3.2.6.5. **станцияОграниченнойАктивности**

3.2.6.6. **времяПоследнегоОборотаМаркера** — время последнего оборота маркера, измеренное от момента одного поступления маркера до момента следующего поступления маркера. Единицами измерения служат октетные интервалы.

Нулевое значение указывает, что данное значение в текущий момент недоступно; это может иметь место, например, когда станция не является участником логического кольца. Отрицательное значение указывает на переполнение диапазона.

3.2.6.7. **максВремяОборотаМаркера** — максимальное время оборота маркера. Это значение получается путем сравнения прежнего значения максВремяОборотаМаркера со значением времени ПоследнегоОборотаМаркера, которое выполняется каждый раз при получении маркера. Если прежнее значение максВремениОборотаМаркера меньше времениПоследнегоОборотаМаркера, то значение максВремениОборотаМаркера устанавливается равным значению времениПоследнегоОборотаМаркера. Единицей измерения является октетный интервал.

Диспетчер может устанавливать значение этого параметра в ноль, чтобы начать отсчет временного интервала, в течение которого должно измеряться максимальное время оборота маркера.

Нулевое значение указывает, что значение этой переменной в текущий момент доступно. Отрицательное значение указывает на переполнение диапазона.

Образование других статистических данных из максимальных и текущих значений переменной времени оборота маркера — предмет дальнейшего изучения.

3.2.6.8. **приблизительныйРазмерКольца** — приблизительное число станций в логическом кольце.

Возможный для станции метод получения значения приблизительного РазмераКольца состоит в подсчете числа действительных кадров маркера, которые опознала станция в интервале между передачей и приемом маркера. Такой упрощенный подход чреват ошибками в связи с повторными передачами маркера или его ис-

кажением. При необходимости разработчики могут улучшить аппроксимацию, используя более совершенные методы.

Нулевое значение указывает, что значение этой переменной в текущий момент недоступно, это может иметь место, например, когда станция не является участником логического кольца. Отрицательное значение указывает на переполнение диапазона.

3.2.7. Группа инициации. Параметры инициации копируются в операционные параметры подуровня УДС во время инициации станции. Параметры инициации должны требоваться в тех реализациях, где имеются соответствующие операционные параметры. Параметры инициации должны считываться и записываться диспетчером.

Более подробное описание параметров группы инициации приведено в п. 7.1.7.

3.2.7.1. иницДС

3.2.7.2. иницИнтервалОтвета

3.2.7.3. иницМаксСчетЗапросов

3.2.7.4. иницМаксПределПопыток

3.2.7.5. иницВремяУдержанияМаркераВысшПриоритета

3.2.7.6. иницЖелаемоеВремяОборота

3.2.7.7. иницИсходноеЗначениеТайм-аутаОбслуживанияКольца

3.2.7.8. иницЖеланиеУчаствовать

3.2.8. Группа счетчиков ИНТ-КА. Эти параметры управляют работой ИНТ-КА. При подсчете длины кадра *октеты* кадра подсчитываются в интервале между начальным и конечным ограничителями, не включая эти ограничители. Соответствие классов услуг классам доступа определено в п. 6.6.1.2.

Реализация счетчиков ИНТ-КА и доступа к параметрам со стороны диспетчера должны быть факультативными возможностями. Доступ диспетчера к этим параметрам должен осуществляться только в режиме считывания.

3.2.8.1. переданныеСообщения — число кадров данных, переданных с соответствующим классом доступа.

3.2.8.2. переданныеОктеты — число октетов в кадрах данных, переданных с соответствующим классом доступа, включая поля управления и исключая ограничители.

3.2.8.3. принятыеСообщения — число действительных кадров данных, полученных и принятых с соответствующим классом доступа.

3.2.8.4. принятыеОктеты — число октетов действительных кадров данных, полученных и принятых с соответствующим классом доступа, включая поля управления и исключая ограничители.

Примечания:

1) Настоящий стандарт не учитывает число кадров, аннулированных на интерфейсе УДС—УЛЗ из-за отсутствия буферной емкости. Основанием для этого

служит то, что за управление буфером и аннулирование кадров при отсутствии буферной емкости отвечает подуровень УЛЗ.

2) Возможна недогрузка буфера при передаче кадров и (или) его переполнение при приеме кадров. Конкретные реализации могут иметь счетчики, регистрирующие появление таких событий. Рекомендуется, чтобы эти счетчики были включены в состав частных управляющих параметров группы счетчиков ИНТ—КА.

3.2.9. Группа счетчиков УД—КА. Эти параметры управляют работой УД—КА. Реализация счетчиков УД—КА и доступ к параметрам со стороны диспетчера должны быть факультативными возможностями.

Реализация пороговых возможностей, связанных с каждым счетчиком, должна рассматриваться как отдельная факультативная возможность. Таким образом, существует три состояния: ничего не реализовано, реализованы 32-битные счетчики без пороговых значений и реализованы 32-битные счетчики с пороговыми значениями. Если реализован доступ диспетчера к параметрам, он должен происходить только в режиме считывания, за исключением тех участков, которые относятся к пороговому механизму. (Пороговые средства могут использоваться для информирования диспетчера, когда значение счетчика превысит заданное значение.)

Примечание. Условие, описанное в п. 6.7.4, может побудить счетчики безуспешность_передачи_маркера, запрос_кто_следующий и запрос_любой_станции увеличить свои значения при нормальной работе сети.

3.2.9.1. запросКтоСледующий — число переходов состояния запрос_кто_следующий автомата УД—КА (см. п. 7.2.3.8).

3.2.9.2. безуспешнаяПередачаМаркера — число переходов состояния безуспешная_передача_маркера автомата УД—КА, когда состояние передачи = передача_маркера.

3.2.9.3. запросЛюбойСтанции — число переходов состояния выполнить_запрос_любой_станции автомата УД—КА.

3.2.9.4. нетПреемника — число переходов состояния 'нет_преемника_8 автомата УД—КА.

3.2.9.5. неожиданныйКадр — число переходов состояний неожиданный_кадр_6 и неожиданный_кадр_10 автомата УД—КА.

3.2.9.6. заявкаМаркера — число переходов состояния отсутствие_маркера автомата УД—КА.

3.2.10. Группа счетчиков ШМ—КА. Эти параметры управляют работой ПМ—КА. Реализация счетчиков автомата ПМ—КА и доступа диспетчера к этим параметрам должны быть факультативными возможностями. Таким образом, реализация переменной УДС ожидаемые_помехи, рассматриваемой в следующем абзаце, также должна быть факультативной. Доступ к счетчикам автомата ПМ—КА должен выполняться только в режиме считывания, за исключением частей, относящихся к факультативному пороговому механизму.

Переменная УДС «ожидаемые_помехи» используется только при определении счетчиков автомата ПМ—КА и не рассматривает-

ся в настоящем стандарте. Эта переменная пытается отслеживать состояние сети таким образом, чтобы можно было классифицировать ошибки, о которых сообщает модем.

Ошибки, сообщаемые модемом, фактически могут появляться в результате «конфликтов», когда несколько станций передают в те интервалы времени, где возможно соперничество. Отслеживая состояние сети, конечный автомат УД—КА пытается предсказать времена возможного соперничества. Эту информацию дает переменная ожидаемые_помехи.

Для простоты описания приведенные в п. 7.2 таблицы состояний УД—КА не содержат переменной ожидаемые_помехи. При необходимости реализации счетчиков, определенных в данном подразделе, переменная ожидаемые_помехи должна сбрасываться всякий раз, когда автомат ИНТ—КА:

- 1) принимает или передает действительный кадр маркера,
- 2) принимает или передает действительный кадр данных.

Переменная ожидаемые_помехи должна устанавливаться всякий раз, когда ИНТ—КА:

- а) пересекает дугу инициации;
- б) принимает или передает кадр запрос_преемника-1;
- в) принимает или передает кадр запрос_преемника-2;
- г) принимает или передает кадр разрешение_соперничества;
- д) принимает или передает кадр кто_следующий?;
- е) принимает или передает кадр заявка_маркера.

Реализация пороговых возможностей, связанных с каждым счетчиком, за исключением счетчика действительных Кадров, должна рассматриваться как отдельная факультативная возможность. Таким образом, существуют три состояния: ничего не реализовано, реализованы простые 32-битные счетчики и реализованы пороговые 32-битные счетчики. При реализации доступа диспетчера к этим параметрам он должен осуществляться в режиме только считывания, за исключением тех частей, которые связаны с пороговым механизмом.

3.2.10.1. действительные Кадры — число принятых действительных кадров всех типов, включая управляющие кадры УДС (см. п. 4.1).

3.2.10.2. ошибки Модема — число пакетов помех, которые появляются при сбросе переменной ожидаемые_помехи. Ошибки Модема — это счет пакетов помех, которые, вероятно, вызваны ошибками на физическом уровне или возникли вследствие помех, вносимых в физическую среду.

В качестве вспомогательных средств диагностирования причины «ошибок Модема» определены перечисленные ниже счетчики. Значение переменной ошибки Модема представляет собой сумму показаний следующих счетчиков:

1) ошибкиКПК — число кадров, принятых с неправильной КПК и сброшенным битом_Е, когда переменная ожидаемые_помехи сброшена. (Эта величина представляет собой счет ошибок КПК, ранее не обнаруженных ремодулятором или другим повторителем.);

2) ошибкиБитаЕ — число кадров, принятых с установленным битом_Е и с недействительной КПК, когда переменная ожидаемые_помехи сброшена. (Эта величина представляет собой счет ошибок КПК, предварительно обнаруженных ремодулятором или другим повторителем.);

3) неМолчание — число появлений не-молчания, с последующим молчанием, в котором начальный ограничитель не был обнаружен, когда переменная ожидаемые_помехи сброшена. (Возможно, что эта ошибка вызвана помехой, «попавшей» в начальный ограничитель.)

4) фрагментКадра — число появлений начального ограничителя с последующим начальным ограничителем, недействительной последовательностью или молчанием без промежуточного конечного ограничителя. Переменная фрагментКадра только возрастает, когда ожидаемая_помеха сбрасывается. (Эта ошибка, возможно связана с преждевременным окончанием кадра последовательностью прерывания.)

Трактовка кадров, принятых с правильной КПК и установленным битом Е, не определяется настоящим стандартом. Однако, если подуровень УДС аннулирует такие кадры, то счет таких аннулированных кадров должен быть включен в ошибкиБитаЕ.

3.2.11. Определения действий. Действия представляют собой запросы диспетчера для выполнения некоторой активности. Сброс и инициация со значением действия инициироватьМаркернуюШину должны требоваться локально. Все другие действия должны быть факультативными.

3.2.11.1. действие сброса — это действие побуждает подуровень УДС перейти в состояние АВТОНОМНОЕ. Подуровень УДС должен оставаться в этом состоянии до тех пор, пока не произойдет локальное иницирующее действие диспетчера. Дистанционное иницирующее действие должно игнорироваться последующим дистанционным действием сброса.

Это действие может быть использовано для деактивизации подуровня УДС, если предполагается его неправильное функционирование.

3.2.11.2. действие инициации — это действие сбрасывает подуровень УДС и затем побуждает УД—КА станции пересечь дугу инициации и войти в состояние ДЕЖУРНОЕ в соответствии с параметром запроса действия. Дистанционное иницирующее действие должно игнорироваться, если подуровень УДС уже находится в состоянии АВТОНОМНОЕ. Параметр запроса действия может

предположительно иметь значения *максернаяШина*, *мостМаркернойШины* или *повторительМаркернойШины*.

Последующие за действием инициации значения счетчиков, приведенных в пп. 3.2.8—3.2.10, не определены.

3.2.11.3. действие инициацияТестирования — это действие начинается внутреннее тестирование подуровня УДС, если станция находится в состоянии АВТОНОМНОЕ. Результат последнего тестирования передается в параметре состояниеТестирования (см. п. 3.2.4.2).

Результат действия инициацияТестирования при нахождении станции в состоянии АВТОНОМНОЕ, является предметом дальнейшего изучения.

3.2.12. Определение событий. О событиях подуровень УДС сообщает диспетчеру спонтанно в случайные моменты времени. Дистанционное информирование о событиях должно быть факультативной возможностью.

Локальное обеспечение события достигнутПорог требуется, если пороговые счетчики реализованы. Обеспечение события новыйПреемник, передача адреса нового преемника и обеспечение события нетПреемника должны быть факультативными возможностями. Локальное обеспечение событий ошибкаДублированияАдреса и неисправностьПередатчика должно быть обязательной функцией.

Примечание. При реализации маршрутизации событий настоящий стандарт ставит целью обеспечить единственный путь маршрутизации для каждого события.

3.2.12.1. достигнутПорог — пороговый счетчик прошел через пороговое значение. Значением этого события должен быть идентификатор параметра счетчика.

3.2.12.2. новыйПреемник — преемник станции изменился. Значением этого события должен быть адрес нового преемника.

3.2.12.3. нетПреемника — станция считает себя единственным участником или неучастником кольца.

3.2.12.4. ошибкаДублированияАдреса — станция обнаружила другую станцию с таким же адресом УДС. Состоянием, вызывающим это событие, является дублированный адрес_1. (Возможные дополнительные методы обнаружения этого состояния см. в п. 6.7.1.)

3.2.12.5. ошибкаНеисправногоПередатчика — станция пришла к выводу, что ее передатчик, возможно, неисправен. Состояниями, связанными с этим решением, являются следующие:

- а) конец_всех_соперничеств
- б) нет_перспективы

4. ФОРМАТЫ КАДРОВ

В данном разделе определены необходимые форматы кадров УДС, в том числе все разрешенные форматы кадров и структура всех подполей кадров. Понятие «кадр» означает здесь протоколь-

ные_блоки_данных, которыми обмениваются между собой логические объекты подуровня УДС. Некоторые из таких кадров УДС содержат сервисные_блоки данных_УДС, поступающие из подуровня УЛЗ. Компоненты и форматы кадра, используемые подуровнем УДС, также описаны в настоящем разделе.

Передаваемые кадры УДС и последовательности прерывания описаны в последующих подразделах. Вначале обсуждаются компоненты кадров, затем следует определение форматов действительных кадров. Все переданные и полученные подуровнем УДС кадры должны иметь следующий общий формат:

Преамбула	НО	УК	АП	АО	Блок данных	КПК	НО
-----------	----	----	----	----	-------------	-----	----

где обозначено:

Преамбула = битовая комбинация, передаваемая для синхронизации модема приемной станции и установления уровня его сигналов (1 или несколько октетов)

НО = начальный ограничитель (1 октет)

УК = управление кадра (1 октет)

АП = адрес получателя (от 2 до 6 октетов)

АО = адрес отправителя

Блок-Данных = информация (0 или несколько октетов)

КПК = контрольная последовательность кадра (4 октета)

КО = конечный ограничитель (1 октет)

Число октетов между НО и КО, без НО и КО, должно быть 8191 или меньше.

Последовательность прерывания должна иметь следующий формат:

НО	КО
----	----

где НО и КО определены выше.

В настоящем разделе используются следующие аббревиатуры для обозначения адресов станций, приемников и предшественников станций в логическом кольце:

ДС = адрес данной станции

СС = адрес следующей станции

ПС = адрес предшествующей станции

4.1. Компоненты кадра

В данном подразделе более подробно описаны компоненты кадра, указанные на предыдущих чертежах.

Действительным считается кадр, который состоит из преамбулы, начального ограничителя, одного октета управления кадра, адресов получателя и отправителя, возможно, блока_данных, правильной КПК, конечного ограничителя, и не удовлетворяет ни одному из

критериев недействительности кадра, перечисленных в п. 4.2.3. Это определение исключает последовательность прерывания из совокупности действительных кадров.

4.1.1. Преамбула. Битовая комбинация преамбулы предшествует каждому передаваемому кадру. Преамбула передается логическим объектом подуровня УДС в виде соответствующего числа символов *зап_нераб*. Преамбула может быть декодирована приемником в виде произвольных символов, находящихся за пределами ограничителей кадра. Преамбула используется, главным образом, приемным модемом для формирования уровня и подстройки фазы сигналов путем использования известной битовой комбинации. С этой целью для каждого метода модуляции и для каждой скорости передачи данных выбирается своя битовая комбинация преамбулы. Параметр *мин_длина_преамбулы_после_молчания* определяет минимальную длину преамбулы первого кадра, который передается после периода «передаваемого» молчания. Использование этого параметра внутри подуровня УДС см. в п. 7.1.1. Спецификацию различных физических уровней см. в пп. 12.6, 14.7, 16.6 и 18.6.

Второе назначение преамбулы — обеспечить минимальный промежуток времени между КО и НО, необходимый станциям для обработки ранее принятого кадра. Минимальная длина передаваемой преамбулы является функцией двух факторов: скорости передачи данных и метода модуляции. Настоящий стандарт требует, чтобы преамбула имела длительность, по меньшей мере, 2 мкс независимо от скорости передачи данных и чтобы она содержала целое число октетов. Таким образом, при скорости передачи 2 Мбит/с требуется однооктетная преамбула, чтобы удовлетворить требованию кратности октету, а при скорости данных 10 Мбит/с — трехоктетная преамбула, чтобы обеспечить требуемый минимум времени.

Максимальная длина преамбулы ограничивается контролем «захвата» на физическом уровне. Помимо этого, для кадров заявка-маркера все станции должны использовать минимальное число октетов преамбулы, чтобы гарантировать унифицированную определенную длину всех кадров.

4.1.2. Начальный ограничитель. Структура кадра требует наличия начального ограничителя, с которого начинается кадр. Начальный ограничитель представляет собой комбинацию сигналов, всегда отличную от комбинаций сигналов данных.

Начальный ограничитель кодируется следующим образом (символьное кодирование сигналов для их представления в физической среде см. в пп. 12.7, 14.8, 14.11, 16.7 и 18.7).

Начальный ограничитель (НО)	Символ_УДС, передаваемый первым							
	N	N	0	N	N	0	0	0
Битовые позиции	1	2	3	4	5	6	7	8,

где N = символ_УДС *не_данные*,
0 = символ_УДС *ноль*.

4.1.3. Поле управления кадра. Октет управления кадра (УК) определяет, какой тип кадра из перечисленных ниже категорий передается:

- 1) управление УДС,
- 2) данные УЛЗ.

Форматы управляющих кадров каждой из этих категорий показаны ниже.

4.1.3.1. Кадр управления УДС

Символ_УДС, передаваемый первым

0	0	С	С	С	С	С	С
1	2	3	4	5	6	7	8

— битовые позиции,

где

СССССС = тип кадра управление_УДС кодируется следующим образом:

С	С	С	С	С	С	С	
3	4	5	6	7	8		битовые позиции
0	0	0	0	0	0		Заявка-маркера
0	0	0	0	0	1		Запрос-преемника_1 (имеет 1 окно ответа)
0	0	0	0	1	0		Запрос-преемника_2 (имеет 2 окна ответа)
0	0	0	0	1	1		Кто-следующий? (имеет 3 окна ответа)
0	0	0	1	0	0		Разрешение-соперничества (имеет 4 окна ответа)
0	0	1	0	0	0		Маркер
0	0	1	1	0	0		Установить-преемника

4.1.3.2. Кадры данных

Символ_УДС, передаваемый первым

Ф	Ф	М	М	М	Р	Р	Р
1	2	3	4	5	6	7	8

— битовые позиции,

где

FF = тип кадра:

(1 2 — битовые позиции)

0 1 — кадр данных УЛЗ,

1 0 — зарезервировано (раньше предназначалось диспетчеру),

1 1 — зарезервировано (дальнейшее изучение);

МММ = действие УДС:

(3 4 5 — битовые позиции)

0 0 0 — запрос без ответа

0 0 1 — запрос с ответом (см. п. 6.6.2)

0 1 0 — ответ (см. п. 6.6.2)

РРР = приоритет

(6, 7, 8 — битовые позиции)

1 1 1 — высший приоритет

1 1 0

1 0 1

1 0 0

0 1 1

0 1 0

0 0 1

0 0 0 — низший приоритет

Примечание. Использование комбинации 10 в поле «тип кадра» для указания кадров диспетчера не рекомендуется и включено только для сохранения обратной совместимости с прежними версиями стандарта.

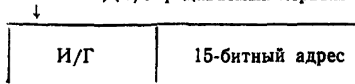
Другие битовые комбинации в октете управления кадра зарезервированы для дальнейшего изучения. Действия станции при приеме неопределенного значения УК в настоящем стандарте не определены.

4.1.4. Поля адресов. Каждый кадр должен содержать два адресных поля: поле адреса получателя и поле адреса отправителя в изложенной последовательности. Адресные поля должны иметь длину либо 16 либо 48 бит. В одной ЛВС все адреса должны иметь одинаковую длину.

4.1.4.1. Поле «адрес получателя». На следующем чертеже показаны возможные представления адресов получателя:

1) Формат 16-битного адреса

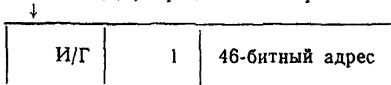
Символ УДС, передаваемый первым



Наиболее значащий бит адреса

2) Формат 48-битного локального администрируемого адреса

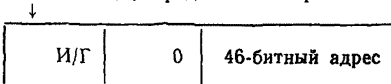
Символ-УДС, передаваемый первым



Наиболее значащий бит адреса

3) Формат 48-битного глобально администрируемого адреса

Символ-УДС, передаваемый первым



Наиболее значащий бит адреса,

где И/Г — бит «индивидуальный/групповой» адрес.

Первый переданный символ-УДС адреса получателя (бит И/Г) различает индивидуальные и групповые адреса:

0 = индивидуальный адрес,

1 = групповой адрес.

В 48-битных адресах второй передаваемый символ-УДС адреса отправителя или получателя (бит Л/У — локальная/универсальная) различает локально администрируемые и глобально администрируемые (уникальные) адреса.

Индивидуальные адреса. Индивидуальный адрес идентифицирует конкретную станцию ЛВС и должен отличаться от всех других индивидуальных адресов станции той же ЛВС.**Групповые адреса.** Групповой адрес используется для адресации кадра многим станциям-получателям. Групповые адреса могут относиться к одной станции, к нескольким станциям или ни к одной из станций. В частности, групповой адрес — это такой адрес, который по соглашению относится к группе логически взаимосвязанных станций.**Широковещательные адреса.** Групповой адрес, состоящий из одних единиц (т. е. 16 единиц при двухоктетной и 48 единиц при шестioктетной адресации), должен образовывать широковещательный адрес, указывая совокупность всех станций данной ЛВС**Примечание.** Для некоторых типов кадра, используемых процедурами УДС маркерного доступа к шине, содержимое поля адреса получателя ничем не связано. В подобных случаях в этом поле может быть передан собственный адрес инициирующей станции или любой другой индивидуальный адрес.**Администрирование адресов (только 48-битных).** Существуют два метода администрирования набора 48-битных адресов станций: локальным или глобальным администратором. Второй бит пе-

редаваемого адреса получателя указывает, кем присвоен этот адрес: глобальным или локальным администратором:

0 = глобально администрированный,

1 = локально администрированный.

Глобальное администрирование. В этом методе все индивидуальные станции адреса данной ЛВС в глобальном масштабе отличаются от индивидуальных адресов станций всех других ЛВС. Процедура администрирования этих адресов не определена в настоящем стандарте.

Примечание. Информация, относящаяся к полномочиям регистрации и к их процедурам, может быть запрошена из Центрального Секретариата ИСО, сославшись на номер стандарта ИСО 8802/4.

По вопросам глобальной администрируемой адресации следует обращаться в Секретариат IEEE.

Локальное администрирование. Индивидуальные адреса станций назначаются локальным (для данной ЛВС) администратором. (Это единственный метод, разрешенный для 16-битных адресов.)

4.1.4.2. Поле «адрес отправителя». Адрес отправителя идентифицирует станцию, выдавшую кадр, и имеет такой же формат и такую же длину, что и адрес получателя в данном кадре, за исключением того, что индивидуальный (групповой бит) здесь должен быть установлен в значение 0; значимость этого бита, установленного в 1, является предметом дальнейшего изучения.

4.1.4.3. Числовая интерпретация адресов. Строго говоря, адреса являются битовыми последовательностями, которые служат в качестве уникальных или групповых идентификаторов станций. С целью сравнения адресов УДС в пределах подуровня УДС шины с передачей маркера при их использовании для упорядочения логического кольца и при формализованном описании автомата управления доступом (см. п. 7.2.4) каждая битовая последовательность адреса—УДС интерпретируется так, как если бы она была целым числом без знака, передаваемым, начиная с наименее значащего бита, т. е. так, как если бы последний передаваемый бит имел наибольшее численное значение.

Примечание. Такая интерпретация не выходит за рамки операций по упорядочению логического кольца подуровня УДС шины с передачей маркера.

Кроме того, биты адреса используются при определении задержек в процессе соперничества и длительностей передач в процессе заявки маркера. Эти процессы начинаются с наиболее значащих (при вышеуказанной интерпретации) бит адреса с одновременным использованием двух бит. Таким образом, внутренний порядок обработки является обратным по отношению к порядку последовательной передачи в физической среде.

4.1.5. Поле «блок данных УДС». В зависимости от битовой комбинации, определенной в октете «управление кадром», поле «блок данных УДС» может содержать либо протокольный блок данных

УЛЗ, как определено в ГОСТ 28907 (ИСО 8802/2), либо значение, специфичное для одного из управляющих кадров УДС.

В случае, когда поле «блок данных УДС» содержит ПБД УЛЗ, это поле должно быть передано физическому уровню с той же последовательностью передачи бит, с которой оно было принято из подуровня УЛЗ. Точно также поле «блок данных УДС» должно быть доставлено подуровню УЛЗ с той же последовательностью передачи бит, с которой оно было получено из физического уровня.

4.1.6. Поле контрольной последовательности кадра (КПК). Поле КПК представляет собой 32-битовую последовательность проверки кадра, основанную на следующем стандартном образующем полиноме 32-й степени:

$$X^{32} + X^{26} + X^{23} + X^{22} + X^{16} + X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^8 + X^7 + X^5 + X^4 + X^2 + X + 1.$$

КПК является дополнением до единиц суммы (по модулю 2) следующих величин:

1) остатка от деления (по модулю 2) полинома $X^k(X^{31} + X^{30} + X^{29} \dots + X^2 + X + 1)$ на стандартный образующий полином 32-й степени, где k — число бит в поле «управление кадра», адресных полей (АО и АП) и в поле «блок данных УДС»;

2) остатка от деления (по модулю 2) на стандартный образующий полином произведения X^{32} и содержимого полей «управление кадра», адресов (АО и АП) и «блок данных УДС».

КПК передается, начиная с коэффициента наивысшей степени.

Типичный пример реализации: на передающей стороне исходное содержимое регистра устройства, вычисляющего остаток деления, предварительно устанавливается в единицы, после чего модифицируется путем деления содержимого полей адреса, управления и информации на образующий полином (как описано выше). Дополнение до единиц образующегося остатка передается в качестве 32-битной последовательности КПК.

На приемной стороне исходное содержимое регистра устройства, вычисляющего остаток, предварительно устанавливается в «единицы». Последовательно поступающие биты данных и биты КПК при их делении на образующий полином в случае отсутствия ошибок передачи дадут в результате ненулевое значение остатка. Этим уникальным значением остатка для 32-битной КПК является следующий полином:

$$X^{31} + X^{30} + X^{26} + X^{25} + X^{24} + X^{18} + X^{15} + X^{14} + X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^8 + X^6 + X^5 + X^4 + X^3 + X + 1$$

Примечания:

1. Для проверки правильности генерации КПК и контроля логических схем станции устройство должно обеспечить средства обхода схем генерации КПК и выработки КПК внешним источником. Другой желательной целью проверки является определение способности перелавать кадры, которые имеют ошибки КПК, наряду с информированием более высоких уровней протокола о наличии ошибки.

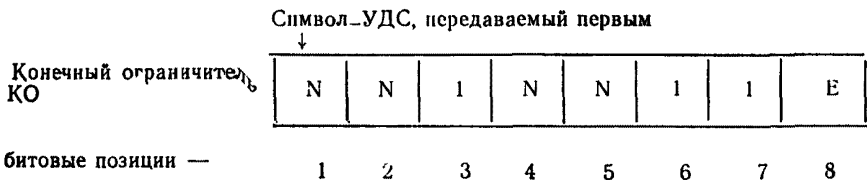
2. В процессе передачи и обнаружения кадра образующий полином КПК обеспечивает расстояние кода Хемминга, равное четырем, при условии, что общая

длина кадра между НО и КО, исключая последние, составляет менее 11454 октетов. Максимальная длина кадра 11454 округляется снизу до ближайшей степени двух (минус единица).

4.1.7. Конечный ограничитель. В структуре кадра необходим КО, который заканчивает кадр и определяет место КПК. Данные между НО и КО должны иметь целое число октетов. Все биты между НО и КО охватываются КПК.

КО содержит битовую комбинацию, которая всегда отличима от битовых комбинаций данных. КО содержит также биты информации, которые не проверяются на наличие ошибок.

КО кодируется следующим образом:



где N = символ УДС не-данные;

1 — символ УДС единица;

1 — промежуточный бит (1 = передача продолжится, 0 = конец передачи);

E — бит ошибки (0 = нет ошибок, 1 = ошибка).

Седьмой символ УДС КО называется промежуточным битом (или битом 1). Если он равен единице, это означает, что передачи со станции продолжатся. Если он равен нулю, это означает, что станция передала последний кадр и что после КО последует поле «молчание». Бит 1 помогает повторителю и, возможно, физическому уровню определить, что следует за КО.

Восьмой символ УДС КО называется битом ошибки (битом E). Будучи установлен повторителем в единицу, этот бит указывает, что данный кадр имел ошибку КПК внутри кадра и, тем самым, что ошибка произошла не в канале связи между предшествующей ретранслирующей станцией и данной принимающей станцией. Если бит ошибки установлен в единицу, то принимающая станция может рассматривать этот кадр как недействительный. Исходная передающая станция всегда должна устанавливать бит ошибки в значение *ноль*.

4.1.8. Последовательность прерывания. Эта последовательность используется для сознательного окончания передачи кадра. Последовательность прерывания должна начинаться с границы октета той части прерываемого кадра, которая уже передана.

Символ_УДС, передаваемый первым

N N 0 N N 0 0 0	N N 1 N N 1 1 E
-----------------	-----------------

Последовательность прерывания должна передаваться также повторителем при получении недействительной кодированной последовательности.

4.2. Нумерация типов кадров. В этом подразделе показано расположение компонентов кадра в различных типах кадров, передаваемых подуровнем УДС. В разд. 5 рассмотрены используемые здесь кадры и терминология.

4.2.1. Форматы кадров управления УДС. Нижеперечисленные кадры передаются и принимаются подуровнем УДС и не передаются на более высокие уровни.

4.2.1.1. Заявка-маркера. Этот кадр имеет блок-данных произвольного значения, длина которого в октетах (между полями адресов и КПК) в 0, 2, 4 или 6 раз больше системного времени-ответа, также измеряемого в октетах.

Преамбула	НО	00000000	АП	АО	Произвольное значение, длина = (0, 2, 4, 6) интервалов-ответа в октетах)	КПК	КО
-----------	----	----------	----	----	--	-----	----

4.2.1.2. Запрос-преемника-1. В этом кадре поле АП равно значению СС и в нем отсутствует блок данных. За этим кадром всегда следует одно окно ответа.

Преамбула	НО	00000001	АП	АО	КПК	КО	...
-----------	----	----------	----	----	-----	----	-----

Одно окно ответа

4.2.1.3. Запрос-преемника-2. В этом кадре поле АП равно значению СС или ДС и отсутствует блок данных. За этим кадром всегда следуют два окна ответа.

Преамбула	НО	00000010	АП	АО	КПК	КО
-----------	----	----------	----	----	-----	----	-----	-----

Два окна ответа

4.2.1.4. Кто следующий? В этом кадре блок данных равен значению СС. Формат и длина блока-данных такие же, как и у адреса

отправителя. За этим кадром всегда следуют три окна ответа. (Это обеспечивает преемникам два дополнительных интервала-ответа для выполнения сравнения с адресом другой станции, не являющейся ТС.)

Преамбула	НО	00000011	АП	АО	Значение СС
-----------	----	----------	----	----	-------------

Значение СС	КПК	КО
		

Три окна ответа

4.2.1.5. Разрешение соперничества. Этот кадр имеет нулевой блок-данных. За этим кадром всегда следуют четыре окна ответа.

Преамбула	НО	00000100	АП	АО	КПК	КО
						

Четыре окна ответа

4.2.1.6. Маркер. В этом кадре поле АП равно значению СС и отсутствует блок-данных.

Преамбула	НО	000010000	АП	АО	КПК	КО
-----------	----	-----------	----	----	-----	----

4.2.1.7. Установить-преемника. В этом кадре блок-данных равен значению СС или ДС. Формат и длина блока-данных такие же, как и для адреса отправителя.

4.2.2. Формат кадра данных УЛЗ. В кадре данных УЛЗ поля АП и «блок-данных» определяются подуровнем УЛЗ станции. Кадр этого типа с ненулевым блоком данных должен передаваться на подуровень УЛЗ принимающей станции (см. п. 4.1.3.2).

Преамбула	НО	01МММРРР	АП	АО	Блок-данных_УЛЗ	КПК	КО
-----------	----	----------	----	----	-----------------	-----	----

4.2.3. Недействительные кадры. Недействительный кадр определяется как кадр, удовлетворяющий, по меньшей мере, одному из следующих условий.

- 1) Он определяется как таковой физическим уровнем (например, он содержит символы *плохой-сигнал*).
- 2) Он не содержит целого числа октетов.
- 3) Он не содержит начального ограничителя, однокадрового поля управления, двух надлежащим образом сформированных полей

адреса, одного поля блока данных соответствующей длины (зависящей от битовой комбинации, определенной в поле управления кадром), одного поля КПК и КО в указанной последовательности.

4) Вычисление КПК с охватом всех октетов между НО и КО не дает в результате уникальный остаток, определенный в п. 4.1.6.

В конкретной реализации могут также иметь место следующие дополнительные условия появления недействительного кадра.

5) Поле управления кадра содержит неопределенную битовую комбинацию.

6) Бит ошибки в КО установлен в единицу.

Недействительные кадры должны рассматриваться как помехи. Их наличие как пакетов помех в некотором отношении касается элементов процедур шины с маркерным доступом.

В приложении 2 даны рекомендации по организации иерархической структуры локально администрируемых адресов.

5. ЭЛЕМЕНТЫ ОПЕРАЦИИ ПОДУРОВНЯ УДС

В данном разделе приводится описание механизма управления маркерным доступом к шине, которое должно помочь читателю в понимании подуровня УДС и его работы.

В разд. 6 содержатся точные определения специфичных для УДС терминов и описаны обязательные функции указанного механизма. В тех случаях, когда положения настоящего раздела противоречат положениям разд. 6 или являются неполными, предпочтение следует отдавать положениям разд. 6.

В разд. 7 описано требуемое поведение автомата УД—КА. В тех случаях, когда положения настоящего раздела или разд. 6 противоречат формализованному описанию, приведенному в разд. 7, либо являются неполными, предпочтение следует отдавать формализованному описанию.

В данном разделе описаны операционные функции и функции восстановления при особых случаях подуровня УДС шины с маркерным доступом. Взаимоотношения данного раздела с другими разделами стандарта и спецификациями ЛВС показаны на черт. 5.1.

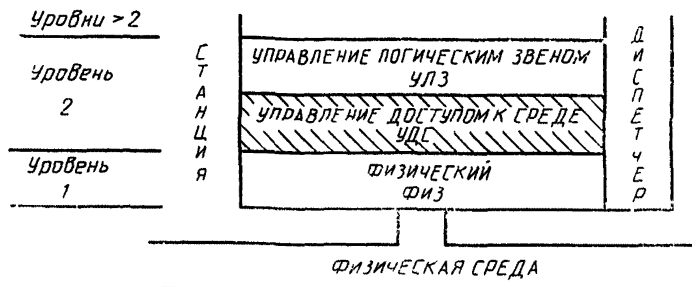
К конкретным видам ответственности подуровня УДС для широкополосной среды относятся управление упорядоченным доступом к среде, обеспечение средств подключения и отключения станций (регулирование членства в логическом кольце) и управление восстановлением при неисправностях.

К рассматриваемым здесь неисправностям относятся те, которые обусловлены ошибками передачи или неисправностями станций. Сюда входят:

- 1) наличие нескольких маркеров,
- 2) потерянный маркер,
- 3) безуспешная передача маркера

- 4) «глухая» станция (т. е. станция с неработающим приемником),
- 5) дублированные адреса станции,
- 6) неисправный передатчик.

Место подуровня УДС в модели ЛВС



Черт. 5.1

Протокол доступа к среде должен обладать «прочностью» в смысле его устойчивости и живучести при наличии многих одно-временных ошибок.

Для лучшего понимания операций по передаче маркера в широко-вещательной среде полезны следующие основные замечания.

а) Станции подсоединены к среде параллельно. Таким образом, когда станция передает, ее сигналы воспринимают (или «слышат») все станции данной физической среды. Другие станции могут мешать своими передачами передаче первой станции, но не могут заданным образом изменить содержимое этой передачи.

б) Когда станция передает, она может предполагать, что все остальные станции что-то слышат (хотя и не обязательно то, что она передает).

в) Если станция получает действительный кадр (правильно оформленный, имеющий ограничители и содержащий правильную КПК), она может сделать вывод, что какая-то станция передает кадр и поэтому все станции что-то слышат.

г) Если станция принимает нечто отличное от действительного кадра (т. е. помехи), она может не делать вывода о том, что другие станции этой физической среды что-то слышат.

д) Не обязательно наделять все станции правом передачи маркера (а только те, которые желают инициировать передачи).

е) Наличие нескольких маркеров и потери маркера могут быть обнаружены любой станцией. Специальная станция «монитор», выполняющая функции восстановления маркера, здесь не используется.

ж) Вследствие пространственного разделения станций невозможно гарантировать, что они будут иметь общее восприятие состояния системы в любой момент времени. (Описываемый здесь протокол доступа к среде учитывает этот фактор.)

5.1. Основные операции. Операции устойчивого состояния (состояние сети с установленным логическим кольцом и отсутствием ошибочных условий) требуют, чтобы каждая станция после окончания своей передачи просто передала маркер конкретной станции приемнику (см. черт. 1.2).

К другим важным и более трудным задачам относятся установление логического кольца (при его инициации или повторной инициации в случае катастрофической ошибки) и обслуживание логического кольца (обеспечение подключения станций к логическому кольцу и их отключения от него без нарушения работы других станций сети).

Право на передачу, маркер, передается по очереди всем станциям логического кольца. Каждая станция — участник знает адрес своего предшественника (станции, из которой она получила маркер), называемый адресом предшествующей станцией (ПС). Она знает адрес своего приемника (следующую станцию, которой должен быть передан маркер), называемый адресом следующей станцией (СС). Она знает свой собственный адрес, называемый адресом данной станции (ДС). Адреса предшественника и приемника определяются динамически и поддерживаются описываемыми алгоритмами. Всякий раз, когда станция меняет своего приемника СС, она передает (при возможности) информацию об этом изменении диспетчеру станции.

В следующих подразделах приводятся основные элементы и особенности протокола маркерного доступа к шине.

5.1.1. Интервал-ответа. При описании операций доступа термин интервал-ответа используется для обозначения максимального времени, необходимого любой станции для ожидания ответа на уровне доступа к среде от другой станции. Интервал-ответа более точно определен в п. 6.1.9.

Интервал-ответа (наряду с адресом станции и некоторыми другими параметрами диспетчера станции) должен быть известен станции до того, как она попытается осуществить передачу по сети. Если не все станции сети используют одинаковое значение интервала-ответа, протокол доступа к среде может функционировать неправильно. Метод установления указанных параметров на каждой станции не входит в предмет рассмотрения настоящего стандарта.

5.1.2. Право на передачу. Маркер (право на передачу) передается от станции к станции в порядке уменьшения числовых значений адресов станции. Когда станция, входящая в состав логического кольца, опознает адресованный ей кадр маркера, она стано-

вится «владельцем маркера» и может передавать кадры данных. Когда станция заканчивает передачу кадров данных, она передает маркер следующей станции логического кольца так, как это описано в п. 5.1.3.

Станция, владеющая маркером, может временно передать свое право на передачу другой станции, выдав кадр данных запрос-с-ответом. Когда станция опознает адресованный ей кадр данных запрос-с-ответом, она должна выдать кадр данных «ответ», если она реализует факультативную возможность «запрос-с-ответом». Кадр данных «ответ» обуславливает возврат права на передачу станции, выдавшей кадр данных запрос-с-ответом.

5.1.3. Передача маркера. После того, как станция закончила передачу всех имевшихся у нее кадров данных и выполнила остальные функции обслуживания (описанные в п. 5.1.4), эта станция передает маркер своему преемнику путем выдачи кадра управления-УДС «маркер».

После передачи кадра «маркер» станция прослушивает передачи, желая убедиться в том, что ее преемник получил кадр маркера и вошел в активное состояние. Если вслед за передачей кадра «маркер» станция обнаружила в пределах одного окна ответа действительный кадр, она предполагает, что ее преемник завладел маркером и находится в состоянии передачи. В противном случае станция, передавшая маркер, пытается оценить состояние сети.

Если станция, передавшая маркер, обнаруживает пакеты-помех (например, неопределенную последовательность или кадр с неправильной КПК), она не может уверенно определить, какая станция осуществляет передачу. Протокол доступа к среде реагирует на это состояние таким образом, чтобы минимизировать вероятность серьезных ошибок.

Поскольку станция широкополосной сети всегда должна опознавать свои собственные кадры, то в случае, если станция, передавшая маркер, опознает отдельный пакет помех и не опознает собственного кадра маркера, она предполагает, что опознала свой собственный искаженный кадр маркера, который оказался искаженным и продолжает наблюдать дальше.

При обнаружении второго пакета-помех или пакета-помех после опознания собственного кадра маркера станция, передавшая маркер, продолжает наблюдать в состоянии КОНТРОЛЬ-ПЕРЕДАЧИ-МАРКЕРА еще в течение максимум четырех интервалов-ответа. Если и после этого она ничего не обнаружит, станция предполагает, что обнаруженный пакет помех не является искаженным кадром ее приемника, и повторно выдает маркер. Если в течение следующих четырех интервалов-ответа станция ничего не обнаружит, она полагает, что ее приемник завладел маркером.

Если владелец маркера не обнаружит действительного кадра данных после первой передачи маркера, он еще раз повторяет операцию передачи маркера, осуществляя такой же контроль, как и при первой попытке.

Если преемник не передает и после второго кадра маркера, передающая станция предполагает, что этот преемник неисправен. При этом она выдает кадр «кто-следующий?» с адресом своего преемника в поле блок-данных этого кадра. Каждая станция сравнивает значение поля блок-данных кадра «кто следующий?» с адресом своего предшественника (станции, которая в нормальных условиях передает ей маркер). Станция, чей предшественник является преемником передающей станции, отвечает за кадр «кто следующий?» своим адресом в кадре установить-преемника. Станция-владелец маркера устанавливает таким образом нового преемника, выводя неисправную станцию из логического кольца.

Если передающая станция не обнаружила ответа на кадр «кто следующий?», она повторяет этот кадр еще раз. Если ответа по-прежнему нет, эта станция пытается использовать другую стратегию восстановления логического кольца. Она передает кадр запрос-преемника-2 со своим собственным адресом в полях АП и АО, запрашивая любую станцию системы ответить ей. Любая работоспособная станция, которая обнаружила этот запрос и которая желает стать участником логического кольца, выдает ответ, и тем самым восстанавливает логическое кольцо, используя рассматриваемый в п. 5.1.4 процесс окна ответа.

Если все попытки запросить преемника оказались безуспешными, станция полагает наличие неисправности: либо все станции неисправны, либо все станции вышли из логического кольца, либо имеет место разрыв в физической среде, либо неправильно работает собственный передатчик станции, либо неисправен собственный приемник станции, в результате чего она не может слышать другие станции, отвечающие на ее запросы. В этих условиях станция прекращает попытки поддержать логическое кольцо. Если станция не имеет кадров для передачи, она отыскивает некоторую информацию об активности других станций. Если станция имеет кадры для передачи, она передает все свои оставшиеся кадры данных и затем повторяет процесс передачи маркера. Если станция выдала свои кадры и по-прежнему не может определить своего преемника, она «замолкает» и слушает передачи других станций.

Таким образом, при нормальной работе маркер передается от станции к станции, используя короткий кадр маркера. Если станции не удастся захватить маркер, то передающая станция использует последовательно восстановительных процедур, объем которых сильно возрастает при повторяющихся неудачах станции установить станцию-преемник.

5.1.4. Окна ответа. Новые станции вводятся в логическое кольцо посредством управляемого процесса соперничества с использо-

ванием «окон ответа». Окно ответа — это управляемый интервал времени (равный одному интервалу-ответа), следующий после передачи кадра управления-УДС, в котором станция, передающая кадр, выдерживает паузу и слушает ответ. Если в интервале окна ответа станция опознает начало передачи, она продолжает слушать эту передачу даже после того, как окно ответа истечет до тех пор, пока передача не закончится. Таким образом, окна ответа определяют интервал времени, в течение которого станция может услышать начало ответа от другой станции.

Два типа кадров: запрос-преемника-1 и запрос-преемника-2 указывают на открытие окон ответа для станций, желающих войти в логическое кольцо. Кадр запрос-преемника определяет диапазон адресов станций между адресом отправителя и получателя кадра. Те станции, чьи адреса попадают в этот диапазон, и которые желают войти в логическое кольцо, отвечают на этот кадр.

После передачи кадра запрос-преемника станция ожидает поступления ответа в окне ответа, следующем за кадром. Отвечающие станции посылают этой станции свои запросы стать следующей станцией в логическом кольце. Если станция, передавшая кадр, опознает действительный запрос, она разрешает новой станции войти в логическое кольцо, изменяя адрес своего преемника на адрес новой станции и передавая маркер этому новому преемнику.

Не исключена возможность, что в любом окне ответа несколько станций одновременно пожелают войти в логическое кольцо. Чтобы минимизировать возникающее в таких случаях соперничество, последовательность выдачи запросов ограничивается требованием, чтобы станция запрашивала разрешение на доступ только тогда, когда окно ответа открыто для диапазона адресов, охватывающих и ее адрес.

Существует два типа кадра «запрос-преемника»: запрос-преемника-1, имеющий одно окно ответа, и запрос-преемника-2, имеющий два окна ответа. Запрос-преемника-1 передается, когда адрес преемника меньше адреса данной станции. Это нормальная ситуация, когда маркер передается от станции с большим адресом к станции с меньшим адресом. Кадр запрос-преемника-1 разрешает отвечать только тем станциям, адреса которых находятся в диапазоне между адресами передатчика маркера и предполагаемого следующего владельца маркера, ограничивая, таким образом, число возможных соперников и сохраняя нисходящий порядок логического кольца.

Только у одной станции логического кольца свой адрес меньше адреса ее преемника (т. е. единственная станция, имеющая наименьший адрес, передает маркер на «вершину» адресной иерархии логического кольца). При запросе преемников такая станция должна открыть два окна ответа: одно для тех станций, адреса кото-

рых расположены ниже ее собственного адреса, и другое для станций с адресами выше адреса ее преемника. При открывании окон ответа станция с наименьшим адресом посылает кадр запрос-преемника-2. Станции, адреса которых расположены ниже адреса передающей станции, выдают ответ в первом окне ответа; станции с адресами более высокими, чем у преемника передающей станции, выдают ответ во втором окне ответа.

Запрашивающая станция, которая опознала в любом окне ответа действительный кадр установить-преемника, находит нового преемника. Если одновременно отвечают несколько станций, то в заданный период ответа можно слышать лишь нераспознаваемые помехи. При этом запрашивающая станция выполняет последовательный алгоритм арбитража с целью идентификации одного отвечающего, выдавая кадр разрешение-соперничества. Станции, которые ответили на самый ранний кадр запрос-преемника и которые еще не исключены указанным алгоритмом, выбирают двухбитную величину задержки прослушивания (обычно из адреса станции) и «слушают» в течение 0, 1, 2 или 3 интервалов-ответа в зависимости от величины задержки прослушивания. (Выбор этого значения задержки прослушивания описан ниже. Если эти соперничающие станции во время прослушивания что-то опознают (т. е. не-молчание), они исключают себя из процесса арбитража. Если они опознают только «молчание», они продолжают отвечать на последующие запросы разрешение-соперничества запрашивающей станции. Этот процесс обычно приводит к установлению одного нового преемника.

5.1.5. Ограничение времени оборота маркера. Наихудший случай времени оборота маркера определяет максимальную задержку, испытываемую станцией в получении доступа к сети. Очень длительное время оборота маркера имеет место, когда многие станции пытаются включиться в логическое кольцо, выполняя процедуру запроса преемника при одном и том же обороте маркера.

Максимальное время оборота маркера ограничивается временем отсрочки процедуры запроса преемника всякий раз, когда время оборота маркера превышает заданное максимальное значение. Тайм-аут-оборота-маркера (обслуживание-кольца) на каждой станции измеряет время оборота маркера. Если это время превышает установленное диспетчером станции значение желаемое-время-оборота (обслуживание-кольца), станция не выполнит процедуру запроса преемника. При следующем обороте маркера станция определяет, достаточно ли быстро обращается сейчас маркер, чтобы выполнить процедуру запроса преемника.

Значение желаемое-время оборота (обслуживание-кольца) в сочетании с факультативной возможностью назначения приоритетов (см. п. 5.1.7) определяет максимальное время оборота маркера.

5.1.6. Инициация. Инициация касается в основном специально-го случая подключения новых станций; эта процедура запускается при истечении в одной из станций тайм-аута неактивности (шина-свободна). При истечении этого тайм-аута станция передает кадр заявка-маркера. Как и в алгоритме окна ответа, алгоритм инициации допускает возможность одновременной попытки нескольких станций инициировать сеть. Эта ситуация разрешается путем сортировки адресов инициаторов.

Каждый возможный инициатор передает кадр заявка-маркера, у которого длина поля блок-данных кратна сетевому интервалу-ответа (кратность 0, 2, 4, 6 основана на выбранных битах адреса станции). Каждая иницирующая станция ожидает затем в течение одного интервала-ответа, чтобы начать собственную передачу, пропуская передачи других станций, которые выбрали такую же длину кадра. Затем станция отслеживает состояние среды.

Если станция опознает не-молчание, она приходит к выводу, что какая-то станция (или станции) ведет (ут) передачу большей длительности. Данная станция уступает право на передачу станциям, ведущим более длинные передачи, и вновь входит в состояние ДЕЖУРНОЕ.

При обнаружении молчания и наличии в комбинации адреса неиспользованных бит станция, пытающаяся инициировать, повторяет этот процесс, используя следующие два бита своего адреса для определения длины следующего передаваемого кадра. Если все биты использованы и по-прежнему опознается молчание, станция становится «победителем» соперничества за инициацию и за-владевает маркером.

Поскольку в сети оказывается уникальный кадр маркера, логическое кольцо строится по описанному ранее процессу окна ответа.

Примечание. В конце алгоритма сортировки адресов используется случайная пара бит, чтобы предотвратить ситуацию, когда две станции, имеющие одинаковый адрес (что является ошибочной ситуацией), не выводили постоянно всю систему из строя. Если две станции не различаются (случайные выборы идентичны), они обе пытаются сформировать логическое кольцо и, по меньшей мере, одна из них должна этого добиться. Если они различаются (случайные выборы различны), одна из них должна отсрочить свою передачу. В последнем случае станция, отсрочившая передачу, услышит передачу от станции с идентичным адресом и обнаружит состояние ошибки.

5.1.7. Выход из кольца. Станция может сама в любое время достаточно просто выйти из логического кольца, не ответив на переданный ей маркер и предоставив возможность механизмам восстановления неисправностей протокола доступа к среде «залатать» образовавшийся пробел. Более эффективный метод состоит в следующем: станция, владеющая маркером и желающая выйти из логического кольца, передает кадр установить-послушника своей станции — предшественнику (т. е. станции, которая передала ей мар-

кер), содержащий адрес своего приемника. Затем станция, желая выйти из кольца, передает, как обычно, маркер своему приемнику. Для восстановления станции в логическом кольце требуется выполнить одну из последовательностей, описанных в пп. 5.1.4 и 5.1.6.

5.1.8. Факультативная возможность назначения приоритетов. Метод маркерного доступа обеспечивает факультативный механизм назначения приоритетов, который назначает кадрам данных вышерасположенного уровня, ожидающим передачи, различные «классы обслуживания», классифицируемые или упорядочиваемые по степени желаемой приоритетности передачи. Этот механизм дает возможность подуровню УДС обеспечивать для протоколов подуровня УЛЗ и более высоких уровней восемь классов обслуживания. Приоритет каждого кадра определяется классом обслуживания, запрошенным в команде УД-БЛОК-ДАННЫХ.запрос (см. п. 2.2.1).

В методе маркерного доступа к шине различаются только четыре уровня приоритета, называемые «классами доступа». Таким образом, имеются четыре очереди запросов для хранения кадров, ожидающих передачи. Классы доступа именуются номерами 0, 2, 4 и 6; при этом 6 — высший приоритет, 0 — низший приоритет.

Подуровень УДС преобразует запрошенный подуровнем УЛЗ класс услуг в трехбитное значение приоритета, которое вводится в поле «управление кадром». Затем значение приоритета преобразуется в класс доступа УДС путем отбрасывания наименее значащего бита в поле приоритета. Таким образом, классы обслуживания 0 и 1 соответствуют классу доступа 0, классы обслуживания 2 и 3 — классу доступа 2, классы обслуживания 4 и 5 — классу доступа 4 и классы обслуживания 6 и 7 — классу доступа 6.

Любая станция, не использующая факультативную возможность назначения приоритетов, должна передавать каждый кадр данных с классом доступа 6 (высший приоритет). Значение класса обслуживания в примитиве УД-БЛОК-ДАННЫХ.запрос должно передаваться в октете УК. Для всех станций общее правило управления передачей этих кадров высшего приоритета состоит в том, что станция не должна передавать последовательные кадры данных дольше некоторого максимального времени, устанавливаемого диспетчером станции. Это время, называемое временем-удержания-маркера-высш-пр, предотвращает монополизацию сети со стороны любой станции. Станция, имеющая для передачи большее число кадров данных класса доступа 6, чем она может передать за один период времени-удержания-маркера-высш-пр, не имеет права передавать последующие кадры после истечения этого времени и должна отдать маркер. Однако, если станция, использующая факультативную возможность назначения приоритета, имеет для передачи кадры более низкого класса доступа, и ей

отведено для этого время, она должна передать эти кадры, соблюдая описываемые здесь правила системы приоритетов.

Цель системы приоритетов — предоставить полосу пропускания сети для передачи кадров более высокого приоритета и передавать кадры более низкого приоритета только при наличии достаточной полосы пропускания. Полоса сети распределяется путем синхронизации процесса циркуляции маркера по логическому кольцу. Каждому классу доступа назначается «желаемое» время оборота маркера. Для каждого класса доступа станция измеряет время, которое затрачивает ее маркер на циркуляцию по логическому кольцу. Если маркер возвращается на станцию за время, меньшее, чем желаемое время оборота маркера, станция может передавать кадры данного класса доступа до тех пор, пока не истечет это время. Если же маркер возвращается после истечения желаемого времени оборота маркера, станция не может передавать кадры данного приоритета при таком времени передачи маркера.

Каждая станция, использующая факультативный метод назначения приоритетов, должна иметь три таймера оборота маркера для трех низших классов доступа. Для каждого класса доступа имеется очередь кадров, подлежащих передаче. Когда станция принимает маркер, она сначала обслуживает очередь самого высокого класса доступа, для управления которой используется время-удержания-маркера-высш-пр. После передачи всех кадров высшего приоритета станция приступает к обслуживанию таймеров оборота маркера и очередей, переходя от более высоких к более низким классам доступа.

Каждый класс-доступа действует как виртуальная подстанция в том смысле, что право на передачу передается внутри нее, проходя вниз от наивысшего класса-доступа через все другие классы-доступа прежде, чем произойдет переход к приемнику станции.

Алгоритм обслуживания классов доступа состоит в загрузке остаточного значения тайм-аута оборота маркера в таймер удержания маркера и перезагрузке того же таймера оборота маркера желаемым временем-оборота для данного класса доступа. (Таким образом, переданные станцией кадры заданного класса доступа учитываются при подсчете времени оборота следующего маркера этого класса доступа). Если тайм-аут удержания маркера имеет остаточное положительное значение, то станция может передавать кадры данного класса доступа до тех пор, пока либо не истечет тайм-аут удержания маркера, либо очередь для данного класса доступа не станет пустой. При наступлении любого из этих событий станция приступает к обслуживанию следующего нижнего класса доступа. После обслуживания самого нижнего класса станция выполняет любое необходимое обслуживание логического кольца и передает маркер своему приемнику.

5.1.9. Пример использования таймера оборота маркера. В следующем примере описана упрощенная система, оперирующая только двумя действующими классами доступа: высшего и одного из низких уровней. Предположим, что в логическом кольце имеются четыре станции с адресами 10, 8, 6 и 2. Предположим далее, что каждая из станций 10 и 2 за каждый оборот маркера передает кадры высокого приоритета; тогда как станции 8 и 6 передают как можно более кадров низкого приоритета. (В данном примере предполагается, что задержка распространения сигналов незначительна по сравнению с временем передачи кадров данных).

В данном примере выполнение алгоритма начинается после периода отсутствия передачи каких-либо кадров данных, поэтому маркер обращается быстро, как только возможно. На черт. 5.2 каждая станция представлена прямоугольником, в котором указан адрес станции и желаемое значение времени оборота маркера для активной очереди кадров станции. Значения, приведенные в левой колонке для каждой станции и обозначаемые временем оборота маркера в предыдущем цикле (ВОМП), указывают «времена» оборота маркера, наблюдаемые на этой станции при предыдущем обороте маркера. Значения в правой колонке, обозначаемые числом кадров, переданных за период владения маркером (ЧКПД), указывают число «кадров», переданных станцией за каждый период владения маркером. Каждая строка в этой таблице представляет один оборот маркера. В данном примере предполагается, что станция 10 имеет три высокоприоритетных кадра по 128 октетов каждый, станции 8 и 6 — только кадры низкого приоритета по 400 и 365 октетов, соответственно, а станция 2 имеет два высокоприоритетных кадра по 305 октетов. «Время» оборота маркера дано в октетных-интервалах в предположении, что на передачу маркера каждая станция затрачивает 19 октетных-интервалов.

Из примера видно, что при первом обороте маркера измеренное станцией 10 действительное время оборота маркера равно 76 ($4 \cdot 19$) и ею передано три кадра данных высокого приоритета. Таким образом, измеренное станцией 8 фактическое «время» оборота маркера равно 460 ($3 \cdot 128 + 76$) при оставшихся 1140 единицах «времени» для передачи данных до передачи маркера на станцию 6. Измеренное станцией 5 фактическое время оборота маркера равно 1660 (поскольку с момента, когда она последней приняла маркер, она передала 1660 октетов данных). Станция 6 не может передавать данные низкого приоритета и должна немедленно отдать маркер. (Если бы станция 8 имела меньше данных для передачи, она могла бы более быстро передать маркер станции 6, позволив последней передавать в этом цикле оборота маркера). Станция 2 передает два кадра высокоприоритетных данных без ограничений со стороны низкоприоритетного тайм-аута оборота маркера.

**Пример времен обращения маркера при приоритетной
передаче данных**

Ф И З И Ч Е С К А Я С Р Е Д А

Обращение маркера	ДС=10		ДС=8 ТОМ=1600		ДС=6 ТОМ=1600		ДС=2	
	ВОМП	ЧКПД	ВОМП	ЧКПД	ВОМП	ЧКПД	ВОМП	ЧКПД
1	76	3	460	3	1660	0	1660	2
2	2270	3	2270	0	1070	2	1782	2
3	1782	3	1782	0	1782	0	1070	2
4	1070	3	1070	2	1870	0	1870	2
5	1870	3	1870	0	1070	2	1782	2
6	1782	3	1782	0	1782	0	1070	2
7	1070	3	1070	2	1870	0	1870	2
8	1870	3	1870	0	1070	2	1782	1
9	1477	3	1477	1	1877	0	1165	1
10	1165	3	1165	2	1565	1	1921	1
11	1921	3	1921	0	1121	2	1477	1
12	1477	3	1477	1	1877	0	1165	1

Черт. 5.2

При втором обороте маркера станция 8 не может передавать, но маркер успевает прибыть достаточно рано на станцию 6, чтобы она могла передать два низкоприоритетных кадра данных.

В приведенном примере при третьем обороте маркера каждая из станций 10 и 2 продолжает передавать высокоприоритетные кадры данных. Станции 8 и 6 не могут передавать свои низкоприоритетные данные из-за очень медленной циркуляции маркера по данному маршруту.

При четвертом и пятом оборотах маркера станции 10 и 2 продолжают использовать большую часть полосы пропускания сети для высокоприоритетных кадров. Станции 8 и 6 распределяют между собой оставшуюся часть полосы, передавая поочередно по два кадра за каждый оборот маркера.

При оборотах маркера с 5-го по 7-й повторно используют те же комбинации, что и при оборотах со 2-го по 4-й, показывая стабильную цикличность в распределении полосы пропускания: через каждые три оборота маркера станции 10 и 2 используют 66 % полосы, а станции 6 и 8 равномерно распределяют оставшиеся 34 %. Если все станции выдают одинаковый трафик, то такое распределение продолжается неопределенно долго.

Начиная с восьмого оборота маркера, станция 2 передает только по одному кадру высокоприоритетных данных, обеспечивая станциям с более низкими приоритетами большую часть доступной по-

лосы. Это установившееся снова стабильное циклическое использование комбинации можно видеть путем сравнения 9 и 12-го оборотов маркера. Такое использование комбинаций снова повторяется через три оборота. Станции 10 и 2 вместе используют 48 % полосы пропускания, а станции 6 и 8 распределяют оставшиеся 52 % полосы.

Этот пример показывает, как, используя тайм-аут оборота маркера, трафик низкого класса доступа может заполнять полосу пропускания, которая недоиспользуется трафиком более высокого класса доступа. Обратим внимание на то, каким образом полоса пропускания сети, недоиспользуемая станциями с трафиком более высокого класса доступа, распределяется более или менее равномерно среди станций с трафиком более низкого класса доступа. И хотя в примере каждая станция передает трафик только одного класса доступа, стандарт позволяет любой станции передавать трафик любого класса доступа.

5.1.10. Услуга УДС в режиме без установления соединения с подтверждением. Механизм запрос-с-ответом в сочетании с соответствующими функциями пользователя-УДС обеспечивает услуги УДС в режиме без установления соединения с подтверждением. Когда логический объект вышерасположенного уровня запрашивает передачу данных, используя услуги УДС в режиме без установления соединения с подтверждением, логический объект пользователя-УДС выдает логическому объекту УДС примитив УД-БЛОК-ДАННЫХ.запрос с параметром качество-услуг, определяющим запрос-с-ответом.

Когда локальный логический объект УДС получает маркер, он передает кадр запрос-с-ответом и ожидает поступления другого действительного кадра. Если тайм-аут истекает до получения действительного кадра, локальный логический объект УДС повторно передает исходный кадр. Эта последовательность действий повторяется до тех пор, пока либо не будет получен действительный кадр, либо пока не будет исчерпано допустимое число попыток.

Когда удаленный (отвечающий) логический объект-УДС получает кадр, определяющий запрос-с-ответом, он передает этот кадр логическому объекту удаленного пользователя-УДС. Этот логический объект вырабатывает соответствующий ответ и дает указание удаленному логическому объекту УДС сразу же передать этот кадр ответа отправителю кадра запрос-с-ответом (т. е. инициирующей станции).

Когда локальный (инициирующий) логический объект УДС получает кадр «ответ» или когда он использовал допустимое число попыток, он увязывает этот кадр (при его наличии) с обрабатываемым в данный момент кадром запрос-с-ответом, и сообщает ини-

цирующему логическому объекту пользователя—УДС о выполнении его начального запроса.

Механизм повторения процедуры запрос—с—ответом, действуя под управлением параметра макс—число—попыток (см. п. 7.1.1), предотвращает потери кадров любой степени важности. Однако поскольку локальная станция при неполучении ответного кадра повторяет кадр запрос—с—ответом, возможно, что удаленная станция может получить дубликаты первоначального кадра запрос—с—ответом. Удаленный логический объект пользователя—УДС должен исключать дублированные кадры.

Локальный (иницирующий) логический объект УДС в каждый момент времени может участвовать только в одном действии немедленного—ответа. Все повторные попытки и тайм-ауты для этого запроса завершаются до того, как локальный логический объект—УДС обрабатает другой запрос или инициирует процедуру обслуживания—кольца/передачи—маркера.

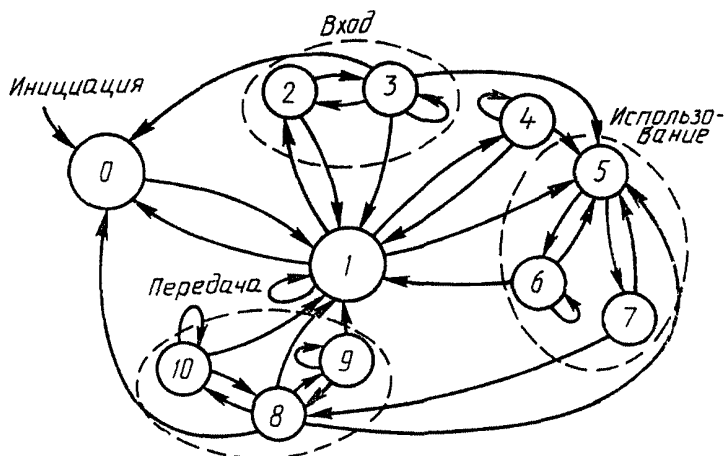
5.1.11. Рандомизированные переменные. Некоторые переменные, используемые протоколом доступа к среде, имеют два бита «случайной значимости». Отдельные из этих рандомизированных переменных при определенных условиях используются для повышения вероятности восстановления ошибок. Рандомизация значения макс—счет—запросов побуждает станции работать «вне ритма» при открывании окон ответа.

5.2. Состояния конечного автомата управления доступом (УД—КА). Логика доступа к среде в станции представлена здесь в виде вычислительного автомата, который проходит последовательно через множество различных фаз, называемых состояниями. Эти состояния описаны в следующих подразделах. Сами состояния и переходы между ними представлены на черт. 5.3. (Пунктирные линии группируют состояния в функциональные области). В разд. 7 содержится полная таблица переходов состояний, которая обеспечивает формализованное описание автомата УД—КА шины с передачей маркера.

5.2.0. Автономное состояние, АВТОНОМНОЕ — это состояние, в которое УД—КА входит сразу после включения питания или после обнаружения подуровнем УДС некоторых ошибочных ситуаций. После включения питания станция выполняет самотестирование и проверку соединения с физической средой без передачи данных. Это «внутреннее» самотестирование зависит от реализации станции и не влияет на работу других станций сети. Таким образом, процедура самотестирования не входит в предмет рассмотрения настоящего стандарта.

После завершения любой из процедур включения питания станция остается в состоянии АВТОНОМНОЕ до тех пор, пока у нее не будут проиницированы все необходимые параметры и пока она не получит команду перейти в неавтономный режим.

Диаграмма состояний конечного автомата управления доступом



- | | |
|---------------------------|----------------------|
| 0 — АВТОНОМНОЕ | 6 — ОЖИДАНИЕ-ОТВЕТА |
| 1 — ДЕЖУРНОЕ | —ИНТ-КА |
| 2 — ЗАПРОС_ВХОЖДЕНИЯ | 7 — КОНТРОЛЬ-КЛАССА |
| 3 — ЗАДЕРЖКА_ЗАПРОСА | —ДОСТУПА |
| 4 — ЗАЯВКА_МАРКЕРА | 8 — ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА |
| 5 — ИСПОЛЬЗОВАНИЕ_МАРКЕРА | 9 — КОНТРОЛЬ_ПЕРЕДА- |
| | ЧИ_МАРКЕРА |
| | 10 — ОЖИДАНИЕ-ОТВЕТА |

Черт. 5.3

5.2.1. Дежурное состояние. ДЕЖУРНОЕ — это нормальное статическое состояние УД—КА.

При приеме кадра управление-УДС, над которым станция должна выполнить некоторые действия, вводится соответствующее состояние. Если, например, принят кадр маркера, адресованный данной станции, то станция входит в состояние ИСПОЛЬЗОВАНИЕ-МАРКЕРА.

Если станция в течение длительного времени (исчисляемого несколькими интервалами-ответа) не опознает никакой активности в среде, это может означать необходимость восстановления логического кольца. При этом станция пытается заявить маркер (входит в состояние ЗАЯВКА_МАРКЕРА) и инициировать (повторно инициировать) логическое кольцо.

5.2.2. Запрос вхождения. В состоянии ЗАПРОС-ВХОЖДЕНИЯ переход происходит из состояния ДЕЖУРНОЕ, если станция, желающая войти в логическое кольцо, получает кадр запрос-преемника, охватывающий адрес данной станции. (В состоянии ЗАПРОС-ВХОЖДЕНИЯ станция входит также из состояния ЗАДЕРЖ-

КА_ЗАПРОСА в процессе разрешения соперничества, рассматриваемого в п. 5.2.3). В состоянии ЗАПРОС_ВХОЖДЕНИЯ соперничающая станция передает владельцу маркера кадр установить-преемника и переходит в состояние ЗАДЕРЖКА_ЗАПРОСА для ожидания ответа.

Если станция намерена ответить на кадр запрос-преемника или кто-следующий? в первом окне ответа, она переходит в состояние ЗАПРОС_ВХОЖДЕНИЯ из состояния ДЕЖУРНОЕ с нулевой задержкой и поэтому сразу передает ответ установить-преемника и переходит в состояние ЗАДЕРЖКА_ЗАПРОСА. Если станция намерена отвечать во втором или в одном из последующих окон ответа, следующем за кадром, она задерживается в состоянии ЗАПРОС_ВХОЖДЕНИЯ до передачи кадра установить-преемника.

Если в состоянии ЗАПРОС_ВХОЖДЕНИЯ станция опознает какую-либо передачу, она считает, что другая станция с более высоким номером адреса запрашивает маркер и поэтому данная станция должна возвратиться в состояние ДЕЖУРНОЕ.

5.2.3. Задержка запроса. ЗАДЕРЖКА_ЗАПРОСА — это состояние, в которое станция входит после передачи кадра запрос-преемника в состоянии ЗАПРОС_ВХОЖДЕНИЯ. В состоянии ЗАДЕРЖКА_ЗАПРОСА станция может рассчитывать услышать:

- 1) Маркер от владельца маркера, адресованный данной станции и означающий, что ее кадр установить-преемника опознан;
- 2) Маркер от владельца маркера, адресованный другой станции и означающий, что кадр установить-преемника этой другой станции опознан;
- 3) Кадр разрешение-соперничества от владельца маркера, означающий, что все станции, которые все еще запрашивают входа в логическое кольцо, должны выполнить другой шаг процесса разрешения соперничества, либо
- 4) Кадры других станций установить-преемника, которые данная станция игнорирует.

Если станция ничего не опознает или опознает кадр, отличный от кадров, указанных в перечислениях 1), 3) и 4), она должна выйти из состояния ЗАДЕРЖКА_ЗАПРОСА. При этом станция отказывается от запроса маркера и возвращается в состояние ДЕЖУРНОЕ.

В случае 1) владелец маркера опознал запрашивающую станцию и передал маркер. Процесс разрешения соперничества закончен. Запрашивающая станция при получении маркера переходит в состояние ИСПОЛЬЗОВАНИЕ_МАРКЕРА и начинает передачу.

В случае 2) владелец маркера опознал другую запрашивающую станцию и передал ей маркер. Процесс разрешения сопер-

ничества закончен. Данная станция отказывается от запроса маркера и возвращается в состояние **ДЕЖУРНОЕ**.

В случае 3) владелец маркера опознал ответы от многих станций, запрашивающих маркер, и передал кадр разрешение-соперничества. Все станции, находящиеся в состоянии **ЗАДЕРЖКА-ЗАПРОСА**, передают ответ на этот кадр. Отвечающие станции сначала устанавливают задержку и возвращаются в состояние **ЗАПРОС-ВХОЖДЕНИЯ**, где они слушают других запрашивающих. Если передача ни одной из запрашивающих станций не была услышана к моменту истечения периода задержки, тогда каждая станция передает владельцу маркера другой кадр установить-преемника.

Соперничество нескольких станций за маркер разрешается благодаря тому, что каждая станция задерживается на период пребывания в состоянии **ЗАПРОС-ВХОЖДЕНИЯ** перед передачей другого кадра установить-преемника. Интервал задержки выбирается путем использования двух бит станционного (уникального) адреса. При первом прохождении процесса разрешения соперничества используются два наиболее значащих бита адреса, при втором прохождении — следующие два бита адреса и т. д. Таким образом, станционные задержки равны 0, 1, 2 или 3 интервала-ответа при входе в состояние **ЗАПРОС-ВХОЖДЕНИЯ** перед передачей данных.

Когда несколько станций запрашивают входа в логическое кольцо, желательно, чтобы станция, владеющая маркером, передала маркер станции с наибольшим адресом. Чтобы выбрать среди многих претендентов соперничающую станцию с наибольшим адресом, используется дополнение адреса станции до единиц с целью определения задержки в состоянии **ЗАПРОС-ВХОЖДЕНИЯ**. Таким образом, станции с численно более высокими адресами задерживаются на более короткие интервалы и передают свои сообщения установить-преемника раньше, чем станции с более низкими адресами. Станции с численно более низкими адресами опознают передачи станций с большими адресами и выходят из процесса соперничества.

Если две соперничающие станции имеют одинаковое значение двух выбранных бит адреса, они задерживаются на одинаковое время и передают более или менее одновременно. Если владелец маркера опознает несколько ответов, но не опознает ни от одной из станций действительного кадра установить-преемника, он передает другой кадр разрешение-соперничества, начиная другой шаг процесса разрешения соперничества.

Процесс разрешения соперничества может иметь максимум 25 прохождений ($48/2+1$, для 48-битных адресов), образуя следующий цикл.

а) Все оставшиеся запрашивающие станции передают владельцу маркера кадры установить—приемника.

б) Все они слушают ответ от владельца маркера и игнорируют другие кадры установить—приемника.

в) Все они опознают кадр разрешение—соперничества от владельца маркера.

г) Все они задерживают передачу на несколько интервалов—ответа, исходя из последующих двух бит их собственных адресов.

д) Если в период задержки они опознают другой кадр, они отказываются от соперничества.

Процесс разрешения соперничества должен разрешаться таким образом, чтобы соперничающая станция с наибольшим значением адреса была опознана владельцем маркера и получила маркер. Однако, если двум станциям ошибочно присвоены одинаковые станционные адреса, обе они будут участвовать в процессе соперничества, используя одинаковые задержки и, возможно, не разрешат его.

Чтобы найти выход из этой ошибочной ситуации после того, как все биты адреса станции были использованы и соперничество осталось неразрешенным, выполняется процедура окончательного разрешения с использованием двухбитного случайного номера. Если обе станции выбирают одинаковое случайное значение этого номера, или же другая ошибка препятствует разрешению соперничества, то владелец маркера и соперничающие станции отказываются от процесса разрешения до тех пор, пока не откроется следующее окно ответа. (Таким образом, две станции с одинаковыми адресами, которые постоянно выбирают одинаковое случайное значение номера, возможно, никогда не смогут войти в логическое кольцо).

5.2.4. Заявка маркера. В состоянии ЗАЯВКА_МАРКЕРА станция входит из состояния ДЕЖУРНОЕ после истечения тайм-аута неактивности (и эта станция желает войти в логическое кольцо). В этом состоянии станция пытается инициировать или повторно инициировать логическое кольцо передачей кадров заявка—маркера.

Чтобы разрешить ситуацию, когда несколько станций одновременно передают кадры заявка—маркера, каждая станция после передачи кадра заявка—маркера устанавливает задержку длительностью в один интервал—ответа и затем осуществляет наблюдение за физической средой, как описано выше. Если по истечении этой задержки шина находится в неактивном состоянии, станция передает другой кадр заявка—маркера.

Если станция выполнила макс—число—передач (где макс—число—передач равно половине числа бит в адресе станции плюс единица, поскольку биты адреса используются попарно) кадров заявка—маркера, не опознав других передач, то эта станция успешно

заявила маркер и она переходит в состояние **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАРКЕРА**.

5.2.5. Использование маркера. Состояние **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ-МАРКЕРА** вводится сразу после приема или после заявки маркера. Это то состояние, в котором станция может передавать кадры данных.

Как только станция входит в это состояние, она начинает, отсчет тайм-аута «удержание маркера», который ограничивает время, в течение которого станция может осуществлять передачу до исхода к обработке следующего класса доступа или до передачи маркера. Значение, первоначально загруженное в таймер удержания маркера, т. е. время-удержания-маркера —высш-приоритета, является параметром, определяемым системой.

При истечении станционного тайм-аута удержания маркера и завершении любой текущей передачи или при окончании у станции данных для передачи она входит в состояние **КОНТРОЛЬ-КЛАССА-ДОСТУПА**.

Когда станция передает кадр данных, она устанавливает тайм-аут окна ответа в значение 3 интервала-ответа и входит в состояние **ОЖИДАНИЕ-ОТВЕТА-ИНТ—КА**.

5.2.6. Ожидание ответа ИНТ—КА. Состояние **ОЖИДАНИЕ-ОТВЕТА-ИНТ—КА** вводится после передачи кадра данных. Автомат **УД—КА** может ожидать, прежде чем выдать автомату **ИНТ—КА** сообщение о получении ответа.

Если кадром, переданным в состоянии **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ-МАРКЕРА**, был кадр запрос-без-ответа, то ответ не ожидается. Состояние **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ-МАРКЕРА** вводится снова для проверки другого кадра или тайм-аута-удержания-маркера. Если был передан кадр запрос-с-ответом, то станция в состоянии **ОЖИДАНИЕ-ОТВЕТА-ИНТ—КА** ожидает одно из следующих событий:

- 1) поступление кадра ответа, адресуемого запрашивающему;
- 2) поступление любого другого действительного кадра;
- 3) истечение тайм-аута.

Если опознан кадр ответа, адресованный запрашивающему, снова вводится состояние **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ-МАРКЕРА** для проверки другого кадра или тайм-аута-удержания-маркера. (Автомат **ИНТ—КА** передает кадр ответа указанному логическому объекту пользователя-УДС так же, как и все другие кадры данных, адресуемые данной станции. **ИНТ—КА** уязвывает также кадр ответа с только что переданным кадром запрос-с-ответом).

Если станция опознала любой другой действительный кадр, значит имеет место ошибка. Станция возвращается в состояние **ДЕЖУРНОЕ** и обрабатывает полученный кадр.

Если тайм-аут истечет до того, как будет опознан действительный кадр, станция повторяет передачу кадра данных запрос-с-ответом. Если число повторных передач этого кадра станцией достигло значения, установленного параметром макс-число-попыток, станция отказывается от запроса. Автомат ИНТ—КА извещает логический объект пользователя УДС, что ответ на этот кадр не получен. Вводится состояние ИСПОЛЬЗОВАНИЕ_МАРКЕРА для проверки другого кадра или тайм-аута-удержания-маркера.

5.2.7. Контроль класса доступа. В состоянии КОНТРОЛЬ_КЛАССА_ДОСТУПА автомат УД—КА управляет передачей кадров различных классов доступа. Если факультативная возможность назначения приоритета не используется, считается, что все кадры имеют высший приоритет и состояние КОНТРОЛЬ_КЛАССА_ДОСТУПА служит только для контроля входа в состояние ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА.

При использовании факультативной возможности назначения приоритетов станция может перед передачей маркера передать кадры с более низкими классами доступа. Для каждого класса доступа, кроме наивысшего, устанавливается желаемое время оборота-маркера. Когда станция владеет маркером и начинает учитывать передаваемые кадры такого класса доступа, время, оставшееся в таймере желаемого оборота-маркера, загружается в таймер удержания-маркера и станция возвращается обратно в состояние ИСПОЛЬЗОВАНИЕ_МАРКЕРА. В это время таймер желаемого оборота-маркера также перезаружается своим исходным значением.

Таким образом, для каждого класса доступа станция будет поочередно менять свои состояния ИСПОЛЬЗОВАНИЕ_МАРКЕРА и КОНТРОЛЬ_КЛАССА_ДОСТУПА. При наличии времени кадры данных будут передаваться в состоянии ИСПОЛЬЗОВАНИЕ_МАРКЕРА. После того как будет проверен класс доступа низшего приоритета, станция приступит к процессу передачи маркера, описываемому ниже.

При завершении станцией передачи кадров данных она должна войти в состояние ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА. Здесь возможны три случая:

1) станция знает своего преемника, поэтому просто передаст ему маркер и входит в состояние КОНТРОЛЬ_ПЕРЕДАЧИ_МАРКЕРА;

2) станция знает своего преемника, но должна сначала проверить, желают ли новые станции войти в логическое кольцо. Станция передает кадр запрос-преемника и переходит в состояние ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА;

3) станция не знает своего преемника. (Такая ситуация имеет место после процесса инициации и в ошибочных ситуациях). Станция передает кадр запрос-преемника-2, открывая окна отве-

та для всех станций системы и переходит в состояние ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА.

5.2.8. Передача маркера. ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА — это состояние, в котором станция пытается передать маркер своему преемнику.

