ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

Сети телекоммуникаций

СТРУКТУРА КАДРОВ, АДРЕСАЦИЯ И ИНТЕРФЕЙСЫ ETHERNET

Общие требования

Издание официальное

Узбекское агентство стандартизации, метрологии и сертификации

Ташкент

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Государственным унитарным предприятием Центр научно-технических и маркетинговых исследований – «UNICON.UZ» (ГУП «UNICON.UZ»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации в сфере информационных технологий и коммуникаций № 7

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ постановлением Узбекского агентства стандартизации, метрологии и сертификации (агентство «Узстандарт») от 28 01 2016 № 05-740

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории Узбекистана публикуется в указателе, издаваемом агентством «Узстандарт». В случае пересмотра или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована в информационном указателе, издаваемом агентством «Узстандарт»

Исключительное право официального опубликования настоящего стандарта на территории Узбекистана принадлежит агентству «Узстандарт»

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI STANDARTLASHTIRISH, SERTIFIKATLASHTIRISH VA METROLOGIYA AGENTLIGI AXBOROT TEXNOLOGIYALARINI JORIY ETISH BOSHQARMASI

Содержание

1 Область применения 1
2 Термины, определения, сокращения и обозначения..... 1
2.1 Термины и определения..... 1
2.2 Сокращения и обозначения 2
3 Общие положения..... 4
4 Требования к структуре кадров и адресации Ethernet 4
4.1 Место Ethernet в эталонной модели OSI..... 4
4.2 Формат кадра Ethernet..... 5
4.3 Режимы работы Ethernet..... 6
4.4 Структура адресов в Ethernet..... 7
4.5 Типы адресации..... 8
5 Требования к физическим характеристикам и к параметрам сигналов интерфейсов..... 8
5.1 Требования к временным ограничениям домена коллизий..... 8
5.2 Требования к диаметру сети Ethernet и к её интервалу..... 12
5.3 Требования к интерфейсу адаптера приёмника данных..... 13
5.4 Требования к форме выходного сигнала интерфейсов Ethernet..... 14
6 Требования к интерфейсу Ethernet 14
7 Требования к интерфейсу Fast Ethernet 16
7.1 Структура Fast Ethernet..... 16
7.2 Подуровень управления логической связью..... 17
7.3 Подуровень согласования..... 17
7.4 Управление доступом к среде..... 17
7.5 Требования к среде передачи интерфейса Fast Ethernet..... 20
8 Требования к интерфейсу Gigabit Ethernet..... 23
8.1 Общие сведения о Gigabit Ethernet. 23
8.2 Интерфейс 802.3ab 1000BASE-T..... 24
8.3 Интерфейс 802.3z 1000BASE-X..... 24
9 Требования к интерфейсу 10 Gigabit Ethernet..... 26
9.1 Общие сведения о 10 Gigabit Ethernet..... 26
9.2 Оптические характеристики передатчика 10GBASE-S..... 27
9.3 Оптические характеристики приёмника 10GBASE-S 28
9.4 Оптические характеристики передатчика 10GBASE-L..... 29
9.5 Оптические характеристики приёмника 10GBASE-L 30
9.6 Оптические характеристики передатчика 10GBASE-E..... 31
9.7 Оптические характеристики приёмника 10GBASE-E 31
10 Требования к интерфейсу 40 Gigabit Ethernet..... 33
10.1 Общие сведения о 40 Gigabit Ethernet..... 33
10.2 Оптические характеристики передатчика 40GBASE - LR4..... 33
10.3 Оптические характеристики приёмника 40GBASE - LR4 34
10.4 Оптические характеристики передатчика 40GBASE - FR..... 35
10.5 Оптические характеристики приёмника 40GBASE - FR 36

STANDARTLASHTIRISH, BAYLAT
NAZORATINI MUVOFIQLASHTIRISHNI
AXBOROT TEXNOLOGIYALARINI

11 Требования к интерфейсу 100 Gigabit Ethernet..... 37
11.1 Общие сведения о 100 Gigabit Ethernet..... 37
11.2 Оптические характеристики передатчиков 100GBASE - LR4 и 100GBASE - ER4..... 37
11.3 Оптические характеристики приёмников 100GBASE - LR4 и 100GBASE - ER4 38
12 Технические требования к интерфейсам 40GBASE - SR4 и 100GBASE - SR10..... 40
12.1 Оптические характеристики передатчиков 40GBASE - SR4 и 100GBASE - SR10..... 40
12.2 Оптические характеристики приемников 40GBASE - SR4 и 100GBASE - SR10 41
Приложение А (справочное) Формы выходных сигналов Fast Ethernet, Gigabit Ethernet (глазковые диаграммы) и требования к допустимым границам искажения..... 42

O‘ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH, DAVLAT
NAZORATINI MUVOFIQLASHTIRISH VA
AXBOROT TEXNOLOGIYALARINI
[illegible]

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

Телекоммуникациялар тармоқлари
ETHERNET КАДРЛАР СТРУКТУРАСИ, АДРЕСАЦИЯСИ ВА ИНТЕРФЕЙСЛАРИ
Умумий талаблар

Сети телекоммуникаций
СТРУКТУРА КАДРОВ, АДРЕСАЦИЯ И ИНТЕРФЕЙСЫ ETHERNET
Общие требования

Telecommunication networks
Frames structure, addressing and interfaces of Ethernet
General requirements

Дата введения 01 02 2016

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает общие требования к структуре кадров, адресации и интерфейсам Ethernet и распространяется на оборудование, используемое на сетях передачи данных.

Требования настоящего стандарта являются обязательными для операторов и провайдеров сетей передачи данных общего пользования Республики Узбекистан.

2 Термины, определения, сокращения и обозначения

2.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применяются следующие термины с соответствующими определениями:

2.1.1 **битовый интервал:** Время, необходимое для передачи одного бита, которое при скорости передачи 10 Mbit/s составляет 0,1 μs. Временные соотношения измеряются в битовых интервалах.

2.1.2 **время двойного оборота по сети:** Время реакции адаптера на обнаружение коллизии между двумя самыми удаленными друг от друга узлами домена коллизий.

2.1.3 **временной зазор**: Время, измеряемое в микросекундах, которое необходимо выждать устройству передачи, отправившему пакет, до следующей посылки пакета.

Издание официальное

O'ZSTANDART AGENTLIGI
6000 son raqam
«21» 01 2016 yilda
Davlat ro'yxatiga olindi

2.1.4 **диаметр сети Ethernet:** Максимально-допустимая длина кабеля (провода, витой пары) в сети Ethernet.

2.1.5 **доступ множественный с контролем несущей частоты и предотвращением конфликтов:** Доступ в соответствии с классом протоколов, использующих квантование по времени, при котором каждая станция может передавать информацию только в строго определенные для неё моменты времени и посылку запроса на получение доступа к среде; каждая станция формирует специальный запрос на передачу, адресуемый к управляющей станции.

2.1.6 **глазковая диаграмма:** Визуальная развёртка (осциллограмма) сигнала, полученная на экране анализатора сигнала при длительности «прямого хода развертки», равной одному такту передачи символа и бесконечном «времени послесвечения экрана».

2.1.7 **Ethernet:** Технология пакетной передачи данных в компьютерных сетях.

2.1.8 **интерфейс:** Граница между двумя устройствами или системами с определёнными физическими, функциональными и электрическими характеристиками.

2.1.9 **интервал Ethernet**: Время, необходимое кадру Ethernet для преодоления диаметра сети.

2.1.10 **коллизия:** Попытка двух узлов локальной сети одновременно послать сообщение (пакет) по одному и тому же каналу.

2.1.11 **контроль при помощи избыточного циклического кода:** Контроль, осуществляемый с помощью схемы определения ошибок при передаче данных на основе полиномиального алгоритма, вычисляющего контрольную сумму передаваемого модуля данных.

2.1.12 **межсетевой пакетный обмен**: Протокол, используемый в качестве основного протокола в сетях Novell NetWare, для обмена данными между узлами сети и приложениями, работающими на различных узлах сети.

2.1.13 **системная сетевая архитектура:** Общее описание структуры, форматов, протоколов, используемых для передачи информации между программным обеспечением IBM и оборудованием.

2.1.14 **трансивер:** Физическое устройство (приёмо-передатчик), которое соединяет интерфейс узла с локальной сетью, такой как Ethernet.

2.2 Сокращения и обозначения

В настоящем стандарте применяются следующие сокращения и обозначения:

ANSI	American National Standard Institute (Американский национальный институт стандартов)
ARP	Address Resolution Protocol (протокол преобразования адресов)
AUI	Access Unit Interface (интерфейс устройств доступа)

O'ZSTANDART AGENTLIGA
STANDARTLASHTIRISH, DAVLAT
METROLOGIYA HUQUQIGA RIOYA
QILISHNI TEXNOLOGIYALARINI

Bd	Bod (Бод – единица скорости передачи дискретных сигналов. 1 Бод равен 1 bit)
BER	Bit error rate (интенсивность ошибочных битов)
bt	bit time (битовый интервал)
CRC	Cyclic redundancy check (циклический избыточный код)
CSMA/CD	Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (множественный доступ с контролем несущей частоты и обнаружением конфликтов)
DA	Destination Address (поле адреса назначения кадра)
DEC net	District Export Council-net (протокол разработанный компанией DEC, позволяющий связывать компьютеры)
DIX	DEC-Intel-Xerox (первое название технологии Ethernet)
EIA	Electronics Industries Association (Ассоциация электронной промышленности)
FCS	Frame Check Sequence (контрольная последовательность кадров)
FDDI	Fiber Distributed Data Interface (распределенный интерфейс передачи данных по волоконно-оптическим каналам)
IPG	Inter Packet Gap (межпакетная щель)
IPX	Internetwork Packet Exchange (межсетевой пакетный обмен - протокол, используемый в качестве основного протокола в сетях Novell NetWare)
LLC	Logical Link Control (подуровень управления логической связью)
LAT	Local Area Transport (протокол сетевого виртуального терминала)
LX	Long wavelength (длинноволновый)
MAC	Media Access Control (подуровень управления доступом к среде)
MDI	Medium Dependent Interface (разъём сетевого интерфейса)
NIC	Network Interface Card (сетевая интерфейсная карта - адаптер)
OSI	Open System Interconnection (взаимодействие открытых систем)
PHY	Physical (физический уровень сетевого протокола)
RT	Real Time (реальный масштаб времени)
RJ-45	Разъём для оборудования технологии Ethernet
SNA	Systems Network Architecture (системная сетевая архитектура IBM)
SFD	Start of Frame Delimiter (ограничитель начала кадра)
SQE	Signal Quality Error (сигнал проверки качества передачи)
SX	Short wavelength (коротковолновая технология на основе многомодового волокна)
TIA	Telecommunications Industry Associastion (Ассоциация промышленности средств связи)

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH, DAVLAT
NAZORATINI MUVOFIQLASHTIRISH VA
AXBOROT TEXNOLOGIYALARINI
JORIY ETISH BOSHQARMASI

TLV	Type-Lenth-Value (тип-длина-значение - формат кодирования)
TS	Time Slot (интервал отсрочки)
UTP	Unshielded Twisted Pair (неэкранированная витая пара)
WAN	Wide Area Network (глобальная сеть, территориально-распределенная сеть)

3 Общие положения

Оборудование, обеспечивающее реализацию функций Ethernet - технологии множественного доступа с контролем несущей и обнаружением конфликтов (коллизий), должно быть реализовано в соответствии с функциональными требованиями к реализации технологии Ethernet на сетях передачи данных. Функциональные требования определяют проводные соединения и электрические сигналы на физическом уровне, формат пакетов и протоколы управления доступом к среде - на канальном уровне эталонной модели OSI.

Используемые разновидности Ethernet обозначаются сочетанием букв и цифр: 10Base2, 100BaseTX, 10Broad36 и другие. В обозначении разновидностей технологии Ethernet элементы обозначают:

- первый элемент - скорость передачи, Mbit/s;
- второй элемент:

a) Base - прямая (немодулированная) передача;

b) Broad - использование широкополосного кабеля с частотным уплотнением каналов;

- третий элемент:

a) округленная длина кабеля в сотнях метров - 10Base2 - 185 m, 10Base5 - 500 m, фактически - до 250 m;

b) среда передачи - T, TX, T2, T4; витые пары, FX, FL, FB, SX и LX - оптоволокно, CX - твинаксиальный кабель для Gigabit Ethernet.

4 Требования к структуре кадров и адресации Ethernet

4.1 Место Ethernet в эталонной модели OSI

Технология Ethernet базируется на методе множественного доступа к среде передачи с прослушиванием несущей и обнаружением коллизий - CSMA/CD. В эталонной модели OSI технология Ethernet занимает канальный уровень (рисунок 1).

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH, DAVLAT
NAZORATINI MUVOFIQLASHTIRISH
AXBOROT TEXNOLOGIYALARINI

	Уровень приложений
	Уровень представлений
	Сеансовый уровень
	Транспортный уровень
	Сетевой уровень
Подуровень управления логическим соединением	Канальный уровень
Канальный подуровень	
	Физический уровень

Рисунок 1 - Канальный уровень в эталонной модели OSI

4.2 Формат кадра Ethernet

4.2.1 Формат кадра приведен на рисунке 2.

