**перспектива развития среды передачи данных локальных сетей – КАБЕЛи КАТЕГОРИИ 7 (7А)**

Артюшенко Владимир Михайлович, доктор технических наук, профессор,

заведующий кафедры ИТУС

Artushenko Vladimir Michailovich, doctor of science, professor

Head of the Department ITUS

Маржина Роман Алексеевич, магистр

Margina Roman Alekseevich, magisr

СтреналюкЮрий Вениаминович, доктор технических наук, профессор,

профессор кафедры ИТУС

Strenalyuk Iyrii Veniaminovich, doctor of science, professor

Professor of the Department ITUS

*Технологический университет («МГОТУ»), г. Королев*

*Technological University (TU), Korolev*

*В статье проводится анализ материала по назначению, конструктивным особенностям и частотным характеристикам кабеля 7 категории.*

*Ключевые слова: кабель, категория 7, анализ, витая пара.*

*In the article the analysis of the material on the purpose, design features and frequency characteristics of the cable 7 categories.*

*Keywords: cable, category 7, analysis, twisted pair.*

Основополагающие тенденции развития сетей – повышение их пропускной способности и быстродействия. Применительно к проводным сетям это подразумевает, в первую очередь, совершенствование их кабельной инфраструктуры и качества собственно кабеля, которое по стандартам определяется его категорией (или классом) [1-3].

*Категория* (CAT, cat.) — это упорядочение пассивных элементов сети в зависимости от предельной частоты и от полосы пропускания линии, на которой обеспечиваются их работа в составе кабельной линии по международному ISO 11801 или американскому стандарту TIA/EIA-568B. В международном стандарте ранжирование кабельных линий производится не по категории, а по *классам* (категория 7 это класс F).

Чем выше категория кабельной линии, тем лучшие у нее передаточные характеристики и выше предельная частота работы. Для компонентов в стандарте TIA/EIA-568B определены следующие категории в порядке возрастания и повышения качества линии: категории 3, 5, 5е, 6, 6A.

В международном стандарте к этому ряду для пассивных компонентов добавлены еще две категории - 7 (F) и 7A (FA). При этом кабели 7-й категории предназначены для передачи данных на скоростях 40 Гбит/с на расстояние до 50 м и 100 Гбит/с на расстояние до 15 м, а категория 7А – обеспечивает еще большую дальность передачи. Данные стандартов по категории в зависимости от предельной частоты приведены таблице 1.

**Таблица 1 – Предельные частоты для различных категорий витых пар**

|  |  |
| --- | --- |
| Категория витой пары | Предельная частота, Мгц |
| Категория 3  | 16 |
| Категория 5е | 100 |
| Категория 6 | 250 |
| Категория 6А | 500 |
| Категория 7 | 600…700 |
| Категория 7А | 1000…1200 |

Область применения кабелей типа «витая пара» 7-й категории - внутри помещений. Эти высококачественные кабели для передачи данных предназначены для широкополосных приложений с низким коэффициентом ошибок (BER), высокой скоростью передачи данных и их целесообразно использовать, главным образом, для прокладки в серверных помещениях ЛВС и сетях дата-центров [4-7]. Кабели содержат четыре скрученных пары медных проводов, точно так же, как более ранние стандарты, однако исполнены в экранированном варианте типа S/FTP, т.е. каждая пара в оплетке из фольги и общий для всех пар медный внешний экран [7], см. рисунок 1.



**Рисунок 1. Кабель витая пара категории 7**

Суть работы кабеля «Витая пара» состоит в том, что сигнал в нем передается при помощи нескольких пар изолированных проводников, скрученных между собой с незначительным числом витков на единицу длины, и чем выше частота, тем больше витков. Данный вид кабеля из-за такой конструкции позволяет увеличить степень связи между проводниками каждой пары, а также, благодаря синхронизации влияния электромагнитных помех на оба проводника каждой пары - снизить влияние внешних помех на линию в целом.

Область применения данного типа кабеля может быть очень широка. Это и современные структурированные кабельные системы, и компьютерные сети, и телекоммуникационное оборудование, и телефония.

Данная спецификация утверждена по ISO 11801, включает 4 пары проводников, работающих в режиме полного дуплекса и обеспечивает передачу данных на скорости до 100 Гбит/с. Экранирование каждой пары и общий экран также включены в стандарт.

Кабели в витой паре бывают многожильные и одножильные.