Если значение счет-запросов равно нулю и в таймере-обслуживания-кольца остается время, данная станция разрешает новым станциям войти в логическое кольцо до передачи маркера. Станция, владеющая маркером, выполняет это, передавая кадр запрос-преемника-1 или запрос-преемника-2 в зависимости от обстоятельств, и входит в состояние ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА. (Подробнее об этой операции см. в п. 5.1.4).

Если адрес преемника, СС, известен, станция просто передает маркер, следуя запросу любого нового преемника. (Подробнее об этой операции см. в п. 5.1.3). Если преемник отвечает и станция опознает действительный кадр, она выполняет свои обязанности по передаче маркера.

Если СС неизвестен, станция передает кадр запрос-преемника-2 самой себе. Поскольку этот кадр имеет два окна ответа и одинаковые адреса отправителя и получателя, он побуждает все станции в сети, которые желают войти в логическое кольцо (независимо от того, были они в нем ранее или нет) выдать ответ. Те станции, адреса которых ниже, чем у передавшей кадр маркера, передают в первом окне ответа, а станции, адреса которых выше, — во втором окне ответа.

Станция, владеющая маркером, во время окна(он) ответа следит за появлением кадров установить-преемника от потенциальных преемников. Если такие кадры не опознаются, станция прекращает попытку поддержать логическое кольцо и слушает передачи от любой другой станции. (Подробнее об этой операции см. в п. 5.1.4).

5.2.9. Контроль передачи маркера. КОНТРОЛЬ_ПЕРЕДАЧИ_МАРКЕРА — это такое состояние станции, в котором она ожидает реакции другой станции, которой она только что передала маркер.

Станция, передавшая маркер, ожидает в течение одного интервала-ответа передачи данных от станции, принявшей маркер. Задержка в один интервал-ответа учитывается во временной задержке между передачей кадра данных и возвратом соответствующего ответа передатчику.

Если опознан действительный кадр данных, передача которого начата во время окна ответа, станция полагает, что передача маркера прошла успешно. Кадр данных обрабатывается так, как если бы он был принят в состоянии ДЕЖУРНОЕ.

Если в течение одного интервала-ответа ничего не опознано, станция, передавшая маркер, полагает, что передача маркера ока-

залась безуспешной, и возвращается в состояние ПЕРЕДАЧА-МАРКЕРА для того, чтобы повторить передачу, либо выбрать другую стратегию.

При обнаружении помех или недействительного кадра станция продолжает прослушивать последующие передачи в соответствии с изложенными в п. 5.1.3.

5.2.10. Ожидание ответа. ОЖИДАНИЕ ОТВЕТА — это состояние станции, в котором она пытается упорядочить кандидатов в преемники посредством алгоритма распределенного разрешения соперничества до тех пор, пока не будет правильно принят один из кадров этих преемников установить-преемника или пока не останется ни одного преемника. В это состояние станция входит из состояния ПЕРЕДАЧА-МАРКЕРА всякий раз, когда она определяет, что настало время открыть окно ответа, либо если станция не знает своего преемника (при инициации или при неудачной попытке передачи маркера).

В состоянии ОЖИДАНИЕ-ОТВЕТА станция ожидает в течение нескольких окон ответа. Если в течение всего времени открытости окна (окон) станция ничего не опознает, она переходит в состояние ПЕРЕДАЧА-МАРКЕРА для того, чтобы передать маркер своему известному преемнику, либо попытаться изменить стратегию передачи маркера.

При получении кадра установить-преемника станция ожидает, пока не истечет оставшееся время окна ответа. Затем станция входит в состояние ПЕРЕДАЧА-МАРКЕРА и передает маркер новому преемнику.

Если полученный кадр не является кадром установить-преемника, станция сбрасывает свой маркер (поскольку какая-то другая станция действует так, как будто она также владеет маркером, что создает ситуацию дублирования маркера) и снова входит в состояние ДЕЖУРНОЕ.

Если в течение окон ответа обнаруживаются помехи, станция закидывает процедуру передачи кадров разрешение-соперничества, каждый из которых открывает четыре окна ответа, и ожидает различного ответа, начатого в окне ответа. Станция повторяет цикл максимум макс-число-передач, каждый раз инструктируя соперничающие станции выбрать два различных бита своего адреса для определения, в каком из четырех открытых окон им следует вести передачу.

5.3. Описание интерфейсного конечного автомата. Автомат ИНТ—КА действует как посредник между другими функциональными автоматами подуровня УДС и теми логическими объектами пользователя-УДС, с которыми УДС взаимодействует. Его внутренние операции в значительной степени являются неопределенными, поскольку подуровень УДС будет функционировать пра-

вильно независимо от того, каким образом удовлетворяются функциональные требования ИНТ—КА.

Автомат ИНТ—КА выполняет восемь следующих основных функций, три из которых факультативные:

1) прием и генерация сервисных примитивов, определенных для интерфейса УЛЗ—УДС;

2) постановка в очередь запросов услуг;

3) распознавание адресов кадров данных, предназначенных для данной станции;

4) преобразование запросов качества услуг УЛЗ из терминов УЛЗ (класс-услуг) в термины УДС (класс-доступа);

5) факультативное обслуживание многих очередей запросов передачи, различаемых по классу-доступа (или по классу-услуг);

6) обеспечение дисциплины «первый пришел—первый вышел» в каждой очереди ожидающих запросов услуг;

7) факультативная генерация сообщения ответ-принят для УД—КА при приеме кадра данных, параметр качества которого определяет «ответ»;

8) факультативный прием ответа от отвечающего логического объекта пользователя—УДС вслед за получением кадра, определяющего запрос-с-ответом, и передача кадра ответа.

Поскольку сервисные примитивы подробно рассматриваются далее по тексту настоящего стандарта, они здесь больше не обсуждаются.

Автомат ИНТ—КА должен обеспечивать также распознавание адресов в кадрах данных. Если распознавание некоторых адресов может быть выполнено автоматом ПМ—КА, то необходимость проверки соответствия потенциально большого количества групповых адресов нерационально возлагать на ПМ—КА.

Примечание. Определение механизма распознавания групповых адресов находится в стадии изучения.

Понятие качества услуг аналогично понятию приоритета, хотя оно несколько менее конкретно и это сделано сознательно. Протоколы верхних уровней могут назначать своим сообщениям определенную значимость, которая может быть только приблизительно учтена более низкими уровнями. В случае ЛВС подуровень УЛЗ может присвоить каждому кадру, который он запрашивает для передачи, любой из восьми классов услуг. Подуровень УДС шины с маркерным доступом может оказаться не в состоянии обеспечить различное качество услуг или различные классы-доступа УДС, поэтому он должен обеспечить преобразование всех классов-услуг в один класс-доступа. Подуровень УДС может в качестве факультативной возможности обеспечить четыре различных класса-доступа. Если он их обеспечивает, то ИНТ—КА должен поддерживать несколько очередей запросов с тем, чтобы запросы

могли обрабатываться в соответствии как с классом-доступа (или классом-услуг), так и порядком их поступления.

5.4. Описание приемного конечного автомата. Автомат ПМ—КА (см. черт. 1.3 и 5.4) принимает символы УДС (см. п. 6.1.2) из физического уровня, вырабатывает структуры данных верхних уровней и передает сигналы автомату УД—КА и автомату ИНТ—КА. Интерфейсом между физическим уровнем и автоматом УД—КА служит примитив ФИЗ_БЛОК_ДАННЫХ.индикация, определяемый в разд. 8. В данном описании автомата ПМ—КА примитив ФИЗ—БЛОК_ДАННЫХ.индикация представлен как кодируемый символ_УДС и соответствующий синхронизатор. Другие интерфейсы автомата ПМ—КА являются внутренними для УДС и состоят из следующих сигналов и структур данных:

Шина_свободна — этот сигнал вырабатывается, когда среда неактивна. Он устанавливается и сбрасывается автоматом ПМ—КА и читается автоматом УД—КА.

ПМ_протокольный_кадр — булева переменная, который имеет значение «истинно» при приеме действительного кадра управления_УДС. Эта переменная устанавливается автоматом ПМ—КА, читается и стирается автоматом УД—КА.

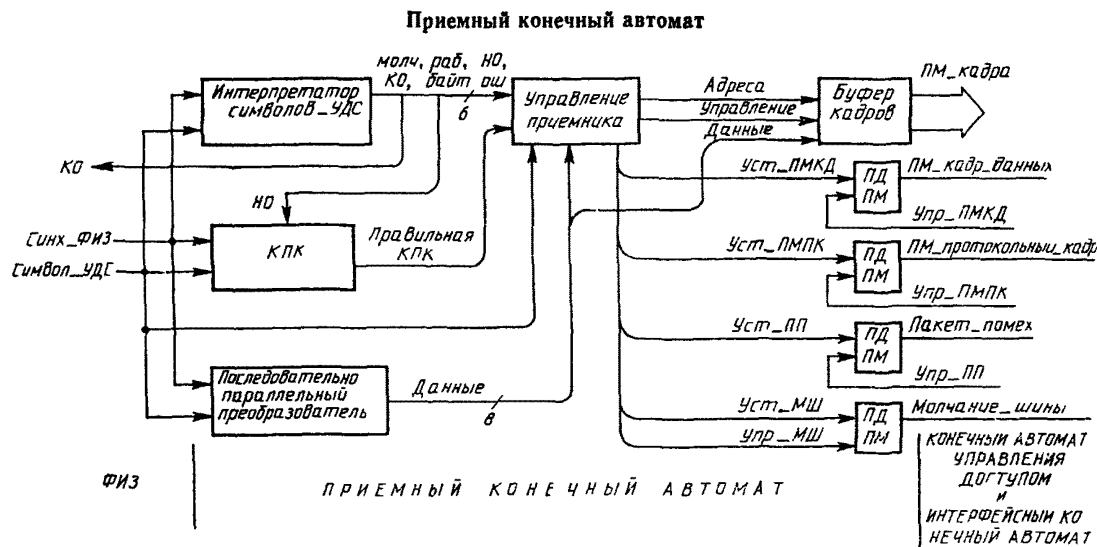
ПМ_кадр_данных — булева переменная, которая принимает значение «истинно» при приеме действительного кадра данных. Эта переменная устанавливается автоматом ПМ—КА, читается автоматами УД—КА и ИНТ—КА, но сбрасывается только автоматом ИНТ—КА.

Пакет_помех — этот сигнал указывает, что физическая среда была активной, но это не привело к появлению действительного кадра (определение недействительных кадров см. в п. 4.2.3). Этот сигнал устанавливается автоматом ПМ—КА, читается и стирается автоматом УД—КА.

Буфер_кадров — при приеме действительного кадра данных в нем содержится октет управления кадра, поля адрес-получателя, адрес-отправителя, блок-данных и поле КПК. Это содержимое записывается автоматом ПМ—КА. При установленном сигнале ПМ_протокольный_кадр это содержимое используется автоматом УД—КА, а при сигнале ПМ_кадр_данных—автоматом ИНТ—КА.

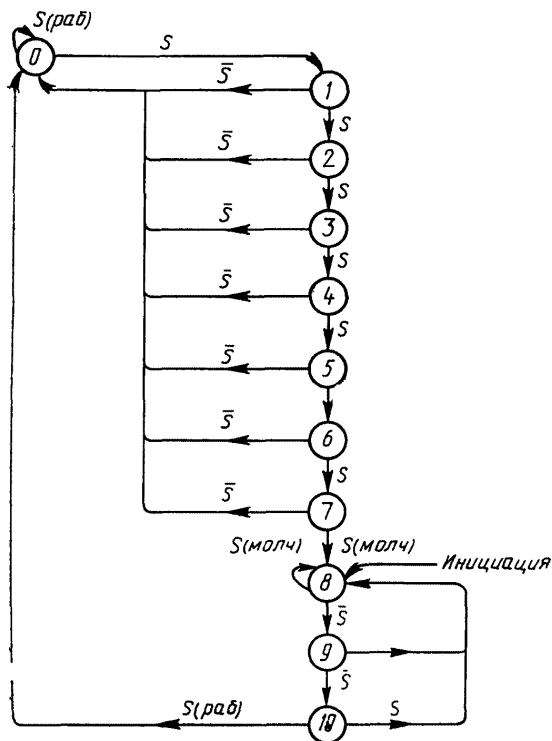
В автомате ПМ—КА имеется четыре главных функциональных блока: интерпретатор символа_УДС, блок КПК, преобразователь последовательного кода и блок управления приемником (см. черт. 5.4). Эти блоки описываются как синхронные автоматы, тактируемые от ФИЗ_синхр. В необходимых на практике случаях эти блоки разбиваются на конечные автоматы. На черт. 5.5—5.7 обозначения на дугах, указанные без скобок, представляет состояния дуг; обозначение в скобках указывает выход из этой дуги.

Интерпретатор символов_УДС принимает символы_УДС и вырабатывает следующие сигналы:



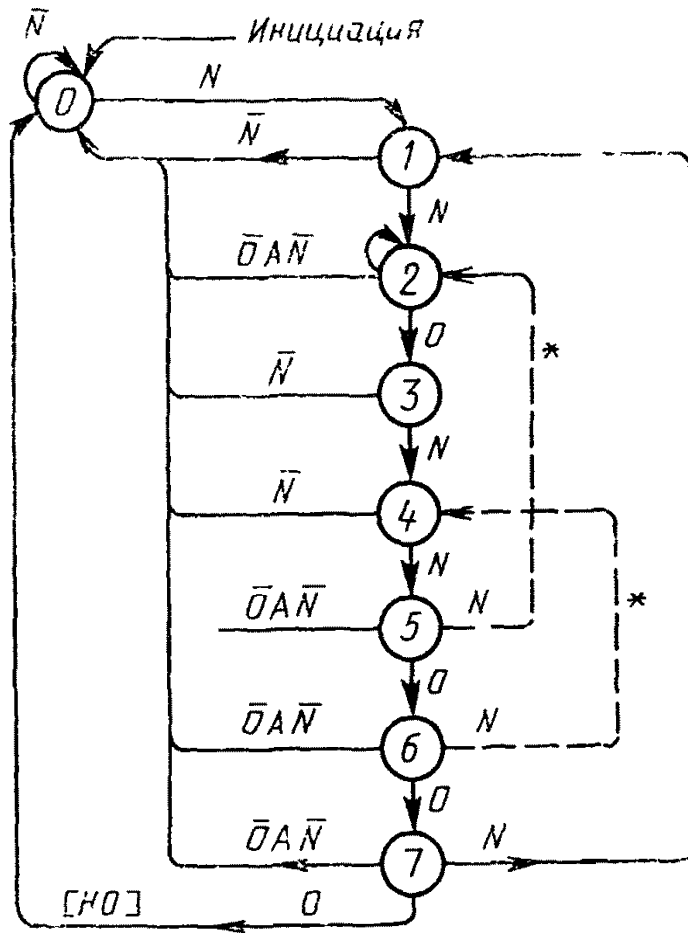
Черт. 5.4

Конечный автомат «Обнаружение состояния молч/раб»



Черт. 5.5

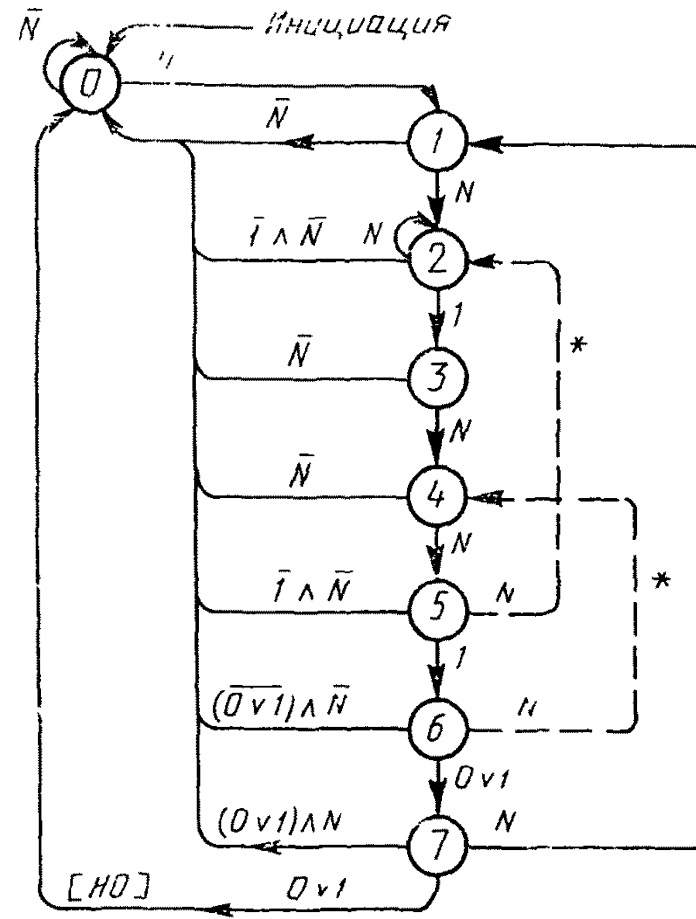
Конечный автомат обнаружения молч/раб



* Эти дуги должны входить, скорее, в состояние 1 или 0, чем в указанные здесь состояния

Черт. 5.6

Конечный автомат обнаружения ОК



* Эти дуги должны входить, скорее, в состояние 1 или 0, чем в указанные здесь состояния

Черт. 5.7

молч. раб — эти сигналы представляют собой состояние молчания (*молч*) и рабочее состояние (*раб*) шины соответственно. Сигналы *молч* и *раб* непосредственно управляют сигналами установить_ШСВ и оч_ШСВ (установить и очистить состояние шина_свободна соответственно). Единственная причина их неполной эквивалентности состоит в том, что блок управления приемника должен поддерживать определенные временные соотношения между переменными шина_свободна и пакет_помех. Приведенный на чертеже конечный автомат вырабатывает сигнал *молч* только после восьми символов_УДС *молчание* (S), а для выработки сигнала *раб* требует трех символов_УДС *не_молчание*. Отчасти это делается исключительно для обеспечения необходимого запаздывания приемника, а точное число сигналов может варьироваться разработчиком сети; однако при приеме действительного кадра сигнал шина_свободна должен быть установлен после установки соответствующего сигнала ПМ_кадр. Ошибка в этих действиях может привести к неправильной работе автомата УД—КА.

НО, КО — ограничитель любого действительного кадра в принимаемой последовательности символов_УДС обнаруживается независимо от контекста. Сигнал КО передается уровню ФИЗ для использования его схемами подстройки и синхронизации.

байт, ош (конечный автомат не показан) — детектор байт/ош инициируется, безусловно, полем НО, обеспечивая побайтовое выравнивание. Поскольку в последующем принимаются только символы_УДС 0 и 1, стробирующие сигналы байта действительны каждые восемь периодов ФИЗ_синхр. При приеме любого символа_УДС, отличного от 0 или 1, начинается последовательность выхода. (Определения символов_УДС см. в п. 6.1.2). Возможны следующие выходные последовательности.

1) Прием символов_УДС Р, В или S; отчет об ошибке и окончание (ожидание инициации).

2) Прием символа N не на границе октета: отчет об ошибке и окончание.

3) Прием символа N на границе октета, которая не подтверждена как ограничитель кадра: отчет об ошибке и окончание.

4) Прием символа N на границе октета, после которого следует НО: отчет об ошибке, если кадр находится в процессе приема, и инициация.

5) Прием символа N на границе октета, после которого следует КО: окончание.

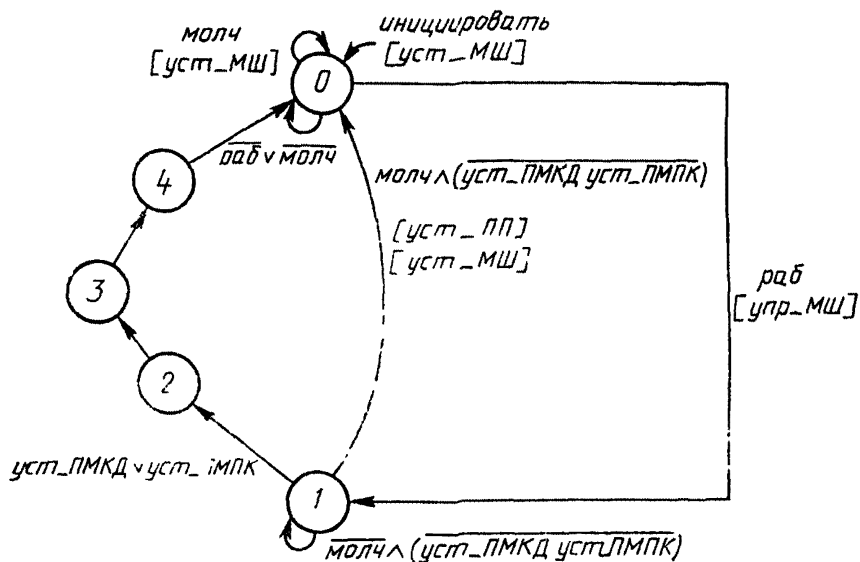
Блок КПК выполняет вычисление КПК в соответствии с п. 4.1.6. Он инициируется любым НО и последовательно продвигается по данным, пока не будет принят символ не_данные.

Выход преобразователя последовательного кода определяется только тогда, когда передается НО, КО или байт данных.

Примечание. Настоящая спецификация не требует оповещать выше-расположенные уровни о значениях бит данных ограничителей.

Блок управления приемником имеет три компонента. Детектор сигналов пакет-помех/шина-свободна (ПП/ШСВ) устанавливает и сбрасывает сигнал шина-свободна и устанавливает сигнал пакет-помех по переднему фронту сигнала шина-свободна, если не был принят действительный кадр (см. черт. 5.8). Блок управления кадром передает выходные сигналы преобразователя последовательного кода в буфер кадра, проверяет поле УК для кадров данных и определяет, содержится ли в кадре разрешенное число октетов. Детектор действительных кадров проверяет далее правильность КПК и кратность кадра октету.

Конечный автомат пакет_помех/молчание_шины



МШ — молчание_шины; ПМКД — прием-кадра-данных; ПМПК — прием-протокольного-кадра; ПП — пакет-помех

Черт. 5.8

5.5. Описание передающего конечного автомата. Автомат ПД—КА выполняет достаточно прямолинейную и простую работу. Автомат УД—КА продвигает кадры для передачи в ПД—КА в виде блока данных (по крайней мере, для целей настоящего описания). Затем ПД—КА передает последовательно по символам_УДС кадр данных с соответствующими ограничителями физическому

уровню для передачи в физическую среду. Автомат ПД—КА несет ответственность за передачу преамбулы надлежащей длины, вычисление КПК и ее включение в передаваемый кадр, а также за ограничение кадра полями НО и КО.

5.6. Описание ретрансляционного конечного автомата. Шинные повторители используются для соединения электрически-, оптически- или частотно-разделенных сегментов шины в расширенную логическую шинную сеть. Повторитель имеет отдельный приемник для каждого сегмента, к которому он подсоединен. Каждый приемник разделяет синхросигналы и символы УДС и имеет переключатель приема, который определяет, какой из приемников должен стать отправителем символов УДС для наполнителя. Приемник выбирается в качестве источника наполнителя путем передачи сигналов *не-молчание*, если никакой другой приемник не действует в качестве источника наполнителя. Источник наполнителя не может быть выбран, пока он не сообщит сигнал *молчание*.

На черт. 5.9 показан обобщенный вид повторителя. На чертеже показаны различные физические сегменты одной шины. Простейший по форме повторитель (широкополосный ремодулятор) имеет только одну пару передатчик—приемник.

Наполнитель должен:

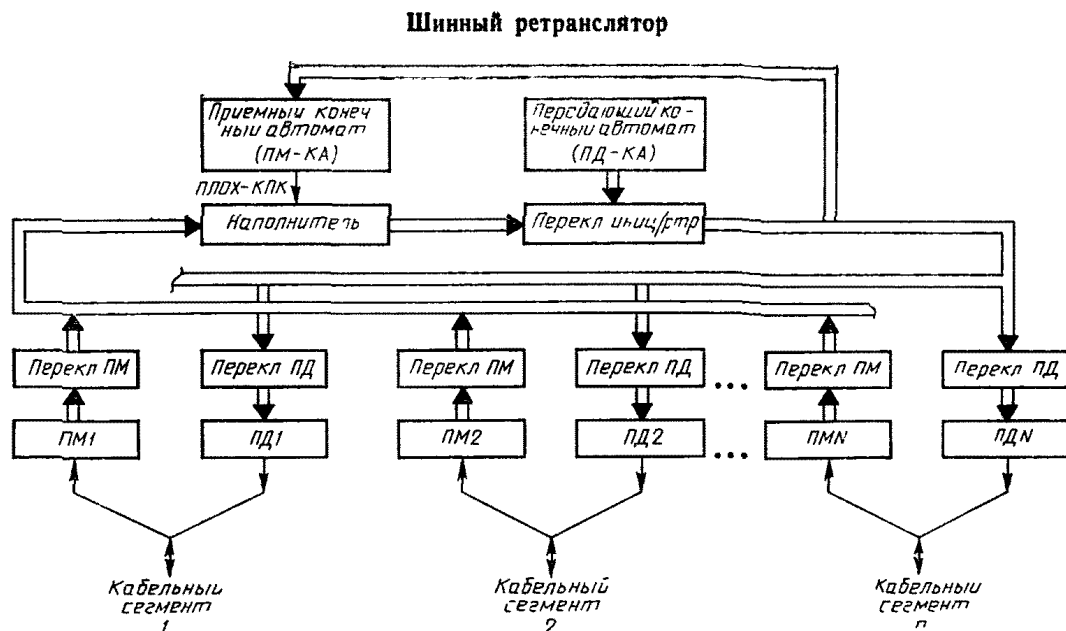
1) повторно вводить символы преамбулы, которые были потеряны в приемнике (за исключением, указанных в п. 8.2.1.5.3);

2) передавать последовательность прерывания при получении сообщения *плохой-сигнал*. Последовательность прерывания всегда начинается на границе октета относительно той части ретранслируемых данных, которая уже передана;

3) устанавливать бит Е в поле КО, если ретранслируемый кадр имеет ошибку КПК.

Выход наполнителя подсоединяется к одному из входов переключателя инициация/ретрансляция; другой вход этого переключателя идет от автомата ПД—КА. Когда автомат ПД—КА сообщает *не-молчание*, переключатель инициация/ретрансляция безусловно выбирает этот вход. Когда автомат ПД—КА сообщает молчание, этот переключатель выбирает наполнитель после небольшой задержки, гарантирующей, что он не протранслирует никаких символов, вырабатываемых в локальном автомате ПД—КА.

Если переключатель инициация/ретрансляция активизируется локальным автоматом ПД—КА, то все передающие переключатели включены, так что символы передаются во все сегменты. Если переключатель инициация/ретрансляция выбирает наполнитель, то все переключатели включены, за исключением одного, соответствующему тому сегменту, приемник которого является отправителем текущих символов для данного наполнителя.



Черт. 5.9

Повторитель может быть или не быть станцией сети. Если повторитель функционирует и как станция, то его автоматы ПМ—КА и ПД—КА выполняют все функции, описываемые в настоящем стандарте. Если повторитель не функционирует как станция, то автомат ПМ—КА должен только проверять КПК принимаемых кадров с тем, чтобы вычислить значение бита Е для ретранслируемого КО. Автомат ПД—КА повторителя, не являющегося станцией, непрерывно передает сигналы молчание.

6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОДУРОВНЯ УДС И ТРЕБОВАНИЯ К НЕМУ

В настоящем разделе определены все аспекты работы подуровня УДС и механизмы, которые необходимы для соответствия настоящему стандарту и которые не определены в разд. 4 и 7.

6.1. Определения параметров УДС. Критически важные параметры УДС, на которые налагаются ограничения настоящей спецификацией, определяются следующим образом.

6.1.1. Немедленный ответ — немедленная передача ответа подуровня УДС на принятый кадр. Здесь предполагается, что никакие другие передачи или действия не вмешиваются в эту операцию.

6.1.2. Символы УДС — наименьшая единица информации, которой обмениваются логические объекты подуровня УДС. Имеются шесть следующих символов УДС.

Имя	Обозначение
ноль	0
единица	1
не_данные	N
зап—нерабочее	P
молчание	S
плохой_сигнал	B

Там, где в тексте упоминаются двоичные биты данных 0 и 1, имеется в виду, что они передаются и принимаются как символы УДС ноль и единица соответственно.

6.1.3. Период символа УДС — время, необходимое для передачи одного символа УДС. Оно является обратной величиной скорости передачи данных ЛВС.

Номинальная скорость данных, Мбит/с	Номинальный период символа УДС, мкс
1	1,0
5	0,2
10	0,1
20	0,05

6.1.4. **Октетный интервал** — соответствует интервалу времени, который необходим для передачи восьми символов УДС.

6.1.5. **Символы ФИЗ (символы физического уровня)** — соответствуют волновым сигналам, передаваемым по физической среде. Определения символов ФИЗ приведены в следующих подразделах:

1) 12.7.2. — по одноканальной шине с фазокогерентной модуляцией — АФМ;

2) 14.8.2. — по многоуровневой двубинарной амплитудно-фазовой модуляции (АМ/ОФМ) (1 символ УДС/символ ФИЗ);

3) 14.11.1. — по многоуровневой двубинарной амплитудно-фазовой модуляции, расширенной АМ/ОФМ;

4) 16.7.2. — по волоконно-оптической среде;

5) 18.7.2 — по фазопрерывной модуляции сдвигом частоты в одноканальной шине — АФМ.

6.1.6. **Задержка тракта-передачи** — максимальная задержка, которую испытывают передаваемые данные при прохождении через физическую среду от передатчика к приемнику. Общим определением задержки-тракта-передачи является следующая формула:

Задержка-тракта-передачи = (задержка-физической среды + задержка-усилителя + задержка-повторителя).

Определение задержки-тракта-передачи для каждого метода передачи сигналов приведено в следующих подразделах:

1) 13.7 — для одноканальной шины с фазокогерентной модуляцией сдвигом частоты — АФМ;

2) 15.7 — для многоуровневой двубинарной амплитудно-фазовой модуляции — АМ/ОФМ;

3) 19.7 — для волоконно-оптической среды;

4) 19.7. — для одноканальной шины с фазокогерентной модуляцией сдвигом частоты — АФМ.

6.1.7. **Станционная задержка** — интервал времени между получением символов ФИЗ, соответствующих последнему символу УДС принятого КО на интерфейсе с физической средой принимающей станции, до выдачи первых символов ФИЗ немедленного ответа в физическую среду передатчиком этой станции.

6.1.8. **Запас надежности** — интервал времени длительностью не менее одного интервала-символа УДС.

Запас-надежности \geq интервал-символа УДС.

6.1.9. **Интервал-ответа** — максимальный период времени, необходимый каждой станции для ожидания немедленного-ответа от другой станции. В следующей формуле величины задержка-тракта-передачи, станционная-задержка и запас-надежности измеряются в интервалах-символа УДС. Интервал-ответа измеряется в октетных-интервалах и определяется следующим образом:

Интервал-ответа = ЦЕЛОЕ ($\lceil 2 * (\text{Задержка-тракта-передачи} +$

+ станционная задержка) + запас надежности/интервал символа-УДС+7)/8).

6.1.10. Окно-ответа — базовый интервал времени, допускаемый протоколом УДС после выдачи некоторых кадров управления-УДС до получения немедленного-ответа от другой станции. Длительность этого интервала равна одному интервалу-ответа.

Длительность окна-ответа = интервал-ответа.

Если станция, ожидающая ответ, опознает во время окна-ответа начало передачи, она не должна передавать, по крайней мере, до тех пор, пока не закончится принимаемая передача.

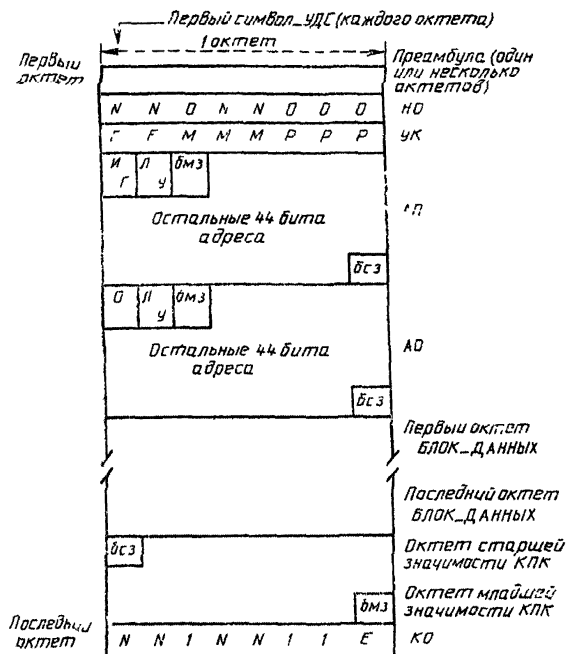
6.2. Порядок передачи. Форматы кадра, используемые подуровнем УДС, и подробное содержимое октетов этих кадров определены в разд. 4. Октеты кадра и символы-УДС октета должны передаваться из подуровня УДС на физический уровень и обратно в последовательности, определенной на черт. 6.1: первый октет кадра должен передаваться первым и первый символ-УДС каждого октета также должен передаваться первым. Первый октет и первый символ-УДС на черт. 6.1 соответствует самому верхнему октету и самому левому символу УДС. Те обозначения внутри октета на черт. 6.1, которые не относятся к символам-УДС, являются выборочными описаниями, которые подробно определены в разд. 4. На черт. 6.1 представлен полный обобщенный кадр или протокольный-блок-данных УДС (УД—ПБД).

6.3. Маркировка задержки. Поставщики должны предусмотреть наилучшие значения задержек в оборудовании. В качестве факультативной возможности они могут определить минимальное значение сетевого интервала ответа, если их средства ориентированы на некоторые минимальные задержки для правильного функционирования. В случае неопределенного точного значения задержки оборудования поставщики должны установить ее верхнюю границу. Рекомендуются, чтобы поставщики оборудования, соответствующего настоящему стандарту, маркировали устройства с указанием вносимой им доли в общую станционную-задержку. Поставщик всей станции маркирует станцию с указанием общей станционной задержки. Поставщик компонента, предназначенного для его включения окончательным пользователем в станцию, маркирует этот компонент или указывает в документации значения задержек, вносимых им в станционную задержку.

6.4. Прочие требования

6.4.1. Инициация станции. При включении питания станция должна войти в состояние АВТОНОМНОЕ. В этом состоянии станция не должна выдавать никаких сигналов в физическую среду ЛВС. Станция должна переходить из состояния АВТОНОМНОЕ в состояние ДЕЖУРНОЕ только после того, как она будет загружена базовыми рабочими параметрами станции, необходимыми для

Последовательность передачи протокольных_блоков_данных УДС



Черт. 6.1

правильной работы протоколов УДС. К этим рабочим параметрам относятся, по меньшей мере, следующие:

- 1) иниц_ДС (адрес станции)
- 2) длина_адреса (неявная в ДС)
- 3) иниц_интервал_ответа
- 4) иниц_тайм-аут_удержания_маркера_высш_приоритета
- 5) иниц_желаемое_время_оборота (4) (если приоритет реализован)
- 6) иниц_желаемое_время_оборота (2) (если приоритет реализован)
- 7) иниц_желаемое_время_оборота (0) (если приоритет реализован)
- 8) иниц_желаемое_время_оборота (обслуживание_кольца)
- 9) иниц_исходное_значение_тайм-аута_обслуживания_кольца

- 10) иниц_макс_счет_запросов
- 11) мин_длина_преамбулы_после_молчания
- 12) иниц_желание_участвовать
- 13) иниц_макс_число_попыток (если реализован запрос-с-ответом).

6.4.2. **Порядок передачи маркера.** Маркер должен передаваться от одной станции к другой в порядке убывания числовых значений адресов_станции за исключением того, что станция с наименьшим адресом должна передавать маркер станции с наибольшим адресом для того, чтобы замкнуть логическое кольцо. На черт. 6.2 показано упорядоченное по адресам логическое кольцо и логические взаимоотношения, которые поддерживаются в логическом кольце между адресами соседних станций в логическом кольце с тремя или более участниками.

6.4.3. **Прием станцией своих собственных передач.** В системах со значительной задержкой_тракта_передачи, таких как широкополосные системы, передающая станция может принять свои собственные передачи после некоторой небольшой, но значимой задержки. Механизм доступа УДС такой передающей станции не должен входить в заблуждение в результате приема собственных передач. В разд. 7 диаграммы состояний определяют, в каких случаях станция должна игнорировать свои собственные передачи.

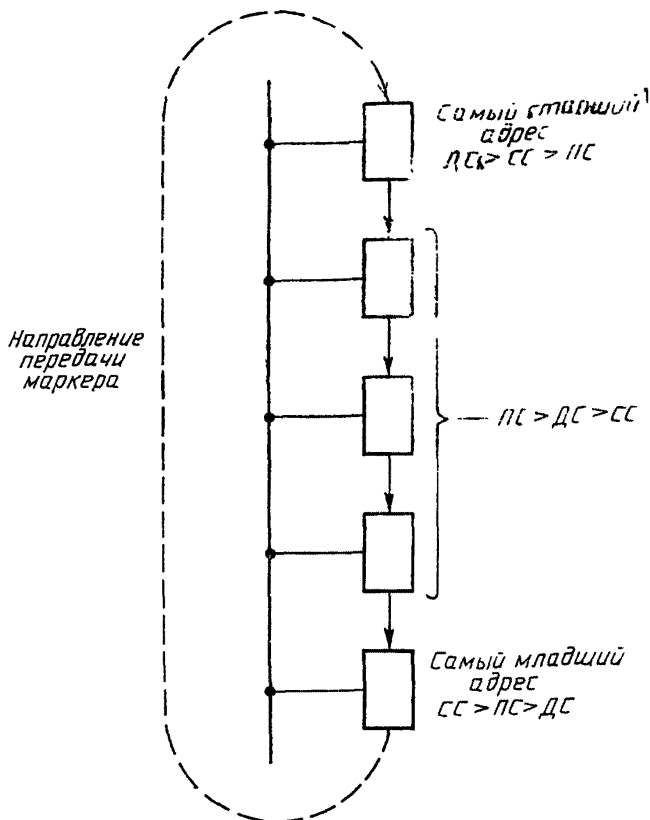
6.4.4. **Время удержания маркера.** Станция, владеющая маркером, может начинать передачу кадра данных только в том случае, если тайм-аут_удержания_маркера не истек. Передача может продолжаться после истечения тайм-аута_удержания_маркера до истечения времени передачи кадра данных максимальной длины.

При использовании услуги УДС в режиме без установления соединения с подтверждением (механизм запрос-с-ответом) время удержания_маркера может быть превышено. Чрезмерное время может быть вызвано повторением попыток с соответствующими периодами ожидания.

6.4.5. **Длины адресов.** Адреса должны иметь длину либо два октета (16 бит) либо 6 октетов (48 бит), включая бит «индивидуальный/групповой» и бит «локально/универсально администрируемый» в необходимых случаях. Всем станциям отдельной ЛВС могут быть присвоены адреса и они должны использовать адреса одинаковой длины.

6.4.6. **Рандомизированные переменные.** Станция должна обеспечивать два бита (т. е. четыре значения) случайной переменной для их использования в протоколах УДС. Для того, чтобы протокол управления доступом мог получить преимущества от этой рандомизации, метод выработки случайных переменных должен быть статистически независим для каждой станции. Поэтому, например, генераторы случайных чисел, связанные тем или иным

Логическое кольцо передачи маркера



Черт. 6.2

способом с синхрочастотой принимаемых данных, не будут вырабатывать статистически независимых значений переменных.

Переменные должны подвергаться рандомизации периодически. «Периодичность» должна означать либо временной интервал, не превышающий 50 мс, либо использование случайной переменной при каждом случае.

6.4.7. Задержка соперничества. Если станция опознает кадр запрос-преемника или кто-следующий?, она, основываясь на адресе станции и адресах АО и АП кадра, определяет, в каком окне ответа она участвует в соперничестве. Если станция желает со-

перничать в первом окне, она устанавливает таймер соперничества в ноль, что позволяет ей сразу же войти в состояние ЗАПРОС-ВХОЖДЕНИЯ. Если станция желает соперничать во втором окне, таймер соперничества устанавливается в единицу, поэтому в первом окне станция находится в состоянии прослушивания.

После приема кадра разрешение-соперничества станция, участвующая в соперничестве, загружает таймер соперничества дополнением до единиц содержимого двух бит, выбранных из своего собственного адреса в соответствии с указанием счета-прохождения-разрешений. Таким образом, прежде, чем снова включиться в соперничество, станция прослушивает в течение одного, двух или трех или ни одного интервалов-ответа.

6.4.8. Заявка маркера. При истечении тайм-аута шина-свободна станция может передать кадр заявка-маркера и начать отсчет тайм-аута-заявки. При истечении тайм-аута-заявки и отсутствии в этот момент каких-либо передач станция еще раз передает кадр заявка-маркера, повторяет задержку и проверку наличия передач. Эта процедура продолжается до тех пор, пока не будет опознана передача другой станции, либо пока значение число-передач-заявок не станет равным значению макс-число-передач-заявок.

Длина блока-данных кадров заявка-маркера равна 0, 2, 4 или 6 интервалов-ответа в зависимости от значения двух бит адреса станции. Индексация с помощью адресов позволяет процессу заявки назначать владельцем маркера станцию с наибольшим адресом.

В простейшем случае соперничающая станция с наибольшим адресом всегда окажется победителем в процессе сортировки адресов. На практике победителем могут оказаться различные соперничающие за маркер станции. Это возможно, если различные величины задержек у соперничающих станций обуславливают в процессе соперничества их «выход из общего ритма». Поскольку задержка ответа каждой станции не должна превышать ее станционную задержку, то алгоритм по-прежнему обеспечивает назначение единственного владельца маркера.

6.5. Использование адресных бит в алгоритмах соперничества.

Процессы соперничества, используемые для заявки нового маркера и запроса вхождения в логическое кольцо, используют биты адреса станции для разрешения соперничества методом сортировки, в котором станция, имеющая численно большее или самое старшее значение адреса, становится победителем. В следующих подразделах адрес рассматривается как пространство двоичных величин (0/1) или бит-адреса; запись «адресный бит (i)» означает i -й двоичный бит адреса станции, причем адресный бит (1) является наиболее значащим битом. Эти адресные биты используются по два, начиная с наиболее значащих.

6.5.1. **Длина кадра заявка-маркера.** Станция, которая пытается заявить новый маркер, сначала определяет, что никакая другая станция не передает, после чего передает кадр заявка-маркера, содержащий блок-данных длиной 0, 2, 4 или 6 интервалов-ответа. Затем она ожидает или выдерживает задержку в один интервал-ответа, прежде чем снова начать прослушивание передач других станций. Процесс соперничества за заявку маркера должен состоять из N циклов прослушивания, передачи и задержки, где N — функция длины адреса станции в битах:

$$N = (\text{длина-адреса}/2) + 1$$

Для двухоктетного адреса $N=9$; для шестиоктетного адреса $N=25$.

Длина n -го блока-данных кадра заявка-маркера, L в октетных интервалах (для n -го цикла процесса заявки маркера) должна определяться следующим образом:

$$\text{при } 1 \leq n < N$$

$$\text{значение_бита} := 2 * \text{адресных_бита} \quad ((2 * n) - 1 \div \text{адресный_бит} (2 * n))$$

$$L := 2 * \text{интервал-ответа} * \text{значение_бита}$$

$$\text{при } n = N$$

$$L := 2 * \text{интервал-ответа} * \text{случайное-число-4},$$

где

значение_бита = 0, 1, 2 или 3 в зависимости от двух бит адреса, используемых в цикле n , и

случайное-число-4 — случайное число, равное 0, 1, 2 или 3.

6.5.2. **Интервал задержки запроса.** Станция, которая запрашивает передачи других станций, задерживая свои последующие передачи на 0, 1, 2 или 3 интервалов-ответа. Затем, если не обнаружено никаких других передач, она передает кадр фиксированной длины установить-преемника. Эта задержка, предшествующая передачам кадра установить-преемника, называется задержкой-запроса. Процесс соперничества за вхождение в логическое кольцо должен состоять из N циклов задержек-запроса, прослушивания и передачи,

где N — функция длины адреса в битах:

$$N = (\text{длина-адреса}/2) + 1.$$

Число интервалов-ответа, для задержки перед n -й передачей (для n -го цикла процесса разрешения соперничества), должно определяться следующим образом:

$$\text{при } 1 \leq n < N$$

$$D := 3 - \text{значение_бита}$$

$$\text{при } n = N$$

$$D := \text{случайное-число-4},$$

где значение_бита и случайное-число-4 определены в п. 6.5.1

6.6. Факультативные возможности подуровня УДС.

6.6.1. **Механизм назначения приоритетов.** Реализация нескольких классов обслуживания и приоритетов является факультативной возможностью. Станция, которая не реализует механизм назначения приоритетов, должна передавать все кадры данных с классом-доступа, равным 6, соответствующим наивысшему приоритету.

В тех случаях, когда механизм назначения приоритетов реализуется, должны удовлетворяться требования, установленные далее в пп. 6.6.1.1—6.6.1.3.

6.6.1.1. **Классы доступа.** Механизм назначения приоритетов должен обеспечивать четыре уровня услуг относительно приоритета доступа кадра к среде; эти уровни называются классами-доступа. Классы-доступа должны идентифицироваться как 0, 2, 4 и 6, и класс-доступа 6 должен обладать наивысшим приоритетом или наиболее предпочтительным уровнем обслуживания.

6.6.1.2. **Преобразование качества-услуг в классы-доступа.** При реализации приоритетного механизма компонент «приоритет» параметра качество-услуг пользователя-УДС, содержащийся в примитиве УД-БЛОК-ДАННЫХ.запрос, может обеспечиваться путем использования классов-доступа. Компонент «приоритет» запроса качества-услуг сначала должен быть обеспечен путем назначения этому запросу одного из восьми классов-услуг. Затем эти классы услуг УДС должны быть преобразованы в классы-доступа УДС в соответствии со следующей таблицей:

Класс_услуг	Класс_доступа	Приоритет
0, 1	0	Наинизший
2, 3	2	
4, 5	4	
6, 7	6	Наивысший

6.6.1.3. **Таймеры оборота маркера.** Станция, которая реализует механизм назначения приоритетов, должна обеспечивать три (действительных или виртуальных) таймера-оборота-маркера, по одному на каждый класс-доступа. Эти таймеры должны работать одновременно, считая в сторону уменьшения от начального значения до нуля, где они должны прекратить счет и войти в состояние «исчерпан». Эти таймеры должны считать в единицах октетных интервалов, а в других случаях должны функционировать в соответствии с разд. 7.

6.6.2 **Механизм запроса-с-ответом.** Способность уровня УДС передавать кадры запрос-с-ответом и подтверждать такие кадры ответственным кадром является факультативной возможностью.

Станция, которая не реализует механизма немедленного ответа, не должна отвечать на кадры запрос-с-ответом.

Примечание. В предыдущих редакциях настоящего стандарта кадр запрос-с-ответом имел название «немедленный ответ». Это название было изменено, чтобы уменьшить вероятность путаницы, его функция осталась такой же.

6.7. Дополнительные возможности УДС. Функции, описываемые в данном подразделе, представляют собой рекомендуемые возможности подуровня УДС, которые неформально определены в разд. 7 «Конечный автомат управления доступом». Эти возможности, не будучи обязательными, могут расширить функциональность или устойчивость, либо то и другое конкретной реализации. Поскольку детальные операции этих возможностей не влияют на взаимную работоспособность станций, их описание в стандарте сознательно допускает неопределенности. Эти функции описываются в общих понятиях, чтобы дать возможность разработчикам обеспечить оптимальную реализацию.

6.7.1. Обнаружение дублированного адреса. Описываемый в настоящем стандарте протокол доступа зависит от всех станций, имеющих уникальные станционные адреса. Если две станции имеют одинаковый адрес, работа сети будет непредсказуемой.

Причина появления у двух станций одинакового адреса не входит в предмет рассмотрения настоящего стандарта. В большинстве случаев причинами дублирования адресов являются ошибки администратора сети при разработке конфигурации станций. Чтобы уменьшить вероятность появления дублированных адресов, поставщики оборудования должны либо:

- 1) требовать, чтобы станционный адрес назначался станции до ее ввода в логическое кольцо, либо
- 2) предварительно назначать станциям универсально администрируемые адреса. (По вопросу универсально администрируемых адресов см. п. 4.1.4.1).

Согласно разд. 7 автомат УД—КА выполняет определенные функции, осуществляющие обнаружение дублированных адресов. Эти функции образуют тот минимальный набор, который должен быть реализован всеми станциями, претендующими на соответствие стандарту. Однако анализ показывает, что в некоторых сетях, использующих только алгоритмы, необходимые для обнаружения дублированных адресов, станции с дублированными адресами могут существовать необнаруженными.

В некоторых применениях могут потребоваться дополнительные механизмы обнаружения дублированных адресов помимо того минимума, который требует настоящий стандарт. Например, дублированные адреса могут обнаруживаться механизмами, которые:

- а) распознают управляющие кадры УДС с адресом отправителя той станции, которая их не передавала, или

б) распознают управляющие кадры УДС с адресом станции отправителя, полученные по истечении одного интервала-ответа после того, как станция закончила передачу.

Поскольку такие механизмы не влияют на взаимную работоспособность станций, они не входят в предмет рассмотрения настоящего стандарта, но не запрещаются им.

6.7.2. «Анонимные» кадры данных. Некоторые реализации, например мосты подуровня-УДС, могут требовать, чтобы УДС передавал анонимный кадр данных, т. е. такой кадр данных, у которого поле АО не содержит адреса станции, передавшей его. Описываемые ниже изменения протокола УД—КА обеспечивают надлежащее его функционирование даже при передаче анонимного кадра запрос-без-ответа. (Анонимность не разрешается для кадров «запрос-с-ответом» и «ответ»).

6.7.2.1. Модификации метода обнаружения эхо-сигналов. Автомат УД—КА использует тест Пм-кадр. АО/—ДС для гарантии того, что полученный кадр данных не является отражением его собственной передачи. Этот тест выполняется в выходных состояниях следующих дуг:

- 1) неожиданый-кадр-6
- 2) передача-хор и
- 3) неожиданый-кадр-10.

Станция, передающая анонимные кадры, должна реализовать и какой-то другой механизм, чтобы гарантировать, что ее УД—КА никогда не пересечет ни одну из этих дуг при опознании отражения своей собственной передачи. Необходимые изменения, если таковые потребуются, будут зависеть от реализации. Метод, пригодный для всех реализаций, состоит в том, чтобы станция выдержала паузу перед передачей любого кадра запрос-с-ответом, запрос-преемника или кадров маркера с тем, чтобы гарантировать, что с момента передачи любого анонимного кадра истечет один интервал-ответа.

6.7.3. Индикатор работоспособности. Для функций вышерасположенного уровня может оказаться важным иметь уверенность в том, что подуровень УДС работает надлежащим образом и подсоединен к функционирующей сети. Указатель работоспособности обеспечивает внутреннее для станции периодическое информирование о том, что подуровень УДС функционирует надлежащим образом и что УДС других станций работоспособны.

Указание информирование осуществляется, когда УД—КА пересекает дугу отсутствие-ответа-10 с новым значением переменной состояние-передачи, равной значению переменной передача-маркера. Информирование о работоспособности происходит, когда станция открывает окно ответа и ничего не опознает в этом окне. Указатель работоспособности информирует о том, что станция принимает маркер от другой станции и что значение ее преемника

не изменилось, что является нормальными условиями устойчивого функционирования сети.

Информирование о работоспособности должно осуществляться периодически в той станции, где переменная желание_участвовать остается истинной, а переменная единственная_активная_станция — ложной; другими словами, в той станции, которая является участником активного логического кольца. Если информирование о работоспособности происходит не периодически, монитор станции может предположить, что либо УДС станции неправильно функционирует, либо в сети возникла какая-то другая катастрофическая неисправность. После, возможно, небольшого числа повторных попыток станция должна быть удалена из сети для того, чтобы защитить другие станции от влияния возможного неисправного УДС.

6.7.4. Выход из кольца. Если переменная желание_участвовать установлена в значение «ложно», и станции входят и выходят из кольца, то удаленная станция может повторно войти в кольцо при значении СС_известен «истинно», но недействительным СС. Эта ситуация может быть разрешена через обычный механизм восстановления кольца.

Такая ситуация имеет место, когда станция занимает дугу выход-из-кольца, тогда переменная желание_участвовать или ожидание_любой_передачи становится истинной, прежде чем станция сможет занять дугу выход-из-кольца и, таким образом, станция сможет вновь войти в кольцо через дугу восстановление_запроса-вхождения и не изменять адрес СС. Эта последовательность может привести к безуспешности передачи маркера, к вопросам кто-следующий? и в исключительных случаях — к выдаче запрос-любой-станции.

При необходимости этой ситуации можно избежать, запретив станции, которая находится в процессе выхода из кольца, входить снова в кольцо через дугу восстановление_запроса-вхождения.

6.8. Делегирование права на передачу. Станция, владеющая маркером, может запросить другую станцию, не владеющую маркером, передать ответ. Фактически первая станция делегирует другой станции полномочие на передачу. Вторичная станция должна удовлетворять всем требованиям, предъявляемым настоящим стандартом к владельцу маркера, за исключением требования к участию в логическом кольце передачи маркера и к соответствующим протокольным механизмам (если только эта вторичная станция не входит или не требует входа в кольцо). Эта вторичная станция не обязательно должна быть участником логического кольца с точки зрения адресации. Она не должна передавать в сеть свои данные, если только не имеет место следующее:

1) она уполномочена владельцем маркера выполнить функции передатчика или

2) передача данных разрешена процедурами, определенными в разд. 7.

7. КОНЕЧНЫЙ АВТОМАТ УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ (УД—КА). ФОРМАЛИЗОВАННОЕ ОПИСАНИЕ

В данном разделе определяется механизм управления доступом к среде с передачей маркера. Раздел начинается с описания переменных и функций, используемых при определении алгоритма. Вторая часть данного раздела представляет собой формальное описание на языке конечных автоматов механизма управления доступом с использованием переменных и функций, рассмотренных в первой части.

7.1. Переменные и функции. Переменные и функции описания конечного автомата подразделяются на следующие категории.

1) Переменные, определяемые диспетчером станции.

2) Переменные, определяемые интерфейсным конечным автоматом.

3) Таймеры (тайм-ауты).

4) Переменные, определяемые приемным конечным автоматом.

5) Прочие функции и функции УД—КА.

7.1.1. Переменные диспетчера станции. Диспетчер станции обеспечивает подуровень УДС следующими параметрами.

ДС — адрес данной станции. Переменная потока бит, установленная в значение 16- или 48-битного адреса станции. Значение ДС неявно определяет длину сетевого адреса.

Интервал_ответа — целое число в диапазоне от 1 до $(2^{13}-1)$ октетных-интервалов. См. пп. 5.1.1 и 6.1.8.

Мин_длина_преамбулы_после_молчания — целое число в диапазоне 1—15, равное минимальному числу октетов преамбулы, подлежащей использованию в начале передачи после того, как закончилось молчание станции. Значение параметра мин_длины_преамбулы_после_молчания определяется типом физического уровня станции. В п. 9.3 описан способ получения этого параметра из диспетчера физического уровня при инициации станции.

Макс_счет_передач — целое число, равное половине длины адреса станции, в битах, плюс единица. (Таким образом, это число равно 9 при 16-битном адресе и 25 при 48-битном адресе).

Значение параметра макс_счет_передач ограничивает циклы в УД—КА. Оно используется для ограничения процесса соперничества за овладение маркером. После прохождения циклов соперничества через значение макс_счет_передач процесс должен быть остановлен, если вследствие ошибки отдельный соперник не может быть удовлетворен.

Значение параметра макс_счет_передач используется также для прекращения процесса заявки маркера. После того как кадр заявки маркера будет передан макс_счет_передач без опознания каких-либо передач от других станций, станция может считать, что она заявила маркер.

Макс_счет_внутр_запросов — целое число в диапазоне от 2^4 до (2^8-1) , определяющее, сколько раз станция владела маркером. Это число вместе со значением тайм-аута обслуживания_кольца определяет, как часто станция открывает окна ответа. Обычно станция открывает окна ответа перед каждой n -й передачей маркера, где n — значение макс_счета_внутр_запросов.

Если бы все станции кольца использовали одинаковое значение макс_счета_внутр_запросов, они могли бы согласованно открывать окна ответа при одном и том же обороте маркера. Эти действия привели бы к быстрым оборотам маркера, когда ни одно окно ответа не открыто и к случайным оборотам маркера, когда каждая станция открывает окно ответа перед передачей маркера.

Чтобы исключить возможность того, что все станции кольца имеют одинаковое значение макс_счета_внутр_запросов, два наименее значащих бита этой переменной должны быть выбраны по случайному закону. Фактическое значение, используемое для макс_счета_внутр_запросов, должно изменяться каждой станцией путем повторного выбора случайных значений двух наименее значимых бит этой переменной, по меньшей мере, через каждые 50 мс или при каждом ее использовании.

Макс_число_попыток — целое число в диапазоне от 0 до 7, определяющее число повторных передач станцией кадра запрос-ответом в случае отсутствия на него ответа.

Желаемое_время_обращения_(класс_доступа) — пространство целых чисел в диапазоне от 0 до 2^{21} -однооктетных-интервалов, используемых в факультативных процедурах назначения приоритетов и в тайм-ауте обслуживания_кольца. (См. п. 7.1.4 относительно функций этой переменной).

Начальное_значение_тайм-аута_обслуживания_кольца — целое число в диапазоне от 0 до 2^{21} -однооктетных-интервалов, используемое для определения начального значения тайм-аута-оборота-маркера (обслуживание_кольца) при входе станции в кольцо. Большое значение этого числа заставит станцию запросить преемников сразу же после ее входа в кольцо, а нулевое его значение приведет к отсрочке станцией этого запроса, по меньшей мере, на один оборот маркера. В конкретной реализации ненулевое значение может рассматриваться как бесконечное.

Время_удержания_маркера_высш_приоритета — целое число в диапазоне от 0 до 2^{16} -однооктетных-интервалов. Используется для контроля максимального времени, в течение которого станция может передавать кадры при классе доступа 6. Если факультатив-

ная возможность назначения приоритетов не используется, тогда время удержания маркера высш. приоритета определяет, как долго станция может передавать кадры любого класса доступа.

Желание участвовать — булева переменная, которая определяет условие устойчивого состояния УД—КА, в котором он не имеет в очереди запросов на передачу. Если эта переменная истинна, станция должна быть в кольце (быть участником логического кольца с передачей маркера). Если эта переменная ложна, станция должна быть вне кольца (быть наблюдателем логического кольца с передачей маркера).

7.1.2. Переменные и функции интерфейсного конечного автомата

Изъятие ожидающего кадра (класс доступа) — функция, обеспечиваемая автоматом ИНТ—КА. Эта функция изымает первый кадр из очереди ожидающих кадров указанного класса доступа и выдает его автомату УД—КА для передачи.

Получение задержанного ответа () — функция, обеспечиваемая интерфейсным конечным автоматом УДС. Эта функция воспринимает ответный кадр, выдаваемый пользователем УДС, и выдает его в УД—КА для передачи. Возможен только один ответный кадр в любой момент времени.

Ожидание передачи (класс доступа) — пространство булевых переменных, отражающее состояние очереди ожидающих кадров. Эта переменная будет иметь значение «истинно», если очередь ожидающих кадров указанного класса доступа не пустая и «ложно» в противном случае.

Ожидание любой передачи — булева переменная, выражающая логическое ИЛИ всех булевых переменных «ожидание-передачи» (класс-доступа). Значение этой переменной истинно, если, по меньшей мере, одна из очередей ожидающих кадров не пустая. Если все очереди пусты, значение этой переменной ложно.

Принят ответ — булева переменная, которая принимает значение «истинно», когда ИНТ—КА получает действительный кадр ответа после передачи станцией кадра запрос-с-ответом.

Питание-вкл — булева переменная, указывающая, что УД—КА может начинать работу. Ее значение обеспечивается диспетчером станции.

7.1.3. **Замечание по управлению членством логического кольца.** Булева переменная **желание-участвовать** функция и **ожидание-какой-либо-передачи** определяют операции УД—КА относительно соперничества за овладение маркером и участия в логическом кольце в соответствии со следующей таблицей.

Значения переменных и функций		Действия УД—КА
желание_участвовать	ожидание_какой-либо_передачи	
ложно	ложно	Не соперничает за маркер. Выходит из кольца, если был его участником
ложно	истинно	Соперничал за маркер. Передал данные, что могло исчерпать очереди ожидающих кадров и установил переменную ожидание_любой_передачи в значение «ложно». Выходит из логического кольца, если эта переменная становится ложной
истинно	ложно	Соперничает за маркер, если эта станция не единственная активная. Остается в логическом кольце даже при отсутствии данных для передачи
истинно	истинно	Соперничал за маркер. Остается в логическом кольце и передает данные

7.1.4. **Тайм-ауты.** При описании конечного автомата используется большое число тайм-аутов. *Тайм-аут* определяется как совокупность процедур и булевых переменных. Процедуры именуются как *тайм-аут_хх.старт (значение)*, где *хх* — имя тайм-аута, а «значение» — целое число, которое устанавливает задержку тайм-аута. *Тайм-аут_хх.значение* сообщает текущее значение счетчика. Булевы переменные именуются *тайм-аут_хх.истек* и принимают значение «ложно» в процессе отсчета тайм-аута и значение «истинно», когда тайм-аут истекает и достигнет значения ноль.

Например, тайм-аут *шина-свободна* устанавливается в значение «один» (интервал ответа) путем отсчета *тайм-аута-шина-свободна.старт (1)*. Переменная *тайм-аут-шина-свободна.истек* принимает значение «ложно» в течение одного интервала-ответа.

7.1.4.1. **Интервальные тайм-ауты интервала-ответа.** Первые пять тайм-аутов (*тайм-аут-шина-свободная*, *тайм-аут-заявки*, *тайм-аут-окна-ответа*, *тайм-аут-соперничества* и *тайм-аут-передачи-маркера*) оперируют целыми числами, кратными сетевому интервалу-ответа. (Первые пять тайм-аутов не используются одновременно, поэтому они могут быть реализованы одним схемным таймером).

Тайм-аут-шина-свободна — управляет длительностью, в течение которой станция в состоянии ДЕЖУРНОЕ прослушивает любые данные в среде до входа в состояние ЗАЯВКА_МАРКЕРА и повторной инициации сети. Большинство станций ожидают в течение семи интервалов-ответа. Одна из станций сети, имеющая наименьший-адрес, ожидает в течение шести интервалов-ответа. Функция *макс-шина-свободна* выдает значение 6 или 7 в зависимости от состояния наименьшего-адреса.

Тайм-аут-заявки — управляет длительностью интервалов между передачами кадров заявка-маркера, в течение которых станция прослушивает. Таймер-заявки всегда загружается значением 1.

Тайм-аут-окна-ответа — управляет интервалом времени, в течение которого станция, имеющая открытое окно ответа, прослушивает перед передачей своего следующего кадра.

При передаче кадра запрос-преемника, кто-следующий? или разрешение-соперничества этот тайм-аут управляет интервалом времени, в течение которого станция запрашивает ответ. После передачи кадра запрос-преемника передающая станция загружает таймер окна-ответа числом открытых окон. Таким образом, этот тайм-аут определяет, как долго станция остается в состоянии ОЖИДАНИЕ-ОТВЕТА, прослушивая ответы станций. Если этот тайм-аут истек и ничего не было опознано, станция переходит в состояние ПЕРЕДАЧА-МАРКЕРА и далее в следующее подсостояние передача-маркера.

При передаче кадра данных запрос-с-ответом тайм-аут-окна-ответа управляет интервалом времени, в течение которого станция ожидает кадра ответа, прежде чем повторить кадр запрос-с-ответом.

Тайм-аут-соперничества — управляет интервалом времени, в течение которого станция прослушивает в состоянии ЗАПРОС-ВХОЖДЕНИЯ после обнаружения кадра разрешение-соперничества, запрос-преемника или кто-следующий?, когда станция желает соперничать за овладение маркером. Если станция во время прослушивания опознает передачу, она выходит из соперничества и должна возвратиться в состояние ДЕЖУРНОЕ.

Тайм-аут-передачи-маркера — управляет интервалом времени, в течение которого станция прослушивает после передачи маркера своему преемнику.

Если какой-либо кадр будет обнаружен до истечения тайм-аута передача-маркера, станция полагает, что ее преемник принял маркер. Если этот тайм-аут истек, а кадр данных не опознан, станция полагает, это ее преемник не принял маркер и переходит к следующему этапу процедуры передачи маркера.

7.1.4.2. Тайм-ауты октетных интервалов. Остальные тайм-ауты имеют кратность октетному интервалу, а не сетевому интервалу-ответа. Они используются для того, чтобы реализовать структуру классов доступа и для каждого класса доступа ограничить время, в течение которого станция может начинать передачу кадров.

Тайм-аут-оборота-маркера (класс-доступа) — это набор четырех тайм-аутов: по одному для каждого из трех низших классов доступа и один для обслуживания кольца. Три первые из этих тайм-аутов имеются только в тех станциях, которые используют

факультативную возможность назначения приоритетов. Четвертый тайм-аут — обслуживание_кольца имеется во всех станциях.

Когда станция начинает обработку маркера при заданном классе доступа соответствующий таймер перезагружается значением заданного_времени_оборота для данного класса доступа. Когда станция снова получает маркер, она может передавать данные этого класса доступа до тех пор, пока не истечет оставшееся время в соответствующем тайм-ауте_оборота_маркера.

При первоначальном входе в кольцо три первые таймера приоритета устанавливаются в нулевое значение (тайм-ауты истекли), а тайм-аут_оборота_маркера (обслуживание_кольца) устанавливается в начальное_значение_тайм-аута_обслуживания_кольца.

Тайм-аут_удержания_маркера — время, оставшееся в текущем тайм-ауте_оборота_маркера загружается в таймер_удержания_маркера непосредственно перед тем, как таймер_оборота_маркера будет перезагружен. Станция может передавать кадры данных соответствующего класса доступа до тех пор, пока не истечет тайм-аут_удержания_маркера.

Когда станция передает сообщения наивысшего класса доступа, значение тайм-аута_удержания_маркера_высш_приоритета загружается в таймер_удержания_маркера. Таким образом, сообщения наивысшего класса доступа лимитируются только фиксированным числом октетов плюс завершением передачи последнего сообщения независимо от текущей загрузки сети.

7.1.5. Переменные и функции приемного конечного автомата. Выходы автомата ПМ—КА описаны ниже.

Молчание_шины — булева переменная, которая принимает значение «истинно» каждый раз, когда физический уровень сообщает, что принято сообщение *молчание*, и «ложно», когда принято нечто другое, отличное от *молчания*. Переменная молчание_шины устанавливается и сбрасывается автоматом ПМ—КА, а считывается только автоматом УД—КА.

ПМ_кадр — запись, регистрируемая автоматом ПМ—КА. Эта запись обновляется для отображения содержимого самого последнего принятого действительного кадра. Основные поля в этой записи следующие.

УК — однооктетное поле управления кадром.

АП — двух- или шестиоктетное поле адреса получателя.

АО — двух- или шестиоктетное поле адреса отправителя.

Блок_данных — многооктетное поле блока данных.

КПК — четырехоктетное поле контрольной последовательности кадра.

ПМ_протокольный кадр — этот сигнал указывает, что принят действительный кадр и что тип этого кадра является одним из типов протокольного кадра УДС. Этот сигнал устанавливается ав-

томатом ПМ—КА, считывается и сбрасывается автоматом УД—КА.

ПМ-кадр данных — этот сигнал указывает, что принят действительный кадр и что тип этого кадра — кадр данных. Этот сигнал устанавливается автоматом ПМ—КА, а считывается автоматами УД—КА и ИНТ—КА; он сбрасывается только автоматом ИНТ—КА.

Пакет-помех-булева переменная, устанавливаемая приемным автоматом ПМ—КА, когда переменная молчание—шины принимает значение «истинно» (шина переходит из состояния *не-молчание* в состояние *молчание*), и в течение передачи не были установлены ни ПМ-протокольный-кадр, ни ПМ-кадр данных (т. е. не было опознано ни одного действительного кадра). Она сбрасывается автоматом УД—КА после обработки условия «пакет-помех».

7.1.6. Другие переменные и функции. Следующие переменные и функции являются локальными по отношению к автомату УД—КА.

ВМ — адрес владельца маркера — адрес текущего владельца маркера. Временный буфер загружен полем АО кадра запрос-преемника или кто-следующий? Если кадр установить-преемника передается станцией как часть процесса разрешения соперничества, то адрес АП берется из ВМ.

СС—адрес следующей станции—адрес преемника станции в логическом кольце. СС устанавливается, когда станция не знает, опознал ли ее преемник кадр запрос-преемника и соперничает ли он за маркер. Станция устанавливает адрес СС равным значению поля адреса получателя этого кадра. (Если соперничество станции в окне ответа оказалось успешным, она получит маркер и, возможно, передаст его той станции, чей адрес был загружен в область СС). Предположим, например, что станция с адресом 25 не входит в логическое кольцо, но желает в него войти. Если эта станция опознает кадрзапрос-преемника, переданный станцией 30 с адресом АП, равным 20, она установит СС равным 20 — адресу АП кадра. Если станция соперничает в окне и опознана станцией с адресом 30, ей будет передан маркер. Когда станция закончит передачу кадров данных, она передаст маркер своему преемнику—станции с адресом 20.

Переменная СС загружается также всякий раз, когда станция принимает адресованный ей кадр установить-преемника.

Каждый раз, когда значение СС меняется, примитив УД-СОБЫТИЕ.индикация передается диспетчеру станции, если это возможно.

Примечание. Поскольку станция считает, что она является членом логического кольца и она знает значение СС, она больше не перезагружает СС при открытии окна соперничества, охватывающего адрес этой станции. Это обусловлено тем, что в условиях восстановления от ошибок станции будут переда-

вать кадры запрос-преемника_2, адресованные самим себе, что открывает окна ответа для всех станций. Если бы при этом все станции сбрасывали свои переменные СС, то любое существующее логическое кольцо было бы разрушено.

СС-известен — булева переменная, которая указывает, считает ли данная станция, что она знает адрес своего преемника. Эта переменная устанавливается в значение «истинно» всякий раз, когда станция побеждает в процессе соперничества запрос-вхождения, или находится в-кольце и получает адресованный ей кадр установить-преемника, в котором блок данных (новый СС) не равен ДС.

Переменная СС-известен устанавливается в значение «ложно» всякий раз, когда станция выходит из логического кольца, или когда адрес СС устанавливается кадром установить-преемника в значение ДС.

Если переменная СС-известен «ложна», это означает, что данная станция не является членом активного логического кольца и что значения СС и ПС не определены.

ПС — адрес предшествующей станции — эта переменная устанавливается в значение адреса отправителя последнего маркера, адресованного данной станции.

При опознании кадра кто-следующий? содержимое поля блок-данных кадра сравнивается с содержимым ПС. Если они равны, станция отвечает на запрос кто-следующий? кадром установить-преемника.

Следующий пример пояснит использование ПС. Если логическое кольцо содержит станции с адресами 30, 25 и 20, то станция с адресом 20 в своем регистре ПС будет иметь значение 25, так как это адрес той станции, которая передает ей маркер. Если станция с адресом 25 неисправна, когда станция 30 пытается передать ей маркер, она не получит ответа. После двух попыток передать маркер, станция 30 передает кадр «кто следующий после 25?». Станция 20 отвечает передачей кадра «установите вашим преемником 20». Таким способом неисправная станция 25 быстро выводится из кольца.

Макс-класс-доступа — целочисленная константа, используемая для инициации последовательности обработки ожидающей очереди кадров. Значение макс-класса-доступа равно 6 — наивысшему классу доступа.

Класс-доступа — целое число, используемое для упорядочения классов доступа во время передачи кадров данных.

Первый или самый приоритетный класс-доступа устанавливается в значение макс-класс-доступа (т. е. 6). Затем переменная класс-доступа уменьшается (на 2) по всем классам, пока не станет меньше нуля, после чего станция выполняет свои функции обслуживания кольца и передает маркер.

В_кольце — булева переменная устанавливается в значение «истинно», когда станция побеждает в процессе соперничества запрос-вхождения, или когда станция успешно завершает процесс заявки маркера. Устанавливается в значение «ложно», когда станция сама выходит из логического кольца.

Станция_ограниченной_активности — булева переменная, используемая для приведения в состояние молчания тех станций, которые имеют неисправные приемники. Если приемник станции становится неработоспособным и это явно не обнаруживается, эта станция будет прерывать работу системы, непрерывно заявляя маркер и запрашивая приемника станции.

Если переменная **станция_ограниченной_активности** истинна, станции запрещается входить в процесс заявки маркера, если только у нее нет данных для передачи. Таким образом, станция с неработоспособным приемником и не имеющая данных для передачи будет оставаться пассивной и выведенной из кольца.

Если станция является участником кольца и ее приемник неисправен, она не сможет опознать заявку маркера своего приемника. Станция войдет в циклический алгоритм восстановления передачи маркера, быстро достигнув того момента, когда она передаст кадр запрос-приемника-2, адресуемый самой себе, и не получит вразумительного ответа. С этого момента станция устанавливает переменную **станция_ограниченной_активности** в значение «истинно» и становится пассивной.

Переменная **станция_ограниченной_активности** принимает значение «ложно» всякий раз, когда станция обнаруживает действительный кадр от другой станции.

Младший_адрес — булева переменная принимает значение «истинно», когда адрес станции приемника больше адреса данной станции, и значение «ложно» в противном случае.

В любой момент времени в логическом кольце должна быть только одна станция, в которой переменная **младший_адрес** установлена в значение «истинно». Это та станция, которая имеет самый младший адрес среди всех станций, находящихся в данное время в логическом кольце. Когда эта станция открывает окна ответа во время передачи маркера, она должна открыть два окна. Первое окно используется теми станциями, которые имеют более низкий адрес по сравнению со станцией, желающей войти в кольцо. Второе окно используется станциями, которые имеют более высокий адрес по сравнению с адресом следующего нормального владельца маркера (т. е. той станции, которая в данный момент имеет самый высокий адрес в кольце).

Младший_адрес вычисляется и устанавливается станцией всякий раз, когда **СС** изменяется.

Младший_адрес используется с другой целью, не имеющей отношения к передаче маркера. Если станция, владеющая маркером,

приходит в неисправное состояние, другая станция восстанавливает маркер. Тайм-аут шина_свободна является «сторожевым» тайм-аутом. Если станция ничего не опознает в интервале, превышающем этот тайм-аут, начинается процесс заявки-маркера.

При попытке минимизировать вмешательство в процесс заявки маркера одной из станций назначают меньшее значение тайм-аута_шина_свободна по сравнению с другими станциями. Эта станция восстанавливает все ошибки, связанные с потерей маркера, за исключением тех, которые она сама вызывает. Станция, у которой переменная младший_адрес имеет значение «истинно», всегда единственная в сети поскольку ей назначена такая роль.

Маркер_передан — булева переменная устанавливается в значение «истинно», когда станция передает маркер, и в значение «ложно», если станция опознает действительный кадр от другой станции.

Эта переменная используется для обнаружения ошибок дублирования адресов сети. Если станция опознает действительный кадр УДС с адресом отправителя, равным ее собственному адресу, и переменная маркер_передан ложна, эта станция не может передавать кадр. Если такой кадр опознан, подуровень УДС извещает диспетчера станции об обнаружении другой станции сети, использующей такой же адрес УДС, после чего подуровень УДС входит в состояние АВТОНОМНОЕ.

Опознан_преемник — булева переменная, используемая запрашивающей станцией для регистрации приема действительного кадра установить-преемника во время последовательности запрос-вхождения. Если эта переменная имеет значение «истинно», когда тайм-аут_окна-ответа истек, соперничество успешно разрешено.

Счет_передач_заявок — целое число в диапазоне от 0 до макс_счета_передач. Используется в качестве индекса ДС для выбора двух бит из адреса станции. Значение выбранных бит (кратное двум интервалам-ответа) определяет длину поля информации кадра заявка-маркера, подлежащего передаче. После каждого кадра заявка-маркера значение переменной счет_передач-заявок увеличивается на единицу.

Счет_прохождений_соперничества — целое число в диапазоне от 0 до макс_счета_передач. Используется в качестве индекса ДС для выбора двух бит из адреса станции. Дополнение до единиц значения выбранных бит (кратного интервалу-ответа) определяет длительность времени, в течение которого станция задерживается в состоянии ЗАПРОС-ВХОЖДЕНИЯ после получения кадра разрешение-соперничества. Если до истечения тайм-аута соперничества никаких других кадров не опознано, станция передает владельцу маркера кадр установить-преемника, увеличивает значения счета_прохождений_соперничества, переходит в состояние

ЗАДЕРЖКА ЗАПРОСА и ожидает маркер или другой кадр разрешения соперничества.

Задержка соперничества (цикл) — целочисленная функция, принимающая значения 0, 1, 2 или 3. Эти значения основаны на дополнении до единиц пары адресных бит, которые указываются в цикле сортировки адресов. Это значение используется для управления числом интервалов-ответа, на которые станция задерживается перед передачей при запросе вхождения в логическое кольцо.

Счет прохождений разрешения — целое число в диапазоне от 0 до макс-счета-передач. Используется для счета числа прохождений разрешения соперничества, которые выполняет станция, владеющая маркером. Если этот счет достигает значения макс-счета-передач, процесс разрешения прекращается и УД—КА переходит в следующее подсостояние передача-маркера.

Счет запросов — целое число в диапазоне от 0 до $2^8 - 1$.

Определяет, когда станция должна открыть окно ответа. Перед передачей маркера значение счета-запросов проверяется. Если это значение равно нулю, запрашивается новый преемник открытием окна ответа. Если это значение не равно нулю, счет уменьшается и передается маркер. Всякий раз, когда во время окон ответа, следующих за кадром запрос-преемника, что-либо опознается, значение счетчика устанавливается в ноль, с тем, чтобы он снова оказался в значении ноль, когда станция в последующем примет и передаст маркер. Таким образом, получение кадра установить преемника во время окна ответа побуждает станцию вновь открыть окно ответа перед следующей передачей маркера (тайм-аут-обслуживания-кольца разрешен).

Оставшиеся попытки — целое число в диапазоне от 0 до предельного-числа-попыток. Используется для счета числа повторных передач при таймировании кадра, определяющего запрос-с-ответом.

Подавление КПК — булева переменная, используемая в УД—КА для указания на то, что текущий кадр должен быть передан без добавления КПК автоматом ПД—КА.

Счет сбоев передатчика — целое число в диапазоне от 0 до 7. Используется для информирования о том, что передатчик станции, вероятно неисправен, в связи с чем передачи станции не могут быть опознаны правильно другими станциями сети.

Значение счета-сбоев-передатчика увеличивается каждый раз, когда станция решает закончить процесс соперничества за маркер или когда она не в состоянии передать маркер какому-либо преемнику. Ни одна из таких ситуаций не должна иметь место во время нормальной работы. Значение счета-сбоев-передатчика сбрасывается в ноль, если станция либо побеждает в процессе маркерного соперничества запрос-вхождения, либо успешно запрашивает

нового приемника, поскольку такое событие указывает, что другая станция правильно опознала передачу данной станции.

Если значение счета-сбоев-передатчика возросло до значения макс-счет-сбоев-передатчика, станция сообщает диспетчеру станции передатчик-неисправен и входит в состояние АВТОНОМНОЕ. Значение макс-счет-сбоев-передатчика устанавливается равным 7, допустимое при случайных протокольных тупиковых последовательностях, обусловленных помехами. Если станция не может войти в кольцо или передать маркер (находилась в логическом кольце) семь раз подряд, это значит что внешние влияния вызвали какую-то неисправность в станции, вероятно, в передатчике, и поэтому станция сама выходит из логического кольца.

Первые-помехи — булева переменная, которая управляет обработкой пакетов помех в состоянии КОНТРОЛЬ-ПЕРЕДАЧИ-МАРКЕРА. Принимает значение «истинно» при входе в это состояние и значение «ложно», когда ожидаемые отраженные сигналы ложны и опознан пакет помех. Если пакет помех опознается, когда переменная первые-помехи имеет значение «ложно», станция переходит в состояние ДЕЖУРНОЕ.

Ожидаемое-отражение — булева переменная, используемая при попытке передать маркер. Она помогает станции отличать опознаваемые передачи своего собственного маркера от только что переданных новым владельцем маркера искаженных данных. Переменная ожидаемое-отражение устанавливается в значение «истинно» при передаче маркера и в значение «ложно», когда станция опознает, или предположительно опознает отраженные сигналы переданного ею маркера.

Состояние-передачи — переменная многих состояний, используемая для управления операциями подсостояния состояния ПЕРЕДАЧА-МАРКЕРА.