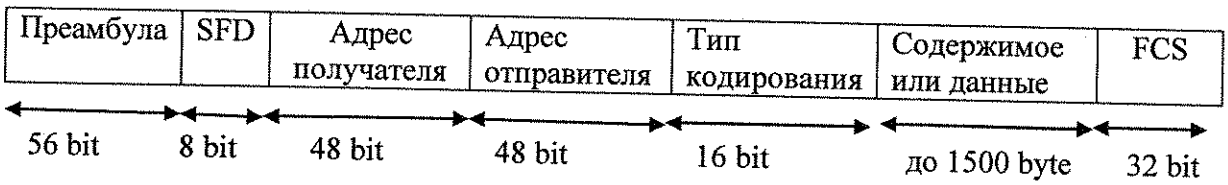


Рисунок 2 - Структура кадра Ethernet

4.2.2 Преамбула - представляет собой набор из семи октетов, таким образом, в преамбуле - 56 bit, поочередно принимающих значения «0»и «1». Каждый октет представляет собой следующую битовую комбинацию: 10101010. Преамбула указывает станции-получателю о том, что передается кадр.

4.2.3 Ограничитель начала кадра (SFD) - 8-битовое поле, содержащее битовую комбинацию, где биты поочерёдно принимают значения 1 и 0, но оба последних разряда имеют значение 1 (10101011). Эта комбинация указывает станции-получателю, что вслед за данным полем будет передана содержательная часть кадра.

4.2.4 Адрес получателя (MAC-адрес) – поле адреса получателя имеет 48-разрядное значение, указывающее адрес станции-приемника, для которой предназначен кадр.

4.2.5 Адрес отправителя – поле адреса отправителя представляет собой 48-разрядное значение, указывающее адрес станции-отправителя.

4.2.6 TLV-кодирование – поле TLV использует 16 разрядов, для того чтобы указать, какой тип протокола более высокого уровня инкапсулирован в поле данных или в поле содержимого пакета. Это поле также называют полем типа кадра Ethernet; его значение указывает на режим работы Ethernet (Ethertype value).

4.2.7 Содержимое или данные – поле содержимого или данных содержит пакеты протокола более высокого уровня и должно иметь ширину не менее 46 byte и не более 1500 byte. Если размер данных или содержимо-

STANDARTLASHTIRISH, BAYLAT
NAZORATINI MUVOFIQLASHTIRISHNA
AXBOROT TEXNOLOGIYALARINI

го менее 46 byte, передающая станция дополняет содержимое, чтобы размер поля составлял как минимум 46 byte. Минимальное значение размера данных или содержимого обусловлено необходимостью предоставления шанса приема пакета всеми станциями.

Заголовок и поле данных в разных типах кадров трактуются поразному, но их суммарная длина не может быть меньше 48 byte и больше 1502 byte. Если требуется передать кадр с меньшим числом байт, после действительных данных вводится заполнитель свободной информации, доводящий размер кадра до минимально разрешенного. Таким образом, размер кадра (включая адресную информацию и CRC-код) должен составлять от 64 до 1518 byte.

4.2.8 Контрольная последовательность кадра (FCS) – поле FCS содержит значение CRC, вычисленное на основе битовой комбинации кадра. Когда принимающая станция получает кадр, она вычисляет его значение CRC и сравнивает с тем, которое содержится в поле FCS. Если эти величины совпадают, считается, что кадр не содержит ошибок. Блок-схема алгоритма вычисления FCS представлена на рисунке 3.

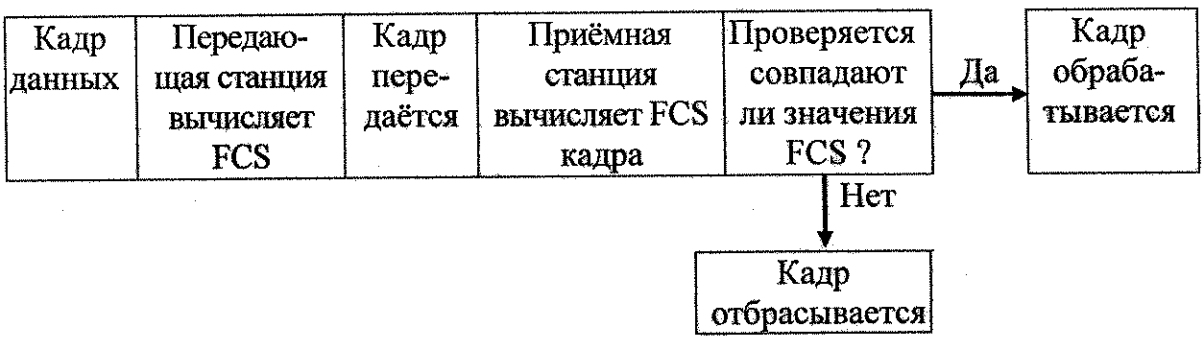


Рисунок 3 - Блок-схема алгоритма вычисления значения FCS

4.3 Режимы работы Ethernet

Режимы работы и назначения режимов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Значение режима работы Ethernet, шестнадцатеричное	Назначение режима
x0800	IP - Internet Protocol (интернет протокол)
x0806	ARP - Address Resolution Protocol (протокол преобразования адресов)
x0BAD	Banyan Systems (производитель корпорация)

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH, DAVLA
NAZORATINI MUVOFIQLASHTIRISH
AXBOROT TEXNOLOGIYALARINI

Окончание таблицы 1

Значение режима работы Ethernet, шестнадцатеричное	Назначение режима
x6004	LAT -Local Area Transport - Digital Equipment (протокол сетевого виртуального терминала)
x8037	IPX - Internetwork Packet Exchange (протокол, используемый в качестве основного протокола в сетях Novell NetWare)
x809B	AppleTalk over Ethernet (протокол для адаптера Ether talk)
x80D5	SNA - Systems Network Architecture over Ethernet (сервисы системной сетевой архитектуры IBM)
x80F3	ARP - Address Resolution Protocol (протокол преобразования адресов)
x80DD	IP v6 (протокол IP версии 6)

4.4 Структура адресов в Ethernet

Адреса Ethernet представляют собой 48-разрядные значения, которые однозначно идентифицируют Ethernet-станции локальной сети.

Структура адресов в Ethernet представлена на рисунке 4.



a - уникальный адрес; b - уникальный произвольный адрес;
c – широковещательный адрес; d – групповой адрес.

Рисунок 4 - Адресация кадров Ethernet

DA может содержать адрес одного из трех типов:

- уникальный MAC – адрес единственного получателя, кадра;
- широковещательный адрес, указывающий на то, что данный кадр адресован всем увидевшим его абонентам сети;

MAZMURATINI MUVOFIQLASHTIRISHVA
AXBOROT TEXNOLOGIYALARINI

- групповой адрес, являющийся признаком, по которому узлы могут обрабатывать интересующие их кадры.

Байт 1 определяет тип адреса - 001 - уникальный адрес, остальные байты задают адрес конкретного сетевого адаптера.

Байты 2 - 3 определяют уникальность адресации адаптеров - обеспечивается специальным соглашением, по которому каждому производителю аппаратуры выделяется свое значение кода (одно или несколько).

Байты 4 - 6 заполняются изготовителем - на нём лежит ответственность за их уникальность. Эта информация может быть серийным номером платы.

Ряд моделей адаптеров (в комплекте с драйверами) позволяет задавать MAC-адрес узла администратором произвольно, но в этом случае ответственность за уникальность адресации ложится на администратора. Признаком внесистемного задания адреса должна быть единица во втором справа разряде первого байта адреса (02-xx-xx-xx-xx-xx).

В групповом адресе идентификатором группы являются байты 2 - 6.

4.5 Типы адресации

В Ethernet используется три типа адресации:
- широковещательная;
- многоадресная;
- одноадресная.

Широковещательные кадры принимаются и обрабатываются всеми станциями домена. Каждая станция действует в соответствии с алгоритмом, представленным на рисунке 3.

Многоадресные (групповые) кадры похожи на широковещательные, так как они позволяют отправителю направлять их сразу группе получателей, а не одному.

5 Требования к физическим характеристикам и к параметрам сигналов интерфейсов

5.1 Требования к временным ограничениям домена коллизий

В таблице 2 приведена информация о скорости и дальности передачи при использовании различных Ethernet-технологий.

С механизмом обнаружения коллизии связаны пространственные ограничения на размер домена коллизий, обусловленные ограниченностью скорости распространения сигнала в среде передачи и задержками, вносимыми повторителями.

O‘ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH, BASL...
MAHSULOTINI MUVOFIQLASHTIRISH VA
AXBOROT TEXNOLOGIYALARINI
JORIY ETISH DEPARTAMENTI

Таблица 2 - Скорость и дальность передачи при использовании различных Ethernet-технологий

Технология	Скорость передачи, Mbit/s	Среда передачи	Длина волны для оптоволокна, nm	Максимальная длина сегмента, m	Диаметр сети (при использовании повторителей), m	Максимальное число повторителей между любыми станциями сети	Возможность дуплексного соединения
1	2	3	4	5	6	7	8
10BASE5	10	Толстый коаксиальный кабель RG-8 или RG-11	–	500	2500	4	Нет
10BASE2	10	Тонкий коаксиальный кабель RG-58	–	185	925	4	Нет
10BASE-T	10	Неэкранированная витая пара категорий 3,4,5. Используются 2 пары	–	100	500	4	Да
10BASE-FL	10	Многомодовый волоконно-оптический кабель. Два волокна	–	2000	2500 2740 для 10BASE-FB	4 5 для 10BASE-FB	Да
100BASE-TX	100	Неэкранированная витая пара категории 5 UTP или экранированная витая пара типа 1 STP	–	100	200	2	Да
100BASE-T4	100	Неэкранированная витая пара категорий 3 и выше Используются все 4 пары	–	100	200	2	Да
100BASE-T2	100	Неэкранированная витая пара категорий 3 и выше. Используются 2 пары	–	100	200	–	Да

O'z DSt 3072 :2016

Продолжение таблицы 2

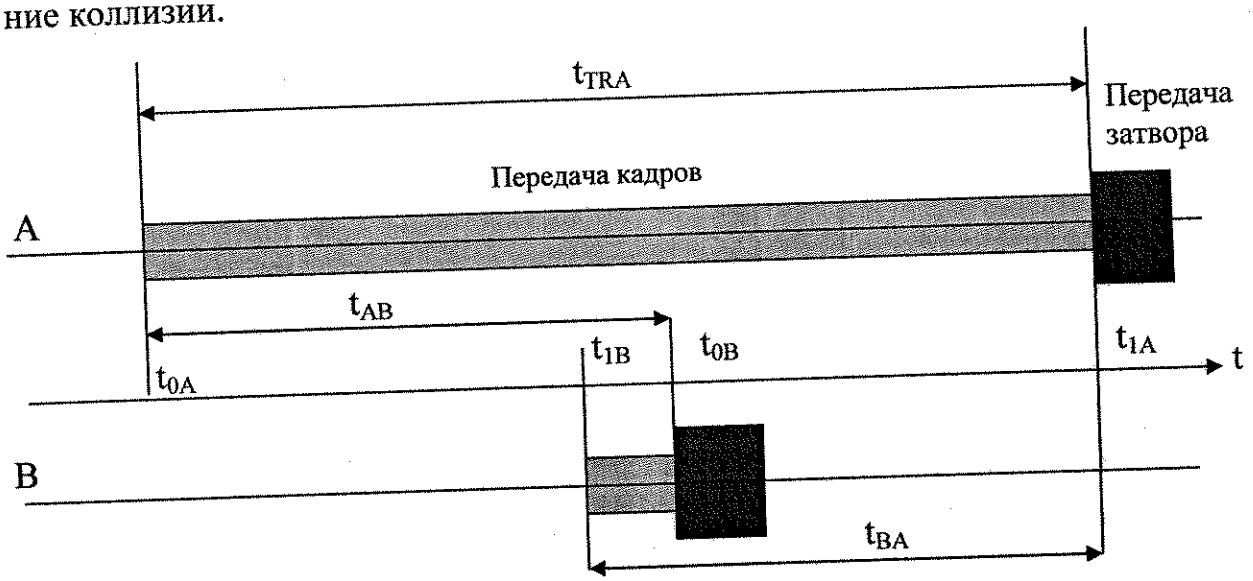
1	2	3	4	5	6	7	8
100BASE-FX	100	Многомодовый волоконно-оптический кабель. Два волокна	–	412 (полудуплекс) 2000 (дуплекс)	272	2	Да
1000BASE-T	1000	Неэкранированная витая пара категории 5+ UTP (При соединении близком к максимуму 80-100 м - рекомендуется категория 6)	–	100	200	1	Да
1000BASE-CX	1000	Экранированная витая пара категории 7	–	25	25	–	Да
1000BASE-SX	1000	Многомодовый волоконно-оптический кабель	–	500	–	–	Да
1000BASE-LX	1000	Многомодовый и одномодовый волоконно-оптический кабель. Два волокна	–	500 многомодовый	–	–	Да
1000BASE-LH	1000	Одномодовый волоконно-оптический кабель. Два волокна	–	10 000	–	–	Да
1000BASE-ZX	1000	Одномодовый волоконно-оптический кабель. Два волокна	–	70 000 100 000 при идеальных условиях	–	–	Да
1000BASE-BX	1000	Одномодовый волоконно-оптический кабель. Одно волокно	–	10 000	–	–	Да

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8
10GBASE-SR	10000	-	850	от 33 до 300	–	–	Да
10GBASE-LX4	10000	–	1310	300 многомодовое 10000 одномодовое	–	–	Да
10GBASE-CX4	10000	–	–	–	–	–	Да
10GBASE-LR	10000	–	1310	10000	–	–	Да
10GBASE-ER	10000	–	1550	40000	–	–	Да
10GBASE-SW	10000	–	850	от 33 до 300	–	–	Да
10GBASE-LW	10000	–	1310	10000	–	–	Да
10GBASE-EW	10000	–	1550	40000	–	–	Да
10GBASE-T	10000	Витая пара. Используются 4 пары	–	100	–	–	Да
10GBASE-LRM	10000	–	1310	220	–	–	Да

MAZKURATNI MUVOFIQLASHTIRISHGA
AXBOROT TEXNOLOGIYALARINI

На рисунке 5 приведена временная диаграмма действий двух, удаленных друг от друга узлов, отражающая влияние задержек на обнаружение коллизии.



