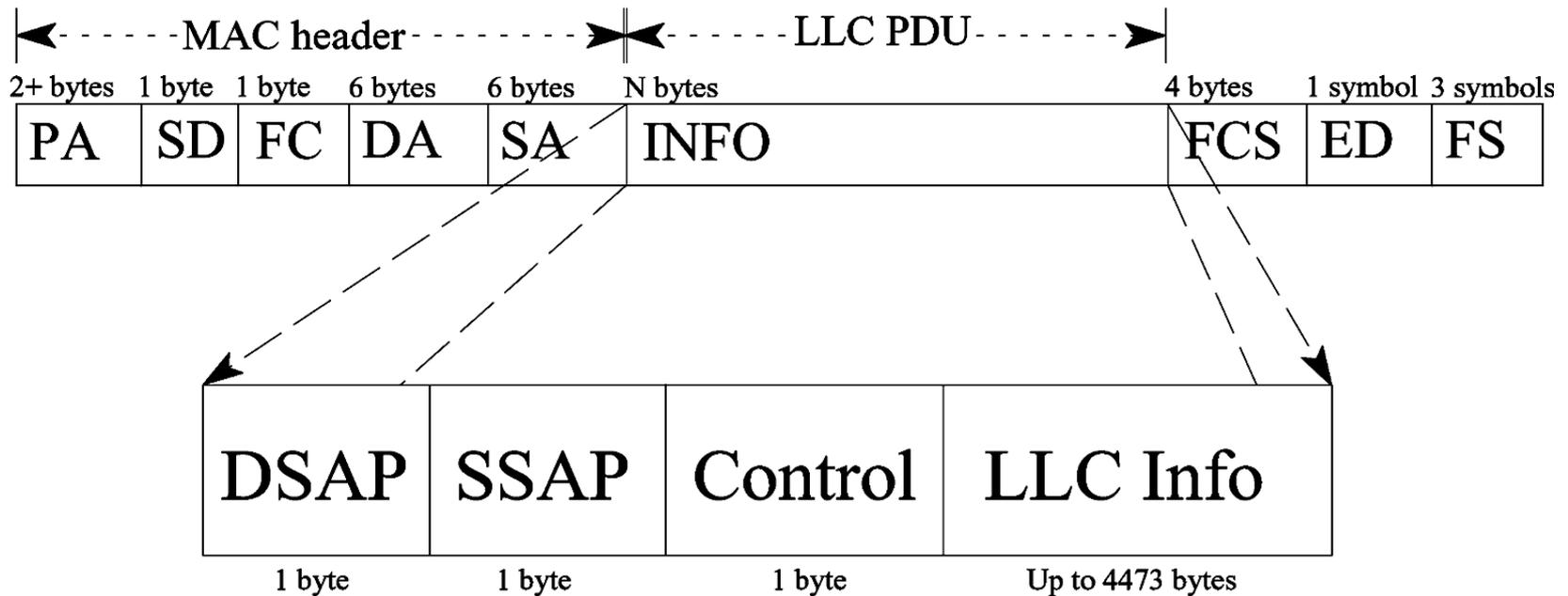


# Высокопроизводительные сети для реализации магистралей

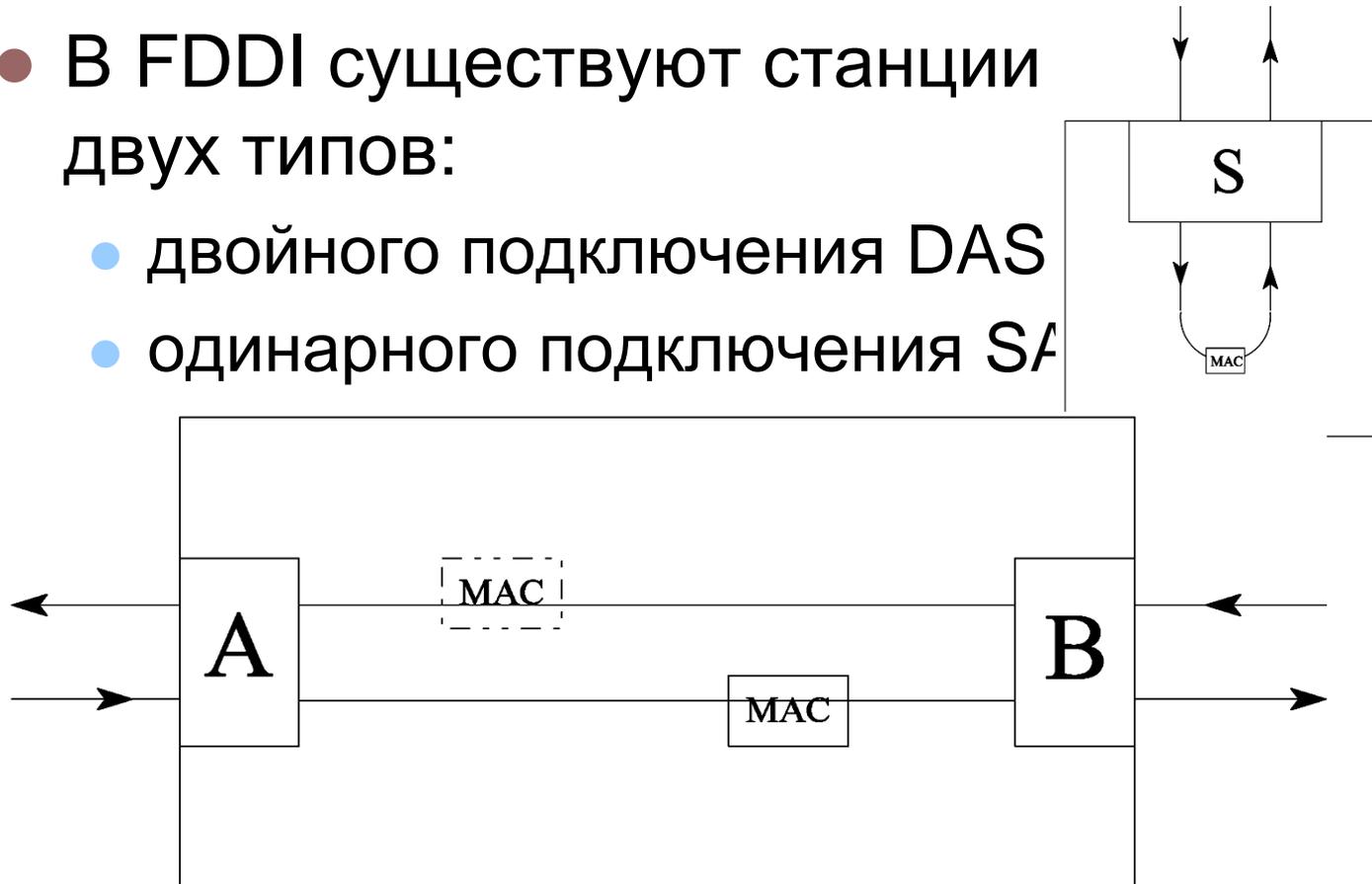
- FDDI - Fiber Distributed Data Interface (разработка X3T9.5 ANSI 1987 г.). Сети поддерживают две топологии:
  - двойное кольцо;
  - древовидную.
- FDDI-II – разработан для передачи речевых ИКМ каналов. Максимальная загрузка – 16 синхронных кадров каждые 125 мкс по 96 ИКМ каналов позволяют передавать 1536 первичных речевых каналов (8000 однобайтных отсчетов в сек.) или 64 T1 или 48 E1 цифровых каналов.
- CDDI (Copper Distributed Data Interface) – вариант FDDI для среды «витая пара» UTP-5.
- В настоящее время технология не развивается, но еще можно встретить в старых сетях.