Действия, выполняемые в этом состоянии, зависят от значения переменной состояние-передачи следующим образом:

Значение переменной состояние-передачи	Действие
Запрос-приемника	Передача кадра запрос-приемника. Вход в состояние ОЖИДАНИЕ-ОТВЕТА
Передача-маркера	Передача маркера приемнику. Вход в состояние КОНТРОЛЬ-ПЕРЕДАЧИ-МАРКЕРА
Повторная-передача-маркера	Те же действия, что и в подсостоянии передача-маркера
Кто-следующий?	Передача кадра кто следующий? Вход в состояние ОЖИДАНИЕ-ОТВЕТА

Значение переменной состояние_передачи	Действие
Запрос-любой-станции	Передача кадра запрос-преемника_2 с АП-ДС и с двумя открытыми окнами ответа, которые охватывают все другие станции. Вход в состояние ОЖИДАНИЕ-ОТВЕТА
Общая неисправность	Установка переменной станция-ограниченной-активности в значение «истинно» и либо молчаливая передача маркера обратно самой себе (если станция имеет дополнительные данные для передачи), либо вход в состояние ДЕЖУРНОЕ. Эта станция не должна передавать снова до тех пор, пока не будет иметь данных для передачи или пока не опознает действительного кадра от другой станции

ИНТ — КА_СОБЫТИЕ.уведомление — функция, обеспечиваемая автоматом УД—КА. Эта функция настраивает автомат ИНТ—КА на появление значительных событий в автомате УД—КА.

УЗ_СОБЫТИЕ.уведомление — функция, обеспечиваемая подуровнем УДС, которая настраивает диспетчера на появление значительных событий в подуровне УДС.

7.1.7. Переменные инициации. Значения переменных, описываемых в настоящем разделе, копируются в соответствующие операционные переменные при инициации станции. Каждая переменная инициации имеет тот же диапазон, что и соответствующая поименованная операционная переменная.

иниц_ДС — копируется в ДС при инициации

иниц_интервал_ответа — копируется в интервал_ответа при инициации

иниц_макс_счет_запросов — копируется в макс_счет_запросов при инициации

иниц_макс_числа_попыток — копируется в макс_число_попыток при инициации

иниц_время_удержания_маркера_высш_приоритета — копируется в время_удержания_маркера_высш_приоритета при инициации

иниц_желаемого_времени_оборота (класс доступа) — копируется в желаемое_время_оборота (класс доступа) при инициации

иниц_исходного_значения_таймера_обслуживания_кольца — копируется в исходное_значение_таймера_обслуживания_кольца при инициации

иниц_желание_участвовать — копируется в желание_участвовать при инициации

7.2. Формализованное описание автомата управления доступом. В данном подразделе приводится формализованное описание автомата УД—КА. Используемая описательная модель является гибридом метода конечных автоматов и процедурных нотаций и концепций языков программирования. В любой момент времени автомат УД—КА может находиться в одном из 11 основных состояний. Его действия и переходы в другое состояние определяются его оценкой переменных УДС, рассмотренных в предыдущем подразделе.

В соответствующих таблицах спецификация УД—КА ориентирована на правильную работу в дуплексной среде. То есть автомат не должен вводиться в заблуждение приемом собственных передач. Кроме того, УД—КА не будет работать надлежащим образом в полудуплексной среде. Дело разработчика добиться того, чтобы реализация, не являющаяся дуплексной, действовала так, как если бы она была дуплексной.

Оцениваемые условия и действия, выполняемые при каждом переходе конечного автомата, выражаются с использованием синтаксиса, основанного на языке программирования Ада. Переменные УД—КА и другие блоки информации, используемые УД—КА, описываются с использованием деклараций данных, подобных языку Ада. Если блок информации не может быть выражен с использованием синтаксиса Ада, используется описательное утверждение, заключенное в угловые скобки ($<>$). Для лучшей читабельности принят упрощенный, подобный языку Ада стиль описания, который не предназначен для представления компилируемых утверждений.

Представлено следующее: стилистические декларации на языке программирования большинства переменных, функции и процедуры, используемые при описании конечного автомата; перечень переходов состояний УД—КА (дуги); таблицы переходов состояний УД—КА.

Таблицы переходов состояний содержат текущее состояние, имя перехода и следующее состояние на одной линии с началом описания каждого перехода. Ниже этой линии указано следующее:

- 1) условия, которые должны иметь место для выполнения конкретного перехода;
- 2) действия, которые должны быть выполнены перед входом в следующее предписанное состояние.

Примечание. В целях описания предполагается, что автомат УД—КА должен мгновенно реагировать на внешние события. Таким образом, все условия оцениваются одновременно.

7.2.1. Объявления данных автомата УД — КА

Примечание. Здесь константы представлены в виде цифровых значений в отличие от разд. 4, где они представлены в виде последовательностей упорядоченных для передачи бит.

— Константы и параметры

— Все нижеперечисленное рассматривается в данном описании
— как константы с учетом того, что многие из этих констант по
— существу являются параметрами станций, устанавливаемыми
— диспетчером станции

интервал-символа: constant длительность := $1 / \langle \text{сетевая скорость данных} \rangle$.
октетный-интервал: constant длительность := $8 \cdot \text{интервал-символа}$;

длина-адреса: constant (16, 48); — параметр сети

макс-счет-передач: constant (9, 25) := $(\text{длина-адреса} / 2) + 1$;

макс-длина-адреса: constant $(2 \cdot 6 - 1, 2 \cdot 48 - 1)$
:= $(2 \cdot \text{длина-адреса} - 1)$;

длительность-тайм-аута: constant целое := $(2 \cdot 21)$;

макс-длина-кадра: constant целое := $(2 \cdot 13 - 1)$; — 8191

макс-длина-блока-данных: constant целое :=
 $(\text{макс-длина-кадра} - (5 + 2 \cdot \text{длина-адреса} / 8))$;

— это дает 8174 при 48-битном адресе,

— и 8182 при 16-битном адресе.

макс-класс-доступа: constant целое := 6;

обслуживание-кольца: constant целое := -2;

— минимальное значение класса доступа

макс-счет-сбоев-передатчика: constant целое := 7;

иниц-ДС: constant целое range 0 .. макс-адрес
:= $\langle \text{специфичен для станций} \rangle$;

иниц-интервал-ответа: constant длительность range октетный-интервал..
 $(2 \cdot 13 - 1) \cdot \text{октетный-интервал}$:= $\langle \text{специфичен для сети} \rangle$;

иниц-желание-участвовать: constant булево := $\langle \text{специфичен для станций} \rangle$;

иниц-макс-счет-запросов: constant целое
 $16 \dots 255$:= $\langle \text{специфичен для станций} \rangle$;

иниц-макс-число-попыток: constant целое range 0 .. 7 := 3;
— значение типа

иниц-время-удерж-маркера-высш-приоритета: constant целое
range 0 .. $(2 \cdot 16 - 1)$:= $\langle \text{специфичен для станций} \rangle$;

иниц-желаемое-время-обращения: array (-2, 0, 2, 4) constant
целое range 0 .. длительность-тайм-аута := $\langle \text{специфичен для станций} \rangle$;

иниц-нач-значение-тайм-аута-обслуживания-кольца constant
целое range 0 .. длительность-тайм-аута := $\langle \text{специфичен для станций} \rangle$;

— Определение типов

type интервалы-ответа is целое range 0..7;
 type адрес is целое range 0..макс-адрес;
 type счет-передач is целое range 0..макс-счет-передач;
 type приоритет-УЛЗ is целое range 0..7;
 type приоритет-УДС is (0, 2, 4, 6);
 type действия-УДС is (запрос-без-ответа, запрос-с-ответом,
 ответ);

type символ-УДС is (ноль, единица, не-данные, зап-нерабоч,
 плохой-сигнал, молчание);

— обозначаются соответственно (0, 1, N, P, B, S)
 символ-данных is символ-УДС range ноль..единица;

— обозначается D

type октет-данных array (0..7) of символ-данных;

type тип-блока-данных is
 record
 длина: целое range 0..макс-длина-блока-данных := 0;
 данные: array (0..макс-длина-блока-данных) of октет-
 ————— данных;
 end record;

type идентификатор-кадра is (управление-УДС, — 2#00#
 данные); — 2#10# или 2#01# или 2#11#

type тип-упр-кадра is (идк: идентификатор-кадра)

record
 case идк is
 when управление-УДС => типкддисп: целое range
 0..63;
 when данные =>
 record
 действие-УДС: действия-УДС:
 = запрос-без-ответа;
 приоритет: приоритет-УЛЗ := 7;

end record;

end case;

end record;

for тип-упр-кадра use — — определяет структуру подполя

record at мод 8

идк at 0 range 0..1;

типкддисп at 0 range 2..7;

действие-УДС at 0 range 2..4;

приоритет at 0 range 5..7;

end record;

type тип-КПК is array (0..3) of октет-данных;

type кадр-общ-назначения is

record

УК: тип-упр-кадра;

АП: адрес;

АО: адрес;

блок-данных: тип-блока-данных;

КПК: тип-КПК;

end record;

- Состояние 8 (ПЕРЕДАЧА-МАРКЕРА) имеет семь подсостоя-
- ний, каждое из которых представляет собой различные
- аспекты процесса передачи маркера. Эти подсостояния от-
- следиваются переменной состояние-передачи, которая при-
- надлежит к типу подсостояние-передачи-маркера.

type подсостояние-передачи-маркера is

(запрос-преемника,
передача-маркера,
повтор-передача-маркера,
передача-кто-следующий,
повтор-кто-следующий,
запрос-любой-станции,
общее-число-сбоев);

— Определения констант

нулевой-блок-данных: тип-блока-данных; — имеет длину ноль

заявка-маркера: тип-упр-кадра := (управление-УДС,

типкддисп => 2#000000#);

запрос-преемника-1: тип-упр-кадра := (управление-УДС),

типкддисп => 2#100000#);

запрос-преемника-2: тип-упр-кадра := (управление-УДС,

типкддисп => 2#010000#);

кто-следующий: тип-упр-кадра := (управление-УДС,

типкддисп => 2#110000#);

разрешение-соперничества: тип-упр-кадра := (управление-

УДС, типкддисп => 2#001000#);

маркер: тип-упр-кадра := (управление-УДС,

типкддисп => 2#000100#);

установить-преемника: тип-упр-кадра := (управление-УДС,

типкддисп => 2#001100#);

— Процедуры и пакеты

— Пакеты родовых тайм-аутов

generic

type метка is целое range 0.. длительность-тайм-аута;

type единица-времени is (октетный-интервал, интервал-

ответа);

package тайм-аут (инт-времени: единица-времени :=

октетный-интервал)

procedure старт (иниц: in метка);

function значение return метка;

function истек return булево;

end тайм-аут

- Тайм-ауты отсчитываются от значения «старт» вниз до нуля.
- Тайм-ауты истекают, когда их значение становится равным нулю.
- Временной интервал определяет дискретность тайм-аута или интервал счета. Каждый отсчет соответствует одной «единице времени», которая соответствует либо одному интервалу ответа, либо одному октетному интервалу в физической среде.

function блок-данных-заявки (cycle : in число-передач)
return тип-блока-данных.

- Выдает блок данных с произвольным содержимым и с полем его длины (указывая тем самым длительность его передачи), равным 0, 2, 4 или 6 интервалам-ответа. Эта длина зависит от двух бит адреса, указанных циклом сортировки адреса.

function макс-незанятость-шины return интервалы-ответа;

- Выдает 6 или 7 временных интервалов интервал-ответа: если наименьший-адрес, выдает 6 интервалов-ответа, в противном случае выдает 7 интервалов-ответа.

function задержка-ответа (ниже-ДС : in Boolean) return интервалы-ответа;

- Выдает 0 или 1 временных интервалов интервал-ответа: если ниже ДС, выдает 0 интервалов-ответа, в противном случае выдает 1 интервал-ответа.

function задержка-соперничества (cycle : in счет-передач)
return интервалы-ответа;

- Выдает 0, 1, 2 или 3 временных интервалов интервал-ответа, основываясь на дополнении до единиц двух бит адреса, указанного циклом сортировки адресов.

function ожидание-передачи (queue : in приоритет-УДС)
return булево;

- Выдает ИСТИННО при наличии ожидающего кадра в указанной очереди ожидающих кадров.

function ожидание-любой-передачи return булево;

- Выдает ИСТИННО при наличии ожидающего кадра в любой из очередей ожидающих кадров

procedure изъятие-ожидающего-кадра (queue : in
приоритет-УДС;

УК : out тип-упр-кадра;

АП : out адрес;

АО : out адрес;

блок-данных : out тип-блока-данных;

подавление-КПК : out булево);

- Выдает первый кадр из указанной очереди ожидающих кадров

procedure получение-ожидаемого-ответа (УК : out

тип-упр-кадра;

АП : out адрес;

АО : out адрес;

блок-данных : out тип-блока-данных;

подавление-КПК : out булево);

- Выдает кадр ответа, сформированный пользователем-УДС
- после приема кадра запрос-с-ответом. Эта «очередь» мо-
- жет иметь максимум один элемент.

procedure передача (УК : in тип-упр-кадра;

АП : in адрес := <ДС ИЛИ любой индивидуальный
адрес>;

АО : in адрес := <ДС>;

блок-данных : in тип-блока-данных := нулевой-блок-
данных;

подавление-КПК : in булево := false);

- Выдает указанный кадр последовательно по символам в фи-
- зический уровень для передачи. Если запрошено подавле-
- ние-КПК, то КПК не присоединяется и последние четыре
- октета блока-данных служат в качестве КПК.

function принят-ответ return булево;

- Выдает ИСТИННО после того, как ИНТ—КА примет ответ
- на неподтвержденный кадр запрос-с-ответом.

—— Булевы переменные

шина-свободна: булево;

ожидаемое-отражение: булево;

первые-помехи: булево;

опознан-преемник: булево;

в-кольце: булево;

желание-участвовать: булево;

маркер-передан: булево;

наименьший-адрес: булево;

пакет-помех: булево;

СС-известен: булево;

питание-вкл.: булево;

ПМ-кадр-данных: булево;

ПМ-протокольный-кадр: булево;

станция-ограниченной-активности: булево;

подавление-КПК: булево.

—— Адресные переменные

ДС: адрес; —— данная станция

СС: адрес; —— следующая станция

ПС: адрес; —— предыдущая станция

ВМ: адрес; —— владелец маркера

Текущее состояние	Имя перехода	Следующее состояние
0. АВТОНОМНОЕ	Инициация	1. ДЕЖУРНОЕ
1. ДЕЖУРНОЕ	новый_преемник	1. ДЕЖУРНОЕ
1. ДЕЖУРНОЕ	нет_преемника-1	1. ДЕЖУРНОЕ
1. ДЕЖУРНОЕ	прием_маркера	5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ_МАРКЕРА
1. ДЕЖУРНОЕ	ввод_запроса_вхождения	2. ЗАПРОС_ВХОЖДЕНИЯ
1. ДЕЖУРНОЕ	восст_запроса_вхождения	2. ЗАПРОС_ВХОЖДЕНИЯ
1. ДЕЖУРНОЕ	собственный_кадр-1	1. ДЕЖУРНОЕ
1. ДЕЖУРНОЕ	дублированный_адрес-1	0. АВТОНОМНОЕ
1. ДЕЖУРНОЕ	«латание»_кольца	2. ЗАПРОС_ВХОЖДЕНИЯ
1. ДЕЖУРНОЕ	несвободная_шина	1. ДЕЖУРНОЕ
1. ДЕЖУРНОЕ	отсутствие_маркера	4. ЗАЯВКА_МАРКЕРА

Продолжение

Текущее состояние	Имя перехода	Следующее состояние
1. ДЕЖУРНОЕ 1. ДЕЖУРНОЕ 1. ДЕЖУРНОЕ 1. ДЕЖУРНОЕ	выход_из_кольца незанятая_станция передача_ответа опознана_другая_станция	1. ДЕЖУРНОЕ 1. ДЕЖУРНОЕ 1. ДЕЖУРНОЕ 1. ДЕЖУРНОЕ
2. ЗАПРОС_ВХОЖДЕНИЯ 2. ЗАПРОС_ВХОЖДЕНИЯ	продолжение_соперничества потеря_соперничества-2	3. ЗАДЕРЖКА_ЗАПРОСА 1. ДЕЖУРНОЕ
3. ЗАДЕРЖКА_ЗАПРОСА 3. ЗАДЕРЖКА_ЗАПРОСА 3. ЗАДЕРЖКА_ЗАПРОСА 3. ЗАДЕРЖКА_ЗАПРОСА 3. ЗАДЕРЖКА_ЗАПРОСА 3. ЗАДЕРЖКА_ЗАПРОСА 3. ЗАДЕРЖКА_ЗАПРОСА 3. ЗАДЕРЖКА_ЗАПРОСА 3. ЗАДЕРЖКА_ЗАПРОСА	задержка_соперничества выигрыш_соперничества «латание»_при_выигрыше потеря_соперничества-3 конец_соперничества конец_всех_соперничеств игнорирование_соперников игнорирование_помех длительная_неактивность_шины	2. ЗАПРОС_ВХОЖДЕНИЯ 5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ_МАРКЕРА 5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ_МАРКЕРА 1. ДЕЖУРНОЕ 1. ДЕЖУРНОЕ 0. АВТОНОМНОЕ 3. ЗАДЕРЖКА_ЗАПРОСА 3. ЗАДЕРЖКА_ЗАПРОСА 1. ДЕЖУРНОЕ
4. ЗАЯВКА_МАРКЕРА 4. ЗАЯВКА_МАРКЕРА 4. ЗАЯВКА_МАРКЕРА	проигрыш_при_сортровке_адресов продолжение_сортровки_адресов выигрыш_при_сортровке_адресов	1. ДЕЖУРНОЕ 4. ЗАЯВКА_МАРКЕРА 5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ_МАРКЕРА
5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ_МАРКЕРА 5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ_МАРКЕРА	передача_кадра отсутствие_передачи	6. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА_ИНТ_КА 7. КОНТРОЛЬ_КЛАССА_ДОСТУПА
6. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА_ИНТ_КА 6. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА_ИНТ_КА	отсутствие_тайм-аута повторная_попытка	5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ_МАРКЕРА 6. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА_ИНТ_КА

Текущее состояние	Имя перехода	Следующее состояние
6. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА_ИНТ_КА 6. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА_ИНТ_КА 6. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА_ИНТ_КА	отсутствие_ответа_6 неожидаемый_кадр_6 собственный_кадр_6	5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ_МАРКЕРА 1. ДЕЖУРНОЕ 6. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА_ИНТ_КА
7. КОНТРОЛЬ_КЛАССА_ДОСТУПА 7. КОНТРОЛЬ_КЛАССА_ДОСТУПА 7. КОНТРОЛЬ_КЛАССА_ДОСТУПА 7. КОНТРОЛЬ_КЛАССА_ДОСТУПА 7. КОНТРОЛЬ_КЛАССА_ДОСТУПА	следующий_класс_дос- тупа выход_из_кольца вып_запроса_преемника вып_передачи_маркера вып_запроса_любой_станции	5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ_МАРКЕРА 8. ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА 8. ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА 8. ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА 8. ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА
8. ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА 8. ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА 8. ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА 8. ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА 8. ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА 8. ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА 8. ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА 8. ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА 8. ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА	открыто_одно_окно_ответа открыто_два_окна_ответа передача_маркера вопрос_кто_следующий запрос_любой_станции передача_молчания_себе станция_огранич_ак- тивности нет_преемника_8 нет_перспективы	10. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА 10. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА 9. КОНТРОЛЬ_ПЕРЕДАЧИ_МАРКЕРА 10. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА 10. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА 5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ_МАРКЕРА 1. ДЕЖУРНОЕ 1. ДЕЖУРНОЕ 0. АВТОНОМНОЕ
9. КОНТРОЛЬ_ПЕРЕДАЧИ_МАРКЕРА 9. КОНТРОЛЬ_ПЕРЕДАЧИ_МАРКЕРА 9. КОНТРОЛЬ_ПЕРЕДАЧИ_МАРКЕРА 9. КОНТРОЛЬ_ПЕРЕДАЧИ_МАРКЕРА 9. КОНТРОЛЬ_ПЕРЕДАЧИ_МАРКЕРА 9. КОНТРОЛЬ_ПЕРЕДАЧИ_МАРКЕРА	безуспешная_передача_маркера собственный_кадр_9 собственный_маркер вероятно_собственный_маркер передача_хор нет_уверенности	8. ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА 9. КОНТРОЛЬ_ПЕРЕДАЧИ_МАРКЕРА 9. КОНТРОЛЬ_ПЕРЕДАЧИ_МАРКЕРА 9. КОНТРОЛЬ_ПЕРЕДАЧИ_МАРКЕРА 1. ДЕЖУРНОЕ 9. КОНТРОЛЬ_ПЕРЕДАЧИ_МАРКЕРА

Продолжение

Текущее состояние	Имя перехода	Следующее состояние
9. КОНТРОЛЬ_ПЕРЕДАЧИ_МАРКЕРА	вероятно_хор	1. ДЕЖУРНОЕ
10. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА	нет_ответа_10	8. ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА
10. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА	успешное_разрешение	8. ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА
10. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА	собственный_адрес_10	10. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА
10. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА	опознан_преемник	10. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА
10. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА	игнорирование_ответа	10. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА
10. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА	не ожидавшийся_кадр_10	1. ДЕЖУРНОЕ
10. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА	передача_разрешения	10. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА
10. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА	разрешение_безуспешно	8. ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА

7.2.3. Таблица переходов состояний УД_КА

Текущее состояние Условие выхода Выполняемое действие	Имя перехода	Следующее состояние
---	--------------	---------------------

7.2.3.0. Состояние АВТОНОМНОЕ

0. АВТОНОМНОЕ	инициация	1. ДЕЖУРНОЕ
Вкл_питания		
И УЗ_ДЕЙСТВИЕ.привлечение (инициация)		— см. п. 3.2.11.2
— Информация о конфигурации УДС, обеспечиваемая диспетчером		
— За инициацию подуровня УДС при включении питания станции несет ответственность ДИСП		
— Сюда входят значения:		
— иниц_интервал_ответа	(кратен октетному_интервалу)	
— иниц_ДС	(адрес данной станции)	
— иниц_длина_адреса	(предполагается в ДС)	
— иниц_желаемое_время_оборота (по одному для каждого из классов доступа 4, 2, 0 и обслуживание_кольца, —2)		
— иниц_время_удержания_маркера_высш_приоритета		
— иниц_макс_счет_запросов		
— иниц_нач_значение_таймера_обслуж_кольца		

Текущее состояние Условие выхода Выполняемое действие	Имя перехода	Следующее состояние
— и другие переменные, которые, возможно, потребуется инициализировать		
— Примеры тайм-аутов, используемых в УД_КА		
package тайм-аут-шина-свободна is новый тайм-аут (инт-времени		= > интервал-ответа);
package тайм-аут-соперничества is новый тайм-аут (инт-времени		= > интервал-ответа);
package тайм-аут-заявки is новый тайм-аут (инт-времени		= > интервал-ответа);
package тайм-аут-окна-ответа is новый тайм-аут (инт-времени		= > интервал-ответа);
package тайм-аут-передачи-маркера is новый тайм-аут		(инт-времени = > интервал-ответа);
package тайм-аут-удержания-маркера is новый тайм-аут		(инт-времени = > октетный-интервал);
package тайм-аут-оборота-маркера		
is agay (обслуживание-кольца . . 4) of нового тайм-аута		(инт-времени = > октетный-интервал);
— использовано только — 2, 0, 2, 4		
— Скопировать параметры инициации в качестве текущих значений		
ДС := иниц-ДС;		
интервал-ответа := иниц-интервал-ответа;		
макс-счет-запросов := иниц-макс-счет-запросов;		
макс-число-попыток := иниц-макс-число-попыток;		
время-удерж-маркера-высш-приоритета		
: = иниц-время-удерж-маркера-высш-приоритета;		
желаемое-время-оборота := иниц-желаемое-время-оборота;		
нач-значение-тайм-аута-обслуживания-кольца		
: = иниц-нач-значение-тайм-аута-обслуживания-кольца;		
желание-участвовать := иниц-желание-участвовать;		
мин-длина-преамбулы-после-молчания		
: = <соответствующий физический параметр>;		
— получить длину преамбулы из физического уровня		
— Установить начальные значения внутренних переменных		
в-кольце := false;		
СС-известен := false;		
наименьший-адрес := false;		
станция-ограниченной-активности := false;		
маркер-передан := false;		

Продолжение

Текущее состояние Условие выхода Выполняемое действие	Имя перехода	Следующее состояние
счет_сбоев_передатчика := 0; УЗ_СОБЫТИЕ.уведомление (нет_преемника); тайм-аут_неактивности_шины.старт (макс_незанятость_шины);		

7.2.3.1. Состояние ДЕЖУРНОЕ

1. ДЕЖУРНОЕ	прием-маркера	5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ-МАРКЕРА
ПМ_протокольный-кадр И ПМ_кадр.УК = маркер И ПМ_кадр.АО /= ДС И ПМ_кадр.АП = ДС И в-кольце — прием маркера станция_ограниченной_активности := false; ПС := ПМ_кадр.АО; — установлен предшественник — установка наивысшего класса-доступа класс-доступа := макс-класс-доступа; тайм-аут-удержания-маркера.старт (время-удерж-маркера-высш-приоритета); ПМ_протокольный-кадр := false;		

1. ДЕЖУРНОЕ	новый-преемник	1. ДЕЖУРНОЕ
ПМ_протокольный-кадр И ПМ_кадр.УК = установить-преемника И ПМ_кадр.АО /= ДС И ПМ_кадр.АП = ДС И ПМ_кадр.блок-данных /= ДС И в-кольце — опознан новый преемник СС := ПМ_кадр.блок-данных; наименьший-адрес := (СС > ДС); СС-известен := true; станция_ограниченной_активности := false; счет_запросов := 0; маркер-передан := false; УЗ_СОБЫТИЕ.уведомление (новый-преемник, СС);		

Текущее состояние Условие выхода Выполняемое действие	Имя перехода	Следующее состояние
тайм-аут-неактивности-шины.старт (макс-незанятость-шины); ПМ-протокольный-кадр := false;		
1. ДЕЖУРНОЕ ПМ-протокольный-кадр И ПМ-кадр.УК = установить-преемника И ПМ-кадр.АО /= ДС И ПМ-кадр.АП = ДС И ПМ-кадр.блок-данных = ДС И в-кольце —— преемник — сама станция — единственная станция —— в кольце СС := ПМ-кадр.блок-данных; СС-известен := false; —— ни одной станции в кольце станция-ограниченной-активности := false; счет-запросов := 0; маркер-передан := false; УД-СОБЫТИЕ уведомление (нет-преемника); тайм-аут-неактивности-шины.старт (макс-незанятость-шины); ПМ-протокольный-кадр := false;	нет-преемника-1	1. ДЕЖУРНОЕ
1. ДЕЖУРНОЕ ПМ-протокольный-кадр И ПМ-кадр.АО /= ДС И НЕ (в-кольце И СС-известен) —— не участвует в работе кольца И (желание-участвовать ИЛИ ожидание-любой-передачи) И ((ПМ-кадр.УК = запрос-преемника-1) И ПМ-кадр.УК > ДС И ПМ-кадр.АП < ДС) ИЛИ (ПМ-кадр.УК = запрос-преемника-2 И (ПМ-кадр.АО > ДС ИЛИ ПМ-кадр.АП < ДС))) —— Запрос-преемника опознан, что позволяет данной	ввод-запроса-вхождения	2. ЗАПРОС-ВХОЖДЕНИЯ

Продолжение

Текущее состояние Условие выхода Выполняемое действие	Имя перехода	Следующее состояние
<p> — станция ответить в качестве возможного приемника. — Предполагается соперничество $\text{счет_прохождений_соперничества} := 0$; $\text{счет_передач_маркера} := 0$; $\text{передан_маркер} := \text{false}$; $\text{ВМ} := \text{ПМ_кадр.АО}$; — сохранение адреса текущего ВМ; $\text{СС} := \text{ПМ_кадр.АП}$; $\text{наименьший_адрес} := (\text{ДС} < \text{СС})$; $\text{станция_ограниченной_активности} := \text{false}$; — инициация «истечения» тайм-аутов_оборота_маркера $\text{тайм-аут_оборота_маркера (4).старт (0)}$; $\text{тайм-аут_оборота_маркера (2).старт (0)}$; $\text{тайм-аут_оборота_маркера (0).старт (0)}$; $\text{тайм-аут_оборота_маркера (обслуживание_кольца).старт ($ $\quad \text{нач_значение_тайм-аута_обслуживания_кольца})$; $\text{тайм-аут_соперничества.старт (задержка_ответа (ДС} < \text{ДМ))}$; $\text{ПМ_протокольный_кадр} := \text{false}$; </p>		

1. ДЕЖУРНОЕ

восст-запроса-
вхождения2. ЗАПРОС-
ВХОЖДЕНИЯ

ПМ_протокольный_кадр
 И ПМ_кадр.АП / = ДС
 И в_кольце
 И СС_известен
 И (желание_участвовать ИЛИ ожидание_любой_передачи)
 И ((ПМ_кадр.УК = запрос_приемника-1
 И ПМ_кадр.АО > ДС
 И ПМ_кадр.АП < ДС)
 ИЛИ (ПМ_кадр.УК = запрос_приемника-2
 И (ПМ_кадр.АО > ДС
 ИЛИ ПМ_кадр.АП < ДС)))
 — Данная станция была в кольце, но в данное время она
 — пропускается по некоторым причинам.
 — Кадр запрос_приемника опознан, что позволяет данной
 — станции ответить в качестве возможного приемника.
 — Предполагается соперничество.
 $\text{счет_прохождений_соперничества} := 0$;
 $\text{счет_запросов} := 0$;

Текущее состояние Условие выхода Выполняемое действие	Имя перехода	Следующее состояние
маркер_передан := false; ВМ := ПМ_кадр.АО; станция_ограниченной_активности := false; тайм-аут_соперничества.старт (задержка-ответа (ДС < ВМ)); ПМ_протокольный_кадр := false;		
1. ДЕЖУРНОЕ (ПМ_протокольный_кадр ИЛИ маркер_передан) ИЛИ ПМ_кадр-данных) И ПМ_кадр.АО = ДС — игнорирование собственного кадра тайм-аут-неактивности_шины.старт (макс-незанятость-шины); ПМ_протокольный_кадр := false;	собственный_кадр-1	1. ДЕЖУРНОЕ
1. ДЕЖУРНОЕ ПМ_протокольный_кадр И ПМ_кадр.АО = ДС И НЕ маркер_передан — Обнаружен дублированный адрес станции. Информирование диспетчера сети УЗ_СОБЫТИЕ.уведомление (дублированный_адрес);	дублированный_адрес-1	0. АВТОНОМНОЕ
1. ДЕЖУРНОЕ ПМ_протокольный_кадр И ПМ_кадр.УК = кто_следующий И ПМ_кадр.АО /= ДС И ПМ_кадр.блок-данных = ПС И в_кольце — Распознает сообщение кто_следующий от предшественника предшествующей станции и отвечает сообщением установить-посредника, чтобы «зала- тать» кольцо после выхода из него неисправной станции (предшественника ДС). Возможно соперничество	«латание»-кольца	2. ЗАПРОС-ВХОЖДЕНИЯ

Продолжение

Текущее состояние Условие выхода Выполняемое действие	Имя перехода	Следующее состояние
счет_прохождений_соперничества := 0; счет_запросов := 0; маркер_передан := false; ДС := ПМ_кадр.АО; станция_ограниченной_активности := false; тайм-аут_соперничества.старт (0); ПМ_протокольный_кадр := false;		
1. ДЕЖУРНОЕ	несвободная-шина	1. ДЕЖУРНОЕ
пакет-помех ——— шина не свободна ——— сброс тайм-аута-неактивности-шины тайм-аут-неактивности-шины.старт (макс-незанятость-шины); пакет-помех := false;		
1. ДЕЖУРНОЕ	отсутствие-маркера	4. ЗАЯВКА-МАРКЕРА
тайм-аут-неактивности-шины.истек И молчание-шины И НЕ (ПМ_протокольный_кадр ИЛИ ПМ_кадр-данных ИЛИ пакет-помех) И (ожидание-любой-передачи) ИЛИ в-кольце ИЛИ (желание-участвовать И НЕ станция-ограниченной-активности)) ——— в случае выхода из строя приемника ДС ——— нет маркера, поэтому передача заявки счет-передач-заявки := 1; бдз := блок-данных-заявки (счет-передач-заявки); передача (УК => заявка-маркера, блок-данных => бдз); тайм-аут-заявки.старт (1);		
1. ДЕЖУРНОЕ	выход-из-кольца	1. ДЕЖУРНОЕ
ПМ_протокольный_кадр И ПМ_кадр.АО /= ДС И в-кольце		

Текущее состояние Условие выхода Выполняемое действие	Имя перехода	Следующее состояние
И (желание-участвовать ИЛИ ожидание-любой-передачи) И (ПМ_кадр.УК = запрос-преемника-1 И ПМ_кадр.АО > ДС И ПМ_кадр.АП < ДС) ИЛИ (ПМ_кадр.УК = запрос-преемника-2 И (ПМ_кадр.АО > ДС ИЛИ ПМ_кадр.АП < ДС))) — Данная станция вышла из кольца маркер-передан := false; станция-ограниченной-активности := false; в-кольце := false; СС-известен := false; УЗ-СОБЫТИЕ.уведомление (нет-преемника); тайм-аут-неактивности-шины.старт (макс-незанятость- шины); ПМ-протокольный-кадр := false;		
1. ДЕЖУРНОЕ	незанятая-станция	1. ДЕЖУРНОЕ
тайм-аут-неактивности-шины.истек И молчание-шины И НЕ (ПМ-протокольный-кадр ИЛИ ПМ-кадр-данных ИЛИ пакет-помех) И НЕ ожидание-любой-передачи И НЕ в-кольце И (НЕ желание-участвовать ИЛИ станция-ограниченной- активности) — Кольцо вышло из строя — Сброс тайм-аута-неактивности-шины для захвата — шины тайм-аут-неактивности-шины.старт (макс-незанятость-шины);		
1. ДЕЖУРНОЕ	передача-ответа	1. ДЕЖУРНОЕ
ПМ-кадр-данных И ПМ_кадр.АО /= ДС И ПМ_кадр.АП = ДС И ПМ_кадр.УК.действие-УДС = запрос-с-ответом — Получен запрос-с-ответом — Станция должна начать выдачу ответа в течение двух		

Продолжение

Текущее состояние Условие выхода Выполняемое действие	Имя перехода	Следующее состояние
<p> — интервалов-ответа, если эта факультативная возможность обеспечивается станция-ограниченной-активности := false; получить-ожидаемый-ответ (<div style="margin-left: 100px;"> УК => управление-кадра, АП => получатель, АО => отправитель, блок-данных => сбд, подавление-КПК => подавить-КПК); </div> передача (УК => управление-кадра, АП => получатель, АО => отправитель, блок-данных => сбд, подавление-КПК => подавить-КПК); маркер-передан := true; тайм-аут-неактивности-шины.старт (макс-незанятость-шины); </p>		

1. ДЕЖУРНОЕ

опознана-другая-станция

1. ДЕЖУРНОЕ

- Примечание. Нижеследующее определяет инверсию совокупности всех изложенных выше условий приема-кадра, то есть предполагается то же, что и «в-противном-случае» или «ничего-из-вышперечисленного».

(ПМ-кадр-данных
 И НЕ (ПМ-кадр.УК.действие-УДС = запрос-с-ответом
 И ПМ-кадр.АП = ДС)
 ИЛИ (ПМ-протокольный-кадр
 И НЕ — любое из нижеперечисленного
 (ПМ-кадр.АО = ДС
 ИЛИ (ПМ-кадр.УК = установить-преемника
 И ПМ-кадр.АП = ДС
 И в-кольце)
 ИЛИ (ПМ-кадр.УК = маркер
 И ПМ-кадр.АП = ДС
 И в-кольце)
 ИЛИ (ПМ-кадр.УК = запрос-преемника-1
 И (в-кольце ИЛИ желание-участвовать

Текущее состояние Условие выхода Выполняемое действие	Имя перехода	Следующее состояние
---	--------------	---------------------

ИЛИ ожидание-любой-передачи)
 И ПМ_кадр.АП < ДС
 И ПМ_кадр.АО > ДС)
 ИЛИ (ПМ_кадр.УК = запрос-преемника-2
 И (в-кольце ИЛИ желание-участвовать
 ИЛИ ожидание-любой-передачи)
 И (ПМ_кадр.АП < ДС)
 ИЛИ ПМ_кадр.АО > ДС)
 ИЛИ (ПМ_кадр.УК = кто-следующий
 И ПМ_кадр.блок-данных = ПС)
 и в-кольце)))
 маркер-передан := false;
 станция-ограниченной-активности := false;
 тайм-аут-неактивности-шины.старт (макс-незанятость-шины);
 ПМ-протокольный-кадр := false;

7.2.3.2. Состояние ЗАПРОС ВХОЖДЕНИЯ

2. ЗАПРОС- ВХОЖДЕНИЯ	продолжение- соперничества	3. ЗАДЕРЖКА- ЗАПРОСА
тайм-аут-соперничества. истек		
И молчание-шины		
И НЕ (ПМ-протокольный-кадр ИЛИ ПМ-кадр-данных ИЛИ пакет-помех)		
передача (УК = установить-преемника, АП => ВМ, — самый последний надежный АО блок-данных => ДС);		
тайм-аут-неактивности-шины.старт (макс-незанятость- шины);		

2. ЗАПРОС- ВХОЖДЕНИЯ	потеря- соперничества-2	1. ДЕЖУРНОЕ
(ПМ-протокольный-кадр ИЛИ ПМ-кадр-данных ИЛИ пакет-помех)		
— Исчезновение соперничества и событие повторной обра-		
— ботки в состоянии 1		
— ОТСУТСТВИЕ ДЕЙСТВИЙ		

Текущее состояние Условие выхода Выполняемое действие	Имя перехода	Следующее состояние
7.2.3.3. Состояние ЗАДЕРЖКА_ЗАПРОСА		
3. ЗАДЕРЖКА_ЗАПРОСА	задержка-соперничества	2. ЗАПРОС_ВХОЖДЕНИЯ
ПМ_протокольный_кадр И ПМ_кадр.УК = разрешение_соперничества И счет_прохождений_соперничества < макс_число_передач — задержка до следующей соперничающей передачи — длительность задержки зависит от бит адреса, индексируемых — счетом_прохождений_соперничества счет_прохождений_соперничества := счет_прохождений_соперничества + 1 тайм-аут_соперничества.старт (задержка_соперничества (счет_прохождений_соперничества)); ПМ_протокольный_кадр := false;		
3. ЗАДЕРЖКА_ЗАПРОСА	выигрыш-соперничества	5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ_МАРКЕРА
ПМ_протокольный_кадр И ПМ_кадр.УК = маркер И ПМ_кадр.АП = ДС И НЕ СС_известен — здесь передается маркер, поэтому станция остается в — кольце в_кольце := true; СС_известен := true; ПС := ПМ_кадр.АО; счет_сбоев_передатчика := 0; — установить класс доступа в наивысшее значение класс_доступа := макс_класс_доступа; УЗ_СОБЫТИЕ.уведомление (новый_преемник, СС); тайм-аут_удерж_маркера.старт (время_удерж_маркера- высш-приор); ПМ_протокольный_кадр := false;		
3. ЗАДЕРЖКА_ЗАПРОСА	«латание»-при-выигрыше	5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ_МАРКЕРА
ПМ_протокольный_кадр И ПМ_кадр.УК = маркер		

Текущее состояние Условие выхода Выполняемое действие	Имя перехода	Следующее состояние
И ПМ_кадр.АП = ДС И СС_известен — Здесь передается маркер, поэтому станция возвращается в — кольцо ПС := ПМ_кадр.АО; счет_сбоев_передатчика := 0; — Установить наивысшее значение класса_доступа класс_доступа := макс_класс_доступа; тайм-аут-удержания_маркера.старт (время_удерж_маркера_высш_приоритета); ПМ_протокольный_кадр := false;		
3. ЗАДЕРЖКА- ЗАПРОСА	потеря- соперничества-3	1. ДЕЖУРНОЕ
(счет_прохождений_соперничества < макс_счет_прохождений И (ПМ_кадр_данных ИЛИ (ПМ_протокольный_кадр И ПМ_кадр.УК = маркер И ПМ_кадр.АП /= ДС) ИЛИ (ПМ_протокольный_кадр И ПМ_кадр.УК /= маркер И ПМ_кадр.УК /= установить_преемника И ПМ_кадр.УК /= разрешение_соперничества))) или (ПМ_протокольный_кадр И ПМ_кадр.УК = разрешение_соперничества И счет_прохождений_соперничества > = макс_счет_прохождений) — Что-то еще продолжается, поэтому соперничество долж- — но закончиться. Возврат в состояние ДЕЖУРНОЕ и — повторная обработка события. — ОТСУТСТВИЕ ДЕЙСТВИЙ		
3. ЗАДЕРЖКА- ЗАПРОСА	конец- соперничества	1. ДЕЖУРНОЕ
(ПМ_кадр_данных ИЛИ (ПМ_протокольный_кадр И ПМ_кадр.УК = маркер И ПМ_кадр.АП /= ДС) ИЛИ (ПМ_протокольный_кадр		

Продолжение

Текущее состояние Условие выхода Выполняемое действие	Имя перехода	Следующее состояние
И ПМ_кадр.УК /= маркер И ПМ_кадр.УК /= установить-преемника И ПМ_кадр.УК /= разрешение-соперничества)) И счет_прохождений_соперничества >= макс_счет_прохождений И счет_сбоев_передатчика < макс_счет_сбоев_передатчика — Продвижение к концу процесса соперничества, поэтому — отсчитываются последовательные сбои для обнару- — жения неисправного передатчика. — Обработка кадра в состоянии ДЕЖУРНОЕ счет_сбоев_передатчика := счет_сбоев_передатчика + 1;		
3. ЗАДЕРЖКА- ЗАПРОСА	конец-всех- соперничеств	0. АВТОНОМНОЕ
(ПМ_кадр-данных ИЛИ (ПМ_протокольный-кадр И ПМ_кадр.УК = маркер И ПМ_кадр.АП /= ДМ) ИЛИ (ПМ_протокольный-кадр И ПМ_кадр.УК /= маркер И ПМ_кадр.УК /= установить-преемника И ПМ_кадр.УК /= разрешение-соперничества)) И счет_прохождений_соперничества >= макс_счет_прохождений И счет_сбоев_передатчика >= макс_счет_сбоев_передатчика — Возможно условие «неисправный передатчик». — Предполагается наихудший случай УЗ_СОБЫТИЕ.уведомление (неисправный-передатчик);		
3. ЗАДЕРЖКА- ЗАПРОСА	игнорирование- соперников	3. ЗАДЕРЖКА- ЗАПРОСА
ПМ_протокольный-кадр И ПМ_кадр.УК = установить-преемника ПМ_протокольный-кадр := false;		
3. ЗАДЕРЖКА- ЗАПРОСА	игнорирование- помех	3. ЗАДЕРЖКА- ЗАПРОСА
пакет-помех — игнорирование любого нераспознаваемого потока — сигналов		

Текущее состояние Условие выхода Выполняемое действие	Имя перехода	Следующее состояние
пакет_помех := false;		
3. ЗАДЕРЖКА— ЗАПРОСА	длительная— неактивность шины	1. ДЕЖУРНОЕ
тайм-аут-неактивности-шины.истек И молчание-шины И НЕ (ПМ-протокольный-кадр ИЛИ ПМ-кадр-данных ИЛИ пакет-помех) —— Кольцо, возможно, повреждено. Повторный запуск тайм-аута-неактивности-шины, возврат в состояние ДЕЖУРНОЕ и ожидание для уверенности тайм-аут-неактивности-шины.старт (макс-незанятость-шины);		
7.2.3.4. Состояние ЗАЯВКА_МАРКЕРА		
4. ЗАЯВКА— МАРКЕРА	проигрыш-при- сортировке-адресов	1. ДЕЖУРНОЕ
тайм-аут-заявки.истек И НЕ молчание-шины —— другие станции опознают передачи и выходят из соперничества тайм-аут-неактивности-шины.старт (макс-незанятость-шины);		
4. ЗАЯВКА— МАРКЕРА	продолжение— сортировки-адресов	4. ЗАЯВКА— МАРКЕРА
тайм-аут-заявки.истек И молчание-шины И счет-передач-заявки макс-число-передач —— Выполнить итерацию алгоритма многократной сортировки-адресов счет-передач-заявки := счет-передач-заявки + 1; —— Сформировать блок-данных длиной 0, 2, 4 или 6 интервалов-ответа бдз := блок-данных-заявки (счет-передач-заявки); передача (УК = > заявка-маркера, блок-данных = > бдз); тайм-аут-заявки. старт (1); —— задержка на один интервал-ответа		

Продолжение

Текущее состояние Условие выхода Выполняемое действие	Имя перехода	Следующее состояние
4. ЗАЯВКА- МАРКЕРА	выигрыш-при- сортировке-адресов	5. ИСПОЛЬЗОВА- НИЕ-МАРКЕРА
<p>тайм-аут-заявки.истек И молчание-шины И счет-передач-заявки \geq макс-число-передач — маркер не заявлен</p> <p>в-кольце := true; — установить тайм-ауты оборота-маркера в значение «истек»</p> <p>тайм-аут-оборота-маркера (4).старт (0); тайм-аут-оборота-маркера (2).старт (0); тайм-аут-оборота-маркера (0).старт (0); тайм-аут-оборота-маркера (обслуживание-кольца).старт (начальное-значение-тайм-аута-обслуживания- кольца);</p> <p>счет-запросов := 0; — установить класс-доступа в наивысшее значение класс-доступа := макс-класс-доступа; тайм-аут-удерж-маркера.старт (время-удерж-маркера- высш-пр);</p>		

7.2.3.5. Состояние ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАРКЕРА

5. ИСПОЛЬЗОВА- НИЕ-МАРКЕРА	передача-кадра	6. ОЖИДАНИЕ- ОТВЕТА-ИНТ-КА
<p>ожидание-передачи (класс-доступа) И НЕ тайм-аут-удержания-маркера.истек — передан один кадр пользователя-УДС текущего класса- доступа</p> <p>изъятие-ожидającego-кадра (очередь \geq класс-доступа, УК \geq управление-кадра, АП \geq получатель, АО \geq отправитель, — АО должен быть равен ДС, кроме узлов ретрансля- ции блок-данных \geq бдз подавление-КПК \geq подавить-КПК);</p>		

Текущее состояние Условие выхода Выполняемое действие	Имя перехода	Следующее состояние
оставшиеся_входы := макс_число_попыток; передан (УК = > управление_кадра, АП = > получатель, АО = > отправитель, блок_данных = > бдз подавление_КПК = > подавить_КПК); тайм-аут-окна-ответа.старт (3);		
5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ-МАРКЕРА	отсутствие-передачи	7. КОНТРОЛЬ-КЛАССА-ДОСТУПА
НЕ ожидание-передачи (класс-доступа) ИЛИ тайм-аут-удержания-маркера.истек ——— пора отдать маркер ——— установить следующий более высокий класс-доступа класс-доступа := класс-доступа — 2;		
7.2.3.6. Состояние ОЖИДАНИЕ-ОТВЕТА-ИНТ-КА		
6. ОЖИДАНИЕ-ОТВЕТА-ИНТ-КА	отсутствие-тайм-аута	5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ-МАРКЕРА
управление_кадра.действие_УДС=запрос-без-ответа ИЛИ получен-ответ ——— генерируется автоматом ИНТ—КА при получении ответа. ——— проверка наличия другого обслуживаемого запроса ——— ОТСУТСТВИЕ ДЕЙСТВИЙ		
6. ОЖИДАНИЕ-ОТВЕТА-ИНТ-КА	повторная-попытка	6. ОЖИДАНИЕ-ОТВЕТА-ИНТ-КА
тайм-аут_окна-ответа.истек И молчание-шины И оставшиеся_попытки > 0 И НЕ управление_кадра.действие_УДС = запрос-без-ответа И НЕ получен-ответ И НЕ (ПМ-протокольный-кадр ИЛИ ПМ-кадр-данных) оставшиеся_попытки := оставшиеся_попытки — 1; передача (УК = > управление_кадра,		

Продолжение

Текущее состояние Условие выхода Выполняемое действие	Имя перехода	Следующее состояние
АП => получатель, АО => отправитель, блок-данных => сбд, подавление-КПК => подавить-КПК); тайм-аут-окна-ответа.старт (3);		
6. ОЖИДАНИЕ- ОТВЕТА-ИНТ- КА	отсутствие- ответа-6	5. ИСПОЛЬЗОВА- НИЕ-МАРКЕРА
тайм-аут-окна-ответа.истек И молчание-шины И оставшиеся-попытки = 0 И НЕ управление-кадра. действие-УДС = запрос-без-ответа И НЕ получен-ответ И НЕ (ПМ-протокольный-кадр ИЛИ ПМ-кадр-данных) — проинформировать ИНТ-КА о отсутствии ответа ИНТ-КА-СОБЫТИЕ.уведомление (ответ-запоздывает); — проверить наличие другого обслуживаемого запроса		
6. ОЖИДАНИЕ- ОТВЕТА-ИНТ- КА	неожидаемый- кадр-6	1. ДЕЖУРНОЕ
НЕ управление-кадра. действие-УДС = запрос-без-ответа И НЕ получен-ответ И (ПМ-протокольный-кадр ИЛИ (ПМ-кадр-данных И ПМ-кадр.АП /= ДС)) И ПМ-кадр.АО /= ДС — Какая-то другая станция полагает, что она владеет мар- — кером, поэтому отсрочка путем уведомления ИНТ-КА — о ситуации и выход из кольца ИНТ-КА-СОБЫТИЕ.уведомление (неожидаемый-кадр);		
6. ОЖИДАНИЕ- ОТВЕТА-ИНТ- КА	собственный- кадр-6	6. ОЖИДАНИЕ- ОТВЕТА- ИНТ-КА
НЕ управление-кадра. действие-УДС = запрос-без-ответа И НЕ получен-ответ		

Текущее состояние Условие выхода Выполняемое действие	Имя перехода	Следующее состояние
И (ПМ_протокольный_кадр ИЛИ ПМ_кадр_данных) И ПМ_кадр.АО = ДС — Игнорирование собственного кадра ПМ_протокольный_кадр := false;		
7.2.3.7. Состояние КОНТРОЛЬ_КЛАССА_ДОСТУПА		
7. КОНТРОЛЬ_КЛАССА_ДОСТУПА	следующий_класс_доступа	5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ_МАРКЕРА
класс_доступа > обслуживание_кольца — Загрузка таймера_удержания_маркера остатком из тай- — мера_оборота_маркера для данного класса_доступа тайм-аут_удержания_маркера.старт (тайм-аут_оборота_маркера (класс_доступа). значение); — Повторный запуск таймера_оборота_маркера тайм-аут_оборота_маркера (класс_доступа). старт (желаемое_время_оборота (класс_доступа));		
7. КОНТРОЛЬ_КЛАССА_ДОСТУПА	выход-из-кольца	8. ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА
класс_доступа = обслуживание_кольца И СС_известен И НЕ желание_участвовать И НЕ ожидание_любой_передачи И счет_запросов > 0 — все уровни доступа проверены и все очереди пусты — Запрос на удаление из кольца и передача маркера сле- — дующей станции передача (УД = > установить_преемника, АП = > ПС, блок_данных = > СС); состояние_передачи := передача_маркера; счет_запросов := счет_запросов — 1; — Повторный запуск таймера обслуживания кольца «об- — ращение маркера» тайм-аут_обращения_маркера (обслуживание_кольца). старт (желаемое_время_обращения (обслуживание_кольца));		

7. КОНТРОЛЬ- КЛАССА- ДОСТУПА	выполнить- запрос-приемника	8. ПЕРЕДАЧА- МАРКЕРА
класс-доступа = обслуживание-кольца И СС-известен И счет-запросов = 0 И НЕ тайм-аут-оборота-маркера (обслуживание-кольца). истек		
<ul style="list-style-type: none"> — Все классы-доступа проверены и доступны при наличии — возможности. Сейчас новым станциям предлагается — войти в кольцо 		
состояние-передачи := запрос-приемника;		
— повторный старт тайм-аута оборота маркера (обслужи-		
вание-кольца)		
тайм-аут-оборота-маркера (обслуживание-кольца). старт (
желаемое-время-оборота (обслуживание-кольца));		

7. КОНТРОЛЬ- КЛАССА- ДОСТУПА	выполнить- передачу-маркера	8. ПЕРЕДАЧА- МАРКЕРА
класс-доступа = обслуживание-кольца И СС-известен И ((желание-участвовать ИЛИ ожидание-любой-передачи) И (счет-запросов > 0 ИЛИ (счет-запросов = 0 И тайм-аут-оборота-маркера (обслуживание-кольца). истек))		
<ul style="list-style-type: none"> — Все классы-доступа проверены и доступны при наличии — возможности. Передача маркера следующей станции 		
состояние-передачи := передача-маркера;		
счет-запросов := макс. (счет-запросов — 1, 0);		
— Повторный старт, тайм-аута-оборота-маркера (обслу-		
живание-кольца)		
тайм-аут-оборота-маркера (обслуживание-кольца) старт (
желаемое-время-оборота (обслуживание-кольца));		

7. КОНТРОЛЬ- КЛАССА- ДОСТУПА	выполнить- запрос-любой- станции	8. ПЕРЕДАЧА- МАРКЕРА
класс-доступа = обслуживание-кольца И НЕ СС-известен — Все классы-доступа проверены и доступны при наличии		

- возможность. Необходимо найти какого-либо прием-
 — ника
 состояние-передачи := запрос-любой-станции;
 — Повторный старт тайм-аута-оборота-маркера (обслу-
 — живание-кольца)
 тайм-аут-оборота-маркера (обслуживание-кольца). старт (
 желаемое-время-оборота (обслуживание-кольца));

7.2.3.8. Состояние ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА

- Примечание к состоянию 8. Подсостояния ПЕРЕДАЧА-МАРКЕРА и их упорядочение: Состояние 8 имеет 7 подсостояний, каждое из которых представляет различные аспекты процесса передачи маркера. Эти подсостояния отслеживаются переменной состояние-передачи, которая относится к типу подсостояние-передачи-маркера. Определение этого типа повторно дано ниже. Функция подсостояние-передачи-маркера (запрос-преемника) — это встроенная в станцию-преемник функция языка Ада, позволяющая последовательно перейти к следующему подсостоянию, не зная имени текущего состояния.
- подсостояние-передачи-маркера (запрос-преемника,
передача-маркера,
повторная-передача-маркера,
передача-кто-следующий,
повтор-кто-следующий,
запрос-любой-станции,
общее-число-сбоев);

8. ПЕРЕДАЧА-МАРКЕРА

открыто одно-
окно-ответа

10. ОЖИДАНИЕ-ОТВЕТА

передача-состояния = запрос-посылки
И НЕ наименьший-адрес

- ```

— открыть 1 окно ответа для станций с адресами между
— ДС и СС
счет_прохождений_разрешения := 0;
опознан_приемник := false;
ПМ_протокольный_кадр := false;
пакет_помех := false;

```

## Продолжение

| Текущее состояние<br>Условие выхода<br>Выполняемое действие                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Имя перехода                | Следующее состояние                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------|
| передача (УК => запрос-преемника-1,<br>АП => СС);<br>тайм-аут-окна-ответа. старт (1);                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                             |                                               |
| <b>8. ПЕРЕДАЧА-<br/>МАРКЕРА</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | открыто-два-окна-<br>ответа | <b>10. ОЖИДАНИЕ-<br/>ОТВЕТА</b>               |
| состояние-передачи = запрос-преемника<br>И наименьший-адрес<br>——— открыть 2 окна ответа для станций с адресами меньше-<br>——— ми или большими адреса любой станции кольца<br>счет-разрешений-соперничества := 0;<br>опознан-преемник := false;<br>ПМ-протокольный-кадр := false;<br>пакет-помех := false;<br>передача (УК => запрос-преемника-2,<br>АП => СС);<br>тайм-аут-окна-ответа. старт (2);                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                             |                                               |
| <b>8. ПЕРЕДАЧА-<br/>МАРКЕРА</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | передача-маркера            | <b>9. КОНТРОЛЬ-<br/>ПЕРЕДАЧИ-<br/>МАРКЕРА</b> |
| состояние-передачи = передача-маркера<br>ИЛИ состояние-передачи = повторная-передача-маркера<br>——— передача-маркера<br>передача (УК => маркер,<br>АП => СС);<br>маркер-передан := true;<br>——— «маркер-передан» не требуется устанавливать на этой<br>——— дуге.<br>——— Анализ показал, что невозможно перейти в состояние<br>——— ДЕЖУРНОЕ без «сливания» сетью кадров данной<br>——— станции.<br>——— Реализация этого действия факультативна и его исклю-<br>——— чение может повысить обнаруживаемость дублиро-<br>——— ванных адресов.<br>——— Следующие две переменные используются в состоянии<br>——— КОНТРОЛЬ-ПЕРЕДАЧИ-МАРКЕРА<br>первые-помехи := true;<br>ожидаемое-отражение := true; |                             |                                               |

| Текущее состояние<br>Условие выхода<br>Выполняемое действие                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Имя перехода               | Следующее состояние           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| ПМ_протокольный_кадр := false;<br>пакет_помех := false;<br>тайм-аут-передачи-маркера. старт (1);                                                                                                                                                                                                                                                        |                            |                               |
| 8. ПЕРЕДАЧА-<br>МАРКЕРА                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | вопрос-кто-<br>следующий   | 10. ОЖИДАНИЕ-<br>ОТВЕТА       |
| состояние_передачи = передача-кто-следующий<br>ИЛИ состояние_передачи = повтор-кто-следующий<br>счет_прохождения-разрешения := 0;<br>опознан_приемник := false;<br>ПМ_протокольный_кадр := false;<br>пакет_помех := false;<br>передача (УК = > кто-следующий,<br>блок-данных = > СС);<br>тайм-аут-окна-ответа. старт (3); — длительная задержка         |                            |                               |
| 8. ПЕРЕДАЧА-<br>МАРКЕРА                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | запрос-любой-<br>станции   | 10. ОЖИДАНИЕ-<br>ОТВЕТА       |
| состояние_передачи = запрос-любой-станции<br>— открыть два окна ответа, запрашивая любого потен-<br>— циального приемника<br>счет_прохождений-разрешения := 0;<br>опознан_приемник := false;<br>ПМ_протокольный_кадр := false;<br>пакет_помех := false;<br>передача (УК = > запрос-приемника-2,<br>АП = > ДС);<br>тайм-аут-окна-ответа. старт (2);      |                            |                               |
| 8. ПЕРЕДАЧА-<br>МАРКЕРА                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | передача-<br>молчания-себе | 5. ИСПОЛЬЗОВА-<br>НИЕ-МАРКЕРА |
| состояние_передачи = общее-число-сбоев<br>ИЛИ ожидание-любой-передачи<br>— Ни одна станция не передает, поэтому передача маркера<br>— себе, пока очередь на передачу не будет исчерпана<br>— Установить наивысший класс-доступа<br>класс-доступа := макс-класс-доступа;<br>тайм-аут-удержания-маркера. старт (время-удерж-<br>маркера-вышш-приоритета); |                            |                               |

## Продолжение

| Текущее состояние<br>Условие выхода<br>Выполняемое действие                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Имя перехода                            | Следующее состояние |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------|
| 8. ПЕРЕДАЧА-<br>МАРКЕРА                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | станция-<br>ограниченной-<br>активности | 1. ДЕЖУРНОЕ         |
| <p>состояние-передачи = общее-число-сбоев<br/> И НЕ ожидание-любой-передачи<br/> И станция-ограниченной-активности<br/> — Это состояние достигнуто в последний момент.<br/> — Вероятно, это единственная активная станция, поэтому<br/> — переход в состояние ДЕЖУРНОЕ<br/> в-кольце := false;<br/> СС-известен := false;<br/> наименьший-адрес := false;<br/> тайм-аут-неактивности-шины. старт (макс-незанятость-<br/> шины);</p>                                                                                                                                                                                                                                                           |                                         |                     |
| 8. ПЕРЕДАЧА-<br>МАРКЕРА                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | нет-приемника-8                         | 1. ДЕЖУРНОЕ         |
| <p>состояние-передачи = общее-число-сбоев<br/> И НЕ ожидание-любой-передачи<br/> И НЕ станция-ограниченной-активности<br/> И счет-сбоев-передатчика &lt;= макс-счет-сбоев-передатчика<br/> — Ни один приемник не найден. Возможна ситуация «глу-<br/> — хой приемник» или «неисправный передатчик»<br/> — Предполагается наличие сбоя; не передавать маркер се-<br/> — бе<br/> в-кольце := false;<br/> СС-известен := false;<br/> наименьший-адрес := false;<br/> станция-ограниченной-активности := true;<br/> счет-сбоев-передатчика := счет-сбоев-передатчика + 1;<br/> УЗ-СОБЫТИЕ. уведомление (нет-приемника);<br/> тайм-аут-неактивности-шины. старт (макс-незанятость-<br/> шины);</p> |                                         |                     |
| 8. ПЕРЕДАЧА-<br>МАРКЕРА                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | нет-перспективы                         | 0. АВТОНОМНОЕ       |
| <p>состояние-передачи = общее-число-сбоев<br/> И НЕ ожидание-любой-передачи</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                         |                     |

| Текущее состояние<br>Условие выхода<br>Выполняемое действие | Имя перехода | Следующее состояние |
|-------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|
| И НЕ станция-ограниченной-активности                        |              |                     |
| И счет-сбоев-передатчика $\geq$ макс-счет-сбоев-передатчика |              |                     |
| — Не найден ни один преемник. Возможна ситуация «не-        |              |                     |
| — исправный передатчик». Предполагается худший слу-         |              |                     |
| — чай.                                                      |              |                     |
| УЗ-СОБЫТИЕ. уведомление (неисправный-передатчик);           |              |                     |

## 7.2.3.9 Состояние КОНТРОЛЬ\_ПЕРЕДАЧИ\_МАРКЕРА

|                                                                                        |                              |                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------|
| 9. КОНТРОЛЬ_ПЕРЕДАЧИ_МАРКЕРА                                                           | безуспешная-передача-маркера | 8. ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА |
| тайм-аут-передачи-маркера. истек                                                       |                              |                     |
| И молчание-шины                                                                        |                              |                     |
| И НЕ (ПМ-протокольный-кадр ИЛИ ПМ-кадр-данных ИЛИ пакет-помех)                         |                              |                     |
| — Преемник не может принять и использовать маркер, в                                   |                              |                     |
| — связи с чем переход к следующему подсостоянию ПЕ-                                    |                              |                     |
| — РЕДАЧА_МАРКЕРА                                                                       |                              |                     |
| состояние-передачи := подсос-передачи-маркера (запрос-преемника) (состояние-передачи); |                              |                     |

|                                                      |                    |                              |
|------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------|
| 9. КОНТРОЛЬ_ПЕРЕДАЧИ_МАРКЕРА                         | собственный-кадр-9 | 9. КОНТРОЛЬ_ПЕРЕДАЧИ_МАРКЕРА |
| ((Пм-протокольный-кадр и ПМ-кадр.УК /= маркер)       |                    |                              |
| ИЛИ ПМ-кадр-данных)                                  |                    |                              |
| И ПМ-кадр.АО = ДС                                    |                    |                              |
| — Игнорирование собственных передач. Также игнориро- |                    |                              |
| — вание предыдущих помех                             |                    |                              |
| первые-помехи := true;                               |                    |                              |
| ожидаемое-отражение := true;                         |                    |                              |
| ПМ-протокольный-кадр := false;                       |                    |                              |

## Продолжение

| Текущее состояние<br>Условие выхода<br>Выполняемое действие                                                                                                                                                                         | Имя перехода                | Следующее состояние          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 9. КОНТРОЛЬ_ПЕРЕДАЧИ_МАРКЕРА<br>ПМ_протокольный_кадр<br>И ПМ_кадр.УК = маркер<br>И ПМ_кадр.АО = ДС<br>— Игнорирование предыдущих помех<br>первые_помехи := true;<br>ожидаемые_отражения := false;<br>ПМ_протокольный_кадр := false; | собственный_маркер          | 9. КОНТРОЛЬ_ПЕРЕДАЧИ_МАРКЕРА |
| 9. КОНТРОЛЬ_ПЕРЕДАЧИ_МАРКЕРА<br>пакет_помех<br>И ожидаемые отражения<br>— Предполагается, что опознан собственный маркер<br>ожидаемые_отражения := false;<br>пакет_помех := false;                                                  | вероятно_собственный_маркер | 9. КОНТРОЛЬ_ПЕРЕДАЧИ_МАРКЕРА |
| 9. КОНТРОЛЬ_ПЕРЕДАЧИ_МАРКЕРА<br>(ПМ_протокольный_кадр ИЛИ ПМ_кадр_данных)<br>И ПМ_кадр.АО /= ДС<br>— Какая-то станция использует маркер. Повторная обработка кадра в состоянии 1 (ДЕЖУРНОЕ)<br>— ОТСУТСТВИЕ ДЕЙСТВИЙ                | передача_хор                | 1. ДЕЖУРНОЕ                  |
| 9. КОНТРОЛЬ_ПЕРЕДАЧИ_МАРКЕРА<br>пакет_помех<br>И НЕ ожидаемые_отражения<br>И первые_помехи<br>— Что-то опознано — возможно, кадр данных, переданный                                                                                 | нет_уверенности             | 9. КОНТРОЛЬ_ПЕРЕДАЧИ_МАРКЕРА |



| Текущее состояние<br>Условие выхода<br>Выполняемое действие                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Имя перехода            | Следующее состояние     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ——— получателем маркера. Ожидание следующего кадра.<br>первые_помехи := false;<br>——— Допустим только один проход по этой дуге<br>пакет_помех := false;<br>тайм-аут_передачи_маркера.старт (4);                                                                                                                                                                                                                                           |                         |                         |
| 9. КОНТРОЛЬ-<br>ПЕРЕДАЧИ-<br>МАРКЕРА                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | вероятно_хор            | 1. ДЕЖУРНОЕ             |
| тайм-аут_передачи_маркера.истек<br>И молчание_шины<br>И НЕ (ПМ_протокольный_кадр ИЛИ ПМ_кадр_данных)<br>И пакет_помех<br>И НЕ первые_помехи<br>——— опознан второй пакет помех — не может быть собствен-<br>——— ным маркером; вероятно, передает приемник<br>——— повторная обработка события в состоянии 1<br>ОТСУТСТВИЕ ДЕЙСТВИЙ                                                                                                          |                         |                         |
| 7.2.3 10 Состояние ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                         |                         |
| 10. ОЖИДАНИЕ-<br>ОТВЕТА                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | нет_ответа-10           | 8. ПЕРЕДАЧА-<br>МАРКЕРА |
| тайм-аут_окна_ответа.истек<br>И молчание_шины<br>И НЕ (ПМ_протокольный_кадр ИЛИ ПМ_кадр_данных ИЛИ<br>пакет_помех)<br>И счет_прохождения_разрешений = 0<br>И НЕ опознан_приемник<br>——— Тайм-аут_окна_ответа истек без использования<br>——— (шина все время находилась в неактивном состоянии)<br>счет_запросов := макс_счет_запросов;<br>состояние_передачи := подсостояние_передачи_маркера<br>(запрос_приемника) (состояние_передачи); |                         |                         |
| 10. ОЖИДАНИЕ-<br>ОТВЕТА                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | успешное-<br>разрешение | 8. ПЕРЕДАЧА-<br>МАРКЕРА |
| тайм-аут_окна_ответа.истек                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                         |                         |

## Продолжение

| Текущее состояние<br>Условие выхода<br>Выполняемое действие                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Имя перехода         | Следующее состояние |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------|
| И молчание-шины<br>И НЕ (ПМ-протокольный-кадр ИЛИ ПМ-кадр-данных)<br>И опознан-преемник<br>— Новый преемник найден и процесс разрешения закончен<br>— Передача маркера новому преемнику и открытие окна<br>— ответа<br>состояние-передачи := передача-маркера;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                      |                     |
| 10. ОЖИДАНИЕ-ОТВЕТА                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | собственный-адрес-10 | 10. ОЖИДАНИЕ-ОТВЕТА |
| (ПМ-протокольный-кадр ИЛИ ПМ-кадр-данных)<br>И ПМ-кадр.АС = ДС<br>— Игнорирование собственных передач<br>— Кроме того, игнорирование пакетов предыдущих помех<br>пакет-помех := false;<br>ПМ-протокольный-кадр := false;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                      |                     |
| 10. ОЖИДАНИЕ-ОТВЕТА                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | опознан-преемник     | 10. ОЖИДАНИЕ-ОТВЕТА |
| ПМ-протокольный-кадр<br>И ПМ-кадр-УК = установить-преемника<br>И ПМ-кадр.АО /= ДС<br>И ПМ-кадр.АП = ДС<br>И ПМ-кадр.блок-данных /= ДС<br>И не опознан-преемник<br>— Некоторый преемник опознан «в явном виде»<br>СС := ПМ-кадр.блок-данных;<br>наименьший-адрес := (СС > ДС);<br>СС-известен := true;<br>станция-ограниченной-активности := false;<br>опознан-преемник := true;<br>счет-запросов := 0;<br>ПМ-протокольный-кадр := false;<br>счет-сбоев-передатчика := 0;<br>УЗ-СОБЫТИЕ.уведомление (новый-преемник, СС)<br>— Примечание. Метод данной спецификации состоит в использовании записи последнего опознанного действия<br>— тельного сообщения установить-преемника для определения адреса преемника. |                      |                     |

| Текущее состояние<br>Условие выхода<br>Выполняемое действие                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Имя перехода           | Следующее состояние |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------------|
| — Станция, соответствующая стандарту, не требует использования первого полученного сообщения установить-<br>— приемника. Любое такое сообщение, полученное без<br>— ошибок, может быть использовано.                                                                                                                                                                                                           |                        |                     |
| 10. ОЖИДАНИЕ-ОТВЕТА<br>ПМ_протокольный_кадр<br>И ПМ_кадр.УК = установить-приемника<br>И ПМ_кадр.АО /= ДС<br>И ПМ_кадр.АП = ДС<br>И (ПМ_кадр.блок_данных = ДС ИЛИ опознан-приемник)<br>ПМ_протокольный_кадр := false;                                                                                                                                                                                           | игнорирование-ответа   | 10. ОЖИДАНИЕ-ОТВЕТА |
| 10. ОЖИДАНИЕ-ОТВЕТА<br>ПМ_кадр.АО /= ДС<br>И (ПМ_кадр_данных<br>ИЛИ (ПМ_протокольный_кадр<br>И (ПМ_кадр.УК /= установить-приемника<br>И ПМ_кадр.АП /= ДС))))<br>— Некоторая другая станция, полагая, что она владеет<br>— маркером, игнорирует любые предыдущие помехи и<br>— делает отсрочку, выходя из соперничества<br>— Повторная обработка кадра в состоянии I (ДЕЖУР-<br>— НОЕ)<br>пакет_помех := false; | не-ожидавшийся-кадр-10 | 1. ДЕЖУРНОЕ         |
| 10. ОЖИДАНИЕ-ОТВЕТА<br>тайм-аут-окна-ответа.истек<br>И молчание-шины<br>И НЕ (ПМ_протокольный_кадр ИЛИ ПМ_кадр_данных)<br>И пакет_помех<br>И НЕ опознан-приемник<br>И счет_разрешений_соперничества < макс_счет_передач<br>— Исходя из поступивших сигналов в отсутствие действи-<br>— тельного, делается вывод о наличии конфликта.                                                                           | передача разрешения    | 10. ОЖИДАНИЕ-ОТВЕТА |

## Продолжение

| Текущее состояние<br>Условие выхода<br>Выполняемое действие                                                                                                                                                                                                                                                                | Имя перехода              | Следующее состояние     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------|
| ——— Открываются другие 4 окна-ответа для прохождения<br>——— разрешений<br>пакет-помех := false;<br>счет-разрешений-соперничества := счет-прохожд-<br>разрешения + 1;<br>передача (УК = разрешение-соперничества);<br>тайм-аут-окна-ответа.старт (4);                                                                       |                           |                         |
| 10. ОЖИДАНИЕ-<br>ОТВЕТА<br>тайм-аут-окна-ответа.истек<br>И молчание-шины<br>И НЕ (ПМ-протокольный-кадр ИЛИ ПМ-кадр-данных)<br>И НЕ опознан-преемник<br>И ((НЕ пакет-помех И счет-разрешений-соперничества > 0)<br>ИЛИ счет-разрешений-соперничества >= макс-счет-<br>передача))                                            | разрешение-<br>безуспешно | 8. ПЕРЕДАЧА-<br>МАРКЕРА |
| ——— Разрешение не достигнуто, другие запросы не обнаруже-<br>——— ны или их невозможно опознать, поэтому маркер пе-<br>——— редается известному преемнику<br>счет-запросов := 0;<br>——— Запросить преемников в следующем цикле<br>состояние-передачи := подсос-передачи-маркера (запрос-<br>преемника) (состояние-передачи); |                           |                         |

### 8. ИНТЕРФЕЙС ФИЗИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ — УДС. СПЕЦИФИКАЦИЯ УСЛУГ НА ИНТЕРФЕЙСЕ

В данном разделе определены услуги, предоставляемые физическим уровнем подуровню УДС. Здесь эти услуги определены в абстрактном виде. В нем не определяются конкретные реализации логических объектов и внутренних интерфейсов вычислительной системы и на них не налагается никаких ограничений. Взаимоотношения данного раздела с другими разделами настоящего стандарта и со спецификациями ЛВС показаны на черт. 8.1.

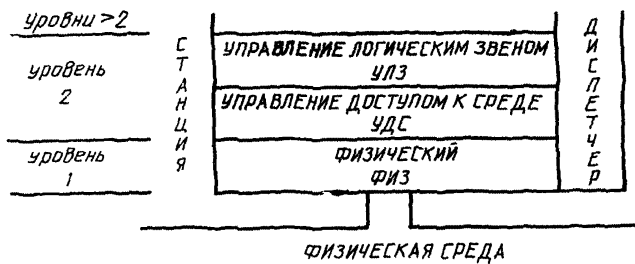
#### 8.1. Обзор услуг физического уровня ЛВС

8.1.1. Общее описание обеспечиваемых услуг. В данном разделе неформально описываются услуги, обеспечиваемые физическим уровнем. Эти услуги предназначены для обеспечения передачи и

приема символов-УДС, каждый из которых имеет длительность одного периода-символа-УДС. В совокупности они обеспечивают средства, с помощью которых взаимодействующие логические объекты УДС могут координировать свои передачи и обмен информацией по среде передачи данных коллективного использования.

8.1.2. Модель, используемая для спецификации услуг. Модель и метод описания приведены в приложении 10.

Место интерфейса между подуровнем передачи физических сигналов (ПФС) и УДС в модели ЛВС



Черт. 8.1

8.1.3. Обзор взаимодействий. К примитивам, касающимся передачи и приема символов, относятся следующие:

ФИЗ\_БЛОК\_ДАННЫХ.запрос

ФИЗ\_БЛОК\_ДАННЫХ.индикация

ФИЗ\_РЕЖИМ.привлечение

ФИЗ\_УВЕДОМЛЕНИЕ.привлечение

8.1.3.1. Примитивы ФИЗ\_БЛОК\_ДАННЫХ. запрос и индикация. Примитив ФИЗ\_БЛОК\_ДАННЫХ.запрос передается на физический уровень для запроса ввода символа в среду передачи данных ЛВС. За один период символа-УДС принимается только один такой запрос. Примитив ФИЗ\_БЛОК\_ДАННЫХ.индикация передается из физического уровня для информирования о приеме символа-УДС из физической среды.

8.1.3.2. Примитив ФИЗ\_РЕЖИМ.привлечение. Примитив ФИЗ\_РЕЖИМ. привлечение передается физическому уровню для установления режима передачи последующих примитивов ФИЗ\_БЛОК\_ДАННЫХ.запрос либо всем подсоединенным сегментам среды, либо, если станция функционирует как шинный ретранслятор, всем подсоединенным сегментам среды, не являющимся в данный момент источником символов примитива ФИЗ\_БЛОК\_ДАН-

НЫХ индикация. Этот примитив действует так же, как источник синхронизации символов\_УДС станции.

8.1.3.3. ФИЗ\_УВЕДОМЛЕНИЕ.привлечение. Примитив ФИЗ\_УВЕДОМЛЕНИЕ.привлечение передается физическому уровню для его информирования о том, что конечный ограничитель кадра только что обнаружен и что следующими принимаемыми символами должны быть либо *молчание*, либо результаты надлежащим образом переданной последовательности *зап\_нерабочее*.

8.1.4. Основные и факультативные услуги. Во всех реализациях все услуги ФИЗ\_БЛОК\_ДАННЫХ и оба примитива ФИЗ\_БЛОК\_ДАННЫХ являются обязательными. Примитив ФИЗ\_РЕЖИМ обязателен только в тех станциях, которые могут функционировать и как иницирующие и как ретранслирующие станции сети. Примитив ФИЗ\_УВЕДОМЛЕНИЕ обязателен только в тех станциях, которые могут функционировать в сети как ретранслирующие.

8.2. Подробная спецификация. Ниже подробно описаны примитивы и параметры, относящиеся к услугам физического уровня. Параметры представлены в абстрактном виде и определяют информацию, которая должна быть доступна принимающему логическому объекту уровня. Конкретные реализации не налагают никаких ограничений на метод, обеспечивающий доступность этой информации.

### 8.2.1. ФИЗ\_БЛОК\_ДАННЫХ.запрос

8.2.1.1. Функция. Этот примитив является сервисным примитивом запроса для услуги передачи символа.

8.2.1.2. Семантика. Данный примитив должен обеспечивать следующий параметр:

ФИЗ\_БЛОК\_ДАННЫХ.запрос

(символ)

Параметр «символ» должен определять одно из следующих:

1) *ноль* — соответствует двоичному 0;

2) *единица* — соответствует двоичной 1.

(*Данные* — общее наименование *нулей* и *единиц*);

3) *не\_данные* — используются в ограничителях, всегда передаются парами и всегда октетами в следующем виде:

*не\_данные не\_данные данные не\_данные не\_данные данные  
данные данные*

4) *зап\_нерабочее* — передается один символ преамбулы (*преамбула* — это специфичная для логического\_объекта-физического\_уровня последовательность символов *данные*)

5) *молчание* — передача молчания (или псевдо-молчания) за один период\_символа\_УДС

8.2.1.3. **Действия при генерации.** Этот примитив передается из подуровня УДС физическому уровню для запроса передачи определенного символа в физическую среду ЛВС.

Если это требуется соответствующим стандартом физического уровня, то данный примитив должен передаваться логическому объекту физического уровня один раз на каждый примитив ФИЗ\_БЛОК\_ДАННЫХ.индикация, получаемый логическим объектом подуровня УДС из логического объекта физического уровня. В подобных случаях между примитивом ФИЗ\_БЛОК\_ДАННЫХ.индикация и последующим примитивом ФИЗ\_БЛОК\_ДАННЫЕ.запрос должно существовать зависимое от реализации постоянное фазовое взаимоотношение, определяемое УДС.

8.2.1.4. **Результат приема.** Прием этого примитива побуждает логический объект физического уровня попытаться закодировать и передать символ, используя метод передачи сигналов, свойственный физической среде ЛВС.

#### 8.2.1.5. Ограничения

Символы *зап\_нерабочее*, которые в совокупности рассматриваются как *преамбула*, передаются в начале каждого кадра УДС с целью обеспечения тренировочного сигнала для приемников и минимального ненулевого разделительного интервала между последовательными кадрами. Применяются следующие ограничения.

1) Иницирующая станция должна передать такое минимальное число октетов, кратное символу *зап\_нераб*, чтобы их длительность составляла, по меньшей мере, 2 мкс и после завершения передачи последнего требуемого октета станция может (но не обязательно) передать еще несколько октетов символов *зап\_нераб* перед передачей первого ограничителя кадра.

2) Ретранслирующая станция одноканальной шины (например, повторитель шины с частотной модуляцией сдвигом частоты) должна повторно передать, по меньшей мере, такое же минимальное число октетов *зап\_нераб* и может передать еще несколько символов *зап\_нераб* перед повторной передачей ограничителя кадра и остатка передаваемых данных.

3) Ретранслирующая станция двухканальной (например, широкополосной) системы, передающей непрерывные сигналы по прямому каналу (как тренировочные, так и синхросигналы) для всех других станций ЛВС, должна повторно передать, по меньшей мере, половину октета *зап\_нераб* перед повторной передачей первого ограничителя кадра и остатка передаваемых данных. Она не обязана повторно передавать полный сигнал *зап\_нераб* при инициации, поскольку основная цель начальной последовательности *зап\_нераб*, которая служит в качестве синхропоследовательности для станций в среде с коммутацией несущей, не относится к описанному выше прямому каналу.

Символы *не\_данные* должны использоваться только в пределах ограничителей кадра, где они всегда должны запрашиваться парами. Последовательности символов этих ограничителей кадра должны быть представлены в виде:

*не\_данные не\_данные данные не\_данные не\_данные данные данные данные*,  
где каждый символ *данные* представлен либо символом *ноль*, либо символом *единица*.

Когда символы *данные* передаются между ограничителями кадра, то число переданных символов *данные* (не считая символов *данные* восьмисимвольной последовательности ограничителя кадра) всегда должно быть кратно восьми. (То есть, между ограничителями кадра должны передаваться только полные октеты символов *данные*.) Если между ограничителями кадра передаются символы *зап\_нераб*, то их количество всегда должно быть кратно восьми. Октеты символов *зап\_нераб* и октеты символов *данные* всегда должны быть разделены октетами ограничителя кадра либо последовательностью символов *молчание*, либо теми и другими. (То есть, октеты *зап\_нераб* и октеты *данные* не могут чередоваться).

