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)**

БЗ 7—91/819

**Издание официальное**

КОМИТЕТ СТАНДАРТИЗАЦИИ И МЕТРОЛОГИИ СССР
Москва
1992

gost.e-ecolog.ru

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

МОСКВА—1992

© Издательство стандартов, 1992

УДК 681.224:621.391:006.354 Группа П85

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

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.

**Взаимоотношения смежных уровней протокола**




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 учрежденческих 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) Внутристанционные 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.

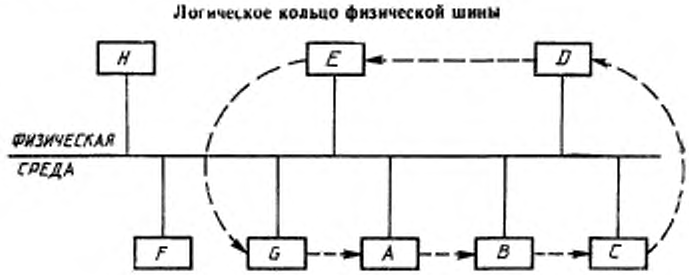
Заметим, что в соответствии с черт. 1.2 маркерный метод доступа к среде в логическом смысле всегда имеет последовательный характер. То есть, при нормальном устойчивом выполнении опера-

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.

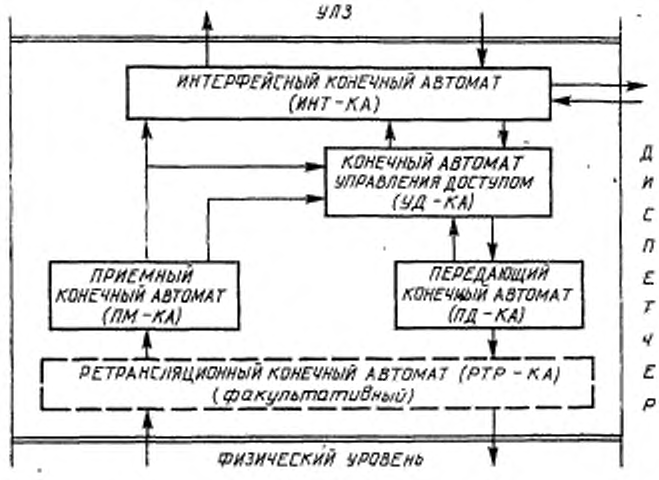
1.6. **Внутренняя структура подуровня УДС**

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.

**Функциональная структура подуровня УДС**




Черт. 1.3

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 ограничители 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 относят:

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 СР-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 кодировние 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 синхрочастоту 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, начиная 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±0,08) МГц
2) частота низкого уровня (3,75±0,08) МГц

*Зап_нерабочее* — чередующиеся символы единица и ноль, начиная с нуля.

**Восстановление синхронизации** — из переходов, генерируемых манчестерским 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 детерминируемые 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 шинной 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 фазонепрерывной 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:

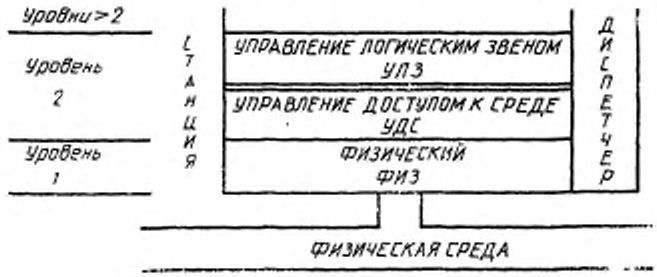
1) УД_БЛОК_ДАННЫХ.запрос

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 налагает 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 (наинизший) 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) означает 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).

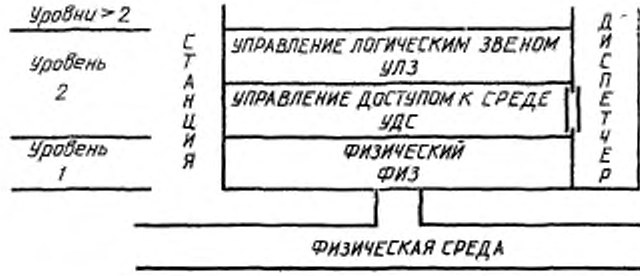
2.2.3.5. **Дополнительные замечания.** Предполагается, что подуровень УЛЗ обладает достаточной информацией, чтобы логически увязать состояние с соответствующим запросом.

## 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 назначение 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, относится «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 кадра 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 осущест-

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 других сетей, 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. **минДлинаПреамбулыПослеМолчания** — 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**

3.5.2.5. **максПределПопыток**

3.2.5.3. **времяУдержанияМаркераВысшПриоритета**

3.5.2.4. **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 максВремениОборота Маркера 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, использовав 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. **неожидаемыйКадр** — число переходов состояний неожидаемый_кадр_6 и неожидаемый_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 действительныхКадров, 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. **действительныеКадры** — число принятых действительных кадров всех типов, включая управляющие кадры УДС (см. п. 4.1).

3.2.10.2. **ошибкиМодема** — число пакетов помех, которые появляются при сбросе переменной ожидаемые_помехи. ОшибкиМодема — 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 ошибкиМодема 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 инициирующее действие диспетчера. Дистанционное инициирующее 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 инициирующее действие должно игнорироваться, если подуровень УДС уже находится в состоянии АВТОНОМНОЕ. Параметр запроса действия может

предположительно иметь значения *макрернаяШина*, *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 начинает 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 новый Преемник, 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 абревиатуры для обозначения адресов станций, преемников 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 одноктетная преамбула, чтобы удовлетворить требование 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).

| | Символ_УДС, передаваемый первым ↓ | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Начальный ограничитель (НО) | 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 | C | C | C | C | C | C |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |

— битовые позиции,

где

CCCCCC = тип кадра управление_УДС кодируется следующим образом:

| C C C C C C | |
|---|---|
| 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 ↓

| F F | M M M | P P P |
|---|---|---|
| 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);

MMM = 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)

PPP = 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

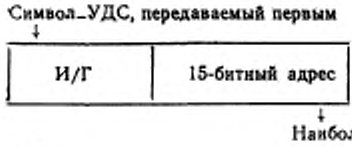
Примечание. Использование комбинации 10 в поле «тип кадра» для указания кадров диспетчера не рекомендуется и включено только для сохранения обратной совместимости с прежними версиями стандарта.

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

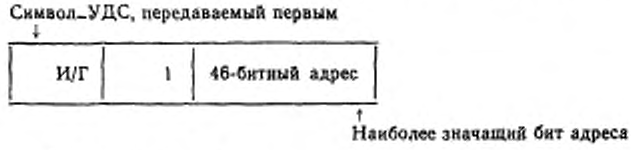
4.1.4. **Поля адресов.** Каждый кадр должен содержать два адресных поля: поле адреса получателя и поле адреса отправителя в изложенной последовательности. Адресные поля должны иметь длину либо 16 либо 48 бит. В одной ЛВС все адреса должны иметь одинаковую длину.

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

1) Формат 16-битного адреса



2) Формат 48-битного локального администрируемого адреса




3) Формат 48-битного глобально администрируемого 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 взаимоувязанных станций.

**Широковещательные адреса.** Групповой адрес, состоящий из одних *единиц* (т. е. 16 *единиц* при двухоктетной и 48 *единиц* при шестиоктетной 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 наивысшее 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 кадра», 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 $X^{k}(X^{31}+X^{30}+\ldots+X^{29}\ldots+X^{2}+X+1)$ на стандартный образующий полином 32-й степени, где $k$ — число бит в поле «управление кадра», адресных полях (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 передавать 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:

Символ_УДС, передаваемый первым ↓

| Конечный ограничитель КО | N | N | I | N | N | I | I | E |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| битовые позиции — | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |

где N = символ УДС не_данные;
1 — символ_УДС единица;
I — промежуточный бит (I = передача продолжится, 0 = конец передачи);
E — бит ошибки (0 = нет ошибок, 1 = ошибка).

Седьмой символ_УДС КО называется промежуточным битом (или битом I). 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 I 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 | 01MMMPPP | 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 кадра), 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 ОПЕРАЦИЙ 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 станции. Сюда входят:

1) наличие нескольких маркеров,

2) потерянный маркер,

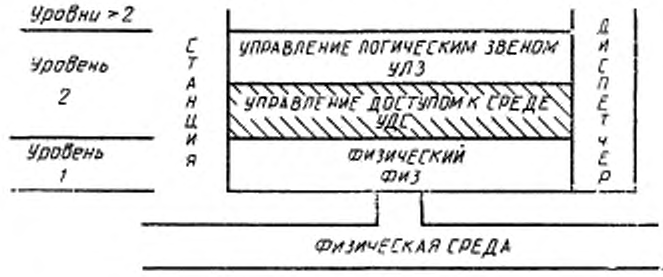
3) безуспешная передача маркера,

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 одновременных ошибок.

Для лучшего понимания операций по передаче маркера в широковещательной 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 преемнику (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 преемника (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 преемника определяются динамически и поддерживаются описываемыми алгоритмами. Всякий раз, когда станция меняет своего преемника 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 удается захватить маркер, то передающая станция использует последовательность 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 воможность, 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 специального 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 инициирующая 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 завладевает 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_преемника своей станции — предшественнику (т. е. станции, которая передала ей мар-

кер), содержащий адрес своего преемника. Затем станция, желающая выйти из кольца, передает, как обычно, маркер своему преемнику. 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 кадра». 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 преемнику 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 преемнику.

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 число 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 * 19) и ею передано три кадра данных высокого приоритета. Таким образом, измеренное станцией 8 фактическое «время» оборота маркера равно 460 (3 * 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**

**ФИЗИЧЕСКАЯ СРЕДА**

| | ДС=10 | | ДС=8 ТОМ=1600 | | ДС=6 ТОМ=1600 | | ДС=2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Обращение маркера | 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 (инициирующий) 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 обработает другой запрос или инициирует процедуры обслуживания-кольца/передачи-маркера.

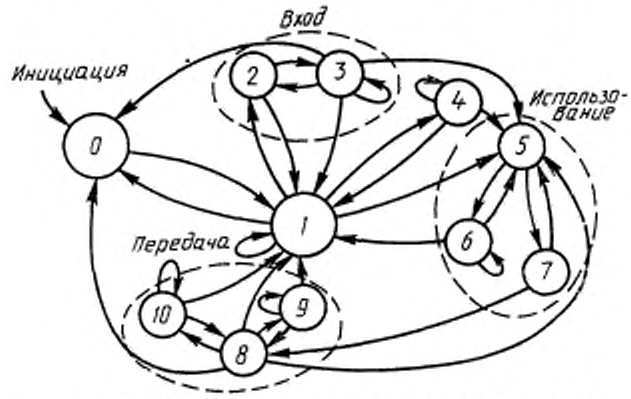
5.1.11. **Рандомизированные переменные.** Некоторые переменные, используемые протоколом доступа к среде, имеют два бита «случайной значимости». Отдельные из этих рандомизированных переменных при определенных условиях используются для повышения вероятности восстановления ошибок. Рандомизация значения 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 проинициированы все необходимые параметры и пока она не получит команду перейти в неавтономный режим.

**Диаграмма состояний конечного автомата управления доступом**




0 — АВТОНОМНОЕ
1 — ДЕЖУРНОЕ
2 — ЗАПРОС_ВХОЖДЕНИЯ
3 — ЗАДЕРЖКА_ЗАПРОСА
4 — ЗАЯВКА_МАРКЕРА
5 — ИСПОЛЬЗОВАНИЕ_МАРКЕРА
6—ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА_ИНТ_КА
7—КОНТРОЛЬ_КЛАССА_ДОСТУПА
8—ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА
9—КОНТРОЛЬ_ПЕРЕДАЧИ_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 состояние ЗАПРОС_ВХОЖДЕНИЯ переход происходит из состояния ДЕЖУРНОЕ, если станция, желающая войти в логическое кольцо, получает кадр запрос_преемника, охватывающий адрес данной станции. (В состояние 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_преемника.

б) Все они слушают ответ от владельца маркера и игнорируют другие кадры установить_преемника.

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 состояние 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 перехода 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, адресованый 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 увязывает 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 перезагружается 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 передает 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 зацикливает процедуру передачи кадров разрешение_соперничества, каждый из которых открывает четыре окна ответа, и ожидает различимого 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.

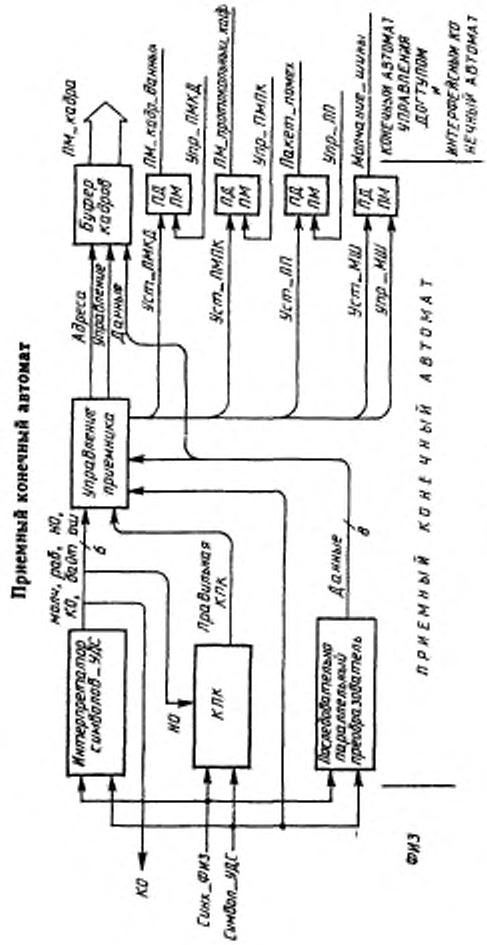
**ПМ_кадр_данных** — булева переменная, которая принимает значение «истинно» при приеме действительного кадра данных. Эта переменная устанавливается автоматом ПМ—КА, читается автоматами УД—КА и ИНТ—КА, но сбрасывается только автоматом ИНТ—КА.