A и B – соответственно узел А (передатчик) и узел В (приёмник);
t – шкала времени;
t_{0A} – время начала передачи данных из узла А в узел В;
t_{0B} – момент времени, до которого узел В видит канал свободным;
t_{1A} – момент времени, в который узел А обнаруживает коллизию;
t_{1B} – момент времени, в который узел В начинает передавать кадр;
t_{AB} – продолжительность (время) передачи трафика от А к В;
t_{BA} – продолжительность (время) передачи трафика от В к А;
t_{TRA} – время двойного оборота трафика по сети.

Рисунок 5 - Временная диаграмма обнаружения коллизии при передаче трафика

t_{TRA} не должно превышать время передачи кадра минимальной длины. Размер наименьшего допустимого кадра составляет 64 byte или 512 byte.

t_{TRA} не должно превышать 45 μs - время реакции адаптера на обнаружение коллизии между двумя самыми удаленными друг от друга узлами домена коллизий.

В это время входит задержка распространения сигнала в кабеле, задержки, вносимые повторителями (если они встречаются на пути), и время реакции адаптера на обнаружение коллизии.

Время реакции адаптера (t_{1A} - t_{0A}) на обнаружение коллизии не должно превышать 25,6 μs, а для надежности следует еще оставить запас от 1 до 5 μs.

5.2 Требования к диаметру сети Ethernet и к её интервалу

Интервалом в данном случае называется время, необходимое кадру Ethernet для преодоления диаметра сети.

O‘ZSTANDART AGENTLIGI STANDARTLASHTIRISH, BANDLIK MAHSULOTINI MUVOFIQLASHTIRISH AKKREDITATSIYA TEXNOLOGIYALARINI JORIY ETISH DEPARTAMENTI

Исходя из требования, установленного в 5.1 для сети Ethernet, чтобы коллизия была обнаружена в течение времени, которое необходимо для передачи кадра минимальной длины, допустимого в сети Ethernet, с учетом скорости передачи данных равной 10 Mbit/s, диаметр сети (максимально допустимая длина провода в сетях Ethernet) не должен превышать 2800 m.

5.3 Требования к интерфейсу адаптера приёмника данных

5.3.1 Адаптер приемника должен распознавать следующие ошибки кадров (конец кадра определяется по пропаданию несущей):

a) длинный кадр - более 1518 byte с правильным CRC-кодом. Порождается некорректным драйвером адаптера;

b) короткий кадр - менее 64 byte с правильным CRC-кодом. Порождается некорректным драйвером адаптера;

c) кадр, несущий бессмысленную информацию - более 1518 byte с неправильным CRC-кодом. Порождается неисправным адаптером (трансивером);

d) ошибка выравнивания - кадр, длина которого не кратна байту. Порождается неисправным адаптером, трансивером, кабелем;

e) ошибка контрольного кода - кадр правильной длины, но с неправильным CRC-кодом. Порождается помехами, длиной кабеля, превышающей допустимую длину.

На вышестоящие протокольные уровни должны передаваться только кадры, не имеющие перечисленных ошибок. Кадр, отсеченный коллизией (менее 64 byte и неправильным CRC-кодом), ошибочным формально не считается, но и на обработку в вышестоящие уровни не передается.

Между кадрами должен обеспечиваться временной зазор длительностью 9,6 μs (узел не имеет права начать передачу раньше, чем через интервал IPG после определения момента пропадания несущей).

Через 0,6 μs после окончания передачи начинается окно тестирования цепей детектора коллизий (SQE-window) длительностью 1,4 μs. В это время трансивер, передавший кадр, формирует специальный тестовый сигнал SQE, он же бит (heartbit), по которому адаптер определяет работоспособность детектора коллизий.

5.3.2 Трансивер, как независимый узел, должен контролировать работу адаптера. Если он обнаружил некорректный сигнал адаптера (слишком долгое формирование сигналов передачи), то он прекращает передачу в линию и блокируется до тех пор, пока адаптер не прекратит передачу сигнала на определенное время.

Интервал времени до повторной попытки доступа определяется по формуле:

$$t_{(RT)} = TS \cdot t(n) \qquad (1)$$

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH, DAVLAT
MAZORATINI MUVOFIQLASHTIRISHVA
AKKREDIT TEXNOLOGIYALARINI
JORIY ETISH BOSHQARMASI

где: $t_{(RT)}$ - интервал времени до повторной попытки доступа;

TS - интервал отсрочки (TS составляет 512 bt);

t - является случайным целым, равномерно распределенным в диапазоне от 0 до 2^n для n = 1, 2,...10 и 2^{10} для n > 10. После 16 неудачных попыток передачи адаптер отказывается от дальнейших попыток доступа, сообщая о неудаче на вышестоящие уровни.

Максимальное время между двумя повторными попытками может доходить до $2^{10} \cdot TS = 524288$ bt (примерно равно 52,4 ms), минимальное - равно 0 (сразу после зазора).

5.4 Требования к форме выходного сигнала интерфейсов Ethernet

Формы выходных сигналов интерфейсов Fast Ethernet, Gigabit Ethernet и требования к допустимым границам искажения приведены в приложении А.

6 Требования к интерфейсу Ethernet

Требования к параметрам технологий Ethernet, использующим витую пару (медный кабель) должны соответствовать параметрам, приведенным в таблице 3.

Технология 10BASE-T позволяет передавать сигналы со скоростью 10 Mbit/s с использованием основной полосы пропускания кабеля на основе витых пар 3 и 5 категории. Кабели категории 5 имеют физические характеристики, позволяющие повысить качество сигнала. Разновидность 10BASE-T позволяет передавать сигнал на расстояние около 100 m.

Технология 10BASE2 позволяет передавать сигналы со скоростью 10 Mbit/s по коаксиальному кабелю типа RG-58 или RG-59, соединённому в одну непрерывную линию. Цифра «2» в обозначении указывает на 200 m, максимально допустимую длину кабеля, но для сетей 10BASE2 длина кабеля составляет 185 m. Станции должны подключаться непосредственно к среде передачи с помощью Т-образных соединителей.

Таблица 3 - Технологии Ethernet. Требования к параметрам

Наименование технологии	Спецификация	Тип используемого кабеля	Число используемых витых пар	Скорость передачи данных, Mbit/s
Ethernet	10Base-T	UTP Cat.3-5	2	10
Fast Ethernet	100Base-TX	UTP Cat.5/STP Type1A	2	100
	100Base-T4	UTP Cat.3	4	
Gigabit Ethernet	1000Base-T	UTP Cat.5	4	1000
10 Gigabit Ethernet	10GBASE-T	UTP Cat.5	4	10000

STANDARTLASHTIRISH, METR... AXBOROT TEXNOLOGIYALARI ...ATISH BOSHQARMASI

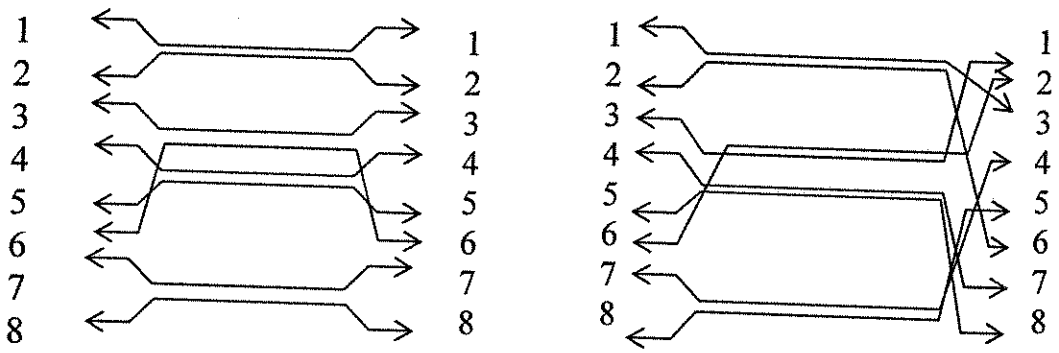
10BASE-FL использует два оптических волокна, одно для передачи, другое для приема. Допустимая длина кабеля составляет 2 km, поэтому нередко 10BASE-FL используют для соединения удаленных сетей Ethernet.

Справочные данные о сигналах в кабеле и разводке кабеля интерфейсов 10Base-T и 100Base-TX приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Физическая часть интерфейса 10Base-T, 100Base-TX

Контакт RJ-45	Сигнал MDI («прямой»)	Цвет проводника по EIA/TIA-568B	Сигнал MDIX («кроссовый»)	Цвет проводника по EIA/TIA-568A
1	Tx+	Бело-оранжевый	Rx+	Бело-зеленый
2	Tx-	Оранжевый	Rx-	Зеленый
3	Rx+	Бело-зеленый	Tx+	Бело-оранжевый
4	Не используется	Синий	Не используется	Синий
5	Не используется	Бело-синий	Не используется	Бело-синий
6	Rx-	Зеленый	Tx-	Оранжевый
7	Не используется	Бело-коричневый	Не используется	Бело-коричневый
8	Не используется	Коричневый	Не используется	Коричневый

На рисунке 6 приведены интерфейсные кабели 100Base-T4 и 1000Base-T.



а - MDI - прямая разводка

в - MDIX - перекрестная разводка

Рисунок 6 – Разводка интерфейсных кабелей 100Base-T4 и 1000Base-T

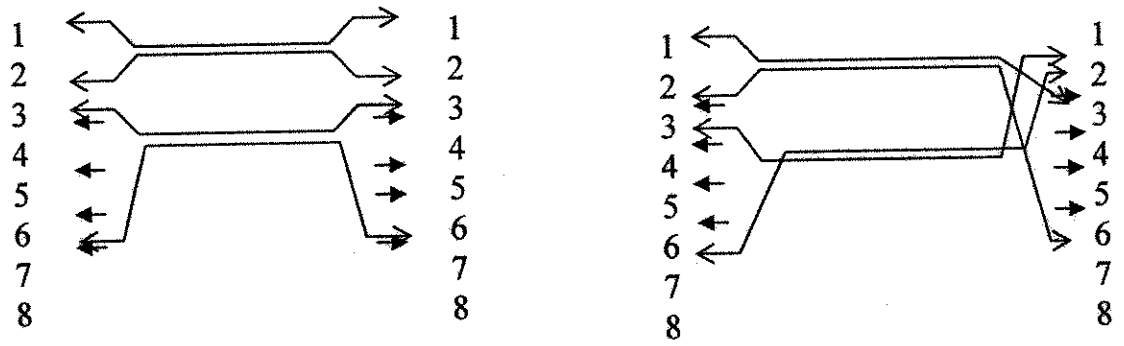
В таблице 5 приведена разводка кабеля в 1000Base-T.

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH, DAVLAT
NAZORATINI MUVOFIQLASHTIRISH VA
AXBOROT TEXNOLOGIYALARINI
JORIY ETISH BOSHQARMASI

Таблица 5

Контакт RJ-45	Цвет проводника по EIA/TIA-568B	Цвет проводника по EIA/TIA-568A
1	Бело-оранжевый	Бело-зеленый
2	Оранжевый	Зеленый
3	Бело-зеленый	Бело-оранжевый
4	Синий	Коричневый
5	Бело-синий	Бело-коричневый
6	Зеленый	Оранжевый
7	Бело-коричневый	Бело-синий
8	Коричневый	Синий

На рисунке 7 приведены интерфейсные кабели 1000Base-T4 и 1000Base-T.



c - MDI - прямая разводка

d - MDIX - перекрестная разводка

Рисунок 7 - Разводка интерфейсных кабелей 1000Base-T и 1000Base-T4

7 Требования к интерфейсу Fast Ethernet

7.1 Структура Fast Ethernet

Структура Fast Ethernet приведена на рисунке 8.