Если стандарт по физическому уровню ограничивает временные соотношения между примитивом ФИЗ\_БЛОК\_ДАННЫХ.запрос и последующим примитивом ФИЗ\_БЛОК\_ДАННЫХ.индикация, в соответствии с п. 8.2.1.3, то при зависимом от реализации постоянном фазовом отношении между последовательными примитивами ФИЗ\_БЛОК\_ДАННЫХ.индикация и ФИЗ\_БЛОК\_ДАННЫХ.запрос фазовое дрожание не должно превышать 2 %.

8.2.1.6. **Дополнительные замечания.** Подтверждение этого запроса является подтверждением синхронизма, которое может осуществляться только один раз за период передачи символа-УДС. Следовательно, этот запрос должен выдаваться только один раз за период передачи символа-УДС.

## 8.2.2. ФИЗ\_БЛОК\_ДАННЫХ.индикация

8.2.2.1. **Функция.** Этот примитив является сервисным примитивом индикации для услуги передачи символов.

8.2.2.2. **Семантика.** Этот примитив должен обеспечивать следующий параметр:

ФИЗ\_БЛОК\_ДАННЫХ.индикация  
(символ)

Параметр «символ» должен определять одно из следующих:

- 1) *ноль* — соответствует двоичному 0
- 2) *единица* — соответствует двоичной 1
- 3) *не\_данные* — используются в ограничителях, всегда передаются парами



4) *зап\_нерабочее* — соответствует одному периоду-символа-УДС, в течение которого была принята преамбула и не было получено нуля или единицы.

5) *молчание* — соответствует одному периоду-символа-УДС принятого молчания (или псевдо-молчания)

6) *плохой-сигнал* — соответствует одному периоду-символа-УДС, в течение которого были получены непригодные сигналы.

8.2.2.3. Действия при генерации. Этот примитив передается из физического уровня подуровню УДС для информирования о приеме определенного символа из физической среды ЛВС.

8.2.2.4. Результат приема. Результат приема этого примитива логическим объектом подуровня УДС не определен.

8.2.2.5. Дополнительные замечания. Данный примитив индикации является индикацией синхронизации, которая может осуществляться только один раз за каждый период принимаемого символа-УДС.

Каждая передача начинается с символов *зап\_нераб* и предполагается, что некоторые (но не все) из этих начальных символов могут быть «потеряны в пути» между передающей и принимающими станциями и, следовательно, сообщены как *молчание* или как *плохой-сигнал*

В тех случаях, когда физическим уровнем кодирует последовательные символы *зап\_нераб* в виде определенным образом модулированной последовательности кодов нуля и единицы, приемником разрешается декодировать такие передаваемые последовательности символов *зап\_нераб* в последовательность нулей и единиц и передавать их в таком виде логическому объекту УДС. Другими словами, приемникам нет необходимости обнаруживать такие символы *зап\_нераб* и сообщать о них; скорее, они могут представлять соответствующие сигналы как *данные*.

При отсутствии ошибок или конфликтующих передач и с учетом двух указанных выше исключений для символов, передаваемых как *зап\_нераб*, последовательность сообщаемых символов идентична последовательности символов, передаваемых соответствующими примитивами ФИЗ\_БЛОК\_ДАННЫХ.запрос.

Для некоторых логических объектов физического уровня обнаружение молчания в физической среде после окончания передачи может занять небольшое число периодов-символа-УДС. Как следствие этого, принимающий физический уровень может передать сразу же после любого символа, отличного от *молчания*, до четырех символов *молчания* в виде любого символа-УДС.

Примитив ФИЗ\_БЛОК\_ДАННЫХ.индикация должен генерироваться правильно независимо от текущего примитива ФИЗ\_БЛОК\_ДАННЫХ.запрос. То есть, примитив индикации должен быть правильным даже тогда, когда станция осуществляет переда-

чу данных. Это не позволяет использовать полудуплексные физические уровни.

### 8.2.3. ФИЗ\_РЕЖИМ.привлечение

8.2.3.1. **Функция.** Этот примитив является сервисным примитивом запроса услуги установления режима передачи символов.

8.2.3.2. **Семантика.** Этот примитив должен обеспечивать следующий параметр:

ФИЗ\_РЕЖИМ.привлечение  
(режим)

Параметр «режим» должен определять одно из следующих:

1) инициирующий логический объект УДС выдает символы, которые должны быть переданы во все сегменты подключенной физической среды ЛВС;

2) ретранслирующий логический объект УДС функционирует как ретранслятор, интерпретирующий и ретранслирующий символы, которые логический объект физического уровня принимает из одного сегмента для их передачи всем другим сегментам подключенной физической среды ЛВС.

8.2.3.3. **Действия при генерации.** Этот примитив передается подуровнем УДС физическому уровню для установления определенного режима работы логического объекта физического уровня.

8.2.3.4. **Результат приема.** Прием этого примитива побуждает физический уровень выбрать соответствующий режим работы для последующих примитивов ФИЗ\_БЛОК\_ДАННЫХ.запрос. Режим инициации побуждает логический объект ФИЗ передавать символы с локально определенной скоростью во все сегменты среды, подключенные к станции. Режим ретрансляции побуждает логический объект ФИЗ управлять всеми подключенными сегментами, выбирая сегмент, по которому передаются (где возможно) символы, отличные от *молчания*, в качестве источника принятых символов, указанных примитивом ФИЗ\_БЛОК\_ДАННЫХ.индикация, и в качестве источника принимаемой и передаваемой символьной синхронизации. Режим ретрансляции предотвращает также передачу в выбранный сегмент среды, из которого получены данные и синхросигналы.

8.2.3.5. **Дополнительные замечания.** Такой выбор режима должен динамически выполняться внутри шинного ретранслятора, который может также работать как инициирующая станция; он может выполняться статически (например, во время разработки) во всех других случаях. Дополнительную информацию по использованию этого примитива можно найти в различных спецификациях логических объектов физического уровня (см. пп. 12.7, 14.8, 16.7, 18.7).

### 8.2.4. ФИЗ\_УВЕДОМЛЕНИЕ.привлечение

8.2.4.1. **Функция.** Этот примитив является сервисным примитивом

вом запроса для услуги уведомления возможного окончания приема.

8.2.4.2. Семантика. Этот примитив не должен содержать параметров и иметь следующую семантику:

**ФИЗ.УВЕДОМЛЕНИЕ.привлечение**

8.2.4.3. Действия при генерации. Этот примитив передается из подуровня УДС физическому уровню для уведомления последнего о только что обнаруженном конечном ограничителе и о том, что следующими принимаемыми символами должны быть либо *молчание*, либо результаты надлежащим образом переданной последовательности *зап\_нераб*.

8.2.4.4. Результат приема. Результат приема этого примитива логическим объектом физического уровня определяется конкретной реализацией. (Он может побудить логический объект физического уровня обеспечить специальные средства для обнаружения молчания (например, путем проверки известной последовательности *зап\_нерабоч*), либо для переключения его схем автоматической регулировки усиления и схем восстановления-синхронизации на высокоскоростной режим приема).

## 9. ДИСПЕТЧЕР ФИЗИЧЕСКОГО УРОВНЯ

В данном разделе определяются требования к абстрактным логическим объектам (параметрам, событиям и действиям), которые управляют физическим уровнем. Отношение данного раздела к другим разделам настоящего стандарта и спецификациям ЛВС показано на черт. 9.1.

Существуют два способа управления физическим уровнем: локальный и удаленный.

Локальное управление необходимо для организации исходной конфигурации физического уровня и обеспечения его работы при недоступности удаленного управления. Поскольку работа диспетчера локального физического уровня, отличного от того, который необходим для определяемого в данном разделе управления логическими объектами, не влияет на взаимную работоспособность станций, то спецификация локального диспетчера не входит в предмет рассмотрения настоящего стандарта.

Настоящий стандарт использует концепцию удаленного диспетчера, которая определена в «Основах управления ВОС» ИСО 7498/4. Удаленный диспетчер использует протокол обмена данными для манипуляции управляемыми логическими объектами и наблюдения за ними. Данный раздел следует использовать совместно со стандартом по удаленному диспетчеру, подлежащему разработке. Могут также быть использованы другие протоколы, определяемые, например, в ИСО 9595 и ИСО 9596.

Для реализации протокола удаленного диспетчера должны быть определены идентификаторы и представление значений управляемых логических объектов. Такие определения даны в «Протоколе интерфейса с диспетчером уровня».

**Примечание.** Определение «протокола интерфейса с диспетчером уровня для физического уровня находится в стадии изучения. Планируется разработка дополнения к настоящему стандарту, в котором будет изложен этот протокол.

**9.1. Общее описание.** В данном разделе описаны логические объекты, взаимодействующие через интерфейс с диспетчером уровня (ИДУ), показанный на черт. 9.1 в виде двух вертикальных черточек. К описываемым в данном разделе логическим объектам физического уровня относятся:

- 1) параметры физического уровня, записываемые и читаемые диспетчером;
- 2) события внутри физического уровня, о которых сообщается диспетчеру;
- 3) действия, инициируемые диспетчером, которые вызывают изменения внутри физического уровня.

**9.2. Средства управления физическим уровнем.** В данном подразделе описывается использование управляющих параметров, действий и событий внутри физического уровня шинной ЛВС с передачей маркера.

**9.2.1. Организация.** Существуют три типа управляющих логических объектов:

- 1) параметры;
- 2) действия;
- 3) события.

Сначала описываются параметры физического уровня, доступные диспетчеру. Параметры организованы в группы. Эти группы не только объединяют переменные, но и определяют наборы параметров, которые могут быть доступны обычным способом.

**Примечание.** В реализации управления доступом к параметрам цель настоящего стандарта состоит в обеспечении дискретности управления доступом только на уровне группы. Таким образом, все параметры в пределах группы коллективно используют общий уровень доступа.

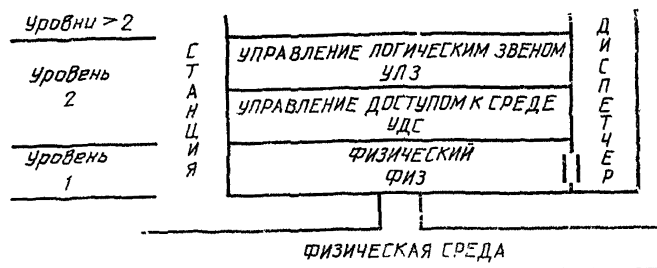
Любой из параметров или все параметры группы могут быть переданы в одном блоке ПБД-ДИСП (подверженном ограничениям на длину ПБД). Семантика и группирование обмениваемых таким образом параметров определены следующим образом.

**9.2.2. ИдТипаРесурса.** В этом подразделе обсуждаются параметры физического ИДУ, которые являются общими для любого ИДУ. Эти параметры создают пространство наименований, которое идентифицирует основные атрибуты физического уровня.

**9.2.2.1. ТипРесурса** — идентифицирует ресурс как уровень ФИЗ.

**9.2.2.2. ИзданиеСтандарта** — идентифицирует то издание настоящего стандарта, которая реализована уровнем ФИЗ.

## Место диспетчера физического уровня в модели ЛВС



Черт. 9.1

9.2.2.3. Реализация Факультативов — реализации, соответствующие этому стандарту, должны сообщать значение «ни одного».

9.2.3. Группа возможностей — эти параметры описывают операционные возможности логических объектов физического уровня (ЛОФ). Все эти параметры факультативные и доступ к каждому из них может осуществляться только в режиме чтения.

9.2.3.1. Соответствие Разделу — идентифицирует тот раздел настоящего стандарта, которому соответствует ЛОФ.

9.2.3.2. Режимы Работы — определяет те режимы работы (инициация, ретрансляция или оба вместе), которые обеспечивает ЛОФ.

9.2.3.3. Скорости Передачи Данных — определяет номинальную скорость (или скорости в порядке предпочтительности), с которой (ыми) ЛОФ может передавать и принимать данные.

9.2.3.4. Сегменты Физической Среды — нумерует линейные сегменты физической среды, к которым подсоединен ЛОФ и определяет возможности ЛОФ (передача, прием или обе вместе) относительно каждого сегмента. При нумерации сегментов физической среды сначала указывается идентификатор сегмента *ИдМагистрали*, а затем *ИдКопии*.

Идентификаторы *ИдМагистрали* используются для ЛОФ, представляющих собой многопортовые повторители.

Идентификаторы *ИдКопии* используются для одной из избыточных (резервных) магистралей; они необходимы только в системах, использующих резервные физические среды.

9.2.3.5. Регулирование Энергии Передачи — определяет регулируемость уровня выходных сигналов передатчика посредством ИДУ.

9.2.3.6. КаналыПередачи — определяет наборы номинальных несущих частот (и тем самым каналы), по которым может передавать ЛОФ. Если эти частоты неизвестны, ЛОФ может указать нулевой набор.

9.2.3.7. КаналыПриема — определяет наборы номинальных несущих частот (и тем самым каналы), по которым может принимать ЛОФ. Если эти частоты неизвестны, ЛОФ может указать нулевой набор.

9.2.3.8. ИзмеряемостьУровняПринимаемыхСигналов — определяет способность ЛОФ обеспечить измерение уровня принимаемого сигнала, необходимого для события «отчет равноправного объекта» при нормальном-выключенном-уровне-мощности.

9.2.4. Группа рабочих состояний — эти параметры описывают текущее состояние физического уровня. Значения этих параметров ограничивается требованиями логической совместимости со значениями параметров, определенных в «группе возможностей». Все эти параметры факультативны. Доступ диспетчера к этим параметрам должен осуществляться только в режиме чтения.

9.2.4.1. РежимРаботы — определяет режим работы ЛОФ.

9.2.4.2. СкоростьПередачиДанных — определяет номинальную скорость передачи данных, при которой работает ЛОФ.

9.2.4.3. СегментыПриема — определяют линейный(ые) сегмент(ы) физической среды, который(е) контролирует ЛОФ при приеме сигналов.

9.2.4.4. СегментыПередачи — определяют линейный(е) сегмент(ы) физической среды, по которому(ым) ЛОФ может осуществлять передачу (независимо от того, находится ЛОФ в данный момент в состоянии «активной» передачи, или нет).

9.2.4.5. КаналПриема — определяет несущую частоту приема ЛОФ.

9.2.4.6. КаналПередачи — определяет несущую частоту передачи ЛОФ.

9.2.4.7. ОтчетОбУровнеПринимаемогоСигнала — определяет, разрешено ли ЛОФ передавать сигнал «отчет равноправного объекта» при нормальном-выключенном-уровне-мощности, при приеме сигналов, удовлетворяющим критериям запуска событий.

9.2.5. Группа состояний инициации — значения этих параметров копируются в соответствующие параметры «группы рабочих состояний» (см. п. 9.2.4) при инициации физического уровня. Значения этих параметров ограничены требованием логической совместимости со значениями параметра, определенными в «группе возможностей». Все параметры факультативны. Доступ диспетчера к этим параметрам должен осуществляться только в режиме чтения.

9.2.5.1. ИницРежимРаботы

9.2.5.2. ИницСкоростьПередачиДанных

9.2.5.3. Инициализация Приема

9.2.5.4. Инициализация Передачи

9.2.5.5. Инициализация Канала Приема

9.2.5.6. Инициализация Канала Передачи

9.2.5.7. Инициализация Отчета Об Уровне Принимаемых Сигналов

**9.2.6. Группа Счетчиков** — это счетчики пороговых событий, связанных с ЛОФ. Реализация этих счетчиков и доступ к ним диспетчера должны быть факультативными функциями.

Реализация порогового средства, связанного с каждым счетчиком, должна рассматриваться как отдельная факультативная возможность. Таким образом, возможны три ситуации: отсутствие реализации, 32-битовые беспороговые счетчики и 32-битовые пороговые счетчики. При наличии реализации доступ диспетчера к этим параметрам должен осуществляться только в режиме чтения, за исключением тех частей, которые связаны с пороговым механизмом.

**9.2.6.1. События Ненесправляемых Ошибок** — ЛОФ увеличивает значение этого счетчика каждый раз, когда он принимает передаваемую последовательность в виде одного или нескольких символов *плохой\_сигнал*. Точное соответствие между числом переданных символов *плохой\_сигнал* и величиной приращения счетчика специфично для реализации. (Например, значение счетчика может увеличиваться один раз с каждым символом *плохой\_сигнал* или один раз с каждой последовательностью таких символов).

**9.2.6.2. События Исправляемых Ошибок** — ЛОФ увеличивает значение этого счетчика каждый раз при приеме последовательности сигналов, которая содержит обнаруживаемые ошибки и которые ЛОФ может скорректировать и корректирует (например, используя возможность модуляции с прямой коррекцией ошибок согласно разд. 14). Точное соответствие между числом скорректированных символов и величиной приращения счетчика специфично для реализации.

**Примечание.** Хорошее приближение общего числа символов, принятых в течение конкретного интервала времени, может быть вычислено из номинальной скорости передачи данных ЛОФ (см. п. 9.2.5.2).

**9.2.7. Определения действий.** Действия являются запросами диспетчера к уровню по выполнению некоторой активности. Все действия, за исключением особо оговоренных в разделах по управлению конкретными уровнями, являются факультативными.

**9.2.7.1. Согласуемая Мощность Передачи** — это действие позволяет диспетчеру запросить ЛОФ отрегулировать выходной уровень мощности своего передатчика в определенном линейном сегменте физической среды. Это действие обеспечивает идентификатор сегмента и относительный уровень мощности. Относительный уровень мощности определяет качественный уровень мощности передавае-

мого сигнала относительно номинального уровня сигнала, определяемого в соответствующем разделе настоящего стандарта по физическому уровню (см. п. 14.7).

ЛОФ должен определить направление (увеличение или уменьшение) и величину (малую или большую) необходимой подстройки, исходя из параметра относительного Уровня Мощности. На каждый такой запрос действия ЛОФ должен ответить отчетом о действии, в котором он указывает об успешном выполнении или о причине безуспешного выполнения такого запроса.

После приема запроса действия «согласование мощности передачи» ЛОФ должен отвергать все подобные запросы, отвечая при необходимости выдачей состояния *«отказ от дублирующего согласования»* в течение порядка двух секунд. По истечении этого периода старения запроса ЛОФ должен снова предпринять аналогичные запросы действия.

**9.2.7.2. СамоТестирование** — это действие позволяет диспетчеру запросить ЛОФ выполнить самотестирование и сообщить о результатах этого тестирования. Это действие выдает значение, определяющее длительность тестирования. ЛОФ должен ответить на каждый такой запрос действия инициацией самотестирования в течение определенного периода времени и выдать отчет о действии инициатору запроса, указав об успешности, безуспешности или незавершенности (из-за отсутствия времени) состояния самотестирования.

Это действие определяет также в качестве точки шлейфа тестирования одну из следующих:

1) шлейф 3А — шлейф должен быть обеспечен у соединителя УДС ЛОФ;

2) шлейф 3В — шлейф должен быть обеспечен внутри цифровых логических схем ЛОФ;

3) шлейф 3С — шлейф должен быть обеспечен внутри аналоговых логических схем ЛОФ;

4) шлейф 3D — шлейф должен быть обеспечен как можно ближе к точке соединения ЛОФ с физической средой.

Более подробное рассмотрение смысла терминологии, используемой для определения точек шлейфа в данном действии, приведено в рекомендации Х.150 МККТТ.

**9.2.8. Определение события.** О событиях уровень сообщает диспетчеру в случайные моменты времени. Отчетность о событиях должна быть факультативной.

**Примечание.** При реализации маршрутизации событий задача настоящего стандарта состоит в обеспечении уникального пути маршрутизации для каждого события.

**9.2.8.1. Достигнут Порог** — пороговый счетчик прошел через пороговое значение. Значением события должен быть идентификатор параметра счетчика.



**9.2.8.2. Отчет О Ненормальном Событии** — это событие вместе с соответствующим идентифицирующим кодом указывается через ИДУ при появлении одного из следующих ненормальных условий внутри ЛОФ:

1) неопределенное — ошибка обнаружена внутри ЛОФ и любой тип этой ошибки является неразличимым. О любой ошибке можно сообщить как о *неопределенной* вместо более конкретного кода ошибки;

2) **лофЗахват** — обязательный таймер захвата в ЛОФ обнаружил, что передатчик ЛОФ находится в состоянии активной передачи в течение времени, превышающего максимально допустимый период времени;

3) **другаяОшибкаЛОФ** — ошибка, отличная от захвата, обнаружена в районе ЛОФ;

4) **недействительныйПотокСимволовИзУДС** — поток символов, выдаваемый из УДС в ЛОФ, содержит ошибки;

5) **ОшибкаНаИнтерфейсеОод—акд—факультативный интерфейс ООД—АКД** внутри ЛОФ работает со сбоями (см. разд. 10);

6) **НеисправностьФизическойСреды** — ЛОФ обнаружил фактическую неисправность в физической среде (не путать с Потерей-ПринимаемогоСигнала);

7) **ПотеряПринимаемогоСигнала** — ЛОФ, который обычно принимает сигнал непрерывной несущей, обнаружил потерю этого сигнала (см. разд. 14). Поскольку это ожидаемая, но ненормальная ситуация и о ней не принято сообщать как об ошибке, генерация этого события факультативна.

**Примечание.** В подобных ситуациях ЛОФ по-прежнему должен сообщать в УДС о любых принятых сигналах, уровень которых ниже минимального уровня приемника, в виде символов *плохой\_сигнал*.

**9.2.8.3. ОтчетРавноправногоОбъекта** — это событие, вместе с соответствующей причиной передается через ИДУ, если в ЛОФ реализованная функция отчетности о ненормальных уровнях принимаемых сигналов (см. п. 9.2.3.8). Параметр «относительный уровень мощности» определяет уровень мощности полученного сигнала относительно номинального уровня сигнала, определенного в соответствующем разделе настоящего стандарта по физическому уровню. (Типовыми относительными значениями уровня мощности являются: *слишкомНизкая*, *низкая*, *хорошая*, *высокая* или *слишкомВысокая*). Локальный диспетчер должен скоррелировать этот отчет ЛОФ с полем адреса отправителя УДС (см. п. 4.1.4.2) полученного кадра или с идентификатором полученного сегмента. Для практических целей об этом событии должно быть своевременно сообщено ИДУ.

Событие **ПБД-ДИСП**, используемое для передачи этой информации в пределах диспетчера, определяет конкретную причину этого события, выданную ЛОФ, и адрес УДС равноправной

станции, которая выдала сигнал, оцененный таким образом по сообщению логического объекта подуровня УДС.

**9.3. Дополнительное управление.** Параметры дополнительного управления необходимы для организации надлежащей конфигурации логического объекта локального подуровня УДС. Параметр минимальная Длина Препамбулы После Молчания определяет вид модуляции и скорость передачи данных в зависимости от числа октетов препамбулы, которую УДС должен передать в начале передачи в соответствии с пп. 4.1.1, 12.6, 14.6, 16.6 и 18.6. Эти параметры передаются локальному логическому объекту подуровня УДС для обеспечения правильной работы УДС. Обеспечение параметра минимальной Длины Препамбулы После Молчания является обязательной функцией.

## 10. ИНТЕРФЕЙС ООД — АКД

Эта рекомендация определяет логические, электрические и механические характеристики интерфейса между оконечным оборудованием данных (ООД) и аппаратурой передачи данных (АПД), используемого в шинных ЛВС с передачей маркера. Этот интерфейс полностью содержится в физическом уровне, как определено в стандарте по базовой эталонной модели ВОС ГОСТ 28906. Цель данного интерфейса состоит в том, чтобы обеспечить стандартные средства сопряжения модемов с контроллерами в шинных ЛВС с передачей маркера.

Данный раздел настоящего стандарта является рекомендательным и соответствие данному разделу должно иметь факультативный характер. Реализация этого интерфейса не является обязательной для того, чтобы заявить о соответствии изделия с другими разделами настоящего стандарта.

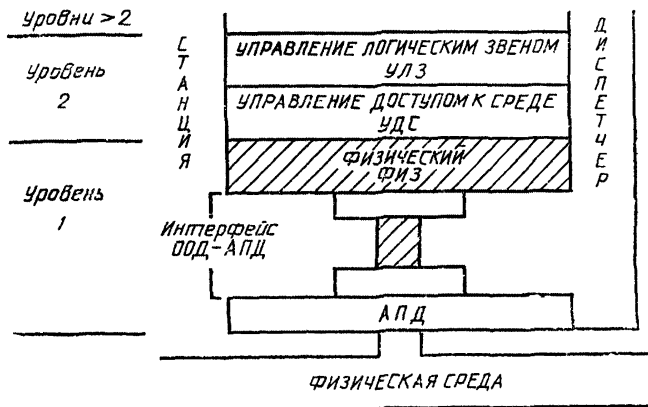
Место данной спецификации среди других разделов настоящего стандарта и в общей спецификации ЛВС показаны на черт. 10.1. На чертеже показано также отношение реализации описываемого стандарта к оборудованию других видов.

**10.1. Краткое описание интерфейса ООД — АКД.** Интерфейс ООД—АКД обеспечивает средства для передачи запросов на передачу блоков данных и для информирования о получении блоков данных. Этот интерфейс служит также в качестве канала обмена данными для передачи управляющей информации между логическими объектами подуровня, к которым он подсоединен. Определяемый в данном разделе протокол обеспечивает обмен данными, необходимыми для реализации услуг, определенных в разд. 8 «Интерфейс УДС—ФИЗ» и в разд. 9 «Диспетчер физического уровня». Подуровень передачи физических сигналов (ПФС), показанный на черт. 10.1, обеспечивает преобразование между сервисными примитивами, определенными в разд. 8, и канальным протоколом, опре-

деленным в данном разделе. Подуровень ПФС требуется только при реализации интерфейса ООД—АКД. В данном разделе ПФС определен неформально; однако, услуги, требуемые от ПФС, эффективно определены путем описания взаимодействий на его интерфейсах (УДС — ФИЗ и ООД — АКД). Эти взаимодействия определены в данном разделе и в разд. 8.

10.1.1. Канал ФИЗ\_БЛОК\_ДАННЫХ.запрос. Канал ФИЗ\_БЛОК\_ДАННЫХ.запрос (канал запроса) обеспечивает средства обмена данными, необходимые для передачи примитива ФИЗ\_БЛОК\_ДАННЫХ.запрос в соответствии с разд. 8. Канал запроса служит также в качестве канала обмена данными для передачи управляющей информации из ООД в АПД. Цепи тактирующих сигналов, используемые для синхронизации обмена сообщениями через интерфейс, также составляют часть канала запроса. Тактирующие сигналы всегда поступают из АПД.

Место расширенного интерфейса ООД — АКД в модели ЛВС



Черт. 10.1

10.1.2. Канал ФИЗ\_БЛОК\_ДАННЫХ.индикация. Канал ФИЗ\_БЛОК\_ДАННЫХ.индикация (канал индикации) обеспечивает средства обмена данными, необходимыми для передачи примитива ФИЗ\_БЛОК\_ДАННЫХ.индикация, определенного в разд. 8. Для обеспечения этого примитива канал индикации передает в ООД сообщение ФИЗ\_БЛОК\_ДАННЫХ.индикация о приеме символа-УДС. Канал индикации служит также в качестве канала обмена данными для передачи управляющей информации из АПД в ООД. Цепи тактирующих сигналов, используемые для синхро-

низации обмена сообщениями через интерфейс, также составляющую часть канала индикации. ООД всегда является источником тактирующих сигналов.

**10.1.3. Диспетчер физического уровня.** Интерфейс ООД — АПД обеспечивает два режима работы. В режиме УДС каналы запроса и индикации обеспечивают передачу данных. В режиме управления управляющая информация передается между АПД и логическими объектами более высокого уровня по каналам запроса и индикации.

**10.2. Прimitives ФИЗ\_БЛОК\_ДАННЫХ.запрос и ФИЗ\_БЛОК\_ДАННЫХ.индикация.**

Ниже приводится подробное описание каналов запроса и индикации. Каждый канал состоит из набора цепей, которые переносят кодированную информацию в виде символов УДС. Канальное кодирование организовано таким образом, чтобы можно было реализовать большую часть общих узлов пользователей минимальным объемом аппаратных средств.

**10.2.1. Основные понятия.** Ниже определены символы запроса и индикации и соответствующие элементы управления и синхронизации, однозначно используемые в данном разделе.

**10.2.1.1. Канал запроса**

1) Символы

*Молчание* — передача символа молчания (или псевдо-молчания) в течение одного периода-символа-УДС.

*Не-данные* — передача символа не-данные в течение одного периода-символа-УДС.

*Зап-нерабочее* — передача одного символа преамбулы в течение одного периода-символа-УДС.

*Единица* — передача двоичной единицы в течение одного периода-символа-УДС.

*Ноль* — передача двоичного нуля в течение одного периода-символа-УДС.

2) Элементы синхронизации.

Синхронизация передаваемых данных — используется для синхронизации запросов и содержится в АПД. Частота синхронизации равна скорости передачи данных.

Обратная синхронизация вырабатывается ООД из синхросигналов передаваемых данных для синхронизации передачи запросов в АПД.

**10.2.1.2. Канал индикации**

1) Символы

*Молчание* — принятый в течение одного периода-символа-УДС символ молчание (или псевдо-молчание).

*Не-данные* — принятый в течение одного периода-символа-УДС символ не-данные.

*Плохой сигнал* — принятый в течение одного периода-символа-УДС символ плохой сигнал.

*Единица* — принятая в течение одного периода-символа-УДС двоичная единица.

*Ноль* — принятый в течение одного периода-символа-УДС двоичный ноль.

## 2) Элементы синхронизации

Синхронизация принимаемых данных используется для синхронизации индикаций и обеспечивается в АПД.

### 10.2.2. Протокол

10.2.2.1. Протокол канала запроса. В режиме УДС этот канал используется подуровнем ПФС для обеспечения запросов (в виде символов УДС) для передачи данных или других действий, определенных в данном подразделе. Канал запроса состоит из четырех цепей передачи символов и двух цепей синхронизации (одна из которых факультативная). Передача символов по этим цепям происходит синхронно с синхронизацией передаваемых данных (СИНПД и СИНОБР).

1) Определение цепей канала запроса. По цепям канала запроса передаются сигналы от ООД к АПД, если не определено иное. В настоящем стандарте определены два типа цепей (односторонние и дифференциальные).

Канал запроса содержит следующие цепи:

СИНПД — синхронизация передаваемых данных, обеспечиваемая АПД (частота равна скорости передачи данных);

СИНОБР — образуется из СИНПД. (Факультативно для использования только с дифференциальной передачей сигналов);

|         |                                                                              |
|---------|------------------------------------------------------------------------------|
| ПДСИМВ0 | } — обеспечивают кодирование передаваемых символов или запросов диспетчера   |
| ПДСИМВ1 |                                                                              |
| ПДСИМВ2 |                                                                              |
| ПДСИМВ3 | — выбирает для каждого канала запроса либо режим УДС, либо режим управления. |

2) Выбор режима канала запроса. Канал запроса обеспечивает два режима работы: режим УДС для передачи данных, и режим управления для передачи запросов диспетчера. Для выбора режима работы используется цепь ПДСИМВ3.

а) Режим УДС канала запроса. Режим УДС выбирается тогда, когда ПДСИМВ3=1 и рассматривается как «нормальный» режим (т. е. режим передачи). ООД передает физические блоки данных, кодируемые в виде символов УДС (*молчание, не\_данные, зап\_нерабочее, единица и ноль*) по цепям ПДСИМВ0, ПДСИМВ1 и ПДСИМВ2 в сторону АПД в виде запросов на передачу блоков данных. Как отмечалось выше, эти символы синхронизируются

СИНПД (или обратным синхронизатором при дифференциальной передаче).

б) Режим управления канала запроса. Режим управления выбирается, когда ПДСИМВЗ=0. Канал запроса используется логическими объектами диспетчера подуровня ПФС для передачи управляющих команд и данных в АПД. Диспетчер физического уровня рассматривается в п. 10.3.

Если выбран режим управления, то ООД передает физические блоки данных, соответствующие символам УДС *молчание*.

10.2.2.2. Кодирование канала запроса. Кодирование цепей СИНПД в режиме УДС показано в табл. 10.1.

Таблица 10.1

Кодирование канала запроса. Режим УДС

| Наименование символа | ПДСИМВЗ | ПДСИМВ2 | ПДСИМВ1 | ПДСИМВ0 |
|----------------------|---------|---------|---------|---------|
| Молчание             | 1       | 1       | 1       | X       |
| Не-данные            | 1       | 1       | 0       | X       |
| Зап-нерабочес        | 1       | 0       | 1       | X       |
| Единица              | 1       | 0       | 0       | 1       |
| Ноль                 | 1       | 0       | 0       | 0       |

X — любое значение

Электрическое представление «1» и «0» определено в п. 10.4. Кодирование цепей ПДСИМВ в режиме управления приведено в п. 10.3.2.4.

10.2.2.3. Протокол канала индикации. В режиме УДС этот канал используется АПД для передачи в ООД кодированных сообщений о приеме блока данных. Канал индикации содержит пять цепей. Передача символов по этим цепям синхронна с синхросигналами принимаемых данных СИНПМ. Все цепи исходят из АПД.

1) Определение цепей канала индикации. По цепям канала индикации передаются сигналы из АПД в ООД.

В настоящем стандарте определено два типа цепей (односторонние и дифференциальные), электрические характеристики которых определены в п. 10.4. Канал индикации содержит следующие цепи:

СИНПМ — синхронизатор приема обеспечивается АКД (частота равна скорости передачи данных)

ПДСИМВ0  
ПДСИМВ1  
ПДСИМВ2 } — обеспечивают кодирование принимаемых символов или сообщений диспетчера

ПДСИМВЗ — указывает либо режим УДС (прием) либо режим управления

2) Выбор режима канала индикации. Канал индикации имеет два режима работы: режим УДС для передачи принятых данных и режим управления для передачи управляющей информации. Цепь ПМСИМВЗ указывает действующий режим работы АПД.

а) Режим УДС канала индикации. Режим УДС указывается, когда ПМСИМВЗ=1, и рассматривается как «нормальный» режим (т. е. режим приема). АПД передает в ООД по цепям ПМСИМВ0, ПМСИМВ1 и ПМСИМВ2 физические блоки данных в виде символов УДС (*молчание, не-данные, плохой-сигнал, единица и ноль*). По этим цепям передаются принятые блоки данных. Как указано выше, эти символы синхронизированы с СИНПМ.

б) Режим управления канала индикации. Режим управления указывается, когда ПМСИМВЗ=0. Канал индикации используется логическим объектом диспетчера подуровня АПД для передачи в ООД сообщений диспетчера и данных. Диспетчер физического уровня рассматривается в п. 10.3.

10.2.2.4. Кодирование канала индикации. Кодирование цепей СИНПМ в режиме УДС показано в табл. 10.2.

Таблица 10.2

Кодирование канала индикации. Режим УДС

| Наименование символа | ПМСИМВЗ | ПМСИМВ2 | ПМСИМВ1 | ПМСИМВ0 |
|----------------------|---------|---------|---------|---------|
| Молчание             | 1       | 1       | 1       | X       |
| Не-данные            | 1       | 1       | 0       | X       |
| Зап-нерабочее        | 1       | 0       | 1       | X       |
| Единица              | 1       | 0       | 0       | 1       |
| Ноль                 | 1       | 0       | 0       | 0       |

Электрическое представление «1» и «0» определено в п. 10.4. Кодирование цепей ПМСИМВ в режиме управления описано в п. 10.3.2.5.

### 10.3. Диспетчер физического уровня

Помимо выполнения функций звена обмена данными между логическими объектами протокола подуровня интерфейс ООД—АПД обеспечивает обмен данными между логическими объектами диспетчера подуровня. В этом качестве каналы запроса и индикации передают управляющую информацию.

10.3.1. **Общее описание режима управления.** В нижеследующих пп. 10.3.1.1 и 10.3.1.2 приводится неформальное описание функций канала запроса и канала индикации при работе в режиме управления. Далее следует подробное описание протокола обмена данными.

10.3.1.1. Канал запроса в режиме управления. Канал запроса входит в режим управления, вводя символ 0 в цепь ПДСИМВЗ в соответствии с изложенным в предыдущих разделах. В режиме

управления канал запроса может передавать следующие сообщения.

1) Сброс — команды АПД инициировать логический объект подуровня АПД, деактивизировать передатчик и активизировать режим шлейфа (если он обеспечивается). Команда сброса должна подавлять выполнение любой предыдущей команды. Выдача НЕТ в ответ на команду сброса указывает на наличие ошибки.

2) Деактивизировать шлейф — команды ООД на деактивизацию шлейфа. Если шлейф не реализован, то АПД должна выдать в ответ на команду деактивизации шлейфа либо ДА либо НЕТ.

3) Активизировать передатчик — команды АПД на активизацию выбранного передатчика.

Примечание. После сброса АПД как деактивизированный шлейф (если он реализован), так и активизированный передатчик должны получить команду, прежде чем станция сможет передавать по физической среде.

4) Последовательные данные ДИСП — в режиме управления данные диспетчера могут последовательно передаваться в АПД. Они предназначены для использования при управлении сложными АПД (в основном широкополосными модемами). Более подробно режим передачи последовательных данных ДИСП описан в п. 10.3.2.6 и является факультативным.

5) ДЕЖУРНОЕ — команда ДЕЖУРНОЕ представляет собой состояние, в котором выбирается режим данных ДИСП, но цепь последовательных данных находится в неактивном состоянии (передача меток).

10.3.1.2. Канал индикации режима управления. Канал индикации определяет режим управления АПД, вводя символ 0 в цепь ПМСИМВЗ в соответствии с изложенным выше. Существует два случая, в которых АПД будет указывать режим управления:

1) при ответе на запрос посредством ПДСИМВЗ=0,

2) при инициативе АПД сообщить об ошибочном событии.

В режиме управления канал индикации передает в ООД следующие сообщения путем кодирования сигналов цепей интерфейса

а) ДА (подтверждение) — означает подтверждение запроса ООД.

б) НЕТ (не-подтверждение) — означает отрицательный ответ на запрос ООД.

в) ДЕЖУРНОЕ — указывает на неактивность канала индикации или на то, что АКД занят обработкой запроса.

г) Ошибка физического уровня — указывает на неисправность АПД.

10.3.2. Протокол управления. В данном подразделе определяется протокол обмена данными в режиме управления.

10.3.2.1. Выбор режима управления. В ответ на запрос режима управления со стороны ООД (ПДСИМВЗ=0) АКД должна войти в режим управления и выдать подтверждение (ПМСИМВЗ=0).



АПД должна оставаться в режиме управления до тех пор, пока ООД не устранил запрос (ПМСИМВЗ=1). Команды управления могут выдаваться в любое время. В ответ на команду АПД должна выдать ДА, НЕТ или ДЕЖУРНОЕ в течение периода, определенного в п. 10.3.2.2, независимо от предыдущего состояния ПМСИМВЗ. Исключение составляет сообщение об ошибке физического уровня (см. п. 10.3.2.3).

10.3.2.2. Команды режима управления. Следующие правила определяют протокол взаимодействия, которому следует ООД (при выдаче команд) и АПД (при выдаче ответов на команды):

1) Команды ООД. ООД должно выдавать команды следующим образом. Все команды, кроме ДЕЖУРНОЕ, должны действовать до тех пор, пока не будет принят ответ (ДА или НЕТ), и они могут действовать неопределенно долго. Команда ДЕЖУРНОЕ может быть выдана, не дожидаясь индикации ДЕЖУРНОЕ.

2) Ответы АПД. При получении команды ООД АПД должна действовать следующим образом.

а) В ответ на команду сброс, деактивизировать шлейф или активизировать передатчик, АПД должна выдать в ответ ДА, НЕТ или ДЕЖУРНОЕ в течение 32 периодов-символа\_УДС (32 тактовых периодов) после приема команды (по каналу запроса). Если команда не может быть выполнена в течение 32 периодов-символа\_УДС, АПД должна передать ответ ДЕЖУРНОЕ в течение 32 периодов-символа\_УДС, после чего следует индикация ДА или НЕТ после выполнения команды. При обработке команды, отличной от ДЕЖУРНОЕ, АПД может передать ответ ДЕЖУРНОЕ в течение максимум 3 с. Если ответ ДЕЖУРНОЕ выдается по истечении этого периода, ООД может закончить выполнение команды и предположить ошибку в выполнении услуги. При передаче этих команд цепь ПМСИМВ0 всегда находится в состоянии 1. Команда сброса прерывает выполнение любой предыдущей командой и на нее должен быть выдан ответ ДА или ДЕЖУРНОЕ в течение 32 периодов-символа\_УДС.

Примечание. 32 тактовых периода измеряются на интерфейсе АПД. Максимальная задержка, измеренная на интерфейсе ООД равна 32 тактовым периодам плюс 6,4 мкс (см. п. 10.5.4).

б) На команду передачи последовательных данных ДИСП должна быть выдана индикация ДА, НЕТ, ДЕЖУРНОЕ или ОШИБКА ФИЗИЧЕСКОГО УРОВНЯ в течение 41 периода-символа\_УДС после приема начального бита индикация, за которой должен последовать соответствующий ответ «данные ДИСП» (который более подробно рассмотрен в протоколе данных ДИСП, п. 10.3.2.6).

в) На команду ДЕЖУРНОЕ АПД должна в течение 32 периодов-символа\_УДС выдать по каналу индикации ответ ДЕЖУРНОЕ. Если до получения команды ДЕЖУРНОЕ в течение

32 периодов-символа-УДС, принята другая команда, АПД может ответить на новую команду без передачи индикации ДЕЖУРНОЕ.

г) Индикация ДА или НЕТ должна действовать до получения другой команды или до окончания режима управления. После получения новой команды управления новое (затем текущее) состояние должно быть указано в течение 32 периодов-символа-УДС.

д) На нереализуемые последовательные команды должен выдаваться ответ НЕТ.

10.3.2.3. Операция, инициируемая АПД. АПД входит в режим управления с целью информирования о событии ошибки иначе, чем при запросе со стороны ООД. Когда у АПД появляется неисправность (например, запрет захвата), она указывает состояние ошибки физического уровня. В этом случае АПД должна сообщить по цепи ПМСИМВ3, что нормальный режим (передачи данных) закончен и что сейчас АПД находится в режиме управления; кроме того АПД должна сообщить об ошибке физического уровня путем кодирования цепей ПМСИМВ. Указание об ошибке должно действовать до тех пор, пока оно не будет снято командой сброс. Для тех АПД, которые обладают возможностью передачи последовательных данных и несколькими возможностями обработки ошибок, рекомендуется предусмотреть возможность чтения причины ошибки после команды сброса.

10.3.2.4. Кодирование канала запроса. Кодирование сигналов в цепях ДПСИМВ в режиме управления приведено в табл. 10.3.

Таблица 10.3  
Кодирование канала запроса в режиме управления

| Наименование сообщения                                               | ПДСИМВ3 | ПДСИМВ2 | ПЕСИМВ1 | ПДСИМВ0 |
|----------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Сброс                                                                | 0       | 1       | 1       | 1       |
| Деактивизировать шлейф                                               | 0       | 1       | 0       | 1       |
| Активизировать передатчик                                            | 0       | 0       | 1       | 1       |
| Единица последовательных данных ДИСП (или стоповый бит или ДЕЖУРНОЕ) | 0       | 0       | 0       | 1       |
| Ноль последовательных данных (или стартовый бит)                     | 0       | 0       | 0       | 0       |

Электрическое представление символов «1» и «0» определено в п. 10.4. Все неиспользуемые состояния режима управления не разрешаются.

10.3.2.5. Кодирование канала индикации. Кодирование сигналов в цепях ПМСИМВ в режиме управления приведено в табл. 10.4.

Таблица 10.4

## Кодирование канала индикации в режиме управления

| Наименование сообщения    | ПМСИМВЗ | ПМСИМВ2 | ПМСИМВ1 | ПМСИМВ0 |
|---------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Ошибка физического уровня | 0       | 1       | 1       | 1       |
| НЕТ (не-подтверждение)    | 0       | 1       | 0       | *       |
| ДА (подтверждение)        | 0       | 0       | 1       | *       |
| ДЕЖУРНОЕ                  | 0       | 0       | 0       | 1       |

\*ПМСИМВ0 в качестве ответа на команду последовательной передачи данных содержит данные ДИСП. Символ 1 означает последовательную единицу ДИСП или стоповый бит. Символ 0 означает последовательный ноль или стартовый бит. В качестве ответа на другие команды ПМСИМВ0 равен 1.

Электрическое представление символов 1 и 0 определено в п 10.4. Все неиспользуемые состояния режима управления не разрешаются.

Примечание Кодирование сигналов интерфейса ООД — АПД осуществляется таким образом, чтобы позволить реализовать узлы абонентов с минимальной аппаратной конфигурацией. Для простых узлов (таких как большинство неширокополосных узлов) функции базового сброса, шифра и управления передатчиком могут быть реализованы с минимальным числом цепей. В этом случае нет необходимости обеспечивать использование последовательной передачи данных ДИСП. С другой стороны, такое обеспечение для сложных АПД необходимо.

10.3.2.6. Протокол последовательных данных ДИСП. Для того, чтобы управлять более сложными АПД необходима передача дополнительной информации между управляющими логическими объектами ООД и АПД. Простые команды, обеспечиваемые в базовом интерфейсе, недостаточны для удовлетворения сложных задач управления. Интерфейс последовательных данных ДИСП позволяет осуществлять обмен данными между диспетчером и АПД. Относительно тех АПД, которые не обеспечивают передачу последовательных данных ДИСП, см. п 10.3.2.6.2.

10.3.2.6.1 Протокол передачи данных ДИСП от ООД к АПД. Когда ООД находится в режиме управления (ПДСИМВЗ)=0, то для передачи данных к АПД используется команда последовательных данных ДИСП (ПДСИМВ2=0, ПДСИМВ1=0). Данные передаются по цепи ПДСИМВ0. Цепь ПДСИМВ0=1 представляет единицу или стоповый бит. Цепь ПДСИМВ0=0 представляет ноль или стартовый бит. Формат передачи данных (по цепи ПДСИМВ0) содержит следующие поля:

Бит, передаваемый первым

|               |        |              |
|---------------|--------|--------------|
| Стартовый бит | Данные | Стоповый бит |
|---------------|--------|--------------|

где стартовый бит=0 указывает начало октета

Данные=8-битное поле, которое обеспечивает либо адрес регистра, к которому предстоит доступ (для чтения или записи), либо данные, которые должны записываться (БМЗ — первый)

Стоповый бит=1 указывает конец октета

Команда последовательных данных ДИСП ООД состоит из двух октетов кадра данных, передаваемых в АПД, и двух октетов кадра ответных данных, передаваемых из АПД (по одному октету кадра ответа на каждый октет кадра команды). Эта последовательность должна иметь следующий вид.

1) ООД передает в АПД октет кадра, содержащий адрес регистра (в АПД), к которому должен осуществляться доступ, и бит, указывающий режим работы с регистром: чтение или запись.

2) Ответ из АПД (предположительно ДА) является отражением сигналов первого октета кадра, принятого из ООД.

3) ООД передает второй октет кадра, содержащий данные, подлежащие записи. В случае чтения регистра второй октет кадра является фиктивным октетом кадра (игнорируется АПД).

4) Второй ответ от АПД является значением регистра. В случае команды записи регистра второй ответ является новым значением регистра после записи.

Первый октет кадра имеет следующий формат:

Бит, передаваемый первым

↓

| Стартовый бит | Адрес (6 бит)<br>БМЗ    БСЗ | Зарезервировано<br>(1 бит) | Чтение/запись<br>(1 бит) | Стоповый бит |
|---------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------|
|---------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------|

где Адрес — номер регистра, к которому должен осуществиться доступ

Зарезервировано — этот бит должен быть установлен в значение 0

Чтение/запись — в значении 1, указывает, что регистр в АПД подлежит считыванию, а в значении «0» указывает, что регистр в АПД подлежит записи.

10.3.2.6.2. Протокол передачи данных ДИСП от АПД к ООД. Там АПД, которые не обеспечивают команды последовательной передачи, разрешено выдавать ответ НЕТ и стартовый бит до получения из ООД стопового бита. Те АПД, которые обеспечивают команды последовательной передачи, должны в ответ на такую команду (стартовый бит, восемь бит данных и стоповый бит) выполнить следующие действия:

- 1) принять стартовый бит, восемь бит данных и стоповый бит;
- 2) в течение приема стартового бита (41 период-символа-УДС) выдать в ответ ДА, НЕТ, ДЕЖУРНОЕ или ОШИБКА ФИЗИЧЕСКОГО УРОВНЯ;

3) если была использована команда **ДЕЖУРНОЕ**, заменить ее на **ДА** или **НЕТ** при завершении выполнения команды. При обработке команды, отличной от команды **ДЕЖУРНОЕ**, АПД может выдать в ответ **ДЕЖУРНОЕ** в течение максимум трех секунд. Если АПД выдает **ДЕЖУРНОЕ** за более длительный период, ООД может закончить передачу команды и предположить наличие неисправности. ООД не может инициировать передачу новой команды до тех пор, пока не будет получен ответ **ДА**, **НЕТ** или **ОШИБКА ФИЗИЧЕСКОГО УРОВНЯ**, либо пока не истечет тайм-аут текущей команды;

4) при наличии в цепи ПМСИМВ2, 1 ответа **ДА** или **НЕТ** ввести в цепь ПМСИМВ0 стартовый бит, октет ответа и стоповый бит. Ответ **ДА** или **НЕТ** должен быть действителен во время или до передачи стартового бита и этот ответ **ДА** или **НЕТ** должен сохраняться в течение передачи данных и стопового бита.

Формат передаваемых данных. Формат передаваемых данных состоит из следующих полей:

Бит, передаваемый первым



| Стартовый бит | Данные | Стоповый бит |
|---------------|--------|--------------|
|---------------|--------|--------------|

где Стартовый бит=0 указывает начало октета

Данные=8-битное поле, представляющее данные

Стоповый бит=1 указывает конец октета

Использование поля данных поясняется ниже.

Ответ на первый октет. В ответе на первый октет кадра от диспетчера:

— при положительном ответе (ПМСИМВ2, 1=0, 1) поле «данные» равно первому октету кадра от диспетчера, принятому АПД;

— при отрицательном ответе (ПМСИМВ2, 1=1, 0) поле «данные» не имеет значения. Сигнал **НЕТ** вместе со стартовым битом являются подтверждением того, что команда была неправильной или не реализуемой.

Ответ на второй октет. В ответе на второй октет кадра от диспетчера:

— в подтверждающей команде записи регистра (ПМСИМВ2, 1=0, 1) в поле «данные» находится новое содержимое регистра (БМЗ передается первым). Символ **ДА** вместе со стартовым битом представляет собой положительное подтверждение:

— в подтвержденной команде чтения регистра (ПМСИМВ2, 1=0, 1) в поле «данные» находится содержимое адресуемого регистра (адреса) (БМЗ передается первым). Символ **ДА** вместе со стартовым битом представляют собой положительное подтверждение:

— в неподтверждающей команде чтения или записи регистра (ПМСИМВ2, 1=1, 0) поле «данные» не имеет значения. Символ НЕТ вместе со стартовым битом констатируют, что команда неверна, нереализуема или что данный регистр не обеспечивает запрашиваемое действие

103263 Восстановление при ошибках. Ответственность за обнаружение ошибок и восстановление при ошибках в передаваемых управляющих сообщениях ООД—АПД возлагается на ООД. Если регистр находится в режиме записи, то новое содержимое регистра передается также диспетчеру ООД для облегчения обнаружения неправильного завершения записи. Если требуется дополнительная проверка ошибок и содержимое регистра можно читать, то содержимое этого регистра можно читать любое число раз. Если на первый октет кадра команды последовательной передачи поступил ответ НЕТ, то АПД должна выдать ответ НЕТ и на второй (следующий) октет кадра. АПД должна быть всегда готова ответить на первый октет кадра команды последовательной передаче при начальном входе в режим управления и после получения команды сброса, команды деактивизации шлейфа или команды активизации передатчика. Приводимая ниже типичная последовательность записи дана, в качестве примера

От ООД

Первый октет кадра, запись в регистр 6

|       |        |                |        |      |
|-------|--------|----------------|--------|------|
| 0     | 011000 | 0              | 0      | 1    |
| Старт | Адрес  | Зарезервирован | Запись | Стоп |

К ООД

Первый октет отраженного кадра

|       |        |                |        |      |
|-------|--------|----------------|--------|------|
| 0     | 011000 | 0              | 0      | 1    |
| Старт | Адрес  | Зарезервирован | Запись | Стоп |

От ООД

Второй октет кадра, шестнадцатичные данные 62

|       |          |      |
|-------|----------|------|
| 0     | 01000110 | 1    |
| Старт | Данные   | Стоп |

К ООД

содержимое регистра 6 после записи=шестнадцатичное Е2 (ошибка)

|       |          |      |
|-------|----------|------|
| 0     | 01000111 | 1    |
| Старт | Данные   | Стоп |

Диспетчер ООД несет ответственность за восстановление при любых ошибках, включая ошибки, обусловленные помехами. Поэтому рекомендуется после записи в регистр сравнивать отраженные команды с запросом. Кроме того, последующая проверка на наличие ошибок может выполняться путем чтения содержимого читаемых регистров. В указанном примере содержимое при записи отличается от запрошенного для записи.

10.3.2.6.4. Назначение регистров. Резервированы только регистры А — F, все другие регистры определяются пользователем. Регистры D — F резервированы для идентификатора (ИД) модема. Если ИД модема не обеспечивается, то на команду чтения регистров D — F АПД должна выдать НЕТ.

10.4. Электрические характеристики. В данном подразделе определяются электрические характеристики цепей каналов запроса и индикации. Определены два метода электрической передачи сигналов. Первый метод использует однонаправленную (несбалансированную) передачу, а второй — дифференциальную (сбалансированную) передачу. Для каждого метода определена своя спецификация механических характеристик физических кабелей. Однонаправленная передача сигналов предназначена для использования на очень коротких расстояниях в пределах физически замкнутой области. Дифференциальная передача сигналов предназначена для использования на большие расстояния, в частности для связи между отдельными физическими замкнутыми областями.

10.4.1. Однонаправленная передача. Однонаправленная передача может быть использована, если кабель интерфейса ООД — АПД имеет длину 20 см или меньше. Она предназначена для обмена данными в пределах замкнутой области «от границы до границы». Необходимо позаботиться о том, чтобы разработки ООД и АПД учитывали потери, отражения сигналов и падения напряжений на интерфейс ООД — АПД.

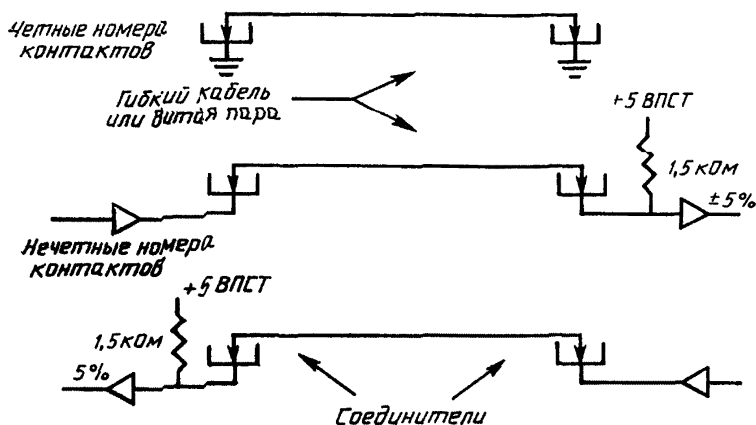
10.4.1.1. Характеристики сигнала. Символ 0 в любой цепи электрически должен быть представлен низким напряжением, как определено ниже. Символ 1, в любой цепи электрически должен быть представлен высоким напряжением, как определено ниже.

10.4.1.2. Характеристики драйвера. Драйвер представляет собой однонаправленный генератор на элементах твердотельной логики, способный питать сигналами специфицированный интерфейсный кабель и нагрузку, показанные на черт. 10.2. Драйвер должен иметь следующие выходные линейные характеристики:

Низкий уровень выходных сигналов  $< 0,5V$  @ 8,0 мА

Высокий уровень выходных сигналов  $> 2,5V$  @ —1,0 мА

## Однонаправленное интерфейсное соединение



ВПСТ — вольт постоянного тока

Черт. 10.2

10.4.1.3. Характеристики приемника. Должны быть обеспечены следующие выходные линейные характеристики схемы приемника (включая буфер и понижающий резистор).

Низкий уровень входного тока  $< -2,0$  мА

Низкий уровень входного напряжения = 0,5 В

Высокий уровень входного тока  $< 50$  мкА

Высокий уровень входного напряжения = 2,7 В

Высокий уровень входного напряжения  $> 2,0$  В

Низкий уровень входного напряжения  $< 0,8$  В

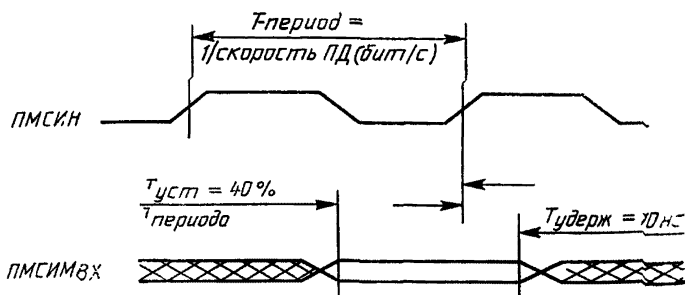
Отказоустойчивая работа достигается с использованием понижающего резистора 15 кОм, включенного согласно черт. 10.2. Если кабель отсоединен, то выход приемника должен указывать высокий уровень в приемной линии.

10.4.1.4. Параметры питания. Обеспечение питанием со стороны ООД является факультативной возможностью. Документация, поставляемая с ООД, должна показывать возможности источника питания. Рекомендуются следующие минимальные значения питающих напряжений, обеспечиваемых через интерфейс:

|       |            |        |
|-------|------------|--------|
| +5 В  | $\pm 5$ %  | 1,5 А  |
| +12 В | $\pm 10$ % | 0,5 А  |
| -12 В | $\pm 10$ % | 0,25 А |

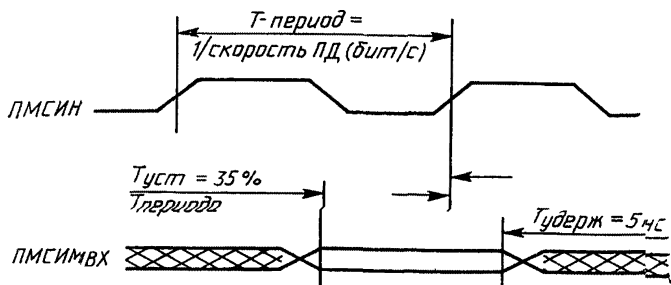


**Индикация синхронизации канала (показано на соединителе ООД)**



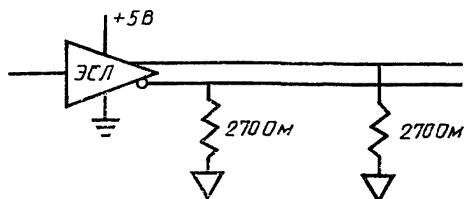
Черт. 10.3

**Запрос синхронизации канала с использованием ПДСИН  
(показано на соединителе АПД)**



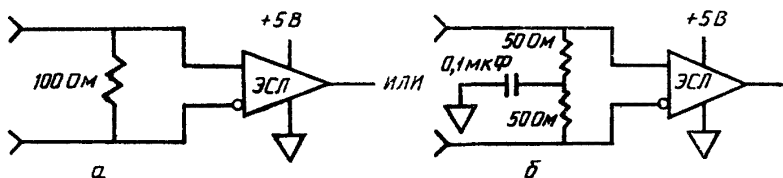
Черт. 10.4

**Типичная схема драйвера. Дифференциальный интерфейс**



Черт. 10.5

## Типичная схема приемников. Дифференциальный интерфейс



Черт. 10.6

10.4.1.5. Синхронизация сигналов. Синхронизация сигналов показана на черт. 10.3 и 10.4. Все сигналы, передаваемые по каналу индикации, называются ПМСИН, где частота ПМСИН номинально равна скорости передачи символов\_УДС в пределах требований соответствующего физического уровня, определенного настоящим стандартом. Все сигналы, передаваемые по каналу запроса, называются ПДСИН. Как и в случае ПМСИН, частота ПДСИН равна скорости передачи символов\_УДС. Для ПДСИН и ПМСИН каждое из значений «большое время» и «малое время» должно быть меньше 40 % номинального периода синхросигналов.

(Значение «большое время» измеряется в точке 90 %, значение «малое время» измеряется в точке 10 %). Если АПД отсоединена от физической среды или шлейф активизирован, то допуск частоты для ПМСИН и ПДСИН разрешено снизить до  $\pm 5\%$  номинальной частоты. ПДСИН и ПМСИН должны удовлетворять всем другим спецификациям настоящего стандарта для обеспечиваемых типов физических уровней.

10.4.2. Дифференциальная передача сигналов. Дифференциальная передача сигналов должна использоваться при длинах кабеля, превышающих 20 см. Определенный здесь метод дифференциальной передачи сигналов основан на использовании витых экранированных пар, осуществляющих практические соединения между отдельными замкнутыми областями.

10.4.2.1. Характеристики сигнала. Символ 0, проходящий по любой цепи, электрически должен быть представлен, в виде отрицательного дифференциального напряжения. Символ 1, проходящий по любой цепи, электрически должен быть представлен в виде положительного дифференциального напряжения. Дифференциальное напряжение равно напряжению плюсового (+) сигнала минус напряжение минусового (—) сигнала дифференциальной пары.

10.4.2.2. Характеристики драйвера. Драйвер должен обеспечивать дифференциальное напряжение минимум 580 мВ и максимум

1220 мВ на 100-омной дифференциальной нагрузке. Общее напряжение постоянного тока должно быть равно  $(3,66 \pm 0,4)$  В.

**Примечание.** Это требование может быть удовлетворено путем использования семейства логических элементов эмиттерно-связанной логики (ЭСЛ) с параметрами 10 К 10 КН, и 100 К, работающих при напряжении  $5,0 \text{ В} \pm 5 \%$  с понижающими резисторами 270 Ом.

10.4.2.3. Характеристики приемника. Приемник должен работать с дифференциальным входом в диапазоне от минимального напряжения 350 мВ до максимального напряжения 1250 мВ при общем напряжении по постоянному току  $(3,66 \pm 0,4)$  В. Согласующий импеданс окончания должен быть равен  $100 \text{ Ом} \pm 5 \%$  при однорезисторном окончании и  $\pm 1 \%$  при двухрезисторном окончании.

**Примечание.** Это требование может быть удовлетворено при использовании семейства логических элементов ЭСЛ с параметрами 10 К, 10 КН и 100 К, работающих при напряжении  $5,0 \text{ В} \pm 5 \%$  с понижающими резисторами 270 Ом. Более предпочтительна схема на черт. 10.66 с точки зрения лучшего ослабления синфазного сигнала.

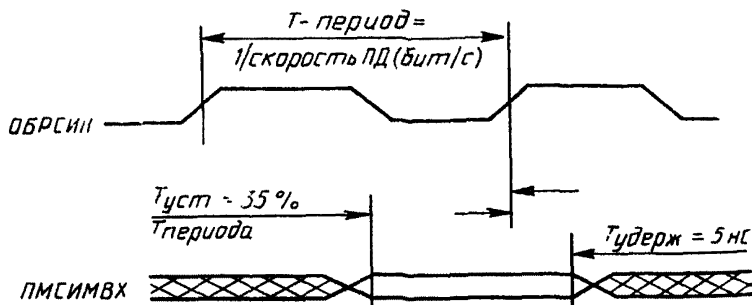
10.4.2.4. Питание АПД. Средства, с помощью которых питание подается на АПД, не входят в предмет рассмотрения настоящего стандарта; однако, питание АПД по постоянному току должно рассматриваться относительно сигнальной земли ООД.

10.4.2.5. Синхронизация передачи сигналов. Синхронизация передаваемых сигналов показана на черт. 10.3 и 10.7. Все сигналы канала индикации рассматриваются относительно ПМСИН, там где частота ПМСИН номинально равна скорости передачи символов\_УДС в пределах требований соответствующего физического уровня, определяемого настоящим стандартом.

Все сигналы канала запроса рассматриваются относительно ОБРСИН. На черт. 10.8 показано образование сигналов ОБРСИН из сигналов ПДСИН. Как и в случае с ПМСИН, частота ПДСИН равна скорости передачи символов\_УДС. Для ПДСИН и ПМСИН каждое из значений «большое время» и «малое время» должно быть на 40 % меньше номинального периода синхронизации. (Значения «большое время» измеряется в точке 90 %, а значения «малое время» — в точке 10 %.) Когда АПД отсоединена от физической среды или активизирован шлейф, допуск частоты сигналов ПМСИН и ПДСИН разрешается снизить до  $\pm 5 \%$  от номинальной частоты. Сигналы ПДСИН и ПМСИН должны удовлетворять всем другим спецификациям настоящего стандарта относительно обеспечиваемых физических уровней.

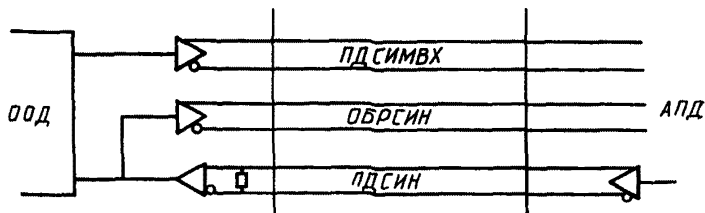
10.4.2.6. Отказоустойчивая работа. В дифференциальном интерфейсе предусмотрены два сигнала с целью обнаружения разрыва кабеля или потери питания на каждом конце интерфейса. Эти сигналы называются «АПД готова» и «ООД готово» и представля-

Запрос синхронизации канала с использованием ОБРСИН  
(показано на соединителе АПД)



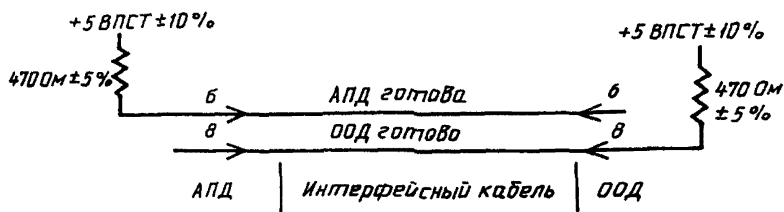
Черт. 10.7

Типичный метод формирования ОБРСИН



Черт. 10.8

Цепи контроля кабеля



ВПСТ — вольт постоянного тока

Черт. 10.9

ют собой статистические уровни постоянного тока, вырабатываемого на резисторе  $470 \text{ Ом} \pm 5 \%$ , с которого снимается напряжение  $5,0 \text{ В} \pm 10 \%$ , как показано на черт. 10.9. При потере питания ООД или повреждении кабеля АПД должна передавать сигнал молчания.

**10.5. Механические характеристики.** Ниже определены механические характеристики интерфейса ООД — АПД. Определены два отдельных механических интерфейса: один для использования при однонаправленной передаче, другой — для дифференциальной передачи. Каждый интерфейс содержит кабель и соединители. В каждом интерфейсе зарезервировано несколько контактов. Пользователи не должны задействовать эти контакты. Для кабелей требуются резервные соединения.

**10.5.1. Кабель интерфейса при однонаправленной передаче.** Рекомендуется использовать плоский кабель (ленточный либо симметричный) как наиболее подходящий для использования с соединителем, определенным в п. 10.5.2. Соединитель интерфейса, описываемый в п. 10.5.2, должен воспринимать соединитель кабеля, который разблокирован или не разблокирован от деформации. Провода противоположных направлений заземляются с целью уменьшения перекрестных помех. Минимальный диаметр провода должен быть равен 0,32 мм.

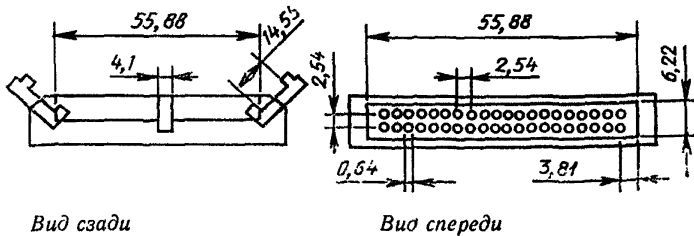
**10.5.2. Соединители интерфейса при однонаправленной передаче.** Должны использоваться 40-контактные соединители типа двойного выхода в линию с диаметром центральных частей 2,54 мм. Соединители на окончании оборудования содержат закрытый кожухом набор штыревых контактов; соединители на конце кабеля должны иметь штепсельные розетки. Соединитель должен использовать центральную поляризацию. Может использоваться длинная защелка, либо она вообще может не использоваться. Это будет гарантировать взаимосвязь с теми кабельными соединителями, которые разблокированы или не разблокированы от деформации (см. черт. 10.10).

Примечание. Международный стандарт на этот соединитель находится в стадии разработки.

**10.5.3. Расположение контактов.** Расположение контактов сигнальных цепей показано в табл. 10.5.

**10.5.4. Интерфейсный кабель при дифференциальной передаче сигналов.** Рекомендуется использовать симметричный кабель импедансом  $100 \text{ Ом} \pm 5 \%$ , минимальным диаметром 0,32 мм или больше и с общим экраном. Максимальное затухание должно составлять 4,4 дБ или меньше при номинальной частоте синхронизации. В стадии изучения находятся специальные требования по экранированию и перекрестным помехам. Максимальная задержка однонаправленного распространения всех сигналов должна быть менее 3,2 мкс.

Розетка одинарного интерфейсного соединителя



Вид сзади

Вид спереди

Все размеры указаны в миллиметрах

Черт. 10.10

Таблица 10.5

Распределение контактов однонаправленного соединения

| Номер контакта | Наименование сигнала          | Источник |
|----------------|-------------------------------|----------|
| 1              | ПМСИМВ0                       | АПД      |
| 3              | ПМСИМВ1                       | АПД      |
| 5              | ПМСИМВ2                       | АПД      |
| 7              | ПМСИМВ3                       | АПД      |
| 9              | ПДСИН                         | АПД      |
| 11             | +5 ВПСТ                       | ООД      |
| 13             | +5 ВПСТ                       | ООД      |
| 15             | +5 ВПСТ                       | ООД      |
| 17             | ПДСИН                         | АПД      |
| 19             | ЗАРЕЗЕРВИРОВАНО               | —        |
| 21             | ПДСИМВ3                       | ООД      |
| 23             | ПДСИМВ2                       | ООД      |
| 25             | ПДСИМВ1                       | ООД      |
| 27             | ПДСИМВ0                       | ООД      |
| 29             | ЗАРЕЗЕРВИРОВАНО               | —        |
| 31             | ЗАРЕЗЕРВИРОВАНО               | —        |
| 33             | ЗАРЕЗЕРВИРОВАНО               | —        |
| 35             | ЗАРЕЗЕРВИРОВАНО               | —        |
| 37             | +12 ВПСТ (Аналоговое питание) | ООД      |
| 39             | —12 ВПСТ (Аналоговое питание) | ООД      |

Контакты с четными номерами соединены с логической «землей» как в ООД, так и в АПД.

**10.5.5. Интерфейсные соединители при дифференциальной передаче сигналов.** Специфицированные соединители представляют собой 37-контактные субминиатюрные соединители типа D, соответствующие ИСО 4902. Гнездовые контакты и корпуса вилок должны располагаться на оборудовании ООД. Штыревые контакты и корпуса розеток должны размещаться на оборудовании АПД. Кабель должен использовать соответствующие стыкующиеся сое-

динители. Для удержания кабеля должны использоваться болты с блокировкой. Гнездовые болты винтов должны использоваться на АПД, а штыревые гайки — на концах кабеля. Обе половины соединителя должны использовать экранированные кожуха. Распределение контактов соединителя показано в табл. 10.6.

В приложении 3 приведено пояснительное описание режима управления.

Таблица 10.6

## Распределение контактов дифференциального соединения

| Номер контакта | Наименование сигнала                       | Источник  |
|----------------|--------------------------------------------|-----------|
| 1              | ПМСИМВ0 +                                  | АПД       |
| 20             | ПМСИМВ0 —                                  | АПД       |
| 2              | ПМСИМВ1 +                                  | АПД       |
| 21             | ПМСИМВ1 —                                  | АПД       |
| 3              | ПМСИМВ2 +                                  | АПД       |
| 22             | ПМСИМВ2 —                                  | АПД       |
| 4              | ПМСИМВ3 +                                  | АПД       |
| 23             | ПМСИМВ3 —                                  | АПД       |
| 5              | ПМСИН +                                    | АПД       |
| 24             | ПМСИН —                                    | АПД       |
| 6              | АПД ГОТОВА                                 | АПД       |
| 25             | СИГНАЛЬНАЯ ЗЕМЛЯ                           | ООД       |
| 7              | ЗАРЕЗЕРВИРОВАНО                            | —         |
| 26             | ЗАРЕЗЕРВИРОВАНО                            | —         |
| 8              | ООД ГОТОВО                                 | ООД       |
| 27             | СИГНАЛЬНАЯ ЗЕМЛЯ                           | ООД       |
| 9              | ПДСИН +                                    | АПД       |
| 28             | ПДСИН —                                    | АПД       |
| 10             | ОБРСИН +                                   | ООД       |
| 29             | ОБРСИН —                                   | ООД       |
| 11             | ПДСИМВ3 +                                  | ООД       |
| 30             | ПДСИМВ3 —                                  | ООД       |
| 12             | ПДСИМВ2 +                                  | ООД       |
| 31             | ПДСИМВ2 —                                  | ООД       |
| 13             | ПДСИМВ1 +                                  | ООД       |
| 32             | ПДСИМВ1 —                                  | ООД       |
| 14             | ПДСИМВ0 +                                  | ООД       |
| 33             | ПДСИМВ0 —                                  | ООД       |
| 15             | ЗАРЕЗЕРВИРОВАНО                            | —         |
| 34             | ЗАРЕЗЕРВИРОВАНО                            | —         |
| 16             | ЗАРЕЗЕРВИРОВАНО                            | —         |
| 35             | ЗАРЕЗЕРВИРОВАНО                            | —         |
| 17             | ЗАРЕЗЕРВИРОВАНО                            | —         |
| 36             | ЗАРЕЗЕРВИРОВАНО                            | —         |
| 18             | ЗАРЕЗЕРВИРОВАНО                            | —         |
| 37             | ЗАРЕЗЕРВИРОВАНО                            | —         |
| 19             | (не соединять)<br>ЭКРАН ЗАЗЕМЛЕНИЯ КОРПУСА | ООД и АКД |

## 11. РЕЗЕРВНЫЙ

Номер данного раздела зарезервирован с целью сохранения нумерации последующих разделов и взаимных ссылок.

## 12. ОДНОКАНАЛЬНАЯ ШИННАЯ ЛВС С ФАЗОКОГЕРЕНТНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ СДВИГОМ ЧАСТОТЫ. ФИЗИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ.

В данном разделе определены функциональные, электрические и механические характеристики одного из конкретных типов физического уровня (одноканальной шины с фазокогерентной модуляцией сдвигом частоты), рассматриваемых в настоящем стандарте. Данная спецификация отражает реализацию физического уровня в станциях, которые могут быть подсоединены к ЛВС на основе одноканальной шины с когерентной модуляцией сдвигом частоты. Взаимосвязь данного раздела с другими разделами настоящего стандарта и спецификациями ЛВС показана на черт. 12.1. Отношение данного раздела к логическому объекту физического уровня ЛВС на основе одноканальной шины с фазокогерентной модуляцией сдвигом частоты и к физической среде показано на черт. 12.2.

Настоящий стандарт определяет только те логические объекты физического уровня, которые необходимы для обеспечения:

- 1) взаимодействия реализаций, удовлетворяющих настоящей спецификации;
- 2) защиты ЛВС и ее пользователей.

**12.1. Основные понятия.** Ниже определены те используемые в данном разделе термины, смысл которых более специфичен, чем у терминов ГОСТ 24402.

**дБмВ** — мера среднеквадратического значения уровня сигнала в 75-омном кабеле относительно напряжению 1 мВ. В единицах СИ дБмВ определяется как дБ (1 мВ, 75 Ом), в среднеквадратичных значениях.

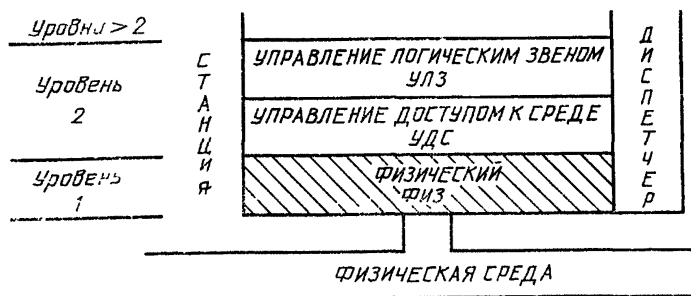
**Обнаруженная битовая ошибка** — ошибка, которая представлена сообщением *плохой-сигнал*. Сообщение *плохой-сигнал*, которое передано во время прохождения преамбулы или четырех символов, следующих за последним КО передачи, не относится к числу таких ошибок.

**Ответственный кабель** — коаксиальный кабель физической среды, подключенный к станции.

**Модуляция сдвигом частоты** — метод модуляции, посредством которого информация налагается на несущую путем сдвига частоты передаваемого сигнала на одну из небольшого набора частот.

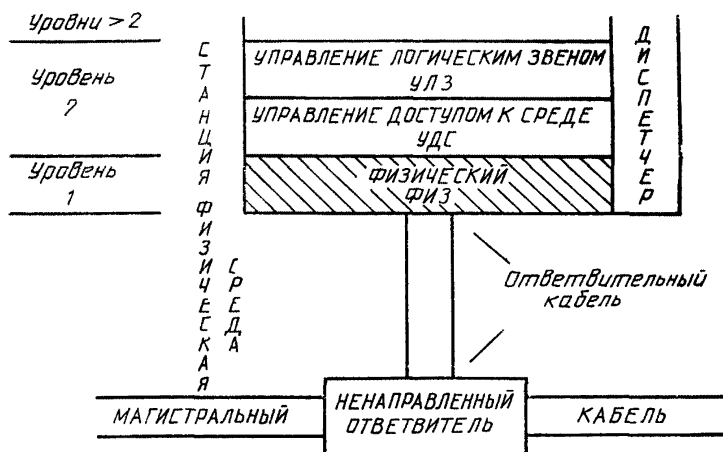


## Место физического уровня в модели ЛВС



Черт. 12.1

## Структура оборудования физического уровня



Черт. 12.2

**Физическая среда** — кабельная система ЛВС, содержащая магистральный кабель, ответвители, ответвительные кабели и разветвители.

Эти компоненты определены в разд. 13.

**Рабочий диапазон частот** — определяется как диапазон 2—15 МГц при скорости передачи данных 5 Мбит/с и 4—30 МГц при скорости передачи данных 10 Мбит/с.

**Фазокогерентная модуляция сдвигом частоты** — разновидность модуляции сдвигом частоты, когда две сигнальные частоты совместно определяют скорость передачи данных, а переходы между этими сигнальными частотами происходят при пересечении нулевой нулевой уровня.

**Регенеративный повторитель** — устройство, используемое для расширения длины, топологии или взаимосвязности ЛВС за пределы ограничений, налагаемых требованиями к минимальному уровню передаваемых и принимаемых сигналов станции и ограничениям связности среды. Регенеративные повторители выполняют основные действия по восстановлению амплитуды, волновой формы сигнала и синхронизации.

**Одноканальная система** — система, в которой в любой заданный момент времени в любой точке физической среды может присутствовать только один неискаженный информационный сигнал.

**Необнаруженная битовая ошибка** — ошибка, которая не представлена физическим уровнем как *плохой сигнал*.

**12.2. Назначение.** Назначение настоящей спецификации состоит в том, чтобы:

1) обеспечить физические средства, необходимые для обмена данными между станциями ЛВС, реализующими описанный в настоящем стандарте метод маркерного доступа к шине ЛВС и использующими одноканальную шинную среду с фазокогерентной модуляцией сдвигом частоты;

2) определить физический интерфейс, который может быть реализован независимо различными изготовителями оборудования и достичь желаемого уровня совместимости при подключении к общей одноканальной физической среде ЛВС шинного типа с фазокогерентной модуляцией;

3) обеспечить канал обмена данными, обладающий большой полосой пропускания и низкой частотой битовых ошибок;

4) обеспечить простоту установки и необходимый сервис в широком диапазоне применений;

5) обеспечить высокую доступность сети;

6) способствовать созданию дешевых реализаций.

**12.3. Вопросы совместимости.** Настоящий стандарт применим к тем логическим объектам физического уровня, которые ориентированы на работу по 75-омному коаксиальному кабелю со структурой магистрального и ответвительных кабелей, определенных в разд. 13. Совместимость с этой физической средой определяется на интерфейсе со средой. Совместимые логические объекты физического уровня должны использовать одну и ту же скорость передачи сигналов.

**12.4. Краткое описание физической среды.** Среда передачи, описанная в разд. 13, состоит из магистрального и ответвительных

кабелей и, возможно, из разветвителей (*расщепителей*). Магистральный кабель физической среды соединен с ответвительными кабелями через ненаправленные пассивные согласующие импеданс трехполюсники (*ответвители*), а ответвительные кабели, в свою очередь, соединены со станциями. Расширение топологии или размеров ЛВС осуществляется посредством активных регенеративных повторителей.