**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.

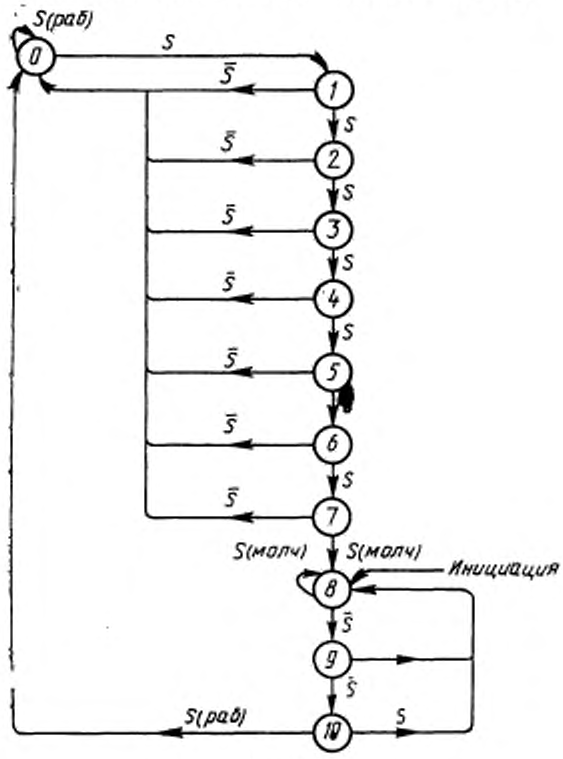
В автомате ПМ—КА имеется четыре главных функциональных блока: интерпретатор символа_УДС, блок КПК, преобразователь последовательного кода и блок управления приемником (см. черт. 5.4). Эти блоки описываются как синхронные автоматы, тактируемые от ФИЗ_синхр. В необходимых на практике случаях эти блоки 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:

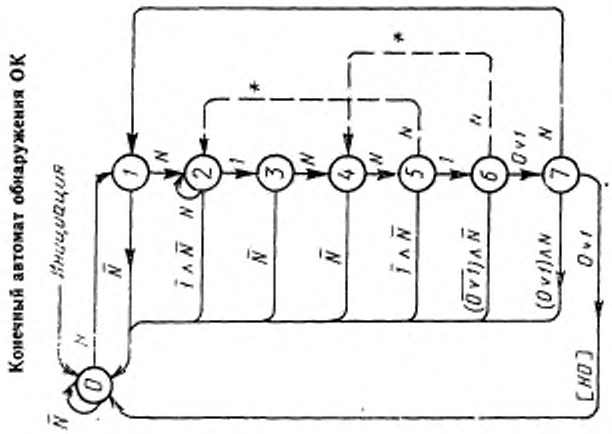

Приемный конечный автомат
ПМ_кадра
Буфер кадров
Адреса
Управление
Данные
ПД ПМ
ПМ_кадр_данные
Упр_ПМКД
ПМ_протокольные_кадр
ПД ПМ
Упр_ПМПК
Пакет_помех
ПД ПМ
Упр_ПП
Извещение_шины
ПД ПМ
Конечный автомат управления доступом и интерфейсный конечный автомат
Устр_ПМКД
Устр_ПМПК
Устр_ПП
Устр_МШ
Упр_МШ
Управление приемника
Наач., раб., КО, КО, байт ош.
Интерпретатор символов_УДС
КО
Синх_ФИЗ
Символ_УДС
КПК
КО
Прд.вызова КПК
Данные
Распределитель параллельного приемника
ФИЗ
ПРИЕМНЫЙ КОНЕЧНЫЙ АВТОМАТ

Черт. 5.4

**Конечный автомат «Обнаружение состояния молч/раб»**

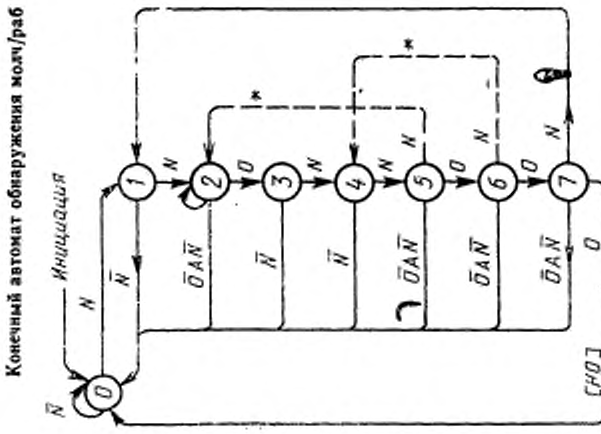



Черт. 5.5




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

Черт. 5.7




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

Черт. 5.6

*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 поддержать 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 P, B 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.

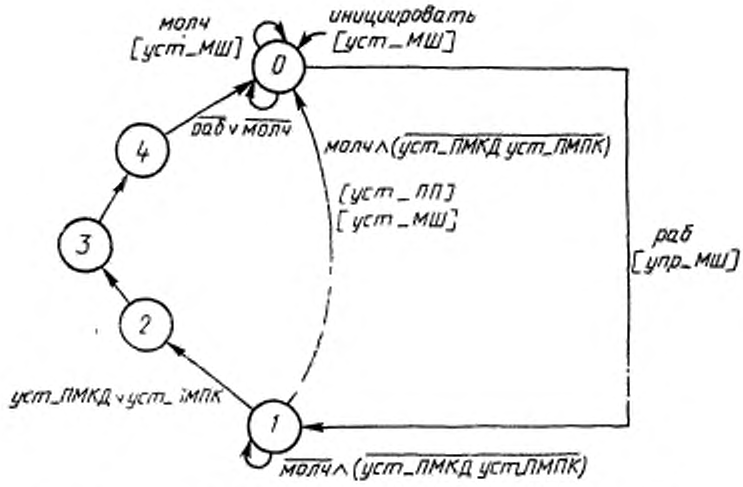
Блок КПК выполняет вычисление КПК в соответствии с п. 4.1.6. Он инициируется любым НО и последовательно продвигается по данным, пока не будет принят символ не_данные.

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

Примечание. Настоящая спецификация не требует оповещать вышерасположенные 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 кадра 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 физическке сегменты одной шины. Простейший по форме повторитель (широкополосный ремодулятор) имеет только одну пару передатчик—приемник.

Наполнитель должен:

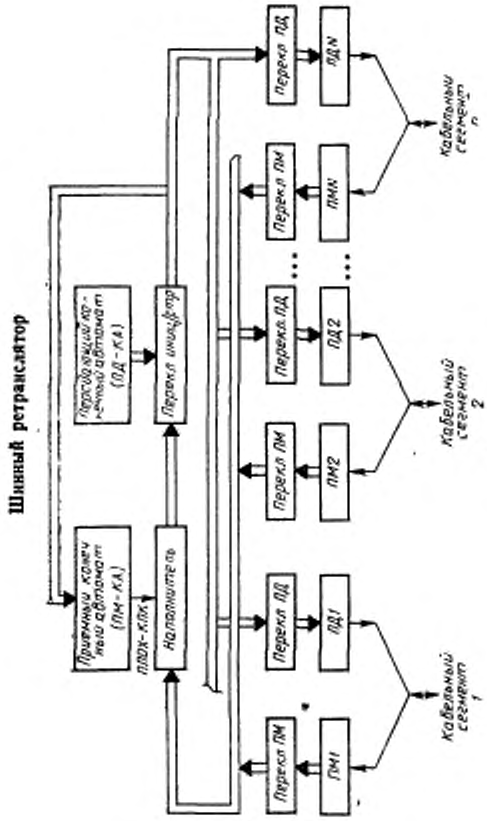
1) повторно вводить символы преамбулы, которые были потеряны в приемнике (за исключением, указанных в п. 8.2.1.5.3);

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.


Шинный ретранслятор
Приемный конец канала автомата (ПК-КА)
ПКА-КПК
Настольное ПО
Передающий конец канала автомата (ПД-КА)
Перекл. имитатор
Перекл. ПК
Перекл. ПД
ПК1
ПД1
ПК2
ПД2
ПКN
ПДN
Кабельный сегмент 1
Кабельный сегмент 2
Кабельный сегмент n

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 ввиду, 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 фазонепрерывной 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 $\geqslant$ 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 ({[(2* (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.

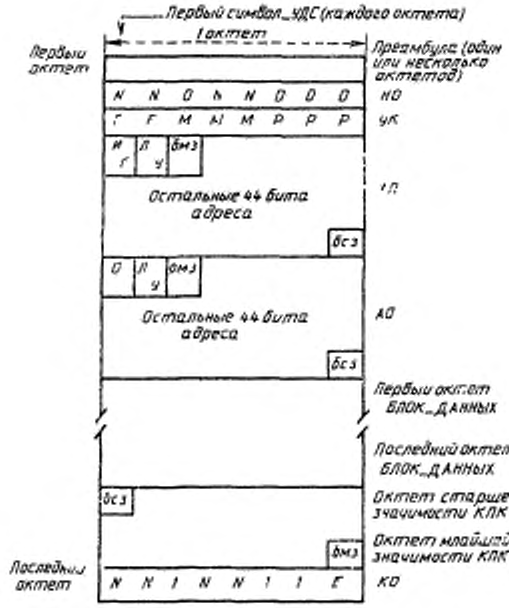
6.2. **Порядок передачи.** Форматы кадра, используемые подуровнем УДС, и подробное содержимое октетов этих кадров определены в разд. 4. Октеты кадра и символы_УДС октета должны передаваться из подуровня УДС на физический уровень и обратно в последовательности, определенной на черт. 6.1: первый октет 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 наихудшие 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. Рекомендуется, 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 оконечным 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.

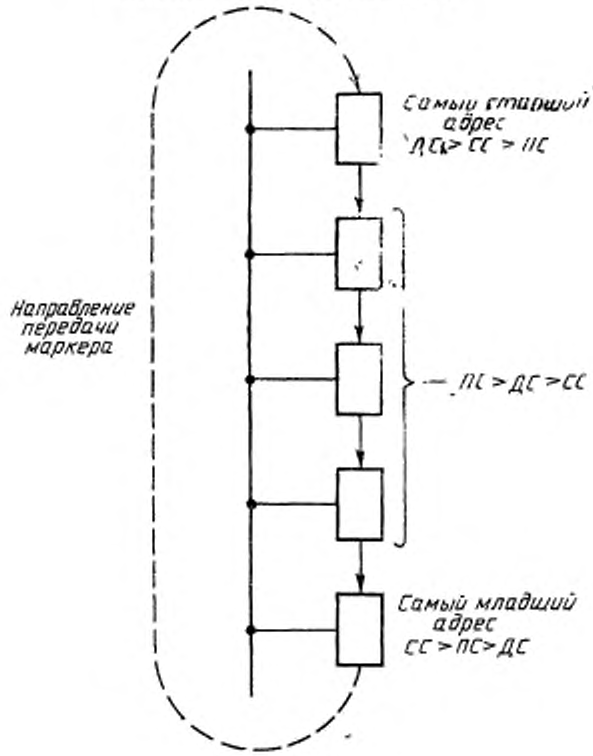
6.4.4. **Время удержания маркера.** Станция, владеющая маркером, может начинать передачу кадра данных только в том случае, если тайм-аут_удержания_маркера не истек. Передача может продолжаться после истечения тайм-аута_удержания_маркера до истечения времени передачи кадра данных максимальной длины.

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:

$N$ = (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:

при $1 \leqslant n < N$

значение_бита := 2 ** (2 * n) — 1 + адресный_бит (2 * n)

$L$ := 2 * интервал_ответа * значение_бита

при $n = N$

$L$ := 2 * интервал_ответа * 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 разрешение на вход в логическое кольцо, сначала прослушивает 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:

$N$ = (длина_адреса/2) + 1.

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

при $1 \leqslant n < N$

$D$ := 3 — значение_бита

при $n = N$

$D$ := 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) неожидаемый_кадр_6
2) передача_хор и
3) неожидаемый_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.

Указанное 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 *л*-й передачей маркера, где *л* — 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_с_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 овладевание 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 кадра.

**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 преемника 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_преемника_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 преемника 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 разрешение_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 разрешений 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 преемника, 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_преемника | Передача кадра запрос_преемника. Вход в состояние ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА |
| Передача_маркера | Передача маркера преемнику. 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 молчащая 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/ <сетевая
                                              скорость данных>.
октетный_интервал: constant длительность := 8 • интервал_
                                                      символа;
длина_адреса: constant (16, 48); —— параметр сети
макс_счет_передач: constant (9, 25) := (длина_адреса/2) + 1;
   макс_длина_адреса: constant (2 •• 6 — 1, 2 •• 48 — 1)
                                    : = (2  длина_адреса — 1);
   длительность_тайм-аута: constant целое := (2 •• 21);
макс_длина_кадра: constant целое := (2 •• 13 — 1);          ——8191
макс_длина_блока_данных: constant целое :=
         (макс_длина_кадра — (5+2 • 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
                                  := <специфичен для станции>;
иниц_интервал_ответа: constant длительность range октетный_
                                                  интервал . .
  (2 •• 13 — 1) • октетный_интервал := <специфичен для сети>;
иниц_желание_участвовать: constant булево := <специфичен
                                              для станции>;
иниц_макс_счет_запросов: constant целое
                          16 . . 255 := <специфичен для станции>;
иниц_макс_число_попыток: constant целое range 0 . . 7 := 3;
                                   —— значение типа
иниц_время_удерж_маркера_высш_приоритета: constant целое
          range 0 . . (2 •• 16 — 1) := <специфичен для станции>;
иниц_желаемое_время_обращения:  array (—2, 0, 2, 4) constant
целое range 0 . . длительность_тайм-аута := <специфичен для
                                                  станции>
иниц_нач_значение_тайм-аута_обслуживания_кольца constant
целое range 0 . . длительность_тайм-аута := <специфичен для
                                              станции>;
```

```
—— 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-
——   слеживаются 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 «еди-
——    нице_времени», которая соответствует либо одному интер-
——    валу_ответа, либо одному октетному_интервалу в физиче-
——    ской 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 переда-
——    чи), равным 0, 2, 4 или 6 интервалам_ответа. Эта длина за-
——    висит 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 кад-
——    ров
```