O‘zSTANDART AGENTLIGI
...STANDARTLASHTIRISH, DAVLA...
...INFORMATSION MUNOSIBLASHTIRISH...
...TEXNOLOGIYALARINI...



Рисунок 8 - Структура Fast Ethernet

7.2 Подуровень управления логической связью

Функции канального уровня разбиты на два подуровня: управления логической связью (LLC) и управления доступом к среде (MAC). Подуровень LLC обеспечивает взаимосвязь с протоколами более высокого уровня, (например, с IP или IPX).

7.3 Подуровень согласования

Подуровень согласования предназначен для преобразования интерфейса AUI, используемого в среде MAC в интерфейс микропроцессора, используемого в Fast Ethernet.

7.4 Управление доступом к среде

В каждом узле сети Fast Ethernet имеется MAC, который выполняет три функции:

- определяет, когда узел может передать пакет;
- пересылает кадры физическому уровню для преобразования в пакеты и передачи в среду;
- получает кадры из физического уровня и передает обрабатывающему их программному обеспечению (протоколам и приложениям).

Самым важным из трех назначений MAC является определение узла, передающего пакет (первая функция).

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH, DAVLAT
MATERIAL MUDDIALASHTIRISHNI
AGENTLIGI TEXNOLOGIYALARINI
JORIY ETISH MARKAZI

Правилами доступа к среде как для Ethernet, так и для Fast Ethernet. являются CSMA/CD.

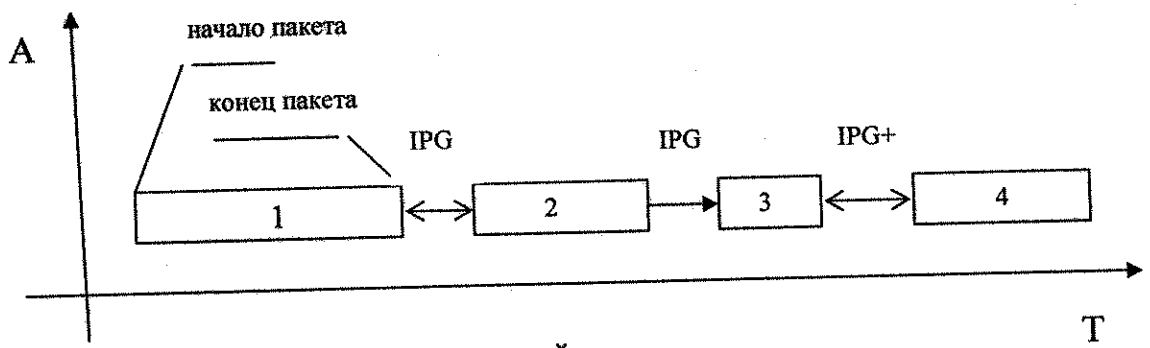
Поскольку все узлы в Fast Ethernet совместно используют одну и ту же среду, передавать они могут лишь тогда, когда наступает их очередь. Определяют эту очередь следующие правила CSMA/CD:

1) контроллер MAC Fast Ethernet, прежде чем приступить к передаче, распознаёт несущую. Несущая существует лишь тогда, когда другой узел ведет передачу. Физический уровень (PHY) определяет наличие несущей и генерирует сообщение для MAC. Наличие несущей говорит о том, что среда занята и слушающий узел (или узлы) должен уступить передающему;

2) устройство передачи на уровне MAC, имеющее кадр для передачи, прежде чем передать его, должен подождать некоторый минимальный промежуток времени после окончания предыдущего кадра. Этот промежуток времени называется межпакетной щелью IPG и продолжается 0,96 μs, то есть десятую часть от времени передачи пакета обычной Ethernet со скоростью 10 Mbit/s.

IPG - интервал времени, всегда определяемый в микросекундах, а не в количестве битов (рисунок 9);

3) после окончания пакета 1 все узлы локальной вычислительной сети обязаны подождать в течение времени IPG, прежде чем смогут передавать. Временной интервал (T) между пакетами 1 и 2, 2 и 3 на рисунке 9 - это время IPG. Если, после завершения передачи очередного пакета (например, пакета 3) ни один узел не имел материала для обработки, то временной интервал между пакетами 3 и 4 будет длиннее (IPG+), чем просто IPG.



T – время; A – амплитуда несущей

Рисунок 9 - Порядок передачи пакета на MAC уровне

Алгоритм работы CSMA/CD приведен на рисунке 10.

O'ZSTANDART AGENTLIGI
...STANDARTLASHTIRISH, DA...
...AXBOROT MUNOFIQLASHTIRISH
...MARKAZI TEXNOLOGIYALAR...
...ASLIY ETILGAN NUSXASIDIR...

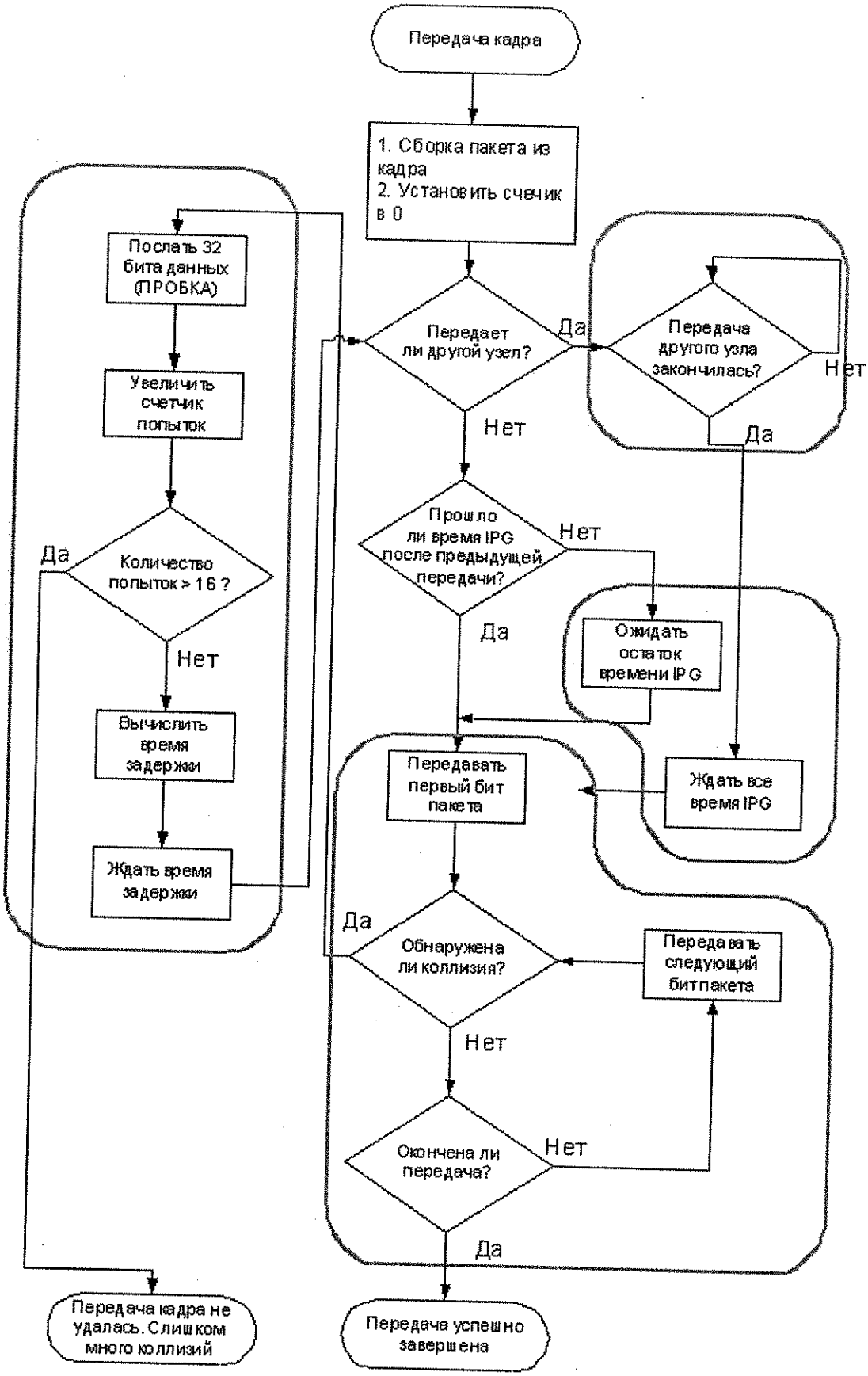


Рисунок 10 - Алгоритм работы CSMA/CD

O‘ZSTANDART AGENTLIGA STANDARTLASHTIRISH, DAVLAT AXBOROTINI MUHOFIQLASHTIRISH VA AXBOROT TEXNOLOGIYALARINI JORIY ETISH DEPARTAMENTI

7.5 Требования к среде передачи интерфейса Fast Ethernet

7.5.1 Среда 100Base-TX

В качестве среды передачи 100Base-TX должны применяться две витые пары (они могут быть неэкранированные и экранированные): одна пара - для передачи данных, вторая - для приема данных.

7.5.2 Разъем сетевого интерфейса MDI

Интерфейс канала 100Base-TX для кабеля на неэкранированных витых парах в качестве разъема MDI должен использоваться восьмиконтактный разъем RJ-45 категории 5. Этот же разъем должен применяться и в сети 10Base-T, и обеспечивать обратную совместимость с существующими кабельными разводками категории 5. Для экранированных витых пар в качестве разъема MDI должен использоваться разъем STP IBM типа 1, который является экранированным разъемом DB9.

7.5.3 Кабель UTP категории 5

В интерфейсе среды UTP 100Base-TX применяются только две пары проводов. Оставшиеся четыре провода не должны использоваться для передачи каких-либо сигналов, что обеспечит минимизацию перекрестных наводок и возможного искажения сигнала.

Сигналы передачи и приема для каждой пары являются поляризованными, причем один провод передает положительный (+), а второй - отрицательный (-) сигнал. Цветовая маркировка проводов кабеля и номера контактов разъема для сети 100Base-TX приведены в таблице 6.

Физический уровень 100Base-TX включает в себя разъем RJ-45: контакты 7 и 9 применяются для приема данных. Для правильного подключения проводов следует руководствоваться их цветовой маркировкой (таблица 6).

Таблица 6

Номер контакта	Название сигнала	Цвет провода
1	Передача «+»	Бело – оранжевый
2	Передача «-»	Оранжевый
3	Прием «+»	Бело – зеленый
4	Не используется	Синий
5	Не используется	Бело – синий
6	Прием «-»	Зеленый
7	Не используется	-
8	Не используется	-

O‘ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH, QAYTA
MAXSUS MUNOFIQLASHTIRISHVA
AGENTLIGI TEXNIKUMI

7.5.4 Кабель STP типа 1

Технология 100Base-TX поддерживает кабель на экранированных витых парах с полным сопротивлением 150 Ω. Для него должен использоваться девятиконтактный разъем типа D. В разъеме DB-9 применяются контакты 1, 2 и 5, 9. Если плата NIC не имеет разъема DB-9, то к концам кабеля STP необходимо подключить разъём (штекер) RJ 45 категории 5 (таблица 7).

Таблица 7

Номер контакта	Название сигнала	Цвет провода
1	Прием « + »	Оранжевый
2	Не используется	-
3	Не используется	-
4	Не используется	-
5	Передача « + »	Красный
6	Прием « - »	Черный
7	Не используется	-
8	Не используется	-
9	Передача « - »	Зеленый
10	Земля	Оболочка кабеля

7.5.5 Среда 100Base-FX

В сетях Ethernet 100Base-FX используется волоконно-оптический кабель длиной сегмента до 412 m. В кабеле используются две жилы многомодового волокна - одна для передачи, а другая для приема данных. Длина кабеля должна составить не более 2000 m. Используются кабели двух категорий: многомодовые и одномодовые.

7.5.6 Многомодовый кабель

В волоконно-оптическом кабеле этого типа используется волокно с сердцевиной диаметром 50 μm, или 62,5 μm и внешней оболочкой толщиной 125 μm. Такой кабель называется многомодовым оптическим кабелем с волокнами 50/125 (62,5/125) μm. Для передачи светового сигнала по многомодовому кабелю применяется светодиодный приемопередатчик с длиной волны 850 nm. Если многомодовый кабель соединяет два порта переключателей, работающих в полнодуплексном режиме, то он может иметь длину до 2000 m.

7.5.7 Одномодовый кабель

Одномодовый волоконно-оптический кабель имеет меньший, чем у многомодового, диаметр сердцевины - 10 μm, и для передачи по одномодовому кабелю тоже используется лазерный приемо-передатчик, что в совокупности обеспечивает эффективную передачу на большие дистанции. Длина волны передаваемого светового сигнала близка к диаметру сердце-

O‘ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH, DAVLAT
NAZORATINI MUVOFIQLASHTIRISH VA
AKKREDITATSIYALARINI
IDORA ETISH DEPARTAMENTI

вины, который равен 1300 nm. Это число известно как длина волны нулевой дисперсии.