# Кадр FDDI

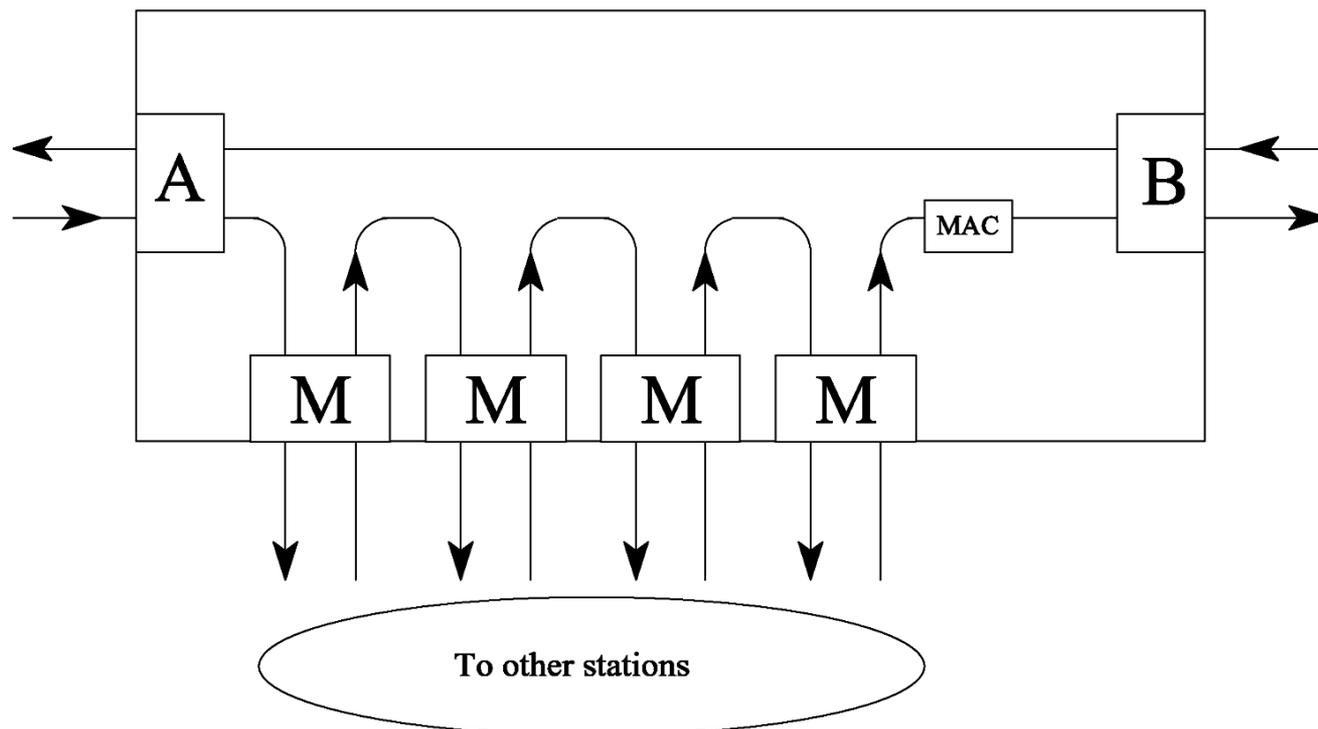


# Станции сетей FDDI

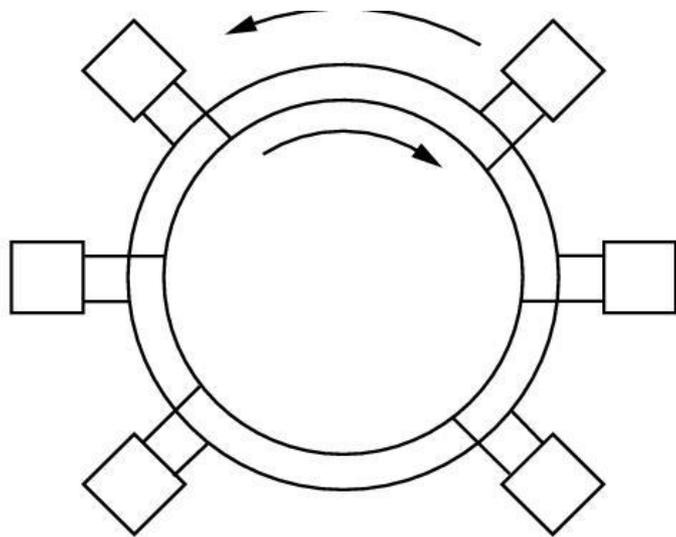
- В FDDI существуют станции двух типов:
  - двойного подключения DAS
  - одинарного подключения SA



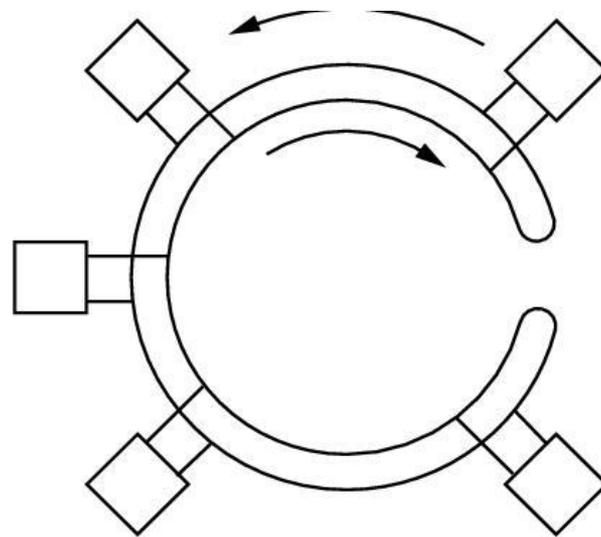
# Концентратор FDDI



# самооживление FDDI (wrapped ring)



(a)