```
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
```

получатель: адрес; —— адрес получателя
отправитель: адрес; —— адрес отправителя

—— **Счетчики**

счет_передач_заявок: счет_передач;
счет_прохождений_соперничества: счет_прохождений;
счет_разрешений_соперничества: счет_разрешений;
счет_запросов: целое range 0 . . 255;
счет_сбоев_передатчика: целое;
range 0 . . макс_счет_сбоев_передатчика;

—— **Протокольные или кадровые блоки данных**

бдз: тип_блока_данных;
сбд: тип_блока_данных;

—— **Операционные переменные**

класс_доступа: целое range — 2 . . макс_класс_доступа;
макс_счет_запросов: целое range 16 . . 255;
макс_число_попыток: целое range 0 . . 7;
мин_длина_преамбулы_после_молчания: целое range 1 . . 15;
состояние_передачи: подсостояние_передачи_маркера;
оставшиеся_попытки: целое range 0 . . макс_число_попыток;
ПМ_кадр: кадр_общего_назначения;
интервал_ответа: длительность range октетный_интервал . . . . (2 •• 13 — 1) • октетный_интервал;
время_удерж_маркера_высш_приоритета: целое range 0 . . (2 •• 16 — 1);
желаемое_время_обращения: array (—2, 0, 2, 4) целое range 0 . . длительность_тайм-аута;
нач_значение_тайм-аута_обслуживания_кольца: целое range 0 . . длительность_тайм-аута;

**Перечень состояний и переходов состояний УД_КА**

| 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 | выход_из_кольца | 1. ДЕЖУРНОЕ |
| 1. ДЕЖУРНОЕ | незанятая_станция | 1. ДЕЖУРНОЕ |
| 1. ДЕЖУРНОЕ | передача_ответа | 1. ДЕЖУРНОЕ |
| 1. ДЕЖУРНОЕ | опознана_другая_станция | 1. ДЕЖУРНОЕ |
| 2. ЗАПРОС_ВХОЖДЕНИЯ | продолжение_соперничества | 3. ЗАДЕРЖКА_ЗАПРОСА |
| 2. ЗАПРОС_ВХОЖДЕНИЯ | потеря_соперничества_2 | 1. ДЕЖУРНОЕ |
| 3. ЗАДЕРЖКА_ЗАПРОСА | задержка_соперничества | 2. ЗАПРОС_ВХОЖДЕНИЯ |
| 3. ЗАДЕРЖКА_ЗАПРОСА | выигрыш_соперничества | 5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ_МАРКЕРА |
| 3. ЗАДЕРЖКА_ЗАПРОСА | «латание»_при_выигрыше | 5 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ_МАРКЕРА |
| 3. ЗАДЕРЖКА_ЗАПРОСА | потеря_соперничества_3 | 1. ДЕЖУРНОЕ |
| 3. ЗАДЕРЖКА_ЗАПРОСА | конец_соперничества | 1. ДЕЖУРНОЕ |
| 3. ЗАДЕРЖКА_ЗАПРОСА | конец_всех_соперничеств | 0. АВТОНОМНОЕ |
| 3. ЗАДЕРЖКА_ЗАПРОСА | игнорирование_соперников | 3. ЗАДЕРЖКА_ЗАПРОСА |
| 3. ЗАДЕРЖКА_ЗАПРОСА | игнорирование_помех | 3. ЗАДЕРЖКА_ЗАПРОСА |
| 3. ЗАДЕРЖКА_ЗАПРОСА | длительная_неактивность_шины | 1. ДЕЖУРНОЕ |
| 4. ЗАЯВКА_МАРКЕРА | проигрыш_при_сортировке_адресов | 1. ДЕЖУРНОЕ |
| 4. ЗАЯВКА_МАРКЕРА | продолжение_сортировки_адресов | 4. ЗАЯВКА_МАРКЕРА |
| 4. ЗАЯВКА_МАРКЕРА | выигрыш_при_сортировке_адресов | 5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ_МАРКЕРА |
| 5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ_МАРКЕРА | передача_кадра | 6. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА_ИНТ_КА |
| 5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ_МАРКЕРА | отсутствие_передачи | 7. КОНТРОЛЬ_КЛАССА_ДОСТУПА |
| 6. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА_ИНТ_КА | отсутствие_тайм-аута | 5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ_МАРКЕРА |
| 6. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА_ИНТ_КА | повторная_попытка | 6. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА_ИНТ_КА |

*Продолжение*

| Текущее состояние | Имя перехода | Следующее состояние |
|---|---|---|
| 6. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА_ИНТ_КА | отсутствие_ответа_6 | 5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ_МАРКЕРА |
| 6. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА_ИНТ_КА | неожидаемый_кадр_6 | 1. ДЕЖУРНОЕ |
| 6. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА_ИНТ_КА | собственный_кадр_6 | 6. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА_ИНТ_КА |
| 7. КОНТРОЛЬ_КЛАССА_ДОСТУПА | следующий_класс_доступа | 5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ_МАРКЕРА |
| 7. КОНТРОЛЬ_КЛАССА_ДОСТУПА | выход_из_кольца | 8. ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА |
| 7. КОНТРОЛЬ_КЛАССА_ДОСТУПА | вып_запроса_преемника | 8. ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА |
| 7. КОНТРОЛЬ_КЛАССА_ДОСТУПА | вып_передачи_маркера | 8. ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА |
| 7. КОНТРОЛЬ_КЛАССА_ДОСТУПА | вып_запроса_любой_станции | 8. ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА |
| 8. ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА | открыто_одно_окно_ответа | 10. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА |
| 8. ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА | открыто_два_окна_ответа | 10. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА |
| 8. ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА | передача_маркера | 9. КОНТРОЛЬ_ПЕРЕДАЧИ_МАРКЕРА |
| 8. ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА | вопрос_кто_следующий | 10. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА |
| 8. ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА | запрос_любой_станции | 10. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА |
| 8. ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА | передача_молчания_себе | 5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ_МАРКЕРА |
| 8. ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА | станция_огранич_активности | 1. ДЕЖУРНОЕ |
| 8. ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА | нет_преемника_8 | 1. ДЕЖУРНОЕ |
| 8. ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА | нет_перспективы | 0. АВТОНОМНОЕ |
| 9. КОНТРОЛЬ_ПЕРЕДАЧИ_МАРКЕРА | безуспешная_передача_маркера | 8. ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА |
| 9. КОНТРОЛЬ_ПЕРЕДАЧИ_МАРКЕРА | собственный_кадр_9 | 9. КОНТРОЛЬ_ПЕРЕДАЧИ_МАРКЕРА |
| 9. КОНТРОЛЬ_ПЕРЕДАЧИ_МАРКЕРА | собственный_маркер | 9. КОНТРОЛЬ_ПЕРЕДАЧИ_МАРКЕРА |
| 9. КОНТРОЛЬ_ПЕРЕДАЧИ_МАРКЕРА | вероятно_собственный_маркер | 9. КОНТРОЛЬ_ПЕРЕДАЧИ_МАРКЕРА |
| 9. КОНТРОЛЬ_ПЕРЕДАЧИ_МАРКЕРА | передача_хор | 1. ДЕЖУРНОЕ |
| 9. КОНТРОЛЬ_ПЕРЕДАЧИ_МАРКЕРА | нет_уверенности | 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<br>Условие выхода<br>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 диспетче-
—— ром

—— За инициацию подуровня УДС при включении питания стан-
—— ции 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

*Продолжение*

| Текущее состояние<br>Условие выхода<br>Выполняемое действие | Имя перехода | Следующее состояние |
|---|---|---|

```
—— и другие переменные, которые, возможно, потребуется ини-
——   цировать
—— 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 array (обслуживание_кольца . . 4) of нового тайм-аута
                                  (инт_времени => октетный_интервал);
      —— использовано только — 2, 0, 2, 4
—— Скопировать параметры инициации в качестве текущих зна-
——   чений
      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<br>Условие выхода<br>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);
```

*Продолжение*

| Текущее состояние<br>Условие выхода<br>Выполняемое действие | Имя перехода | Следующее состояние |
|---|---|---|

тайм-аут_неактивности_шины.старт (макс_незанятость_шины);
ПМ_протокольный_кадр := false;

---

1. ДЕЖУРНОЕ — нет_преемника_1 — 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;

---

1. ДЕЖУРНОЕ — ввод_запроса_вхождения — 2. ЗАПРОС_ВХОЖДЕНИЯ

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

*Продолжение*

| Текущее состояние<br>Условие выхода<br>Выполняемое действие | Имя перехода | Следующее состояние |
|---|---|---|

—— станции ответить в качестве возможного преемника.
—— Предполагается соперничество
счет_прохождений_соперничества := 0;
счет_передач_маркера := 0;
передан_маркер := false;
ВМ := ПМ_кадр.АО; —— сохранение адреса текущего ВМ;
СС := ПМ_кадр.АП;
наименьший_адрес := (ДС < СС);
станция_ограниченной_активности := false;
—— инициация «истечения» тайм-аутов_оборота_маркера
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 (
нач_значение_тайм-аута_обслуживания_кольца);
тайм-аут_соперничества.старт (задержка_ответа (ДС <
ДМ) );
ПМ_протокольный_кадр := false;

---

1. ДЕЖУРНОЕ — восст_запроса_вхождения — 2. 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_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 была в кольце, но в данное время она
—— пропускается по некоторым причинам.
—— Кадр запрос_преемника опознан, что позволяет данной
—— станции ответить в качестве возможного преемника.
—— Предполагается соперничество.
счет_прохождений_соперничества := 0;
счет_запросов := 0;

*Продолжение*

| Текущее состояние<br>Условие выхода<br>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 — собственный_кадр_1 — 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;

---

1. ДЕЖУРНОЕ — дублированный_адрес_1 — 0. АВТОНОМНОЕ

ПМ_протокольный_кадр
И ПМ_кадр.АО = ДС
И НЕ маркер_передан
—— Обнаружен дублированный адрес станции. Информирование диспетчера сети УЗ_СОБЫТИЕ.уведомление (дублированный_адрес);

---

1. ДЕЖУРНОЕ — «латание»_кольца — 2. ЗАПРОС_ВХОЖДЕНИЯ

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_преемника, чтобы «залатать» кольцо после выхода из него неисправной станции (предшественника ДС). Возможно соперничество

*Продолжение*

| Текущее состояние<br>Условие выхода<br>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

*Продолжение*

| Текущее состояние<br>Условие выхода<br>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<br>Условие выхода<br>Выполняемое действие | Имя перехода | Следующее состояние |
|---|---|---|

```
——  интервалов_ответа, если эта факультативная возмож-
——  ность обеспечивается
станция_ограниченной_активности := false;
получить_ожидаемый_ответ (
                          УК => управление_кадра,
                          АП => получатель,
                          АО => отправитель,
                          блок_данных => сбд,
                          подавление_КПК => подавить_
                                                КПК);
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);
```

| | | |
|---|---|---|
| 1. ДЕЖУРНОЕ | опознана_другая_станция | 1. ДЕЖУРНОЕ |

```
—— Примечание. Нижеследующее определяет инверсию совокуп-
——  ности всех изложенных выше условий приема-кадра, то
——  есть предполагается то же, что и «в_противном_случае»
——  или «ничего_из_вышеперечисленного».
(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
```

*Продолжение*

| Текущее состояние<br>Условие выхода<br>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 ВХОДЕНИЯ**

| 2. ЗАПРОС_ВХОДЕНИЯ | 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_ВХОДЕНИЯ | 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

*Продолжение*

| Текущее состояние<br>Условие выхода<br>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_соперниче-
                                                  ства + 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
```

*Продолжение*

| Текущее состояние<br>Условие выхода<br>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 должно
—— 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<br>Условие выхода<br>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 обнаружения
—— 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

*Продолжение*

| Текущее состояние<br>Условие выхода<br>Выполняемое действие | Имя перехода | Следующее состояние |
|---|---|---|
| пакет_помех := false; | | |
| 3. ЗАДЕРЖКА_ЗАПРОСА | длительная_неактивность шины | 1. ДЕЖУРНОЕ |
| тайм-аут_неактивности_шины.истек<br>И молчание_шины<br>И НЕ (ПМ_протокольный_кадр ИЛИ ПМ_кадр_данных ИЛИ пакет_помех)<br>—— Кольцо, возможно, повреждено. Повторный запуск тайм-<br>—— аута_неактивности_шины, возврат в состояние ДЕ-<br>—— ЖУРНОЕ и ожидание для уверенности<br>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<br>И НЕ молчание_шины<br>—— другие станции опознают передачи и выходят из соперни-<br>—— чества<br>тайм-аут_неактивности_шины.старт (макс_незанятость_шины); | | |
| 4. ЗАЯВКА_МАРКЕРА | продолжение_сортировки_адресов | 4. ЗАЯВКА_МАРКЕРА |
| тайм-аут_заявки.истек<br>И молчание_шины<br>И счет_передач_заявки макс_число_передач<br>—— Выполнить итерацию алгоритма многократной сорти-<br>—— ровки_адресов<br>счет_передач_заявки := счет_передач_заявки + 1;<br>—— Сформировать блок_данных длиной 0, 2, 4 или 6 интер-<br>—— валов_ответа<br>бдз := блок_данных_заявки (счет_передач_заявки);<br>передача (УК => заявка_маркера,<br>блок_данных => бдз);<br>тайм-аут_заявки. старт (1); —— задержка на один интервал_ответа | | |

*Продолжение*

| Текущее состояние<br>Условие выхода<br>Выполняемое действие | Имя перехода | Следующее состояние |
|---|---|---|
| 4. ЗАЯВКА_МАРКЕРА | выигрыш_при_сортировке_адресов | 5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ_МАРКЕРА |

тайм-аут_заявки.истек
И молчание_шины
И счет_передач_заявки >= макс_число_передач —— маркер не заявлен
в_кольце := true;
—— установить тайм-ауты оборота_маркера в значение «истек»
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);
счет_запросов := 0;
—— установить класс_доступа в наивысшее значение
класс_доступа := макс_класс_доступа;
тайм-аут_удерж_маркера.старт (время_удерж_маркера_высш_пр);

7.2.3.5. **Состояние ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАРКЕРА**

| | | |
|---|---|---|
| 5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ_МАРКЕРА | передача_кадра | 6. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА_ИНТ_КА |

ожидание_передачи (класс_доступа)
И НЕ тайм-аут_удержания_маркера.истек
—— передан один кадр пользователя_УДС текущего класса_доступа
изъятие_ожидающего_кадра (
очередь => класс_доступа,
УК => управление_кадра,
АП => получатель,
АО => отправитель,
—— АО должен быть равен ДС, кроме узлов ретрансля-
—— ции
блок_данных => бдз
подавление_КПК => подавить_КПК);

*Продолжение*

| Текущее состояние<br>Условие выхода<br>Выполняемое действие | Имя перехода | Следующее состояние |
|---|---|---|
| оставшиеся_входы := макс_число_попыток;<br>передан (УК => управление_кадра,<br>АП => получатель,<br>АО => отправитель,<br>блок_данных => бдз<br>подавление_КПК => подавить_КПК);<br>тайм-аут_окна_ответа.старт (3); | | |
| 5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ_МАРКЕРА | отсутствие_передачи | 7. КОНТРОЛЬ_КЛАССА_ДОСТУПА |
| НЕ ожидание_передачи (класс_доступа)<br>ИЛИ тайм-аут_удержания_маркера.истек<br>—— пора отдать маркер<br>—— установить следующий более высокий класс_доступа<br>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<br>ИЛИ получен_ответ<br>—— генерируется автоматом ИНТ—КА при получении ответа.<br>—— проверка наличия другого обслуживаемого запроса<br>—— ОТСУТСТВИЕ ДЕЙСТВИЙ | | |
| 6. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА_ИНТ_КА | повторная_попытка | 6. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА_ИНТ_КА |
| тайм-аут_окна_ответа.истек<br>И молчание_шины<br>И оставшиеся_попытки > 0<br>И НЕ управление_кадра.действие_УДС = запрос_без_ответа<br>И НЕ получен_ответ<br>И НЕ (ПМ_протокольный_кадр ИЛИ ПМ_кадр_данных)<br>оставшиеся_попытки := оставшиеся_попытки — 1;<br>передача (УК = > управление_кадра, | | |

*Продолжение*

| Текущее состояние<br>Условие выхода<br>Выполняемое действие | Имя перехода | Следующее состояние |
|---|---|---|
| АП => получатель,<br>АО => отправитель,<br>блок_данных => сбд,<br>подавление_КПК => подавить_КПК);<br>тайм-аут_окна_ответа.старт (3); | | |
| 6. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА_ИНТ_КА<br>тайм-аут_окна_ответа.истек<br>И молчание_шины<br>И оставшиеся_попытки = 0<br>И НЕ управление_кадра. действие_УДС = запрос_без_ответа<br>И НЕ получен_ответ<br>И НЕ (ПМ_протокольный_кадр ИЛИ ПМ_кадр_данных)<br>—— проинформировать ИНТ_КА о отсутствии ответа<br>ИНТ_КА_СОБЫТИЕ.уведомление (ответ_запаздывает);<br>—— проверить наличие другого обслуживаемого запроса | отсутствие_ответа_6 | 5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ_МАРКЕРА |
| 6. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА_ИНТ_КА<br>НЕ управление_кадра. действие_УДС = запрос_без_ответа<br>И НЕ получен_ответ<br>И (ПМ_протокольный_кадр<br>ИЛИ (ПМ_кадр_данных<br>И ПМ_кадр.АП /= ДС))<br>И ПМ_кадр.АО /= ДС<br>—— Какая-то другая станция полагает, что она владеет маркером, поэтому отсрочка путем уведомления ИНТ-КА о ситуации и выход из кольца<br>ИНТ—КА_СОБЫТИЕ.уведомление (неожидаемый_кадр); | неожидаемый_кадр_6 | 1. ДЕЖУРНОЕ |
| 6. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА_ИНТ_КА<br>НЕ управление_кадра. действие_УДС = запрос_без_ответа<br>И НЕ получен_ответ | собственный_кадр_6 | 6. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА_ИНТ_КА |