## 12.5. Общее описание физического уровня

12.5.1. Общее описание функций. В настоящем разделе неформально определены функции, выполняемые логическим объектом физического уровня одноканальной шины с фазокогерентной модуляцией сдвигом частоты. В совокупности эти функции обеспечивают средства, с помощью которых символы\_УДС, представленные на интерфейсе одного логического объекта физического уровня, могут передаваться по шине всем логическим объектам физического уровня шинной ЛВС для их представления на соответствующие интерфейсы УДС.

12.5.1.1. Функции приема и передачи символов. Последовательные символы\_УДС, представляемые логическому объекту физического уровня на его интерфейсе с услугами УДС подаются на вход кодирующего устройства, которое вырабатывает на выходе три кодированных символа ФИЗ: {Н}, {L}, {выкл}.

Выходные сигналы передаются затем в двухчастотный модулятор сдвигом частоты, который представляет каждый символ {Н} в виде одного полного цикла тональной частоты, период которого в точности равен половине периода символа\_УДС; каждый символ {L} — в виде половины цикла тональной частоты, полный период которого в точности равен периоду символа\_УДС, а каждый символ {выкл} — в виде отсутствия тональной частоты в течение половины периода символа\_УДС. Такой модулированный сигнал связывается затем по переменному току с физической средой на основе одноканальной шины с фазокогерентной модуляцией сдвигом частоты и передается этой средой в один или несколько приемников.

Каждый приемник также связывается по переменному току с физической средой шины. Его полосовой фильтр фильтрует поступающие сигналы с целью уменьшения поступающих помех, демодулирует фильтрованный сигнал и затем образует передаваемый символ\_ФИЗ из наличия несущей и частоты принятого сигнала. Он воспроизводит синхронизацию передаваемых символов\_ФИЗ непосредственно из представления символов\_ФИЗ в физической среде. После этого он декодирует такой воспроизведенный символ\_ФИЗ путем инверсии процесса кодирования и представляет результирующие декодированные символы\_УДС на интерфейс с услугами УДС.

Для всех символов УДС за исключением *зап-нераб* этот процесс декодирования при отсутствии ошибок является точной инвер-

сией процесса кодирования. Символы *зап\_нераб*, которые в совокупности рассматриваются как *преамбула*, передаются в начале каждого кадра УДС с двоякой цепью: для образования тренировочного сигнала для приемников и для обеспечения ненулевого минимального интервала между последовательными кадрами. Поскольку каждая передача начинается символами *зап\_нераб*, то предполагается, что некоторые из этих начальных символов могут быть потеряны «в пути» от передатчика к приемникам. Кроме того, в системах с фазокогерентной модуляцией сдвигом частоты кодирование последовательных символов УДС *зап\_нераб* аналогично кодированию чередующихся последовательностей единиц и нулей. Приемником разрешается декодировать передаваемые представления последовательных символов *зап\_нераб* в вид чередующихся последовательностей *единиц* и *нулей* и выдавать их в таком виде логическому объекту УДС.

**12.5.1.2. Функции регенеративного повторителя.** Регенеративные повторители могут использоваться для расширения размеров сети за пределы, определенные максимальными потерями сигнала в одном сегменте физической среды. Они выполняют роль путем соединения двух или более сегментов физической среды и путем трансляции всего того, что они «слышат», из одного сегмента в другие сегменты. В настоящем стандарте регенеративные повторители рассматриваются как станции независимо от того, выводят их функциональные возможности за рамки возможностей повторителя или нет.

**12.5.1.3. Функция блокирования захвата.** Чтобы защитить ЛВС от большинства неисправностей станции, каждая станция осуществляет функцию блокирования захвата. Эта функция служит в качестве сторожа в передатчике; если станция не выключает свой передатчик после просроченного времени (примерно, полсекунды), выход передатчика должен быть автоматически заблокирован, по крайней мере, на время оставшейся передачи.

**12.5.1.4. Локальные административные функции (факультативные).** Эти функции активизируются либо вручную, либо посредством интерфейса между логическим объектом физического уровня и диспетчером, либо тем и другим. К ним могут относиться:

1) Активизация и деактивизация каждого выхода передатчика (избыточная конфигурация физической среды имеет два или более выхода передатчика).

2) Выбор источника принятого сигнала: либо физическая среда (при наличии избыточной среды), либо любая доступная точка шлейфа.

**Примечание.** Если выбирается точка шлейфа, то все выходы передатчика в физическую среду должны быть заблокированы.

**12.5.2. Основные функции и факультативные возможности.** Функции передачи и приема символов, а также функции блокирования захвата требуются во всех реализациях. Все остальные функции являются факультативными.

**12.6. Использование диспетчера.** На параметры и действия, определенные в разд. 9, налагаются следующие ограничения.

1) Последовательность параметра скорости Передачи Данных в группе возможностей должна определять одно или оба из значений 5 и 10.

При реализации параметры приемные Каналы и передающие Каналы должны одинаково определять либо пустой набор частот, либо набор частот, равный полуторным их значениям в последовательности параметра скорости Передачи Данных.

2) В локальной информации диспетчера параметр минимальная-Длина Преамбулы После Молчания должен иметь значение 6.

**12.7. Спецификация функциональных, электрических и механических характеристик.** Если не оговорено иное, то все уровни напряжения и мощности выражаются в среднеквадратичных значениях (скз) и единицах (дБмВ) соответственно (в п. 12.1 дБмВ определяется как дБ (1 мВ; 75 Ом), скз). Этим спецификациям должны удовлетворять фундаментальные частотные составляющие во время непрерывной передачи символов *единица*, а также фундаментальные частотные составляющие при непрерывной передаче символов *ноль*.

**12.7.1. Скорости передачи данных.** Стандартные скорости передачи данных для систем с фазокогерентной модуляцией сдвигом частоты равны 5 и 10 Мб/с. Допустимое отклонение для каждой скорости передачи составляет  $\pm 0,01\%$  для иницирующей станции и  $\pm 0,015\%$  для ретранслирующей станции во время ретрансляции. Если составной логический объект физического уровня содержится в регенеративном повторителе, он должен иницировать передачу сигналов по всей среде с одинаковой скоростью передачи.

**12.7.2. Символьное кодирование.** Логический объект физического уровня передает символы, выдаваемые ему на его интерфейс с УДС логическим объектом подуровня УДС. К возможным входным символам УДС относятся следующие (см. п. 8.2.1): *ноль*, *единица*, *не-данные*, *зап-нераб* и *молчание*. Каждый из этих символов УДС кодируется парой символ-ФИЗ, выбираемый из трех символов {Н}, {L}, {выкл} и затем передается. Над каждым из входных символов УДС должны быть выполнены следующие кодирующие действия:

1. *Молчание* — каждый символ молчание должен кодироваться в виде последовательности {выкл выкл}.

2. *Зап-нерабочее* — символы *зап-нераб* всегда выдаются октетами. Каждая пара последовательных символов *зап-нераб*

должна кодироваться в виде последовательности {L.L} {H.H} с передачей первым символом {L.L}. При передаче символов УДС *зап\_нераб* сразу после символов УДС молчание логический объект подуровня УДС (за исключением регенеративного повторителя) должен передавать, по меньшей мере, 6 октетов символов УДС *зап\_нераб*. Эта минимальная преамбула после молчания состоит из двух частей:

а) Первая часть длительностью три октета выполняет функции задержки для компенсации возможного бланкирования приемника на удаленных станциях, как описано в п. 2.7.6.3.

б) Вторая часть, состоящая из трех октетов символов УДС *зап\_нераб*, служит для синхронизации приемника.

Регенеративный повторитель должен ретранслировать молчание в течение периода бланкирования приемника. Это может привести к тому, что преамбула последующей передачи будет укорочена до трех октетов.

3. *Ноль* — каждый символ ноль должен кодироваться в виде последовательности {H.H}.

4. *Единица* — каждый символ единица должен кодироваться в виде последовательности {L.L}.

5. *Не\_данные* — логический объект подуровня УДС передает символы не\_данные парами. Каждая такая пара последовательных символов не\_данные должна кодироваться в виде последовательности {H.L} {L.H}. Таким образом, эта подпоследовательность (начальный ограничитель кадра)

*не\_данные не\_данные, ноль не\_данные не\_данные ноль*  
должна кодироваться в последовательность

{H.L}{L.H} {H.H} {H.L}{L.H} {H.H},

а последовательность (КО кадра)

*не\_данные не\_данные ноль не\_данные не\_данные единица*  
должна кодироваться в последовательность

{H.L}{L.H} {L.L} {H.L}{L.H} {L.L}

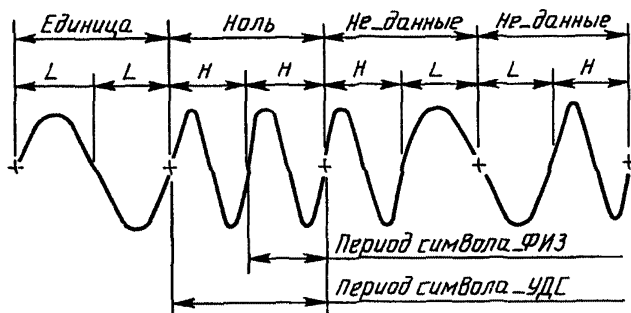
На черт. 12.3. показан пример кодирования символов УДС.

12.7.3. **Передаваемые сигналы.** Символы\_ФИЗ, образующиеся в результате кодирования согласно п. 12.7.2, должны преобразовываться непосредственно в вид, используемый в линии согласно п. 12.7.3.1 и результирующие сигналы должны выдаваться в одноканальную шинную среду с фазокогерентной модуляцией в соответствии с п. 12.7.5. Полярность несущего сигнала в начале кадра не несет конкретной информации относительно содержимого сигнала. Физический уровень должен быть способен принимать сигналы любой полярности.

12.7.3.1. **Представление сигналов.** Символ\_ФИЗ {H}, {L} и {выкл} должны преобразовываться в линейные сигналы следующим образом:

1. Символ {H} должен быть представлен одним полным циклом сигнала, начинающимся и заканчивающимся номинальной нулевой амплитудой, с периодом цикла, равным половине периода символа\_УДС, доставляемого из логического объекта УДС на интерфейс УДС. Каждый символ {H} должен быть сфазирован таким образом, чтобы пересечение нуля происходило между символом\_ФИЗ {H} и предшествующим символом\_ФИЗ.

Кодирование символов\_УДС



Черт. 12.3

2. Символ {L} должен быть представлен половиной цикла сигнала, начинающегося и заканчивающегося номинальной нулевой амплитудой, с периодом полного цикла, равным периоду символа\_УДС, доставляемого из логического объекта УДС на интерфейс УДС. Каждый символ\_ФИЗ {L} должен быть сфазирован таким образом, чтобы пересечения нулевого уровня происходило между символом\_ФИЗ {L} и предшествующим символом\_ФИЗ.

3. Символ {выкл} должен быть представлен отсутствием сигналов в течение времени, равного половине периода символа\_УДС, доставленного из логического объекта УДС на интерфейс УДС.

Таблица 12.1 отражает эти положения:

Т а б л и ц а 12.1

Скорости передачи данных в зависимости от частоты передачи

| Скорость передачи данных,<br>Мбит/с | Частота, МГц |               |
|-------------------------------------|--------------|---------------|
|                                     | нижнего тона | верхнего тона |
| 5                                   | 5,0          | 10,0          |
| 10                                  | 10,0         | 20,0          |

**12.7.3.2. Фазовое дрожание.** Максимальное фазовое дрожание сигналов в период любого символа {L} или любого символа {H} не должно превышать  $\pm 1\%$  от периода символа-УДС. Кроме того, фазовое дрожание в точке пересечения нуля посередине любого символа {H} не должно превышать  $\pm 1\%$  периода символа-УДС.

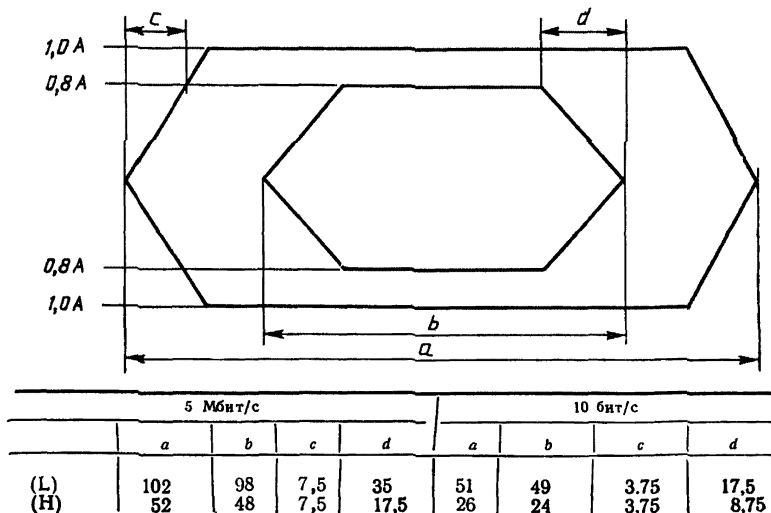
**12.7.3.3. Выходной уровень.** Выходной уровень передаваемого сигнала на резистивную нагрузку 75 Ом должен находиться в диапазоне от 63 до 66 дБмВ включительно. Мощность основной частоты при передаче непрерывных символов-ФИЗ {L} должна быть в пределах 1 дБ мощности основной частоты при передаче непрерывных символов-ФИЗ {H}.

Максимальные отклонения амплитуды сигнала передатчика между любыми двумя символами-ФИЗ {L} или {H}, измеренные в течение любой одной передачи, не должны превышать 0,5 дБ.

**12.7.3.4. Утечки.** Остаточное значение или утечка выходного сигнала выключенного передатчика не должна превышать — 20 дБмВ в рабочем диапазоне частот.

**12.7.3.5. Длительности переходов.** Сигнал передачи символов-ФИЗ {H} и {L} должен находиться в пределах заштрихованной части глазообразной формы, показанной на черт. 12.4.

«Глазообразная» конфигурация



Значения в наносекундах

Черт. 12.4



1. Время нарастания сигнала, измеренное в точках от минус 80 % до плюс 80 % уровня сигнала (от 10 % до 90 % амплитуды сигнала между пиковыми значениями), должно превышать 7,5 % периода-символа-УДС. То есть, времена нарастания и спада передаваемого сигнала должны быть не менее 15 нс при скорости передачи данных 15 Мбит/с и не менее 7,5 нс при скорости передачи данных 10 Мбит/с.

Кроме того, времена нарастания и спада передаваемого сигнала, измеренные в соответствии с вышеизложенным, должны быть на 35 % меньше периода одного полного цикла передаваемого сигнала. Таким образом, времена нарастания и спада не должны превышать 70 нс при частоте 5 МГц, 35 нс при частоте 10 МГц и 17,5 нс при частоте 20 МГц.

**Примечание.** Цель настоящей спецификации состоит в том, чтобы обеспечить размещение формы передаваемого сигнала где-то между квадратной волной, ограниченной скоростью поворота, и синусоидальной волной. Если скорость поворота для символов-ФИЗ {Н} и {L} одна и та же, то для выполнения требований п. 12.7.3.3 она не должна превышать более чем на 12 % номинальный период-символа-УДС

2. Времена нарастания и спада для всех символов {Н} должны различаться между собой не более чем на 10 %. Времена нарастания и спада для всех символов {L} должны различаться между собой также на 10 %.

3. Спектральная огибающая обеих частот сигнала должна быть такой, чтобы ее гармонический состав относительно передаваемой мощности в скз имел следующий вид:

а) 2 и 3-я гармоники по меньшей мере на 10 дБ ниже мощности основной частоты.

б) 4 и 5-я гармоники по меньшей мере на 15 дБ ниже мощности основной частоты.

в) 6 и 7-я гармоники по меньшей мере на 20 дБ ниже мощности основной частоты.

г) Все более высокие гармоники по меньшей мере на 25 дБ ниже мощности основной частоты.

4. Пульсация передаваемого сигнала в пределах каждого символа-ФИЗ не должна превышать 20 % пиковой амплитуды передаваемого сигнала.

5. Физический сигнал передатчика должен включаться, т. е. переходить от уровня молчания до уровня полного физического символа за два периода-символа-УДС или быстрее. Символы, соответствующие третьему и последующим символам-УДС, должны быть такими, как определено глазообразной диаграммой. С 6-октетной преамбулой должно поступать, по меньшей мере, 92 полных символа-ФИЗ перед НО для неретранслирующей станции и, по меньшей мере, 44 полных символа-ФИЗ для ретранслирующей станции.

Физический сигнал передатчика должен выключаться, т. е. переходить с уровня полного физического символа на уровень приема молчания  $+4$  дБмВ, определенный в п. 12.7.6.2, за два периода-символов-УДС или быстрее, а на уровень сигналов выключенного передатчика  $-20$  дБмВ, определенный в п. 12.7.3.4, за 8 периодов-символов-УДС или быстрее. Девятый и последующие символы молчания должны удовлетворять требованиям к сигналам выключенного передатчика.

**12.7.4. Блокирование захвата.** Каждый логический объект физического уровня должен обладать способностью самопрерывания для предотвращения поступления модулированных сигналов в физическую среду ЛВС. Оборудование физического уровня (при отсутствии каких-либо внешних сообщений, кроме продолжающего обнаружения состояния включенного выхода передатчика) должно обеспечивать номинальное окно длительностью полсекунды  $\pm 25\%$ , в течение которого может иметь место нормальная передача на уровне звена данных. Если передача продолжается более длительный период времени, то функция блокирования-захвата должна действовать так, чтобы предотвратить поступление любых последующих выводимых сигналов в физическую среду. Сброс функции блокирования-захвата зависит от реализации.

**12.7.5. Подключение к физической среде.** Функции физического уровня ориентированы на удовлетворительное взаимодействие с физической средой, образованной из 75-омного двунаправленного коаксиального магистрального кабеля, ненаправленных согласующих импедансы ответвителей с потерями на переходе магистраль-ответвитель 20 дБ и ответвительных кабелей импедансом 75 Ом. Механическое подключение станции к физической среде должно осуществляться через ответвительный кабель посредством розетки 75-омного соединителя серии-F, расположенной на станции, как определено в разд. 13.

При передаче станция должна проявлять импеданс, обуславливающий коэффициент стоячей волны напряжения (КСВН), равный 3:1, или меньше на соединителе F, заканчивающемся 75-омной резистивной нагрузкой или возбуждаемым от источника с 75-омной нагрузкой во всем рабочем диапазоне частот. Во всех других случаях, станция должна проявлять импеданс, обуславливающий КСВН, равный 1,5:1 или менее на соединителе-F, возбуждаемом от источника с 75-омной резистивной нагрузкой во всем рабочем диапазоне частот.

**Примечание.** Требованиям данного абзаца должны удовлетворять также неактивные и не обеспечиваемые питанием логические объекты физического уровня.

Как передатчик, так и приемник должны быть связаны по переменному току с центральным проводником ответвительного кабеля рассматриваемой в данном разделе физической среды и сред-

я пробова этих средств связи неквадратичное значение напряжений по меньшей мере 500 В по переменному току должно составлять связь по переменному току на частоте 50/60 Гц. Помимо такой связи должен быть подключен к заземленному экран коаксиального кабеля должен быть подключен к заземленному току шасси, и импеданс этого соединения по постоянному току должен быть менее 0,1 Ом.

12.7.6. Характеристики приемника. 12.7.6.1. Чувствительность и избирательность приемника. Логический объект физического уровня должен быть способен обеспечивать частоту обнаруживаемых битовых ошибок порядка  $10^{-9}$  или ниже, а частоту обнаруживаемых битовых ошибок порядка  $10^{-8}$  или ниже при следующих условиях: соответствии с п. 12.7.3.

1) Принятые сигналы переданы в соответствии с п. 12.7.3. Примечание. Здесь предполагается, что преамбула, следующая за молчанием, может иметь длину всего 22 символа физической средой, определенной в разд. 13, с характеристиками помехами, определенными в п. 13.5.5, и максимальными отражениями, определенными в п. 13.5.4.

2) Принятые сигналы переданы в соответствии с п. 13.5.5, и максимальными отражениями, определенными в п. 13.5.4. 3) Приемник должен сообщать о наличии принятых сигналов, возможно, в виде плохой-сигнал и принимаемого сигнала превышающей сигналы молчание, если уровень сигнала превышает +10 дБмВ.

В итоге можно сказать, что специфицированный диапазон сигнала равен от +10 до +66 дБмВ, а максимальная помеха составляет —10 дБмВ в рабочем диапазоне частот для обоих типов приемников: на скорость 5 и 10 Мбит/с.

Примечание. При измерении частоты битовых ошибок группа ошибок в кадре может рассматриваться как отдельная ошибка.

12.7.6.2. Минимальный уровень сигнала. Приемник должен передавать сигнал в течение двух периодов молчания ниже +4 дБмВ. Надобно-символа-УДС приемника, работает в том, чтобы воспрепятствовать значению данной спецификации состоит логическому объекту подуровня УДС об отражениях, следующих по физической среде, как о не-молчании.

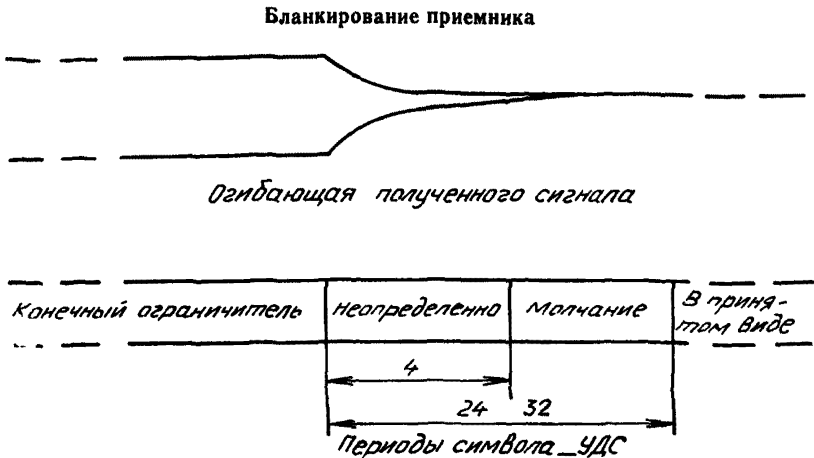
12.7.6.3. Бланкирование приемника. Функция приемника на физическом уровне должна распознавать окончание каждой передачи и передавать логическому объекту молчания или бланкирования в последующий период. Этот период должен начинаться не позднее четверти периода-символа-УДС последнего КО кадра после передачи последнего символа-УДС. Этот период молчания должен продолжаться до кушей передачи. Этот период молчания, по меньшей мере 24, но момента, определяемого длительностью, после передачи последнего не более 32 периодов-символа-УДС периодом бланкирования сигнала-УДС КО. Следующие за

налы молчание или не-молчание, соответствующие принятому сигналу, должны быть переданы логическому объекту подуровня УДС. На черт. 12.5 функция бланкирования приемника изображена графически.

Следовательно, минимальный интервал ответа равен четырем октетам.

**12.7.7. Символьная синхронизация.** Во время восстановления символов *зап-нерабочее* или *молчание* разрешается изменять период периода доставки символа-УДС на время до одного номинального периода-символа-УДС. Период каждого передаваемого символа-УДС в любой момент времени не должен выходить за пределы 90—210 % номинальной длительности периода-символа-УДС. Кроме того, период каждого доставленного символа-УДС после восстановления символа *зап-нераб* и до передачи любого из символов *молчание* или *плохой-сигнал* должен находиться в пределах 90—110 % номинальной длительности периода-символа-УДС.

**12.7.8. Декодирование символов.** После демодуляции и определения каждого принятого символа-ФИЗ символ-УДС должен быть декодирован процессом, инверсным процессу, описанному в п. 12.7.2, и эти декодированные символы-УДС должны быть доставлены на интерфейс УДС. (Как отмечено в п. 12.5.1.1, приемникам разрешается декодировать передаваемое представление символа *зап-нераб* в чередующуюся последовательность *нулей* и *единиц*). Всякий раз при приеме последовательности сигналов символов-ФИЗ, для которой процесс кодирования не имеет своей инверсии, эти символы-ФИЗ должны декодироваться в соответст-



Черт. 12.5

вующее число символов *УДС плохой-сигнал* и доставляется как таковые на интерфейс УДС. В подобных случаях принимающий логический объект *ФИЗ* должен как можно быстрее осуществить повторную синхронизацию процесса декодирования.

Полярность сигнала несущей в начале кадра не несет конкретной информации об этом сигнале. Физический уровень должен быть способен принимать сигналы с любой начальной полярностью.

**12.7.9. Активизация/деактивизация передатчика и выбор источника принимаемого сигнала (факультативная возможность).** Возможность активизировать и деактивизировать передачу сигналов в физическую среду одноканальной шины с фазокогерентной модуляцией сдвигом частоты под управлением диспетчера станции рекомендуется обеспечить, но это не является обязательным требованием.

Возможность выбора в качестве источника принимаемых сигналов либо точки шлейфа в логическом объекте физического уровня, либо одной из возможных избыточных физических сред под управлением логического объекта диспетчера станции также рекомендуется обеспечить, но не обязательно. Когда такая возможность используется и выбранным источником не являются одна из физических сред, то передача во все подсоединенные физические среды типа одноканальной шины с фазокогерентной модуляцией сдвигом частоты должна быть автоматически деактивизирована в процессе такого выбора.

**12.7.10. Вопросы избыточной физической среды (факультативная возможность).** Реализация положений данного стандарта, который предусматривает функционирование с избыточной физической средой, не запрещается при условии, что эта реализация будучи поставленной, правильно функционирует и в неизбыточной однокабельной физической среде. При использовании избыточных физических сред средства, определенные в пп. 12.7.4 и 12.7.9, должны применяться по отдельности и независимо для каждого отдельного интерфейса со средой, и большая часть положений п. 12.7.9 должна соблюдаться обязательно. В частности, для каждой физической среды должно обеспечиваться отдельное управление блокированием захвата (хотя разрешается и общее блокирование), должны обеспечиваться выбор источника сигналов приемника и возможность выбора любой из избыточных сред, должна предусматриваться возможность активизации каждого отдельного передатчика независимо от всех других избыточных передатчиков, когда источником принимаемых сигналов является одна из избыточных сред.

**12.7.11. Надежность.** Логический объект физического уровня должен быть спроектирован таким образом, чтобы вероятность вызываемых им нарушений в обмене данными с другими станциями

этой среды была ниже  $10^{-6}$  за час непрерывной (или с перерывами) работы. Для регенеративных повторителей это требование снижено до значения  $10^{-5}$  за час работы. Соединители и другие пассивные компоненты, относящиеся к средствам соединения станции с физической средой на основе коаксиального кабеля, должны разрабатываться так, чтобы минимизировать вероятность появления неисправности всей сети.

**12.7.12. Вопросы регенеративных повторителей.** Логический объект физического уровня регенеративного повторителя может рассматриваться как составной логический объект с разделенными электрическими и механическими функциями передачи и приема для каждого подсоединенного магистрального сегмента (то есть, для каждого порта), каждый из которых выполняет общие функции кодирования, декодирования, восстановления синхронизации и управления.

При выполнении своих ретрансляционных функций регенеративный повторитель работает как ретранслирующая станция. При приеме любого символа\_ФИЗ, отличного от символа *выкл.*, составной логический объект физического уровня определяет, по какой магистрали передавался этот символ\_ФИЗ, после чего выбирает эту магистраль в качестве источника полученных символов\_ФИЗ. Одновременно логический объект УДС начинает ретранслировать по другим магистралям все полученные символы\_УДС. При обнаружении соперничества или помех (например, *получен плохой сигнал*) логический объект ретранслятора передает вместо полученных символов УДС последовательность прерывания (см. п. 4.1.8).

Основной режим работы — инициация либо ретрансляция, должен определяться старшим логическим объектом УДС и передаваться примитивом ФИЗ\_РЕЖИМ.привлечение (см. п. 8.2.3).

В режиме инициации логический объект физического уровня ретранслятора должен инициировать символьную синхронизацию обеспечиваемую для логического объекта УДС, и передавать закодированные символы\_УДС во все подсоединенные магистральные сегменты. Он должен использовать шлейф либо одну из подсоединенных магистралей в качестве источника символов\_ФИЗ, которые декодируются и доставляются посредством примитива ФИЗ\_ДАННЫЕ.индикация.

При ретрансляции и при переключении в режим ретрансляции логический объект физического уровня повторителя должен обеспечивать задержку, эквивалентную периоду бланкирования приемника (см. п. 12.7.6.3), сразу после окончания последней передачи, чтобы предотвратить ретрансляцию отраженных сигналов только что прошедшей передачи, и затем он должен просканировать подключенные порты, через один из которых он получил сигналы. В

период задержки и пока это сканирование сигналов остается безуспешным логический объект физического уровня повторителя должен передавать символы *молчание* своему логическому объекту УДС, используя свою локально генерируемую символьную синхронизацию. При обнаружении сигналов на одном или нескольких портах логический объект повторителя должен выбрать один из этих активных портов в качестве источника принимаемых сигналов. Затем он должен временно деактивизировать функцию передатчика этого порта, декодировать принятые сигналы, восстановить синхронизм этих сигналов до или после декодирования и доставить декодированные символы УДС соответствующему логическому объекту УДС. После этого он должен изменить частоту синхронизации символов УДС в установленных настоящим пунктом пределах, что необходимо для поддержания соответствующих взаимоотношений с синхрочастотой принимаемых символов ФИЗ.

Регенеративные повторители должны также предпосылать каждой передаче достаточное количество символов *зап.нерабочее* с целью обеспечения как минимум трех октетов преамбулы вслед за периодом бланкирования приемника.

Обобщая, можно сказать, что когда логический объект УДС действует в режиме инициации:

1) логический объект физического уровня должен один определять синхронизацию символов УДС;

2) передачи происходят во всех подсоединенных магистралях (если только они не деактивизированы из-за условий п. 12.7.9);

3) шлейф или любая из подсоединенных магистралей могут быть использованы в качестве источника символов ФИЗ, которые декодируются и доставляются посредством примитива ФИЗ\_ДАН\_НЬЕ индикация.

Когда логический объект УДС действует в режиме ретрансляции:

а) логический объект физического уровня сначала обеспечивает задержку для бланкирования приемника (т. е. достаточно длинную, чтобы надежно предотвратить повторение предыдущей передачи), после чего сканирует все подсоединенные магистрали для передачи сигналов и выбора одной из передающих сигналы магистралей в качестве источника принятых сигналов;

б) передача сигналов в выбранную магистраль временно блокируется;

в) принятые из выбранной магистрали сигналы декодируются и передаются логическому объекту УДС;

г) частота синхронизации символов УДС варьируется при необходимости (самое большее на  $\pm 0,015\%$ ) с тем, чтобы отслеживать частоту синхронизации символов УДС равноправного передатчика до тех пор, пока логический объект подуровня УДС не

запросит передачи *молчания*, после чего он повторяет всю процедуру.

## 12.8. Спецификация окружающей среды

12.8.1. **Электромагнитные излучения.** Оборудование должно удовлетворять местным и национальным требованиям по предельным значениям электромагнитных воздействий.

12.8.2. **Требования безопасности.** Все станции, претендующие на соответствие настоящему стандарту, должны удовлетворять соответствующим местным национальным и международным требованиям и стандартам по безопасности, например Публикациям МЭК 380, МЭК 435, МЭК 950.

12.8.3. **Электромагнитная среда.** К источникам помех со стороны внешней среды относятся электромагнитные поля, электростатические разряды, переходные напряжения между заземлениями и т. д. Некоторые источники помех способствуют росту напряжения между коаксиальным кабелем и цепями заземления станции, если таковое используется.

Реализация логического объекта физического уровня должна удовлетворять спецификациям на них при работе в окружающем волновом поле с параметрами:

- 1) 2 В/М от 10 кГц до 30 МГц;
- 2) 5 В/М от 30 МГц до 1 ГГц;

12.9. **Маркировка.** Рекомендуются, чтобы каждая реализация (с отражением сопровождающей документации) логического объекта физического уровня, соответствующая настоящему стандарту, имела маркировку, наглядную для пользователя, с указанием, по меньшей мере, следующих параметров:

- 1) возможные скорости передачи данных в мегабит в секунду;
- 2) наихудшее значение задержки кругового обхода (не относится к повторителям) или односторонней задержки (для повторителей), которую вносит это оборудование при двустороннем обмене данными между станциями, как определено в п. 6.1.9;
- 3) режимы работы и возможности выбора, определенные в пп. 12.7.9 и 12.7.10.

Кроме того, если станция имеет несколько соединителей (например, для избыточной среды), роль каждого такого соединителя должна быть четко указана маркировкой на оборудовании станции вблизи этого соединителя.

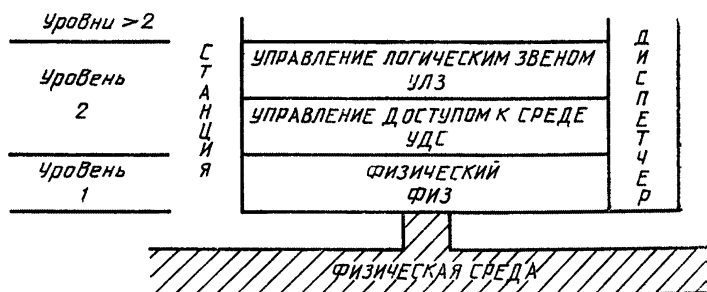
## 13. ОДНОКАНАЛЬНАЯ ШИННАЯ ЛВС С ФАЗОКОГЕРЕНТНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ СДВИГОМ ЧАСТОТЫ. ФИЗИЧЕСКАЯ СРЕДА

В данном разделе определены функциональные, электрические и механические характеристики одного из конкретных типов физической среды. Настоящая спецификация определяет реализацию



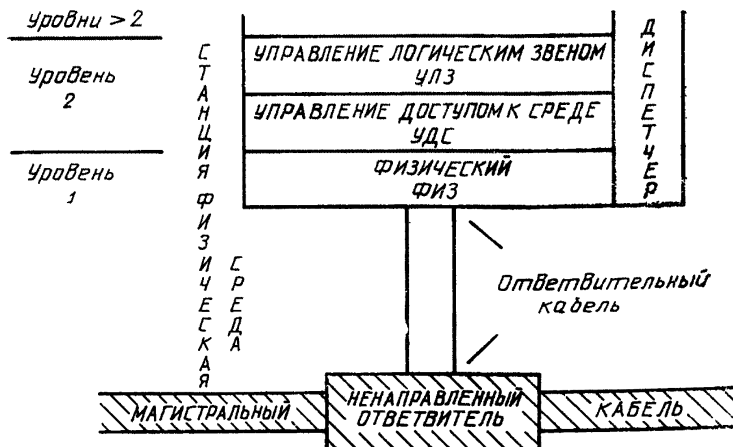
физической среды ЛВС типа одноканальной шины с фазокогерентной модуляцией сдвигом частоты. Взаимоотношения данного раздела с другими разделами настоящего стандарта и спецификациями ЛВС показаны на черт. 13.1. Отношение данного раздела к логическим объектам физического уровня и физической среде ЛВС типа одноканальной шины с фазокогерентной модуляцией сдвигом частоты показано на черт. 13.2.

Место физической среды в модели ЛВС



Черт. 13.1

Структура оборудования физического уровня



Черт. 13.2

Настоящий стандарт определяет физическую среду только в той степени, которая необходима для обеспечения:

1) взаимодействия логических объектов физического уровня, соответствующих разд. 12, подключенных к физической среде, соответствующей требованиям данного раздела;

2) защиты самой физической среды ЛВС и ее пользователей.

**13.1. Основные понятия.** Ниже определены некоторые используемые термины, смысл которых в этом разделе более специфичен, чем в ГОСТ 24402 и ИСО 2382/25.

**дБмВ** — мера среднеквадратичного значения уровня сигнала в 75-омном кабеле относительно напряжения 1 мВ. В единицах СИ дБмВ определяется как дБ (1 мВ, 75 Ом), среднеквадратичное значение.

**Ответвительный кабель** — кабель физической среды, соединяющий ответвитель со станцией.

**F-соединитель** — 75-омный соединитель серии F для коаксиального кабеля, аналогичный соединителю, используемому в телевизионных и видеоприборах.

**Модуляция сдвигом частоты** — метод модуляции, при котором информация налагается на несущую путем сдвига частоты передаваемого сигнала на одну из небольшого набора частот.

**Физическая среда** — кабельная система ЛВС, содержащая магистральный кабель, ответвители, ответвительные кабели и расщепители.

**Диапазон рабочих частот** — диапазон рабочих частот определяется равным 2—15 МГц при скорости передачи данных 5 Мбит/с и 4—30 МГц при скорости передачи данных 10 Мбит/с.

**Фазокогерентная модуляция сдвигом частоты** — разновидность модуляции сдвигом частоты, когда две сигнальные частоты совместно определяют скорость передачи данных, а переходы между двумя сигнальными частотами происходят при пересечении несущей нулевого уровня.

**Регенеративный повторитель** — устройство, используемое для расширения длины или топологии физической среды за пределы ограничений, налагаемых ухудшениями сигнала в одном сегменте физической среды.

**Одноканальная система** — система, в которой в любой определенный момент времени и в любой точке физической среды без искажений может иметь место только один информационный сигнал.

**Расщепитель** — модуль, который сопрягает электрически и механически один магистральный кабель с другими магистральными кабелями, обеспечивая разветвленную топологию одноканальной магистрали с фазокогерентной модуляцией сдвигом частоты. Расщепитель объединяет сигналы, принятые его портами, и расщеп-

ляет энергию любого принятого из магистрали сигнала симметрично по другим магистралям. Он содержит пассивные электрические компоненты ( $P, I, C$ ).

**Ответвитель ненаправленный** — модуль, который соединяет электрически и механически магистральный кабель с одним или несколькими ответвительными кабелями. Он расщепляет энергию сигналов, принятых из каждого магистрального кабеля, совершенно несимметрично, передавая большую часть этой энергии в другой магистральный кабель и лишь небольшой ее процент в ответвительный (е) кабель (и). Небольшую по величине энергию сигналов, принятую ответвительными кабелями из станции, он распределяет равномерно между магистральными кабелями. Ответвитель содержит только пассивные электрические компоненты ( $R, L, C$ ).

**Магистральный кабель** — основной кабель физической среды, соединяющий ответвители.

**13.2. Назначение.** Назначение этой спецификации состоит в том, чтобы:

1) определить физическую среду, необходимую для обмена данными между станциями ЛВС, реализующей определенные в настоящем стандарте метод маркерного доступа к шине, и физический уровень одноканальной шинной ЛВС с фазокогерентной модуляцией сдвигом частоты;

2) обеспечить высокую доступность сети;

3) обеспечить простоту установки и обслуживания в широком диапазоне условий применения;

4) обеспечить использование компонентов и опыта разработки, подобных или аналогичных тем, которые используются в промышленности кабельного телевидения.

**13.3. Вопросы совместимости.** Настоящий стандарт распространяется на физическую среду, которая ориентирована на работу в системах кабельного телевидения, но в коаксиальной кабельной системе на основе ненаправленной одноканальной шины с фазокогерентной модуляцией сдвигом частоты. Такие системы используют ненаправленные ответвители в корпусах стандартных ответвителей, стандартные соединители и коаксиальный кабель. Данная спецификация применима к отдельной магистральной системе, в которой двунаправленный обмен данными осуществляется путем использования ненаправленных ответвителей и расщепителей, а в крупных системах — многонаправленные регенеративные повторители.

Все реализации физической среды, соответствующие настоящему стандарту, должны быть совместимы на интерфейсах станций с ответвительными кабелями. Конкретные реализации, основанные на настоящем стандарте, могут создаваться различными

способами при условии обеспечения их совместимости на интерфейсах со станциями.

#### 13.4. Краткое описание

**13.4.1. Общее описание функций.** В данном разделе неформально описываются функции, выполняемые логическим объектом физической среды на основе одноканальной шины с фазокогерентной модуляцией сдвигом частоты. В совокупности эти функции обеспечивают средства, с помощью которых сигналы, выработанные станцией на ее интерфейсе с физической средой, передаются всем другим станциям, подключенным к данной физической среде. Таким образом, станции, подсоединенные к этим ответвительным кабелям, могут обмениваться данными друг с другом.

**13.4.1.1. Краткое описание операций.** Станции подсоединяются к магистральному (ым) коаксиальному (ам) кабелю (ям) системы одноканальной шины с фазокогерентной модуляцией сдвигом частоты посредством ответвительных кабелей и согласующих импедансы *ответвителей*. Эти ответвители представляют собой пассивные устройства, которые являются ненаправленными (т. е., всенаправленными) относительно распространения сигналов. Свойство ненаправленности этих ответвителей позволяют сигналам станции распространяться в обоих направлениях магистрального кабеля.

Топология системы на основе одноканальной шины с фазокогерентной модуляцией сдвигом частоты представляет собой сильно разветвленную древовидную структуру без корня со станциями в виде «листьев» на ветвях «деревя». Ветвление образуется в самой магистрали посредством *регенеративных повторителей* (описываемых ниже) и *расщепителей*, которые обеспечивают ненаправленное объединение сигналов, передаваемых по магистральным кабелям, аналогично только что описанному для ответвителей. Подобно ответвителям расщепители также используют только пассивные электрические компоненты (R, L, C).

**13.4.1.2. Функции регенеративных повторителей.** В системе одноканальной шины с фазокогерентной модуляцией сдвигом частоты регенеративные повторители могут использоваться для объединения магистральных сегментов в сильно разветвленную топологию либо для увеличения длины физической среды, либо числа ответвителей в магистрали. Регенеративный повторитель подключается к магистрали посредством ответвителей и ответвительных кабелей. Более подробно регенеративные повторители рассмотрены в п. 12.7.12.

**13.4.2. Основные характеристики и функциональные возможности.** Все характеристики по передаче сигналов и характеристики интерфейса станции являются обязательными. Все остальные характеристики — факультативные.

**13.5. Спецификация функциональных, электрических и механических характеристик.** Физическая среда на основе одноканальной шины с фазокогерентной модуляцией сдвигом частоты является таким логическим объектом, единственной функцией которого является транспортировка сигналов между станциями ЛВС на основе одноканальной шины с фазокогерентной модуляцией сдвигом частоты. Следовательно, в настоящем стандарте определяются только те характеристики физической среды, которые сказываются на транспортировке сигналов между станциями или на безопасности обслуживающего персонала и оборудования.

Реализация физической среды должна строго соответствовать настоящему стандарту, если она должна обеспечивать специфицированные услуги по транспортировке сигналов и характеристики станций физической среды на основе одноканальной шины с фазокогерентной модуляцией сдвигом частоты и если она отвечает соответствующим требованиям и кодам безопасности.

Если не оговорено иное, то все измерения по п. 13.5 должны проводиться в точке подключения станции или регенеративного повторителя к физической среде. И если не указано иное, то все специфицируемые уровни напряжения и мощности выражаются в среднеквадратичных значениях (скз) и в дБмВ соответственно, основываясь на измерениях основного содержимого сигналов, состоящего либо из одних символов *ноль*, либо из одних символов *единица*. (дБмВ определяется в п. 13.1 как дБ (1 мВ, 75 Ом) скз.)

**13.5.1. Подключение к станции.** Подключение станции к физической среде на основе одноканальной шины с фазонепрерывной модуляцией сдвигом частоты должно осуществляться через ответвительный кабель импедансом 75 Ом и длиной не более 50 м. На станции ответвительный кабель должен заканчиваться вилкой 75-омного соединителя серии F.

Помимо этого соединения экран (ы) коаксиального ответвительного кабеля должен (ны) быть соединен (ы) с корпусом вилки оконечного соединителя серии F, и импеданс этого соединения по постоянному току должен быть менее 0,001 Ом

#### Примечания:

1. Во время разработки стандарта отсутствовали принятые стандарты на соединители F. Проект стандарта на соединитель F, определяющий согласованные размеры интерфейсного соединителя, разработан МЭК в виде Публикации 169 по РЧ-соединителям типа F. Всеобъемлющий стандарт по соединителям типа FD (совместимый с типом F) разработан Европейской промышленной ассоциацией EIA, изданный в виде документа EIA 550. Соединители F сильно варьируются по качеству. Предлагается использовать соединители самого высокого качества. Далее, поскольку в некоторых соединителях F проводник кабеля заканчивается штепсельной частью соединителя, следует быть внимательным, чтобы не перепутать различные типы кабеля с соединителями F. Рекомендуется где возможно, использовать соединители с захватыванием центральных проводников.

2. При некоторых внешних условиях окружающей среды соединители F могут оказаться непригодными. Несмотря на то, что использование 50-омных соединителей типа N не предусматривается настоящим стандартом, при их применении они должны иметь параметры, заданные в разд. 12 и 13.

### 13.5.2. Характеристики кабеля

13.5.2.1. **Характеристический импеданс.** Характеристический импеданс (полное сопротивление) физической среды на основе одноканальной шины с фазокогерентной модуляцией сдвигом частоты должен составлять  $(75 \pm 3)$  Ом.

13.5.2.2. **Требования к потерям отражения в магистральной.** Ненаправленная энергия сигнала, отраженная в одном направлении магистрального кабеля, должна быть на 22 дБ ниже уровня энергии проходящего тока в любой точке магистрального кабеля во всем рабочем диапазоне частот. Указанная отраженная энергия представляет собой сумму отражений энергии, вызываемых структурными потерями на отражениях в самом кабеле и во всех ответвителях, а также в других компонентах магистрального кабеля.

13.5.2.3. **Потери отражений на интерфейсе с физической средой.** Физическая среда в точке подключения ответвительного кабеля станции должна иметь импеданс, приводящий к потерям отражения менее —14 дБ ( $K_{СВН} = 1,5 : 1$ ) при подаче сигналов со стороны 75-омного резистивного источника и при измерении во всем рабочем диапазоне частот.

### 13.5.3. Характеристики сигналов

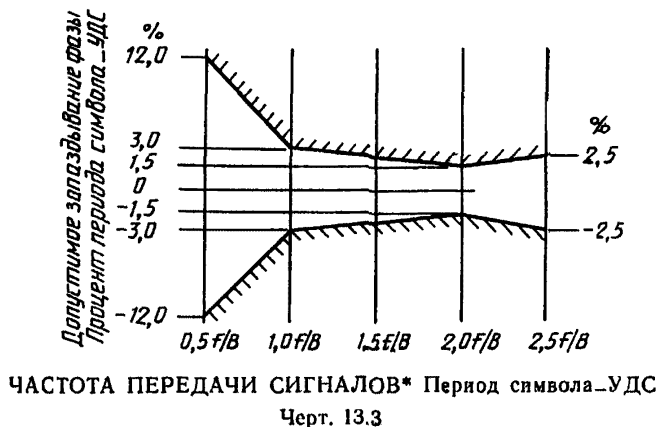
13.5.3.1. **Амплитуда.** При передаче сигналов отдельной станции или регенеративного повторителя, уровень передачи которых соответствует п. 12.7.3.2, физическая среда на основе одноканальной шины с фазокогерентной модуляцией сдвигом частоты должна выдавать эти сигналы в подключенную станцию или регенеративный повторитель с амплитудой в диапазоне от +10 до +66 дБмВ при любой из скоростей передачи данных: 5 и 10 Мбит/с.

13.5.3.2. **Наклон.** Различие амплитуд сигналов двух основных сигнальных частот (соответствующих скорости передачи данных и двойной скорости передачи данных) в результате затуханий в физической среде на любой приемной станции не должно превышать 3,5 дБ.

13.5.3.3. **Искажения.** Максимальное искажение, вносимое фазовой задержкой, должно находиться в пределах маски, изображенной на черт. 13.3, которая образована прямыми линиями с точками перегиба.

13.5.4. **Компонент отражения принимаемого сигнала.** За вычетом помех сигнал, принятый любой станцией, состоит из двух частей: неотраженный компонент сигнала и отраженный компонент. Неотраженный компонент является той частью сигнала, которая могла бы быть принята из идеальной физической среды. Отраженный компонент обусловлен рассогласованием импедансов в физи-

## Пределы искажения сигналов, вызванных запаздыванием фазы, в процентах



Черт. 13.3

ческой среде (как в магистральном, так и в ответвительном кабелях). Предполагается, что при наличии этих отражений передающая и приемная станции работают согласно требованиям разд. 12. Максимальные значения отраженного компонента сигнала, обусловленного несогласованностью характеристик импедансов станции и физической среды, специфицированных в данном разделе и в разд. 12, должны быть следующими.

На передающей станции компонент отражения от физической среды во время передачи и в течение 1 мкс после окончания передачи должен быть, по меньшей мере, на 14 дБ меньше уровня передачи. В интервале от 1 до 2 мкс после передачи компонент отраженного сигнала должен быть, по меньшей мере, на 42 дБ ниже уровня передаваемых сигналов в конце передачи. Спустя 2 мкс отражение должно быть ниже +4 дБ. Эти уровни отражения являются следствием потерь отражения в 14 дБ допустимых для интерфейса с физической средой (п. 13.5.2.3.) и для ответвительного кабеля максимальной длиной в 50 м (п. 13.5.1).

Если приемная станция использует такой же ответвитель, что и передающая станция, и изолирующая развязка между портами ответвительных кабелей со станцией составляет менее 40 дБ, то уровень отраженных сигналов на приемной станции приближается к их уровню на передающей станции.

**13.5.5. Уровень помех.** Уровень помех в полосе частот должен составлять —10 дБмВ или менее в рабочем диапазоне частот при измерении в любой точке станции или регенеративного повторителя, подключенного к физической среде.

| $f/B$ , Гц/симв./с | Макс. запаздывание фазы, ° |
|--------------------|----------------------------|
| 0,5                | $\pm 12$                   |
| 1,0                | $\pm 3$                    |
| 2,0                | $\pm 1,5$                  |
| 2,5                | $\pm 2,5$                  |

Эталонное значение 0 % определено при 1,5 Гц/симв./с.

$f$  — частота передачи (Гц).

$B$  — скорость передачи символов — УДС (симв./с.)

**13.5.6. Требования к мощности.** Суммарная мощность всего спектра сигналов в кабеле на входе в станцию или в регенеративный повторитель должна составлять менее 0,25 Вт.

**13.5.7. Требования к ответвителю.** Потери между любым портом магистрального кабеля и любым портом ответвительного кабеля должны составлять  $(20 \pm 0,5)$  дБ.

Для ответвителей со многими портами ответвительных кабелей потери между портами ответвительных кабелей на одном и том же ответвителе могут находиться в пределах от 0 до 41 дБ.

**13.5.8. Совместимость со станциями и регенеративными повторителями.** Считается, что реализация логического объекта физической среды на основе одноканальной шины с фазокогерентной модуляцией сдвигом частоты обеспечит конкретную ЛВС на основе одноканальной шины указанного типа при удовлетворении требований пп. 13.6.1—13.6.6 (включительно) и если измерения проводятся в каждой точке соединения станции со средой независимо от того, какая из этих точек выбрана для инициации сигнала тестирования.

**13.5.9. Вопросы избыточности.** Как отмечено в п. 12.7.10, настоящий стандарт не исключает использования избыточной физической среды на основе одноканальной шины с фазокогерентной модуляцией сдвигом частоты. При использовании избыточной физической среды положения пп. 13.6.1—13.6.7 должны применяться по отдельности и взаимонезависимо для каждого отдельного интерфейса физической среды.

**13.5.10. Надежность.** Соединители и другие пассивные компоненты, соединяющие станцию с физической средой на основе коаксиального кабеля, должны обладать такими характеристиками, чтобы минимизировать вероятность общей неисправности в сети.

### 13.6. Спецификация окружающих условий

**13.6.1. Электромагнитные излучения.** Кабельные системы ЛВС должны соответствовать местным и национальным требованиям по ограничению электромагнитных влияний.

**13.6.2. Требования безопасности.** Все виды физических сред, соответствующие настоящему стандарту, должны удовлетворять



соответствующим местным, национальным и международным требованиям и стандартам по безопасности.

**13.6.3. Электромагнитная среда.** К источникам влияний внешней среды относятся электромагнитные поля, электростатические разряды, переходные напряжения между проводами заземления и др. Некоторые источники помех способствуют образованию напряжения между коаксиальным кабелем и цепями заземления станции (если таковые используются).

Реализация физической среды должна удовлетворять своим спецификациям при работе в окружающем волновом поле с параметрами:

- 1) 2В/м — при частотах в диапазоне от 10 кГц до 30 МГц;
- 2) 5 В/м « « « 30 МГц « 1 ГГц.

Примечание. При работе в такой среде может потребоваться кабель с витым экраном или эквивалентные средства экранирования.

**13.7. Вопросы, касающиеся задержки-тракта-передачи.** Составляя спецификацию на реализацию физической среды, соответствующей спецификациям данного раздела, поставщик должен установить задержку-тракта-передачи, в виде максимальной задержки одного направления, которую предположительно может вызывать физическая среда типа одноканальной шины с фазокогерентной модуляцией сдвигом частоты при передаче сигналов от любой подключенной станции через любые промежуточные регенеративные повторители до любой другой станции. Задержки, вносимые самими передающей и приемной станциями, не должны включаться в задержку-тракта-передачи.

Для каждого потенциально наихудшего тракта физической среды задержка тракта вычисляется как сумма задержек, вносимых физической средой и ретрансляторами (при их наличии) при распространении сигналов от одной станции к другой. Задержка-тракта-передачи, используемая для определения сетевого интервала ответа (см. п. 6.1.9), должна быть наибольшей из всех этих задержек кабельной системы.

В этих вычислениях задержки тракта должны учитываться все задержки в схемах соответствующих регенеративных повторителей, расщепителей и других элементов физической среды, а также все задержки распространения сигналов в сегментах кабеля. Задержки регенеративных повторителей должны определяться согласно пп. 12.9 и 6.1.9.

Задержка-тракта-передачи должна быть выражена с точки зрения сетевой скорости передачи символов по физической среде. При наличии в физической среде нецелого числа символов это число должно быть округлено до целого значения. При неопределенности точного значения задержки поставщики должны указать ее верхнюю границу.

**13.8. Документация.** Рекомендуется, чтобы каждый поставщик изделия логического объекта физической среды, соответствующего настоящему стандарту, обеспечил пользователя необходимой документацией с указанием, по меньшей мере, длительности задержки—тракта—передачи согласно положениям п. 13.8.

### **13.9. Расположение сети**

**13.9.1. Вопросы топологии.** Очень небольшие системы могут быть построены с использованием только гибкого коаксиального кабеля и пассивных схем согласования импедансов. Более крупные системы требуют либо полужесткого магистрального кабеля и гибких ответвительных кабелей, либо регенеративных повторителей, либо того и другого. При использовании такой физической среды можно достичь сильно разветвленной топологии путем использования компонентов систем кабельного телевидения

**13.9.2. Вопросы, касающиеся потерь сигналов.** При размещении регенеративных повторителей и ответвителей физической среды с фазокогерентной модуляцией сдвигом частоты следует учитывать:

1) спецификации минимального уровня передачи и приема каждой станции;

2) желаемое в текущее время и предполагаемое в будущем размещение станций и регенеративных повторителей;

3) спецификации выдаваемых уровней сигналов и отношения сигнал/помеха.

В приложении 4 приведены руководящие материалы по конфигурации физической среды.

## **14. ФИЗИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ НА ОСНОВЕ ШИРОКОПОЛОСНОЙ ШИНЫ**

В данном разделе определены функциональные, электрические и механические характеристики физического уровня конкретного типа (широкополосная шина). Данная спецификация отражает:

1) реализации физического уровня в станциях, которые могут быть включены в ЛВС на основе широкополосной шины;

2) реализации физического уровня ремодуляторов, которые являются составной частью ЛВС на основе широкополосной шины.

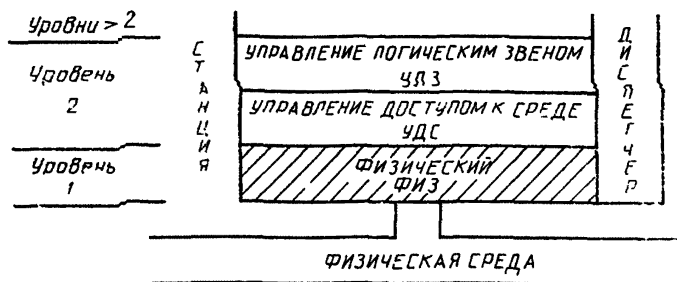
Взаимоотношения данного раздела с другими разделами настоящего стандарта и спецификациями ЛВС показаны на черт. 14.1. Отношение данного раздела к логическим объектам физического уровня и к физической широкополосной среде показано на черт. 14.2.

Настоящий стандарт определяет эти логические объекты физического уровня только в той степени, которая необходима для обеспечения:

1) взаимодействия реализаций, соответствующих настоящей спецификации;

2) защиты ЛВС и тех, кто ее использует.

## Место физического уровня в модели ЛВС



Черт. 14.1

**14.1. Основные понятия.** Ниже определены некоторые используемые в данном разделе термины, смысл которых здесь более специфичен, чем в терминологических стандартах, указанных в п. 1.2.

**Амплитудно-фазовая модуляция (АФМ)** — метод модуляции, при котором вч-несущая модулируется по амплитуде (АМ) и по фазе (ОФМ).

**Широкополосная коаксиальная система** — система, посредством которой информация кодируется, модулируется наложением на несущую и фильтруется полосовыми фильтрами или ограничивается другими средствами так, чтобы занять только ограниченный спектр частот в коаксиальной физической среде. Многие информационные сигналы могут быть представлены в физической среде одновременно без искажений при условии, что все они занимают неперекрывающиеся диапазоны частот в пределах диапазона транспортных частот кабельной системы.

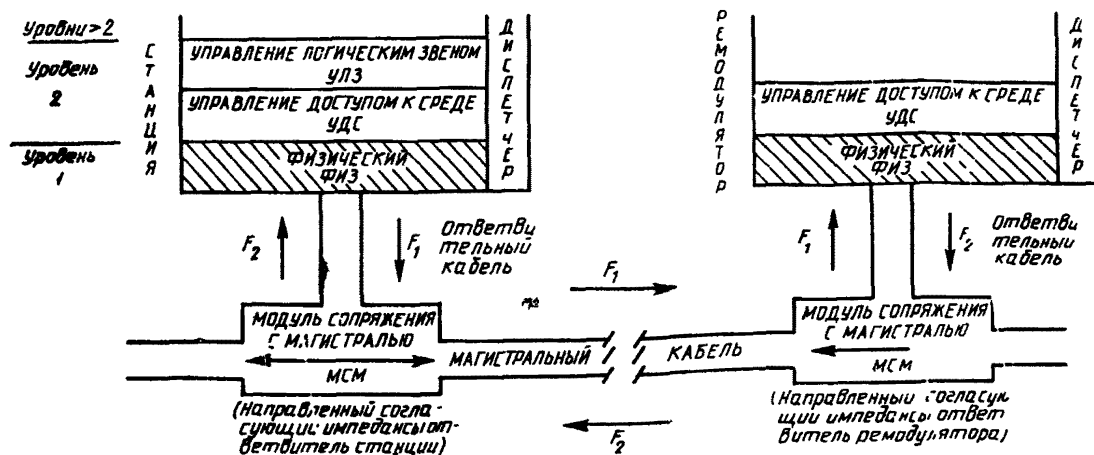
**дБмВ** — мера среднеквадратичного значения (скз) сигнала в 75-омном кабеле относительно 1 мВ. В единицах СИ величина дБмВ определяется как дБ (1 мВ, 75 Ом) скз.

**Обнаруживаемая битовая ошибка** — ошибка, которая передается сообщением *плохой сигнал*. Сообщение *плохой сигнал*, переданное в интервале преамбулы или в период четырех символов, следующих за последним КО передачи, не учитывается.

**Ответственный кабель** — небольшого диаметра гибкий коаксиальный кабель широкополосной физической среды, подключенный к станции.

**Двубинарная передача сигналов** — метод представления информации путем ее передачи в форме импульсов с целью уменьшения частотного спектра, необходимого для передачи информации.

# Структура оборудования физического уровня



Примечание. В однокабельной (двухнаправленной) системе  $F_1 < F_2$  и обе частоты  $F_1$  и  $F_2$  проходят по общим магистральному и ответвительному кабелям. В двухкабельной (однонаправленной) системе частоты  $F_1$  и  $F_2$  передаются по отдельным магистральным и ответвительным кабелям.

Черт. 14.2

**Двубинарная амплитудно-фазовая модуляция АМ/ОФМ** — используемый в данном разделе вид модуляции, при котором данные предварительно кодируются и передаются в виде двубинарных импульсов АМ/ОФМ, модулированных в виде высокочастотной несущей. Конкретный метод предварительного кодирования состоит в том, что приемники могут демодулировать этот промодулированный сигнал без восстановления фазы сигнала. По существу, фазомодулированный компонент используется для снижения полосы высокочастотного сигнала, а не для передачи дополнительных данных.

**Ремодулятор** — как показано на черт. 14.2, модуль, расположенный в логическом ремодуляторе распределителя широкополосной шинной ЛВС, который демодулирует сигналы частоты  $F$ , передаваемые другими станциями сети и ретранслирует их в виде сигналов частоты  $F$  обратно тем же станциям. В настоящем стандарте он выполняет функции непрерывной передачи, определяя при этом точную скорость передачи, которую должны обеспечивать все станции.

**Многоуровневая двубинарная АМ-ФМ** — вид двубинарной АМ/ОФМ — модуляции, при которой для представления информации используется более двух различных уровней амплитуды (в настоящей спецификации независимых по фазе). В данном разделе определена трехуровневая двубинарная система АМ/ОФМ, способная передавать один символ\_УДС на один символ\_ФИЗ; в приложении рассматриваются расширенные возможности передачи сигналов двух символов\_УДС на один символ\_ФИЗ.

**Магистральный кабель** — основной (большого диаметра) кабель широкополосной коаксиальной кабельной системы.

**Необнаруживаемая битовая ошибка** — ошибка, которая не передается физическим уровнем в виде сообщения *плохой сигнал*.

**14.2. Назначение.** Назначение этой спецификации состоит в том, чтобы:

1) обеспечить физические средства, необходимые для обмена данными между станциями ЛВС, реализующими маркерный метод доступа к шине, определяемый в настоящем стандарте, и широкополосную шинную физическую среду;

2) определить физический интерфейс, который может быть реализован независимо различными изготовителями оборудования и достичь заданного уровня совместимости при подсоединении к общей широкополосной физической среде шинной ЛВС;

3) обеспечить канал обмена данными с широкой полосой пропускания и с низкой частотой битовых ошибок;

4) обеспечить простоту установки и эксплуатации в широком диапазоне окружающих условий;

5) обеспечить высокую доступность сети;

6) использовать физическую среду, которая может быть коллективно использована всеми, в целом невзаимосвязанными применениями (такими, как передача речи, данных и аналоговых видеосигналов), и сохранить емкость этой физической среды, где это целесообразно.

**14.3. Вопросы совместимости.** Настоящий стандарт применим к тем логическим объектам физического уровня, которые ориентированы на работу в стандартных двухнаправленных (частотноразделенных) типа телевизионных кабелей коаксиальных кабельных системах или в аналогичных ненаправленных (с расщеплением кабеля) двухкабельных системах, либо в тех и других. Такие сети используют стандартные ответвители систем кабельного телевидения, соединители, усилители, источники питания и коаксиальный кабель.

Использование широкополосной коаксиальной системы позволяет распределить различные диапазоны частот одновременно для многих применений. Например, часть спектра частот кабеля может быть использована локальными вычислительными сетями, другие — двухпунктовыми или многопунктовыми звеньями данных, третьи — для передачи телевизионных и звуковых сигналов. При надлежащем выборе уровня сигнала и надлежащей разработке оборудования все применения могут быть обеспечены одновременно.

Совместимость с этой физической средой определяется на интерфейсе со средой. Совместимые логические объекты физического уровня должны использовать одну и ту же скорость передачи, одно и то же распределение частот и одинаковое число кабелей.

**Примечание.** Физическая среда типа телевизионного кабеля обычно обеспечивает отдельные точки подключения функций передачи и приема ремодулятора, что обусловлено расположением станций в топологии Организованный таким способом ремодулятор совместим с другими станциями, имеющими отдельные соединения со средой.

**14.4. Краткое описание функций однокабельной физической среды.** Использование коаксиального кабеля, работающего в качестве широкополосной физической среды, создает специальные проблемы, которые не возникают в одноканальных системах передачи. Стандартная система типа кабельного телевидения использует двухнаправленные усилители для обеспечения двухсторонней передачи по одному коаксиальному кабелю. Усилитель фактически состоит из двух независимых ненаправленных усилителей совместно с соответствующими фильтрами перекрестных помех таким образом, что один усилитель передает верхнюю часть частотного спектра кабеля в *прямом* направлении, от ремодулятора, в то время как другой усилитель передает нижнюю часть спектра в *обратном* направлении, к ремодулятору.

Следовательно, для логического объекта физического уровня необходим высокочастотный передатчик и приемник, каждый из которых работает в различных спектральных диапазонах кабеля.

Ремодулятор, где инициируются сигналы прямого направления и сходятся сигналы обратного направления, принимает сигналы низкочастотного обратного канала и ретранслирует их в сигналы высокочастотного прямого канала на нижерасположенные по потоку станции.

В таких системах станции подключаются к *магистральному коаксиальному кабелю* посредством *ответвительных кабелей* меньшего диаметра и согласующих импедансы *ответвителей*. Эти ответвители представляют собой пассивные устройства, строго направленные относительно распространения сигнала, как показано на черт. 14.2. Направленность ответвителей улучшает согласование импеданса на его портах и минимизирует влияние отражений, вызванных несогласованностью импедансов вдоль магистрали или с другими ответвительными кабелями.

Направленность ответвителя такова, что потери передачи между станцией и магистралью обратного направления значительно меньше, чем между станцией и магистралью прямого направления. Следовательно, обмен данными между устройствами, подключенными к различным ответвителям вдоль коаксиального кабеля, осуществляется передачей частоты  $F$  в нижнем диапазоне в направлении к ремодулятору, приемом этой частоты ремодулятором и ее ретрансляцией в прямом направлении в высокочастотном диапазоне  $F$  и приемом этих сигналов «прослушивающими» станциями.

**14.5. Описание функционирования двухкабельной физической среды.** Двухкабельные системы аналогичны однокабельным системам за исключением того, что двунаправленность обеспечивается отдельными кабелями, а не отдельными частями частотного спектра одного кабеля. Следовательно, требуются только однонаправленные усилители и применительно к черт. 14.2 частота  $F_1$  не обязательно должна быть ниже частоты  $F_2$ .

#### 14.6. Общее описание

**14.6.1. Общее описание функций.** В данном разделе неформально описываются функции, выполняемые логическим объектом физического уровня широкополосной шины. Некоторые из этих функций являются общими для всех станций широкополосной шинной ЛВС, другие присущи только станции-ремодулятору. В совокупности они обеспечивают средства, с помощью которых символы, представленные на интерфейсе УДС одного логического объекта физического уровня, могут быть переданы по этой шине всем логическим объектам физического уровня для их выдачи в соответствующие интерфейсы УДС.

**14.6.1.1. Функции передачи и приема символов.** Последовательные символы—УДС, выдаваемые логическому объекту физического уровня на интерфейсе услуг УДС подаются на кодирующее устройство, которое выдает на выходе символы—ФИЗ из набора {0} {2} {4}. Кодирующее устройство содержит скремблер, который обрабатывает последовательность символов—УДС *ноль* и *единица* для уменьшения корреляции между выходными данными кодирующего устройства. Выходные сигналы поступают затем в модулятор, который использует процесс двубинарной передачи сигналов для выработки многоуровневого сигнала АМ/ОФМ в пределах выделенного высокочастотного канала, где амплитуда выходного импульса соответствует отношению численному значению соответствующего символа—ФИЗ. Затем этот высокочастотный сигнал связывается по переменному току с физической средой широкополосной шины и подается в один или несколько приемников.

**Примечание.** Все станции, за исключением ремодулятора, выдают последовательность символов—УДС молчание путем выключения передатчика.

Каждый приемник также связан по переменному току с широкополосной шиной. Он фильтрует принимаемые сигналы с целью удаления помех от других каналов и затем выделяет передаваемый символ—ФИЗ из амплитуды принимаемого сигнала. Он декодирует выделенные символы—ФИЗ путем аппроксимирующей инверсии процесса кодирования и выдает полученные в результате декодированные символы—УДС на интерфейс услуг УДС.

Для всех символов—УДС, за исключением *зап\_нерабочее*, этот процесс декодирования при отсутствии ошибок является точной инверсией процесса кодирования. Символы *зап\_нерабочее*, которые в совокупности называются преамбулой, передаются в начале каждого кадра УДС с двоякой целью: для обеспечения тренировочного сигнала приемника, и для обеспечения ненулевого минимального интервала между последовательными кадрами. Поскольку каждая передача начинается с символов *зап\_нерабочее*, предполагается, что некоторые из этих начальных символов могут быть «потеряны в пути» между передатчиком и ремодулятором распределителя. Кроме того, в системах широкополосной шины кодирование последовательности символов—УДС *зап\_нерабочее* идентично кодированию конкретной последовательности символов—УДС *единица* и *ноль*, поэтому приемникам разрешается декодировать передаваемое представление *зап\_нерабочее* в символы—УДС *единица* или *ноль*, дескремблировать их при необходимости и передавать полученные в результате символы логическому объекту УДС.

Как отмечалось выше, ремодулятор распределителя осуществляет активную передачу последовательности символов—УДС *молчание* в виде конкретной последовательности повторяющихся



сигналов, называемой псевдо-молчание. Эта последовательность используется с целью обеспечения непрерывного сигнала для схем автоматического регулирования усиления, несущей и схем восстановления данных других станций данной ЛВС, а также указания типа передачи сигналов (один символ-УДС на символ-ФИЗ или расширенный тип, как определено в п. 14.12), используемого в данный момент в ЛВС. При приеме другими станциями данной сети сигналов псевдомолчание они декодируются и передаются их локальным логическим объектам УДС в виде символов-УДС *молчание*.

14.6.1.2. **Функции ремодулятора.** В реальной однокабельной широкополосной шинной системе станции передают и принимают не по одному и тому же частотному каналу. Одна центральная станция, называемая ремодулятором, принимает сигналы по низкочастотному каналу, а передает их по высокочастотному каналу. Все остальные станции передают по низкочастотному каналу и принимают по высокочастотному каналу. Таким образом, эта система фактически состоит из пары направленных каналов с низкочастотным (обратным) каналом, имеющим много передатчиков и один приемник, и из высокочастотного (прямого) канала, имеющего один передатчик и много приемников.

**Примечание** Ремодулятор может функционировать так же, как и любая другая станция и быть источником собственных передач.

Для того, чтобы обеспечить взаимодействие станций, ремодулятор (см. п. 14.8.18) работает как ретрансляционная станция и если он не передает данные для себя, то логический объект, подуровня УДС этого ретранслятора интерпретирует символы, принимаемые по обратному каналу, и ретранслирует их (в некоторой форме) по прямому каналу. В случае обнаружения конфликта или помех (например, передан *плохой-сигнал*) логический объект подуровня УДС ремодулятора вместо принятых сигналов передает последовательность прерывания (см. п. 4.1.8). При обнаружении *молчания* ремодулятор передает комбинацию псевдомолчания, которую другие станции передают логическим объектам подуровня УДС в виде символов *молчания*. Таким образом, при нормальной работе ремодулятор передает непрерывно. Другие станции данной ЛВС определяют на основании этих непрерывных сигналов точную скорость передачи и приема данных по прямому каналу, а на основании передаваемой последовательности псевдомолчания тип передачи (один символ-УДС на символ-ФИЗ или расширенный вид в соответствии с п. 14.11).

В двухкабельной системе прямой канал реализуется в кабеле прямого направления, а обратный канал — в кабеле обратного направления, при этом частота обратного канала не обязательно должна быть меньше частоты прямого канала. В остальном ра-

бота по этим двум кабелям аналогична работе по одному кабелю.

**14.6.1.3. Функция блокирования захвата.** Чтобы защитить ЛВС от большей части сбоев станции, каждая станция, не являющаяся ремодулятором, обеспечивает функцию блокирования захвата. Эта функция выполняет задачи «сторожа» в передатчике; если эта станция не выключила своего передатчика после просроченного времени (примерно, полсекунды), выход передатчика должен быть автоматически деактивизирован, по меньшей мере, по окончании передачи.

**14.6.1.4. Функции локального администрирования (факультативные).** Эти функции активизируются либо вручную, либо через интерфейс с диспетчером логического объекта физического уровня, либо тем и другим способом. Они могут осуществлять:

1) выбор каналов передачи и приема (частот и ширины диапазона);

2) активизацию и деактивизацию выхода каждого передатчика (избыточная конфигурация физической среды может иметь два или более выхода передатчика);

3) подстройку уровня выдаваемой мощности с каждого выхода передатчика;

4) выбор источника принимаемых сигналов: любая физическая среда (при наличии избыточных физических сред) или любая доступная точка шлейфа.

Примечание. При выборе в качестве источника точки шлейфа все выходы передатчика должны быть заблокированы;

5) уведомление об уровне принятого высокочастотного сигнала;

6) выбор типа передачи ремодулятора (один символ\_УДС на один символ\_ФИЗ или расширенный тип, как определено в п. 14.11).

**14.6.2. Основные функции и факультативные возможности.** Функции передачи и приема символов, а также функции подавления захвата необходимы во всех реализациях. Из набора функций передачи и приема символов только функция трехсимвольной передачи является обязательной. Все остальные функции факультативные.

#### **14.7. Использование диспетчера**

На параметры и операции, определенные в разд. 9, налагаются следующие ограничения:

1) в группе возможностей последовательность параметра скорости Передачи Данных должна определять одно или несколько значений из набора 1, 5 и 10;

2) в параметре относительный Уровень Мощности значения *слишком Низкий* или *слишком Высокий* должны использоваться для указаний уровней сигнала, выходящих за рамки соответ-

вующего диапазона, как указано в табл. 14.1, тогда как значения «низкий» и «высокий» должны использоваться для указания уровней сигнала внутри этого диапазона, однако отклонение значения 7 дБ больше чем на 1 дБ, должно быть меньше максимального уровня, определенного в табл. 14.6. Точность этой оценки может быть в пределах  $\pm 2$  дБ;

Таблица 14.1

**Уведомление об относительном уровне мощности**

| Ширина<br>диапазона<br>канала | Слишком<br>низкий | Низкий  | Хор     | Высокий | Слишком<br>высокий |
|-------------------------------|-------------------|---------|---------|---------|--------------------|
| 1,5                           | —13               | —13...4 | —4...—2 | —2...4  | 4                  |
| 6,0                           | —7                | —7...4  | 2...4   | 4...10  | 10                 |
| 12,0                          | —4                | —4...5  | 5...7   | 7...13  | 13                 |

Все значения указаны в дБмВ.

3) в информации локального диспетчера значение минДлина-ПрембулыПослеМолчания должно быть равно 4.

#### 14.8. Требования к функциональным, электрическим и механическим характеристикам

Если не оговорено иное, то все спецификации уровней напряжения и мощности приводятся в среднеквадратичных значениях (скз) и в дБмВ, соответствующим, основываясь на передаче случайных комбинаций данных. (В п. 14.1 дБмВ определяется как дБ (1 мВ, 75 Ом) скз). Измерения норм уровней напряжения и мощности может производиться с использованием комбинаций данных, состоящих из нескремблированных единиц с корректирующим коэффициентом +3 дБ для всех эквивалентных измерений с использованием случайных данных.

14.8.1. Скорости передачи данных. Стандартными скоростями передачи данных являются 1, 5 и 10 Мбит/с. Разрешаемый допуск для каждой скорости  $\pm 0,005\%$ . Точная скорость в любой ЛВС должна определяться сетевым ремодулятором распределителя.

14.8.2. Кодирование символов. Логический объект физическо-го уровня передает символы, которые поступают к нему через его интерфейс с УДС из логического объекта подуровня УДС. В набор возможных символов УДС входят *ноль, единица, не-данные, зап-нераб* и *молчание*. Каждый из этих символов-УДС

преобразуется в другой код символов—ФИЗ {0} {2} {4} и затем передается.

14.8.2.1. Кодировщик трехсимвольных данных. Действия кодирования, которые должны выполняться для каждого входного символа—УДС при использовании трехсимвольного кодирования (один символ—УДС на один символ—ФИЗ), состоят в следующем:

1) *Молчание* —

- а) ремодулятор должен кодировать последовательные символы молчание в последовательность символов—ФИЗ повторяющейся последовательности {2} {2} {0} {4}, которая всегда должна начинаться с {2} для каждого нового периода передачи псевдомолчания. (Разрешается заканчивать последовательность после любого символа—ФИЗ);
- б) все станции, кроме ремодулятора, должны кодировать первый после *не\_молчание* символ—УДС *молчание* и последний символ УДС *молчание* перед *не\_молчание* в виде символа—ФИЗ {2}. Эти станции должны кодировать все остальные символы—УДС *молчание* в виде символов—ФИЗ {0} и прекращать передачу только такими символами {0}, представляющими *молчание*;

2) *Зап\_нерабочее* — последовательные символы *зап\_нераб* должны кодироваться в виде последовательных символов—ФИЗ повторяющейся последовательности {4} {0}, которая всегда начинается с {4} для каждого нового периода *зап\_нераб*. При передаче символов—УДС *зап\_нераб* сразу после передачи символов—УДС *молчание* логический объект подуровня УДС должен передать, по меньшей мере, столько октетов символов—УДС *зап\_нераб*, сколько необходимо для образования как минимум 32 символов—ФИЗ.

Примечание. При такой базовой передаче сигналов этот минимум равен четырём октетам символов—УДС *зап\_нераб*;

3) *Не\_данные* — скремблер, описанный в п. 14.8.2.3, должен повторно иницироваться (предварительно устанавливаться в один единицы с каждым символом *не\_данные*). Каждый символ *не\_данные* должен кодироваться как {2}, а каждая восьмисимвольная последовательность ограничителя кадра (см. п. 8.2.1) должна кодироваться следующим образом:

Каждая последовательность  
*не\_данные* *не\_данные* *данные*<sub>1</sub> *не\_данные* *не\_данные* *данные*<sub>2</sub>  
*данные*<sub>3</sub> *данные*<sub>4</sub>

должна кодироваться в виде последовательности  
 {2} {2} {d<sub>1</sub>} {2} {2} {d<sub>2</sub>} {d<sub>3</sub>} {d<sub>4</sub>},

где каждый элемент  $данные_i$  является либо нулем либо единицей, а каждый элемент  $d_i$  является соответствующим кодом символа-УДС  $данные_i$ . либо {0}, либо {4}, как описано ниже.

После каждой такой восьмисимвольной последовательности ограничителя кадра, определенной в п. 8.2.1, кодирующее устройство должно начать обеспечивать кратность октету, считая следующий выходной символ-ФИЗ первым символом нового октета-ФИЗ.

Примечание. Этот смысл кратности октету для физического уровня идентичен смыслу кратности октету-УДС для логического объекта подуровня УДС.

4) *Ноль и единица* — каждый символ *ноль* или *единица* должен кодироваться следующим образом:

- а) символ-УДС должен подаваться на вход скремблера, описанного в п. 14.8.2.3, на выходе которого в результате скремблирования должен получаться символ-УДС *ноль* или *единица*;
- б) скремблированный символ-УДС должен быть преобразован в один из выходных кодированных символов-ФИЗ следующим образом:

*ноль* — — → {0}

*единица* — — → {4}

Это преобразование символов  $данные_i$  в символы  $\{d_i\}$  рассмотрено в п. 14.8.2.1.3).

- в) к каждому результирующему коду октета символов-ФИЗ {0} {4} должна применяться следующая процедура. Каждый такой октет этих кодов символов-ФИЗ должен сравниваться с предшествующим ему октетом переданных символов-ФИЗ (т. е. после применения этой процедуры к этому предшествующему октету, если она используется). Если оба этих октета содержат совершенно идентичный код символа-ФИЗ (т. е. либо шестнадцатеричные {0}, либо шестнадцатеричные {4}), то три последних кода проверяемого октета-ФИЗ должны быть изменены перед передачей следующим образом:

{0} {0} {0} должно быть заменено на {4} {2} {2}

{4} {4} {4} должно быть заменено на {0} {2} {2}

Примечания:

1) Эта процедура может изменять самое большее каждый второй октет символов-ФИЗ, и второй октет после кодированной последовательности согласно п. 8.2.1 (ограничитель кадра) является первым таким октетом, который может быть изменен. Эта процедура не влияет на работу скремблера, описанного в п. 14.8.2.3 и в предыдущем подразделе.

2) Ограничения, налагаемые согласно пп. 8.2.1 и 8.2.2 на символы-УДС *не-данные* и *зап-нерабочее*, и результирующие ограничения, налагаемые согласно п. 14.8.2.1, на символы-ФИЗ {2}, могут использоваться в последующей после процесса обнаружения обработке с целью уменьшения частоты оши-

бок в принимаемых логическим объектом Физического уровня символах—ФИЗ для процесса декодирования символов—УДС.

**14.8.2.2. Обеспечение псевдомолчания для кодирующих устройств с расширенными возможностями.** Одна дополнительная последовательность псевдомолчания (отличная от приведенной в п. 14.8.2.1) зарезервирована для расширенного варианта основного метода передачи сигналов — два символа—УДС на символ—ФИЗ. Сам метод такого расширения описан в п. 14.11 и подлежит дальнейшему изучению. Приведенная в п. 14.8.2.1 последовательность псевдомолчания имеет следующий вид:

{2} {2} {0} {4} — один символ—УДС на символ—ФИЗ при трехсимвольной передаче сигналов.