Одножильные [кабели](http://www.nix.ru/price/price_list.html?section=cables) нельзя подвергать частому сгибанию, поскольку проводники достаточно толстые и легко ломаются, поэтому витую пару с такими проводами используют в основном для прокладки в коробах и стенах. Такая витая пара также идеально подходит для монтажа [патч-панелей](http://www.nix.ru/support/faq/show_articles.php?number=807&faq_topics=%CF%E0%F2%F7-%EF%E0%ED%E5%EB%FC) (панелей розеток).

Многожильный [кабель](http://www.nix.ru/price/price_list.html?section=cables), состоящий из пучка тонких медных проводников гораздо лучше переносит постоянные изгибы и скручивание, поэтому из такой [кабель](http://www.nix.ru/price/price_list.html?section=cables) используют для изготовления [патч-кордов](http://www.nix.ru/price/price_list.html?section=cable_management#g_id=768&c_id=&fn=929&i=100420&store=available&enum%5B2942%5D%5B0%5D=18&enum%5B2942%5D%5B1%5D=1&l_price=4&h_price=34233).

В качестве материала оплетки проводников обычно используется полиэтилен (PE) или полипропилен (PP). В некоторых кабелях для изготовления оболочки применяются специальные полимеры, не поддерживающие горение. [Кабели](http://www.nix.ru/price/price_list.html?section=cables) с такой оболочкой обозначаются LSZH (Low Smoke Zero Halogen).

Кабели CAT7 (7А) предлагают максимальную на сегодняшний день ширину полосы пропускания для кабельных систем на основе витой пары. Например, кабели кат.7 нового поколения C7A-S/F-23/1H компании TELDOR и C7AS/F12H компании Klotz a-i-s обладают полосой пропускания до 1200 МГц.

Отметим также «Кабели информационные 4x2x0,64 (AWG22) - 4x2x0,58 (AWG23)» с двойным экраном, категории 7A, предназначенный для сетей передачи данных - Ethernet и др. Он является элементом горизонтальной подсистемы СКС - от распределительного шкафа до рабочего места и полностью соответствует требованиям стандарта ISO/IEC 11801:2002/A2:2010 для приложений класса FA с частотой до 1200 МГц.

Кабели такого класса предназначены для использования в сетях низкого напряжения и мощности, таких как Ethernet (10Base-T, 100Base-T, 1000Base-T, 10GBase-T и выше), Arcnet, Token Ring 16/100 Мбит/с, ISDN, АТМ-25/52/155 Мбит/с и пр. Кабели соответствуют требованиям ГОСТ Р 54429-2011, международных стандартов МЭК 61156-5 и ANSI/TIA/EIA-568-A.

Кабели из симметричных витых пар обладают номинальным значением волнового сопротивления 100 Ом на частоте до 600 МГц (а вариант 7A – до 1000-1200 МГц) и отличным значением потерь NEXT (Near End Crosstalk) [1,2,7,8].

Благодаря полученному значению потери NEXT, достигаемому путем заключения пар в индивидуальные экраны из алюминиевой фольги, эти кабели обладают более высоким показателем граничного значения ACR в 60 дБ (Attenuation to Crosstalk Ratio — отношение затухания к переходному затуханию) по сравнению с UTP-кабелями. Таким образом, они идеально подходят для различных высокочастотных приложений.

Данные широкого круга исследований и тестирования показывают, что область применения кабеля действительно может быть весьма широка – это и локальные сети общего назначения; домашние сети; сети бизнеса; компьютерные сети; сети передачи данных; телефония; цифровое телевидение; системы видеонаблюдения (IP-камеры); системы охраны и контроля доступа; узкоспециализированные сети (торговое оборудование, складские сети, производственные сети с использованием нестандартного периферийного оборудования, такого как, станки, вариаторы, типографские машины).

Конструктивные особенности кабеля приведены в таблице 2.