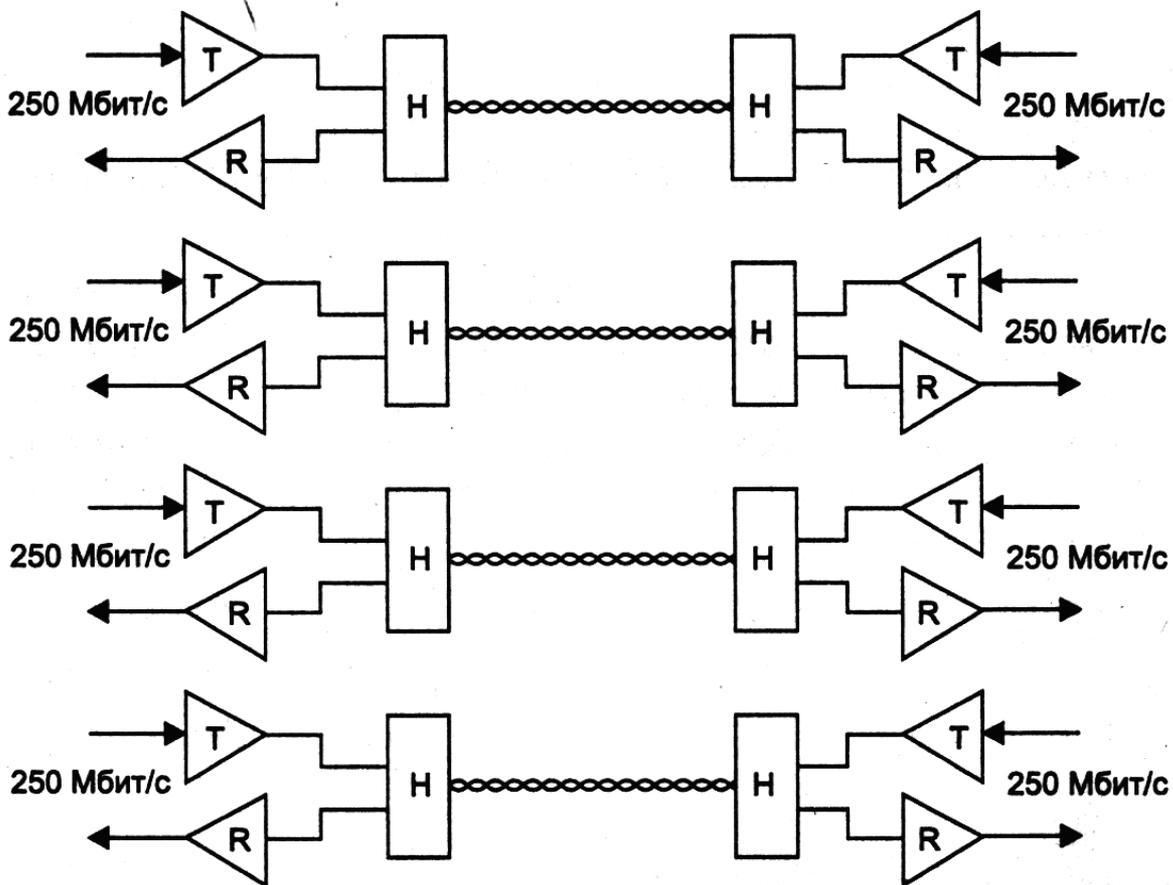


(b)

# Технология Gigabit Ethernet

- Минимальный размер кадра увеличен (с 512 бит или до 4096 бит (без преамбулы) для поддержки диаметра сети 200 м.
- 1000Base-SX/LX 802.3z
  - 850nm LED (SX, Short wavelength)
    - 62,5/125 - 220m
    - 50/125 - 500m
  - 1300nm laser (LX, Long wavelength)
    - SMF - 5000m
    - MMF – 550m
  - твинаксиальный кабель (Twinaх) - 25m
- 802.3ab (витая пара)
  - PAM5 – 5 уровней/2.3 бит, 250МГц – 125МГц
  - при передачи по 4 парам 8 бит – только половина комбинаций 5-уровневого кода задействована