Зарезервированная последовательность псевдомолчания имеет следующий вид:

{2} {2} {4} {0} — два символа—УДС на символ—ФИЗ при трехсимвольной квадратурной передаче сигналов.

**14.8.2.3. Скремблер данных.** Для уменьшения вероятности длинных передаваемых последовательностей идентичных кодов символа—ФИЗ и для рандомизации спектральных компонент передаваемых модулированных сигналов символьные двоичные данные, передаваемые в виде символов—УДС ноль и единица для логического объекта УДС, должны быть подвергнуты псевдорандомизации путем деления эквивалентного сообщения полинома на образующий полином  $1 + X^6 + X^{-7}$ . Коэффициенты частного от этого деления берутся в нисходящем порядке в виде последовательности символов—УДС, которая должна кодироваться согласно п. 14.8.2.1. Логическая организация такого скремблера и соответствующего дескремблера описывается в подразделе 14.12.

Как определено в п. 14.8.2.1, этот скремблер (и соответствующий дескремблер) иницируются с каждым символом *не\_данные*, запрошенным (или выдаваемым, соответственно) соответствующим (ему) логическим (ому) объектом (у) подуровня УДС. После инициации, в результате которой в скремблер устанавливаются одни *единицы*, полином скремблера гарантирует, что следующие шесть выходных символов—УДС не будут подвергаться процессу скремблирования. Таким образом, *нули* и *единицы* в октетах ограничителя кадра (п. 8.2.1) не подвергаются процессу скремблирования, даже если в техническом смысле они должны быть скремблированы.

Изменения в кодах передаваемых символов—ФИЗ, описанные в конце п. 14.8.2.1, не влияют на работу этого скремблера и соответствующего дескремблера, поскольку эти изменения выполняются после скремблирования и восстанавливаются перед дескремблированием.

Примечание. Функция скремблера должна применяться только к символам данных (нулям и единицам). Символы *зап-нерабочее*, *молчание* и *не-данные* не должны подвергаться скремблированию.

**14.8.3. Широкополосная модуляция.** Кодированный сигнал символа-ФИЗ должен быть преобразован в должным образом сформированный импульс, фаза и амплитуда которого выбраны из набора фаз и относительных амплитуд  $-2$ ,  $0$  и  $+2$  так, как это определено выходным кодом символа-ФИЗ, а также фазой и амплитудой одного или двух предшествующих импульсов в соответствии с табл. 14.2.

Таблица 14.2

**Правила кодирования импульсов основной полосы**

| 2-й предшествующий импульс | Предшествующий импульс | Желаемый символ_ФИЗ | Требуемый импульс | Использование символ_УДС (после скремблера)             |
|----------------------------|------------------------|---------------------|-------------------|---------------------------------------------------------|
| —<br>—                     | +2<br>—2               | {0}<br>{0}          | —2<br>+2          | ноль<br>второй зап-нераб                                |
| —                          | 0                      | {0}                 | 0                 | (из двух)<br>отличный от молчания<br>(передатчик выкл.) |
| —<br>—                     | +2<br>—2               | {2}<br>{2}          | 0<br>0            | первый не-данные<br>(из двух) или первый молчание       |
| +2<br>—2                   | 0<br>0                 | {2}<br>{2}          | +2<br>—2          | второй не-данные (из двух)                              |
| —<br>—                     | 0<br>0                 | {2}<br>{2}          | +2<br>2           | последний молчание                                      |
| —<br>—                     | +2<br>—2               | {4}<br>{4}          | +2<br>—2          | единица или первый зап-нерабочее (из двух)              |

Эквивалентная функция формирования сигналов основной полосы частот должна основываться на импульсе частичного ответа, называемом двубинарным или частичным ответом класса 1, временные и спектральные функции которого определены ниже уравнениями (14.1—14.3).

Этот процесс формирования должен быть организован таким образом, чтобы декодирование могло выполняться полной волновой очистки демодулированного линейного сигнала (т. е. без восстановления или реорганизации фазы переданного эквивалентного сигнала основной полосы частот).

Примечание. Правила кодирования импульсов согласно табл. 14.2 в сочетании с вышеизложенной функцией формирования двубинарного сигнала дают в результате комбинированные сигналы, амплитуда которых при их размещении через надлежащие интервалы соответствует непосредственно кодированным символам ФИЗ следующим образом

- {0} → 0/4 макс (=0)  
 {2} → 2/4 макс (=макс/2)  
 {4} → 4/4 макс (=макс),

где макс — максимальное значение амплитуды

$$g(i) = \frac{4}{\pi} \cdot \frac{\cos\left(\pi \frac{t}{T}\right)}{1 - \left(2 \frac{t}{T}\right)^2} \quad (14.1)$$

$$|G(f)| = \begin{cases} 2T \cos(\pi f T), & |f| < \frac{1}{2T} \\ 0, & |f| > \frac{1}{2T} \end{cases} \quad (14.2)$$

$$|G(f)| = \begin{cases} -\pi f T, & |f| < \frac{1}{2T} \\ 0, & |f| > \frac{1}{2T} \end{cases} \quad (14.3)$$

соответственно,

где  $f$  — частота, Гц;

$1/T$  — скорость передачи символов ФИЗ (симв./с)

Относительно эквивалентных широкополосных сигналов можно констатировать, что физический уровень можно реализовать таким образом, что символы УДС, кодированные согласно п. 14.8.2, будут преобразовываться в линейные сигналы и обратно без их проявления в виде действительных сигналов основной полосы.

**14.8.4. Распределение частот.** Распределение частот является предметом национальной стандартизации. Рекомендуемое распределение частот (размещение каналов) приведено в приложении 5.

**14.8.5. Линейный сигнал в высокочастотном диапазоне (на линейном выходе оконечного оборудования).** Модуляция, эквивалентная модуляции в основной полосе (п. 14.8.3), должна применяться к высокочастотной несущей, центрированной в заданном канале (например, 3 МГц от края каждого канала по 6 МГц), и результирующая модулированная несущая должна выдаваться в широкополосную широкую физическую среду в соответствии с п. 14.8.7.

**14.8.5.1.** В соответствующем высокочастотном канале 1, 5, 6 или 12 МГц линейный сигнал должен соответствовать сигналу с двойной боковой полосой и с частотой несущей, соответствующей частоте средней точки канала  $\pm 0,01\%$ .



14.8.5.2. Взаимоотношения между многоуровневыми сигналами на реальном или гипотетическом выходе кодирующего устройства многосимвольных сигналов и передаваемыми линейными сигналами должно быть таким, чтобы амплитуда модулируемого сигнала в соответствующих выбранных интервалах была прямо пропорциональна цифровому значению символа кодируемого сигнала.

На практике это означает, что напряжение, которое появляется после полной волновой очистки демодулированного линейного сигнала, соответствует выбранным интервалам с числовым значением кодированного символа, с максимальной амплитудой, соответствующей коду {4}, нулевой амплитудой, соответствующей коду {0}, и промежуточными амплитудами, пропорционально соответствующими кодам.

14.8.5.3. Амплитуда теоретического спектра линейных импульсных сигналов, соответствующая максимальной амплитуде отдельного импульса, появляющегося на выходе кодирующего устройства многосимвольного сигнала, должна иметь косинусоидальную форму в области частот, указанной в уравнении 14.2, с максимальным значением на несущей частоте и нулевым значением при отклонениях  $\pm 0,5$ ,  $\pm 2,5$  или  $\pm 5,0$  МГц от этой несущей частоты при ширине полосы канала 1,5, 6 и 12 МГц соответственно.

14.8.5.4. Выходной уровень передаваемого сигнала на 75-омный резистивной нагрузке должен быть установлен в значение, определенное в табл. 14.4. После установления уровня допустимые отклонения мощности от этого уровня, обусловленные всевозможными факторами, не должны превышать  $\pm 2$  дБ. Максимальное отклонение амплитуды передатчика для любого кодированного символа, измеренное в течение одной передачи, не должно превышать 0,5 дБ. Реализации с регулируемой выходной мощностью передатчика должны обеспечивать подобные значения мощности и их стабильность в пределах диапазона регулирования.

Таблица 14.4

Требуемый уровень передачи

| Ширина полосы канала, МГц | Требуемый уровень передачи, дБмВ |
|---------------------------|----------------------------------|
| 1,5                       | +41                              |
| 6,0                       | +47                              |
| 12,0                      | +50                              |

14.8.5.5. В диапазоне передачи 1, 5 или 10 МГц, центрированных относительно фактической высокочастотной несущей, амплитудные искажения реального спектра относительно теоретиче-

ского спектра, определенного в п. 14.8.3, должны находиться в пределах, определенных в табл. 14.5 и на черт. 14.3, а искажения вследствие группового запаздывания фазы относительного центра полосы должны находиться в пределах, определяемых уравнением (14.4). На краях полосы передачи сигналов, где теоретический спектр имеет нули (бесконечное затухание), затухание амплитуды реального сигнала должно составлять, по меньшей мере, 20 дБ относительно амплитуды сигнала в центре диапазона.

Таблица 14.5

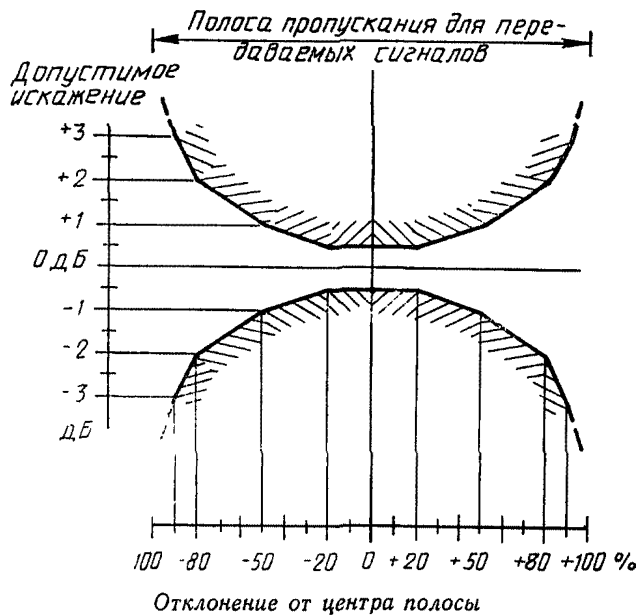
**Допустимые пределы затухания амплитуды в конкретных точках**

| Расстояние от центра полосы,<br>Процент от ПШП                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Допустимое искажение относительно<br>теоретического спектра<br>(в частотном диапазоне), дБ |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\pm 20$<br>$\pm 50$<br>$\pm 80$<br>$\pm 90$<br>$\pm 100$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | $\pm 0,5$<br>$\pm 1,0$<br>$\pm 2,0$<br>$\pm 3,0$<br>(минимум 20 дБ затухание)              |
| где ПШП = 1/2 ширины полосы передачи сигналов, т. е. 05; 2,5 или 5 МГц                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                            |
| $\text{ДГЗ} = \pm 90 \log_{10} \cos(\pi f T), \quad  f  \leq \frac{1}{2T}, \quad (14.4)$ <p>где ДГЗ — допустимая величина искажения, обусловленная групповым запаздыванием относительно центра полосы пропускания, измеряемое в процентах от Т;<br/> <math>f</math> — означает частоту, Гц<br/> <math>1/T</math> — означает скорость передачи символов — ФИЗ (симв./с)</p>                  |                                                                                            |
| $\text{ОЗ} = \min(55,30 + 10 \log_{10} \text{Ш} + 80 \left  \frac{\text{ИЧ} - \text{ЧБКП}}{\text{Ш}} \right ), \quad (14.5)$ <p>где ОЗ — затухание относительно общей передаваемой мощности в измеренное в любом из диапазонов 30 кГц, дБ<br/> Ш — ширина полосы пропускания канала, МГц.<br/> ИЧ — измеренная частота, МГц<br/> ЧБКП — частота ближнего края полосы частот канала, МГц</p> |                                                                                            |

14.8.5.6. Передаваемая мощность вне полосы частот канала должна соответствовать или превышать величину затухания, определенную на черт. 14.4, и уравнением (14.5) относительно общей переданной мощности, независимо от передаваемых данных.

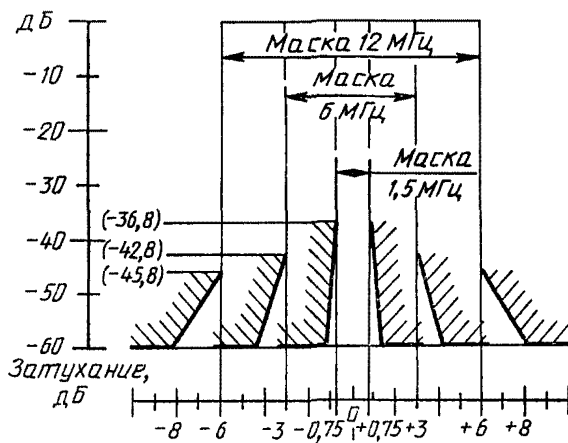
14.8.5.7. Когда передатчик прекращает генерацию и передает импульсов эквивалентных основной полосе частот, описанной в п. 14.8.3, либо вследствие приема символов — УДС *молчание*,

Предельные значения амплитудных искажений



Черт. 14.3

Спектральная маска передаваемых сигналов



Отклонение от центра полосы

Черт. 14.4

либо в результате получения команды диспетчера прекратить передачу, он должен выполнить следующие действия:

1) продолжить передачу с затухающей мощностью всех ранее генерированных импульсов, эквивалентных основной полосе частот, до тех пор, пока мощность, представленная суммой этих импульсов и усредненная за период одного символа, станет меньше, чем на 26 дБ ниже уровня мощности, установленного в п. 14.8.5.4;

2) после этого, но до истечения 10 символьных периодов с момента передачи последнего импульса общая передаваемая мощность в передаваемой полосе частот канала должна быть менее чем на 70 дБ ниже установленного уровня мощности.

Если передатчик начинает передавать символы-ФИЗ, требующих генерации импульсов, он должен выполнить следующие действия:

а) сохранять общий выходной уровень мощности менее чем на 70 дБ ниже установленного уровня передаваемой мощности до истечения не более 10 символьных периодов перед первым передаваемым импульсом;

б) начать передачу мощности, содержащейся в этих импульсах, до тех пор, пока мощность, представленная суммой этих импульсов, усредненная за один символьный период, достигнет уровня на 26 дБ ниже установленного уровня мощности;

в) передать символ-ФИЗ {2} в качестве последнего символа периода «молчания».

Это не относится к передачам, которые заканчиваются в результате блокирования захвата.

14.8.5.8. Когда передатчик деактивизирован или передает только символы-УДС *молчание*, передаваемая мощность в передающей части спектра физической среды, расположенной вне полосы частот канала, не должна превышать —25 дБмВ при измерении в любом из диапазонов 30 кГц. Когда передатчик деактивизирован или передает только символы-УДС *молчание*, передаваемая мощность в принимающей части спектра физической среды, расположенной вне полосы частот канала, не должна превышать —10 дБмВ при измерении в любом из диапазонов 30 кГц.

14.8.5.9. В тех случаях, когда имеются отдельные входные и выходные физические подключения к физической среде (например, в двухкабельных системах), утечка выходной мощности во входное подключение:

1) в периоды выключенного передатчика должна быть такой, как определено в п. 14.8.5.7 для выходного подключения;

2) в периоды включенного передатчика должна быть такой же, как и максимальное затухание вне полосы частот, определенное в п. 14.8.5.6 для выходного подключения.

14.8.5.10. Уровень остаточной мощности подавленной несущей на выходе передатчика должен быть, по меньшей мере, на 32 дБ ниже общей передаваемой мощности.

14.8.6. Блокирование захвата. Каждый логический объект физического уровня, отличный от ремодулятора (который передает непрерывно), должен обладать способностью самопрерывания для того, чтобы предотвратить поступление модулированных сигналов в физическую среду ЛВС. Оборудование физического уровня при отсутствии внешних сообщений, кроме продолжающегося обнаружения состояния включенного выхода передатчика, должно обеспечить номинальное временное окно длительностью полсекунды  $\pm 25\%$ , в течение которого может происходить нормальная передача на уровне звена данных. Если длительность передачи превышает это время, то должна сработать функция блокирования захвата, чтобы заблокировать дальнейшее поступление любых выходных сигналов в физическую среду. Сброс функции блокирования захвата зависит от реализации.

14.8.7. Подключение к физической среде. Функции физического уровня должны удовлетворительно работать в системе двухнаправленного широкополосного 75-омного кабеля типа систем кабельного телевидения, реализующих среднеразветвленные, слаборазветвленные или сильноразветвленные линейные усилители и фильтры, либо двойные ненаправленные кабели, использующие неразветвленные линейные усилители.

Как передатчик, так и приемник должны быть связаны по переменному току с центральным проводником 75-омной широкополосной физической среды, и напряжение пробоя кабеля при такой связи по переменному току должно быть, по меньшей мере, 500 В скз при частоте 50/60 Гц. Кроме такой связи экран коаксиального кабеля должен быть соединен с заземленным шасси и импеданс этого соединения должен быть меньше 0,1 Ом.

Механическое подключение станции к физической среде должно осуществляться по ответвительному кабелю через гнездовую часть соединителя серии F, размещенную на станции, как определено в разд. 15. Максимальное значение КСВН на этом соединителе F должно составлять 1,5:1 или меньше, когда соединитель F заканчивается 75-омной резистивной нагрузкой, измеренной по всей ширине полос приемного и передающего канала при подаче питания на станцию. Когда станция передает, это требование относится только к каналу передачи.

14.8.8. Альтернативная широкополосная физическая среда. (факультативная). В разд. 14 и 15 определяется стандартная (предпочтительная) конфигурация широкополосной физической среды с одинарным магистральным кабелем и одинарным ответвительным кабелем, двухнаправленная по частоте, среднеразветвленная, аналогичная конфигурация кабельного телевидения, с

объединением каналов в пары в соответствии с п. 14.8.4. Возможны и другие конфигурации, которые соответствуют назначению настоящего стандарта, включая организацию альтернативных пар каналов, полуразветвленные, сильноразветвленные или двухкабельные физические среды и избыточные физические среды.

Допустима организация любой пары каналов или диапазона парных каналов, совместимая с операциями любой среднеразветвленной, полуразветвленной или сильноразветвленной однокабельной системы, либо с работой двухкабельной системы, либо с той и другой при условии, что такие пары четко обозначаются как на самих изделиях, так и в сопроводительной документации.

Не запрещаются и такие реализации настоящего стандарта, которые могут быть организованы с ориентацией на работу либо с однокабельной, либо с двухкабельной системой, либо с избыточной средой, либо с теми и другими при условии, что реализация, будучи поставленной, правильно функционирует в минимальной среде (т. е. в безызыбыточной, либо в однокабельной, либо в той и другой).

**14.8.9. Чувствительность и избирательность приемника.** Логический объект физического уровня должен обеспечивать частоту необнаруженных битовых ошибок порядка  $10^{-9}$  или ниже, частоту обнаруженных ошибок порядка  $10^{-8}$  и ниже в периоды времени, когда:

1) осуществляется прием внутрисполосовых сигналов в диапазоне, определенном табл. 14.6, передаваемых логическим объектом физического уровня и соответствующих требованиям разд. 4;

2) соотношение сигнал/помеха в полосе частот физической среды находится на уровне 30 дБ (В скз/(В скз)) или выше при измерении на соединителе F;

3) смежные каналы в обеих сторонах полосы частот передают сигналы, соответствующие разд. 14 настоящего стандарта, и с уровнями на 14 дБ выше уровня внутрисполосовых сигналов, однако не превышающими более чем на +4 дБ максимальной мощности принимаемых сигналов, определенной в табл. 14.6.

**14.8.10. Минимальная длина преамбулы.** Последовательность *зап-нерабочее* используется логическими объектами физического уровня для точного доступа к уровням принимаемого сигнала. В ремодуляторе эта начальная оценка должна быть выполнена, по меньшей мере, за четыре периода символа-ФИЗ до окончания этой последовательности *зап-нерабочее* (см. п. 8.2.2.5). Минимальная длина этой последовательности *зап-нерабочее* является функцией скорости передачи данных, и того, что следует за последовательностью *зап-нерабочее*: символы *молчание* или другие символы *не-молчание*. В табл. 14.7 эти зависимости

показаны в микросекундах и в количестве переданных символов—УДС при трехсимвольной (один символ—УДС на символ—ФИЗ) передаче.

Таблица 14.6

Требуемый пороговый уровень помех и мощности внутрисполосовых сигналов

| Голоса частот канала, МГц | Максимальный уровень помех внутри полосы (только для ремодуляторов), дБмВ | Мощность принимаемых сигналов, дБмВ |      |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------|
|                           |                                                                           | мин                                 | макс |
| 1,5                       | —40                                                                       | —13                                 | +4   |
| 6,0                       | —34                                                                       | —7                                  | +10  |
| 12,0                      | —31                                                                       | —4                                  | +13  |

**Примечания:**

1 Спецификация мощности как внеполосовых, так и внутрисполосовых сигналов, наводимых смежными каналами, является предметом дальнейшего изучения. Предполагается, что формат спецификации должен включать невзвешенную мощность сигналов всей полосы частот (от 5 до 450 МГц) и взвешенную мощность сигналов в той же полосе частот. Спецификация невзвешенной мощности должна ограничивать максимальную мощность, подаваемую в приемник. Спецификация взвешенной мощности должна ограничивать уровень помех, вносимых всеми остальными источниками сигналов, измеренный на входе в демодулятор приемника.

2. При измерении частоты битовых ошибок группа ошибок в кадре может рассматриваться как одна ошибка.

Таблица 14.7

Минимальная длина преамбула зап.—нерабочее

| Скорость передачи данных, Мбит/с | В начале передачи    |                        | Между кадрами        |                        |
|----------------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|
|                                  | Минимум символов УДС | Минимальное время, мкс | Минимум символов УДС | Минимальное время, мкс |
| 1                                | 32                   | 32,0                   | 8                    | 8,0                    |
| 5                                | 32                   | 6,4                    | 16                   | 3,2                    |
| 10                               | 32                   | 3,2                    | 24                   | 2,4                    |

14.8.11. Символьная синхронизация. Каждый логический объект физического уровня, приемник которого подключен к прямому каналу, должен восстанавливать информацию синхронизации символов—ФИЗ, содержащуюся в принимаемых сигналах, и использовать эту восстановленную информацию синхронизации, для определения точной скорости передачи символов. Мгновенные скорости передачи и приема данных каждого такого логического объекта должны быть идентичны с точностью до одного символа—УДС, передаваемого на каждый принятый символ—УДС (возможно, в составе *молчания*). (Это взаимоотношение обычно называется синхронизацией по шлейфу). Должно существовать постоянное независимое от реализации постоянно

фазовое соотношение между синхронизацией передаваемых символов-ФИЗ и синхронизацией принимаемых символов-ФИЗ. Фазовое дрожание передаваемых синхросигналов символов-ФИЗ относительно принимаемых синхросигналов символа-ФИЗ не должно превышать 5% от общего периода одного символа-ФИЗ.

Ремодулятор должен начинать свою собственную синхронизацию передаваемых символов. Фазовое дрожание синхросигналов передаваемых символов не должно превышать 0,1% одного периода символа-ФИЗ. Ремодулятор может использовать известную структуру синхросигналов шлейфа других станций ЛВС (как определено в предыдущем абзаце) при определении синхронизации символов-ФИЗ любой принимаемой передачи. На практике это означает, что ремодулятор может определять фазовые различия между синхросигналами передаваемых и принимаемых символов-ФИЗ при первом приеме передачи, и затем использовать автоматически вырабатываемые синхросигналы передачи в сочетании с измеренным запаздыванием для выработки синхронизации символов-ФИЗ принимаемых сигналов.

**14.8.12. Определение типа передачи.** Ремодулятор должен определить тип передачи сигналов (один символ-УДС на один символ-ФИЗ, или расширенный тип, определенный в п. 14.11), который должен быть использован в ЛВС перед началом передачи в прямом канале, и должен сообщить о принятом решении всем подсоединенным станциям посредством передачи псевдомолчания, используемого вместо «переданного» молчания, как определено в пп. 14.8.2.1 и 14.8.2.2. В любой момент времени ремодулятор может изменить это решение либо посредством вызванной оператором команды, либо через интерфейс с диспетчером, либо и тем и другим способом; действуя таким образом он должен прекратить все передачи на минимальный период времени 5 мс перед изменением этого решения. (Практически это может использоваться для обратного перехода от расширенной передачи к передаче один символ-УДС на один символ-ФИЗ в системе с расширенными возможностями, которая, как следует из частоты ошибок, испытывает необычно большой уровень помех).

**14.8.13. Декодирование символов.** После демодуляции и определения каждого принятого символа-ФИЗ этот символ должен быть декодирован в соответствующий символ-УДС процессом, инверсным по отношению к описанному в п. 14.8.2 процессу, и эти декодированные символы-УДС должны быть доставлены на интерфейс УДС со скоростью, определяемой положениями пп. 14.8.11 и 14.8.12.

Физические уровни всех станций, за исключением ремодулятора, должны декодировать последовательность псевдомолчания в соответствующее число символов-УДС *молчание* и пере-



давать их на интерфейс УДС—ФИЗ. Действительное молчание в прямом канале (ненормальная ситуация) должно декодироваться в соответствующее число символов *УДС плохой-сигнал* и доставляться в таком виде на интерфейс УДС—ФИЗ.

При каждом получении последовательности символов *ФИЗ*, для которой процесс кодирования не имеет инверсии, эти символы *ФИЗ* должны декодироваться в соответствующее число символов *УДС плохой-сигнал* и доставляться в таком виде на интерфейс УДС. В подобных случаях принимающий логический объект должен как можно быстрее осуществлять повторную синхронизацию процесса декодирования.

Примечание. Приемникам разрешается декодировать каждый переданный символ *УДС зап-нерабочее*, который поступил в виде символа *ФИЗ {4}*, в символы *УДС ноль* или *единица*.

**14.8.14. Активизация/деактивизация передатчика и выбор источника полученного сигнала.** Способность активизировать и деактивизировать передачу модулированных сигналов в широкополосную физическую среду под управлением логического объекта диспетчера является обязательной для ремодулятора, где сигналы молчание не выключают передатчик, и рекомендуемой, но не обязательной функцией для всех других устройств.

Возможность выбора в качестве источника получаемых сигналов либо шлейфа внутри логического объекта физического уровня, либо одной из возможных избыточных физических сред под управлением логического объекта диспетчера станции является рекомендуемой но не обязательной функцией. Если такая возможность используется и выбранным источником не является ни одна из физических сред, передача во все подсоединенные физические среды должна быть автоматически заблокирована, пока такой выбор остается в силе.

**14.8.15. Выбор канала приема и передачи (факультативная возможность).** Определение в качестве каналов передачи и приема логического объекта физического уровня либо центральных частот канала, либо полосы пропускания канала, либо того и другого может осуществляться поочередно. В таких случаях изменение выбора можно осуществить либо вручную, либо по команде через интерфейс с диспетчером станции логического объекта физического уровня, либо тем и другим способом. Все передачи в физическую среду должны быть запрещены до тех пор, пока такое изменение выполняется, и любые сигналы, поступающие во время таких изменений, должны аннулироваться и не выдаваться на интерфейс с УДС.

**14.8.16. Выборы избыточности физической среды.** Как отмечалось в п. 14.8.8, настоящий стандарт не запрещает использование широкополосных физических сред. В случае использования таких физических сред положения пп. 14.8.5.4, 14.8.6 и

14.8.14 должны применяться по отдельности и независимо для каждого отдельного интерфейса с физической средой и большая часть положений п. 14.8.14 должна соблюдаться обязательно. В частности, регулировка уровня передаваемого сигнала в соответствии с п. 14.8.5.4 должна выполняться по отдельности и независимо для каждой подсоединенной физической среды и должно использоваться отдельное управление блокированием захвата для каждой физической среды (хотя допустимо и общее блокирование).

14.8.17. **Надежность.** Логический объект физического уровня должен быть спроектирован таким образом, чтобы вероятность вызываемых им нарушений в работе других подсоединенных станций к этой среде станций при обмене данными была ниже  $10^{-6}$  за один час непрерывной (или прерывистой) работы. Для ремодулятора это требование снижено до значения  $2 \times 10^{-6}$  за час работы. Соединители и другие пассивные компоненты, относящиеся к средствам подсоединения станции к физической среде на основе коаксиального кабеля, должны разрабатываться так, чтобы вероятность обусловленных неисправностей всей сети была минимальной.

14.8.18. **Вопросы, относящиеся к ремодулятору.** Ремодулятор может рассматриваться как особый вид регенеративного повторителя, который либо ретранслирует поступающие из обратного канала сигналы в прямой канал, либо осуществляет передачу своих собственных сигналов по прямому каналу. В любом случае ремодулятор инициирует символьную синхронизацию, обеспечиваемую для своего локального логического объекта и для всех других станций ЛВС.

Основной режим работы — инициация или трансляция — должен определяться соответствующим логическим объектом УДС ремодулятора и сообщаться в примитиве ФИЗ\_РЕЖИМ.привлечение (см. п. 8.2.3). В режиме инициации логический объект физического уровня должен использовать внутренний шлейф в качестве источника символов-ФИЗ, которые передаются соответствующему логическому объекту УДС посредством примитива ФИЗ\_БЛОК ДАННЫХ. индикация.

В режиме ретрансляции ремодулятор должен декодировать сигналы, поступающие по обратному каналу, и выдавать полученные в результате символы-УДС соответствующему логическому объекту УДС.

Таким образом, когда логический объект УДС осуществляет собственную передачу, используется внутренний шлейф в качестве источника символов-ФИЗ, которые передаются посредством примитива ФИЗ\_БЛОК ДАННЫХ. индикация. Когда логический объект УДС ретранслирует, то поступающие из обратного

канала сигналы декодируются и передаются посредством примитива ФИЗ\_БЛОК ДАННЫХ индикация.

В любом случае выполняется следующее:

1) Ремодулятор определяет свою собственную синхронизацию символов\_УДС, выводит из нее точное значение скорости передачи символов\_ФИЗ, которую он использует для себя и для всех других станций ЛВС (см. пп. 14.8.1 и 14.8.11).

2) Ремодулятор определяет для всей сети тип передачи (один символ\_УДС на один символ\_ФИЗ или тип расширенной передачи, определенный в п. 14.11), и в качестве факультативной функции может изменять тип передачи после деактивизации своего (их) передатчика (ов) на период, по меньшей мере, 5 мс (см. п. 14.8.12).

3) Ремодулятор передает специфичную повторяющуюся последовательность (псевдомолчание) в течение тех периодов, когда его логический объект УДС запрашивает повторную передачу символов\_УДС *молчание* (см. пп. 14.8.2 и 14.8.12). Эта последовательность псевдомолчания используется:

а) с целью обеспечения непрерывной передачи сигналов для схем автоматической регулировки усиления, поддержания несущей схем восстановления данных других станций данной ЛВС;

б) для указания типа передачи (один символ\_УДС на символ\_ФИЗ или тип расширенной передачи, определенный в п. 14.11), используемого в текущий момент в данной ЛВС (см. п. 14.8.2.2).

4) Ремодулятор может использовать известную точную скорость передачи сигналов других станций (т. е. свою собственную скорость передачи, повторяемую другими станциями, см. п. 14.8.11) с целью минимизации времени, необходимого для подготовки к новой передаче, и обладать способностью передавать принимаемую передачу с определенной частотой бытовых ошибок (см. п. 14.8.9).

**Примечание.** Разработчики должны обеспечить такое построение ремодулятора, чтобы заданные частоты битовых ошибок достигались, по меньшей мере, в течение четырех периодов\_УДС (см. п. 8.2.2) до окончания приема преамбулы минимальной длины (см. п. 14.8.10), если передача инициируется станцией, у которой выходной уровень передатчика при измерении на соединителе Г станции находится в пределах, указанных в табл. 14.6.

5) Уровни приема могут быть превышены в периоды, когда протокол распределенной шины с маркерным доступом обслуживает передачи нескольких станций. Ремодулятор должен быть спроектирован таким образом, чтобы выдержать увеличение уровня принимаемого сигнала, по меньшей мере, на 30 дБ относительно максимума, определенного в табл. 14.6 за вычетом потерь в тракте (см. п. 15.5.3). Более того, в периоды такой перегрузки ремодулятор должен сообщать на уровень УДС о на-

личии принимаемого сигнала, вероятно, как о *плохом-сигнале*, и не должен выдавать *молчание*.

Такое же явление может иметь место в любом другом канале, который использует распределенный протокол с возможными конфликтами. То есть, ремодулятор должен быть разработан таким образом, чтобы сразу отклонять сигналы других каналов.

#### 14.9. Требования к окружающей среде

14.9.1. **Электромагнитные излучения.** Оборудование должно удовлетворять местным и национальным требованиям по ограничению электромагнитных воздействий.

14.9.2. **Требования безопасности.** Все станции, удовлетворяющие настоящему стандарту, должны удовлетворять соответствующим местным, национальным и международным нормам безопасности, а также положениям Публикаций МЭК 380, МЭК 435 или МЭК 950.

14.9.3. **Электромагнитная среда.** К источникам влияния внешней среды относятся электромагнитные поля, электростатические разряды, переходные напряжения между проводами заземления и т. п. Некоторые источники помех способствуют образованию напряжения между коаксиальным кабелем и цепями заземления станции, если таковое используется.

Реализация логических объектов физического уровня должна удовлетворять предъявляемым к ним требованиям при работе в окружающем волновом поле с параметрами:

- 1) 80 мВ/м в пределах рабочей полосы частот канала;
- 2) 2 В/м при частотах в диапазоне от 10 кГц до 30 МГц;
- 3) 5 В/м при частотах в диапазоне от 30 МГц до 1 ГГц вне рабочей полосы частот канала.

14.10. **Маркировка.** Рекомендуется, чтобы каждая реализация (и сопроводительная документация) логического объекта физического уровня, соответствующего настоящему стандарту, имела маркировку, наглядную для пользователя, по крайней мере, относительно следующих параметров.

1) Возможные скорости передачи данных в мегабитах в секунду.

2) Типы передачи: только один символ-УДС на символ-ФИЗ, либо один символ-УДС на символ-ФИЗ плюс расширенная передача, описанная в п. 14.11.

3) Определение каналов передачи и приема как с использованием основных частот, так и всей полосы пропускания.

4) Наихудшая задержка однонаправленного повторителя (для ремодулятора) или задержка кругового обхода (для остальных станций), которую вносит это оборудование в двунаправленный обмен данными между станциями, определенный в п. 6.1.9.

5) Режимы работы и возможности их выбора — в соответствии с пп. 14.8.14—14.8.16.

Кроме того, если станция имеет несколько соединителей F (например, для двойных кабелей или избыточной физической среды, либо для того и другого), роль каждого соединителя F должна быть четко обозначена на станции вблизи соответствующего соединителя.

В приложениях 6 и 7 изложены метод передачи двух символов-УДС на один символ-ФИЗ и подробное описание процесса скремблирования, соответственно.

### 15. ФИЗИЧЕСКАЯ СРЕДА НА ОСНОВЕ ШИРОКОПОЛОСНОЙ ШИНЫ

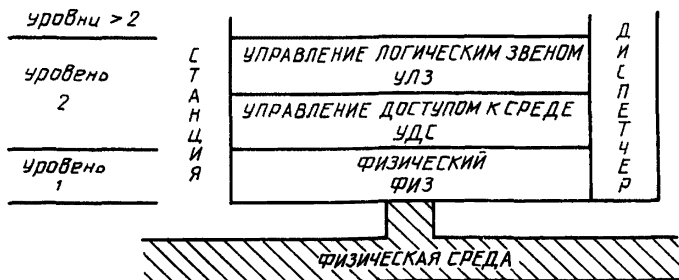
В данном разделе определены функциональные, электрические и механические характеристики одного из конкретных видов физической среды на основе широкополосной шины. Настоящая спецификация отражает реализацию физической среды ЛВС на основе широкополосной шины. Взаимоотношения данного раздела с другими разделами настоящего стандарта и спецификациями ЛВС показаны на черт. 15.1. Место настоящей спецификации в физическом уровне и физической среде на основе широкополосной шины показано на черт. 15.2.

Настоящий стандарт определяет физическую среду только в той степени, которая необходима для обеспечения:

- 1) взаимодействия логических объектов физического уровня, соответствующих с разд. 14 при их подключении к физической среде в соответствии с данным разделом;
- 2) защиты ЛВС и тех, кто ее использует.

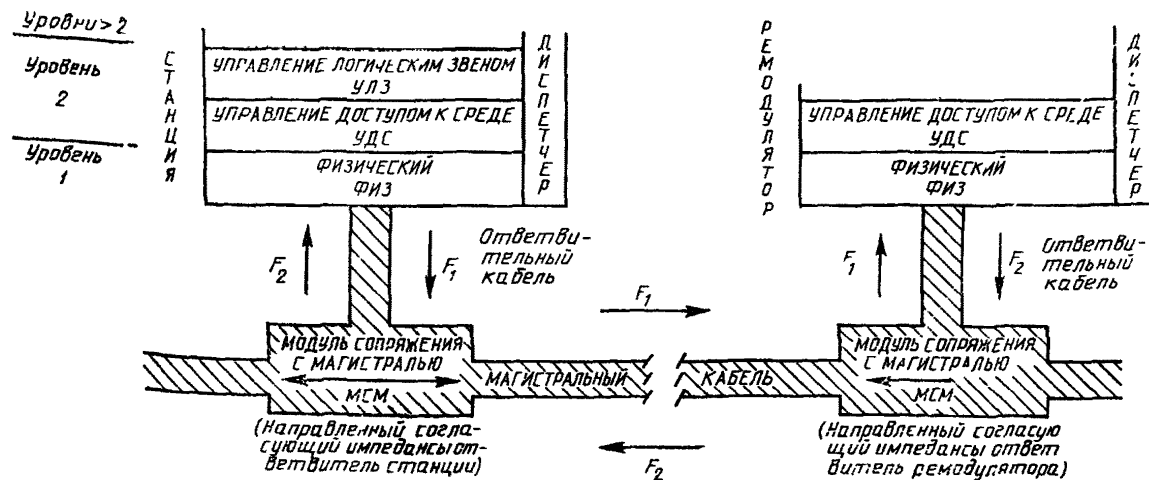
В планируемом к разработке международном стандарте ИСО (и соответственно ГОСТ) предполагается включить дополнительные руководящие материалы по использованию широкополосных кабельных систем для обмена информацией между ЛВС.

Место физической среды в модели ЛВС



Черт. 15.1

## Структура оборудования физического уровня



Примечание В однокабельной (двухнаправленной) системе  $F_1 < F_2$  и обе частоты  $F_1$  и  $F_2$  проходят по общим магистральному и ответвительному кабелям. В двухкабельной (однонаправленной) системе частоты  $F_1$  и  $F_2$  передаются по отдельным магистральным и ответвительным кабелям

Черт 15.2

**15.1. Основные понятия.** Ниже определены некоторые используемые в данном разделе термины, смысл которых здесь более специфичен, чем в ГОСТ 24402 и ИСО 2382/25.

**Двухнаправленный широкополосный усилитель** — совокупность усилителей и фильтров, которые усиливают и повторно выравнивают в *прямом направлении* все сигналы, принятые в высокочастотном диапазоне широкополосного спектра, и одновременно усиливают и повторно выравнивают в *обратном направлении* все сигналы, принятые в низкочастотном диапазоне широкополосного спектра.

**Широкополосная коаксиальная система** — система, посредством которой информация кодируется, модулируется наложением на несущую и фильтруется полосовыми фильтрами или ограничивается другими средствами так, чтобы она занимала только ограниченный спектр частот в коаксиальной физической среде. Многие информационные сигналы могут быть представлены в физической среде одновременно без искажений при условии, что они занимают неперекрывающиеся диапазоны частот в пределах диапазона транспортных частот кабельной системы.

**дБмВ** — мера среднеквадратичного значения сигнала в 75-омном кабеле относительно 1 мВ. В единицах СИ дБмВ определяется как дБ (1 мВ, 75 Ом), скз.

**Ответственный кабель** — небольшого диаметра гибкий коаксиальный кабель широкополосной физической среды, подключаемый к станции.

**Сдвоенный кабель** — широкополосная система коаксиальных кабелей, в которой для передачи сигналов в *прямом и обратном направлениях* используются отдельные коаксиальные кабели. Подключение двухкабельной системы к станции требует сдвоенных соединителей F — один для передачи и один для приема.

**Соединитель F** — 75-омный соединитель коаксиального кабеля, серии F.

**Прямое направление** — направление передачи, начинающееся у ремодулятора широкополосной кабельной системы и транслируемое «наружу» системными двухнаправленными широкополосными усилителями к «абонентам» системы. В этом направлении передача обеспечивается по высокочастотным каналам.

**Ремодулятор** — устройство, расположенное в логическом «корне» ЛВС на основе широкополосной шины, которое принимает по обратному каналу сигналы, переданные другими станциями сети, и ретранслирует в широкополосном режиме эти сигналы обратно на эти другие станции по соответствующему прямому каналу. Необязательно, чтобы ремодулятор был расположен в физическом корневом узле шины, но между ремодулятором и физическим корневым узлом не должно быть абонентских станций.

**Сильноразветвленная конфигурация** — конфигурация широкополосной системы, определяемая системными двунаправленными усилителями, в которой сигналы, передаваемые в спектре частот от 5 до 174 МГц, транслируются в *обратном* направлении, а сигналы, передаваемые в спектре частот от 234 МГц и выше, ретранслируются в *прямом* направлении.

**Среднеразветвленная конфигурация** — конфигурация широкополосной системы, определяемая системными двунаправленными усилителями, в которой сигналы, передаваемые в спектре частот от 5 до 108 МГц транслируются в *обратном* направлении, а сигналы передаваемые в спектре частот от 162 МГц и выше, ретранслируются в *прямом* направлении. В настоящем стандарте эта конфигурация считается предпочтительной в широкополосной части диапазона.

**Расщепитель мощности (согласующий импедансы)** — небольшой модуль, который сопрягает электрически и механически один магистральный кабель большого диаметра с другими магистральными кабелями большого диаметра, обеспечивая разветвленную топологию для широкополосной магистрали. Расщепитель расщепляет мощность принятых сигналов в прямом направлении среди исходящих магистралей и объединяет мощность всех сигналов, принятых в обратном направлении. Он передает низкочастотную ( $< 1$  кГц) составляющую мощности переменного тока между магистральными кабелями. Он содержит только пассивные электрические компоненты (R, L, C).

**Обратное направление** — направление передачи, начинающееся у «абонентов» широкополосной кабельной системы, заканчивающееся у ремодулятора, и ретранслируемое «внутри полосы» системными двунаправленными широкополосными усилителями. В этом направлении осуществляется передача по низкочастотным каналам.

**Расщепитель (согласующий импеданс)** — уменьшенный вариант расщепителя мощности, используемый для объединения ответвительных кабелей. Он не передает низкочастотной мощности переменного тока между ответвительными кабелями.

**Слаборазветвленная конфигурация** — конфигурация широкополосной системы, определяемая системными двунаправленными усилителями, в которой сигналы, передаваемые в спектре от 5 до 30 МГц транслируются в *обратном* направлении, а сигналы, передаваемые в спектре частот от 54 МГц и выше — в *прямом* направлении. (Такая конфигурация широко используется в системах кабельного телевидения).

**Ответвитель (согласующий импедансы)** — небольшой модуль, который электрически и механически подсоединяет магистральный кабель большого диаметра к ответвительным кабелям небольшого диаметра, передает низкочастотную ( $< 1$  кГц)



составляющую мощности переменного тока между входной и выходной секциями магистрального кабеля и изолирует эту мощность переменного тока от секций ответвительного кабеля. Он расщепляет мощность сигналов, принятых в прямом направлении очень асимметрично, передавая большую часть мощности сигнала в исходящий магистральный кабель и только небольшой ее процент в ответвительные кабели, и объединяет эти сигналы с аналогичными сигналами асимметричного распределения мощности, принятыми в обратном направлении. Этот ответвитель содержит только пассивные электрические компоненты ( $R$ ,  $L$ ,  $C$ ).

**Магистральный кабель** — основной (большого диаметра) полужесткий коаксиальный кабель широкополосной коаксиальной кабельной системы. По этому кабелю передаются как сигналы переменного тока, так и высокочастотные сигналы.

**15.2. Назначение.** Назначение данного раздела состоит в том, чтобы:

1) обеспечить описание физической среды, необходимой для обмена между станциями ЛВС, использующими определяемый в настоящем стандарте метод маркерного доступа к шине, и описание физического уровня на основе широкополосной шины;

2) определить параметры такой физической среды, которая может быть коллективно использована многими ЛВС и невзаимосвязанными применениями (например, передача речи, данных и аналоговых изображений);

3) обеспечить высокую доступность сети;

4) обеспечить простоту установки и обслуживания в широком диапазоне окружающих условий;

5) допустить использование существующих компонентов, серийно изготавливаемых для промышленности телевизионных кабелей и, где это возможно, соответствующей практики монтажа.

**15.3. Вопросы совместимости.** Настоящий стандарт применим к физическим средам, которые ориентированы на работу в общепринятых двунаправленных (путем распределения частот) широкополосных коаксиальных кабельных системах типа систем кабельного телевидения. Такие системы обычно используют стандартные ответвители, соединители, усилители, источники питания и коаксиальный кабель.

Эта спецификация применима, главным образом, к отдельной магистральной системе, в которой двунаправленный обмен данными обычно производится с использованием двунаправленных усилителей, фильтры которых позволяют передавать каждую часть доступного спектра частот кабеля по отдельному направлению. Допустимы также двухмагистральные системы, в которых каждая магистраль используется в одном направлении, но требуется, чтобы станции и ремодулятор имели необходимые установки соединителя двойного кабеля.

Использование широкополосной коаксиальной системы позволяет распределять различные диапазоны частот для многих одновременных применений. Например, одна часть спектра частот кабеля может использоваться для ЛВС, другая — для двухпунктовых или многопунктовых звеньев данных, третья — для передачи телевизионных и звуковых сигналов. При надлежащем выборе уровней сигнала и надлежащем построении оборудования все эти применения могут быть обеспечены без взаимных помех.

Совместимость физической среды, соответствующей настоящему стандарту, определена на интерфейсах ее станций. На основе настоящего стандарта конкретные разработки могут быть созданы различными способами при условии сохранения совместимости на реальных станционных интерфейсах.

#### 15.4. Краткое описание

15.4.1. **Общее описание функций.** В данном разделе неформально описываются функции, выполняемые физической средой на основе широкополосной шины. В совокупности эти функции обеспечивают средства, с помощью которых сигналы спектра обратного направления, представленные на интерфейсах станции с ответвительными кабелями, могут быть объединены и переданы в виде соответствующего спектра сигналов прямого канала (при участии ремодуляторов в качестве ретранслирующих логических объектов) всем станциям по всем ответвительным кабелям данной физической среды. Таким образом, станции, подсоединенные к этим ответвительным кабелям, могут обмениваться между собой данными.

15.4.1.1. **Обзор операций.** При использовании коаксиального кабеля, работающего в качестве широкополосной физической среды, возникают специфичные проблемы, отсутствующие в одноканальных системах передачи. Стандартная система кабельного телевидения использует двунаправленные усилители для получения двунаправленной передачи по отдельному кабелю. Усилитель фактически образован из двух независимых направленных усилителей вместе с соответствующими фильтрами перекрестных помех таким образом, что один усилитель передает верхнюю часть спектра частот кабеля в *прямом* направлении, исходящем от ремодулятора, а другой — нижнюю часть в *обратном* направлении, к ремодулятору. Следовательно, каждой станции требуются высокочастотный передатчик и приемник, каждый из которых работает в различных диапазонах спектра частот кабеля.

Ремодулятор расположен там, откуда исходят сигналы прямого направления и где сходятся сигналы обратного направления. Ремодулятор принимает сигналы низкочастотного обратного канала и ретранслирует их в виде сигналов высокочастотного прямого канала на нижерасположенные по потоку станции. Для

каждой отдельной пары каналов, используемой в качестве ЛВС на основе широкополосной шины, требуется по одному ремодулятору.

В таких системах станции подключены к *магистральному* коаксиальному кабелю посредством *ответвительных* кабелей небольшого диаметра и согласующих импедансы *ответвителей*. Эти ответвители представляют собой пассивные устройства, сильно-направленные относительно распространения сигнала, как показано на черт. 15.2. Направленность характеристик ответвителей повышает согласованность импедансов в *портах* ответвителя и минимизирует влияние отражений, обусловленных любой несогласованностью импедансов вдоль магистрали или на других ответвительных кабелях.

Направленность ответвителя такова, что потери мощности передаваемых сигналов между станцией и магистралью обратного направления значительно меньше, чем между станцией и магистралью прямого направления. Следовательно, обмен данными между устройствами, подключенными к различным ответвителям вдоль коаксиального кабеля, происходит путем передачи частоты  $F_1$  в нижнем диапазоне частот по направлению к ремодулятору, ее приема ремодулятором, ретрансляции в прямом направлении с частотой ремодулятора  $F_2$  и приема «прослушивающими» станциями.

Примечание. Ответвитель ремодулятора подсоединяется к прямым и обратным направлениям обмена с целью поддержки роли ремодулятора в качестве ретрансляционного логического объекта.

Топология широкополосной системы представляет собой сильно разветвленное «*дерево*», в корне которого расположено оборудование ремодулятора, а остальное оборудование подсоединено в виде листьев к ветвям дерева. Разветвление осуществляется в самой магистрали посредством расщепителей мощности, которые обеспечивают ненаправленное подключение мощности переменного тока к магистральным кабелям, и направленное подключение мощности высокочастотных сигналов аналогично подключению только что описанных *ответвителей*. Подобно ответвителям расщепители мощности также используют только пассивные электрические элементы ( $R, L, C$ ).

В ответвительных кабелях разветвление обеспечивается расщепителями (ответвительного кабеля), которые блокируют поток мощности переменного тока в своих портах. Они также используют только пассивные электрические компоненты.

Усилители широкополосной системы получают питание из самого магистрального кабеля. Переменный ток низкого уровня (30 или 60 В) тока обычно передается по центральному проводнику и заземленному экрану кабеля с номинальной частотой 50 или 60 Гц; усилители используют некоторую часть этой мощнос-

ти и передают остальную ее часть в подключенный «нисходящий» магистральный кабель. Стандартные для систем кабельного телевидения источники питания и компоненты объединения мощности, группирования мощности позволяют подавать питание в магистральный кабель в одной или нескольких точках системы.

**15.4.1.2. Функции ремодулятора.** В реальной системе на основе широкополосной шины станции передают и принимают не по одному и тому же частотному каналу. В ЛВС на основе широкополосной шины одна центральная станция, назначенная выполнять функции *ремодулятора*, принимает сигналы по низкочастотному каналу и передает их высокочастотному каналу. Все остальные станции этой конкретной сети передают сигналы по высокочастотному каналу и принимают по низкочастотному каналу. Таким образом, любая сеть фактически использует пару направленных каналов: низкочастотный (обратный) канал, имеющий большое число передатчиков и один приемник, и высокочастотный (*прямой*) канал, имеющий один передатчик и большое число приемников.

Чтобы обеспечить функционирование ремодулятора в качестве передатчика, он располагается в «корне» древовидной структуры физической среды и подключается к магистрали посредством ответвителя, установленного таким образом, что ремодулятор получает сигналы, поступающие «снизу» от него, и передает свои сигналы в том же «нисходящем» направлении.

**15.4.2 Основные характеристики и функциональные возможности.** Все характеристики, касающиеся передачи сигналов и интерфейса станции, являются обязательными. Все остальные характеристики имеют факультативный характер.

#### **15.5. Спецификация функциональных, электрических и механических характеристик**

Физическая среда на основе широкополосной шины является таким логическим объектом, единственной функцией которого (применительно к настоящему стандарту) является транспортировка сигналов между станциями и ремодулятором ЛВС на основе широкополосной шины. Поэтому в настоящем стандарте определяются только те характеристики физической среды, которые сказываются на транспортировке сигналов от станции к ремодулятору и от ремодулятора к станции, либо при решении вопросов безопасности обслуживающего персонала и оборудования.

Считается, что реализация физической среды соответствует настоящему стандарту, если она обеспечивает специфицированные услуги и характеристики по транспортировке сигналов для станций и ремодулятора ЛВС на основе широкополосной шины и если она отвечает соответствующим нормам безопасности и условиям эксплуатации.

Все измерения, определенные в п. 15.5, должны производиться в точке подключения станции или ремодулятора к физической среде. Если не оговорено иное, эти измерения должны производиться в тех центральных частях шириной каналов 1,5; 6 или 12 МГц, которые фактически используются для передачи сигналов, т. е. на центральных частотах 1, 5 или 10 МГц соответственно. И если не оговорено иное, то все специфицированные уровни напряжения и мощности выражаются в среднеквадратичных значениях (скз) и дБмВ соответственно при передаче произвольных комбинаций данных. (В п. 15.1 дБмВ определяется как дБ (1 мВ, 75 Ом) скз). (Более подробно см. п. 14.8).

**15.5.1. Подключение к станции-ремодулятору.** Подключение широкополосной физической среды шинного типа к станции или к ремодулятору должно осуществляться посредством гибкого 75-омного ответвительного кабеля, заканчивающегося вилкой 75-омного соединителя серии F; эта конфигурация должна сопрягаться с розеткой 75-омного соединителя серии F, вмонтированного в станцию или ремодулятор.

Помимо этого соединения, экран (ы) коаксиального ответвительного кабеля физической среды должен (ны) быть соединен (ы) с корпусом вилки оконечного соединителя серии F, и импеданс этого соединения в диапазоне постоянного тока до 450 МГц должен быть менее 0,1 Ом. Точно также импеданс соединения между корпусом этой вилки соединителя и внешним цилиндром состыкованного гнезда соединителя серии F должен быть менее 0,001 Ом.

**Примечание** Во время разработки настоящего стандарта еще не было утвержденных стандартов по соединителям F. Стандарт на соединитель F, согласующий размеры соединителя интерфейса, был разработан в виде проекта Публикации МЭК 169 по РЧ-соединителям (подлежит утверждению) тип F. Более широкий проект стандарта по РЧ-соединителям (сопоставимый с типом F) был разработан Ассоциацией электронной промышленности, который должен быть опубликован под номером EIA 550. Соединители F сильно различаются по своему качеству. Предложено использовать соединители F высокого качества. Кроме того, поскольку в некоторых соединителях F его штепсельной частью является центральный проводник кабеля, следует быть внимательным при соединении различных типов кабеля с соединителями F. Рекомендуется по возможности использовать соединители с прикрепленными центральными проводниками.

**15.5.1.1. Изоляция на станции.** Степень изоляции любой точки станционного соединения с любой другой точкой станционного соединения в полосе частот каналов приема и передачи должна быть минимум 25 дБ.

**15.5.2. Характеристический импеданс.** Номинальный характеристический импеданс широкополосной физической среды должен быть равен 75 Ом. Максимальное значение КСВН на каждом соединителе F физической среды должно составлять 1,5:1 или менее, когда соединитель F заканчивается 75-омной резистивной

нагрузкой, измеренной по всему спектру частот широкополосного кабеля, обеспечиваемому физической средой.

**Примечание.** Этот спектр должен включать как прямой так и обратный каналы, используемые в сети

**15.5.3. Потери тракта.** Общие потери мощности в физической среде на основе широкополосной шины от любой отдельной станции до ремодулятора и от ремодулятора до любой отдельной станции должен составлять 44 дБ с допустимым отклонением, обусловленным всеми факторами,  $\pm 5$  дБ. Максимальное значение кратковременных отклонений на компонентах тракта должно составлять не более  $\pm 1$  дБ/мин.

**15.5.4. Уровень отношения сигнал—помеха.** Рекомендуется, чтобы уровень отклонения сигнал—помеха составлял 40 дБ (В скз/В скз), ни в коем случае не должен быть ниже 30 дБ (при измерении на любой станции или ремодуляторе). Пороговое значение помех, усредненное по всей полосе частот канала, не должно превышать  $-57$  дБмВ при измерении в любом диапазоне 30 кГц у ремодулятора.

**15.5.5. Возможность управления мощностью.** Переменные токи частотой 50 или 60 Гц, передаваемые по широкополосным магистральным кабелям не должны поступать в физическую среду, которая подключена непосредственно к станции или ремодулятору (ответвительные кабели). Общая мощность по всему спектру кабеля, поступающая на станцию или в ремодулятор, должна быть меньше  $+55$  дБмВ.

**15.5.6. Совместимость со станциями и ремодулятором.** Считается, что реализация физической среды на основе широкополосной шины обеспечивает конкретную ЛВС рассматриваемого типа, если:

- 1) она обеспечивает *прямой* канал соответствующей для данной ЛВС полосы частот и обратный канал той же полосы частот;
- 2) станции этой ЛВС могут принимать по такому прямому каналу и передавать по указанному обратному каналу;
- 3) сеть имеет ремодулятор, подключенный к кабельному системному ремодулятору—распределителю ближе всех (других) станций, и этот ремодулятор может передавать по указанному прямому каналу и принимать по указанному обратному каналу;
- 4) требования пп. 15.5.1—15.5.5 соблюдаются в обратном канале при измерении в точке подключения ремодулятора к физической среде независимо от того, какая точка подключения станции к среде выбрана для инициации сигналов тестирования;
- 5) требования пп. 15.5.1—15.5.5 соблюдаются в прямом канале при измерении в каждой точке подключения станции к физической среде и с сигналами тестирования, иницируемыми в точке подключения ремодулятора к физической среде.

**15.5.7. Альтернативный вариант широкополосной среды (факкультативный).** В разд. 14 определена стандартная (предпочтительная конфигурация физической среды на основе широкополосной шины в виде одного магистрального кабеля и одного ответвительного кабеля двунаправленного по частоте, среднеразветвленного, типа телевизионного кабеля. Возможны и другие конфигурации, которые отвечают требованиям настоящего стандарта, включая слаборазветвленные, сильно разветвленные, либо физические среды на основе двойного кабеля или избыточные физические среды.

**15.5.8. Вопросы избыточности.** Как отмечалось в пп. 14.8.8 и 14.8.16, настоящий стандарт не запрещает использование избыточных широкополосных физических сред. При использовании таких физических сред положения пп. 15.5.1—15.5.6 должны применяться по отдельности и независимо для каждого отдельного интерфейса с неисбыточной физической средой. Кроме того, частота и полоса пропускания прямого канала, частота и полоса пропускания обратного канала для данной ЛВС должны быть одинаковыми для всех избыточных физических сред.

**15.5.9. Надежность.** Все активные (с питанием) виды оборудования физической среды должны быть разработаны таким образом, чтобы совокупная вероятность нарушения обмена данными на нескольких станциях, подключенных к физической среде, обусловленного этим оборудованием, составляла не менее  $10^{-4}$  в час непрерывной (или прерываемой) работы. Соединители и другие пассивные компоненты, включая средства соединения станции с физической средой на основе коаксиального кабеля, должны обладать такими характеристиками, чтобы минимизировать вероятность внесения ими общей неисправности всей сети.

## **15.6. Требования к окружающим условиям**

**15.6.1. Электромагнитные излучения.** Кабельные системы ЛВС должны удовлетворять местным и национальным требованиям по ограничению электромагнитных излучений.

**15.6.2. Требования безопасности.** Все физические среды, удовлетворяющие настоящему стандарту, должны удовлетворять соответствующим местным, национальным и международным нормам безопасности, а также стандартам типа Публикаций МЭК 380, МЭК 435, МЭК 950.

**15.6.3. Электромагнитная среда.** К источникам влияния внешней среды относятся электромагнитные поля, электростатические разряды, переходные напряжения между проводами заземления и т. д. Некоторые источники помех способствуют росту напряжения между коаксиальным кабелем и цепями заземления станции (если таковые используются).

Реализация физической среды должна удовлетворять предъявляемым к ней требованиям при работе в окружающем волновом поле с параметрами:

- 1) 80 мВ/м — в пределах рабочего диапазона частот канала;
- 2) 2 В/м — при частотах в диапазоне от 10 до 30 кГц;
- 3) 5 В/м — при частотах от 30 МГц до 1 ГГц вне рабочего диапазона частот канала.

Примечание. Руководящие материалы в этой области находятся в стадии разработки и их предлагается включить в следующее издание стандарта.

**15.7. Вопросы, касающиеся задержки-тракта-передачи.** Определяя реализацию физической среды, которая соответствует положениям настоящего раздела, заказчик должен определить задержку-тракта-передачи как максимально возможную задержку, которую может внести физическая среда на основе широкополосной шины при передаче сигналов от любой подключенной станции через ремодулятор и обратно к этой станции. Задержки, вносимые самими станциями (передающей и приемной), не должны учитываться при подсчете задержки-тракта-передачи.

Для каждого потенциально худшего тракта передачи через физическую среду задержка тракта вычисляется как сумма задержек, вносимых физической средой и ремодулятором при распространении сигналов от одной станции к другой. Задержка-тракта-передачи, используемая для определения сетевого интервала-ответа (см. п. 6.19), должна быть наибольшей из всех этих маршрутных задержек кабельной системы.

В этих вычислениях задержки-тракта-передачи должны учитываться все задержки в схемах усилителей ремодулятора и физической среды в ответвителях, расщепителях и т. д. и все задержки распространения сигнала в самих сегментах кабеля.

Задержка-тракта-передачи должна определяться с точки зрения скорости передачи символов в сети по физической среде. Если число переданных символов не целое, оно должно округляться до целого значения. Если точное значение задержки не известно, поставщики должны устанавливать верхнюю ее границу этого значения.

**15.8. Документация.** Рекомендуются, чтобы каждый поставщик реализации физической среды, соответствующей настоящему стандарту, обеспечивал пользователя сопроводительной документацией, содержащей по меньшей мере следующие параметры.

- 1) Конкретные разделы стандарта, которым соответствует данная реализация.
- 2) Тип конфигурации: слаборазветвленная, среднеразветвленная, сильноразветвленная или двойной кабель.



3) Верхний предел спектра частот прямого канала (например, 300, 400, 450 МГц).

4) Задержка-тракта-передачи в соответствии с пп. 15.7 и 6.1.9.

5) Для ремодуляторов такой диапазон выходных уровней передатчика, который бы удовлетворял всем требованиям к уровням сигналов согласно пп. 14.8.5.4, 14.8.9 и 14.8.19.

#### 15.9. Размещение сети

15.9.1. **Вопросы топологии.** Очень небольшие системы могут быть построены с использованием только гибкого коаксиального кабеля и пассивных согласующих импедансы схем. Более крупные системы требуют использования усилителей и источников питания, а также полужесткого магистрального кабеля и гибких ответвительных кабелей. Сильноразветвленные топологии такой физической среды легко обеспечиваются при использовании стандартных компонентов систем кабельного телевидения.

Каждый ремодулятор должен быть расположен «выше по потоку» относительно всех станций данной ЛВС, но он не обязательно должен располагаться на месте ремодулятора распределителя всей кабельной системы. Единственно, что необходимо, это чтобы ремодулятор располагался ближе к «корню» древовидной разветвленной системы, по сравнению с остальными станциями данной сети. Таким образом, в больших системах (например, в масштабах университета или города) большое кабельное дерево может иметь большое число поддеревьев с ремодулятором у корня каждого поддерева, управляющим ЛВС в пределах этого поддерева и с использованием всеми сетями одной и той же пары прямого и обратного каналов. Заградительные фильтры могут потребоваться в тех сегментах кабеля, которые соединяют эти поддеревья с целью изоляции прямого и обратного каналов каждой сети этого поддерева.

15.9.2. **Распределение потерь сигнала.** При решении вопросов размещения широкополосных усилителей, ответвителей, выбора числа ответвительных кабелей для каждого ответвителя и при определении включений ответвителей и потерь в ответвительных кабелях необходимо учитывать следующие факторы.

1) Спецификации минимального уровня передачи и приема каждой станции (см. пп. 14.8.5.4 и 14.8.5).

2) Желаемое в данное время и предполагаемое в будущее размещение станций и ремодулятора.

3) Спецификации уровня приема и передачи каждой станции (см. пп. 14.8.5.4 и 14.8.9).

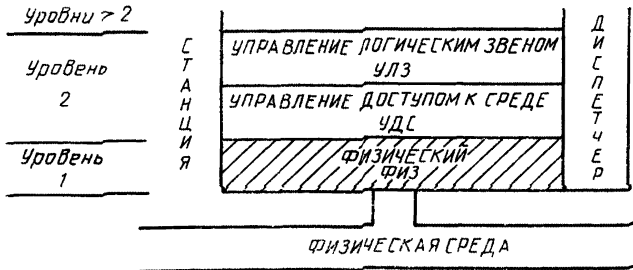
# 16. ФИЗИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ НА ОСНОВЕ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО КАБЕЛЯ

В данном разделе определены функциональные, оптические, электрические и механические характеристики одного из конкретных типов физического уровня (на основе волоконно-оптического кабеля). Настоящий стандарт определяет логические объекты физического уровня только в той степени, которая необходима для обеспечения:

- 1) взаимодействия реализаций, соответствующих данной спецификации;
- 2) защиты самой ЛВС и тех, кто ее использует.

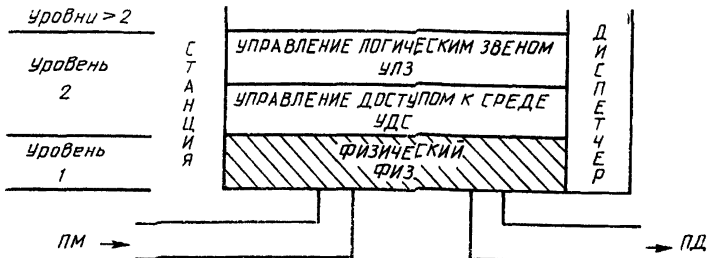
Взаимоотношения данного раздела с другими разделами настоящего стандарта и со спецификациями ЛВС показаны на черт. 16.1. Отношение настоящей спецификации к логическим объектам физического уровня и к физической среде на основе волоконно-оптического кабеля показано на черт. 16.2.

Место физического уровня в модели ЛВС



Черт. 16.1

Структура оборудования физического уровня



Черт. 16.2

**16.1. Основные понятия.** Ниже определены некоторые используемые термины, смысл которых в данном разделе более специфичен, чем в терминологических стандартах ГОСТ 24402, ИСО 2382/25.

**Интерфейсный соединитель кабельного оборудования (ИСК)** — пункт, в котором проводятся контрольные измерения и проверки соответствия стандарту; интерфейс между станцией и кабельным оборудованием. ИСК устанавливается на соответствующий рабочий диапазон приемника, который обеспечивается подключением логическим объектом физического уровня. Соединитель интерфейса выполнен в виде дуплексного соединителя, гометрия сопрягаемости которого соответствует ИСО 9314/3.

**Центральная длина волны** — средним арифметическим значением длин волн, которая является симметричных спектральных плотностей половинных значений максимальной спектральной мощности передатчика. Если распределение спектральной мощности симметрично и однопиковое, то центральная длина волны размещена в точке максимальной интенсивности.

**дБм** — мера оптической мощности. В единицах СИ дБм определяется как дБ (1 мВт).

**Обнаруженная битовая ошибка** — ошибка, которая передается сообщением плохой-сигнал. Сося — ошибка, которая передается сообщением плохой-сигнал, перебои, следующих за последним КС-символом или четырех символов при подсчете таких ошибок. В единицах СИ дБм определяется как дБ (1 мВт).

**Эффективная пусковая мощность** — эффективная мощность, выдаваемая передатчиком в сердечнике световода. Эта мощность измеряется стандартным испытательным световодом, подключенным к ИСК (см. п. 16.7.3.2).

**Эффективная мощность** — разность абсолютным значением светового сигнала, выраженная в дБм, между абсолютным значением световой мощности, измеренной в милливаттах в средней точке длительности символа-ФИЗ {N}, и абсолютным значением световой мощности, измеренной в милливаттах в средней точке длительности символа-ФИЗ {L}.

**Примечание.** Считается, что эффективная мощность является более точной мерой условий, влияющих на передачу сигнала, чем обычные традиционные меры, такие как пиковая и средняя мощность. Методы измерения эффективной мощности являются предметом дальнейшего изучения.

**Коэффициент угасания (потери)** — отношение абсолютного значения световой мощности, измеренной в милливаттах в средней точке длительности символа-ФИЗ {N}, к абсолютному значению световой мощности, измеренной в милливаттах в средней точке длительности символа-ФИЗ {L}.

**Примечания.**

1. При вычислении эффективного значения мощности и коэффициента угасания предполагается, что абсолютное значение мощности и коэффициента угасания мощности сигнала символа

ла {L} не может быть меньше максимальной мощности сигнала символа {выкл}.

2. Ниже приводится пример вычисления значения эффективной мощности и коэффициента угасания: если в средней точке символа {H} измерена мощность 105 мкВт, а в средней точке символа {L} измерена мощность 5 мкВт, то разница составит 100 мкВт.

Следовательно, эффективная мощность, выражаемая в виде  $10 \log_{10}$  (100 мкВт/1 мкВт), равная —10 дБм. Коэффициент гашения равен 105/5, что равно 21:1.

**Волоконно-оптический кабель** — кабель содержащий один или несколько световодов. Материал оболочки кабеля облегчает установку и повышает защиту волоконно-оптического кабеля.

**Приемник волоконно-оптического кабеля** — совокупность оптических и электронных средств станции, которые воспринимают световые сигналы, полученные станцией через ИСК.

**Рабочий диапазон приемника волоконно-оптического кабеля** — диапазон эффективных значений мощности, которая должна подаваться на ИСК для гарантии того, что требования к частоте битовых ошибок удовлетворены.

**Волоконно-оптический передатчик** — устройство, которое излучает световые сигналы для их распространения по световоду через ИСК.

**Световод** — гибкая оптически прозрачная жила, которая используется для транспортировки оптических сигналов от одной географической точки к другой географической точке.

**Половина ширины максимального значения (ПШМЗ)** — мера ширины пикового значения отдельного сигнала. После определения максимального (пикового) значения сигнала находят два аргумента функции, которые определяют половину этого максимального (пикового) значения. Значение ПШМЗ представляет собой арифметическую разность этих двух аргументов.

**Внутриполосовая световая мощность** — спектральная плотность световой энергии, усредненной в диапазоне 720—990 нм.

**Фазовое дрожание** — смещение 50%-ной точки фронтов импульса от их идеальной позиции, обусловленное всеми возможными причинами.

**Время спада оптического импульса** — время, которое затрачивается импульсом, расположенным в границах черт. 16.3, на уменьшение эффективного значения мощности с 90 до 10%. Это время определяется также в процентах длительности-символа-ФИЗ.

**Время нарастания оптического импульса** — время, затрачиваемое импульсом, расположенным в границах черт. 16.3, на увеличение эффективного значения мощности с 10 до 90%. Это время также выражается в процентах длительности-символа-ФИЗ.

**Оптическая мощность сигналов молчания** — если абсолютная мощность, поступающая в ИСК от оборудования кабеля меньше этой мощности, физический уровень должен передать сигналы молчание на подуровень УДС. Эта мощность измеряется стандартным испытательным световодом, подключенным к ИСК.

**Период-символа-ФИЗ** — половина периода-символа-УДС.

**Стандартный испытательный световод** — кремниевый световод со следующими номинальными характеристиками: диаметр сердечника 62,5 мкм; внешний диаметр 125 мкм; эффективная числовая апертура — 0,275; заканчивается соединителем, совместимым с ИСК.

**Необнаруженная битовая ошибка** — ошибка, которая не представлена физическим уровнем как *плохой сигнал*.

**16.2. Назначение.** Назначение этой спецификации состоит в том, чтобы:

1) обеспечить физические средства, необходимые для обмена данными между станциями ЛВС, реализующими метод маркерного доступа к шине, определенный в настоящем стандарте, и физический уровень на основе волоконно-оптического кабеля;

2) обеспечить высокую доступность сети;

3) обеспечить простоту установки и обслуживания изделия в широком диапазоне окружающих условий;

4) обеспечить различные топологии и три скорости передачи для удовлетворения разнообразных требований пользователя;

5) использовать компоненты, легкодоступные на коммерческом рынке;

6) обеспечить канал передачи данных, обладающий высокой пропускной способностью и низкой частотой битовых ошибок.

**16.3. Вопросы совместимости.** Настоящий стандарт применим к логическим объектам физического уровня, которые ориентированы на работу по волоконно-оптическим кабелям. В целях совместимости логические объекты физического уровня на основе волоконно-оптического кабеля характеризуются переключением ИСК (и подразумеваемым рабочим диапазоном приемника) и скоростей передачи данных.

Конкретные реализации, основанные на настоящем стандарте, могут быть выполнены различными способами при условии обеспечения совместимости на ИСК.

В реализуемой станции используется один тип волоконно-оптического передатчика и один из двух типов волоконно-оптических приемников: приемника средней чувствительности или приемника высокой чувствительности. Настоящий стандарт допускает реализацию многих совместимых топологий, обеспечивая пользователя гибкими возможностями при разработке сетей без ущерба для их взаимодействия. Передатчик и приемник средней чувствительности могут использоваться в центрах актив-

ных топологий типа звезды, либо в простых дешевых станциях пассивных топологий типа звезды. Передатчик и высокочувствительный приемник могут использоваться в многофункциональных станциях пассивной топологии типа звезды и в топологиях с высоким уровнем затухания в физической среде. Высокочувствительный приемник может использоваться также вместо приемника средней чувствительности путем использования механизмов ручного и автоматического регулирования затухания.

**16.4. Общее описание операций.** Физическая среда, определенная (специфицированная) в разд. 17, состоит из двух волоконно-оптических пар световодов, обеспечивающих двунаправленность путем использования отдельного световода для каждого направления распространения сигналов. Эти два световода подсоединены к установке ИСК станции. В точке подключения к станции должен использоваться соединитель ИСК, определенный в п. 16.7.12, и характеристики сигналов на этом интерфейсе должны соответствовать требованиям данного раздела.

В п. 17.9.1 приведены примеры некоторых топологий, которые охватываются предметом рассмотрения настоящего стандарта.

Чтобы быть совместимой, топология должна функционировать надлежащим образом под управлением автоматов УДС, описанных в разд. 5—7, и использовать логические объекты физического уровня и физические среды, определенные в разд. 16 и 17.

#### **16.5. Краткое описание физического уровня**

**16.5.1. Общее описание функций.** Ниже приводится неформальное описание функций, выполняемых физическим уровнем системы волоконно-оптического кабеля. В совокупности эти функции обеспечивают средства, с помощью которых символы, представленные на интерфейсе УДС одного логического объекта физического уровня, могут передаваться всем логическим объектам физического уровня через физическую среду с целью их представления на соответствующих интерфейсах УДС.

**16.5.1.1. Функции передачи и приема символов.** Последовательные символы, представляемые логическому объекту физического уровня на интерфейсе УДС-ФИЗ, поступают в кодирующее устройство, которое выдает на выходе пару символов-ФИЗ из набора {H}, {L} и {выкл}. Выходные символы поступают затем на оптический передатчик и результирующий оптический сигнал выдается в широковещательную физическую среду на основе волоконно-оптического кабеля и по этой физической среде поступает на все приемники.

Каждый приемник также подключен к широковещательной физической среде. Он обнаруживает поступающие сигналы и, основываясь на наличии или отсутствии световой мощности, выделяет символы-ФИЗ. Затем он декодирует эти выделенные

символы-ФИЗ процессом, инверсным процессу кодирования и передает полученные в результате декодирования символы-УДС на интерфейс УДС-ФИЗ. Когда оптическая мощность, поступившая на ИСК, меньше оптической мощности молчания, приемник передает на интерфейс УДС-ФИЗ сигнал молчание.

Для всех символов-УДС кроме *зап\_нераб*, этот процесс декодирования при отсутствии ошибок является точной инверсией процесса кодирования. Символы *зап\_нераб*, которые в совокупности рассматриваются как преамбула, передаются в начале каждого кадра УДС с целью обеспечения тренировочного сигнала для приемника и ненулевого минимального разделительного интервала между последовательными кадрами. В волоконно-оптических широкоэмиттерных системах кодирование символов-УДС в последовательность символов *зап\_нераб* идентично кодированию чередующейся последовательности *единиц* и *нулей*, и приемникам разрешается декодировать переданное представленное последовательных символов *зап\_нераб* в виде чередующейся последовательности *единиц* и *нулей* и выдавать их в таком виде логическому объекту УДС.

**16.5.1.2. Функции регенеративного повторителя.** Регенеративные повторители могут использоваться для расширения размеров сети за пределы, допускаемые степенью затухания сигналов и фазового дрожания синхросигналов. Регенеративные повторители обеспечивают такое расширение путем соединения двух или более сегментов физической среды и ретрансляцией всего того, что опознается одним из сегментов (за исключением собственных передач), в другие сегменты. В настоящем стандарте регенеративные повторители рассматриваются как станции, независимо от того, выходят их функциональные возможности за рамки возможностей повторителя или нет.

**16.5.1.3. Функция блокирования-захвата.** Чтобы защитить ЛВС от большей части сбоев станции, каждая станция обеспечивает функцию блокирования-захвата. Эта функция выполняет в передатчике роль «сторожа»; если эта станция не выключила своего передатчика после просроченного времени (примерно, полсекунды), то выход передатчика должен быть автоматически деактивизирован, по меньшей мере, до окончания передачи.

**16.5.1.4. Локальные административные функции (факультативные).** Эти функции активизируются либо вручную, либо через интерфейс логического объекта физического уровня с диспетчером, либо тем и другим способом. Они могут охватывать:

- 1) активизацию или деактивизацию каждого выхода станции на ИСК;
- 2) выбор источника принимаемых сигналов: физическая среда или точка шлейфа.

Примечание. При выборе точки шлейфа все выходы передатчика на физическую среду должны быть заблокированы (см. п. 16.7.9).

**16.5.2. Основные и факультативные функции.** Функции передачи и приема символов, а также функции блокирования захвата обязательны во всех реализациях. Все остальные функции факультативные.

#### **16.6. Использование диспетчера**

На параметры и операции, определенные в разд. 9, налагаются следующие ограничения:

1) в группе возможностей последовательность параметра скорости Передачи Данных должна определять одно или несколько значений из набора 5, 10 и 20;

2) в локальной управляющей информации параметр минДлинаПрембулыПослеМолчания должен иметь значение 3 при скоростях 3 и 10 Мбит/с и значение 6 при скорости 20 Мбит/с.

**16.7. Требования к функциональным, оптическим, электрическим и механическим характеристикам**

Если не оговорено иное, то все спецификации уровней оптической мощности приводятся в эффективных значениях в диапазоне оптической мощности в дБм (в п. 16.1 дБм определяется как дБ (1 мВт)).

**16.7.1. Скорости передачи данных.** Стандартными скоростями передачи данных для одноканальной волоконно-оптической системы являются 5, 10 и 20 Мбит/с. Для каждой иницирующей станции при любой скорости передачи разрешается допуск  $\pm 0,01\%$ , а для ретранслирующих станций, выполняющих функции ретрансляции и регенерации —  $\pm 0,015\%$ .

**16.7.2. Кодирование символов.** Логический объект физического уровня передает символы, которые поступают к нему из логического объекта подуровня УДС через интерфейс с УДС—ФИЗ. Всевозможные символы—УДС кодируются в символы—ФИЗ {11} и {L}. Процесс кодирования каждого входного символа—УДС состоит в следующем.

1) *Молчание* — каждый символ молчание кодируется в виде {выкл} {выкл}.

2) *Зап\_нерабочее* — символы *зап\_нерабочее* всегда выдаются в виде октетов. Каждая пара последовательных символов *зап\_нерабочее* кодируется в виде последовательности {N} {N}.

3) *Ноль* — каждый символ *ноль* кодируется в виде {N}.

4) *Единица* — каждый символ *единица* кодируется в виде {N}.

5) *Не\_данные* — символы *не\_данные* передаются логическим объектом подуровня УДС парами. Каждая такая пара последовательных символов *не\_данные* должна кодироваться в виде последовательности {LL}, {NN}, если непосредственно предшествующим символом—ФИЗ является {L}, и должна кодироваться в виде последовательности {NN} {LL}, если непосредственно



предшествующим символом ФИЗ является {Н}. Таким образом, эта подпоследовательность (начальный ограничитель) *не\_данные не\_данные ноль не\_данные не\_данные ноль*

должна кодироваться в виде подпоследовательности

{LL} {HN} {HL} {LL} {HN} {HL},

подпоследовательность (конечный ограничитель)

*не\_данные не\_данные единица не\_данные не\_данные единица*

должна кодироваться в виде подпоследовательности

{LL} {HN} {LH} {HN} {LL} {LH}

после непосредственно предшествующего символа {L} и в виде подпоследовательности

{HN} {LL} {LH} {HN} {LL} {LH}

после непосредственно предшествующего символа {Н}.

**16.7.3. Линейный сигнал (на выходе станции).** Символы-ФИЗ, выработанные в результате кодирования по п. 16.7.2, должны преобразовываться в их линейное представление в соответствии с п. 16.7.3.1 и результирующие сигналы должны выдаваться в одноканальную широкополосную физическую среду на основе волоконно-оптического кабеля. Скорость, с которой эти символы выдаются в физическую среду, является функцией текущей рабочей скорости передачи данных. В табл. 16.1 отражена взаимосвязь между скоростью передачи данных, скоростью передачи сигналов по физической среде и периодом-символа-ФИЗ.