7.5.8 Разъемы сетевого интерфейса для волоконно-оптического кабеля

Для подключения волоконно-оптического кабеля на данный момент созданы разъемы следующих типов:

- MIC (Media Interface) используется в сетях FDDI. Для того чтобы обеспечить правильное подключение кабелей FDDI, разъемы помечаются буквами A, B, M и S. Буква обозначает, куда подключать штекер - к узлу или к определенному порту концентратора FDDI. Если в качестве разъема MDI 100Base-FX используется MIC FDDI, то необходимо, чтобы этот разъем был маркирован буквой M;
- ST;
- SC - дуплексный разъем, единственный рекомендованный комитетом для употребления в сети 100Base-FX Fast Ethernet;
- MT-RJ.

7.5.9 Среда 100Base-T4

В среде 100Base-T4 должны организовываться сети с интерфейсом FDDI, с использованием кабеля UTP категории 3 или 4. Могут использоваться и кабели категории 5.

В сетях 100Base-T4 применяется неэкранированная витая пара категорий 3, 4 или 5. Используются четыре пары проводов, а это означает, что задействованы все восемь контактов разъема RJ-45. Одна из четырех пар служит для передачи данных, другая - для приема, а две оставшиеся - для двунаправленной передачи данных. Три из четырех пар используются для одновременной передачи данных, а четвертая - для обнаружения коллизий. Один провод каждой пары передает положительный (+) сигнал, а другой - отрицательный (-) сигнал. Кабель 100Base-T4 не допускает работу в полнодуплексном режиме. Расплетать пары проводов не допускается.

Провода к контактам разъемов должны быть подключены в соответствии с таблицей 8.

Таблица 8

Номер контакта	Название сигнала	Цвет провода
1	TX D1 +	Бело – оранжевый
2	TX D1 -	Оранжевый
3	RX D2 +	Бело – зеленый
4	BI D3 +	Синий
5	BI D3 -	Бело – синий
6	RX D2 -	Зеленый
7	BI D4 +	Бело – коричневый
8	BI D4 -	Коричневый

O'ZBEKISTON AXBOROT
STANDARTLASHTIRISH, DANLAT
MATODATINI MUVOFIQLASHTIRISH VA
ATTESTAT TEXNOLOGIYALARINI

7.5.10 Ограничения длины кабеля

В сетях 100Base-TX уровень сигнала не так важен по сравнению со временем распространения сигналов. Механизм CSMA/CD в сети Fast Ethernet работает так же, как в сети Ethernet 10 Mbit/s, и пакеты имеют аналогичный размер, но их скорость распространения через среду передачи в десять раз выше. Из-за того, что механизм детектирования коллизий остался тем же, системы все еще должны выявлять возникновение коллизии прежде, чем истечет время состязания (то есть прежде, чем будут переданы 512 byte данных). Таким образом, поскольку трафик распространяется быстрее, временной зазор уменьшается, и максимальная длина сети также должна быть сокращена, чтобы выявление коллизий происходило безошибочно. По этой причине предельная общая длина сети 100Base-TX примерно составляет 210 m. Это значение необходимо соблюдать намного более жестко, чем максимум в 500 m для сети 10Base-T.

В сети Fast Ethernet максимальная длина сегмента кабеля включает в себя всю длину кабеля, соединяющего компьютер с концентратором и не должна превышать 100 m. Если кабельная разводка внутренняя и заканчивается на стороне компьютера настенной розеткой, а на стороне концентратора - коммутационной панелью, то в длину сегмента необходимо включить коммутационные кабели, соединяющие компьютер с розеткой и коммутационную панель с концентратором. Необходимо брать максимальную длину для сегмента кабеля внутренней разводки, равной 90 m, оставляя 10 m для коммутационных кабелей.

8 Требования к интерфейсу Gigabit Ethernet

8.1 Общие сведения о Gigabit Ethernet

Gigabit Ethernet, со скоростью в 1000 Mbit/s, существенно расширяет полосу пропускания и предъявляет к разработчикам устройств особые требования, связанные с диаметром сети и разводкой кабелей.

Технология Gigabit Ethernet - 1000BASE-T имеет две основные разновидности: 100BASE-TX и 1000BASE-X.

Технология 100BASE-TX, может использовать кабели с неэкранированными витыми парами длиной не более 100 m.

Технология 1000BASE-X имеет несколько вариантов:

- 1000BASE-SX - технология с длиной волны 850 nm (коротковолновая) с волоконно-оптической средой передачи на основе многомодового волокна, предназначенная для использования на коротких расстояниях (до 200 m);

- 1000BASE-LX - волоконно-оптическая среда передачи на основе одномодовых волокон, предназначенная для использования на расстояниях до 10 km; допускается использование многомодового волокна;

- 1000BASE-CX - экранированная медная среда, используемая в случаях небольших расстояний между устройствами. 1000BASE-CX применя-

STANDARTLASHTIRISH, DAVLAT
MAZORATINI MUVOFIQLASHTIRISHVA
AXBOROT TEXNOLOGIYALARINI
JORIY ETISH AGENTLIGI

ется при расстояниях не более 25 m. Распространения на практике не получила из-за малой длинны сегмента, дороговизны и редкости медного кабеля;

- 1000BASE-ZX – волоконно-оптическая среда передачи на основе одномодовых волокон, предназначенная для использования на расстояниях до 70 km. При использовании оптоволокна повышенного качества протяженность линии может достигать 100 km. Максимальное расстояние зависит от потерь в линии, от качества оптоволокна, количества соединений («сварок»), качества разъемов;

- 1000BASE-BX - волоконно-оптическая среда передачи на основе одномодовых волокон, предназначенная для использования при одновременной двусторонней передаче данных на расстояния до 10 km.

Одновременная передача данных в обе стороны достигается разнесением длин волн: передача осуществляется на длине волны 1,5 nm, а прием на длине волны 1,3 nm. Эта технология называется волновым мультиплексированием (WDM, Wave Division Multiplexing). Излучение с длиной волны 1,3 nm от излучения с длиной волны 1,5 nm разделяет волновой мультиплексор (оптический разделитель, оптический сплиттер).

8.2 Интерфейс 802.3ab 1000BASE-T

Интерфейс 1000BaseT - электрический интерфейс на витой паре (4 пары проводов) категории 5 при ограничении на длину линии в 100 m.

Физическое кодирование - пятиуровневое PAM-5.

Используемый в 1000 BASE-T разъём - RJ-45.

Сигнал передается одновременно по четырем парам проводов, при этом, для обеспечения полного дуплекса передача ведется по каждой паре сразу в обоих направлениях.

Оконечные цепи выделяют из смеси сигналов сигнал противоположного передатчика. Решение этой задачи на сверхвысоких частотах стало возможным благодаря применению современных сигнальных процессоров.

К интерфейсу (в части среды передачи) предъявляются следующие требования:

- рекомендуется применение в кабельной системе компонентов соединения категории 5 (розетки, шнуры, четырёхпарные кабели стационарной проводки);

- количество соединений в канале должно быть минимальным.

Для магистральных соединений и соединений близких (и больше) 100 m рекомендуется использование компонентов соединения категории 6.

8.3 Интерфейс 802.3z 1000BASE-X

Технология 1000BASE-X предусматривает использование среды передачи в виде волоконно-оптической линии.

В данной среде передачи используется избыточное кодирование 8B/10B, схемы физического уровня обеспечивают скорость передачи в 1 Gbit/s.

TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI

Тактовая частота - 1,25 GHz.

Технология 1000BASE-X допускает использование трех различных сред передачи (три разновидности): 1000BASE-SX, 1000BASE-LX и 1000BASE-CX.

1000BASE-SX - коротковолновая (850 nm) технология передачи посредством лазера по многогодовому волокну. Максимальное расстояние для 1000BASE-SX не должно превышать 220 m (производители гарантируют работу SX-модулей до 550 m). Полнодуплексная технология 100BASE-FX допускает передачу на расстояние до 2 km.

1000BASE-LX - длинноволновая (1310 nm) технология передачи посредством лазера для локальных вычислительных сетей. Допускается передача на расстояние до 5 km по одномодовому волокну (возможно применение и многомодового волокна с применением оптических пачкордов).

Оптические характеристики передатчика 1000Base-SX должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 9.

Таблица 9 - Характеристики передатчика 1000Base-SX

Наименование параметра	Значение
Тип передатчика	Коротковолновый лазер
Скорость передачи, Gbit	$1{,}25 \pm 100 \cdot 10^{-6}$
Длина волны, λ, nm	770 - 860
T_{rise}/T_{fall} (max; λ>830 nm), ns	0,26
T_{rise}/T_{fall} (max; λ≤830 nm), ns	0,21
Среднеквадратичная ширина спектра, nm	0,85
Средняя выходная мощность (max), dBm	В зависимости от используемого класса лазерного источника по ТУ производителя
Средняя выходная мощность (min), dBm	-9,5
Средняя выходная мощность передатчика в выключенном состоянии, dBm	-30
Отношение сигнал/шум (min), dB	9

Оптические характеристики приёмника 1000Base-SX должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 10.

Таблица 10 - Характеристики приемника 1000Base-SX

Наименование параметра	Значение
Скорость передачи, Gbit	$1{,}25 \pm 100 \cdot 10^{-6}$
Длина волны, λ, nm	770 - 860
Средняя мощность приемника (max), dBm	0
Чувствительность приемника, dBm	-17
Затухание отражения (min), dB	12
Максимальная частота среза на уровне свыше 3 dB, MHz	1500

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH, METROLOGIYA
VA SERTIFIKATLASHTIRISH MILLIY
AXBOROT TEXNOLOGIYALARINI
JORIY ETISH BOSHQARMASI

Оптические характеристики передатчика 1000Base-LX должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 11.

Таблица 11 - Характеристики передатчика 1000Base-LX

Наименование параметра	Значение
Тип передатчика	Длинноволновый лазер
Скорость передачи, Gbit	$1,25 \pm 100 \cdot 10^{-6}$
Длина волны, λ, nm	1270 - 1355
T_{rise}/T_{fall} (max), ns	0,26
Среднеквадратичная ширина спектра, nm	4
Средняя выходная мощность (max), dBm	-3
Средняя выходная мощность (min), dBm	-11,5
Средняя выходная мощность передатчика в выключенном состоянии, dBm	-30
Отношение сигнал/шум (min), dB	9

Оптические характеристики приемника 1000Base-LX должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 12.

Таблица 12 - Характеристики приемника 1000Base-LX

Наименование параметра	Значение
Скорость передачи, Gbit	$1,25 \pm 100 \cdot 10^{-6}$
Длина волны, λ, nm	1270 - 1355
Средняя мощность приемника (max), dBm	-3
Чувствительность приемника, dBm	-19
Затухание отражения (min), dB	12
Максимальная частота среза на уровне свыше 3 dB, MHz	1500

9 Требования к интерфейсу 10 Gigabit Ethernet

9.1 Общие сведения о 10 Gigabit Ethernet

10 Gigabit Ethernet использует подуровень, подключенный через 10 Gigabit Media Independent Interface слой, такой как 10GBASE-SR, 10GBASE-LX4, 10GBASE-CX4, 10GBASE-LRM, 10GBASE-LR, 10GBASE-ER, 10GBASE-SW, 10GBASE-LW, 10GBASE-EW и 10GBASE-T. Технологии 10 Gigabit Ethernet предусматривают использование среды передачи в виде волоконно-оптической линии. Интерфейс 10 Gigabit Ethernet предназначен для работы на скорости 10 Gb/s. Режим управления скоростью добавляют к MAC чтобы адаптировать среднюю скорость передачи данных MAC на скорости передачи данных SONET/SDH для WAN-совместимых приложений данного стандарта. Топологии для 10 Gigabit Ethernet такие же, как и топологии 1000BASE-X в полнодуплексном режиме, а функцио-

AXBOROT TEXNOLOGIYALARI

нирование эквивалентно WAN- совместимым приложениям 10 Gigabit Ethernet функционирует только в полнодуплексном режиме.

9.2 Оптические характеристики передатчика 10GBASE-S

Передатчик 10GBASE-S должен соответствовать спецификациям, указанным в таблице 13.

Таблица 13 - Характеристики передатчика 10GBASE-S

Наименование параметра	10GBASE-SW	10GBASE-SR	Единица измерения
Скорость передачи сигналов (номинальная)	9,9533	10,3125	GBd
Изменение скорости передачи сигналов от номинального (max)	±20	±100	10^{-6}
Центральная длина волны (диапазон)	840 - 860		nm
Среднеквадратичное отклонение спектральной ширины[1] (max)	см. сноску[2]		
Средняя выходная мощность (max)	см. сноску[3]		
Средняя выходная мощность[4] (min)	-7,3		dBm
Выходная мощность (минимальная) Амплитуда оптической модуляции (AOM)	см. сноску[2]		
Средняя выходная мощность отключенного передатчика[5] (max)	-30		dBm
Коэффициент затухания (подавления) (min)	3		dB
Относительная интенсивность шума Амплитуда оптической модуляции (max)	-128		dB/Hz
Допустимое оптическое затухание отражения (max)	12		dB
Обводной (окруженный) поток	см. сноску[6]		
Требование [7] A глазковой маски передатчика {XI, X2, X3, Yl, Y2, Y3}	{0,25; 0,40; 0,45; 0,25; 0,28; 0,40}		
Требование [7] B глазковой маски передатчика {XI, X2, X3, Yl, Y2, Y3} Коэффициент попадания (Результативность) $5 \cdot 10^{-5}$ на образец	{0,235; 0,395; 0,45; 0,235; 0,265; 0,4}		
Ухудшение передатчика и дисперсии (max)	3,9		dB

[1] Среднеквадратичное отклонение спектральной ширины - это стандартная девиация спектра.