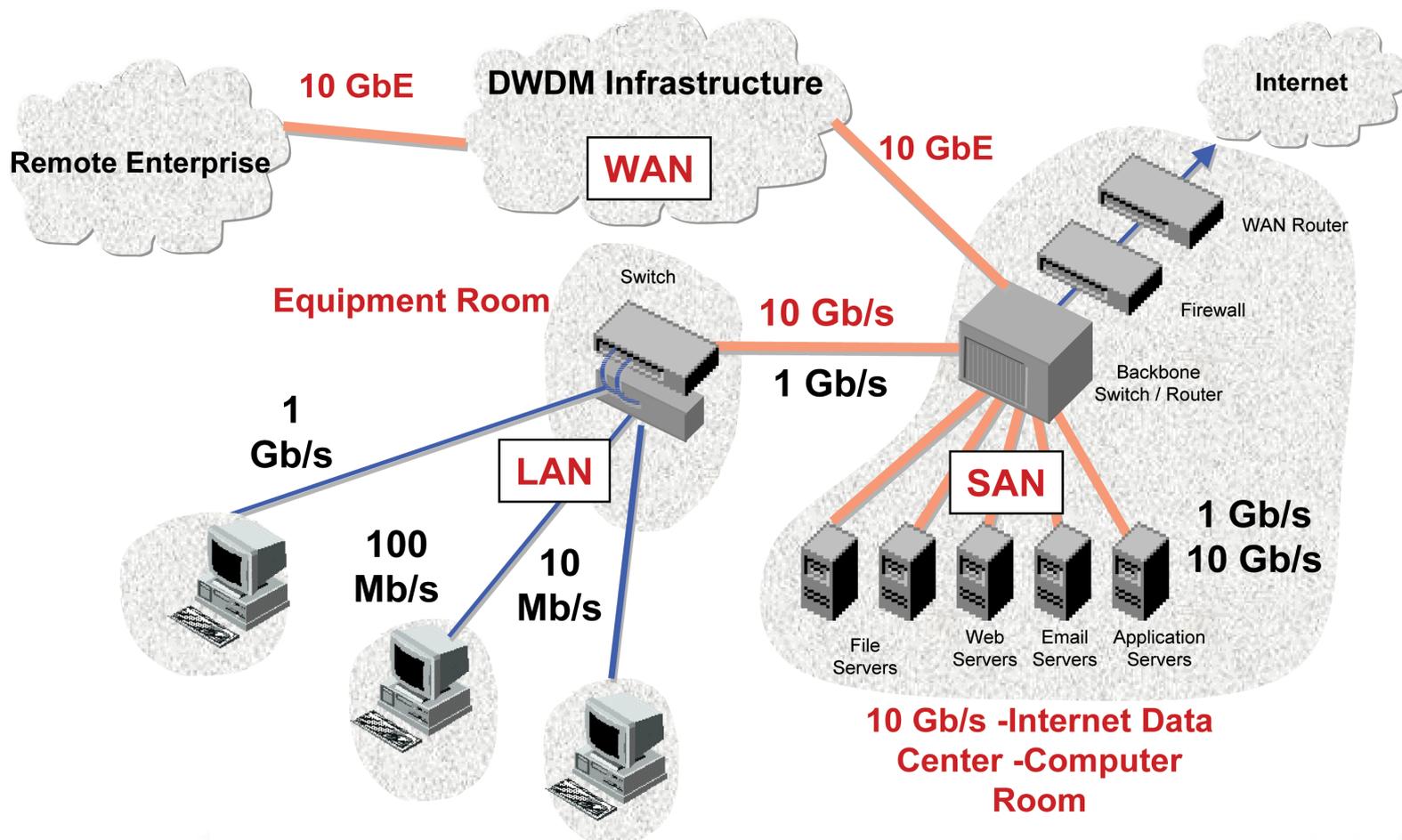
# Вариант GE на TP (802.3ab)



# 10G Ethernet

- 10GBASE-L
  - SMF, 1310 нм – 10 км
- 10GBASE-E
  - SMF, 1550 нм – 40 км
- 10GBASE-S
  - MMF, 850 нм – 26 .. 300 метров
- 10GBASE-T (проект до 2006 г.)
  - 802.3an, TP Cat.6a, Cat.7, (Cat.6 – 50м.)