Таблица 16.1

**Соотношение рабочих скоростей передачи данных и скоростей передачи сигналов по физической среде**

| Скорость передачи данных,<br>Мбит/с | Скорость передачи сигналов по<br>физической среде, Мбод | Период _символа—ФИЗ,<br>нс |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------|
| 5                                   | 10                                                      | 100                        |
| 10                                  | 20                                                      | 50                         |
| 20                                  | 40                                                      | 25                         |

**16.7.3.1. Линейное представление символов.** Символы-ФИЗ {Н}, {L} и {выкл} должны иметь следующие линейные представления.

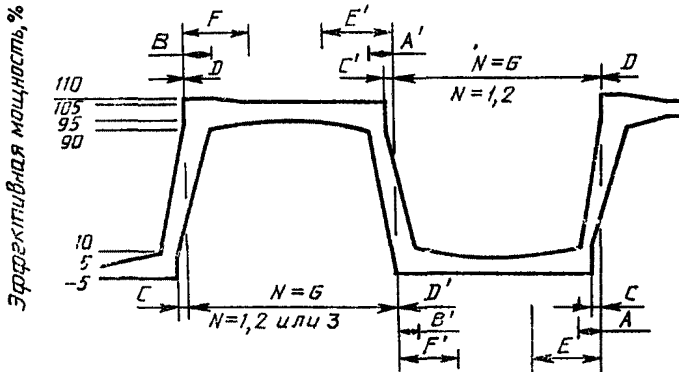
1) Символ {Н} номинально должен быть представлен как абсолютный уровень мощности, соответствующий 100% эффективного значения мощности сигналов полного периода-символа-ФИЗ, как показано на черт. 16.3.

2) Символ {L} номинально должен быть представлен как 0% эффективного значения мощности сигналов полного периода-символа-ФИЗ, как показано на черт. 16.3. Абсолютные уровни мощности, соответствующие переданным символам-ФИЗ {Н} и {L}, могут иметь любые значения, которые в совокупности долж-

ны удовлетворять требованиям к выходной мощности (п. 16.7.3.2) и коэффициенту гашения (п. 16.7.3.3).

3) Символ {выкл} номинально должен быть представлен уровнем не менее —45 дБм в течение всей длительности периода-символа-ФИЗ и должен передаваться согласно п. 16.7.3.3.

Форма оптического волнового сигнала



0% эффективной мощности — это уровень мощности состояния; 100% эффективной мощности — это уровень мощности состояния N

| Передача, нс |           |           | Параметр | Прием, нс |           |           |
|--------------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| 5 Мбит/с     | 10 Мбит/с | 20 Мбит/с |          | 5 Мбит/с  | 10 Мбит/с | 20 Мбит/с |
| 10,46        | 5,23      | 2,62      | $A=A'$   | 17,44     | 8,72      | 4,36      |
| 13,54        | 6,77      | 3,88      | $B=B'$   | 27,56     | 11,28     | 5,64      |
| 3,5          | 1,75      | 0,88      | $C=C'$   | 3,5       | 1,75      | 0,88      |
| 0,5          | 0,25      | 0,125     | $D=D'$   | 0,5       | 0,25      | 0,125     |
| 33,24        | 16,62     | 8,2       | $E=E'$   | 55,46     | 28,03     | 14,02     |
| 30,16        | 15,08     | 7,54      | $F=F'$   | 50,86     | 25,43     | 12,22     |
| $N*100$      | $N*50$    | $N*25$    | $G$      | $N*100$   | $N*50$    | $N*25$    |

где  $N$  может принимать значения 1, 2 или 3.

Черт. 16.3

16.7.3.2. Выходная мощность. Эффективное значение пусковой мощности должно быть от —7 до —11 дБм (за исключением передачи *молчания*). Это значение представляет собой меру эффективного значения мощности, выдаваемой в сердечник стандартного испытательного волоконно-оптического кабеля от ИСК станции, расположенной на расстоянии 1 м от кабельной установки.

**16.7.3.3. Характеристики передатчика.** Передатчик должен выдавать волновой сигнал с центром волны между 800 и 910 нм. Распределяемая мощность должна занимать всю ширину на уровне половины максимальной мощности, которая не должна превышать 60 нм. Коэффициент гашения сигналов в передатчике должен составлять как минимум 20:1. Среднее значение световой мощности, измеренное за один период символа-ФИЗ, должно быть на —45 дБм меньше, чем за время четырех периодов-символа-УДС и после последних символов-ФИЗ {Н} или {L}. Средняя внутриполосовая световая мощность, измеренная в течение одного периода символа-ФИЗ, должна быть меньше на —60 дБм, чем за 1 мкс и после последнего символа-ФИЗ {Н} или {L}.

Времена нарастания и спада сигналов фронтов импульса при передаче сигналов глазообразной формы должны составлять менее 24% длительности-символа-ФИЗ, а разница между временами нарастания и спада должна быть меньше 8% длительности-символа-ФИЗ. Выбросы на переходах сигнала должны быть не более 10% от эффективного значения мощности. Фазовое дрожание передаваемых сигналов не должно превышать +4% длительности-символа-ФИЗ. На черт. 16.3 приведены формы этих параметров (только при передаче), так как они выглядят при передаче непрерывных символов *зап-нераб*.

**Примечание.** В некоторых применениях желательна работа на частотах с центром волны 1300 нм и такая возможность является предметом дальнейшего изучения.

**16.7.4. Функция блокирования-захвата.** Каждый логический объект физического уровня должен обладать возможностью самопрерывания с целью предотвращения выдачи световой энергии в физическую среду ЛВС. Оборудование физического уровня (при отсутствии внешних влияний кроме обнаружения внутри передатчика просроченного состояния *не-молчание*) должно обеспечивать номинальное временное окно длительностью полсекунды  $\pm 25\%$ , в течение которого может происходить нормальная передача на уровне звена данных. Если передача ведется сверх этого времени, должна сработать функция блокирования-захвата, чтобы предотвратить поступление всех последующих выходных сигналов в физическую среду. Сброс функции блокирования-захвата зависит от реализации.

**16.7.5. Подключение к физической среде.** Функции физического уровня должны удовлетворительно действовать при передаче сигналов по физической среде, состоящей из волоконно-оптических кабелей и устройств расщепления в любой конфигурации, соответствующей разд. 17. Механическое подключение станции к физической среде должно осуществляться через соединитель в соответствии с п. 16.7.13.

**16.7.6. Характеристики приемника.** Логический объект физического уровня должен обеспечивать частоту необнаруживаемых

битовых ошибок не более  $10^{-9}$  и частоту обнаруживаемых битовых ошибок не более  $10^{-8}$  при приеме сигналов из стандартного испытательного волоконно-оптического кабеля, эффективное значение внутриполосовой мощности которых находится в специфицированном диапазоне рабочего диапазона приемника. Это требование к частоте битовых ошибок относится к ситуации приема правильного кадра или последовательности молчания, переданных физической средой, соответствующей требованиям разд. 17. Приемник должен работать в рамках вышеизложенных требований при приеме сигналов любой формы в рамках шаблона, изображенного на черт. 16.3 (только при приеме), при величине фазового дрожания принятых сигналов, составляющей менее  $\pm 10\%$  периода-символа-ФИЗ и с коэффициентом гашения, равным по меньшей мере 10:1. Каждый раз, когда абсолютная оптическая мощность падает ниже специфицированной мощности сигналов *молчания*, подуровня УДС должен быть передан сигнал *молчания* длительностью четыре периода символа-УДС и продолжающийся после последних переданных символов-ФИЗ {N} или {L}. Приемники должны быть спроектированы так, чтобы обеспечивать передачу на интерфейс УДС—ФИЗ сигналов *не-молчание* всякий раз, когда поступающая в ИСК оптическая энергия превышает минимальное значение оптической энергии, необходимой для работы приемника и определяемой в последующих подразделах.

**16.7.6.1. Рабочий диапазон приемника.** Приемник средней чувствительности. Диапазон чувствительности приемника определяется от  $-11$  до  $-31$  дБм эффективного значения мощности при оптической мощности молчания  $-40$  дБм.

**16.7.6.2. Рабочий диапазон приемника.** Приемник высокой чувствительности. Диапазон чувствительности приемника определен от  $-21$  до  $-41$  дБм эффективного значения мощности при оптической мощности молчания  $-50$  дБм.

**Примечание.** Допускается расширять рабочий диапазон приемника до такой степени, в которой приемник продолжает работать в специфицированном диапазоне и соответствовать требованиям к мощности сигналов молчания. Приемник должен маркироваться с указанием гарантируемого рабочего диапазона.

**16.7.7. Символьная синхронизация.** При восстановлении символов *зап\_нераб* и *молчания* разрешается варьировать время передачи символа-УДС до одного номинального периода-символа-УДС. Тем не менее длительность каждого передаваемого символа-УДС должна находиться в пределах 90—210% от номинальной длительности периода-символа-УДС. Далее, длительность каждого передаваемого символа-УДС после восстановления символа *зап\_нераб* и до тех пор, пока не будет передано либо *молчание*, либо *плохой-сигнал*, должна быть в пределах 90—110% номинальной длительности периода-символа-УДС.

**16.7.8. Символьное декодирование.** После распознавания каждой поступающей пары символов-ФИЗ эта пара символов-ФИЗ должна быть декодирована процессом, обратным описанному в п. 16.7.2, и полученные в результате декодирования символы-УДС должны быть переданы на интерфейс УДС-ФИЗ. Если для принятой последовательности процесс кодирования не имеет инверсного процесса, такие пары символов-ФИЗ должны быть декодированы в соответствующее число символов-УДС *плохой-сигнал* и выданы как таковые на интерфейс УДС-ФИЗ.

#### Примечания

1. Приемникам разрешается декодировать каждый переданный символ-УДС *зап-нераб* в символы-УДС *ноль* или *единица*.

2. При вычислении частоты битовых ошибок вся совокупность ошибок в кадре может рассматриваться как отдельная ошибка.

**16.7.9. Активизация/деактивизация передатчика и выбор источника принимаемых сигналов (факультативная функция).** Возможность активизировать и деактивизировать передачу данных по физической среде под управлением логического объекта диспетчера рекомендуется обеспечить, но не является обязательным требованием.

Возможность выбирать в качестве источника принимаемых сигналов либо точку шлейфа внутри логического объекта физического уровня, либо физическую среду (одну из нескольких, возможно, избыточную) под управлением логического объекта диспетчера также рекомендуется обеспечить, но не является обязательным требованием. Если такая возможность используется и выбранным источником не является физическая среда (одна из нескольких), передача во все подсоединенные физические среды должна быть автоматически заблокирована до тех пор, пока такой выбор остается в силе.

**16.7.10. Вопросы избыточной физической среды.** Реализации настоящего стандарта, которые могут работать с избыточной физической средой, запрещается при условии, что эти реализации, будучи поставленными, функционируют правильно и в условиях отсутствия избыточной физической среды. В случаях использования избыточных физических сред положения, изложенные в пп. 16.7.4 и 16.7.9, должны применяться по отдельности и независимо для каждого отдельного интерфейса с физической средой и большая часть положений п. 16.7.9 должна выполняться обязательно. В частности, для каждой физической среды должно обеспечиваться отдельное управление блокированием захвата (хотя разрешается и общее блокирование), функция выбора источника принимаемых сигналов должен допускать выбор одной из избыточных физических сред, и она должна предусматривать возможность активизации и деактивизации каждого отдельного передатчика независимо от всех других избыточных

передатчиков, когда источником принимаемых сигналов является одна из избыточных физических сред.

**16.7.11. Надежность.** Логический объект физического уровня должен быть спроектирован таким образом, чтобы вероятность вызываемых им нарушений в обмене данными между другими станциями, подсоединенными к этой среде, была ниже  $10^{-6}$  за один час работы. Соединители и другие компоненты, неисправности которых могут вызвать прерывания сигналов физической среды волоконно-оптического кабеля, должны быть спроектированы так, чтобы минимизировать вероятность появления неисправности всей сети.

**16.7.12. Регенеративные повторители.** Логический объект физического уровня регенеративного повторителя можно рассматривать как составной логический объект с разделенными электрическими и механическими функциями передачи и приема для каждого подсоединенного магистрального сегмента (то есть для каждого порта), которые совместно выполняют общие функции кодирования, декодирования, восстановления синхронизации и управления.

При выполнении своих функций ретрансляции, регенеративный повторитель работает как ретранслирующая станция. При приеме любого символа\_ФИЗ, кроме {выкл}, составной логический объект физического уровня определяет, по какой из магистралей передан символ\_ФИЗ и затем выбирает эту магистраль в качестве источника переданных символов\_ФИЗ. Одновременно логический объект УДС начинает ретранслировать в другие магистрали все передаваемые символы\_УДС. При обнаружении конфликта или помехи (например, при получении сообщения *плохой сигнал*) логический объект УДС повторителя вместо принятых символов\_УДС передает последовательность прерывания (см. п. 4.1.8).

Основной режим работы: инициация либо ретрансляция, должен определяться главным логическим объектом УДС и передаваться примитивом ФИЗ\_РЕЖИМ.привлечение (см. п. 8.2.3).

В режиме инициации логический объект физического уровня повторителя должен иницировать символьную синхронизацию, обеспечиваемую для логического объекта УДС, и передавать закодированные символы\_УДС во все подсоединенные магистральные сегменты. Логический объект физического уровня повторителя должен использовать либо шлейф, либо одну из подсоединенных магистралей в качестве источника символов\_ФИЗ, которые декодируются и доставляются посредством примитива ФИЗ\_ДАННЫЕ.индикация.

В режиме ретрансляции и при переключении в режим ретрансляции логический объект физического уровня повторителя должен обеспечивать задержку, длительность которой зависит от

реализации (обычно на несколько символьных-интервалов), чтобы предотвратить ретрансляцию отраженных сигналов только порты, из одного из которых были просканированы подключенные задержки и пока это сканирование не будет завершено. В период сканирования логический объект физического уровня повторителя должен выдавать логическому уровню повторителя символы молчания, используя свою локально-инициализированную символическую таблицу. При обнаружении переносимой символической таблицы или нескольких портах логический объект повторителя должен выбрать один из этих активных портов в качестве источника принимаемых сигналов. Затем он должен временно деактивизировать функцию передатчика выбранного порта, декодировать принятые сигналы, восстановить синхронизацию порта, декодировать пришедшие декодирования и доставить декодированные символы-УДС соответствующему логическому объекту УДС. Затем он должен изменить частоту синхронизации символа УДС. Затем он должен настоящим подразделом (16.7) грануло-УДС в установленных сохранениях надлежащих взаимоотношениях, что необходимо для принимаемых символов-ФИЗ. и с синхронизацией принимаемых сигналов.

Обобщая, можно сказать, что логический объект УДС является инициирующим, то: да логический объект УДС

- 1) логический объект физического уровня должен самостоятельно определять синхронизацию символов-УДС;
- 2) передача происходит во всех волнах-УДС;
- 3) шлейф или любая из подсоединенных магистралей (если только они не деактивизированы из-за условий п. 16.7.9); использоваться в качестве источника данных магистралей может кодироваться и передаются примитивы символов-ФИЗ, которые де-м-ФИЗ-ДАННЫЕ.индикатор.

Когда логический объект УДС действует в режиме ретрансляции, то:

- а) логический объект физического уровня сначала обеспечивает достаточно большие задержки перед тем, чтобы надежно предотвратить ретрансляцию предыдущей передачи сигналов и выбора одной из передающих магистралей в качестве источника принимаемых сигналов;

- б) передача сигналов в выбранную магистраль временно блокируется;

- в) принятые из выбранной магистрали сигналы декодируются и передаются логическому объекту УДС;
- г) частота синхронизации символов-УДС;

необходимости (самое большее на  $\pm 0,015\%$  от номинального значения) варьируется при живых частоту синхронизации символов-УДС равноправного

передатчика до тех пор, пока логический объект УДС не запросит передачи *молчания*, после чего повторяет всю процедуру.

**16.7.13. Соединители.** Соединитель ИСК специфицирован в соответствии с геометрией, определенной в ИСО 9314/3. Относительно других (не-ИСК) соединителей никаких требований не определено. Штепсельная часть соединителя ИСК рассматривается как часть станции. Эта штепсельная часть использует клавишу В для приемников высокой чувствительности и клавишу А для приемников средней чувствительности. Станция, которая функционирует в любом рабочем диапазоне, использует универсальную клавишу. Этот соединитель ИСК может быть либо встроенной частью станции, либо смонтирован на конце гибкого кабеля, который является частью станции.

#### **16.8. Спецификация окружающей среды**

**16.8.1. Электромагнитное излучение.** Оборудование должно удовлетворять местным и национальным требованиям по ограничению электромагнитных воздействий.

**16.8.2. Требования безопасности.** Все станции, удовлетворяющие настоящему стандарту, должны удовлетворять соответствующим местным, национальным и международным нормам и стандартам таким, как Публикации МЭК 380, МЭК 435 и МЭК 950.

**16.8.3. Электромагнитная и электрическая среда.** Реализация логического объекта физического уровня должна удовлетворять своим спецификациям при работе в окружающем волновом поле с параметрами:

1) 2 В/м при других частотах в диапазоне от 10 кГц до 30 МГц;

2) 5 В/м при других частотах в диапазоне от 30 МГц до 1 ГГц.

**16.9. Маркировка.** Рекомендуются, чтобы каждая реализация (и сопроводительная документация) логического объекта физического уровня, соответствующая настоящему стандарту, имела маркировку наглядную для пользователя по меньшей мере по следующим параметрам:

1) скорости передачи данных, в мегабит в секунду;

2) наилучшие значения задержки кругового обхода, которую вносит это оборудование при однонаправленном обмене данными между станциями, как определено в п. 6.1.9;

3) все задержки, входящие в состав задержки-тракта-передачи;

4) режимы работы и возможности их выбора в соответствии с пп. 16.7.9 и 16.7.10;

5) переключение соединителя ИСК на высокую чувствительность, используя клавишу В, на среднюю чувствительность, используя клавишу А, либо универсальную чувствительность без использования клавиши;



6) размеры волоконно-оптического кабеля или те его размеры, при которых данное оборудование может работать.

Кроме того, когда станция имеет несколько соединителей ИСК, назначение каждого такого соединителя ИСК должна иметь четкое обозначение на данной станции вблизи этого ИСК.

## 17. ФИЗИЧЕСКАЯ СРЕДА НА ОСНОВЕ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО КАБЕЛЯ

В данном разделе определены функциональные, электрические, оптические и механические характеристики одного из конкретных видов физической среды. Данная спецификация отражает реализацию физической среды ЛВС на основе волоконно-оптического кабеля. Взаимоотношения данного раздела с другими разделами настоящего стандарта и спецификациями ЛВС показаны на черт. 17.1. Отношение данного раздела к физическому уровню на основе волоконно-оптической шины и логическим объектом физической среды показано на черт. 17.2.

Настоящий стандарт определяет понятие «физическая среда» только в той степени, которая необходима для обеспечения:

1) взаимодействия логических объектов физического уровня, соответствующих разд. 16, подключенных к физической среде в соответствии с настоящим разделом;

2) защиты ЛВС и тех кто ее использует.

**17.1. Основные понятия.** Ниже определены некоторые используемые в данном разделе термины, смысл которых здесь более специфичен, чем в терминологических стандартах ГОСТ 24402 и ИСО 2382/25.

**Интерфейсный соединитель кабеля (ИСК)** — пункт, в котором проводятся тестовые и аттестационные измерения; интерфейс между станцией и кабельным оборудованием ИСК переключается в соответствии с рабочим диапазоном приемника, который обеспечивается подключенным логическим объектом физического уровня. Этот соединитель выполнен в виде дуплексного соединителя, геометрия стыковки которого определена в ИСО 9314/3.

**Центральная длина волны** — длина волны, которая является средним арифметическим значением половин максимальных значений спектральной интенсивности в точках передатчика. Если спектральное распределение интенсивности симметричное и имеет одно пиковое значение, то центральная длина волны представляет максимальную интенсивность.

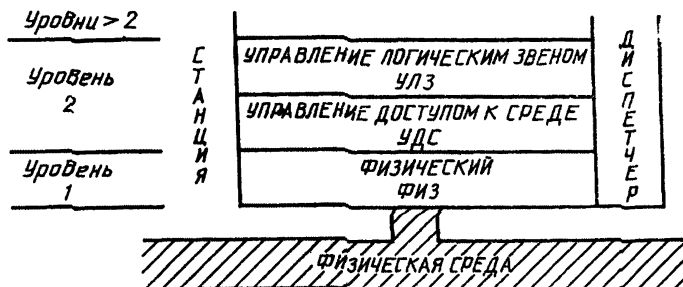
**дБм** — мера оптической мощности. В системе СИ дБм определяется как дБ (1 мВт).

**Обнаруженная битовая ошибка** — ошибка о которой информируется сообщением *плохой сигнал*. Сообщение *плохой сигнал*, переданное при прохождении преамбулы или в течение че-

тырех символов, следующих за последним окончательным ограничителем передачи, не включается в число битовых ошибок.

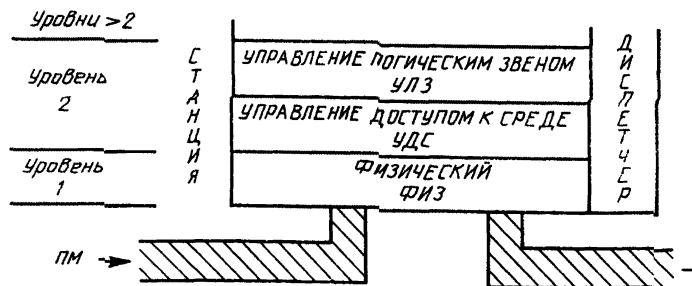
**Эффективная пусковая мощность** — эффективная мощность, выдаваемая передатчиком в сердечник световода. Эта мощность измеряется стандартным испытательным световодом, подключенным к ИСК (см. п. 16.7.3.2).

Место физической среды в модели ЛВС



Черт. 17.1

Структура оборудования физического уровня



Черт. 17.2

**Коэффициент гашения** — отношение абсолютного значения оптической мощности, измеренной в милливаттах в середине символа-ФИЗ {Н}, к абсолютному значению мощности, измеренной в милливаттах в середине символа-ФИЗ {L}.

**Волоконно-оптический кабель** — кабель, содержащий один или несколько световодов. Материал покрытия предназначен для облегчения эксплуатации и защиты световода.

**Приемник оптических сигналов** — оптические и электронные средства станции, которые интерпретируют оптические сигналы, принимаемые станцией через соединитель ИСК.

**Рабочий диапазон приемника оптических сигналов** — диапазон эффективной мощности, которая должна поступать на ИСК для гарантии того, что требования к частоте битовых ошибок удовлетворяются.

**Передачик оптических сигналов** — устройство, которое излучает сигналы оптической мощности для их передачи по световоду через соединитель ИСК.

**Световод** — гибкая прозрачная нить, которая используется для передачи оптических сигналов от одной географической точки к другой.

**Ширина половины максимального значения (ШПМ)** — мера ширины отдельной пиковой функции. После определения максимального (пикового) значения функции определяются два аргумента этой функции, которые и определяют половину этого максимального (пикового) значения. Значение ШПМ равно арифметической разности этих двух аргументов.

**Оптическая мощность полосы пропускания** — плотность оптической спектральной мощности, просуммированной в диапазоне 720—990 нм.

**Фазовое дрожание** — смещение 50% точек перехода границ импульса от их идеального местоположения в результате всевозможных причин.

**Длительность спада оптической мощности** — время, в течение которого оптическая мощность снижается согласно черт. 16.3 с 90-процентного значения эффективной мощности до 10-процентного значения эффективной мощности. В процентном отношении длительность спада определяется в процентах периода-символа-ФИЗ.

**Длительность нарастания оптической мощности** — время, в течение которого оптическая мощность возрастает согласно черт. 16.3 с 10 до 90%-ного значения эффективной мощности. В процентном отношении длительность определяется в процентах периода-символа-ФИЗ.

**Оптическая мощность молчания** — когда абсолютное значение мощности, подаваемой на соединитель ИСК, меньше этого значения, физический уровень должен передавать на подуровень УДС сигналы молчание. Эта мощность измеряется стандартным испытательным световодом, подключенным к ИСК.

**Потери в тракте** — разность между пусковой мощностью на передающем соединителе ИСК и эффективной мощностью на приемном соединителе ИСК.

**Период-символа-ФИЗ** — половина периода-символа-УДС.

**Отражения** — оптическая мощность, которая подвергается нежелательным преломлениям при передаче по маршруту, в результате чего следует далее как ложный сигнал.

**Элемент разветвитель-объединитель** — устройство, которое направляет мощность, поступающую из любого входного порта, всем выходным портам. Примерами элементов разветвитель-соединитель служат активные и пассивные соединители типа звезды.

**Активный соединитель типа звезды** — устройство, которое направляет оптическую мощность, поступившую с его входных портов, своим выходным портам. Эти устройства являются активными и могут восстанавливать первоначальный уровень мощности сигналов. Для работы этих устройств требуется электропитание.

**Пассивный соединитель типа звезды** — устройство, которое выдает оптическую мощность, поступающую из входных портов всем своим выходным портам, вносящих соответствующие потери, которые зависят от числа портов и параметра чрезмерных потерь. Для работы этих устройств не требуется электропитание.

**Стандартный испытательный световод** — кремниевый световод, обладающий номинальными характеристиками: диаметр сердечника 62,5 мкм; внешний диаметр 125 мкм; эффективная числовая апертура 0,275 и заканчивающийся соединителем, совместимым с ИСК.

**17.2. Назначение.** Назначение этой спецификации состоит в том, чтобы:

- 1) определить параметры физической среды, необходимой для обмена данными между станциями ЛВС, использующими маркерный метод доступа к шине, определяемый в настоящем стандарте, и физический уровень на основе волоконно-оптического кабеля;
- 2) обеспечить высокую доступность сети;
- 3) обеспечить простоту установки и обслуживания в широком диапазоне физических сред;
- 4) обеспечить возможность использования коммерчески доступных компонентов;
- 5) обеспечить по возможности использование будущих достижений технологии волоконной оптики;
- 6) обеспечить возможность использования экономичных решений везде, где это возможно;
- 7) воспользоваться преимуществами волоконной оптики в качестве физической среды передачи и использовать ее выгодные свойства везде, где это возможно.

**17.3. Вопросы совместимости.** Настоящий стандарт применим к тем логическим объектам физической среды, которые предназначены для работы с широкополосными системами на основе волоконно-оптического кабеля. Данная спецификация применима к тем системам, в которых осуществляется двунаправленный обмен данными путем использования в физической среде волоконно-оптических

световодов и активных или пассивных элементов разветвитель-объединитель. В данной спецификации предполагается использование 62,5-микрометрового световода. Возможны реализации, использующие другие параметры световода, и такие возможности являются предметом дальнейшего исследования. В целях обеспечения совместимости все измерения проводятся с использованием стандартного испытательного световода.

Все реализации логических объектов физической среды, которые имеют одинаковую скорость передачи данных и которые соответствуют настоящему стандарту, должны быть совместимы на уровне их интерфейса ИСК. Конкретные реализации, основанные на настоящем стандарте, могут быть выполнены различными способами при условии сохранения совместимости.

#### 17.4. Общее описание

17.4.1. **Общее описание функций.** В данном разделе неформально описываются функции, выполняемые физической средой на основе волоконно-оптического кабеля. В совокупности эти функции обеспечивают средства, с помощью которых сигналы, представленные на интерфейсах станций со световодами, могут передаваться всем станциям, подсоединенным к данной физической среде.

17.4.1.1. **Краткое описание принципов работы.** Топологии физической среды образуются световодами и расщепителем-объединителем размером  $n \times m$  (см. черт. 17.3). Расщепитель-объединитель имеет  $n$  оптических входов и  $m$  оптических выходов; сигналы, поступающие на входы, распределяются по выходам. Расщепитель-объединитель может быть активным или пассивным. Такая топология приемлема, если:

1) оптическая энергия, соответствующая передаваемым сигналам, представляется только однократно на каждом приемном порте ИСК.

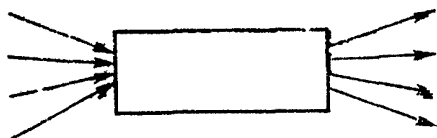
**Примечание.** Это предполагает наличие только одного эффективного тракта передачи между каждой парой вход-выход ИСК;

2) выход мощности из сети не зависит от функциональной активности любого логического элемента физической среды;

3) линейное представление символов ФИЗ, выдаваемых в физическую среду, не изменяется под влиянием функциональной активности любого элемента физической среды.

17.4.1.2. **Базовые топологии.** Может быть построено большое число различных базовых топологий. Диапазон таких топологий, охватываемых предметом рассмотрения настоящего стандарта, простирается от простой пассивной звездообразной до древовидной. Основные положения относительно характера физической среды, изложенные в разд. 5, служат руководящими материалами при разработке элементов указанных выше элементарных модулей.

17.5. **Спецификация функциональных оптических и механических характеристик.** Широковещательная физическая среда на основе

Элемент расщепитель/объединитель размером  $n \times m$ 

Черт 17.3

волоконно-оптического кабеля относится к таким логическим объектам, единственной функцией которой является транспортировка сигналов между станциями ЛВС, построенной на основе волоконно-оптического кабеля. Поэтому в настоящем стандарте определены только те характеристики логических объектов физической среды, которые сказываются на транспортировке данных между станциями, либо на безопасности обслуживающего персонала и оборудования.

Реализация логического объекта физической среды должна строго соответствовать настоящему стандарту, если она должна обеспечивать специфицированные услуги и характеристики по транспортировке сигналов для станций ЛВС, построенной на основе волоконно-оптического кабеля, и если она должна отвечать соответствующим требованиям к нормам безопасности.

Все измерения, определяемые в п. 17.5, должны проводиться на интерфейсе ИСК в точке подключения станции к кабельной установке на приемной стороне соединителя (поскольку потери на соединителе относятся к кабельной установке). Если не оговорено иное, то все уровни оптической мощности выражаются в эффективных значениях оптической мощности полосы частот в дБм (п. 16.1 дБм определяется как дБ (мВт)).

**Примечание.** Стандартные тестовые процедуры измерения пусковой мощности, оптической мощности сигналов молчания и рабочего диапазона приема оптических сигналов световода находятся в стадии изучения.

**17.5.1. Подключение к станции.** Функции физического уровня должны обеспечивать удовлетворительную работу по физической среде, состоящей из световодов и расщепителей-объединителей в любой конфигурации, отвечающей требованиям настоящего раздела. Механическое подключение физической среды к станции должно осуществляться через соединитель в соответствии с п. 16.7.12.

**17.5.2. Уровни мощности.** Если сигналы, соответствующие спецификациям пп. 16.7.3.2 и 16.7.3.3, поступают на любой из «передающих» портов ИСК физической среды, то эти сигналы доставляемые на все «приемные» порты ИСК физической среды, должны соответствовать спецификациям пп. 16.7.6 и 16.7.6.1 для портов «средней

чувствительности» и спецификациям пп. 16.7.6 и 16.7.6.2 для портов «высокой чувствительности».

**17.5.3. Скорости передачи данных.** Физическая среда должна обеспечивать скорости передачи данных с допуском  $\pm 0,015\%$  на всех «приемных» портах ИСК физической среды при скорости передачи данных с допуском  $\pm 0,015\%$  на любом «передающем» порту ИСК физической среды.

**17.5.4. Помехи и отражения.** Мощности избыточной оптической энергии в диапазоне чувствительности приемника, на интерфейсе с физической средой не должна превышать значения — 60 дБм, усредненного за время одного символа\_ФИЗ, когда соединители световода окончательно установлены.

Отражения, имеющие место на приемном порте любого ИСК средней чувствительности должны быть менее —42 дБм мощности, усредненной за время одного символа\_ФИЗ. Отражения, имеющие место на приемном порте любого ИСК высокой чувствительности должно быть менее —52 дБм мощности, усредненной за время одного символа\_ФИЗ.

**17.5.5. Совместимость со станциями.** Считается, что реализация логического объекта широкополосной физической среды на основе одноканального волоконно-оптического кабеля обеспечивает требования конкретной ЛВС при удовлетворении требований пп. 17.5.1—17.5.4, если измерения проводятся от каждого ИСК независимо от того, какой ИСК выбран для инициации сигналов тестирования.

**17.5.6. Потери в тракте.** Потери в тракте величиной от 4 до 20 дБ определены при передаче от передающего порта любого ИСК к приемному порту любого ИСК средней чувствительности. Потери в тракте величиной 14—30 дБ определены при передаче от передающего порта любого ИСК к приемному порту любого ИСК высокой чувствительности. В соответствии с определением пусковой мощности потери, обусловленные соединителем в приемном порту, должны включаться в потери тракта, а потери в передающем порту не должны при этом учитываться.

**17.5.7. Искажения сигналов.** Когда сигнал, соответствующий п. 16.7.3.3, поступает в любой из передающих портов соединителя ИСК физической среды, то на все приемные порты ИСК физической среды должны поступать сигналы, соответствующие пп. 16.7.6. Передающие порты активных элементов физической среды должны соответствовать п. 16.7.3.3.

**17.5.8. Фазовое дрожание.** Физическая среда, состоящая из световодов, соединителей и расщепителей-объединителей, при передаче по ней сигналов соответствующих разд. 16, должна доставлять эти сигналы на приемные соединители ИСК с общей величиной фазового дрожания менее  $\pm 10\%$  длительности-символа\_ФИЗ.

17.5.9. **Перенос символов.** Физическая среда должна осуществлять перенос всех передаваемых символов ФИЗ включая первый символ ФИЗ каждой передачи, на все приемные порты, если эта передача ведется сигналами, соответствующими положениям разд. 16. В тех случаях, когда в физической среде имеются активные элементы, обнаруженные ошибки должны быть отмечены последовательностями прерывания, кратными октету, как описано в разд. 4.

17.5.10. **Вопросы избыточности.** При использовании избыточных физических сред положения пп. 17.5.1—17.5.7 должны применяться по отдельности для каждого отдельного интерфейса с неизбыточной физической средой.

17.5.11. **Надежность.** Все оборудование физической среды должно быть спроектировано таким образом, чтобы общая вероятность вызываемых им нарушений обмена данными в работе любой станции, подключенной к физической среде была ниже  $10^{-6}$  за час работы.

17.6. **Вопросы безопасности.** Любой тип физической среды, соответствующий настоящему стандарту, должен удовлетворять соответствующим местным, национальным и международным нормам безопасности, и стандартам типа Публикаций МЭК 380, МЭК 435, МЭК 950.

17.7. **Вопросы, касающиеся задержки тракта передачи.** При составлении спецификации конкретной реализации физической среды, которая удовлетворяет требованиям данного раздела, поставщик должен установить величину задержки тракта передачи равную максимальной однонаправленной задержки которую предположительно может внести широковещательная физическая среда на основе волоконно-оптического кабеля при передаче сигналов от соединителя ИСК любой подключенной станции через физическую среду и все промежуточные волоконно-оптические регенеративные повторители к соединителю ИСК любой другой станции. Задержки, вносимые самими передающей и приемной станциями, не должны учитываться в задержке тракта передачи.

Для каждого потенциально наихудшего тракта через физическую среду задержка тракта вычисляется как сумма задержек, вносимых физической средой, и задержек, вносимых повторителями (если они используются) при распространении сигнала от одной станции к другой. Значение задержки тракта передачи, используемое при определении интервала ответа сети (см. п. 6.1.9), должно быть наибольшим из значений этих задержек тракта кабельной системы.

Эти задержки тракта должны учитывать все задержки в оптических и электронных схемах, во всех соответствующих волоконно-оптических регенеративных повторителях, расщепителях-объединителях и др., а также все задержки распространения сигналов в сегментах кабеля, включая соединители ИСК.



Задержка тракта передачи должна выражаться в понятиях сетевой скорости передачи символов в физической среде. Если число передаваемых символов не целое, оно должно быть определено до целого значения. При неопределенности точного значения задержки поставщики должны указать верхнюю ее границу.

**17.8. Документация.** Рекомендуются, чтобы каждый поставщик реализации физической среды, соответствующей настоящему стандарту, обеспечивал пользователя необходимой документацией с указанием по меньшей мере следующего:

1) конкретных разделов стандартов, которым соответствует реализация;

2) величины задержки тракта передачи, вносимой при однопавленном обмене данными между соединителями ИСК, как определено в пп. 6.1.9 и 17.7;

3) установки соединителя ИСК на высокую чувствительность с использованием клавиши В и на среднюю чувствительность с использованием клавиши А.

Кроме того, когда кабельная установка имеет несколько соединителей, роль каждого такого соединителя должна четко указываться маркировкой на станции и на кабеле вблизи этих соединителей.

В приложении 8 приведены примеры определения размеров и конфигурации сети.

## **18. ФАЗОНЕПРЕРЫВНАЯ МОДУЛЯЦИЯ СДВИГОМ ЧАСТОТЫ. СПЕЦИФИКАЦИЯ ФИЗИЧЕСКОГО УРОВНЯ ШИННОЙ ЛВС**

В данном разделе определены функциональные, электрические и механические характеристики одного из конкретных типов физического уровня (одноканальная шина с фазонепрерывной модуляцией сдвигом частоты), рассматриваемых в настоящем стандарте. Данная спецификация отражает реализацию физического уровня в станциях, которые могут быть подсоединены к одноканальной шинной ЛВС с фазонепрерывной модуляцией сдвигом частоты. Взаимоотношения данного раздела с другими разделами настоящего стандарта и спецификациями ЛВС показаны на черт. 18.1. Отношение данного раздела к логическому объекту физического уровня одноканальной ЛВС с фазонепрерывной модуляцией сдвигом частоты и к физической среде показано на черт. 18.2.

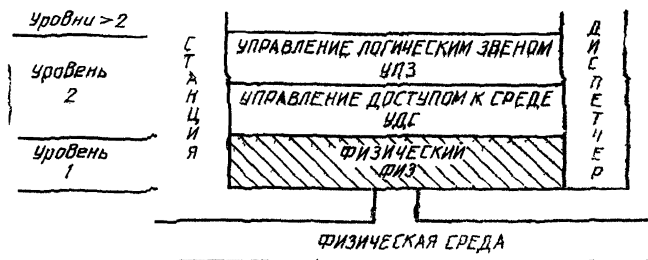
Настоящий стандарт определяет только те логические объекты физического уровня, которые необходимы для обеспечения:

1) взаимодействия реализаций, удовлетворяющих настоящей спецификации;

2) защиты ЛВС и тех, кто ее использует.

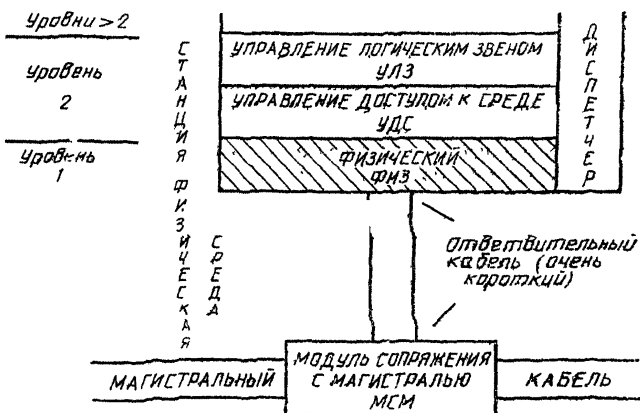
**18.1. Основные понятия.** Ниже определены некоторые используемые в данном разделе термины, смысл которых здесь более

## Место физического уровня в модели ЛИС.



Черт. 18.1

## Структура оборудования физического уровня



Черт. 18.2

специфичен, чем в терминологических стандартах ГОСТ 24402, ИСО 2382/25.

**Обнаруживаемая битовая ошибка** — ошибка, о которой информируется в виде сообщения *плохой-сигнал*. Сообщение *плохой-сигнал*, переданное во время передачи преамбулы или четырех символов, следующих за последним оконечным ограничителем передачи, не включается в число таких ошибок.

**Ответственный кабель** — очень короткий участок кабеля с импедансом от 34 до 53 Ом, который подсоединяет станцию к Т-образному соединителю магистрального кабеля.

**Модуляция сдвигом частоты** — метод модуляции, посредством которой информация налагается на несущую путем сдвига частоты передаваемого сигнала на одну из небольшого набора частот.

**Манчестерское кодирование** — способ объединения сигналов данных и синхронизирующих сигналов в единой самосинхронизирующийся поток данных, пригодный для передачи по последовательному каналу.

**Фазонепрерывная модуляция сдвигом частоты** — разновидность модуляции сдвигом частоты, при которой переход от одной частоты к другой происходит путем непрерывного изменения частоты (в отличие от скачкообразной замены одной частоты на другую, реализуемой, например, переключателем). Таким образом, это тоже не-который вид частотной модуляции.

**Регенеративный повторитель** — устройство, используемое для расширения длины, топологии или взаимосвязности ЛВС за пределы ограничений, налагаемых спецификациями минимального уровня передачи и приема станции и ограничителями связности среды. Регенеративные повторители выполняют основные действия по восстановлению амплитуды сигнала, волновой формы сигнала и синхронизации. Они предпосылают также передаваемым данным достаточное количество символов *зап.нераб* с целью компенсации любых потерь символов при их передаче от предшествующей станции или повторителя.

**Одноканальная коаксиальная система с модуляцией сдвигом частоты** — система, посредством которой информация кодируется, модулируется по частоте с наложением несущей и выдается в физическую среду коаксиального кабеля. В любой точке среды в каждый момент времени в канале может присутствовать без искажений только один информационный сигнал.

**Магистральный кабель** — главный 75-омный коаксиальный кабель одноканальный коаксиальный кабельной системы с фазонепрерывной модуляцией частоты.

**Необнаруживаемая битовая ошибка** — ошибка, о которой физический уровень не информирует сообщением *плохой\_сигнал*.

**18.2. Назначение.** Назначение настоящей спецификации состоит в том, чтобы:

1) обеспечить физические средства, необходимые для обмена данными между станциями ЛВС, реализующими описанный в настоящем стандарте метод маркерного доступа к шине и одноканальную физическую среду шинного типа с фазонепрерывной модуляцией сдвигом частоты;

2) определить интерфейс физического уровня, который может быть реализован независимо различными изготовителями оборудо-

вания и достичь требуемого уровня совместимости при подключении ж одноканальной физической среде ЛВС шинного типа с фазонепрерывной модуляцией;

3) обеспечить канал обмена данными, обладающий большой полосой пропускания и низкой частотой битовых ошибок. Результирующая средняя частота битовых ошибок на интерфейсе услуг УДС (см. разд. 8) должна быть меньше  $10^{-8}$  при средней частоте обнаруживаемых битовых ошибок менее  $10^{-9}$  на этом интерфейсе;

4) обеспечить простоту установки и необходимый сервис в широком диапазоне применений;

5) обеспечить высокую доступность сети;

6) способствовать созданию экономичных реализаций с низкой скоростью передачи данных.

**18.3. Вопросы совместимости.** Настоящий стандарт применим к тем логическим объектам физического уровня, которые ориентированы на работу по 75-омному коаксиальному магистральному кабелю с аппроксимированной конфигурацией неразветвленной магистрали, определенной в разд. 19. Все одноканальные шинные системы с фазонепрерывной модуляцией сдвигом частоты должны быть совместимы на интерфейсе с физической средой (ответвительным кабелем). Конкретные реализации, основанные на настоящем стандарте, могут быть представлены различными способами при обеспечении их совместимости на уровне физической среды.

**18.4. Краткое описание физической среды.** Среда передачи данных, определяемая в разд. 19, состоит из длинного неразветвленного магистрального кабеля, который подсоединяется к станциям посредством Т-образных соединителей, и очень коротких ответвительных кабелей. Расширение топологии до разветвленной магистрали обычно выполняется посредством активных регенеративных повторителей, которые подсоединяются с целью образования ветвей.

#### **18.5. Краткое описание физического уровня**

**18.5.1. Общее описание функций.** В данном разделе приводится неформальное описание функций, выполняемых логическим объектом физического уровня одноканальной шинной ЛВС с фазонепрерывной модуляцией сдвигом частоты. В совокупности эти функции обеспечивают средства, с помощью которых символы, представленные на интерфейсе УДС одного логического объекта физического уровня, могут передаваться всем логическим объектам физического уровня шинной ЛВС для их выдачи на соответствующие интерфейсы УДС.

**18.5.1.1. Функции передачи и приема символов.** Последовательные символы, представляемые логическому объекту физического уровня на его интерфейсе с услугами УДС, подаются на вход кодирующего устройства, которое вырабатывает на выходе три закодированных символа: {N}, {L}, {выкл}. Затем выходные сигналы передаются в двухтональный модулятор сдвигом частоты, который пред-

ставляет каждый символ {H} как тон верхней частоты, каждый символ {L} как тон нижней частоты, а каждый символ {выкл} как отсутствие тона. Такой модулированный сигнал связывается затем по переменному току с одноканальной шинной средой и передается по этой среде в один или несколько приемников.

Каждый приемник также связывается по переменному току с одноканальной шинной средой. Его полосовой фильтр фильтрует принимаемые сигналы с целью уменьшения принимаемых помех, демодулирует отфильтрованный сигнал и затем образует передаваемый символ\_ФИЗ из несущей и частоты принятого сигнала. После этого он декодирует этот сформированный символ\_ФИЗ аппроксимирующей инверсией процесса кодирования и представляет результирующие декодированные символы\_УДС на интерфейс услуг УДС.

Для всех символов\_УДС за исключением *зап\_нераб* этот процесс декодирования при отсутствии ошибок является точной инверсией процесса кодирования. Символы *зап\_нераб*, которые в совокупности рассматриваются как преамбула, передаются в начале каждого кадра УДС с целью обеспечения тренировочного сигнала для приемников и ненулевого минимального интервала между последовательными кадрами. Поскольку каждая передача начинается символами *зап\_нераб*, предполагается, что некоторые из этих начальных символов могут быть «потеряны в пути» от передатчика к приемникам. Кроме того, в системах с фазопрерывной модуляцией сдвигом частоты кодирование последовательных символов\_УДС *зап\_нераб* происходит так же, как и кодирование чередующихся последовательностей *единиц* и *нулей*, и приемникам разрешается декодировать полученные представления последовательных символов *зап\_нераб* в чередующуюся последовательность *единиц* и *нулей* и выдавать их в таком виде логическому объекту УДС.

**18.5.1.2. Функции регенеративного повторителя.** Регенеративные повторители могут использоваться для расширения размеров сети за пределы, определяемые максимальной величиной потерь мощности сигналов обычной без усилителей станции, либо для расширения шинной топологии до топологии разветвленной магистрали. Они осуществляют это путем соединения двух или более сегментов физической среды и трансляцией всего того, что они «слышат» в одном сегменте, в другие сегменты. В настоящем стандарте регенеративные повторители рассматриваются как станции независимо от того, выходят их функциональные возможности за рамки возможностей повторителя или нет.

**18.5.1.3. Функция блокирования захвата.** Чтобы защитить ЛВС от большинства неисправностей станции, каждая станция выполняет функцию блокирования захвата. Эта функция служит в качестве «сторожа» в передатчике; если станция не выключает свой передатчик после просроченного времени (примерно полсекунды), выход

передатчика должен быть автоматически деактивизирован, по крайней мере, на время оставшейся передачи.

**18.5.1.4. Локальные административные функции (факультативные).** Эти функции активизируются либо вручную, либо через интерфейс с диспетчером логического объекта физического уровня, либо тем и другим способом. К ним могут относиться:

1) активизация и деактивизация выхода каждого передатчика (избыточная конфигурация среды имеет два или более выходов передатчика);

2) выбор источника принятого сигнала: любая отдельная физическая среда (при наличии избыточных сред) или доступная точка шлейфа.

Примечание. Если выбирается точка шлейфа, то все выходы передатчика должны быть заблокированы.

**18.5.2. Основные и факультативные функции.** Функции передачи и приема символов, а также функции блокирования захвата необходимы во всех реализациях. Все остальные функции являются факультативными.

**18.6. Использование функций управления.** На параметры и действия, определенные в разд. 9, налагаются следующие ограничения:

1) в группе возможностей последовательность параметра скорости передачи данных должна определять значение 1;

2) в локальной управляющей информации значение минДлинаПreamбулыПослеМолчания должно равняться 1.

**18.7. Спецификация функциональных, электрических и механических характеристик.** Если не оговорено иное, то все уровни напряжения и мощности выражаются в среднеквадратичных значениях и в децибелах (1 мВ, 37,5 Ом) соответственно, основываясь на передачах произвольных комбинаций данных.

**18.7.1. Скорости передачи данных.** Стандартная скорость передачи данных для систем с фазонепрерывной модуляцией сдвигом частоты равна 1 МБ/с. Допустимое отклонение этой скорости передачи составляет  $\pm 0,01\%$  для иницилирующей станции и  $\pm 0,15\%$  для ретранслирующей станции во время ретрансляции. Если составной логический объект физического уровня реализован в регенеративном повторителе, он должен иницировать передачу сигналов во все тракты с одинаковой скоростью передачи.

**18.7.2. Кодирование символов.** Логический объект физического уровня передаст символы\_УДС, выдаваемые на его интерфейс с

УДС логическим объектом подуровня УДС. К возможным символам УДС относятся следующие (см. п. 8.2.1.2): *ноль*, *единица*, *не\_данные*, *зап\_нераб* и *молчание*. Каждый из этих символов УДС кодируется парой различных символов ФИЗ, выбираемых из трех символов {Н}, {L}, {выкл}, и затем передается. Над каждым из входных символов УДС должны быть выполнены следующие действия:

1) *Молчание* — каждый символ *молчание* должен кодироваться в виде последовательности {выкл} {выкл}.

2) *Зап\_нераб* — символы *зап\_нераб* всегда генерируются октетами. Каждая пара последовательности символов *зап\_нераб* должна кодироваться в виде последовательности {LH} {HL}.

3) *Ноль* — каждый символ *ноль* должен кодироваться в виде последовательности {HL}.

4) *Единица* — каждый символ *единица* должен кодироваться в виде последовательности {LH}.

5) *Не\_данные* — логический объект подуровня УДС передает символы *не\_данные* парами. Каждая такая пара последовательных символов *не\_данные* должны кодироваться в виде последовательности {LL} {HH}, если ей непосредственно предшествовал символ ФИЗ {L}, и в виде последовательности {HH} {LL}, если ей непосредственно предшествовал символ ФИЗ {H}. Таким образом, последовательность начального ограничителя кадра

*не\_данные не\_данные ноль не\_данные не\_данные ноль*  
должна кодироваться в последовательности  
{LL} {HH} {HL} {LL} {HH} {HL},

а последовательность конечного ограничителя кадра

*не\_данные не\_данные единица не\_данные не\_данные единица*  
должна кодироваться в последовательность  
{HL} {HH} {LH} {LL} {HH} {LH}

**18.7.3. Модулированный линейный сигнал (на линейном выходе станции).** Символы ФИЗ, образующиеся в результате кодирования согласно п. 18.7.2, должны подаваться в модулятор сдвига частоты, на выходе которого каждый символ {H} должен быть представлен высшей из двух сигнальных частот модулятора, каждый символ {L} — низшей из двух сигнальных частот модулятора, а каждый символ {выкл} — отсутствием как несущей, так и модулируемой частоты. Результирующая промодулированная несущая должна быть введена в одноканальную физическую среду шины в соответствии с п. 18.7.5.

**18.7.3.1.** Линейный сигнал должен соответствовать сигналу, модулируемому сдвигом частоты, с несущей 5,00 МГц, плавно изменяющейся между двумя частотами 3,75 МГц  $\pm$  80 кГц и 6,26 МГц  $\pm$  80 кГц.

**18.7.3.2.** Каждый из символов ФИЗ, образуемый в результате кодирования согласно п. 18.7.2 должен быть передан за период, равный половине интервала между поступлениями символов УДС.

которые логический объект УДС выдает за интерфейс с УДС. Максимальное фазовое дрожание этих периодических сигналов должно составлять менее 1 % длительности интервала между поступлением символов УДС.

18.7.3.3. Во время перехода с одной сигнальной частоты модулятор должен непрерывно и монотонно изменять свою частоту в пределах 100 нс при максимальном искажении амплитуды 10 %.

18.7.3.4. Выходной уровень передаваемого сигнала с модуляцией несущей на резистивную нагрузку 37,5 Ом должен составлять от +54 до +60 дБ (1 мВ, 37,5 Ом).

**Примечание.** Уровень сигнала в кабеле, обусловленный только одним передатчиком, распространяется вдоль очень короткого ответвительного кабеля к Т-образному соединителю и от него по магистральному кабелю в двух направлениях. Таким образом, две полусекции 75-омного магистрального кабеля выглядят для передающего логического объекта как 37,5-омная нагрузка.

18.7.3.5. В состоянии с передатчик-выкл (т. е. при передаче кода\_ФИЗ {выкл}) станция должна проявлять на интерфейсе с физической средой, шунтирующий по постоянному току импеданс 50 кОм или более. В состоянии передатчик-вкл (т. е. при передаче кодированных символов ФИЗ {H} и {L}) станция должна функционировать на интерфейсе со средой как источник напряжения с импедансом 38 Ом или меньше. В любом состоянии станция должна проявлять на этом интерфейсе со средой максимальную шунтирующую емкость 25 пФ.

18.7.3.6. Остаточный или выходной сигнал выключенного передатчика или сигнал утечки (т. е. при передаче кода\_ФИЗ {выкл}) не должен превышать —26 дБ (1 мВ, 37,5 Ом).

18.7.4. **Блокирование захвата.** Каждый логический объект физического уровня должен обладать способностью самопрерывания, чтобы предотвратить поступление модулированных сигналов в физическую среду ЛВС. Оборудование физического уровня (при отсутствии каких-либо внешних сообщений, кроме продолжающегося обнаружения состояния включенного выхода внутри передатчика) должно обеспечивать номинальное окно длительностью полсекунды  $\pm 25$  %, в течение которого может иметь место нормальная передача на уровне звена данных. Если передача идет более длительный период времени, то функция блокирования-захвата должна действовать так, чтобы предотвратить последующее поступление любых вводимых сигналов в физическую среду. Сброс функции блокирование-захвата зависит от реализации.

18.7.5. **Подключение к физической среде.** Функции физического уровня ориентированы на удовлетворительное взаимодействие с физической средой, образованной из 75-омного двунаправленного коаксиального магистрального кабеля, Т-образных соединителей и коротких отрезков ответвительного кабеля импедансом от 34 до 53 Ом. Механическое подключение станции к физической среде должно осуществляться через ответвительный кабель импедансом от



34 до 53 Ом посредством вилки 50-омного соединителя серии BNC, определенного в разд. 19 и Публикации МЭК 169.

Как передатчик, так и приемник должны быть связаны по переменному току с центральным проводником одного из ответительных кабелей физической среды и среднеквадратичное значение напряжения пробоя этих средств взаимосвязи по переменному току частотой 50—60 Гц должно составлять по меньшей мере 500 В. Помимо такой взаимосвязи экран коаксиального кабеля физической среды должен быть подключен к заземленному шасси, и импеданс этого соединения должен составлять менее 0,1 Ом.

**18.7.6. Чувствительность и избирательность приемника.** Логический объект физического уровня должен быть способен обеспечивать частоту обнаруживаемых битовых ошибок порядка  $10^{-9}$  или ниже, а частоту обнаруживаемых битовых ошибок порядка  $10^{-8}$  или ниже при приеме сигналов с уровнем от +24 до +60 дБ (1 мВ, 37,5 Ом) в системе с внутрисполосовым минимальным уровнем помех +4 дБ (1 мВ, 37,5 Ом) или менее, измеренным в точке соединения со станцией.

**18.7.7. Символьная синхронизация.** Во время восстановления символов *зап\_нераб* и *молчание* разрешается изменять длительность периода передаваемого символа\_УДС на величину длительности одного номинального периода\_символа\_УДС. Тем не менее при любых условиях длительность каждого переданного символа\_УДС должна находиться в пределах 90—210 % номинального периода\_символа\_УДС. Далее, длительность каждого передаваемого символа\_УДС после восстановления символа *зап\_нераб* и до момента передачи сигналов *молчание* или *плохой\_сигнал* должна находиться в пределах 90—110 % номинального периода\_символа\_УДС.

**18.7.8. Декодирование символов.** После модуляции и определения каждого принятого символа\_ФИЗ этот символ\_ФИЗ должен быть декодирован процессом инверсным процессу, описанному в п. 18.7.2, и эти декодированные символы\_УДС должны быть доставлены на интерфейс УДС. (Как отмечено в п. 18.5.1.1, приемникам разрешается декодировать переданное представление символа *зап\_нераб* в виде *нулей* или *единиц*). Всякий раз при приеме последовательности сигнала символов\_ФИЗ, для которой процесс кодирования не имеет своей инверсии, эти символы\_ФИЗ должны декодироваться в соответствующее число символов\_УДС *плохой\_сигнал* и выдаваться в таком виде на интерфейс УДС. В подобных случаях принимающий логический объект должен как можно быстрее осуществить повторную синхронизацию декодирующего процесса.

**18.7.9. Активизация-деактивизация передатчика и выбор источника принимаемого сигнала (факультативная функция).** Способность активизировать и деактивизировать передачу модулированных сигналов в одноканальную физическую среду шинного типа

под управлением логического объекта диспетчера станции рекомендуется обеспечить, но не обязательно.

Возможность выбора в качестве источника принимаемых сигналов либо точки шлейфа внутри логического объекта физического уровня, либо физической среды (возможно, одной из избыточных) под управлением логического объекта диспетчера станции, также рекомендуется обеспечить, но не является обязательным требованием. Если такая возможность используется и выбранным источником не является физическая среда (одна из сред), то передача во все подсоединенные шинные физические среды должна быть автоматически деактивизирована в процессе такого выбора.

**18.7.10. Вопросы, касающиеся избыточных физических сред.** Реализации положений настоящего стандарта, которой предусматривают функционирование с избыточной физической средой, не запрещаются при условии, что такие реализации после их поставки правильно функционируют и в неизбыточной однокабельной физической среде. В случае использования избыточных физических сред положения пп. 18.7.4 и 18.7.9 должны применяться по отдельности и независимо для каждого отдельного интерфейса со средой и большая часть положений п. 18.7.9 должна соблюдаться обязательно. В частности, для каждой физической среды должно обеспечиваться отдельное управление блокированием захвата (хотя разрешается и общее блокирование), должен обеспечиваться выбор источника сигналов приемника с возможностью выбора любой из избыточных сред, и должна предусматриваться возможность активизации и деактивизации каждого отдельного передатчика независимо от всех других избыточных передатчиков, когда источником принимаемых сигналов является одна из избыточных сред.

**18.7.11. Надежность.** Логический объект физического уровня должен быть так спроектирован, чтобы вероятность появления обусловленных им нарушений в работе других, подсоединенных к этой среде, станции по обмену данными была ниже  $10^{-6}$  за один час непрерывной (или прерываемой) работы. Для регенеративных повторителей это требование снижено до значения  $10^{-5}$  за час работы. Соединители и другие пассивные компоненты, относящиеся к средам подсоединения станции к физической среде на основе коаксиального кабеля, должны разрабатываться так, чтобы минимизировать вероятность появления вызываемой или неисправности всей сети.

**18.7.12. Вопросы регенеративных повторителей.** Логический объект физического уровня регенеративного повторителя может рассматриваться как составной логический объект с раздельными функциями электрической и механической передачи и приема сигналов низкого уровня для каждого подсоединенного магистрального сегмента (т. е. для каждого порта), каждый из которых выпол-

няет общие функции кодирования, декодирования; восстановления синхронизации и управления.

Основной режим работы — инициация либо ретрансляция, должен определяться вышерасположенным логическим объектом УДС и сообщаться в примитив ФИЗ\_РЕЖИМ. привлечение (см. п. 8.2.3). В режиме инициации логический объект физического уровня повторителя должен инициировать символьную синхронизацию, обеспечиваемую для логического объекта УДС, и передавать закодированные символы\_УДС во все подсоединенные магистральные сегменты. Он должен использовать либо внутренний проверочный шлейф, либо одну из подсоединенных магистралей в качестве источника символов\_ФИЗ, которые декодируются и доставляются посредством примитива ФИЗ\_ДАННЫЕ. индикация.

При переключении в режим ретрансляции логический объект физического уровня повторителя должен обеспечивать задержку, длительность которой зависит от реализации (обычно на несколько символьных интервалов), чтобы предотвратить ретрансляцию конца только что прошедшей передачи, после чего он должен просканировать все подключенные порты, из одного из которых приняты сигналы. В период задержки и пока это сканирование сигналов остается безуспешным, логический объект физического уровня повторителя должен передавать символы молчание своему логическому объекту УДС, используя свою локально иницируемую символьную синхронизацию. При обнаружении сигналов на одном или нескольких портах логический объект повторителя должен выбрать один из этих активных портов в качестве источника принимаемых сигналов. Затем он должен временно деактивизировать функцию низкоуровневого передатчика этого выбранного порта, декодировать принятые сигналы и передать полученные в результате декодирования символы\_УДС соответствующему логическому объекту УДС. Затем он должен изменить частоту синхронизации символов\_УДС в установленных настоящим подразделом (18.7) границах, что необходимо для поддержания надлежащих взаимоотношений с частотой синхронизации принимаемых символов\_ФИЗ.

При ретрансляции логический объект физического уровня повторителя после декодирования символов\_УДС *молчание*, принятых из активного порта, должен ожидать поступления из логического\_объекта УДС сигналов *молчания*, передаваемых примитивом ФИЗ\_ДАННЫЕ.запрос, затем снова активизировать временно деактивизированную функцию низкоуровневого передатчика, после чего снова действовать в соответствии с процедурой, описанной в предыдущем абзаце, точно так, как если бы логический объект УДС только что переключился в режим ретрансляции.

Обобщая, можно сказать, что когда логический объект УДС является иницирующим:

1) логический объект физического уровня должен самостоятельно определять синхронизацию символов\_УДС;

2) передачи происходят во всех подсоединенных магистралях (если только они не деактивизированы условиями п. 18.7.9);

3) шлейф или любая из подсоединенных магистралей могут быть использованы в качестве источника символов\_ФИЗ, которые декодируются и передаются посредством примитива ФИЗ\_ДАННЫЕ. индикация.

Когда логический объект УДС действует в режиме ретрансляции:

а) логический объект физического уровня сначала обеспечивает достаточно длительную задержку, чтобы надежно предотвратить ретрансляцию предыдущей передачи, после чего сканирует все подсоединенные магистрали для передачи сигналов и выбирает одну из передающих сигналов магистралей в качестве источника принятых сигналов;

б) передача сигналов в выбранную магистраль временно блокируется;

в) принятые из выбранной магистрали сигналы декодируются и передаются логическому объекту УДС;

г) частота синхронизации символов\_УДС при необходимости варьируется (самое большое на  $\pm 0,015\%$ ) с тем, чтобы отслеживать частоту синхронизации символов\_УДС равноуровневого передатчика;

д) при обнаружении потери сигналов (то есть, при приеме *молчания*) из выбранной магистрали логический объект физического уровня сначала ожидает до тех пор, пока логический объект УДС не запросит передачи *молчания*, после чего повторяет процедуру.

## 18.8. Спецификация окружающей среды

18.8.1. **Электромагнитные излучения.** Оборудование должно удовлетворять местным и национальным требованиям по ограничению электромагнитных воздействий.

18.8.2. **Требования безопасности.** Все станции, соответствующие настоящему стандарту, должны удовлетворять местным, национальным и международным кодам безопасности требованиям таких стандартов как Публикации МЭК 380, МЭК 435, МЭК 950.

18.8.3. **Электромагнитная среда.** К источникам влияния внешней среды относятся электромагнитные поля, электростатические разряды, переходные напряжения между заземлениями и т. д. Некоторые источники помех способствуют росту напряжения между коаксиальным кабелем и цепями заземления станции, если таковые используются.

Реализация логического объекта физического уровня должна удовлетворять спецификациям на них при работе в окружающем волновом поле с параметрами:

1) 2 В/м в диапазоне частот от 10 кГц до 30 МГц;

2) 5 В/м в диапазоне от 30 МГц до 1 ГГц.

18.9. **Маркировка.** Рекомендуются, чтобы каждая реализация (и сопроводительная документация) логического объекта физического уровня, соответствующая настоящему стандарту, имели наглядную для пользователя маркировку, по крайней мере, по следующим параметрам:

1) возможные скорости передачи данных в Мбит/с (т. е. 1 Мбит/с);

2) наилучшее значение задержки кругового обхода (не относится к повторителям) или однонаправленной задержки (для повторителей), которую вносит это оборудование при двунаправленном обмене данными между станциями в соответствии с п. 6.1.9;

3) режимы работы и возможности выбора, определенные в пп. 18.7.9 и 18.7.10.

Кроме того, если станция имеет несколько соединителей серии В С (например, для избыточных сред), то роль каждого такого соединителя должна быть четко обозначена маркировкой на оборудовании станции вблизи этого соединителя.

## 19 ФИЗИЧЕСКАЯ СРЕДА НА ОСНОВЕ ОДНОКАНАЛЬНОЙ ШИНЫ С ФАЗОНЕПРЕРЫВНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ СДВИГОМ ЧАСТОТЫ

В данном разделе определены функциональные, электрические и механические характеристики одного из конкретных типов физической среды (одноканальная шина с фазонепрерывной модуляцией сдвигом частоты), рассматриваемых в настоящем стандарте. Приводимая спецификация отражает реализацию физической среды шиной ЛВС с одноканальной фазонепрерывной модуляцией сдвигом частоты

Взаимосвязь данного раздела с другими разделами настоящего стандарта и спецификациями ЛВС показаны на черт. 19.1. Отношение данного раздела к физическому уровню и к физической среде шиной ЛВС с одноканальной фазонепрерывной модуляцией показано на черт. 19.2.

Настоящий стандарт определяет только ту физическую среду, которая необходима для обеспечения:

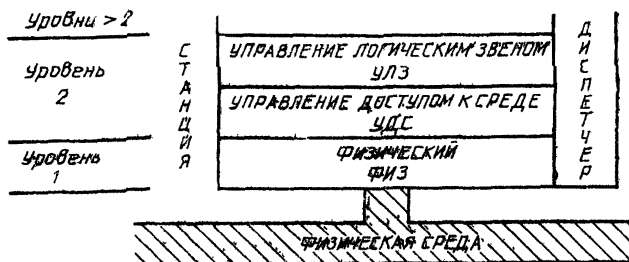
1) взаимодействия логических объектов физического уровня, соответствующих положениям разд. 18, при подключении к физической среде, удовлетворяющей данному разделу;

2) защиты ЛВС и тех, кто ее использует.

19.1. **Основные понятия.** Ниже определены те используемые в настоящем разделе термины, смысл которых более специфичен, чем у терминов, указанных в терминологических стандартах ГОСТ 24402 и ИСО 2382/25.

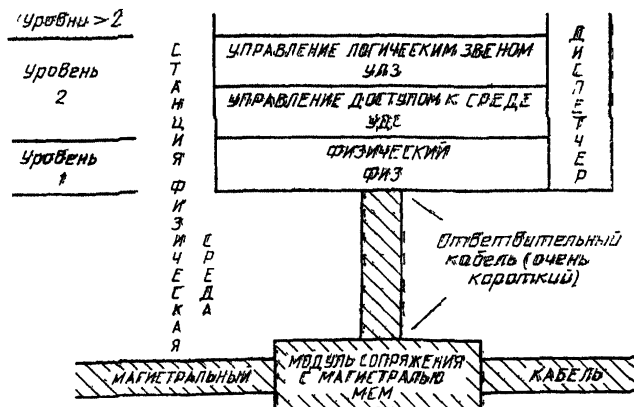
**Соединитель BNC** — 50-омный соединитель серии BNC для коаксиального кабеля (применяемый обычно в радиочастотном оборудовании), соответствующий требованиям Публикации МЭК 169

## Место физической среды в модели ЛВС



Черт. 19.1

## Структура оборудования физического уровня



Черт. 19.2

**Обнаруживаемая битовая ошибка** — ошибка, которая указывается сообщением *плохой-сигнал*. Сообщение *плохой-сигнал*, выдаваемое во время передачи преамбулы или четырех символов, следующих за последним окончательным ограничителем, не учитывается при подсчете таких ошибок.

**Ответвительный кабель** — очень короткий участок коаксиального кабеля с импедансом от 34 до 53 Ом, который соединяет станцию с Т-образным соединителем магистрального кабеля.

**Модуляция сдвигом частоты** — метод модуляции, посредством которого информация налагается на несущую путем сдвига частоты передаваемого сигнала на одну из небольшого набора частот.

**Фазонепрерывная модуляция сдвигом частоты** — разновидность модуляции сдвигом частоты, при котором переходы между частотами осуществляются путем непрерывного изменения частоты (в отличие от метода скачкообразного перехода с одной частоты на другую, реализуемого, например, переключателем).

**Регенеративный повторитель** — устройство, используемое для расширения длины топологии и взаимосвязности одноканальной шпильной ЛВС за пределы ограничений, налагаемых спецификациями минимального уровня передачи и приема станции. Регенеративные повторители выполняют основные действия по восстановлению амплитуды, волновой формы сигнала и синхронизации. Они предпослают также передаваемым данным достаточное количество символов *зап\_нераб* с целью компенсации любых потерь символов при их передаче от предшествующей станции или повторителя.

**Расщепитель (согласующий импедансы)** — небольшой модуль, который сопрягает электрически и механически один магистральный кабель с другим магистральным кабелем, обеспечивая разветвленную топологию для одноканальной магистрали с модуляцией сдвигом частоты. Согласующий импедансы расщепитель объединяет энергию сигналов, принятых всеми его портами, и расщепляет энергию любого принятого из магистрали сигнала, распределяя ее симметрично по другим магистралям. Он содержит только пассивные электрические компоненты ( $R$ ,  $L$ ,  $C$ ).

**Одноканальная коаксиальная система с модуляцией сдвигом частоты** — система, посредством которой информация кодируется, налагается методом модуляцией частоты на несущую и вводится в коаксиальную передающую физическую среду. В любой точке физической среды в каждый момент времени в канале может присутствовать только один неискаженный информационный сигнал.

**Т-образный соединитель** — небольшой модуль, обычно имеющий форму Т, который сопрягает электрически и механически магистральный кабель с очень коротким ответвительным кабелем. Он распределяет энергию принятых от каждого магистрального кабеля сигналов очень асимметрично, направляя подавляющую часть этой энергии в другой магистральный кабель и лишь небольшую ее долю

передает в ответвительный кабель. Он распределяет часть энергии сигналов, принятых из ответвительного кабеля, равномерно среди магистральных кабелей и отражает остальную часть этой энергии обратно на передающую станцию; он не согласует импедансы ответвительного кабеля и двунаправленного магистрального кабеля. Он содержит только пассивные электрические компоненты ( $R$ ,  $L$ ,  $C$ ).

**Магистральный кабель** — основной кабель одноканальной шины с фазонепрерывной модуляцией сдвигом частоты системы коаксиального кабеля.

**Необнаруживаемая битовая ошибка** — ошибка, о которой физический уровень не сообщает как о таковой.

**19.2. Назначение.** Назначение настоящей спецификации в том, чтобы:

1) определить характеристики физической среды, необходимой для обмена данными между станциями ЛВС, использующими определенный в настоящем стандарте метод маркерного доступа к шине ЛВС и характеристики физического уровня одноканальной шины с фазонепрерывной модуляцией сдвигом частоты;

2) обеспечить простоту установки и обслуживания в широком диапазоне условий применения;

3) обеспечить высокую доступность сети;

4) обеспечить экономичность реализаций.

**19.3. Вопросы совместимости.** Настоящий стандарт применим к таким логическим объектам физической среды, которые ориентированы на работу в системах ненаправленной одноканальной шины на основе коаксиального кабеля. Такие системы обычно используют длинный гибкий магистральный кабель, подсоединяемый к станциям посредством Т-образных соединителей с очень короткими ответвительными кабелями. Настоящая спецификация применима к одноканальной магистральной системе, в которой двунаправленный обмен данными реализуется путем использования ненаправленных Т-образных соединителей и разветвителей, а в больших системах — посредством многонаправленных регенеративных повторителей.

Все реализации логических объектов физической среды, соответствующие настоящему стандарту, должны быть совместимы на интерфейсах со станциями. Конкретные реализации, основанные на данном стандарте, могут создаваться различными способами при условии обеспечения их совместимости на уровне интерфейсов с реальными станциями.

**19.4. Краткое описание**

**19.4.1. Общее описание функций.** В данном разделе неформально описываются функции, выполняемые физической средой на основе одноканальной шины с фазонепрерывной модуляцией сдвигом частоты. В совокупности эти функции обеспечивают средства, с помощью которых сигналы, представляемые на интерфейсах станций с очень короткими ответвительными кабелями импедансом от 34



до 53 Ом, могут объединяться и передаваться всем станциям по всем ответвительным кабелям физической среды. Таким образом, станции, подсоединенные к этим ответвительным кабелям, могут обмениваться данными.

**19.4.1.1. Краткое описание операций.** Станции подключаются к длинному *магистральному* коаксиальному кабелю (или нескольким кабелям) одноканальных шинных систем с фазопрерывной модуляцией сдвигом частоты посредством очень коротких *ответвительных* кабелей и Т-образных *соединителей* (которые не согласуют импедансы ответвительного кабеля с магистральным). Эти Т-образные соединители представляют собой пассивные устройства, обычно простые ненаправленные (т. е. всенаправленные) относительно распространения сигналов соединители. Ненаправленность характеристик Т-образных соединителей позволяет сигналам станций распространяться в обоих направлениях магистрального кабеля. Очень небольшая длина ответвительных кабелей минимизирует влияние отражений в ответвительном кабеле, возникающих вследствие несогласованности импедансов ответвительного кабеля от 34 до 53 Ом и двунаправленного магистрального кабеля импедансом 37,5 Ом.

Топология системы на основе одноканальной шины с фазопрерывной модуляцией сдвигом частоты представляет собой очень длинную неразветвленную магистраль древовидного типа со станциями в виде «листьев» на очень коротких ветвях (ответвительных кабелях), исходящий от магистрали. Ветвление образуется в магистрали автоматически посредством *регенеративных повторителей* (описываемых ниже) и *расщепителей*, которые обеспечивают ненаправленное объединение сигналов, передаваемых по магистральным кабелям. Расщепители используют только пассивные электрические компоненты (R, L, C).

Регенеративные повторители обеспечивают возможности как разветвления, так и расширения топологии системы за пределы, устанавливаемого спецификациями минимального уровня передачи и приема обычной (без усилителей) станции. Регенеративные повторители системы на основе одноканальной шины с фазопрерывной модуляцией сдвигом частоты подключаются к магистральным кабелям через Т-образные соединители и ответвительные кабели и функционируют как специальные станции, которые обычно ретранслируют сигналы, принимаемые из любой ветви, во все другие ветви магистральной кабельной системы.

**19.4.1.2. Функции регенеративного повторителя.** В реальной шинной одноканальной системе с фазопрерывной модуляцией сдвигом частоты регенеративные повторители могут использоваться для объединения магистральных сегментов в широкоразветвленную топологию либо для увеличения длины или количества Т-образных соединителей и ответвителей за пределы, устанавливаемые

спецификациями минимального уровня приема и передачи обычных станций.

При выполнении своих ретрансляционных функций регенеративный повторитель (см. п. 18.7.12) работает как ретранслирующая станция с составным логическим объектом физического уровня (по одному логическому объекту на каждую подключенную магистраль) и одним логическим объектом доступа к среде, контролирующим и ретранслирующим принимаемые составные сигналы. Если логический объект доступа к среде повторителя не передает данных для самого себя, он интерпретирует символы, принимаемые из составного логического объекта физического уровня. При приеме символа, отличного от молчания, составной логический объект физического уровня определяет ту магистраль, которая передавала, этот символ, и затем выбирает эту магистраль в качестве источника передаваемых сигналов. Одновременно логический объект доступа к среде начинает ретранслировать (в другие магистрали) все поступающие к нему символы. При обнаружении конфликта или помех (например, при получении сообщения *плохой сигнал*) логический объект УДС ретранслятора вместо ретрансляции принимаемых символов УДС передает последовательность прерывания (см. п. 4.1.8).

**19.4.2. Основные характеристики и функциональные возможности.** Все характеристики, касающиеся передачи сигналов, и характеристики интерфейса станции, являются обязательными. Все остальные характеристики — факультативные.

**19.5. Спецификации функциональных, электрических и механических характеристик.** Логический объект физической среды на основе одноканальной шины с фазонепрерывной модуляцией сдвигом частоты относится к таким логическим объектам, единственной функцией которых (применительно к настоящему стандарту) является транспортировка сигнала между станциями ЛВС на основе одноканальной шины с фазонепрерывной модуляцией сдвигом частоты. Следовательно, в настоящем стандарте определяются только те характеристики физической среды, которые сказываются на транспортировке сигналов между станциями либо на безопасности обслуживания персонала или оборудования.

Считается, что реализация физической среды соответствует настоящему стандарту, если она обеспечивает специфицированные услуги и характеристики по транспортировке сигналов для станций ЛВС на основе одноканальной шины с фазонепрерывной модуляцией сдвигом частоты и если она отвечает соответствующим требованиям и нормам безопасности.

Все измерения, определяемые в последующих подразделах, должны проводиться в точке подключения станции или регенеративного повторителя к физической среде. Если не оговорено иное, то все определяемые уровни напряжения и мощности выражаются в

среднеквадратичных значениях (скз) и в дБ (1 мВ; 37,5 Ом) скз, соответственно основываясь на передаче произвольных комбинаций данных.

**19.5.1. Подключение к станции.** Подключение физической среды на основе одноканальной шины с фазонепрерывной модуляцией сдвигом частоты к станции должно осуществляться через гибкий ответвительный кабель импедансом от 34 до 53 Ом, заканчивающийся розеткой 50-омного соединителя серии В С, соответствующего Публикации МЭК 169. Эта комбинация должна стыковаться с вилкой 50-омного соединителя серии BNC, вмонтированного в станцию.

Помимо такого соединения экран (ы) физической среды коаксиального ответвительного кабеля должен (ны) быть соединен (ы) с внешней оболочкой розетки оконечного соединителя и импеданс этого соединения должен быть менее 0,1 Ом.

**Примечание.** Для Т-образных соединителей, которые не согласовывают импедансы ответвительного кабеля и магистрального, длина ответвительного кабеля не должна превышать 350 мм.

**19.5.2. Характеристический импеданс.** Характеристический импеданс ответвительного кабеля одноканальной шины с фазонепрерывной модуляцией сдвигом частоты должен находиться в диапазоне от 34 до 53 Ом. Максимальное значение КСВН на каждом таком соединителе BNC физической среды не должно превышать 1,5:1, если соединитель BNC заканчивается 37,5-омной резистивной нагрузкой, измеренной по всему частотному спектру кабеля одноканальной шины с фазонепрерывной модуляцией сдвигом частоты в диапазоне от 3 до 7 МГц.

**19.5.3. Уровень сигналов.** При приеме сигналов отдельной станцией или регенеративного повторителя, уровень которых соответствует требованиям п. 18.7.3.4, физическая среда на основе одноканальной шины с фазонепрерывной модуляцией сдвигом частоты должна выдавать эти сигналы в подключенную станцию или регенеративный повторитель с амплитудой в диапазоне от 24 до 60 дБ (1 мВ; 37,5 Ом).

**19.5.4. Искажения.** Максимальное фазовое искажение групповой задержки не должно превышать 25 нс в диапазоне частот от 3 до 7 МГц.

**19.5.5. Уровень отношения сигнал — помеха (с/п).** Рекомендуются, чтобы в полосе частот от 3 до 7 МГц пороговый уровень помех составлял не более 0 дБ (1 мВ; 37,5 Ом). Он ни в коем случае не должен быть хуже +4 дБ (1 мВ; 37,5 Ом) при измерении в пункте соединения с любой станцией или регенеративным повторителем.

**19.5.6. Возможности управления мощностью.** Суммарная мощность во всем спектре частот кабеля, поступающая на станцию или регенеративный повторитель, должна быть менее 0,25 Вт.

**19.5.7. Совместимость со станциями и регенеративными повторителями.** Считается, что реализация физической среды на основе одноканальной шины с фазонепрерывной модуляцией сдвигом частоты должна обеспечивать работу конкретной ЛВС на основе одноканальной шины с фазонепрерывной модуляцией сдвигом частоты при условии соблюдения требований пп. 19.5.1—19.5.6 при измерениях в каждой точке соединения станции со средой независимо от того, какая из точек соединения со станцией выбрана для инициации сигналов тестирования.

**19.5.8. Вопросы избыточности.** Как указано в п. 18.7.10, настоящий стандарт не запрещает использования избыточной физической среды шинного типа с одноканальной фазонепрерывной модуляцией сдвигом частоты. При использовании избыточной среды положения пп. 19.5.1—19.5.7 должны применяться по отдельности и взаимонезависимо для каждого отдельного интерфейса неизбыточной среды.

**19.5.9. Надежность.** Все активное (с электропитанием) оборудование физической среды должно быть разработано таким образом, чтобы общая вероятность появления обусловленных им сбоев в обмене данными между несколькими станциями, подключенными к данной физической среде, составляла менее  $10^{-4}$  в час непрерывной (или прерываемой) работы. Соединители и другие пассивные компоненты, включая средства соединения станции с физической средой на основе коаксиального кабеля, должны обладать такими характеристиками, чтобы минимизировать вероятность появления общей неисправности сети.