*Продолжение*

| Текущее состояние<br>Условие выхода<br>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));

*Продолжение*

7. КОНТРОЛЬ_КЛАССА_ДОСТУПА — выполнить_запрос_преемника — 8. ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА

```
класс_доступа = обслуживание_кольца
И СС_известен
И счет_запросов = 0
И НЕ тайм-аут_оборота_маркера (обслуживание_кольца).
                                                истек
—— Все классы_доступа проверены и доступны при наличии
——   возможности. Сейчас новым станциям предлагается
——   войти в кольцо
состояние_передачи := запрос_преемника;
—— 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))
—— Все класса_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
```

*Продолжение*

```
——  возможности. Необходимо найти какого-либо преем-
——  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_МАР-
——  КЕРА и их упорядочение: Состояние 8 имеет 7 подсостоя-
——  ний, каждое из которых представляет различные аспекты
——  процесса передачи маркера. Эти подсостояния отслежива-
——  ются переменной состояние_передачи, которая относится к
——  типу подсостояние_передачи_маркера. Определение этого
——  типа повторно дано ниже. Функция подсостояние_переда-
——  чи_маркера (запрос_преемника) — это встроенная в стан-
——  цию-преемник функция языка Ада, позволяющая последо-
——  вательно 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_преемника
И НЕ наименьший_адрес
   —— открыть 1 окно ответа для станций с адресами между
——    ДС и СС
   счет_прохождений_разрешения := 0;
   опознан_преемник := 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); | | |
| 8. ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА | открыто_два_окна_ответа | 10. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА |
| состояние_передачи = запрос_преемника<br>И наименьший_адрес<br>—— открыть 2 окна ответа для станций с адресами меньши-<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); | | |
| 8. ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА | передача_маркера | 9. КОНТРОЛЬ_ПЕРЕДАЧИ_МАРКЕРА |
| 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; | | |

*Продолжение*

| 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_МАРКЕРА | вопрос_кто_следующий | 10. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА |
| состояние_передачи = передача_кто_следующий<br>ИЛИ состояние_передачи = повтор_кто_следующий<br>счет_прохождения_разрешения := 0;<br>опознан_преемник := 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_МАРКЕРА | запрос_любой_станции | 10. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА |
| состояние_передачи = запрос_любой_станции<br>—— открыть два окна ответа, запрашивая любого потен-<br>—— циального преемника<br>счет_прохождений_разрешения := 0;<br>опознан_преемник := false;<br>ПМ_протокольный_кадр := false;<br>пакет_помех := false;<br>передача (УК => запрос_преемника_2,<br>АП => ДС);<br>тайм-аут_окна_ответа. старт (2); | | |
| 8. ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА | передача_молчания_себе | 5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ_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_маркера_высш_приоритета); | | |

*Продолжение*

| Текущее состояние<br>Условие выхода<br>Выполняемое действие | Имя перехода | Следующее состояние |
|---|---|---|
| 8. ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА | станция_ограниченной_активности | 1. ДЕЖУРНОЕ |
| 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_шины); | | |
| 8. ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА | нет_преемника_8 | 1. ДЕЖУРНОЕ |
| состояние_передачи = общее_число_сбоев<br>И НЕ ожидание_любой_передачи<br>И НЕ станция_ограниченной_активности<br>И счет_сбоев_передатчика <= макс_счет_сбоев_передатчика<br>—— Ни один преемник 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_преемника);<br>тайм-аут_неактивности_шины. старт (макс_незанятость_шины); | | |
| 8. ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА | нет_перспективы | 0. АВТОНОМНОЕ |
| состояние_передачи = общее_число_сбоев<br>И НЕ ожидание_любой_передачи | | |

*Продолжение*

| Текущее состояние<br>Условие выхода<br>Выполняемое действие | Имя перехода | Следующее состояние |
|---|---|---|

И НЕ станция_ограниченной_активности
И счет_сбоев_передатчика >= 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 := подсост_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 | собственный_ маркер | 9. КОНТРОЛЬ_ ПЕРЕДАЧИ_ МАРКЕРА |
| 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; | | |
| 9. КОНТРОЛЬ_ ПЕРЕДАЧИ_ МАРКЕРА | вероятно_ собственный_ маркер | 9. КОНТРОЛЬ_ ПЕРЕДАЧИ_ МАРКЕРА |
| пакет_помех<br>И ожидаемые отражения<br>—— Предполагается, что опознан собственный маркер<br>ожидаемые_отражения := false;<br>пакет_помех := false; | | |
| 9. КОНТРОЛЬ_ ПЕРЕДАЧИ_ МАРКЕРА | передача_хор | 1. ДЕЖУРНОЕ |
| (ПМ_протокольный_кадр ИЛИ ПМ_кадр_данных)<br>И ПМ_кадр.АО /= ДС<br>—— Какая-то станция использует маркер. Повторная обра-<br>—— ботка кадра в состоянии 1 (ДЕЖУРНОЕ)<br>—— ОТСУТСТВИЕ ДЕЙСТВИЙ | | |
| 9. КОНТРОЛЬ_ ПЕРЕДАЧИ_ МАРКЕРА | нет_уверенности | 9. КОНТРОЛЬ_ ПЕРЕДАЧИ_ МАРКЕРА |
| пакет_помех<br>И НЕ ожидаемые_отражения<br>И первые_помехи<br>—— Что-то опознано — возможно, кадр данных, переданный | | |

*Продолжение*

| 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_ПЕРЕДАЧИ_МАРКЕРА<br>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 преемник<br>—— повторная обработка события в состоянии 1<br>ОТСУТСТВИЕ ДЕЙСТВИЙ | вероятно_хор | 1. ДЕЖУРНОЕ |

7.2.3.10 **Состояние ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА**

| | | |
|---|---|---|
| 10. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА<br>тайм-аут_окна_ответа.истек<br>И молчание_шины<br>И НЕ (ПМ_протокольный_кадр ИЛИ ПМ_кадр_данных ИЛИ пакет_помех)<br>И счет_прохождения_разрешений = 0<br>И НЕ опознан_преемник<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 (запрос_преемника) (состояние_передачи); | нет_ответа_10 | 8. ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА |
| 10. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА<br>тайм-аут_окна_ответа.истек | успешное_разрешение | 8. ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА |

*Продолжение*

| Текущее состояние<br>Условие выхода<br>Выполняемое действие | Имя перехода | Следующее состояние |
|---|---|---|

И молчание_шины
И НЕ (ПМ_протокольный_кадр ИЛИ ПМ_кадр_данных)
И опознан_преемник
—— Новый преемник найден и процесс разрешения закончен
—— Передача маркера новому преемнику и открытие окна
—— ответа
состояние_передачи := передача_маркера;

---

| | | |
|---|---|---|
| 10. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА | собственный_адрес_10 | 10. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА |

(ПМ_протокольный_кадр ИЛИ ПМ_кадр_данных)
И ПМ_кадр.АС = ДС
—— Игнорирование собственных передач
—— Кроме того, игнорирование пакетов предыдущих помех
пакет_помех := false;
ПМ_протокольный_кадр := false;

---

| | | |
|---|---|---|
| 10. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА | опознан_преемник | 10. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА |

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 не опознан_преемник
—— Некоторый преемник опознан «в явном виде»
СС := ПМ_кадр.блок_данных;
наименьший_адрес := (СС > ДС);
СС_известен := true;
станция_ограниченной_активности := false;
опознан_преемник := true;
счет_запросов := 0;
ПМ_протокольный_кадр := false;
счет_сбоев_передатчика := 0;
УЗ_СОБЫТИЕ.уведомление (новый_преемник, СС)
—— Примечание. Метод данной спецификации состоит в ис-
—— пользовании записи последнего опознанного действи-
—— тельного сообщения установить_преемника для опре-
—— деления адреса преемника.

*Продолжение*

| Текущее состояние<br>Условие выхода<br>Выполняемое действие | Имя перехода | Следующее состояние |
|---|---|---|
| —— Станция, соответствующая стандарту, не требует использования первого полученного сообщения установить-преемника. Любое такое сообщение, полученное без ошибок, может быть использовано. | | |
| 10. ОЖИДАНИЕ-ОТВЕТА<br>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 ИЛИ опознан-преемник)<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-преемника<br>И ПМ-кадр.АП /= ДС))))<br>—— Некоторая другая станция, полагая, что она владеет маркером, игнорирует любые предыдущие помехи и делает отсрочку, выходя из соперничества<br>—— Повторная обработка кадра в состоянии 1 (ДЕЖУРНОЕ)<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-преемник<br>И счет-разрешений-соперничества < макс-счет-передач<br>—— Исходя из поступивших сигналов в отсутствие действительного, 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
—— разрешений
пакет_помех := false;
счет_разрешений_соперничества := счет_прохожд_
разрешения + 1;
передача (УК = разрешение_соперничества);
тайм-аут_окна_ответа.старт (4);

| | | |
|---|---|---|
| 10. ОЖИДАНИЕ_ОТВЕТА | разрешение_безуспешно | 8. ПЕРЕДАЧА_МАРКЕРА |

тайм-аут_окна_ответа.истек
И молчание_шины
И НЕ (ПМ_протокольный_кадр ИЛИ ПМ_кадр_данных)
И НЕ опознан_преемник
И ((НЕ пакет_помех И счет_разрешений_соперничества > 0)
ИЛИ счет_разрешений_соперничества >= макс_счет_
передач))
—— Разрешение не достигнуто, другие запросы не обнаруже-
—— ны или их невозможно опознать, поэтому маркер пе-
—— редается известному преемнику
счет_запросов := 0;
—— Запросить преемников в следующем цикле
состояние_передачи := подсост_передачи_маркера (запрос_
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.

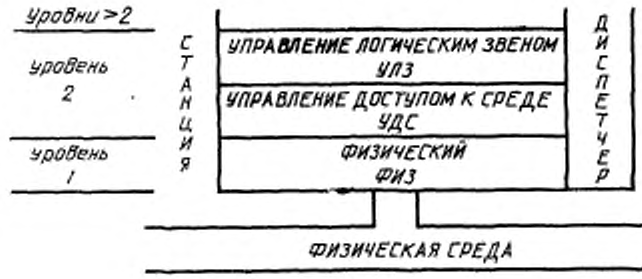
8.1. **Обзор услуг физического уровня ЛВС**

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 инициирующие 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 *зам_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) Инициирующая 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 данных.) 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 уровень 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 примити-

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 физического уровня.** 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.

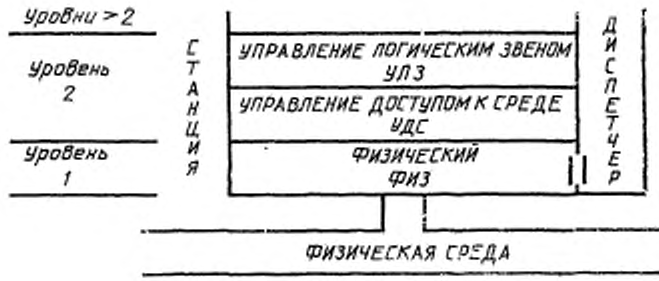
Любой из параметров или все параметры группы могут быть переданы в одном блоке ПБД_ДИСП (подверженном ограничениям на длину ПБД). Семантика и группирование обмениваемых таким образом параметров определены следующим образом.

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. РеализацияФакультативов — 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. СоответствиеРазделу — идентифицирует тот раздел настоящего стандарта, которому соответствует ЛОФ.

9.2.3.2. РежимыРаботы — определяет те режимы работы (инициация, ретрансляция или оба вместе), которые обеспечивает ЛОФ.

9.2.3.3. СкоростиПередачиДанных — определяет номинальную скорость (или скорости в порядке предпочтительности), с которой(ыми) ЛОФ может передавать и принимать данные.

9.2.3.4. СегментыФизическойСреды — 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. РегулированиеЭнергииПередачи — 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. ИницСегментыПриема
9.2.5.4. ИницСегментыПередачи
9.2.5.5. ИницКаналПриема
9.2.5.6. ИницКаналПередачи
9.2.5.7. ИницОтчетОбУровнеПринимаемыхСигналов