# Использование 10G Ethernet



# 10GBase-T. Цели 802.3an

- Сохранить формат кадра 802.3/Ethernet для системы доступа к среде клиента
- Сохранить min. and max. размер кадра текущего стандарта 802.3 Std.
- Поддерживать только полнодуплексную передачу
- Поддерживать локальные кабельные сети топологии звезда, используя двухточечные соединения и топологию структурированных кабельных систем
- Поддерживать скорость 10.000 Gb/s на интерфейс
- Выбрать проводную медную среду из ISO/IEC 11801:2002, с необходимыми улучшениями в ходе совместной работы 802.3 и SC25/WG3
- Удовлетворить требования CISPR/FCC Class A
- Обеспечить передачу через 4-х разъемный 4-х парный кабель СКС – витую пару для все поддерживаемых расстояний и для всех поддерживаемых классов кабелей.
- Определить единый 10 Gb/s уровень PHY, поддерживающий следующие соединения:
  - по крайней мере, 100 м 4-парного кабеля Class F/Category 7 (1-600 MHz), в виде сбалансированного медного соединения
  - по крайней мере, от 55 м до, если возможно, 100 м на – парной витой паре Class E/Category 6 (1-250 MHz) , в виде сбалансированного медного соединения
- Получить относительную ошибку на хуже BER =  $10^{-12}$  для всех сред и классов.
- Ратифицирован 07.2006

# 40Gb/s и 100Gb/s Ethernet – IEEE 802.3ba-2010

Были установлены следующие цели:

- поддержка скорости 40 и 100 Гбит/с;
- поддержка витой пары от 7м
- поддержка соединения от 100м по MMF;
- поддержка соединения от 10км по SMF;
- поддержка соединения от 40км по SMF;
- только полнодуплексные соединения;
- использование обычного формата кадра 802.3 и минимального и максимального размеров кадров;
- поддержка BER > 10<sup>-12</sup>.

принят 07.2010

ожидаются поставки оборудования с начала 2011 г.

# Разрабатываемые среды ТР

Cat 6/Class E



RJ-45

Cat 7/Class F



RF-45



# Характеристики сред ТР

Параметр	Cat. 5, Class D	Cat. 5e	Category 6/ Class E (at 250 MHz)	Category 7/ Class F (at 600 MHz)
Номинальный диапазон частот, МГц	1-100	1-100	1-250	1-600
Затухание	24 dB	24 dB	21.7 dB (36 dB)	20.8 dB (54.1 dB)
NEXT (Near-End Crosstalk)	27.1 dB	30.1 dB	39.9 dB (33.1 dB)	62.1 dB (51 dB)
ACR (attenuation to crosstalk ratio (ACR))	3.1 dB	6.1 dB	18.2 dB (-2.9 dB)	41.3 dB (-3.1 dB)**
Задержка распространения	548 ns	548 ns	548 ns(546 ns)	504 ns(501 ns)

Cat 6a – полоса 500 MHz, создана для полноценных (100m) сегментов 10GBase-T

Прим. 6a – означает Augmented, тогда как производители иногда маркируют 6E, по аналогии с Cat. 5E. Но стандарта Cat. 6E – не существует (по крайней мере на 01.2013)

# WDM-технология ITU G.694.1,2

- WDM - wavelength-division multiplexing
  - Увеличение скорости, возможность дуплекса по 1 волокну
  - Coarse WDM (CWDM) – 1271 - 1611 nm
    - до 18 каналов (по стандарту)
    - пример: Ethernet LX-4 10 Gbit/s = 4x3.125Gbit/s в диапазоне 1310 nm
  - Dense WDM (DWDM)
    - Диапазон Conventional (C-band), 1525 nm – 1565 nm
    - Диапазон Long (L-band), 1570 nm – 1610 nm
    - до 160 каналов с разделительными полосами 25 GHz
    - В этом диапазоне, волоконно-эрбиевые усилители (EDFA) пришли на смену оптико-электро-оптическим преобразователям, длительное время используемым в SONET/SDH технологии.
- В 2011г. в NEC Laboratories достигнута скорость передачи 101.7 Tb/s на 165 км (370 каналов).