[2] Существует выбор между шириной спектра, центральной длиной волны и минимальной амплитудой оптической модуляции.

[3] Выходная мощность 10GBASE-S должна быть меньше чем уровень опасности 1 предела безопасности или средней мощности приема (max), указанной в таблице 14.

[4] Средняя выходная мощность (min) является информативным и не принципиальным индикатором силы сигнала. Передатчик с выходной мощностью ниже этого значения не может быть соответствующим (техническим требованиям); тем не менее, значение выше этого не гарантирует соответствия.

STANDARTLASHTIRISH, DAVLAT NAZORATINI MUVOFIQLASHTIRISHVA AKKREDITATSIYALARINI JORIY ETISH BOSHQARMASI

Окончание таблицы 13

[5] Примеры отключенного передатчика: отсутствие питания, отключение лазера для условий безопасности, активация отключения глобальной передачи или условие отключения других опциональных передатчиков.

[6] Обводной (окруженный) поток на 19 μm должен быть больше или равен 86% и обводной (окруженный) поток в 4,5 μm должен быть меньше или равен 30% при измерении в волокне типа A1a (50/125 μm многомодовый).

[7] Может быть использовано как требование A глазковой маски передатчика, так и требование B. Передатчику не обязательно соответствовать двум требованиям.

9.3 Оптические характеристики приёмника 10GBASE-S

Приемник 10GBASE-S должен соответствовать спецификациям, указанным в таблице 14.

Таблица 14 - Характеристики приёмника 10GBASE-S

Наименование параметра	10GBASE-SW	10GBASE-SR	Единица измерения
Скорость передачи сигналов (номинальная)	9,9533	10,3125	GBd
Изменение скорости передачи сигналов от номинального (max)	±20	±100	10^{-6}
Центральная длина волны (диапазон)	840 - 860		nm
Средняя мощность приема [1] (max)	-1,0		dBm
Средняя мощность приема [2] (min)	-9,9		dBm
Чувствительность приемника (max) в AOM [3]	0,077 (-11,1)		mW (dBm)
Коэффициент отражения приемника (max)	-12		dB
Чувствительность приемника в AOM [4], [5] (max) под нагрузкой	0,18 (-7,5)		mW (dBm)
Ухудшение закрытия вертикального глазка [6] (min)	3,5		dB
Джиттер глазка- [7] (min) под нагрузкой	0,3		UI pk-pk
Получение электрического сигнала 3 dB поверх частоты среза (max)	12,3		GHz

[1] Приемник должен быть стойким, работать без повреждения при продолжтельном воздействии оптического входного сигнала, имеющего уровень мощности равный средней мощности приема (max) плюс минимум 1 dB.

[2] Средняя мощность приема (min) является информативным и не принципиальным индикатором силы сигнала. Передатчик с выходной мощностью ниже этого значения не может быть соответствующим (техническим требованиям); тем не менее, значение выше этого не гарантирует соответствия.

[3] Чувствительность приемника является информативной.

[4] Измеряется с помощью сигнала теста соответствия для BER = 10^{-12}.

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI STANDARTLASHTIRISH, METROLOGIYA VA SERTIFIKATLASHTIRISH MILLIY AGENTLIGI AXBOROT TEXNOLOGIYALARINI JORIY ETISH DEPARTAMENTI

Окончание таблицы 14

мере 0,4 dB, если измерения уровня компонентов сделаны без воздействия цепей восстановления времени и данных. [6] Ухудшение закрытия вертикального глазка - условие теста для измерения чувствительности приемника под нагрузкой. [7] Джиттер глазка под нагрузкой - условие испытания для измерения чувствительности приемника под нагрузкой.

9.4 Оптические характеристики передатчика 10GBASE-L

Передатчик 10GBASE-L должен соответствовать спецификациям, приведенным в таблице 15.

Таблица 15 - Характеристики передатчика 10GBASE-L

Наименование параметра	10GBASE-LW	10GBASE-LR	Единица измерения
Скорость передачи сигналов (номинальная)	9,9533	10,3125	GBd
Изменение скорости передачи сигналов от номинального (max)	±20	±100	10^{-6}
Центральная длина волны (диапазон)	1260 - 1355		nm
Коэффициент подавления побочных мод (min)	30		dB
Средняя выходная мощность (max)	0,5		dBm
Средняя выходная мощность[1] (min)	-8,2		dBm
Выходная мощность (min) в АОМ минус УПД[2]	-6,2		dBm
Амплитуда оптической модуляции (АОМ)[3] (min)	-5,2		dBm
Ухудшение передатчика и дисперсии (max)	3,2		dB
Средняя выходная мощность отключенного передатчика[4] (max)	-30		dBm
Коэффициент затухания (min)	3,5		dB
Относительная интенсивность шума$_{12}$ Амплитуда оптической модуляции (max)	-128		dB/Hz
Допустимое отклонение оптического затухания отражения (max)	12		dB
Коэффициент отражения передатчика[5] (max)	-12		dB
Требование [6] А глазковой маски передатчика{XI, X2, X3, Yl, Y2, Y3}	{0,25; 0,40; 0,45; 0.25; 0,28; 0,40}		
Требование [6] В глазковой маски передатчика{XI, X2, X3, Yl, Y2, Y3} Коэффициент попадания (результативность) $5 \cdot 10^{-5}$ на образец	{0,235; 0,395; 0,45; 0,235; 0,265; 0,4}		

O'ZSTANDART AGENTLIGI
AXBOROTLASHTIRISH, DAVLAT
XIZMATLARI MUVOFIQLASHTIRISHVA
AXBOROT TEXNOLOGIYALARINI

Окончание таблицы 15

[1] Аналогично сноске [4] таблицы 13. [2] УПД – ухудшение передатчика и дисперсии. [3] Даже если УПД <1 dB, AOM (min) должна превышать это значение. [4] Аналогично сноске [5] таблицы 13. [5] Коэффициент отражения передатчика определяется смотря на сам передатчик. [6] Аналогично сноске [7] таблицы 13.

9.5 Оптические характеристики приёмника 10GBASE-L

Приемник 10GBASE-L должен соответствовать спецификациям, указанным в таблице 16.

Таблица 16 - Характеристики приёмника 10GBASE-L

Наименование параметра	10GBASE-LW	10GBASE-LR	Единица измерения
Скорость передачи сигналов (номинальная)	9,9533	10,3125	GBd
Изменение скорости передачи сигналов от номинального (max)	±20	±100	10^{-6}
Центральная длина волны (диапазон)	1260 - 1355		nm
Средняя мощность приема[1] (max)	0,5		dBm
Средняя мощность приема[2] (min)	-14,4		dBm
Чувствительность приемника (max) в AOM[3]	0,055 (-12,6)		mW (dBm)
Коэффициент отражения приемника (max)	-12		dB
Чувствительность приемника в AOM [4],[5] (max) под нагрузкой	0,093 (-10,3)		mW (dBm)
Ухудшение закрытия вертикального глазка[6] (min)	2,2		dB
Джиттер глазка- [7] (min) под нагрузкой	0,3		UI pk-pk
Получение электрического сигнала 3 dB поверх частоты среза (max)	12,3		GHz
[1] Аналогично сноске [1] таблицы 14. [2] Аналогично сноске [4] таблицы 13. [3] Аналогично сноске [3] таблицы 14. [4] Аналогично сноске [4] таблицы 14. [5] Аналогично сноске [5] таблицы 14. [6] Аналогично сноске [6] таблицы 14. [7] Аналогично сноске [7] таблицы 14.			

O‘ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH, DAVLAT
MATERIALLARI MUVOFIQLASHTIRISH VA
AXBOROT TEXNOLOGIYALARINI
JORIY ETISH DEPARTAMENTI

9.6 Оптические характеристики передатчика 10GBASE-E

Передатчик 10GBASE-E должен соответствовать спецификациям, указанным в таблице 17.

Таблица 17 - Характеристики передатчика 10GBASE-E

Наименование параметра	10GBASE-EW	10GBASE-ER	Единица измерения
Скорость передачи сигналов (номинальная)	9,9533	10,3125	GBd
Изменение скорости передачи сигналов от номинального (max)	±20	±100	10^{-6}
Центральная длина волны (диапазон)	1530 - 1565		nm
Коэффициент подавления побочных мод (min)	30		dB
Средняя выходная мощность (max)	4,0		dBm
Средняя выходная мощность [1] (min)	-4,7		dBm
Выходная мощность (min) в АОМ минус УПД [2]	-2,1		dBm
Средняя выходная мощность отключенного передатчика [3] (max)	-30		dBm
Амплитуда оптической модуляции (АОМ) [4] (min)	-1,7		dBm
Ухудшение передатчика и дисперсии (max)	3,0		dB
Коэффициент затухания (min)	3		dB
Относительная интенсивность шума$_{21}$ Амплитуда оптической модуляции [5] (max)	-128		dB/Hz
Допустимое отклонение оптического затухания отражения (max)	21		dB
Требование [6] А глазковой маски передатчика {X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3}	{0,25; 0,40; 0,45; 0,25; 0,28; 0,40}		
Требование [6] В глазковой маски передатчика {X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3} Коэффициент попадания (Результативность) $5 \cdot 10^{-5}$ на образец	{0,235; 0,395; 0,45; 0,235; 0,265; 0,4}		

[1] Аналогично сноске [4] таблицы 13.
[2] Аналогично сноске [2] таблицы 15.
[3] Аналогично сноске [5] таблицы 13.
[4] Аналогично сноске [3] таблицы 15.
[5] Измерение относительной интенсивности шума выполнено с затуханием отражения 21 dB.
[6] Аналогично сноске [7] таблицы 13.

9.7 Оптические характеристики приёмника 10GBASE-E

Приемник 10GBASE-E должен соответствовать спецификациям, указанным в таблице 18.

...RAQAT ALOQALIGA
...RASHTIRISH, DAVLAT
...NOVOFIQLASHTIRISH VA
...TEXNOLOGIYALARINI

Таблица 18 - Характеристики приёмника 10GBASE-E

Наименование параметра	10GBASE-EW	10GBASE-ER	Единица измерения
Скорость передачи сигналов (номинальная)	9,9533	10,3125	GBd
Изменение скорости передачи сигналов от номинального (max)	±20	±100	10^{-6}
Центральная длина волны (диапазон)	1530 - 1565		nm
Средняя мощность приема (max)	-1,0		dBm
Средняя мощность приема[1] (min)	-15,8		dBm
Максимальная мощность приема (для повреждения)	4,0		dBm
Чувствительность приемника (max) в АОМ[2]	0,039 (-14,1)		mW (dBm)
Коэффициент отражения приемника (max)	-26		dB
Чувствительность приемника в АОМ [3], [4] (max) под нагрузкой	0,074 (-11,3)		mW (dBm)
Ухудшение закрытия вертикального глазка[5] (min)	2,7		dB
Джиттер глазка[6] (min) под нагрузкой	0,3		UI pk-pk
Получение электрического сигнала 3 dB поверх частоты среза (max)	12,3		GHz

[1] Аналогично сноске [4] таблицы 13.
[2] Аналогично сноске [3] таблицы 14.
[3] Аналогично сноске [4] таблицы 14.
[4] Аналогично сноске [5] таблицы 14.
[5] Аналогично сноске [6] таблицы 14.
[6] Аналогично сноске [7] таблицы 14.

O‘ZSTANDART AGENTLIGA
...RDAGENTLIGIGA QARASHLI BO‘LGAN
...ALLIGINI MUVOFIQLIGINI
...TITUT TEXNOLOGIYALARINI
...ERIB ETISH BO‘YICHA BO‘LIMI

10 Требования к интерфейсу 40 Gigabit Ethernet

10.1 Общие сведения о 40 Gigabit Ethernet

Для интерфейса 40 Gigabit Ethernet используется подуровень, подключенный по четырем потокам 10 Gigabit Media Independent Interface со скоростью в 10,3125 GBd при использовании технологий 40GBASE-LR4 или 40GBASE - SR4, а также по одному потоку 40 Gigabit Media Independent Interface со скоростью 41,25 GBd при использовании технологии 40GBASE-FR. Технологии 40 Gigabit Ethernet предусматривают использование волоконно-оптических линий в качестве среды передачи.

10.2 Оптические характеристики передатчика 40GBASE - LR4

Передатчик 40GBASE - LR4 должен соответствовать спецификациям, указанным в таблице 19.