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. СобытияНеисправляемыхОшибок — 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 специфична 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. СобытияИсправляемыхОшибок — 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 конкретных уровней, являются факультативными.

9.2.7.1. **СогласуемаяМощностьПередачи** — 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 передаваe-

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 относительногоУровняМощности. 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 3A — шлейф должен быть обеспечен у соединителя УДС ЛОФ;

2) шлейф 3B — шлейф должен быть обеспечен внутри цифровых логических схем ЛОФ;

3) шлейф 3C — 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 X.150 МККТТ.

9.2.8. **Определения 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. **ОтчетОНенормальномСобытии** — 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 ПотерейПринимаемогоСигнала);

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 минимальнаяДлинаПреамбулыПослеМолчания определяет вид модуляции и скорость передачи данных в зависимости от числа октетов преамбулы, 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 минДлиныПреамбулыПослеМолчания 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.**

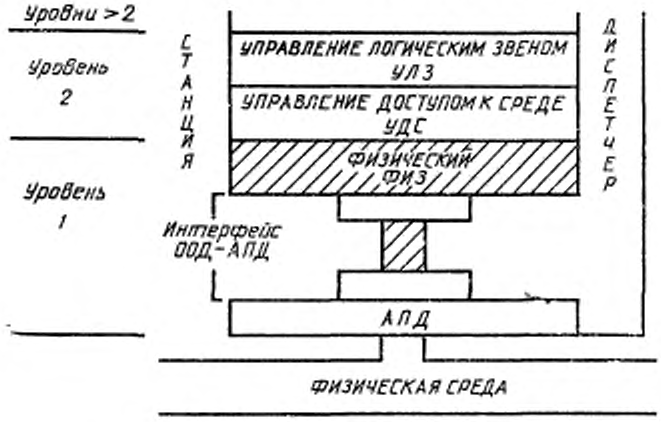
Место данной спецификации среди других разделов настоящего стандарта и в общей спецификации ЛВС показаны на черт. 10.1. На чертеже показано также отношение реализации описываемого стандарта к оборудованию других видов.

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 составляют 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. **Примитивы 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 период_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, ПДСИМВ1, ПДСИМВ2 — обеспечивают кодирование передаваемых символов или запросов диспетчера

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_не-рабочее, 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 ПДСИМВ3=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 | ПДСИМВ3 | ПДСИМВ2 | ПДСИМВ1 | ПДСИМВ0 |
|---|---|---|---|---|
| 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 |

*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)

ПМСИМВ0, ПМСИМВ1, ПМСИМВ2 — обеспечивают кодирование принимаемых символов или сообщений диспетчера

ПМСИМВ3 — 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 ПМСИМВ3 указывает действующий режим работы АПД.

а) Режим УДС канала индикации. Режим УДС указывается, когда ПМСИМВ3=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 ПМСИМВ3=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 | ПМСИМВ3 | 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 ПДСИМВ3 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 команды, 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 ПМСИМВ3 в соответствии с изложенным выше. Существует два случая, в которых АПД будет указывать режим управления:

1) при ответе на запрос посредством ПДСИМВ3=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 (ПДСИМВ3=0) АКД должна войти в режим управления и выдать подтверждение (ПМСИМВ3=0).

АПД должна оставаться в режиме управления до тех пор, пока ООД не устранит запрос (ПМСИМВ3=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 ПМСИМВ3. 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 | ПБСИМВ1 | 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 | ПМСИМВ3 | 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 широкополосных узлов) функции базового сброса, шлейфа 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 (ПДСИМВ3)=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 АКД 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) БМЗ БСЗ | Зарезервировано (1 бит) | Чтение/запись (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 (БМ3 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) (БМ3 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.

10.3.2.6.3. 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<br>Старт | 011000<br>Адрес | 0<br>Зарезервирован | 0<br>Запись | 1<br>Стоп |

К ООД

Первый октет отраженного кадра

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0<br>Старт | 011000<br>Адрес | 0<br>Зарезервирован | 0<br>Запись | 1<br>Стоп |

От ООД

Второй октет кадра, шестнадцатиричные данные 62

| | | |
|---|---|---|
| 0<br>Старт | 01000110<br>Данные | 1<br>Стоп |

К ООД

содержимое регистра 6 после записи=шестнадцатиричное E2 (ошибка)

| | | |
|---|---|---|
| 0<br>Старт | 01000111<br>Данные | 1<br>Стоп |

Диспетчер ООД несет ответственность за восстановление при любых ошибках, включая ошибки, обусловленные помехами. Поэтому рекомендуется после записи в регистр сравнивать отражение 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. Зарезервированы только регистры A — F, все другие регистры определяются пользователем. Регистры Д — F зарезервированы для идентификатора (ИД) модема. Если ИД модема не обеспечивается, то на команду чтения регистров Д — 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.

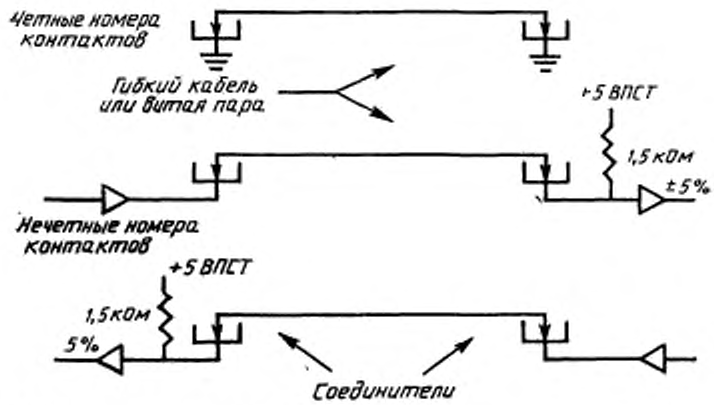
10.4.1.1. Характеристики сигнала. Символ 0 в любой цепи электрически должен быть представлен низким напряжением, как определено ниже. Символ 1, в любой цепи электрически должен быть представлен высоким напряжением, как определено ниже.

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 $<0{,}5$V @ 8, 0 мА

Высокий уровень выходных сигналов $>2{,}5$V @ —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).

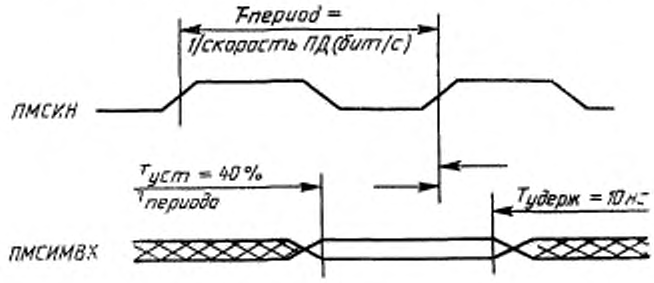
Низкий уровень входного тока <—2,0 мА
Низкий уровень входного напряжения=0,5 В
Высокий уровень входного тока <50 мкА
Высокий уровень входного напряжения=2,7 В
Высокий уровень входного напряжения >2,0 В
Низкий уровень входного напряжения <0,8 В

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:

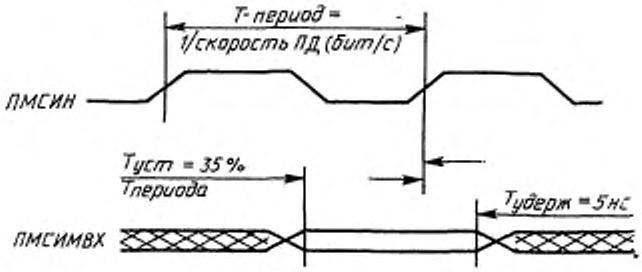
| | | |
|---|---|---|
| +5 В | ±5 % | 1,5 А |
| +12 В | ±10 % | 0,5 А |
| —12 В | ±10 % | 0,25 А |

**Индикация синхронизации канала (показано на соединителе ООД)**



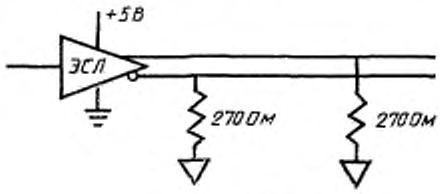

Черт. 10.3

**Запрос синхронизации канала с использованием ПДСИН (показано на соединителе АПД)**



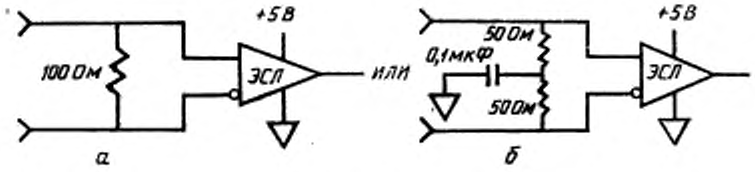

Черт. 10.4

**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 ±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±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 В±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±0,4) В. Согласующий импеданс окончания должен быть равен 100 Ом±5 % при однорезисторном окончании и ±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 В±5 % с понижающими резисторами 270 Ом. Более предпочтительна схема на черт. 10.6б с точки зрения лучшего ослабления синфазного сигнала.

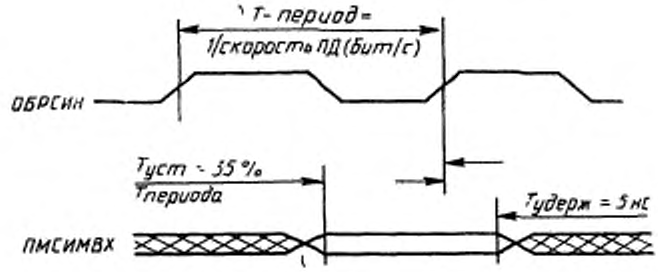
10.4.2.4. Питание АПД. Средства, с помощью которых питание подается на АПД, не входят в предмет рассмотрения настоящего стандарта; однако, питание АПД по постоянному току должно рассматриваться относительно сигнальной земли ООД.

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 ±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)**



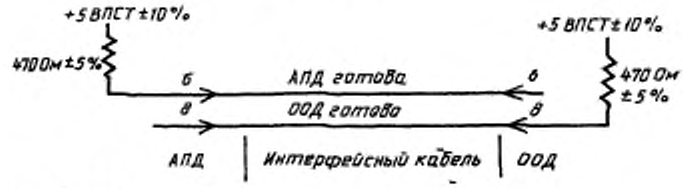

Черт. 10.7

**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 Ом±5 %, с которого снимается напряжение 5,0 В±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.

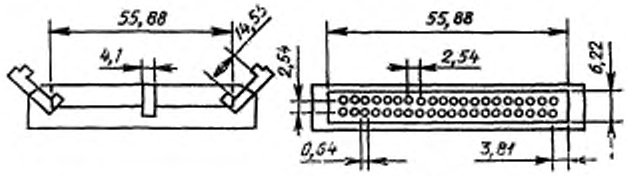
10.5.2. **Соединители интерфейса при однонаправленной передаче.** Должны использоваться 40-контактные соединители типа двойного выхода в линию с диаметром центральных частей 2,54 мм. Соединители на окончании оборудования содержат закрытый кожухом набор штыревых контактов; соединители на конце кабеля 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 Ом±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 | ПМСИН | 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) | — |
| | 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.

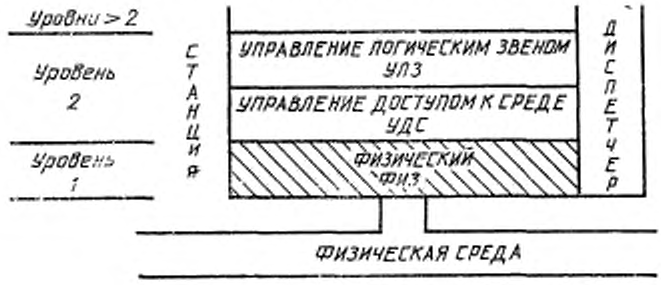
**дБмВ** — мера среднеквадратического значения уровня сигнала в 75-омном кабеле относительно напряжению 1 мВ. В единицах СИ дБмВ определяется как дБ (1 мВ, 75 Ом), в среднеквадратичных значениях.

**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.

**Ответвительный кабель** — коаксиальный кабель физической среды, подключенный к станции.

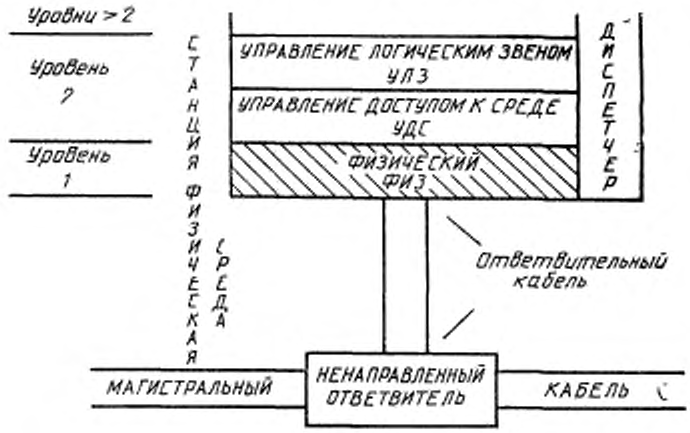
**Модуляция сдвигом частоты** — метод модуляции, посредством которого информация налагается на несущую путем сдвига частоты передаваемого сигнала на одну из небольшого набора частот.

**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 несущей нулевого 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 ограничениями 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, определенная 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-

сней процесса кодирования. Символы *зап_кераб,* 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_кераб,* 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_кераб* аналогично кодированию чередующихся последовательностей единиц и нулей. Приемником разрешается декодировать передаваемые представления последовательных символов *зап_кераб* 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, выходят 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 скоростиПередачиДанных в группе возможностей должна определять одно или оба из значений 5 и 10.

При реализации параметры приемныеКаналы и передающиеКаналы должны одинаково определять либо пустой набор частот, либо набор частот, равный полуторным их значениям в последовательности параметра скоростиПередачиДанных.

2) В локальной информации диспетчера параметр минимальнаяДлинаПреамбулыПослеМолчания 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 ±0,01 % для инициирующей станции и ±0,015 % для ретранслирующей станции во время ретрансляции. Если составной логический объект физического уровня содержится в регенеративном повторителе, он должен инициировать передачу сигналов по всей среде с одинаковой скоростью передачи.

12.7.2 **Символьное кодирование**. Логический объект физического уровня передает символы, выдаваемые ему на его интерфейсе 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 {H}, {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 {LL} {HH} с передачей первым символа {LL}. 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 {HH}.

4. *Единица* — каждый символ единица должен кодироваться в виде последовательности {LL}.

5. *Не_данные* — логический объект подуровня УДС передает символы не_данные парами. Каждая такая пара последовательных символов не_данные должна кодироваться в виде последовательности {HL} {LH}. Таким образом, эта подпоследовательность (начальный ограничитель кадра)

*не_данные не_данные, ноль не_данные не_данные ноль*

должна кодироваться в последовательность

{HL}{LH} {HH} {HL}{LH} {HH},

а последовательность (КО кадра)

*не_данные не_данные ноль не_данные не_данные единица*

должна кодироваться в последовательность

{HL}{LH} {LL} {HL}{LH} {LL}

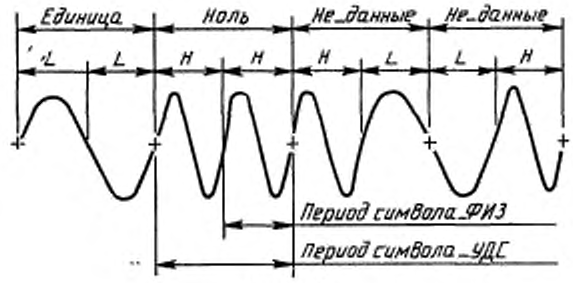
На черт. 12.3. показан пример кодирования символов_УДС.

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:

Таблица 12.1

**Скорости передачи данных в зависимости от частоты передачи**

| Скорость передачи данных, 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 ±1 % от периода символа_УДС. Кроме того, фазовое дрожание в точке пересечения нуля посредине любого символа {H} не должно превышать ±1 % периода_символа_УДС.