#### **19.6. Требования к окружающей среде**

**19.6.1. Электромагнитное излучение.** Кабельные системы ЛВС должны удовлетворять местным и национальным требованиям по ограничению электромагнитных воздействий.

**19.6.2. Требования безопасности.** Все физические среды, удовлетворяющие настоящему стандарту, должны удовлетворять соответствующим местным, национальным и международным нормам и стандартам по безопасности, например Публикациям МЭК 380, МЭК 435 и МЭК 950.

**19.6.3. Электромагнитная среда.** К источникам влияний внешней среды относятся электромагнитные поля, электростатические разряды, переходные напряжения между заземлениями и т. д. Некоторые источники помех способствуют росту напряжения между коаксиальным кабелем и цепями заземления станции, если таковые используются.

Реализация физической среды должна удовлетворять своим спецификациям при работе в окружающем волновом поле с параметрами:

- 1) 2 В/м от 10 кГц до 30 МГц;
- 2) 5 В/м от 30 МГц до 1 ГГц.

**19.7. Вопросы, касающиеся задержки-тракта-передачи.** Определенная спецификацию на реализацию физической среды, удовлетворяющей требованиям данного раздела, поставщик должен установить *задержку-тракта-передачи*, равную максимальной ожидаемой задержке одного направления, которую может создавать физическая среда типа одноканальной шины с фазонепрерывной модуляцией сдвигом частоты при передаче сигналов от любой подключенной станции через любые промежуточные регенеративные повторители к любой другой станции. Задержки, вносимые самими передающей и приемной станциями, не должны учитываться при определении задержки-тракта-передачи.

Для каждого потенциального наихудшего тракта физической среды задержка тракта вычисляется как сумма задержек, вносимых физической средой и ретрансляторами (при их наличии) при распространении сигналов от одной станции к другой. Задержка-тракта-передачи, используемая для определения сетевого интервала-ответа (см. п. 6.1.9), должна быть наибольшей из этих задержек тракта кабельной системы.

В этих вычислениях задержки тракта должны учитываться задержки, вносимые всеми схемами соответствующих регенеративных повторителей, расщепителей физической среды и т. п., а также все задержки распространения сигналов в сегменте кабеля.

Значение задержки-тракта-передачи должно выражаться в понятиях сетевой скорости передачи символов по физической среде. При наличии в физической среде нецелого числа символов это число должно быть округлено до целого значения. При невозможности определить точное значение задержки поставщики должны указать ее верхнюю границу.

**19.8. Документации.** Рекомендуются, чтобы каждый поставщик реализации физической среды, соответствующей настоящему стандарту, обеспечил пользователя сопроводительной документацией с указателем, по меньшей мере, следующей информации:

- 1) задержка-тракта-передачи согласно пп. 19.7 и 6.1.9;
- 2) скоростные возможности по передаче данных (в Мбит/с) в случаях, когда регенеративные повторители являются частью физической среды и ограничивают обеспечиваемые скорости данных.

### 19.9. Расположение сети

**19.9.1. Вопросы топологии.** Системы небольших и средних размеров могут быть построены с использованием только гибкого коаксиального кабеля и Т-образных соединителей. Более крупные системы требуют использования как полужестких, так и гибких магистральных кабелей, или расщепителей, или регенеративных повторителей, или любой комбинации перечисленного. Разветвленные топологии при использовании такой физической среды получают путем использования расщепителей и регенеративных повторителей типичных для систем кабельного телевидения.

**19.9.2. Соображения по балансу потерь мощности сигналов.** Следует учитывать размещение регенеративных повторителей с фазо-непрерывной модуляцией сдвигом частоты и расщепителей, в частности:

1) спецификации минимального уровня передачи и приема каждой станции;

2) желаемое в настоящее время и предполагаемое будущее размещение станций и регенеративных повторителей;

3) спецификации выдаваемого уровня сигналов и порога помех согласно п. 19.5.

**Примечания:**

1. Требования к предельным значениям электромагнитных излучений по пп. 12.8.1, 13.6.1, 14.9.1, 15.6.1, 16.8.1, 18.8.1, 19.6.1 регламентируются Нормами 15—78 Государственной комиссии по радиочастотам.

2. Требования безопасности по пп. 12.8.2, 13.6.2, 14.9.2, 15.6.2, 16.8.2, 18.8.2, 19.6.2 регламентируются ГОСТ 24402.

В приложении 9 приведены руководящие материалы по выбору конфигурации физической среды.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**  
*Справочное*

**ПРИМЕР РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КАНАЛЬНЫХ ЧАСТОТ**

Приводимое ниже распределение частот в странах Северной Америки включено в настоящий стандарт только с информационной целью.

Для 10 Мбит/с каналы 3' и 4' (59,75—71,75 МГц), и каналы Р и Q (252—264 МГц).

Для 5 Мбит/с каналы 3' (59,75—65,75 МГц) и Р (252—258 МГц) или каналы 4' (65,75—71,75 МГц) и Q (258—264 МГц).

Для 1 Мбит/с любые из восьми равномерно размещенных подканалов 1,5 МГц обратных каналов 3' и 4', спаренные с соответствующими прямыми каналами Р и Q

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2**  
*Справочное*

**РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЕРАРХИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЕ ЛОКАЛЬНО  
АДМИНИСТРИРУЕМЫХ АДРЕСОВ**

Излагаемые в данном приложении концепции находятся на стадии изучения с целью их включения в следующую редакцию настоящего стандарта.

В приложении описывается структура адресов для шинной сети, разделенной на множество логических сегментов, с одной или несколькими мостовыми

станциями на уровне УДС, соединяющими эти сегменты. Иерархическая структура адресов УДС может облегчить работу этих станций — мостов.

Логический сегмент определяется как совокупность всех станций ЛВС, имеющих одинаковый адрес сегмента и способных обмениваться кадрами без участия какого-либо промежуточного логического объекта УДС моста. Станции определенного сегмента могут обмениваться данными с другими станциями, имеющими другие адреса сегмента, только через мост на уровне УДС или какой-то другой промежуточный объект. Например, для реализации шины с маркерным доступом станции логического сегмента коллективно используют отдельный маркер, формируя отдельное логическое кольцо, отличное от подобных колец других логических сегментов.

Иерархический адрес позволяет мостовой станции уровня УДС распознавать кадры, которые необходимо продвигать к другим логическим сегментам.

Рекомендуемое с этой целью разделение адресов отправителя и получателя имеет следующий вид:

1) Формат 16-битного иерархического адреса

Символ\_УДС, передаваемый первым

|                              |                            |                              |
|------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| 0                            | 7-битный адрес<br>сегмента | 8-битный подадрес<br>станции |
| Индивидуальный адрес станции |                            |                              |

2) Формат 48-битного локально администрируемого иерархического адреса

Символ\_УДС, передаваемый первым

|                              |   |                               |                                  |                               |
|------------------------------|---|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| 0                            | 1 | 6-битный адрес<br>региона     | 8-битный<br>подадрес<br>сегмента | 32-битный подадрес<br>станции |
| Адрес региона                |   | Индивидуальный адрес сегмента |                                  |                               |
| Индивидуальный адрес станции |   |                               |                                  |                               |

8- и 32-битные подадреса станции различают станции отдельного логического сегмента. 8-битный подадрес сегмента различает логические сегменты в пределах отдельного региона, определяемого 6-битным адресом региона.

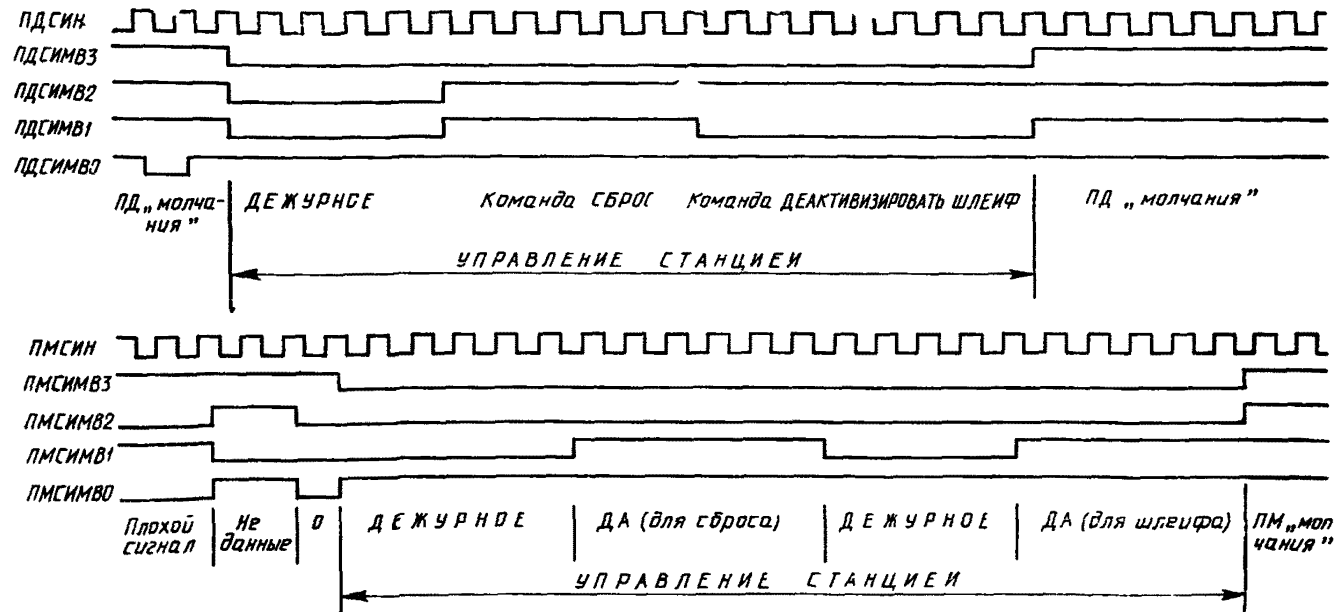
**ПРИЛОЖЕНИЕ 3**  
Справочное

### ПОЯСНЕНИЕ К РЕЖИМУ УПРАВЛЕНИЯ

Для лучшего понимания режима управления введены приводимые ниже диаграммы.

На черт. ПЗ.1 показан вход ООД в режим управления путем выдачи в АПД двух команд (которые должны подтверждаться) и последующего возвращения в режим УДС. На черт. ПЗ.2 показан вход АПД в режим управления путем записи данных А5 (шестнадцатеричное) в регистр 23 (шестнадцатеричное) и последующего возвращения в режим УДС. На черт. ПЗ.3 показано информирование со стороны АПД об ошибочной ситуации.

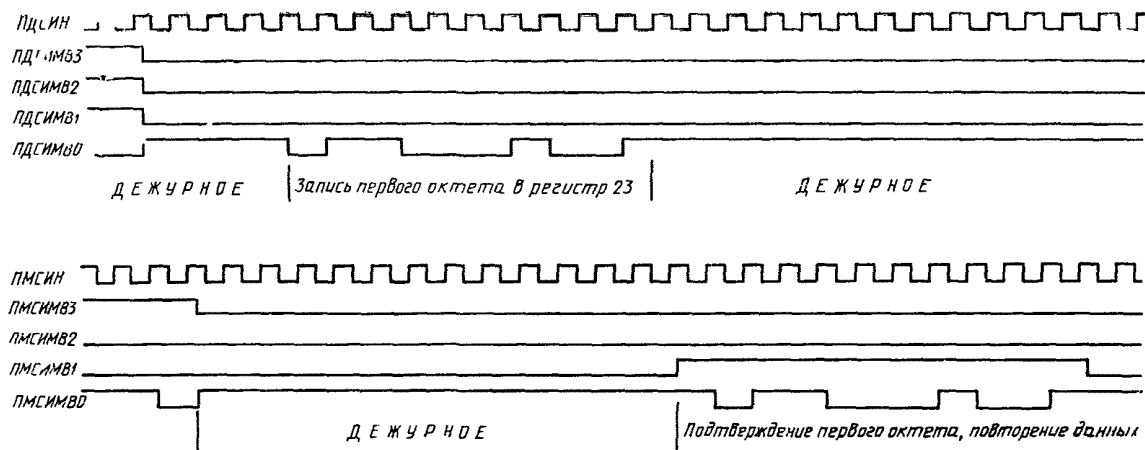
# Типичное управление станцией



Черт ПЗ 1

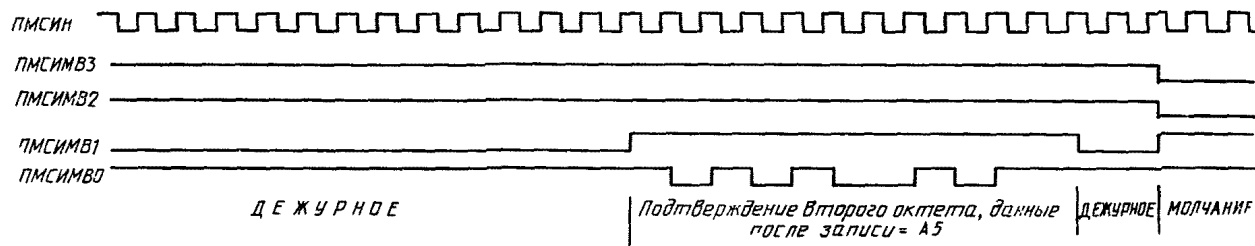
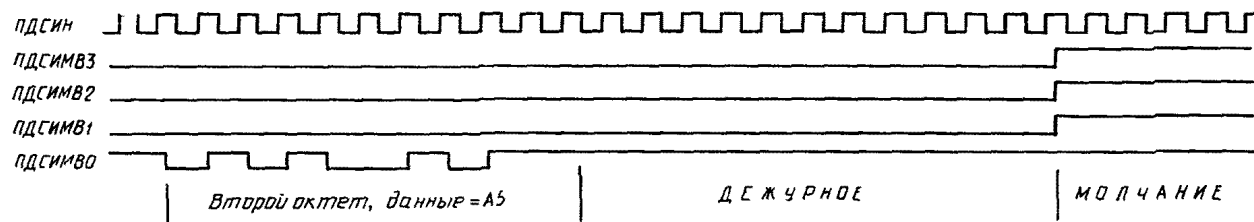


### Запись в регистр



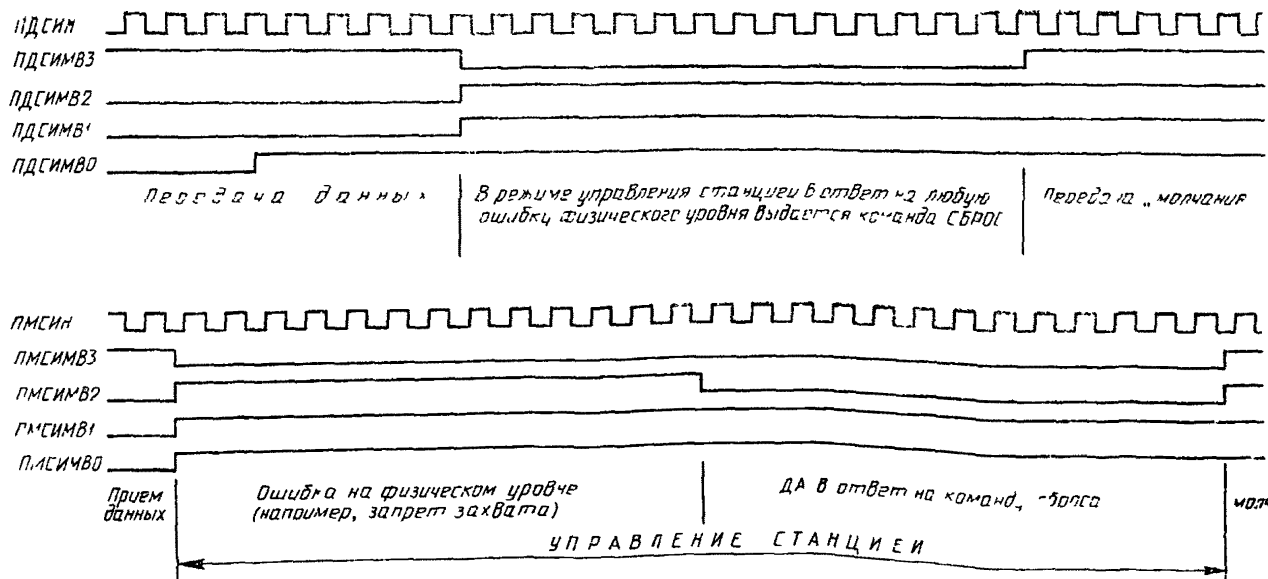
Черт. ПЗ.2 (лист 1 из 2)

# Запись в регистр



Черт. ПЗ.2 (лист 2 из 2)

Временная последовательность при типичной неисправности модема



Черт. ПЗ 3

## ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Справочное

РУКОВОДЯЩИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО КОНФИГУРАЦИИ  
ФИЗИЧЕСКОЙ СРЕДЫ

**П4.1. Размеры сети.** Как общая длина кабеля, так и множество ответвителей должны быть четко скомбинированы с учетом потерь сигнала в системе. Каждый ответвитель сопрягается со всеми портами и определяется затухание между всеми портами. Таким образом, каждый ответвитель вносит известный вклад в общую величину потерь в сети, также как и каждый отрезок магистрального кабеля. Кроме того, каждый ответвитель вносит определенные потери между магистральным кабелем и ответвительным кабелем, которые должны учитываться в общей величине потерь.

Определенная в настоящем стандарте величина потерь между ответвителем магистралей и ответвительным кабелем составляет  $20^{+0.5}$  дБ. Типичная величина вносимых потерь для коммерчески доступных ответвителей, соответствующих настоящей спецификации, составляет 0,3 дБ, в диапазоне частот от 1 до 30 МГц. Пример расчета общих потерь сигнала для простой неразветвленной сети, включающей 20 таких ответвителей для двух ответвительных кабелей, может выглядеть следующим образом:

|                                               |         |
|-----------------------------------------------|---------|
| Потери на стыке с первым ответвителем         | 20,5 дБ |
| Вносимые потери 18 промежуточных ответвителей | 5,4 дБ  |
| Потери на стыке с 20-м ответвителем           | 20,5 дБ |
| <hr/>                                         |         |
| Общие приведенные потери                      | 46,4 дБ |

Минимальный уровень передачи и чувствительность приема, определенные в разд. 12, составляют +63 дБ и +10 дБмВ соответственно. Таким образом, потери в кабеле в приведенном выше примере не должны превышать  $63 - 10 - 46,4 = 6,6$  дБ. Зная реально необходимую длину устанавливаемого магистрального кабеля, соответствующий тип кабеля, можно выбирать, исходя из величины затухания на наивысшей составляющей частоте для конкретной скорости передачи данных (планируемой или предполагаемой). При скорости передачи данных 5 Мбит/с кабель типа RG-11 с затуханием 1,5 дБ/100 м на частоте 10 МГц ограничивает длину кабеля до 400 м. Большая дальность передачи возможна при использовании полужесткого кабеля.

При использовании нескольких ответвителей длина кабеля может быть больше. В этом случае искажения сигнала, обусловленные запаздыванием фазы, могут оказаться более лимитирующим фактором, чем затухание в кабеле. Типичная предельная длина, ограничиваемая искажением сигнала, из-за запаздывания фазы, для кабеля типа RG-11 составляет 700 м. Изготовители кабелей должны определять длину кабеля с учетом, по крайней мере, следующих факторов:

1) затухание в кабеле составляет 12 дБ на частоте 10 МГц (для системы со скоростью передачи данных 5 Мбит/с) или 20 МГц (для системы со скоростью передачи данных 10 Мбит/с);

2) амплитуда сигналов в кабеле ограничивается максимальным значением, представленным в п. 13.5.3.2;

3) искажение, обусловленное запаздыванием фазы в кабеле, ограничивается максимальным значением, определенным в п. 13.5.3.3.

**П4.2. Топология сети.** Простейшая топология сети — это длинная неразветвленная магистраль, при которой требуется, чтобы магистральный кабель

последовательно проходил через все станции. Разветвленная топология может быть реализована с использованием согласующих импеданс ненаправленных расщепителей, представляющих собой трехпортовые пассивные схемы, которые делят в одном порту энергию сигнала на две равные части и эти части передаются на два другие порта. Вносимые потери между любыми двумя портами типичного коммерчески доступного ненаправленного расщепителя составляют 6,1 дБ. Если ветви образуются с помощью таких расщепителей, то для каждого возможного межоконечного тракта должна вычисляться величина потерь, поэтому тракт с наибольшими потерями может быть использован для выбора магистрального кабеля.

**П4.3. Повторители.** Регенеративные повторители определены в разд. 12 как средства разветвления и расширения сети за пределы, определяемые основными потерями сигнала.

**Примечание.** Простое каскадирование 45-ти ответвителей в неразветвленной магистральной конфигурации (по 0,3 дБ вносимых потерь на каждый из 43 ответвителей и 20 дБ потерь ответвительного кабеля для каждого из двух остальных) составляют полный динамический диапазон в 43 дБ. Повторители могут быть необходимы в больших сетях, даже когда межоконечные кабели имеют относительно небольшую длину.

**П4.4. Ответвительные кабели.** Ответвительные кабели, определяемые в настоящем разделе, представляют собой 75-омные кабели, длина которых не превышает, 5 Ом, в связи с чем потери в ответвительном кабеле составляют менее 1 дБ. Такая длина кабеля допускает относительную свободу при маршрутизации магистрального кабеля и размещении станций. Поскольку длина ответвительного кабеля незначительна, то ответвительный кабель должен заканчиваться своим характеристическим импедансом 75 Ом с целью сохранения условий согласования импедансов на ответвителе.

Это 75-омное окончание обеспечивается станциями, подключенными к ответвительному кабелю. Когда к ответвительному кабелю не подключена ни одна из станций, или когда ни один из ответвительных кабелей не подключен к порту ответвительного кабеля, размещенного в ответвителе, то 75-омное окончание должно обеспечиваться другими средствами. См. примечания к п. 13.5.1.

**П4.5. Магистральное соединение.** Ответвительный кабель сопрягается с магистральным кабелем через ответвитель, представляющий собой пассивную ненаправленную сопрягающую схему, которая согласует по импедансу с 75-омным кабелем все потери. Небольшая фиксированная доля сигнала, проходящая в любом направлении магистрального кабеля, поступает в ответвительный кабель. Сигнал, поступающий со станции в ответвительный кабель, затухает в ответвителе и затем распространяется в обоих направлениях по магистрали.

Многопортовые ответвители возвращают часть энергии сигнала также в другие ответвительные кабели.

Вносимые ответвителем потери отражают способ разделения случайной энергии между портами; они не обусловлены рассеянием в ответвителе. Типичные значения, упомянутые ранее в связи с размерами сети, составляют 0,3 дБ вносимых потерь между портами магистрали для двух портовых ответвителей и 20 дБ потерь между магистральным кабелем и портами ответвителей. В любом случае все порты должны быть согласованы для правильного выполнения работы. Это означает, что 75-омное окончание должно быть подсоединено к каждому неиспользованному порту, и что кабель подключенный к любому порту должен заканчиваться надлежащим образом.

Согласующие схемы состоят только из пассивных элементов R, L и C. Соединения, передающие мощность, не допускаются.

Согласующие схемы заключаются в изоляционные кожухи для защиты от окружающих влияний и для электрического экранирования. Эти кожухи, обычно металлические фермы, содержат встроенные соединители для магистрального кабеля и ответвительного (ных) кабеля (лей). Кожухи, предназначенные для гиб-

ких магистральных кабелей, обычно используют соединители типа F для всех портов, в то время как коужухи, разработанные для полужестких кабелей, используют соединители типа F для ответвительных кабелей и специальные соединители, которые соединяются непосредственно с подготовленными должным образом окончаниями магистрального кабеля. Для случая запланированных F-соединителей см. примечания к п. 13.5.1.

**П4.5.1. Размещение ответвителей.** Не рекомендуется размещать ответвители и расщепители через одинаковые интервалы, равные половине длины волны при самой высокой частоте передачи сигналов.

**Примечание.** Эта максимальная ответственность установщика системы должна гарантировать, что спецификации настоящего раздела будут удовлетворяться

**П4.6. Заземление.** Относительно передаваемых сигналов экран магистрального кабеля может находиться либо в свободном состоянии, либо быть заземленным в одной или нескольких точках. Таким образом, заземления могут устанавливаться в соответствии с требованиями к электромагнитным излучениям, нормами безопасности и другими правилами, относящимися к конкретной установке. Обычно это означает подключение заземления кабеля в местах его входа или выхода из здания, а также через промежутки, не превышающие примерно 100 м внутри здания. Провода заземления следует подключать тщательно посредством зажимов, не допуская разломов и повреждений кабеля, поскольку такие повреждения приводят к появлению сильных отражений.

**П4.7. Защита от перенапряжений.** Существует хорошая практика по защите от наводок на провода заземления, вызываемых грозовыми разрядами. Соответствующие защитные устройства, отвечающие требованиям ANSI/IEEE 037.90.1—1979, следует использовать на каждом конце кабеля. Чтобы устранить влияния на характеристики логического объекта физического уровня (модема), емкостная нагрузка таких защитных средств от перенапряжений должна быть небольшой, и она не должна превышать значений, разрешенных для стандартных ответвителей. Для максимальной защиты от перенапряжений требуется низкоимпедансный хорошо заземленный провод.

**П4.8. Окончания.** Магистральный кабель должен иметь на всех своих окончаниях 75-омный импеданс. Все ответвительные кабели должны иметь соответствующие окончания на станционном конце. Все неиспользуемые порты ответвителей должны иметь 75-омное окончание. Для большинства типов коаксиальных кабелей коммерчески допустимы экранированные 75-омные коаксиальные терминаторы с хорошими частотными характеристиками в широкой полосе. Поскольку максимальные уровни передачи составляют +66 дБмВ, то достаточно номинальная мощность 0,25 Вт.

**П4.9. Соединенные секции кабеля.** В общем случае магистральный кабель состоит из нескольких отдельных секций коаксиального кабеля. Некоторые сегменты могут быть объединены посредством соединений с ответвителями, другие — посредством разветвительных соединителей (для полужесткого кабеля), либо непосредственно через соединители (для гибкого кабеля). Гибкие кабели должны быть снабжены на каждом конце согласующими соединителями, а окончания полужестких кабелей должны быть просто надлежащим образом подготовлены для сопряжения с соответствующими соединителями.

Хорошая инженерная практика состоит в поддержании постоянного импеданса между секциями кабеля путем использования по всей длине магистрали одного типа кабеля одного и того же изготовителя. При таком подходе устраняются значительные отражения в местах соединения кабелей. При необходимости соединения различных типов кабеля предлагается использовать согласующий импедансы соединитель с потерями (затуханиями) с целью уменьшения повторяющихся отражений. Для минимизации различий кабель следует приобретать у одного и того же поставщика.

**П4.10. Предварительно тестированный кабель.** Существует хорошая практика предварительно протестировать весь магистральный кабель перед его установкой. Цель такого тестирования — убедиться в том, что затухание не превы-

ищет ожидаемой величины на частотах, представляющих интерес, и в отсутствии скрытых (т. е. внутренних) разрывов, способных вызвать отражения. За номинальную плату большинство поставщиков кабеля готовы предварительно протестировать или аттестовать весь кабель перед его поставкой.

Тестирование кабеля на месте после его установки также рекомендуется, поскольку любое повреждение может снизить рабочие допуски или привести к его полной неисправности. Рекомендуемый метод тестирования установленного кабеля на наличие повреждений, несогласованных окончаний, коротких замыканий или разрывов состоит в использовании временного сферического рефлектометра, или измерителя потерь отражения.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 5

### Справочное

## РЕКОМЕНДУЕМОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТОТ

Распределение частот является предметом национальной стандартизации. В данном приложении приведено рекомендуемое распределение частот/размещение каналов.

1) Настоящий стандарт рекомендует такую конфигурацию физической среды обмена данными, которая известна в промышленности кабельного телевидения как однокабельная среднеразветвленная конфигурация. В такой конфигурации однонаправленные прямые и обратные каналы объединяются в пары с целью обеспечения двунаправленных каналов. Настоящий стандарт рекомендует смещение частоты 192,25 МГц между спаренными прямым и обратным каналами как в среднеразветвленной, так и в сильноразветвленной конфигурациях. Допустимы также другие конфигурации, включая двухкабельные, где прямой и обратный каналы организованы в отдельных однонаправленных кабелях.

Между скоростью передачи данных и минимальным частотным диапазоном канала существуют следующие взаимоотношения:

Для скорости передачи данных 1 Мбит/с требуется ширина полосы канала 1,5 МГц, для скорости 5 Мбит/с — 6 МГц, а для скорости 10 Мбит/с — 12 МГц. Обеспечение более высоких скоростей передачи данных при заданной ширине полосы канала находится в стадии изучения.

В табл. П5.1 показано предпочтительное образование пар для обычных североамериканских каналов полосой 6 МГц. Для наименования каналов были использованы общепринятые в системах североамериканского кабельного телевидения CATV понятия.

Каналы шириной 1,5 МГц образуются путем равномерного разделения любого канала шириной 6 МГц. Каналы шириной 12 МГц образуются из смежных каналов по 6 МГц, объединенных попарно, как указано линиями в средней колонке табл. П5.1.

Предпочтительные распределения каналов для двухчастотных среднеразветвленных и сильноразветвленных конфигураций североамериканских систем имеет вид:

а) для скорости передачи данных 10 Мбит/с должна использоваться пара каналов шириной 12 МГц с обратными каналами 3 и 4, и прямыми каналами Р и Q;

б) для скорости передачи данных 5 Мбит/с должна использоваться пара каналов по 6 МГц с обратным каналом 3, спаренным с прямым каналом Р, или обратным каналом 4, спаренным с прямым каналом Q.

б) для скорости передачи данных 1 Мбит/с должна использоваться пара каналов шириной 1,5 МГц, выбранная из одного из восьми равномерно разделенных подканалов по 1,5 МГц обратных каналов 3 и 4, спаренных с соответствующими прямыми каналами Р и Q.

Для двухкабельных одночастотных систем в кабелях прямого и обратного направлений могут использоваться специфицированные частоты прямого канала или частоты обратного канала.

При необходимости распределения группы каналов для группы ЛВС отдельной широкополосной среды коллективного пользования предполагается, что им должны назначаться различные пары каналов в соответствии с этими рекомендациями

Таблица П5.1

Обычные среднеразветвленные каналы североамериканского телевидения  
Основные понятия и группирование по парам

| Обратный канал | Частота (МГц) | Прямой канал | Частота (МГц) |
|----------------|---------------|--------------|---------------|
| T10            | 23,75         | I            | 216           |
| T11            | 29,75         | K            | 222           |
| T12            | 35,75         | L            | 228           |
| T13            | 41,75         | M            | 234           |
| T14            | 47,75         | N            | 240           |
| 2'             | 53,75         | O            | 246           |
| 3'             | 59,75         | P            | 252           |
| 4'             | 65,75         | Q            | 258           |
| 4A'            | 71,75         | R            | 264           |
| 5'             | 77,75         | S            | 270           |
| 6'             | 83,75         | T            | 276           |
| FM1'           | 89,75         | U            | 282           |
| FM2'           | 95,75         | V            | 288           |
| FM3'           | 101,75        | W            | 294           |

Эти пары каналов рекомендуются для использования в настоящем стандарте.

Главные каналы обратного направления представляют собой смещение обычных каналов прямого направления того же наименования.

Специфицированная частота — это нижняя частота диапазона.



**МЕТОД ПЕРЕДАЧИ ДВУХ СИМВОЛОВ\_УДС НА ОДИН  
СИМВОЛ\_ФИЗ**

Данное приложение содержит предварительные соображения по методу расширения базового трехсимвольного метода передачи на основе многоуровневой двубинарной амплитудно-фазовой модуляции (АМ/ОФМ) с целью удвоения скорости передачи данных в пределах одной и той же полосы частот. Предлагаемый метод обеспечивает передачу двух трехсимвольных каналов в квадратуре (т. е. с использованием несущих, которые находятся в фазоквадратном отношении друг к другу) при теоретическом отношении сигнал—помеха около 5 дБ, но с сохранением требований к когерентному или квазикогерентному обнаружению внутри приемников.

Стандартизация этого метода является предметом дальнейшего изучения.

В тех системах, где ремодуляторы и другие станции обеспечивают этот расширенный метод передачи (дополнительно к требуемому методу один символ\_УДС на символ\_ФИЗ согласно пп. 14.8.2.1 и 14.8.3) могут оказаться необходимыми дополнительные требования к взаимодействию. Предложены следующие требования, каждое из которых подлежит дальнейшему изучению:

1) Каждый логический объект физического уровня (включая ремодулятор), соответствующий положениям настоящего приложения, должен быть способен перейти на половинную скорость в соответствии с положениями пп. 14.8.2.1 и 14.8.3. Такое снижение скорости должно происходить под управлением диспетчера.

2) Каждый логический объект физического уровня (кроме объектов ремодулятора), способный передавать сигналы расширенным методом, п. 14.11, должен быть способен распознавать и различать последовательности псевдомолчания (см. п. 14.8.2) в обеспечиваемых им методах передачи.

3) Если используемый в сети метод передачи, определенный активным ремодулятором, поддерживается логическим объектом физического уровня, то данный логический объект должен определить этот используемый реализации в ЛВС метод передачи из анализа последовательности передаваемого псевдомолчания, используемой вместо «передаваемого» молчания в прямом канале, как определено в пп. 14.8.1 и 14.8.2. Такое определение используемого метода должно осуществляться снова по истечении любого периода, в течение которого в прямом канале была обнаружена непрерывная передача молчания (отсутствие модуляции) длительностью, по меньшей мере, 2 мс, либо после отмены выбранного режима шлейфа, либо после перебора широкополосной среды в качестве источника принимаемых символов (как описано в п. 14.8.14).

Если определенный путем такого анализа метод передачи в сети отличается от метода текущей передачи логического объекта физического уровня, то этот логический объект должен известить диспетчера о новом методе передачи (см. п. 9.2.7) и заблокировать передачу, пока сохраняется это различие.

**П6.1. Символьное кодирование.** При расширенном методе кодирования формируется два отдельных канала основной полосы частот, которые модулируются независимо по фазе и квадратурно сдвигом несущих относительно друг друга на 90°. В последующем обсуждении они называются фазовыми и квадратурными подканалами соответственно.

Операция кодирования, которой должны подвергаться каждый из входных символов\_УДС, при использовании трехсимвольной квадратурной модуляции (два символа\_УДС на символ\_ФИЗ), заключается в следующем:

1) Молчание

а) Ремодулятор должен кодировать последовательные символы молчание в последовательные символы\_ФИЗ в виде повторяющейся последовательности {2} {0} {2} {0} {4} {0} {0} {0}, которая всегда начинается символом {2} в каждый новый период передаваемого псевдомолчания. (Таким образом в фазном подканале последовательность передачи имеет вид {2} {2} {4} {0}, а в квадратурном подканале передачи {0} {0} {0} {0}). Кроме того, разрешается заканчивать последовательность после любого четного числа символов\_ФИЗ.)

б) Все станции, за исключением ремодулятора, должны закодировать первые два символа\_УДС молчания после не—молчания и последние два символа\_УДС молчания перед не—молчанием в виде символов\_ФИЗ {2}. Такие станции должны кодировать все остальные символы\_УДС молчание в виде символов\_ФИЗ {0} и должны прекращать передачу при передаче только таких символов {0}, представляющих молчание.

2) Зап\_нераб — последовательные символы зап\_нераб должны кодироваться в виде последовательных символов\_ФИЗ повторяющейся последовательности {4} {0} {0} {0}, при этом каждый новый период зап\_нераб должен всегда начинаться символом {4} и передача в фазовом подканале также должна начинаться с {4}. (Таким образом, в фазовом подканале передаваемая последовательность имеет вид {4} {0}, а в квадратурном подканале передаваемая последовательность имеет вид {0} {0}).

При передаче символов\_УДС зап\_нераб сразу после передачи символов\_УДС молчание логический объект подуровня\_УДС должен передать, по меньшей мере, столько октетов символов\_УДС зап\_нераб, сколько требуется для обозначения как минимум 64 символов\_ФИЗ.

**Примечание.** Для данного расширенного метода передачи этот минимум составляет восемь октетов символов\_УДС зап\_нераб (т. е. 32 бода).

3) Не\_данные. Скремблер, описываемый в п. 14.8.2.3, должен быть повторно инициализирован (предварительно установлен в единицы) с каждым символом не\_данные. Каждый символ не\_данные должен кодироваться как {2}, а восьми-символьная последовательность (ограничитель кадра) согласно 8.2.1 должна кодироваться следующим образом: каждая последовательность

не\_данные не\_данные, данные<sub>1</sub> не\_данные не\_данные данные<sub>2</sub> данные<sub>3</sub> данные<sub>4</sub> должна кодироваться в виде последовательности

{2} {2} {2} {2} {d<sub>1</sub>} {d<sub>2</sub>} {d<sub>3</sub>} {d<sub>4</sub>},

где каждый элемент данные представляет собой либо ноль, либо единица, каждый элемент d<sub>i</sub> соответствует кодированию символа\_УДС данные<sub>i</sub>, каждые {0} или {4} — как описано ниже, и всегда начиная с элемента {2} в основном канале. Таким образом, последовательность передачи в фазовом подканале имеет вид {2} {2} {d<sub>1</sub>} {d<sub>3</sub>}, а в квадратурном подканале {2} {2} {d<sub>2</sub>} {d<sub>4</sub>}.

В соответствии с п. 8.2.1 после каждой такой восьми-символьной последовательности ограничителя кадра кодирующее устройство должно начать поддерживать октетное упорядочение символов\_ФИЗ так, чтобы следующий выходной символ\_ФИЗ рассматривался как первый символ нового октета\_ФИЗ

**Примечания:**

1. Смысл октетного упорядочения символов\_ФИЗ на физическом уровне аналогичен смыслу октетного упорядочения символов\_УДС на подуровне\_УДС.

2. Поскольку символы не\_данные встречаются только в ограничителях кадра (см. п. 8.2.1), то физический уровень может сделать вывод, что подуровень\_УДС выдает последовательность ограничителя кадра при приеме первого символа не\_данные.

4) *Ноль и единица*. Каждый символ ноль или единица должен кодироваться следующим образом.

а) Символ\_УДС должен подаваться на вход скремблера, описанного в п 14 8 2 3, который выдаст «скремблированный» символ\_УДС ноль или единица,

б) Скремблированный символ\_УДС должен быть преобразован в один из выходных кодов символа\_УДС следующим образом

ноль  $\rightarrow \{0\}$

единица  $\rightarrow \{4\}$

Это преобразование данных, в  $\{d_i\}$ , рассматривается в Пб 3

в) К каждому скремблированному октету  $\{0\}$  и  $\{4\}$  кодированных символов\_ФИЗ должна применяться следующая процедура. Каждый такой октет этих кодированных символов\_ФИЗ должен сравниваться с предыдущим уже переданным октетом символов\_ФИЗ (т.е. после применения этой процедуры к предыдущему октету). Если сравниваемая пара октетов\_ФИЗ идентична отдельной упорядоченной паре кодированных символов\_ФИЗ, повторенной восемь раз (т.е.  $\{\{0\} \{0\}\}^8$ ,  $\{\{0\} \{4\}\}^8$  или  $\{\{4\} \{4\}\}^8$ ), так что передаваемые по фазовому и квадратурному подканалам последовательности, каждая из которых состоит из отдельного кодированного символа\_ФИЗ, возможно различных в каждом подканале, повторяются восемь раз, то последние три кода в октете\_ФИЗ при анализе должны изменяться следующим образом

$\{0\} \{0\} \{0\}$  должно быть заменено на  $\{2\} \{4\} \{2\}$

$\{0\} \{4\} \{0\}$  « « « «  $\{2\} \{0\} \{2\}$

$\{0\} \{0\} \{4\}$  « « « «  $\{2\} \{4\} \{2\}$

$\{4\} \{4\} \{4\}$  « « « «  $\{2\} \{0\} \{2\}$

Другими словами, последний код передаваемой последовательности в фазовом подканале изменяется перед передачей следующим образом  $\{0\}$  заменяется на  $\{4\}$ ,  $\{4\}$  заменяется на  $\{0\}$ , а последние два кода передаваемой последовательности в квадратурном подканале заменяются перед передачей на  $\{2\} \{2\}$

Примечание Эта процедура может изменять самое большее каждый второй октет символов\_ФИЗ, а второй октет после кодированной согласно п 8 2 1 последовательности (ограничитель кадра) является первым таким октетом, который может быть изменен. Эта процедура не влияет на работу скремблера, описанную выше в п 14 8 2 3

**Пб 2 Модуляция в основной полосе частот.** Кодированные сигналы символов\_ФИЗ должны быть преобразованы в импульсы соответствующей формы, амплитуда которых в правильно выбираемых интервалах определяется кодами выходных символов\_ФИЗ следующим образом (где МАКС — амплитуда наибольшего импульса):

$\{0\} \rightarrow 0/4 \text{ МАКС } (=0)$

$\{2\} \rightarrow 2/4 \text{ МАКС}$

$\{4\} \rightarrow 4/4 \text{ МАКС } (= \text{МАКС})$

Последовательность импульсов, соответствующих первому, третьему и т.д. (нечетным номерам) символам\_ФИЗ каждой передаваемой последовательности должна быть сформирована для передачи по фазовому каналу в соответствии с п 14 8 3 таким образом, чтобы их декодирование можно было осуществить путем полноволновой очистки демодулированного линейного сигнала фазового подканала. Эта последовательность известна под названием синфазной модуляции в основной полосе частот

Последовательность импульсов, соответствующая второму, четвертому и т.д. (четным номерам) символам\_ФИЗ каждой передаваемой последовательности должна быть сформирована для передачи по квадратурному подканалу в соответствии с п 14 8 3, таким образом, чтобы декодирование можно было осуществлять путем полноволновой очистки демодулированного квадратурного компонента линейного сигнала. Эта последовательность известна под названием квадратурной модуляции в основной полосе частот

**П6.3. Линейный сигнал в РЧ-диапазоне (на линейном выходе оконечного оборудования).** Эквивалентная фазовая модуляция в основной полосе частот согласно п. П6.2 должна быть применена к рч-несущей (синфазно), отсценгированной в заданном канале, а эквивалентная квадратурная модуляция в основной полосе частот согласно п. П6.2 должна быть применена к рч-несущей (синфазно) со сдвигом  $90^\circ$  по отношению к предыдущей (синфазной) несущей, и результирующие промодулированные несущие должны быть объединены и поданы в физическую среду на основе широкополосной шины, как определено в п. 14.8.7.

**Примечание.** Прислем любой эквивалентный метод наложения синфазных и квадратурных компонент на рч-несущую.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 7

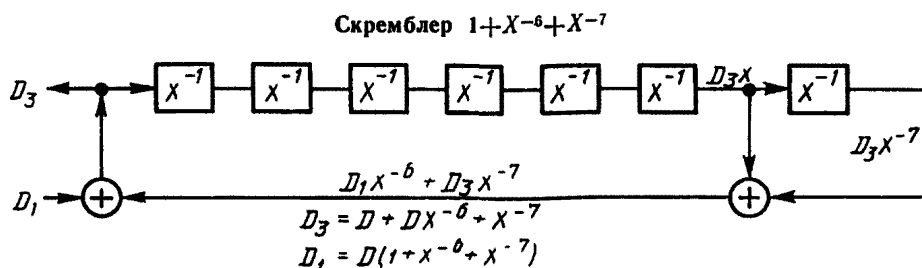
### Справочное

### ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА СКРЕМБЛИРОВАНИЯ

**П7.1. Скремблирование.** Полином сообщения делится на образующий полином  $1+X^{-6}+X^{-7}$  (см. черт. П7.1). Коэффициенты частного от этого деления берутся в убывающем порядке из последовательности данных, подлежащих передаче.

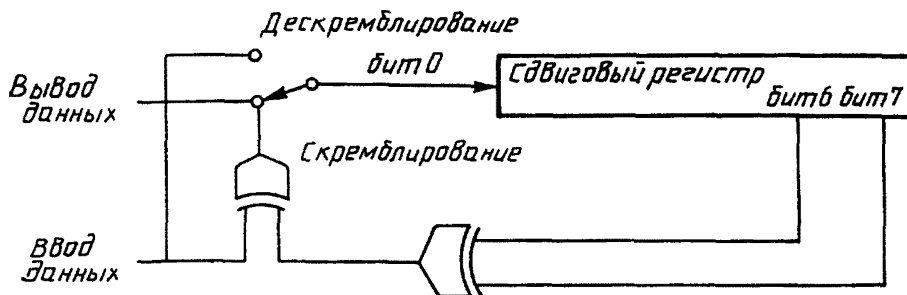
**П7.2. Дескремблирование.** На приемной скорости входящая битовая последовательность умножается на образующий полином  $1+X^{-6}+X^{-7}$  для образования полинома восстановленного сообщения. Коэффициенты восстановленного полинома, взятые в убывающем порядке, образуют выходную последовательность данных.

**П7.3. Элементы процесса скремблирования.** Коэффициент  $1+X^{-6}+X^{-7}$  рандомизирует передаваемые данные по всей последовательности длиной в 127 бит. Черт. П7.2 приведен только для иллюстрации, поскольку при другой методике логическая организация может иметь другую форму.



Черт. П7.1

## Пример схемы скремблера-дескремблера



Черт. П7.2

ПРИЛОЖЕНИЕ 8  
Справочное

## РАЗМЕРЫ И КОНФИГУРАЦИЯ СЕТИ

В данном приложении проиллюстрированы некоторые сетевые топологии, соответствующие положениям разд. 17. Данное приложение не ограничивает возможностей использования других топологий.

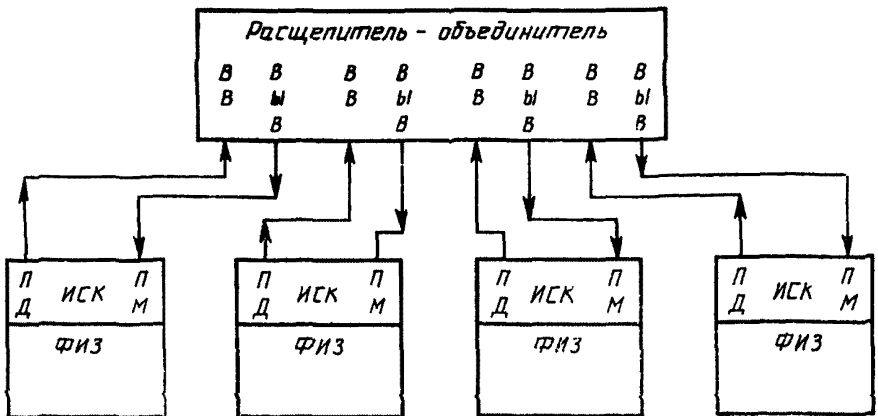
**П8.1. Топология сети.** Физические размеры сети, включая как графические размеры, так и число необходимых станций, будут оказывать значительное влияние на выбор топологии сети. Если требуется ограниченное число станций (например, от пяти до десяти), то может быть использована почти любая топология. На черт. П8.1 показаны возможные сетевые топологии, которые отвечают требованиям п. 17.4.1.1. В ситуациях, где требуется размещение большого числа станций на большой географической территории, может потребоваться многосвязная топология. Топологии такого типа могут разрастаться до очень большого числа станций.

При использовании этих топологий разработчик сети должен гарантировать, чтобы во всей системе времена нарастания сигналов, уровни фазового дрожания и мощности передаваемых сигналов сохранялись и соблюдались требования, изложенные в п. 17.4.1.1. В практически разрабатываемых сетях возможно использование волоконно-оптических кабелей с диаметром сердечника в диапазоне от 100/140 до 50/125 мкм.

**П8.2. Баланс потерь в топологиях типа пассивной звезды.** Ниже приводятся два примера баланса потерь в топологиях типа пассивной звезды. Максимальный радиус используемого кабеля равен 500 м.

В любой конфигурации, если радиус увеличивается до 1 км, то на затухание следует добавить максимум 3,5 дБ мощности и на дисперсию 0,5 дБ мощности.

## Звездообразная топология



Черт. П8.1

Таблица П8.1

## Баланс потерь мощности в конфигурации «пассивная звезда»

|                            | 8-портовая<br>пассивная звезда | 32-портовая<br>пассивная звезда |
|----------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Чувствительность приемника | Средняя                        | Высокая                         |
| Затухание в световоде      | 3,5 дБ                         | 3,5 дБ                          |
| Дисперсия в световоде      | 0,5 дБ                         | 0,5 дБ                          |
| Соединитель                | 2,0 дБ                         | 2,0 дБ                          |
| Узел связи «звезды»        | 11,0 дБ                        | 19,0 дБ                         |
| Системный допуск           | 3,0 дБ                         | 3,0 дБ                          |
| Сумма                      | 20,0 дБ                        | 28,0 дБ                         |

ПРИЛОЖЕНИЕ 9  
СправочноеРУКОВОДЯЩИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО КОНФИГУРАЦИИ  
ФИЗИЧЕСКОЙ СРЕДЫ

Приводимые ниже рекомендации по разработке и установке ЛВС, использующих передачу с фазонепрерывной модуляцией сдвигом частоты, являются результатом практического опыта и соответствуют типичным полевым условиям, с которыми пришлось столкнуться.

П9.1. Применение. Одна из первостепенных задач при разработке сети состоит в том, чтобы определить услуги, требуемые в текущий момент, и возмож-

ные в будущем их расширения и усовершенствования. В типичных ситуациях при выборе фазонепрерывной модуляции сдвигом частоты при скорости 1 Мбит/с возможно, что планируемые (и непланируемые) будущие изменения сведутся к добавлению ответвителей в существующий магистральный кабель и удлинителей на концах этого кабеля. Если существующая сеть невелика, а возможная в будущем сеть намного больше, то, пожалуй наиболее экономичным вариантом будет временная установка минимальной по размерам сети на основе дешевого гибкого кабеля. Будущие требования могут затем основываться на накапливаемом опыте, но без каких-либо конкретных привязок к существующему кабелю.

**П9.2. Размеры сети.** К двум важным параметрам, касающимся размеров сети, относятся общая длина всего кабеля и общее число ответвительных кабелей. Поскольку логические объекты физического уровня системы с фазонепрерывной модуляцией сдвигом частоты (т. е. модемы) просто связывают кабель посредством Т-образного соединения с незначительными потерями, то потери в каждом ответвителе невелики. Таким образом, в типичных реальных сетях длина кабеля обычно ограничивается, скорее, затуханием в кабеле, чем потерями в ответвителях. Общее распределение потерь мощности сигналов в сети, по существу, равны динамическому диапазону (разности между уровнями передачи и приема), определенному в п. 18.7 (30 дБ). Поскольку потери в кабеле возрастают с увеличением частоты, они должны измеряться на частоте 6,25 МГц, представляющей наибольший интерес.

В разд. 18 и 19 рекомендуется использовать кабели типа RG-6, RG-11 и полужесткий (гипсовый кабель систем кабельного телевидения) 75-омный кабель. Многие сети, имея усовершенствованные спецификации, но сохраняя соответствие прежним, оснащены кабелями этих типов и работают с ними (и различными типами других 75-омных кабелей). Типичные максимальные протяженности сетей, обеспечиваемые некоторыми доступными кабелями, следующие:

| Кабель  | Протяженность, м |
|---------|------------------|
| RG=59   | 1280             |
| RG=6    | 1600             |
| RG=11   | 2900             |
| IT4412I | 4600             |
| IT4750I | 7600             |

Несмотря на то, что настоящая спецификация охватывает использование повторителей для расширения магистрального кабеля за пределы, ограничиваемые балансом потерь, необходимость в таком расширении редко встречается на практике, и такое расширение может произойти за счет простоты, обеспечиваемой сервисом типа фазонепрерывной модуляции сдвигом частоты.

Число ответвителей в вышеупомянутых сетях обычно колеблется от 21 до примерно 30. Эти цифры отражают просто нужды пользователя, но не технические возможности. Настоящая спецификация не налагает прямых ограничений ни на максимальное число ответвителей, ни на число явно определяемых параметров кабеля. Большое число ответвительных кабелей может быть компенсировано минимизацией их длины.

**П9.3. Топология сети.** Предпочтительная топология сети — это длинная неразветвленная магистраль, при которой для последовательного обхода каждой станции требуется один магистральный кабель. В принципе могут быть добавлены и отдельные ветви посредством ненаправленных согласующих импеданс объединителей, но это обычно приводит уменьшению размеров сети или тре-

бует более дорогостоящего кабеля; в связи с чем такой подход не рекомендуется.

Настоящая спецификация определяет также использование для разветвления сети активных регенеративных повторителей. При их использовании ветвь должна быть относительно длинной, чтобы окупить себя, поэтому рекомендуется прежде всего оценить альтернативный вариант неразветвленного маршрута. Набор доступных дешевых кабелей позволяет удовлетворить большую часть потребностей ЛВС, работающих с полностью пассивной физической средой.

**П9.4. Ответвительные кабели.** Максимально допустимая длина ответвительных кабелей для сетей на основе шины с фазонепрерывной модуляцией сдвигом частоты составляет 350 мм. Поскольку ответвительный кабель не согласуется по импедансу и не имеет терминаторов, он представляет собой открытый отрезок намного короче четверти длины волны и обеспечивает эффективную шунтирующую емкость для магистрального кабеля. (Ограничение длины не является самоцелью, а состоит в том, чтобы ограничить шунтирующую емкость, вызывающую ограничения.)

Каждый ответвительный кабель создаст небольшие отражения в магистральном кабеле. Поскольку степень отражения пропорциональна длине отрезка, выгодно иметь этот отрезок покороче. Специфицируется только максимальная длина, а фактическая длина может быть и нулевой, если это удобно или желательно. При таком подходе минимизируются отражения и увеличивается число ответвительных кабелей до максимально возможного в данной сети.

**П9.5. Магистральное соединение.** Ответвительный кабель обычно подключается к магистральному через простой Т-образный соединитель. Обычно это согласующий импедансы 75-омный соединитель, используемый для магистрального кабеля, с соответствующим адаптером для ответвительного кабеля.

Если использование конкретного ответвителя постоянно прерывается, то Т-образный соединитель должен быть заменен соответствующим прямым (цилиндрическим) соединителем, либо данный отрезок кабеля должен быть отсоединен и заменен стандартным экранизированным ответвителем.

**Примечание.** Поскольку каждый ответвитель вносит рассогласование импедансов, то разнесенные в пространстве они могут привести к искажению сигналов вследствие накопления отражений, уменьшающих отношение сигнал—помеха в кабельной системе. Разработчики сети должны учитывать влияние пространственного расположения ответвителей.

**П9.6. Заземление.** Экран магистрального кабеля может находиться в свободном состоянии, либо заземлен в одной или в нескольких точках относительно передачи сигналов. Таким образом, заземления могут устанавливаться в соответствии с требованиями электромагнитных излучений, нормами безопасности и другими правилами, применимыми к данной конкретной установке. Обычно это означает заземление кабеля в местах его входа в здание или выхода из здания, и через интервалы, не превышающие примерно 100 м внутри здания. Провода заземления следует закреплять осторожно, посредством зажимов, не сдавливая и не повреждая кабель, поскольку такие повреждения кабеля вызывают сильные отражения. Соответствующие зажимы поставляются поставщиком оборудования систем кабельного телевидения.

**П9.7. Защита от перенапряжений.** Существует хорошая практика по защите кабеля от подземных перенапряжений, вызываемых грозовыми разрядами. Соответствующие защитные устройства, отвечающие требованиям ANSI/IEEE O37.90.1—1974 (R1979), должны применяться на каждом конце кабеля. Чтобы устранить влияния на характеристики логического объекта физического уровня (модема), емкостная нагрузка таких защитных устройств от перенапряжений должна быть небольшой и она не должна превышать значений, допустимых для стандартных ответвителей. Для максимальной защиты от перенапряжений требуется низкоимпедансный высокооточный провод заземления.



**П9.8. Окончание.** Магистральный кабель должен надлежащим образом заканчиваться на обоих концах. Для большинства типов коаксиальных кабелей коммерчески доступны экранизированные 75-омные коаксиальные терминаторы с хорошими частотными характеристиками. Поскольку уровни передачи не превышают 60 дБ (1 мВ; 37,5 Ом), достаточны номинальные уровни мощности величиной 0,25 Вт.

Не подключайте терминаторы ни к какому ответвителю кабеля. Ответвительные кабели представляют собой короткие не согласованные по импедансу отрезки, отходящие от магистрального кабеля; они не должны создавать для Т-образного соединителя большой шунтирующий импеданс по постоянному току.

**П9.9. Соединенные секции кабеля.** В общем случае магистральный кабель состоит из нескольких отдельных секций коаксиального кабеля, каждая из которых имеет на обоих концах согласующие соединители. Некоторые сегменты соединяются посредством Т-образных соединителей, используемых для ответвителей, другие же могут быть соединены сквозными (цилиндрическими) соединителями. Хорошая инженерная практика состоит в том, чтобы поддерживать постоянный импеданс между секциями кабеля, используя на всей магистрали один тип кабеля (типа RG-6 или RG-11) одного изготовителя. При таком подходе исключаются значительные отражения в местах соединения различных типов кабеля. При необходимости соединения различных типов кабеля предлагается использовать согласующий импедансы соединитель с потерями (с затуханиями), типа ответвителя, с целью уменьшения повторяющихся отражений. Для того чтобы минимизировать неоднородности, кабель следует брать из одной и той же партии (одного и того же поставщика и примерно одного времени изготовления). Существуют различия у разных поставщиков, которые вносят несогласованности. Следует сращивать две секции кабеля из одной катушки или, в крайнем случае, из одной и той же партии, добиваясь минимальных потерь.

**П9.10. Предварительно тестируемый кабель.** Существует хорошая практика предварительно перед установкой протестировать весь магистральный кабель. Цель такого тестирования — убедиться в том, что затухание не превышает ожидаемой величины на частотах, и в отсутствии скрытых (то есть, внутренних) разрывов, способных вызвать отражения. За минимальную плату большинство поставщиков кабелей могут предварительно протестировать или аттестовать весь кабель перед поставкой. Тестирование на месте после установки также рекомендуется, поскольку любое повреждение может снизить рабочие допуски или привести к полной неисправности. Рекомендуемый метод проверки установленного кабеля на наличие повреждений, несогласованных окончаний, замыканий или разрывов состоит в использовании сферического рефлектометра, который имеется у различных изготовителей инструмента.

**Примечание.** Для магистрального кабеля и ответвителей рекомендуется применять коаксиальный кабель по ГОСТ 11326.9 типа РК 75—4—12.

## *ПРИЛОЖЕНИЕ 10* *Справочное*

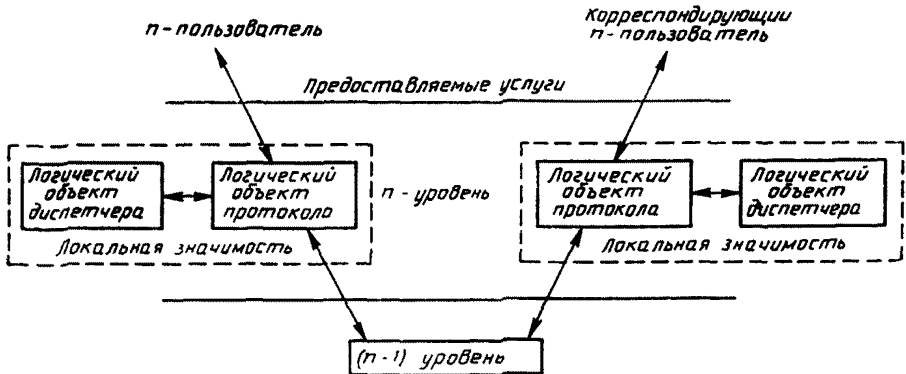
### **МОДЕЛЬ, ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ДЛЯ СПЕЦИФИКАЦИИ УСЛУГ**

**П10.1. Иерархия услуг.** Услуги уровня — это те возможности, которые уровень представляет их пользователю в следующем вышерасположенном уровне. Чтобы обеспечить свои услуги, уровень организует свои функции на основе тех услуг, которые он запрашивает от смежного нижерасположенного уровня. На черт. П10.1 отражено это понятие иерархии услуг и показано взаимоотношение двух соответствующих N-пользователей и соответствующих протокольных логических объектов N-уровня.

**П10.2. Интерфейс N-уровня.** Услуги специфицируются путем описания потока информации на интерфейсе между N-пользователем и N-уровнем. Этот поток информации моделируется дискретными мгновенными событиями на интерфейсе, которые характеризуют обеспечение услуги. Каждое событие состоит из передачи сервисного примитива из одного уровня другому через пункт доступа к услуге N-уровня, логически связанный с N-пользователем. Сервисные примитивы переносят информацию, необходимую для обеспечения конкретной услуги. Эти сервисные примитивы являются абстрактными в том смысле, что они определяют только обеспечиваемую услугу, а не средства, с помощью которых эта услуга обеспечивается. Такое определение услуг не зависит от конкретной реализации интерфейса.

Конкретные реализации могут иметь также средства взаимодействия интерфейсов, которые не имеют прямого межкомпоновочного влияния. Примерами таких локальных взаимодействий служат управление потоком через интерфейс, запросы и индикации состояний, уведомления об ошибках и управление уровнем.

#### Иерархическое взаимоотношение услуг



Черт. П10.1

**П10.3. Спецификация услуг.** Услуги определяются здесь путем описания сервисных примитивов и параметров, которые характеризуют каждую услугу.

Каждый сервисный примитив может не иметь параметров, иметь несколько параметров, которые передают информацию, необходимую для обеспечения услуги.

**П10.4. Классификация примитивов услуг N-уровня.** Примитивы бывают двух основных типов.

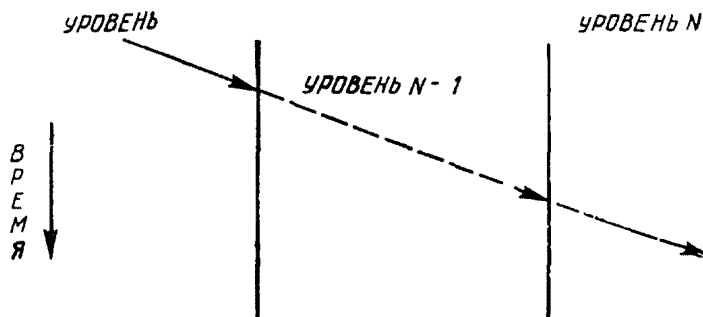
**П10.4.1. Запрос.** Примитив запроса передается от  $N$ -уровня к  $(N-1)$ -уровню для запроса инициации услуги.

**П10.4.2. Индикация.** Примитив индикации передается от  $(N-1)$ -уровня к  $N$ -уровню для передачи события внутреннего для  $(N-1)$ -уровня, которые имеют значимость для  $N$ -уровня. Это событие может быть логически связано с удаленным запросом услуги или может быть вызвано событием внутренним по отношению к  $(N-1)$ -уровню.

**П10.5. Режим взаимодействия.** Возможные взаимоотношения между типами примитивов приведены на временных диаграммах последовательностей на черт. П10.2. На этом чертеже отражено также логическое взаимоотношение различных типов примитивов. Типы примитивов, которые происходят раньше по вре-

мени и соединяются на диаграмме пунктирными линиями, являются логическими предшественниками последующих типов примитивов. Заметим, что логические и временные взаимоотношения примитивов индикации и ответов определяются семантикой конкретной услуги.

#### Взаимоотношения сервисных примитивов



Черт. П.10.2

#### ПРИЛОЖЕНИЕ 11

##### Справочное

#### СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

|        |   |                                                 |
|--------|---|-------------------------------------------------|
| АКД    | — | аппаратура окончания канала данных              |
| АМ     | — | амплитудная модуляция                           |
| АО     | — | адрес отправителя                               |
| АП     | — | адрес получателя                                |
| АПД    | — | аппаратура передачи данных                      |
| АФМ    | — | амплитудно-фазовая модуляция                    |
| БМЗ    | — | бит младшей значимости                          |
| БСЗ    | — | бит старшей значимости                          |
| ВМ     | — | адрес владельца маркера                         |
| ВОС    | — | взаимосвязь открытых систем                     |
| ДД     | — | дистанционный диспетчер                         |
| ДИСП   | — | диспетчер                                       |
| ДС     | — | адрес данной станции                            |
| ЗАП    | — | заполнитель                                     |
| И/Г    | — | индивидуальный/групповой (бит)                  |
| ИД     | — | идентификатор                                   |
| ИДУ    | — | интерфейс с диспетчером уровня                  |
| ИНТ—КА | — | интерфейсный конечный автомат                   |
| ИСК    | — | интерфейсный соединитель кабеля                 |
| КО     | — | конечный ограничитель                           |
| КПК    | — | контрольная последовательность кадра            |
| КСВН   | — | коэффициент стоячей волны напряжения            |
| ЛВС    | — | локальная вычислительная сеть                   |
| ЛОФ    | — | логический объект физического уровня            |
| Л/У    | — | локальное/универсальное администрирование (бит) |

|        |   |                                      |
|--------|---|--------------------------------------|
| МСМ    | — | модуль сопряжения с магистралью      |
| МШ     | — | молчание шины                        |
| НО     | — | начальный ограничитель               |
| ООД    | — | оконечное оборудование данных        |
| ОФМ    | — | относительная фазовая модуляция      |
| ПБД    | — | протокольный блок данных             |
| ПД—КА  | — | передающий конечный автомат          |
| ПМ—КА  | — | приемный конечный автомат            |
| ПМКД   | — | прием кадра данных                   |
| ПМПК   | — | прием протокольного кадра            |
| ПП     | — | пакет помех                          |
| ПС     | — | адрес предыдущей станции             |
| РТР—КА | — | рестрансляционный конечный автомат   |
| СБД    | — | сервисный блок данных                |
| СКЗ    | — | среднеквадратичное значение          |
| СС     | — | адрес следующей станции              |
| ТОМ    | — | тайм-аут оборота маркера             |
| УД     | — | управление доступом                  |
| УД—КА  | — | конечный автомат управления доступом |
| УДС    | — | управление доступом к среде          |
| УК     | — | управление кадром                    |
| УЛЗ    | — | управление логическим звеном         |
| ФИЗ    | — | физический (уровень)                 |
| ШМД    | — | шина с маркерным доступом            |
| ЭСЛ    | — | эммитерно-связанная логика           |

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН Министерством радиопромышленности СССР
2. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Комитета стандартизации и метрологии СССР от 27.09.91 № 1519

Настоящий стандарт подготовлен методом прямого применения международного стандарта ИСО 8802/4—88 «Системы обработки информации. Локальные вычислительные сети. Метод маркерного доступа к шине и спецификация физического уровня» и полностью ему соответствует

3. Срок проверки — 1997 г.
4. ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

| Обозначение отечественного НТД, на который дана ссылка | Обозначение соответствующего международного стандарта | Номер пункта, приложения                                  |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| ГОСТ 34.973—91                                         | ИСО 8824—90                                           | 1.3, 3.1                                                  |
| ГОСТ 11326.9—79                                        |                                                       | Приложение 9                                              |
| ГОСТ 24402—88                                          |                                                       | 1.2, 1.3, 13.1, 15.1, 16.1, 17.1, 18.1, 19.1, 19.9.2      |
| ГОСТ 28906—91                                          | ИСО 7498—84                                           | 1.1 1.3                                                   |
| ГОСТ 28907—91                                          | ИСО 8802/2—88                                         | 1.3, 2.2.2.4, 2.2.3.4, 4.1.5                              |
|                                                        | ИСО 2382/25—88                                        | 1.2, 1.3, 13.1, 15.1, 16.1, 17.1, 18.1, 19.1              |
|                                                        | ИСО 4902—89                                           | 1.3, 10.5.5                                               |
|                                                        | ИСО 7498/2—86                                         | 3                                                         |
|                                                        | ИСО 8802/4—88                                         | 4.1.4.1                                                   |
|                                                        | ИСО 9314/3—90                                         | 1.3, 1.7.3, 16.1, 16.7.12, 17.1                           |
|                                                        | ИСО 9595—90                                           | 1.3, 3, 9                                                 |
|                                                        | ИСО 9655—90                                           | 1.3, 3, 9                                                 |
|                                                        | ИСО/ПМС 10039—90                                      | 2                                                         |
|                                                        | МЭК 169—1968                                          | 1.3, 13.5.1, 15.5.1, 18.7.5, 19.1, 19.5.1                 |
|                                                        | МЭК 169/8—1968                                        | 17.4                                                      |
|                                                        | МЭК 380—1975                                          | 1.3, 12.8.2, 14.9.2, 15.6.2, 16.8.2, 17.6, 18.8.2, 19.6.2 |
|                                                        | МЭК 435—1983                                          | 1.3, 12.8.2, 14.9.2, 15.6.2, 16.8.2, 17.6, 18.8.2, 19.6.2 |
|                                                        | МЭК 716—1983                                          | 1.3                                                       |
|                                                        | МЭК 950—1986                                          | 1.3, 12.8.2, 14.9.2, 15.6.2, 16.8.2, 17.6, 18.8.2, 19.6.2 |
|                                                        | X.150 МККТТ                                           | 9.2.7.2                                                   |
|                                                        | EIA 550                                               | 13.5.1, 15.5.1                                            |
|                                                        | ANSI/IEEE 037.90.1—1974                               | Приложения 4, 9                                           |
|                                                        | Нормы 15—78                                           | 19.9.2                                                    |

\* До прямого применения данного документа в качестве государственного стандарта распространение его осуществляет секретариат ТК22 «Информационная технология».

## СОДЕРЖАНИЕ

|       |                                                                           |     |
|-------|---------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1.    | ВВЕДЕНИЕ И ОБЩИЙ ОБЗОР                                                    | 1   |
| 1.1.  | Назначение                                                                | 2   |
| 1.2.  | Определения                                                               | 2   |
| 1.3.  | Ссылки                                                                    | 2   |
| 1.4.  | Соответствие стандарту                                                    | 3   |
| 1.5.  | Общее описание маркерного метода доступа                                  | 4   |
| 1.6.  | Внутренняя структура подуровня УДС                                        | 5   |
| 1.7.  | Физический уровень и физическая среда                                     | 8   |
| 1.8.  | Характеристики метода доступа                                             | 13  |
| 1.9.  | Построение стандарта                                                      | 14  |
| 2.    | ИНТЕРФЕЙС УЛЗ—УДС. СПЕЦИФИКАЦИЯ УСЛУГ                                     | 15  |
| 2.1.  | Обзор услуг на интерфейсе УЛЗ—УДС                                         | 15  |
| 2.2.  | Детализированные взаимодействия с логическим объектом УЛЗ                 | 16  |
| 3.    | ДИСПЕТЧЕР ПОДУРОВНЯ УДС                                                   | 19  |
| 3.1.  | Краткое описание                                                          | 21  |
| 3.2.  | Средства диспетчера УДС                                                   | 21  |
| 4.    | ФОРМАТЫ КАДРОВ                                                            | 29  |
| 4.1.  | Компоненты кадра                                                          | 30  |
| 4.2.  | Нумерация типов кадров                                                    | 38  |
| 5.    | ЭЛЕМЕНТЫ ОПЕРАЦИЙ ПОДУРОВНЯ УДС                                           | 40  |
| 5.1.  | Основные операции                                                         | 42  |
| 5.2.  | Состояния конечного автомата управления доступом (УД—КА)                  | 53  |
| 5.3.  | Описание интерфейсного конечного автомата                                 | 61  |
| 5.4.  | Описание приемного конечного автомата                                     | 63  |
| 5.5.  | Описание передающего конечного автомата                                   | 68  |
| 5.6.  | Описание ретрансляционного конечного автомата                             | 69  |
| 6.    | ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОДУРОВНЯ УДС И ТРЕБОВАНИЯ К НЕМУ                             | 71  |
| 6.1.  | Определения параметров УДС                                                | 71  |
| 6.2.  | Порядок передачи                                                          | 73  |
| 6.3.  | Маркировка задержки                                                       | 73  |
| 6.4.  | Прочие требования                                                         | 73  |
| 6.5.  | Использование адресных бит в алгоритмах соперничества                     | 77  |
| 6.6.  | Факультативные возможности подуровня УДС                                  | 79  |
| 6.7.  | Дополнительные возможности УДС                                            | 80  |
| 6.8.  | Делегирование права на передачу                                           | 82  |
| 7.    | КОНЕЧНЫЙ АВТОМАТ УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ (УД—КА).<br>ФОРМАЛИЗОВАННОЕ ОПИСАНИЕ | 83  |
| 7.1.  | Переменные и функции                                                      | 83  |
| 7.2.  | Формализованное описание автомата управления доступом                     | 96  |
| 8.    | ИНТЕРФЕЙС ФИЗИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ—УДС. СПЕЦИФИКАЦИЯ<br>УСЛУГ НА ИНТЕРФЕЙСЕ     | 133 |
| 8.1.  | Обзор услуг физического уровня ЛВС                                        | 133 |
| 8.2.  | Подробная спецификация                                                    | 135 |
| 9.    | ДИСПЕТЧЕР ФИЗИЧЕСКОГО УРОВНЯ                                              | 140 |
| 9.1.  | Общее описание                                                            | 141 |
| 9.2.  | Средства управления физического уровня                                    | 141 |
| 9.3.  | Дополнительное управление                                                 | 147 |
| 10.   | ИНТЕРФЕЙС ООД—АКД                                                         | 147 |
| 10.1. | Краткое описание интерфейса ООД—АКД                                       | 147 |
| 10.2. | Примитивы ФИЗ_БЛОК_ДАННЫХ. запрос и ФИЗ_БЛОК_ДАННЫХ. индикация            | 149 |
| 10.3. | Диспетчер физического уровня                                              | 152 |
| 10.4. | Электрические характеристики                                              | 160 |
| 10.5. | Механические характеристики                                               | 166 |

|                                                                                                       |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 11. РЕЗЕРВНЫЙ                                                                                         | 169 |
| 12. ОДНОКАНАЛЬНАЯ ШИННАЯ ЛВС<br>ДУЛЯЦИЕЙ СДВИГОМ ЧАСТОТЫ. С ФАЗОКОГЕРЕНТНОЙ МО-<br>ФИЗИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ | 169 |
| 12.1. Основные понятия                                                                                | 169 |
| 12.2. Назначение                                                                                      | 171 |
| 12.3. Вопросы совместимости                                                                           | 171 |
| 12.4. Краткое описание физической среды                                                               | 171 |
| 12.5. Общее описание физического уровня                                                               | 172 |
| 12.6. Использование диспетчера                                                                        | 174 |
| 12.7. Спецификация функциональных, электрических и механических характеристик                         | 174 |
| 12.8. Спецификация окружающей среды                                                                   | 185 |
| 12.9. Маркировка                                                                                      | 185 |
| 13. ОДНОКАНАЛЬНАЯ ШИННАЯ ЛВС<br>ДУЛЯЦИЕЙ СДВИГОМ ЧАСТОТЫ. С ФАЗОКОГЕРЕНТНОЙ МО-<br>ФИЗИЧЕСКАЯ СРЕДА   | 185 |
| 13.1. Основные понятия                                                                                | 187 |
| 13.2. Назначение                                                                                      | 188 |
| 13.3. Вопросы совместимости                                                                           | 188 |
| 13.4. Краткое описание                                                                                | 189 |
| 13.5. Спецификация функциональных, электрических и механических характеристик                         | 190 |
| 13.6. Спецификация окружающих условий                                                                 | 193 |
| 13.7. Вопросы, касающиеся задержки-тракта-передачи                                                    | 194 |
| 13.8. Документация                                                                                    | 195 |
| 13.9. Расположение сети                                                                               | 195 |
| 14. ФИЗИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ НА ОСНОВЕ ШИРОКОПОЛОСНОЙ ШИНЫ                                                  | 195 |
| 14.1. Основные понятия                                                                                | 196 |
| 14.2. Назначение                                                                                      | 198 |
| 14.3. Вопросы совместимости                                                                           | 199 |
| 14.4. Краткое описание функций однокабельной физической среды                                         | 199 |
| 14.5. Описание функционирования двухкабельной физической среды                                        | 200 |
| 14.6. Общее описание                                                                                  | 200 |
| 14.7. Использование диспетчера                                                                        | 203 |
| 14.8. Требования к функциональным электрическим и механическим характеристикам                        | 204 |
| 14.9. Требования к окружающей среде                                                                   | 221 |
| 14.10. Маркировка                                                                                     | 221 |
| 15. ФИЗИЧЕСКАЯ СРЕДА НА ОСНОВЕ ШИРОКОПОЛОСНОЙ ШИНЫ                                                    | 222 |
| 15.1. Основные понятия                                                                                | 224 |
| 15.2. Назначение                                                                                      | 226 |
| 15.3. Вопросы совместимости                                                                           | 226 |
| 15.4. Краткое описание                                                                                | 227 |
| 15.5. Спецификация функциональных, электрических и механических характеристик                         | 229 |
| 15.6. Требования к окружающим условиям                                                                | 232 |
| 15.7. Вопросы, касающиеся задержки-тракта-передачи                                                    | 233 |
| 15.8. Документация                                                                                    | 233 |
| 15.9. Размещение сети                                                                                 | 234 |
| 16. ФИЗИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ НА ОСНОВЕ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО КАБЕЛЯ                                         | 235 |
| 16.1. Основные понятия                                                                                | 236 |
| 16.2. Назначение                                                                                      | 238 |
| 16.3. Вопросы совместимости                                                                           | 238 |
| 16.4. Общее описание операций                                                                         | 239 |
| 16.5. Краткое описание физического уровня                                                             | 239 |
| 16.6. Использование диспетчера                                                                        | 241 |

|                                                                                                |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 16.7. Требования к функциональным, оптическим, электрическим и механическим характеристикам    | 241 |
| 16.8. Спецификация окружающей среды                                                            | 249 |
| 16.9. Маркировка                                                                               | 249 |
| 17. ФИЗИЧЕСКАЯ СРЕДА НА ОСНОВЕ ВОЛОКНО-ОПТИЧЕСКОГО КАБЕЛЯ                                      | 250 |
| 17.1. Основные понятия                                                                         | 250 |
| 17.2. Назначение                                                                               | 253 |
| 17.3. Вопросы совместимости                                                                    | 253 |
| 17.4. Общее описание                                                                           | 254 |
| 17.5. Спецификация функциональных, оптических и механических характеристик                     | 254 |
| 17.6. Вопросы безопасности                                                                     | 257 |
| 17.7. Вопросы, касающиеся задержки-тракта-передачи                                             | 257 |
| 17.8. Документация                                                                             | 258 |
| 18. ФАЗОНЕПРЕРЫВНАЯ МОДУЛЯЦИЯ СДВИГОМ ЧАСТОТЫ. СПЕЦИФИКАЦИЯ ФИЗИЧЕСКОГО УРОВНЯ ШИННОЙ ЛВС      | 258 |
| 18.1. Основные понятия                                                                         | 258 |
| 18.2. Назначение                                                                               | 260 |
| 18.3. Вопросы совместимости                                                                    | 261 |
| 18.4. Краткое описание физической среды                                                        | 261 |
| 18.5. Краткое описание физического уровня                                                      | 261 |
| 18.6. Использование функций управления                                                         | 263 |
| 18.7. Спецификация функциональных, электрических и механических характеристик                  | 263 |
| 18.8. Спецификация окружающей среды                                                            | 269 |
| 18.9. Маркировка                                                                               | 270 |
| 19. ФИЗИЧЕСКАЯ СРЕДА НА ОСНОВЕ ОДНОКАНАЛЬНОЙ ШИНЫ С ФАЗОНЕПРЕРЫВНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ СДВИГОМ ЧАСТОТЫ | 270 |
| 19.1. Основные понятия                                                                         | 270 |
| 19.2. Назначение                                                                               | 273 |
| 19.3. Вопросы совместимости                                                                    | 273 |
| 19.4. Краткое описание                                                                         | 273 |
| 19.5. Спецификация функциональных, электрических и механических характеристик                  | 275 |
| 19.6. Требования к окружающей среде                                                            | 277 |
| 19.7. Вопросы, касающиеся задержки-тракта-передачи                                             | 278 |
| 19.8. Документация                                                                             | 278 |
| 19.9. Расположение сети                                                                        | 279 |
| Приложение 1. Пример распределения канальных частот                                            | 279 |
| Приложение 2. Рекомендации по иерархической структуре локально администрируемых адресов        | 279 |
| Приложение 3. Пояснения к режиму управления                                                    | 280 |
| Приложение 4. Руководящие материалы по конфигурации физической среды                           | 285 |
| Приложение 5. Рекомендуемое распределение частот                                               | 288 |
| Приложение 6. Метод передачи двух символов-УДС на один символ-ФИЗ                              | 290 |
| Приложение 7. Подробное описание процесса скремблирования                                      | 293 |
| Приложение 8. Размеры и конфигурация сети                                                      | 294 |
| Приложение 9. Руководящие материалы по конфигурации физической среды                           | 295 |
| Приложение 10. Модель, используемая для спецификации услуг                                     | 298 |
| Приложение 11. Список сокращений                                                               | 300 |
| Информационные данные                                                                          | 302 |



Редактор *В. П. Огурцов*  
Технический редактор *В. Н. Прусакова*  
Корректор *Н. Д. Чехотина*

Сдано в наб. 31.10.91 Подп. в печ. 21.02.92. Усл. печ. л. 19,25. Усл. кр.-отт. 19,38. Уч.-изд.  
л. 20,12. Тир. 490 экз.

---

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123557, Москва, ГСП  
Новопресненский пер., 3.  
Калужская типография стандартов, ул. Московская, 256, Зак. 2116