Таблица 19 - Характеристики передатчика 40GBASE-LR4

Наименование параметра	Значение	Единица измерения
Скорость передачи сигналов, каждый поток (диапазон)	$10{,}3125 \pm 100 \cdot 10^{-6}$	GBd
Длины волны потока (диапазон)	от 1264,5 до 1277,5 от 1284,5 до 1297,5 от 1304,5 до 1317,5 от 1324,5 до 1337,5	nm
Коэффициент подавления боковых мод (КПБМ) (min)	30	dB
Всего средняя выходная мощность (max)	8,3	dBm
Средняя выходная мощность, каждый поток (max)	2,3	dBm
Средняя выходная мощность, каждый поток (min) [1)]	-7	dBm
Амплитуда оптической модуляции (АОМ), каждый поток (max)	3,5	dBm
Амплитуда оптической модуляции (АОМ), каждый поток (min) [2)]	-4	dBm
Разница выходной мощности между двумя потоками (АОМ) (max)	6,5	dB
Выходная мощность в АОМ минус УПД (min)	-4,8	dBm
Ухудшение передатчика и дисперсии (УПД), каждый поток (max)	2,6	dB

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
AXBOROTLASHTIRISH DAVLAT
MAZORATINI MUVOFIQLASHTIRISHNI
TASHKILOT TEXNOLOGIYALARINI

Окончание таблицы 19

Наименование параметра	Значение	Единица измерения
Средняя выходная мощность отключенного передатчика, каждый поток (max)	-30	dBm
Коэффициент затухания (min)	3,5	dB
Относительная интенсивность шума$_{20}$ Амплитуда оптической модуляции (max)	-128	dB/Hz
Допустимое отклонение оптического затухания отражения (max)	20	dB
Коэффициент отражения передатчика [3)]	-12	dB
Требование глазковой маски передатчика {X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3}	{0,25, 0,4, 0,45, 0,25, 0,28, 0,4}	
[1)] Аналогично сноске [4)] таблицы 13. [2)] Даже если УПД < 0,8 dB, AOM (min) должна превышать это значение. [3)] Аналогично сноске [5)] таблицы 15.		

10.3 Оптические характеристики приёмника 40GBASE-LR4

Приемник 40GBASE - LR4 должен соответствовать спецификациям, указанным в таблице 20.

Таблица 20 - Характеристики приёмника 40GBASE-LR4

Наименование параметра	Значение	Единица измерения
Скорость передачи сигналов, каждый поток (диапазон)	$10{,}3125 \pm 100 \cdot 10^{-6}$	GBd
Длины волны потока (диапазон)	от 1264,5 до 1277,5 от 1284,5 до 1297,5 от 1304,5 до 1317,5 от 1324,5 до 1337,5	nm
Порог повреждения (min) [1)]	3,3	dBm
Средняя мощность приема, каждый поток (max)	2,3	dBm
Средняя мощность приема, каждый поток (min) [2)]	-13,7	dBm
Мощность приема (AOM), каждый поток (max)	3,5	dBm
Разница мощности приема между двумя потоками (AOM) (max)	7,5	dB
Коэффициент отражения приемника (max)	-26	dB

O ‘ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH, SIFAT
METROLOGIYA MUVOFIQLASHTIRISH
AGENTLIGI TEXNOLOGIYALARINI
JORIY ETISH BO‘LIMI

Окончание таблицы 20

Наименование параметра	Значение	Единица измерения
Чувствительность приемника (max) в AOM, каждый поток (max) [3]	-11,5	dBm
Получение электрического сигнала 3 dB поверх частоты среза (max)	12,3	GHz
Чувствительность приемника (AOM), каждый поток [4] (max)	-9,6	dBm
Условия теста чувствительности приемника:		
Ухудшение закрытия вертикального глазка, каждый поток [5]	1,9	dB
Джиттер глазка J2 [5] под нагрузкой, каждый поток	0,3	UI
Джиттер глазка J9 [5] под нагрузкой, каждый поток	0,47	UI

[1] Приемник должен быть стойким, работать без повреждений, при продолжительном воздействии оптического входного сигнала, имеющего средний уровень мощности.

[2] Аналогично сноске [2] таблицы 14.

[3] Чувствительность приемника (AOM), каждая дорожка (max) является информативной.

[4] Аналогично сноске [4] таблицы 14.

[5] Ухудшение закрытия вертикального глазка, джиттер глазка J2 под нагрузкой и джиттер глазка J9 под нагрузкой - условие испытания для измерения чувствительности приемника под нагрузкой. Они не являются характеристикой приемника.

10.4 Оптические характеристики передатчика 40GBASE - FR

Передатчик 40GBASE - FR должен соответствовать спецификациям, указанным в таблице 21.

Таблица 21 - Характеристики передатчика 40GBASE - FR

Наименование параметра	Значение	Единица измерения
Скорость сигнализации (диапазон)	$41{,}25 \pm 100 \cdot 10^{-6}$	GBd
Длины волны потока (диапазон)	от 1530 до 1565	nm
Коэффициент подавления боковой волны (КПБВ) (min)	35	dB
Средняя выходная мощность (max)	3	dBm
Средняя выходная мощность (min)	0	dBm
Ухудшение дисперсии(max)	2	dB
Средняя выходная мощность отключенного передатчика (max)	-30	dBm

O'ZBEKISTON STANDARTLASHTIRISH, DAVLAT
MAZKORATINI MUVOFIQLASHTIRISH VA
AXBOROT TEXNOLOGIYALARINI

Окончание таблицы 21

Наименование параметра	Значение	Единица измерения
Коэффициент затухания (min)	8,2	dB
Относительная интенсивность шума$_{20}$ Амплитуда оптической модуляции (max)	-132	dB/Hz
Допустимое отклонение оптического затухания отражения (max)	20	dB
Коэффициент отражения передатчика[1)] (max)	-12	dB
Требование глазковой маски передатчика {X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3}	{0,25, 0,4, 0,45, 0,22, 0,25, 0,4}	
[1)] Аналогично сноске [5)] таблицы 15.		

10.5 Оптические характеристики приёмника 40GBASE - FR

Приемник 40GBASE - FR должен соответствовать спецификациям, указанным в таблице 22.

Таблица 22 - Характеристики приёмника 40GBASE-FR

Наименование параметра	Значение	Единица измерения
Скорость передачи сигналов (диапазон)	$41{,}25 \pm 100 \cdot 10^{-6}$	GBd
Длины волны потока (диапазон)	от 1290 до 1330 и от 1530 до 1565	nm
Порог повреждения [1)] (min)	4	dBm
Средняя мощность приема (max)	3	dBm
Коэффициент отражения приемника (max)	-26	dB
Чувствительность приемника (средняя мощность) [2)] (max)	-6	dBm
Допустимый джиттер на входе (max)	1	dB
Получение электрического сигнала 3 dB поверх частоты среза (max)	49	GHz
[1)] Аналогично сноске [1)] таблицы 20. [2)] Чувствительность приемника (средняя мощность) (max) является информативной.		

O'ZSTANDART AGENTL...
STANDARTLASHTIRISH, ...
MAHSULOTNI MUVOFIQLASHTIRISH...
AKKREDIT TEXNOLOGIYALARINI
JORIY ETISH BOSHQARMASI

11 Требования к интерфейсу 100 Gigabit Ethernet

11.1 Общие сведения о 100 Gigabit Ethernet

Для интерфейса 100 Gigabit Ethernet используется подуровень, подключенный по четырем потокам 25 Gigabit Media Independent Interface со скоростью в 25,78125 GBd при использовании технологий 100GBASE - LR4 или 100GBASE - ER4, а также по десяти потокам 10 Gigabit Media Independent Interface со скоростью 10,3125 GBd при использовании технологии 100GBASE-SR10. Технологии 100 Gigabit Ethernet предусматривают использование волоконно-оптических линий в качестве среды передачи. Технология 100GBASE - LR4 рассчитана для работы по одномодовому волокну на расстояние до 10 km, а технология 100GBASE-ER4 - до 40 km.

11.2 Оптические характеристики передатчиков 100GBASE - LR4 и 100GBASE - ER4

Передатчики 100GBASE - LR4 и 100GBASE - ER4 должны соответствовать спецификациям, указанным в таблице 23.

Таблица 23 - Характеристики передатчиков 100GBASE - LR4 и 100GBASE - ER4

Наименование параметра	100GBASE - LR4	100GBASE - ER4	Единица измерения
Скорость передачи сигналов, каждый поток (диапазон)	$25{,}78125 \pm 100 \cdot 10^{-6}$		GBd
Длины волны потока (диапазон)	от 1294,53 до 1296,59 от 1299,02 до 1301,09 от 1303,54 до 1305,63 от 1308,09 до 1310,19		nm
Коэффициент подавления боковых мод (КПБМ) (min)	30		dB
Всего средняя выходная мощность (max)	10,5	8,9	dBm
Средняя выходная мощность, каждый поток (max)	4,5	2,9	dBm
Средняя выходная мощность, каждый поток (min) [1)]	-4,3	-2,9	dBm
Амплитуда оптической модуляции (AOM), каждый поток (max)	4,5		dBm
Амплитуда оптической модуляции (AOM), каждый поток (min) [2)]	-1,3 [2)]	0,1	dBm

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
STANDARTLASHTIRISH, METROLOGIYA
VA SERTIFIKATLASHTIRISH DAVLAT
QO'MITASINING AXBOROT
TEXNOLOGIYALARINI
JORIY ETISH BO'LIMI

Окончание таблицы 23

Наименование параметра	100GBASE - LR4	100GBASE - ER4	Единица измерения
Разница выходной мощности между двумя потоками (AOM) (max)	5	-	dB
Разница выходной мощности между двумя потоками (средняя и AOM) (max)	-	3,6	
Выходная мощность в AOM минус УПД (min)	-2,3	-	dBm
Ухудшение передатчика и дисперсии (УПД), каждый поток (max)	2,2	2,5	dB
Средняя выходная мощность отключенного передатчика, каждый поток (max)	-30		dBm
Коэффициент затухания (min)	4	8	dB
Относительная интенсивность шума$_{12}$ Амплитуда оптической модуляции (max)	-130		dB/Hz
Допустимое отклонение оптического затухания отражения (max)	20		dB
Коэффициент отражения передатчика [3)]	-12		dB
Требование глазковой маски передатчика {X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3}	{0,25, 0,4, 0,45, 0,25, 0,28, 0,4}		
[1)] Аналогично сноске [4)] таблицы 13. [2)] Аналогично сноске [3)] таблицы 15. [3)] Аналогично сноске [5)] таблицы 15.			

11.3 Оптические характеристики приёмников 100GBASE - LR4 и 100GBASE - ER4

Приемники 100GBASE - LR4 и 100GBASE - ER4 должны соответствовать спецификациям, указанным в таблице 24.

Таблица 24 - Характеристики приёмников 100GBASE - LR4 и 100GBASE - ER4

Наименование параметра	100GBASE - LR4	100GBASE - ER4	Единица измерения
Скорость передачи сигналов, каждый поток (диапазон)	$25,78125 \pm 100 \cdot 10^{-6}$		GBd
Длины волны потока (диапазон)	от 1294,53 до 1296,59 от 1299,02 до 1301,09 от 1303,54 до 1305,63 от 1308,09 до 1310,19		nm

O‘ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH, DAVLAT
SINOVLARINI MUVOFIQLASHTIRISH
AXBOROT TEXNOLOGIYALARINI
JORIY ETISH BOSHQARMASI

Окончание таблицы 24

Наименование параметра	100GBASE - LR4	100GBASE - ER4	Единица измерения
Порог повреждения (min) [1)]	5,5		dBm
Средняя мощность приема, каждый поток (max)	4,5 [2)]		dBm
Средняя мощность приема, каждый поток (min) [3)]	-10,6	-20,9	dBm
Мощность приема (AOM), каждый поток (max)	4,5		dBm
Разница мощности приема между двумя потоками (AOM) (max)	5,5	-	dB
Разница мощности приема между двумя потоками (средняя и AOM) (max)	-	4,5	
Коэффициент отражения приемника (max)	- 26		dB
Чувствительность приемника (max) в AOM, каждый поток (max) [4)]	-8,6	-21,4	dBm
Получение электрического сигнала 3 dB поверх частоты среза (max)	31		GHz
Чувствительность приемника, каждый поток [5)] (max)	-6,8	-17,9	dBm
Условия теста чувствительности приемника:			
Ухудшение закрытия вертикального глазка, каждый поток [6)]	1,8	3,5	dB
Джиттер глазка J2 [6)] под нагрузкой, каждый поток	0,3		UI
Джиттер глазка J9 [6)] под нагрузкой, каждый поток	0,47		UI

[1)] Аналогично сноске [1)] таблицы 20.

[2)] Средняя мощность приема, каждый поток (max) для 100GBASE - ER4 больше, чем значение передачи 100GBASE - ER4 для совместимости с 100GBASE - LR4 на коротких дистанциях.

[3)] Аналогично сноске [4)] таблицы 13.