**Таблица 2 - Конструктивные особенности витой пары категории 7**

|  |  |
| --- | --- |
| ***Одножильный (solid)*** | ***Многожильный (patch)*** |
| **Описание** |
| Экранированный медный кабель, 4 пары индивидуально экранированные алюминиевой фольгойОбщий экран: проволочная оплеткаПодходит для использования внутри помещения |
| **Материал** |
| *Проводящий материал*: проволока из мяг-кой отожженной электролитической меди*Изоляция жил*: пористый полиолефинВнешняя оболочка: малодымный безгалогенный компаунд (FR-LSZH)*Экран*: каждая пара индивидуально экранирована полиэфир-алюминиевой фольгой (фольга снаружи), обеспечиваю-щей 100% покрытие витой пары*Общий экран*: луженая медная оплетка, обеспечивающая 60% покрытие кабеля*Дренажный провод*: луженая медь | *Проводник*: проволока из отожженной электролитической меди, многожильный*Изоляция жил*: полиолефин*Внешняя оболочка*: малодымный безгалогенный компаунд (FR-LSZH)*Экран*: каждая пара индивидуально экранирована полиэфир-алюминиевой фольгой (фольга снаружи), обеспечиваю-щей 100% покрытие *Общий экран*: луженая медная оплетка, обеспечивающая 51% покрытие кабеля |
| **Технические характеристики** |
| Диаметр проводника с оболочкой: 1,34 ммДиаметр проводника: 0,57 мм (23 AWG) Внешний диаметр (размер) кабеля: 8,0 ммДиаметр дренажного провода: 24 AWGМинимальный радиус изгиба: 120 ммРастягивающее усилие: не более 140 НРабочая температура: -40°C - +70°CВес 1 км кабеля: 65 кг | Диаметр проводника: 0,48 мм (26 AWG) Площадь сечения проводника: 0,142 мм2Количество и диаметр жил: 7 х 0,16 ммДиаметр проводника с оболочкой: 1,0 ммВнешний диаметр (размер) кабеля: 6,5 ммРабочая температура: -20°C - +70°CВес 1 км кабеля: 45 кг |
| **Пожарная безопасность** |
| Класс пожарной безопасности: СМСоответствует стандарту пожарной безопасности: UL 1581 VW-1, IEC 60332-1 | Класс пожарной безопасности: СМСоответствует стандарту пожарной безопасности:IEC 332-1 |
| **Вид в разрезе** |
| 1 - Внешняя оболочка2 - Экран-сетка3 - Дренажный провод4 - Экран-фольга5 - Витая пара solid | 1 - Внешняя оболочка2 - Экран-сетка3 - Экран-фольга4 - Витая пара patch |

Пример электротехнических характеристик для кабеля SSTP, категория 7, 4 пары, одножильный (solid), 23AWG приведен в таблице 3.

**Таблица 3 - Электротехнические характеристики витой пары категории 7**

|  |  |
| --- | --- |
| Максимальное сопротивление проводника при температуре 20°С | 80.0 Ом/км |
| Дисбаланс сопротивления | 2% максимум |
| Сопротивление на частоте 1-600 МГц | 100±15 Ом |
| Передаточное полное сопротивление на частоте 1-10 МГц | 5 м0м/м max |
| Емкостной дисбаланс на частоте 1 КГц | 1.2 пФ/м max |
| Максимальное напряжение | 60 В RMS |
| Диэлектрическая прочность | 700 В/1мин |
| Сопротивление изоляции при температуре 20°С | 152 МОм\*км min |
| Скорость распространения | 79-80% |
| Максимальная задержка распространения на частоте 1 МГц | 5.3 нс/м |
| Максимальная задержка распространения на частоте 10 МГц | 5.0 нс/м |
| Максимальная задержка распространения на частоте 100-600 МГц | 5.0 нс/м |
| Максимальное отклонение задержки распростр. на частоте 1-600 Гц | 16 нс/100м |

Разрабатываемые спецификации коннекторов категории 7 требуют для обеспечения изоляции переходных помех между парами как минимум в 60 дБ на частоте 600 МГц. Это требование на 32 дБ строже, чем для категории 5 на 100 МГц и на 20 дБ строже, чем для категории 6 на 250 МГц.

Наиболее продвинутые варианты кабеля категории 7А, например, фирмы **DATWYLER** **7150 4P S/FTP кат. 7A AWG22 1500MHz** достигают частот в 1500 МГц, а его опережающие стандарт характеристики – на рисунке 2.



**Рисунок 2 – Пример характеристик передового кабеля категории 7А**

Таким образом, цель кабеля категории 7 - иметь такие же или лучшие параметры передачи, чем у любого другого типа симметричной среды на сверхвысоких скоростях передачи. Например, каналы будут обеспечивать положительный запас ACR модели суммарной мощности как минимум до 600 МГц (7 – до 1000 МГц).