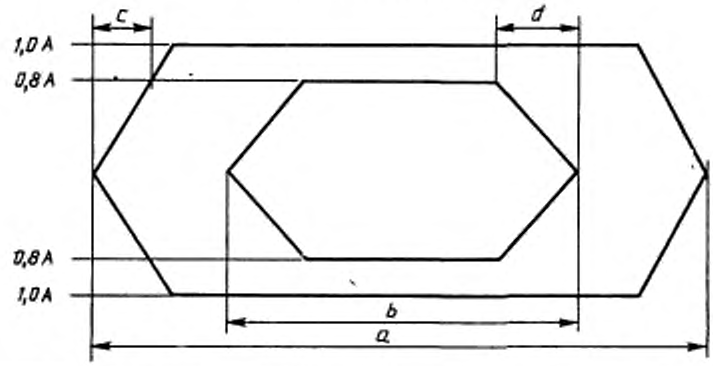
12.7.3.3. **Выходной уровень.** Выходной уровень передаваемого сигнала на резистивную нагрузку 75 Ом должен находиться в диапазоне от 63 до 66 дБмВ включительно. Мощность основной частоты при передаче непрерывных символов_ФИЗ {L} должна быть в пределах 1 дБ мощности основной частоты при передаче непрерывных 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**




| | 5 Мбит/с | | | | 10 бит/с | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | *a* | *b* | *c* | *d* | *a* | *b* | *c* | *d* |
| (L) | 102 | 98 | 7,5 | 35 | 51 | 49 | 3,75 | 17,5 |
| (H) | 52 | 48 | 7,5 | 17,5 | 26 | 24 | 3,75 | 8,75 |

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 {H} 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 {H} 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_символа_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 ±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-

неквадратичное значение напряжения пробоя этих средств связи по переменному току должно составлять по меньшей мере 500 В на частоте 50/60 Гц. Помимо такой связи по переменному току экран коаксиального кабеля должен быть подключен к заземленному 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 необнаруживаемых битовых ошибок порядка $10^{-9}$ или ниже, а частоту обнаруживаемых битовых ошибок порядка $10^{-8}$ или ниже при следующих условиях.

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_УДС.

2) Принятые сигналы передаются физической средой, определенной в разд. 13, с характеристиками сигнала, определенными в п. 13.5.3, максимальными помехами, определенными в 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 не выдавать подуровню УДС сигналы молчание, если уровень принимаемого 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 выключенного приемника.** Приемник должен передавать сигнал молчания в течение двух периодов_символа_УДС приемника, работающего ниже +4 дБмВ. Назначение данной спецификации состоит в том, чтобы воспрепятствовать физическому уровню сообщать 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 подуровня УДС молчание в последующий период. Этот период молчания или бланкирования должен начинаться не позднее четырех периодов_символа_УДС после передачи последнего символа_УДС последнего КО кадра текущей передачи. Этот период молчания должен продолжаться до момента, определяемого длительностью, по меньшей мере 24, но не более 32 периодов_символа_УДС после передачи последнего символа_УДС КО. Следующие за периодом бланкирования сиг-

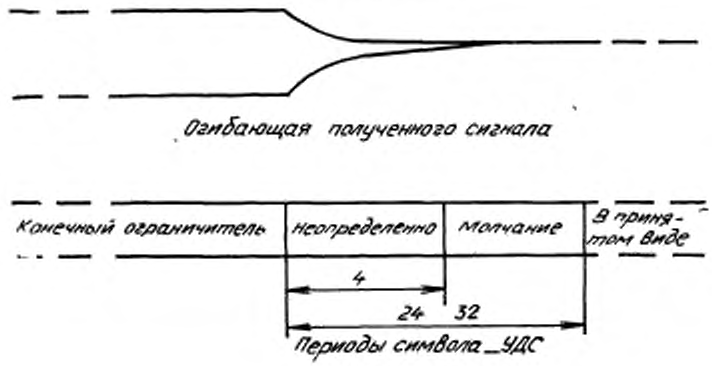
налы молчание или не_молчание, соответствующие принятому сигналу, должны быть переданы логическому объекту подуровня УДС. На черт. 12.5 функция бланкирования приемника изображена графически.

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-

**Бланкирование приемника**




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 преамбула 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_ДАННЫЕ.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 ±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.** Рекомендуется, 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 двунаправленном 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

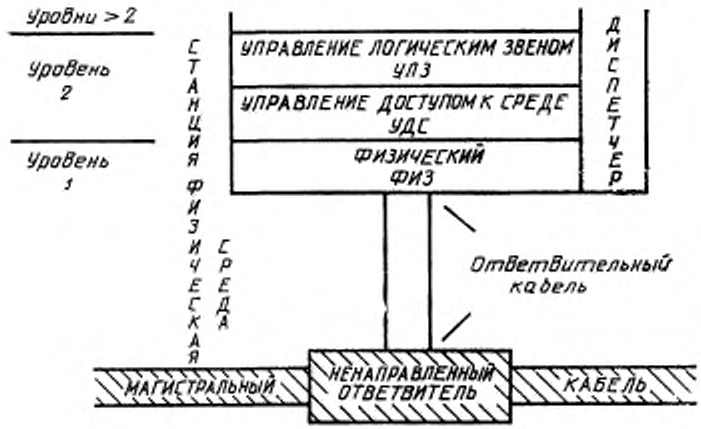
физической среды ЛВС типа одноканальной шины с фазокогерентной модуляцией сдвигом частоты. Взаимоотношения данного раздела с другими разделами настоящего стандарта и спецификациями ЛВС показаны на черт. 13.1. Отношение данного раздела к логическим объектам физического уровня и физической среды ЛВС типа 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 видеоустройствах.

**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 даступа 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 «дерева». 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 сильноразветвленную 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±3) Ом.

13.5.2.2. **Требования к потерям отражения в магистрали.** 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 (КСВН=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**

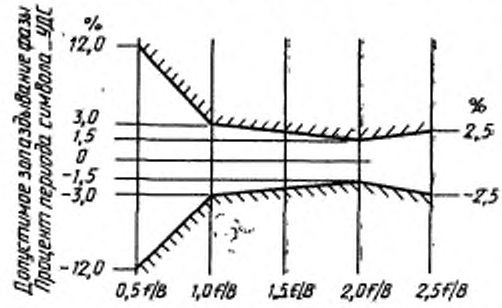
13.5.3.1. **Амплитуда.** При передаче сигналов отдельной станции или регенеративного повторителя, уровень передачи которых соответствует п. 12.7.3.2, физическая среда на основе одноканальной шины с фазокогерентной модуляцией сдвигом частоты должна выдавать эти сигналы в подключенную станцию или регенеративный 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 по фазе, ° |
|---|---|
| 0,5 | ±12 |
| 1,0 | ±3 |
| 2,0 | ±1,5 |
| 2,5 | ±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±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.

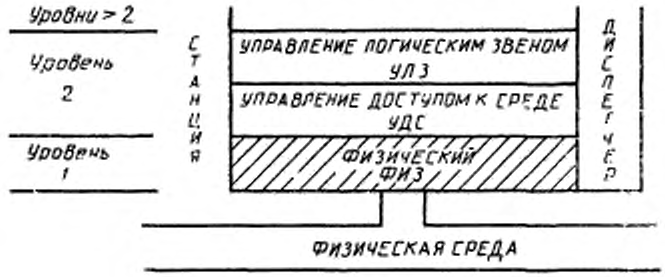
Взаимоотношения данного раздела с другими разделами настоящего стандарта и спецификациями ЛВС показаны на черт. 14.1. Отношение данного раздела к логическим объектам физического уровня и к физической широкополосной среде показано на черт. 14.2.

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.

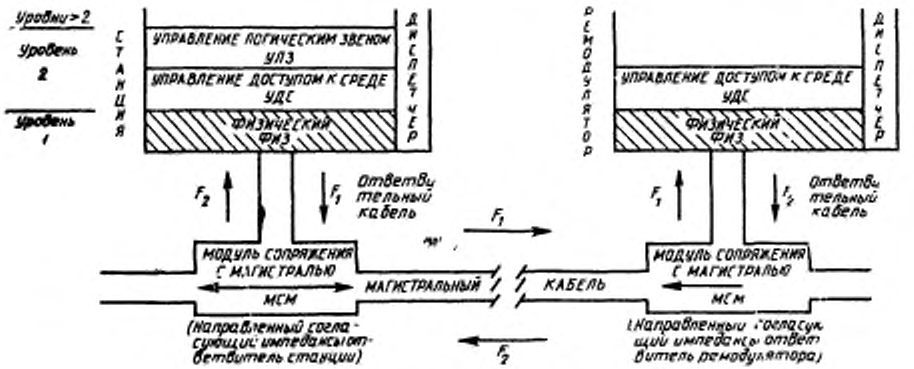
**дБмВ** — мера среднеквадратичного значения (скз) сигнала в 75-омном кабеле относительно 1 мВ. В единицах СИ величина дБмВ определяется как дБ (1 мВ, 75 Ом) скз.

**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.

**Ответвительный 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;

б) 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 относительному 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 окончания 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 скоростиПередачиДанных должна определять одно или несколько значений из набора 1, 5 и 10;

2) в параметре относительныйУровеньМощности значения *слишкомНизкий* или *слишкомВысокий* должны использоваться для указаний уровней сигнала, выходящих за рамки соответст-

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 ±2 дБ;

Таблица 14.1

**Уведомление об относительном уровне мощности**

| Ширина диапазона канала | Слишком низкий | Низкий | Хор | Высокий | Слишком 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 минДлинаПреамбулыПослеМолчания 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, соответственно, 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 ±0,005%. Точная скорость в любой ЛВС должна определяться сетевым ремодулятором распределителя.

14.8.2. **Кодирование символов.** Логический объект физического 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, неданные, 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 четырем октетам символов_УДС *зап_нераб;*

3) *Не_данные* — скремблер, описанный в п. 14.8.2.3, должен повторно инициироваться (предварительно устанавливаться в одни 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*$_1$ *не_данные не данные данные*$_2$ *данные*$_3$ *данные*$_4$

должна кодироваться в виде последовательности
{2} {2} {$d_1$} {2} {2} {$d_2$} {$d_3$} {$d_4$},

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 псевдомолчание (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) инициируются 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) |
|---|---|---|---|---|
| — | +2 | {0} | —2 | ноль |
| — | —2 | {0} | +2 | второй зап_нераб |
| — | 0 | {0} | 0 | (из двух) отличный от молчания (передатчик выкл.) |
| — | +2 | {2} | 0 | первый не_данные |
| — | —2 | {2} | 0 | (из двух) или первый молчание |
| +2 | 0 | {2} | +2 | второй |
| —2 | 0 | {2} | —2 | не_данные (из двух) |
| — | 0 | {2} | +2 | последний |
| — | 0 | {2} | 2 | молчание |
| — | +2 | {4} | +2 | единица или первый |
| — | —2 | {4} | —2 | 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

$$g(t)=\frac{4}{\pi}\cdot\frac{\cos\left(\pi\frac{t}{T}\right)}{1-\left(2\frac{t}{T}\right)^2} \qquad (14.1)$$

$$|G(f)|=\begin{cases}2T\cos(\pi fT), & |f|<\frac{1}{2T}\\ 0, & |f|>\frac{1}{2T}\end{cases} \qquad (14.2)$$

$$|G(f)|=\begin{cases}-\pi fT, & |f|<\frac{1}{2T}\\ 0, & |f|>\frac{1}{2T}\end{cases} \qquad (14.3)$$

соответственно,

где $f$ — частота, Гц;

$1/T$ — скорость передачи символов-ФИЗ (сим./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 шинную 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 ±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, Процент от ПШП | Допустимое искажение относительно теоретического спектра (в частотном диапазоне), дБ |
|---|---|
| ±20 | ±0,5 |
| ±50 | ±1,0 |
| ±80 | ±2,0 |
| ±90 | ±3,0 |
| ±100 | (минимум 20 дБ затухание) |

где ПШП = 1/2 ширины полосы передачи сигналов, т. е. 05; 2,5 или 5 МГц

$$ДГЗ = \pm 90 \log_{10} \cos(\pi f T), \quad |f| \leqslant \frac{1}{2T}, \qquad (14.4)$$

где ДГЗ — допустимая величина искажения, обусловленная групповым запаздыванием относительно центра полосы пропускания, измеряемое в процентах от Т;

$f$ — означает частоту, Гц

$1/T$ — означает скорость передачи символов_ФИЗ (симв./с)

$$03 = \min\left(55{,}30 + 10 \log_{10} Ш + 80 \left|\frac{ИЧ - ЧБКП}{Ш}\right|\right), \qquad (14.5)$$

где 03 — затухание относительно общей передаваемой мощности в измеренное в любом из диапазонов 30 кГц, дБ

Ш — ширина полосы пропускания канала, МГц.

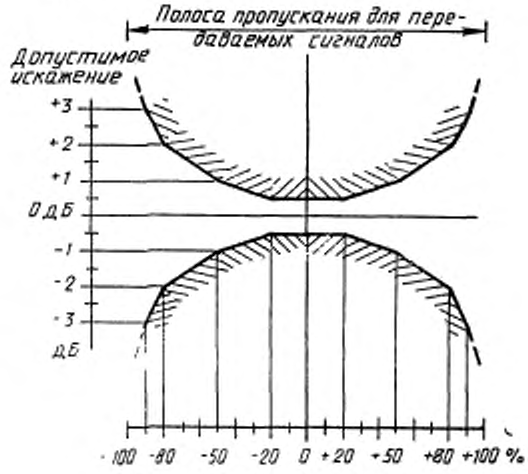
ИЧ — измеренная частота, МГц

ЧБКП — частота ближнего края полосы частот канала, МГц

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.

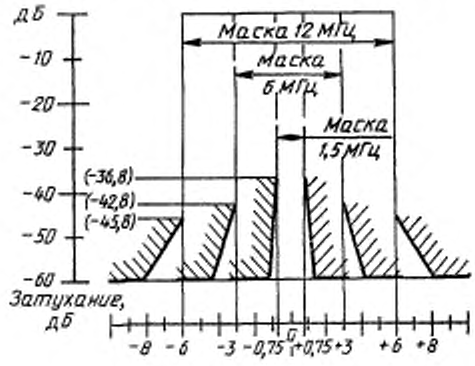
14.8.5.7. Когда передатчик прекращает генерацию и передачу импульсов эквивалентных основной полосе частот, описанной в п. 14.8.3, либо вследствие приема символов_УДС *молчание*,

**Предельные значения амплитудных искажений**




Черт. 14.3

**Спектральная маска передаваемых сигналов**




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 ±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 безызбыточной, 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 внутриполосовых 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 внутриполосовых 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 внутриполосовых 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 внутриполосовых 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 постоянное

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 $2 \times 10^{-5}$ 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 влияний 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 ширикополосной 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.

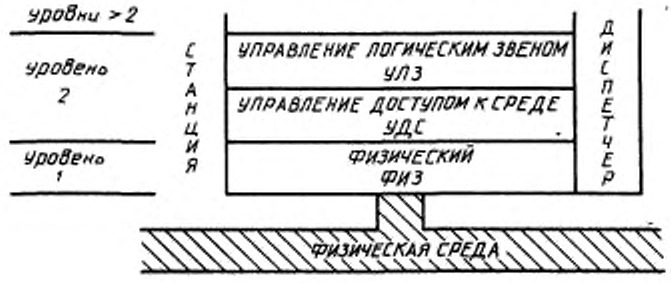
Настоящий стандарт определяет физическую среду только в той степени, которая необходима для обеспечения:

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.

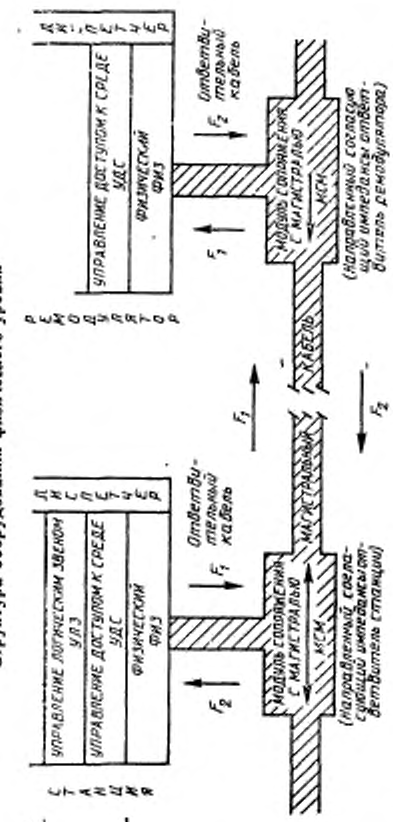
В планируемом к разработке международном стандарте ИСО (и соответственно ГОСТ) предполагается включить дополнительные руководящие материалы по использованию широковещательных кабельных систем для обмена информацией между ЛВС.

**Место физической среды в модели ЛВС**




Черт. 15.1

Структура оборудования физического уровня




Примечание. В одноканальной (двухнаправленной) системе $F_1 < F_2$ и обе частоты $F_1$ и $F_2$ проходят по общим магистральному и ответвительному кабелям. В двухканальной (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 пределе 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.