[4)] Аналогично сноске [3)] таблицы 20.

[5)] Аналогично сноске [4)] таблицы 14.

[6)] Аналогично сноске [5)] таблицы 20.

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH, DAVLAT
SERTIFIKATINI MUVOFIQLASHTIRISH VA
SIFAT TEXNOLOGIYALARINI
JORIY ETISH BOSHQARMASI

12 Технические требования к интерфейсам 40GBASE - SR4 и 100GBASE - SR10

12.1 Оптические характеристики передатчиков 40GBASE - SR4 и 100GBASE - SR10

Передатчики 40GBASE - SR4 и 100GBASE - SR10 должны соответствовать спецификациям, указанным в таблице 25.

Таблица 25 - Характеристики передатчиков 40GBASE - SR4 и 100GBASE - SR10

Наименование параметра	Значение	Единица измерения
Средняя длина волны (диапазон)	от 840 до 860	nm
Среднеквадратичное значение спектральной ширины [1] (max)	0,65	nm
Средняя выходная мощность, каждый поток (max)	2,4	dBm
Средняя выходная мощность, каждый поток (min)	-7,6	dBm
Амплитуда оптической модуляции (AOM), каждый поток (max)	3	dBm
Амплитуда оптической модуляции (AOM), каждый поток (min)	-5,6 [2]	dBm
Разница выходной мощности между двумя потоками (AOM) (max)	4	dB
Максимальная мощность, каждый поток (max)	4	dBm
Выходная мощность в AOM минус УПД (min)	-6,5	dBm
Ухудшение передатчика и дисперсии (УПД), каждый поток (max)	3,5	dB
Коэффициент затухания (min)	3	dB
Допустимое отклонение оптического затухания отражения (max)	12	dB
Охваченный поток	≥ 86 % в 19 μm, ≤ 30 % в 4,5 μm	
Требование глазковой маски передатчика {X1, X2, X3, Y1, Y2, Y3}	0,23, 0,34, 0,43, 0,27, 0,35, 0,4	
Средняя выходная мощность отключенного передатчика, каждый поток (max)	-30	dBm

[1] Среднеквадратичное значение спектральной ширины – это стандартное отклонение спектра.

[2] Даже если УПД < 0,9 dB, AOM (min) должна превышать это значение.

...RESIDENT AGENTLIGI
...PARTLASHTIRISH, DASTU...
...MUVOFIQLASHTIRISH...
...TEXNOLOGIYALARINI
...KTSH DOSTURLARI

12.2 Оптические характеристики приёмников 40GBASE - SR4 и 100GBASE - SR10

Приемники 40GBASE - SR4 и 100GBASE - SR10 должны соответствовать спецификациям, указанным в таблице 26.

Таблица 26 - Характеристики приёмников 40GBASE - SR4 и 100GBASE - SR10

Наименование параметра	Значение	Единица измерения
Длина волны, каждая дорожка (диапазон)	840 - 860	nm
Порог повреждения [1] (min)	3,4	dBm
Средняя мощность приема, каждый поток (max)	2,4	dBm
Средняя мощность приема, каждый поток (min)	-9,5	dBm
Коэффициент отражения приемника (max)	-12	dB
Амплитуда оптической модуляции (AOM), каждый поток (max)	3	dBm
Чувствительность приемника в (AOM), каждый поток (max) [2]	-5,4	dBm
Максимальная мощность, каждый поток (max)	4	dBm
Условия теста чувствительности приемника:		
Ухудшение закрытия вертикального глазка (УЗВГ), каждый поток [3]	1,9	dB
Джиттер глазка J9 [3] под нагрузкой, каждый поток	0,3	UI
Джиттер глазка J9 [3] под нагрузкой, каждый поток	0,47	UI
AOM каждого активного потока	-0,4	dBm
Джиттер на входе в AOM, каждый поток (max) [4]	-5,4	dBm
Условия теста джиттера на входе		
Частота джиттера и пиковая амплитуда	(75,5)	(kHz, UI)
Частота джиттера и пиковая амплитуда	(375,1)	(kHz, UI)
AOM каждого активного потока	-0,4	dBm

[1] Аналогично сноске [1] таблицы 20.

[2] Чувствительность приемника в AOM, каждый поток (max) является информативной.

[3] Ухудшение закрытия вертикального глазка и джиттер глазка под нагрузкой - условие испытания для измерения чувствительности приемника под нагрузкой. Они не являются характеристикой приемника. Кажущееся различие между УЗВГ и УПД в том, что УЗВГ определяется в центре глазка, а УПД определяется с ± 0,15 UI смещений от момента выборки.

[4] Это тест возможности оптического приемника отследить низкочастотный джиттер. Это неприемлемо для любой подсистемы, которая не имеет блок восстановления синхронизации.

O'ZBEKISTON AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH, DAVLAT
RAZONATINI MUVOFIQLASHTIRISH VA
AXBOROT TEXNOLOGIYALARINI

Приложение А
(справочное)

Формы выходных сигналов Fast Ethernet, Gigabit Ethernet (глазковые диаграммы) и требования к допустимым границам искажения

Глазковая диаграмма выходного сигнала интерфейса Fast Ethernet представлена на рисунке А.1.

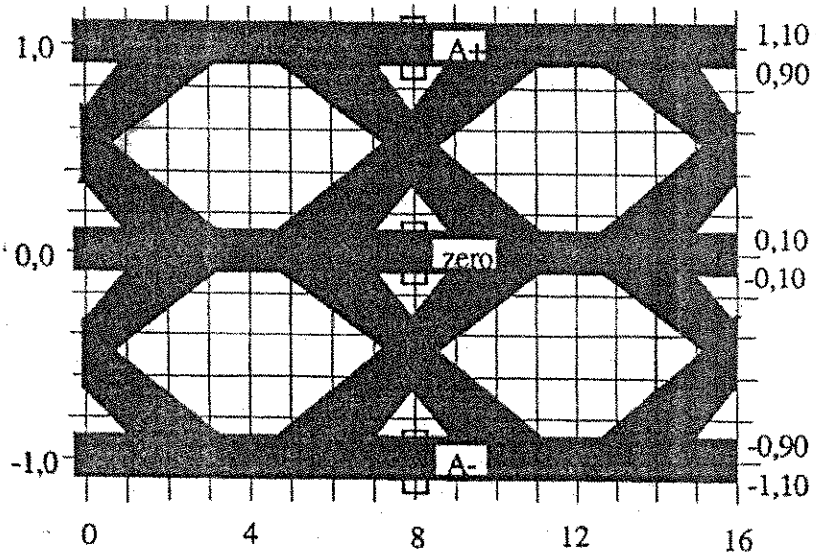


Рисунок А.1 - Глазковая диаграмма выходного сигнала интерфейса Fast Ethernet

Граничные значения характеристик выходного сигнала интерфейса Fast Ethernet приведены в таблице А.1.

Таблица А.1 - Граничные значения характеристик выходного сигнала

Характеристика	Минимум	Максимум	Единица измерения
Дифференцированный сигнал, UTP, 0 - пиковое значение	950	1050	mVpk
Дифференцированный сигнал, STP, 0 - пиковое значение	1165	1285	mVpk
Суммарное амплитудное значение (« + » ; « - »)	98	102	%
Время нарастания и спада фронтов импульса	3,0	5,0	ns
Время нарастания и спада фронтов импульса (симметричное)	0	0,5	ns
Циклические искажения от пика до пика	0,0	0,5	ns

O‘zstandart agentligi
standartlashtirish, davlat
ma’lumotini muvofiqlashtirish va
axborot texnologiyalarini
joriy etish boshqarmasi

Окончание таблицы А.1

Характеристика	Минимум	Максимум	Единица измерения
Jitter при передаче сигнала	0,0	1,4	ns
Отклонения	0	5	%

Циклические искажения (Jitter) выходного сигнала интерфейса Fast Ethernet не должны превышать границ приведенных на рисунке А.2.

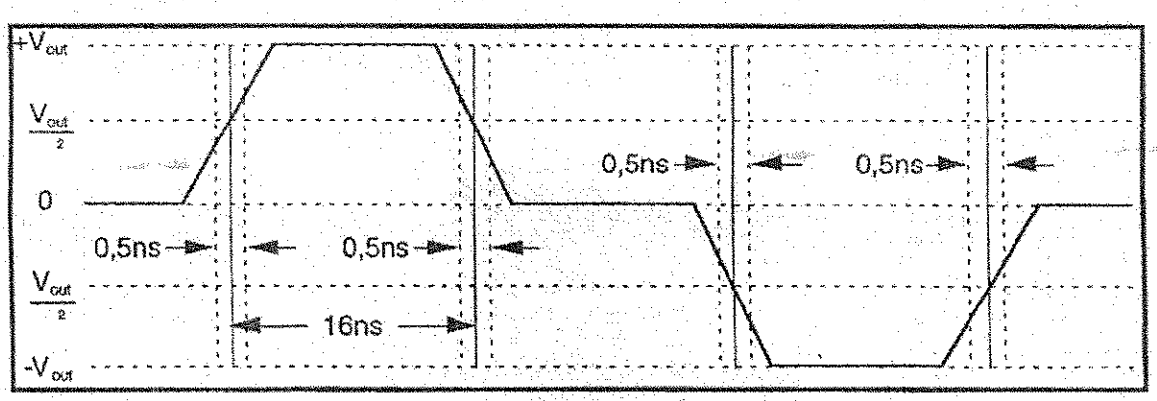
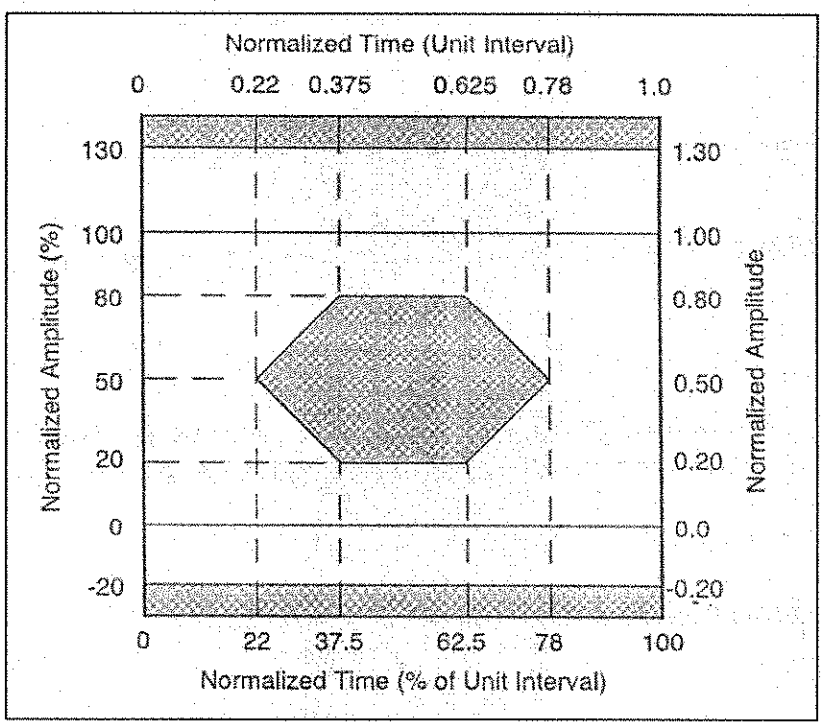


Рисунок А.2 - Граничные значения циклических искажений

Глазковая диаграмма выходного сигнала интерфейса Gigabit Ethernet приведена на рисунке А.3.



Normalized Amplitude – нормализованная амплитуда;
Normalized Time - нормализованное время

Рисунок А.3 - Глазковая диаграмма выходного сигнала интерфейса Gigabit Ethernet

STANDARTLASHTIRISH, DAVLAT
TASDIQLASHTIRISHNI
TEGISHLI TEXNOLOGIYALARINI

УДК 621.39;681.327 ОКС 01.040.33, 33.040.40 Э 00

Ключевые слова: адрес, интерфейс, коллизии, контроль несущей, конфликт, множественный доступ, пакет, передача данных, кадр, Ethernet

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH, BARYLAY
MUVOFIQLIGINI BAHOLASH VA
AXBOROT TEXNOLOGIYALARINI

Заместитель директора
ГУП «UNICON.UZ» А.Кадиров

Заместитель начальника
научно-исследовательского
департамента развития
телекоммуникационной
инфраструктуры А.Мирхабибов

Нормоконтроль 06.01.2016 Л.Шаймарданова

СОГЛАСОВАНО

Начальник отдела
телекоммуникационных
технологий и услуг
Министерства по развитию
информационных технологий
и коммуникаций
Республики Узбекистан

З.Зияев
письмо от 24.08.2015
№ 09-8/4660

O‘ZSTANDART AGENTLIGA
STANDARTLASHTIRISH, DAVLAT
NAZORATINI MUVOFIQLASHTIRISH VA
AXBOROT TEXNOLOGIYALARINI
JORIY ETISH BOSHQARMASI

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального
директора АК «Узбектелеком»

Ж.Махсудов
письмо от 04.08.2015
№ 27-03-46/2985