Правда цена такого кабеля соответствует пропускной способности, а сопоставимый пример цен на катушку кабеля (305 м) приведен в таблице 4. Стоимость кабеля категории 5е (в зависимости от отсутствия или разных типов экрана, соответственно, U/UTP, F/UTP и SF/UTP) составляет 34/48/80 % от стоимости кабеля категории 7. Интервал относительных стоимостей кабеля категории 6 составляет 56 %, а 6А – 77-93 %

**Таблица 4 – Сравнительные цены кабеля различных категорий на сентябрь 2015г.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Безгалогенные кабели | Цена | Относит-я цена |
| ParLan U/UTP Cat5e 4х2х0,52 ZH нг(А)-HF | 18 160р. | 0,34 |
| ParLan F/UTP Cat5e 4х2х0,52 ZH нг(А)-HF | 25 670р. | 0,48 |
| ParLan SF/UTP Cat5e 4х2х0,52 ZH нг(А)-HF | 42 630р. | 0,80 |
| ParLan U/UTP Cat6 4х2х0,57 ZH нг(А)-HF  | 29 830р. | 0,56 |
| ParLan S/FTP Cat6A 4x2x0,57 PVC | 41 030р. | 0,77 |
| ParLan S/FTP Cat6A 4x2x0,57 ZH нг(А)-HF | 49 410р. | 0,93 |
| **ParLan S/FTP Cat7 4x2x0,60 ZH нг(А)-HF\*** | **53 360р.** | **1,00** |

Однако в области сверхвысоких скоростей дата-центров и/или серверных стоек альтернативы в области электропередачи просто нет.

Технологии же развиваются с удивительной скоростью, и появление кабеля 8 категории с частотой до 2 ГГц мало кого удивит, кабели этой серии одновременно смогут поддерживать любые приложения, начиная от аналоговой телефонии, и заканчивая широкополосной передачей сигналов.

**Список литературы**

1. Артюшенко, В. М.Сервис информационных систем в электротехнических комплексах [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова // Монография / под науч. ред. док. технич. наук, проф. В.М. Артюшенко, ФГОУВПО РГУТиС. – М., – 2010. – 98 с.

2. Артюшенко, В. М.Структурированные кабельные системы [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова // Учебное пособие / Под ред. д-ра техн. наук, проф. В.М. Артюшенко, ГОУ ВПО «МГУС». – М., – 2005. – 150 с.

3. Артюшенко, В. М.Проектирование мультисервисных систем в условиях воздействия внешних электромагнитных помех [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова // Монография / под науч. ред. док. технич. наук, проф. В.М. Артюшенко, ФГОУ ВПО РГУТиС. – М., – 2011. – 110 с.

4. Стреналюк, Ю. В.Облачные вычисления в вузе [Текст] / Ю.В. Стреналюк, В. М. Артюшенко, Е.Д.Федотова // Информационно-технологический вестник. – 2014. – №2(02). – С. 107–124.

5. Стреналюк, Ю. В. Интеграционные процессы в банковских информационных системах – облачные технологии [Текст] / Ю.В. Стреналюк, И.Г. Орехова // Сборник трудов конференции – Королев: ФТА. – 2014. – 12 с.

6. Аббасова, Т. С. Обеспечение эффективного функционирования систем управления кабельной инфраструктурой [Текст] / Т. С. Аббасова, Ю. В. Стреналюк, Н. А. Васильев // В сборнике: исследования в области теоретических основ информатики и системного анализа / Под научной редакцией д. т. н., проф. В.М. Артюшенко. Королев, 2014. С. 5-24.

7. Стреналюк, Ю. В. [Вычислительные системы, сети и телекоммуникации](http://elibrary.ru/item.asp?id=21980001) [Текст] / О.А. Копылов, Ю.В. Стреналюк, Е.Д. Штрафина – Королев: ФТА. – 318 с.

8. Артюшенко, В. М. Информационные технологии и управляющие системы: монография [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова, Ю.В. Стреналюк, В.И. Привалов, В.И. Воловач, Е.П. Шевченко, В.М. Зимин, Е.С. Харламова, А.Э. Аббасов, Б.А. Кучеров /под науч. ред. док. техн. наук, проф. В.М. Артюшенко. – М.: Издательство «Научный консультант», 2015. – 185 с.