**Ответвительный кабель** — небольшого диаметра гибкий коаксиальный кабель широкополосной физической среды, подключаемой 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 двунаправленными 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 широковещательном 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 широполосной 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 двухнаправленными 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 широполосной 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 двухнаправленных (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 (сопрягаемый 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, ±5 дБ. Максимальное значение кратковременных отклонений на компонентах тракта должно составлять не более ±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, инициируемыми в точке подключения ремодулятора к физической среде.

15.5.7. **Альтернативный вариант широкополосной среды (факультативный).** 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 неизбыточной 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 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 влияний 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.** Рекомендуется, 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

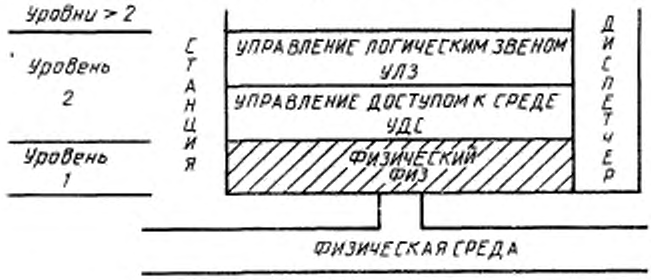
В данном разделе определены функциональные, оптические, электрические и механические характеристики одного из конкретных типов физического уровня (на основе волоконно-оптического кабеля). Настоящий стандарт определяет логические объекты физического уровня только в той степени, которая необходима для 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 настраивается на соответствующий рабочий диапазон приемника, который обеспечивается подключенным логическим объектом физического уровня. Соединитель интерфейса выполнен в виде дуплексного соединителя, геометрия сопрягаемости которого соответствует ИСО 9314/3.

**Центральная длина волны** — длина волны, которая является средним арифметическим значением половинных значений максимальных спектральных плотностей мощности передатчика. Если распределение спектральной интенсивности 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*. Сообщение *плохой_сигнал*, передаваемое во время прохождения преамбулы или четырех символов, следующих за последним КО передачи, не учитывается, при подсчете таких 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).

**Эффективная мощность** — разница, выраженная в дБм, между абсолютным значением световой мощности, измеренной в милливаттах в средней точке длительности символа_ФИЗ {H}, 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 приемник, чем обычные традиционные меры, такие как пиковая и средняя мощность. Методы измерения эффективной мощности являются предметом дальнейшего изучения

**Коэффициент угасания (потерь)** — отношение абсолютного значения световой мощности, измеренной в милливаттах в средней точке длительности символа_ФИЗ {H}, 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 сигнала симво-

ла {L} не может быть меньше максимальной мощности сигнала символа {выкл}.

2. Ниже приводятся 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 объектом 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 широковещательных системах кодирование символов_УДС в последовательность символов *зап_нераб* идентично кодированию чередующейся последовательности *единиц* и *нулей*, и приемникам разрешается декодировать переданное представление 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 исключение 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 скоростьПередачиДанных должна определять одно или несколько значений из набора 5, 10 и 20;

2) в локальной управляющей информации параметр минДлинаПреамбулыПослеМолчания 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 инициирующей станции при любой скорости передачи разрешается допуск ±0,01%, а для ретранслирующих станций, выполняющих функции ретрансляции и регенерации — ±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 {H} 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 {H} {H}.

3) *Поль* — каждый символ *поль* кодируется в виде {H}.

4) *Единица* — каждый символ *единица* кодируется в виде {H}.

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}, {HH}, если непосредственно предшествующим символом_ФИЗ является {L}, и должна кодироваться в виде последовательности {HH} {LL}, если непоосредственно

предшествующим символом ФИЗ является {H}. Таким образом, эта подпоследовательность (начальный ограничитель) *не_данные не_данные ноль не_данные не_данные ноль*
должна кодироваться в виде подпоследовательности
{LL} {HH} {HL} {LL} {HH} {HL},
подпоследовательность (конечный ограничитель)
*не_данные не_данные единица не_данные не_данные единица*
должна кодироваться в виде подпоследовательности
{LL} {HH} {LH} {HH} {LL} {LH}
после непосредственно предшествующего символа {L} и в виде подпоследовательности
{HH} {LL} {LH} {HH} {LL} {LH}
после непосредственно предшествующего символа {H}.

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 широковещательную 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, Мбит/с | Скорость передачи сигналов по физической среде, Мбод | Период_символа_ФИЗ, нс |
|---|---|---|
| 5 | 10 | 100 |
| 10 | 20 | 50 |
| 20 | 40 | 25 |

16.7.3.1. **Линейное представление символов.** Символы_ФИЗ {H}, {L} и {выкл} должны иметь следующие линейные представления.

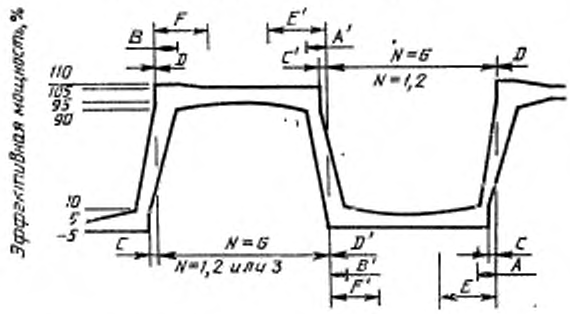
1) Символ {H} номинально должен быть представлен как абсолютный уровень мощности, соответствующий 100% эффективного значения мощности сигналов полного периода_символа_ФИЗ, как показано на черт. 16.3.

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 {H} 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 И

| 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 {H} 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 {H} 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 менее 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 ±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 ±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 {H} 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 принимаевых 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 логической 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 инициировать 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 что прошедшей передачи, и затем просканировать подключенные порты, из одного из которых были приняты сигналы. В период задержки и пока это сканирование сигналов остается безуспешным логический объект физического уровня повторителя должен выдавать логическому-объекту-УДС символы *молчание*, используя свою локально-инициируемую символьную синхронизацию. При обнаружении передаваемых 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 выбранного порта, декодировать принятые сигналы, восстановить синхронизм этих сигналов до и после декодирования и доставить декодированные символы-УДС соответствующему логическому объекту УДС. Затем он должен изменить частоту синхронизации символов-УДС в установленных настоящим подразделом (16.7) границах, что необходимо для сохранения надлежащих взаимоотношений с синхрочастотой принимаемых символов-ФИЗ.

Обобщая, можно сказать, что когда логический объект УДС является инициирующим, то:

1) логический объект физического уровня должен самостоятельно определять синхронизацию символов-УДС;

2) передача происходит во всех подсоединенных магистралях (если только они не деактивизированы из-за условий п. 16.7.9);

3) шлейф или любая из подсоединенных магистралей может использоваться в качестве источника символов-ФИЗ, которые декодируются и передаются примитивом ФИЗ-ДАННЫЕ.индикация.

Когда логический объект УДС действует в режиме ретрансляции, то:

а) логический объект физического уровня сначала обеспечивает достаточно большие задержки, чтобы надежно предотвратить ретрансляцию предыдущей передачи, после чего сканирует все подсоединенные магистрали для передачи сигналов и выбора одной из передающих сигналы 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 варьируется при необходимости (самое большее на ±0,015%) с тем, чтобы отслеживать 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.** Рекомендуется, чтобы каждая реализация (и сопроводительная документация) логического объекта физического уровня, соответствующая настоящему стандарту, имели маркировку наглядную для пользователя по меньшей мере по следующим параметрам:

1) скорости передачи данных, в мегабит в секунду;

2) наихудшие 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 Б, 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.

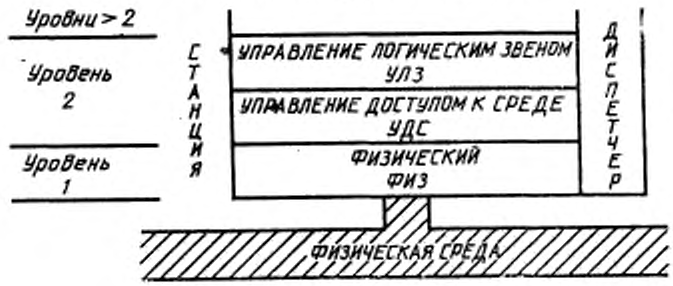
**дБм** — мера оптической мощности. В системе СИ дБм определяется как дБ (1 мВт).

**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 оконечным 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 {H}, 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.

**Передатчик 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 портом. 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 станции 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;

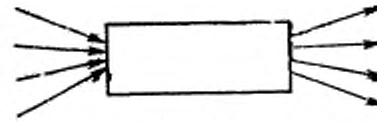
2) выход мощности из сети не зависит от функциональной активности любого логического элемента физической среды;

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 приемника 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 ±0,015 % на всех «приемных» портах ИСК физической среды при скорости передачи данных с допуском ±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 широковещательной 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 ±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, используемые 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.** Рекомендуется, 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 однонаправленном 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.

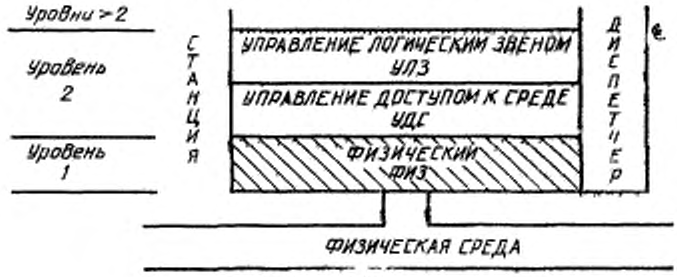
Настоящий стандарт определяет только те логические объекты физического уровня, которые необходимы для обеспечения:

1) взаимодействия реализаций, удовлетворяющих настоящей спецификации;

2) защиты ЛВС и тех, кто ее использует.

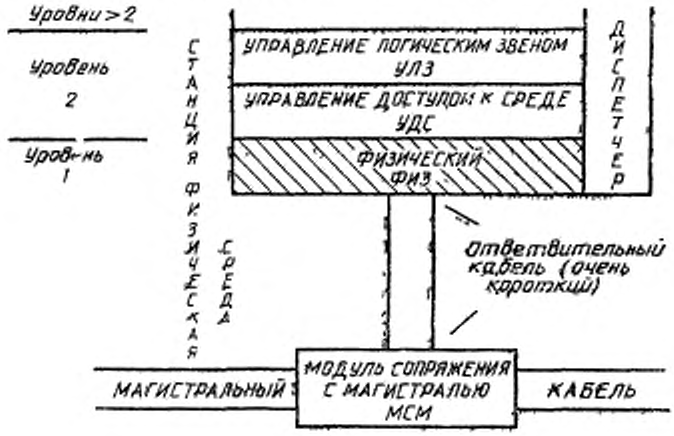
18.1. **Основные понятия.** Ниже определены некоторые используемые в данном разделе термины, смысл которых здесь более

Место физического уровня в модели ЛВС




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.

**Ответвительный 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 некоторый 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 к 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 необнаруживаемых 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 апроксимированной 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. **Кратное 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: {H}, {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 апроксимирующей 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 фазонепрерывной модулящией 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 минДлинаПреамбулыПослеМолчания 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 ±0,01 % для инициирующей станции и ±0,15 % для ретранслирующей станции во время ретрансляции. Если составной логический объект физического уровня реализован в регенеративном повторителе, он должен инициировать передачу сигналов во все тракты с одинаковой скоростью передачи.

18.7.2. **Кодирование символов.** Логический объект физического уровня передает 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 {H}, {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

{IL} {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} — низший 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 ±80 кГц и 6,26 МГц ±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 ±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 ответвительных 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 необнаруживаемых 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 внутриполосовым 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 одножильной 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 средствам 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 примитиве 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 инициируемую 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 инициирующим:

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 ±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 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 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.** Рекомендуется, 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) наихудшее 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 шинной 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 шинной ЛВС с одноканальной фазонепрерывной модуляцией показано на черт. 19.2.

Настоящий стандарт определяет только ту физическую среду, которая необходима для обеспечения:

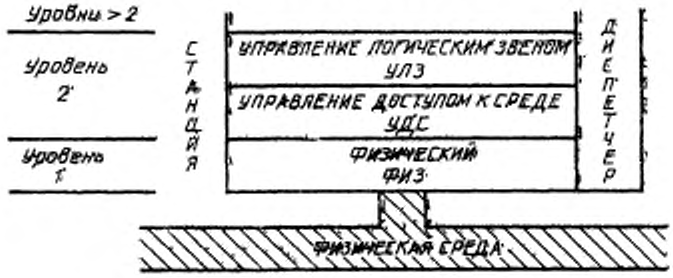
1) взаимодействия логических объектов физического уровня, соответствующих положениям разд. 18, при подключении к физической среде, удовлетворяющей данному разделу;

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.

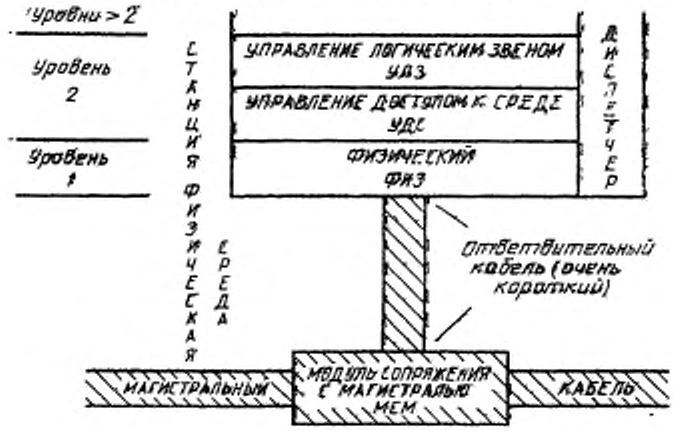
**Соединитель BNC** — 50-омный соединитель серии BNC для коаксиального кабеля (применяемый обычно в радиочастотном оборудовании), соответствующий требованиям Публикации МЭК 169

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 оконечным 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 шиной 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 предпосылают 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 фазонепрерывной 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 фазонепрерывной 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 фазонепрерывной 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 фазонепрерывной 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 подобъекту 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 передала, 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 обслуживающего персонала или оборудования.

Считается, что реализация физической среды соответствует настоящему стандарту, если она обеспечивает специфицированные услуги и характеристики по траспортировке 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 станции 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).** Рекомендуется, чтобы в полосе частот от 3 до 7 МГц пороговой 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.** Определяя 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.** Рекомендуется, 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 получаются 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 фазонепрерывной 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 P и Q (252—264 МГц).

Для 5 Мбит/с каналы 3′ (59,75—65,75 МГц) и P (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 P 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 сегмента | 8-битный подадрес станции |
|---|---|---|
| Индивидуальный адрес станции | | |

2) Формат 48-битного локально администрируемого иерархического адреса

Символ_УДС, передаваемый первым

↓

| 0 | 1 | 6-битный адрес региона | 8-битный подадрес сегмента | 32-битный подадрес 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.

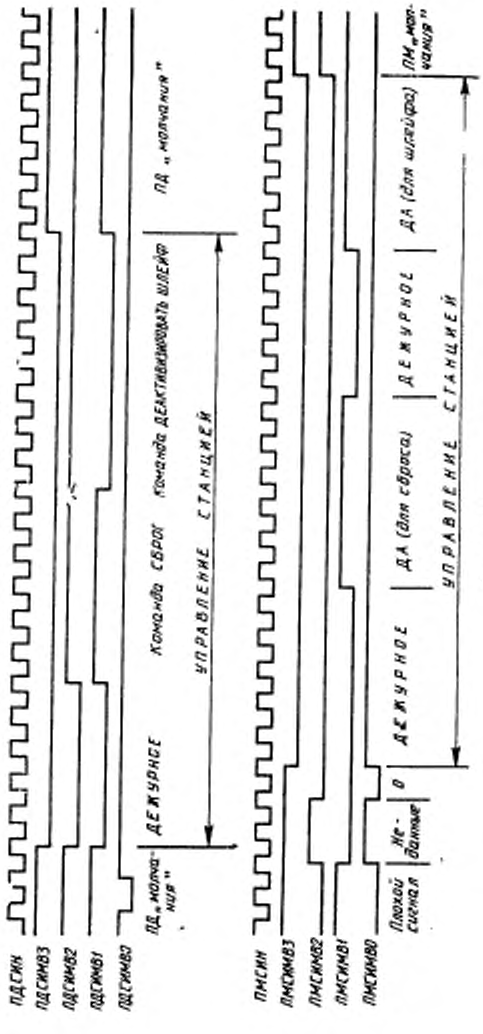
*ПРИЛОЖЕНИЕ 3*
*Справочное*

## ПОЯСНЕНИЕ К РЕЖИМУ УПРАВЛЕНИЯ

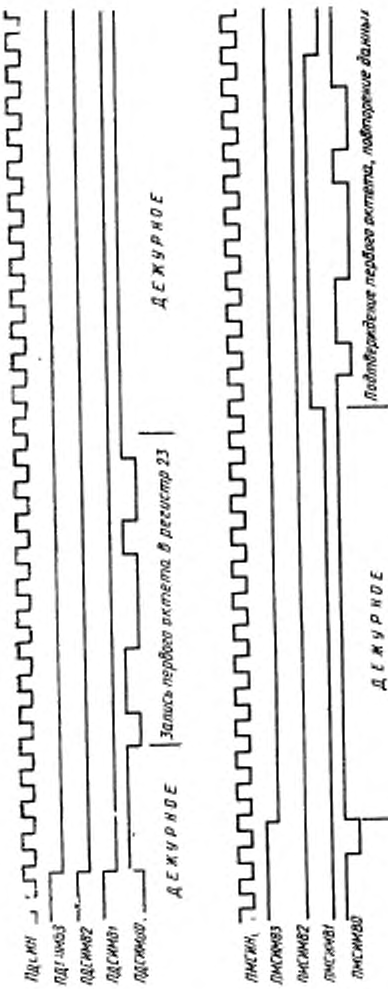
Для лучшего понимания режима управления введены приводимые ниже диаграммы.

На черт. П3.1 показан вход ООД в режим управления путем выдачи в АПД двух команд (которые должны подтверждаться) и последующего возвращения в режим УДС. На черт. П3.2 показан вход АПД в режим управления путем записи данных А5 (шестнадцатеричное) в регистр 23 (шестнадцатеричное) и последующего возвращения в режим УДС. На черт. П3.3 показано информирование со стороны АПД об ошибочной ситуации.

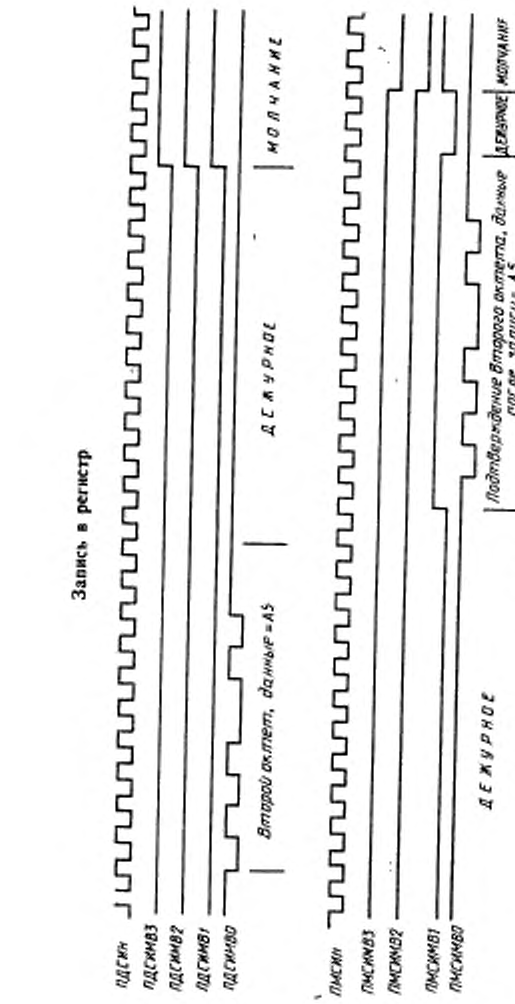
Типичное управление станцией




Черт. П3.1

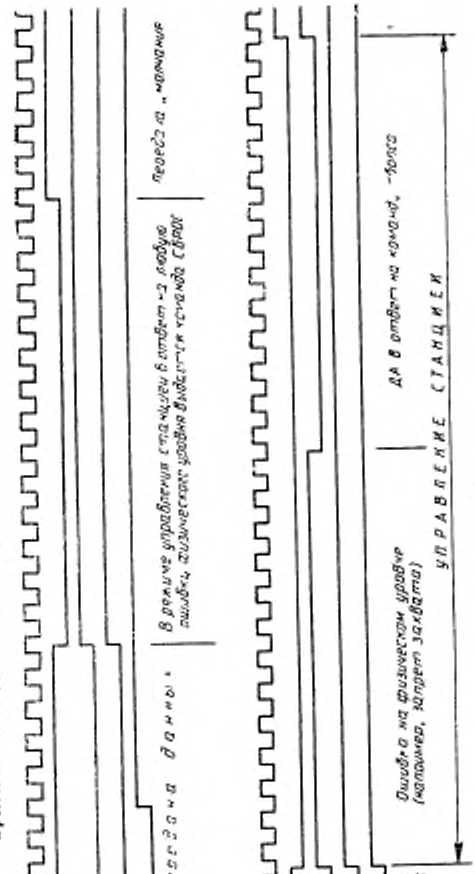



Черт. ПЗ.2 (лист 1 из 2)




Черт. П3.2 (лист 2 из 2)

**Временная последовательность при типичной неисправности модема**




Черт. П13.3

*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 магистрали 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 |
| 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 кожухи, 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.

**П.4.5.1. 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 заземлением 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 достаточна 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-

шает 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 P и Q;

б) для скорости передачи данных 5 Мбит/с должна использоваться пара каналов на 6 МГц с обратным каналом 3, спаренным с прямым каналом P, или обратным каналом 4, спаренным с прямым каналом Q;

в) для скорости передачи данных 1 Мбит/с должна использоваться пара каналов шириной 1,5 МГц, выбранная из одного из восьми равномерно разделенных поднаканалов по 1,5 МГц обратных каналов 3 и 4, спаренных с соответствующими прямыми каналами P 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.

*ПРИЛОЖЕНИЕ 6*
*Справочное*

## 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 перевыбора 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 образования 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 инициирован (предварительно установлен в единицы) с каждым символом *не_данные*. Каждый символ *не_данные* должен кодироваться как {2}, а восьмисимвольная последовательность (ограничитель кадра) согласно 8.2.1 должна кодироваться следующим образом: каждая последовательность

*не_данные не_данные, данные*$_1$ *не_данные не_данные данные*$_2$ *данные*$_3$ *данные*$_4$ должна кодироваться в виде последовательности

{2} {2} {2} {2} {$d_1$} {$d_2$} {$d_3$} {$d_4$},

где каждый элемент данные представляет собой либо *ноль*, либо *единица*, каждый элемент $d_i$ соответствует кодированию символа_УДС данные$_i$, 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} {$d_1$} {$d_3$}, а в квадратурном подканале {2} {2} {$d_2$} {$d_4$}.

В соответствии с п. 8.2.1 после каждой такой восьмисимвольной 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 выдает «скремблированный» символ_УДС *ноль* или *единица;*

б) Скремблированный символ_УДС должен быть преобразован в один из выходных кодов символа_УДС следующим образом:

ноль → {0}

единица → {4}

Это преобразование данных, в $\{d_i\}$, рассматривается в П6.3.

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.

**П6.2. 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} → 0/4 МАКС (=0)

{2} → 2/4 МАКС

{4} → 4/4 МАКС (=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. (четные номера) 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), отцентрированной 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 ° 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. Приемлем любой эквивалентный метод наложения синфазных и квадратурных компонент на рч-несущую.

*ПРИЛОЖЕНИЕ 7*
*Справочное*

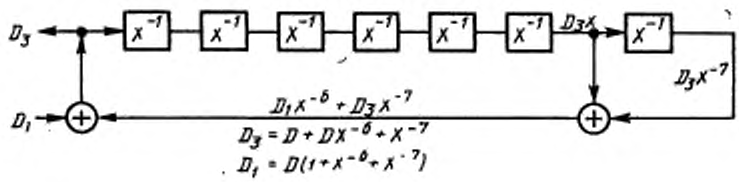
## ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА СКРЕМБЛИРОВАНИЯ

**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.

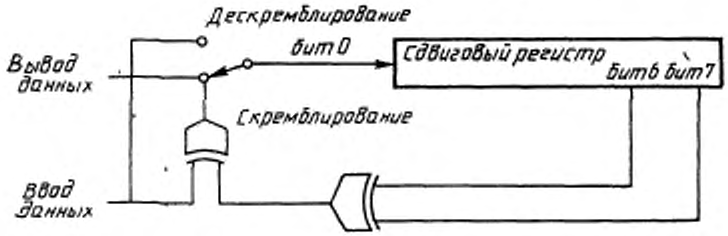
**П7.3. Элементы процесса скремблирования.** Коэффициент $1+X^{-6}+X^{-7}$ рандомизирует передаваемые данные по всей последовательности длиной в 127 бит. Черт. П7.2 приведен только для иллюстрации, поскольку при другой методике логическая организация может иметь другую форму.

**Скремблер $1+X^{-6}+X^{-7}$**




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.

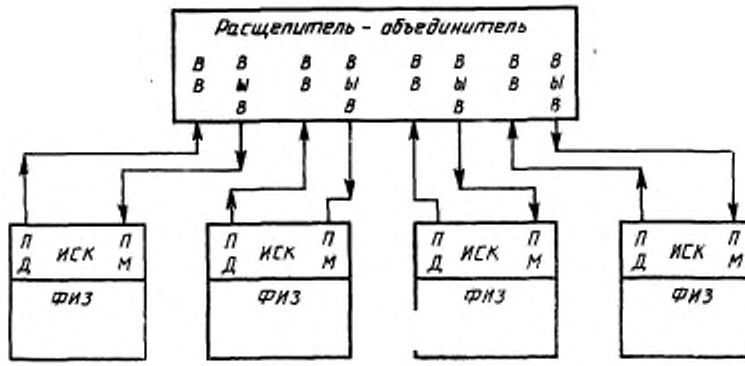
**П8.1. Топология сети.** Физические размеры сети, включая как графические размеры, так и число необходимых станций, будут оказывать значительное влияние на выбор топологии сети. Если требуется ограниченное число станций (например, от пяти до десяти), то может быть использована почти любая топология. 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 пассивная звезда | 32-портовая 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*
*Справочное*

## РУКОВОДЯЩИЕ 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 (типовой 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 |
| IT44121 | 4600 |
| IT47501 | 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 создает небольшие отражения в магистральный кабель. 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 экранированным 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 поставщиками 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 037.90.1—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 сильноточный 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 ответвительному кабелю.** 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 тестированный 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*

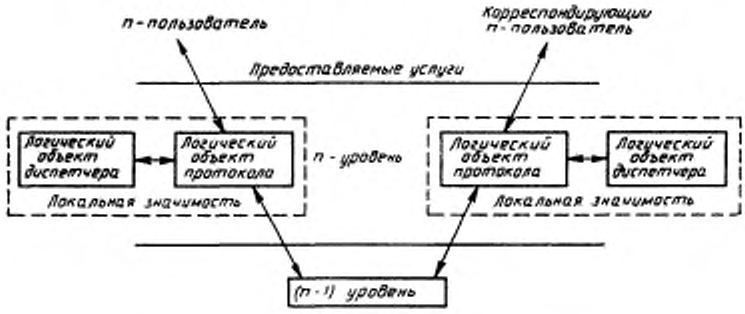
## МОДЕЛЬ, ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ДЛЯ СПЕЦИФИКАЦИИ УСЛУГ

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 межконцевого 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.

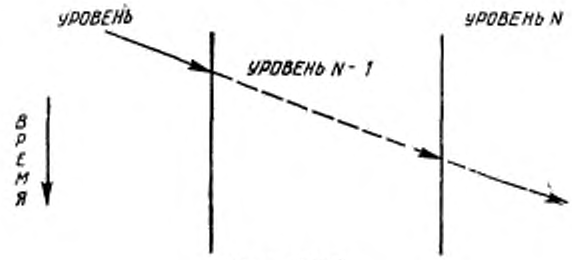
**П10.4.1. Запрос.** Примитив запроса передается от N-уровня к (N—1)-уровню для запроса инициации услуги.

**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-

менн 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 — ретрансляционный 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 кадра
УЛЗ — управление логическим звеном
ФИЗ — физический (уровень)
ШМД — шина с маркерным доступом
ЭСЛ — эмиттерно-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 6624—90 | 1.3, 3.1 |
| ГОСТ 11326.9—79 | | Приложение 9 |
| ГОСТ 24402—88 | | 1.2, 1.3, 13.1, 16.1, 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 9696—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—1966 | 1.7.4 |
| | 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, 16.8.2, 19.6.2 |
| | X.160 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). ФОРМАЛИЗОВАННОЕ ОПИСАНИЕ . . . . . 83
   7.1. Переменные и функции . . . . . 83
   7.2. Формализованное описание автомата управления доступом . . 96
8. ИНТЕРФЕЙС ФИЗИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ — УДС. СПЕЦИФИКАЦИЯ 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 С ФАЗОКОГЕРЕНТНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ СДВИГОМ ЧАСТОТЫ. 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 С ФАЗОКОГЕРЕНТНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ СДВИГОМ ЧАСТОТЫ. 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 ВОЛОКОННО-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 . . . . . 278
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 за 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

gost.e-ecolog.ru