

# СЕТЕВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ FDDI

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ

# ТЕХНОЛОГИЯ FDDI

- ТЕХНОЛОГИЯ **FIBER DISTRIBUTED DATA INTERFACE** - ПЕРВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ЛОКАЛЬНЫХ СЕТЕЙ, КОТОРАЯ ИСПОЛЬЗОВАЛА В КАЧЕСТВЕ СРЕДЫ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ОПТОВОЛОКОННЫЙ КАБЕЛЬ.
- ПОПЫТКИ ПРИМЕНЕНИЯ СВЕТА В КАЧЕСТВЕ СРЕДЫ, НЕСУЩЕЙ ИНФОРМАЦИЮ, ПРЕДПРИНИМАЛИСЬ ДАВНО - ЕЩЕ В 1880 ГОДУ **АЛЕКСАНДР БЕЛЛ** ЗАПАТЕНТОВАЛ УСТРОЙСТВО, КОТОРОЕ ПЕРЕДАВАЛО РЕЧЬ НА РАССТОЯНИЕ ДО 200 МЕТРОВ С ПОМОЩЬЮ ЗЕРКАЛА, ВИБРИРОВАВШЕГО СИНХРОННО СО ЗВУКОВЫМИ ВОЛНАМИ И МОДУЛИРОВАВШЕГО ОТРАЖЕННЫЙ СВЕТ.
- В 1980-Е ГОДЫ НАЧАЛИСЬ ТАКЖЕ РАБОТЫ ПО СОЗДАНИЮ СТАНДАРТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И УСТРОЙСТВ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОПТОВОЛОКОННЫХ КАНАЛОВ В ЛОКАЛЬНЫХ СЕТЯХ.
- НАЧАЛЬНЫЕ ВЕРСИИ РАЗЛИЧНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ЧАСТЕЙ СТАНДАРТА FDDI БЫЛИ РАЗРАБОТАНЫ КОМИТЕТОМ Х3Т9.5 В 1986 - 1988 ГОДАХ, И ТОГДА ЖЕ ПОЯВИЛОСЬ ПЕРВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ - СЕТЕВЫЕ АДАПТЕРЫ, КОНЦЕНТРАТОРЫ, МОСТЫ И МАРШРУТИЗАТОРЫ, ПОДДЕРЖИВАЮЩИЕ ЭТОТ СТАНДАРТ.
- В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ БОЛЬШИНСТВО СЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПОДДЕРЖИВАЮТ ОПТОВОЛОКОННЫЕ КАБЕЛИ В КАЧЕСТВЕ ОДНОГО ИЗ ВАРИАНТОВ ФИЗИЧЕСКОГО УРОВНЯ, НО FDDI ОСТАЕТСЯ НАИБОЛЕЕ ОТРАБОТАННОЙ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ТЕХНОЛОГИЕЙ, СТАНДАРТЫ НА КОТОРУЮ ПРОШЛИ ПРОВЕРКУ ВРЕМЕНЕМ И УСТОЯЛИСЬ, ТАК ЧТО ОБОРУДОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ПОКАЗЫВАЕТ ХОРОШУЮ СТЕПЕНЬ СОВМЕСТИМОСТИ

# ТЕХНОЛОГИЯ FDDI

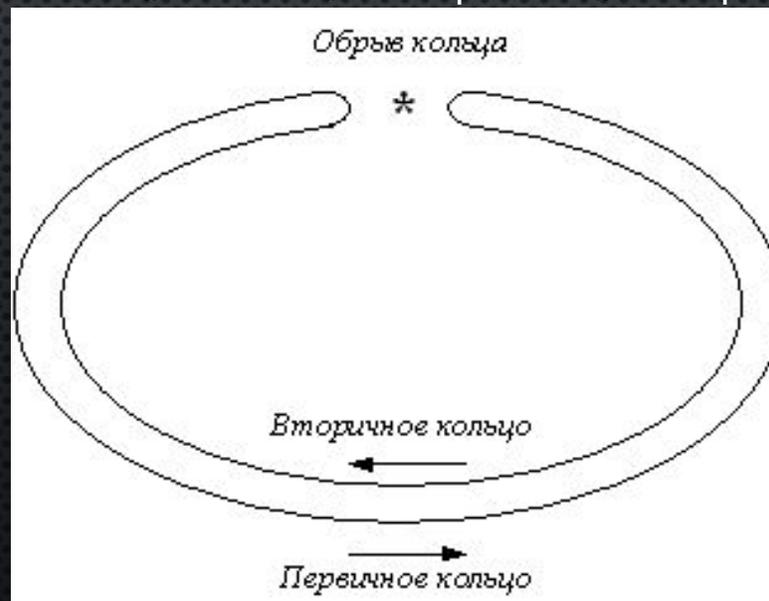
- ТЕХНОЛОГИЯ **FDDI** ВО МНОГОМ ОСНОВЫВАЕТСЯ НА ТЕХНОЛОГИИ **TOKEN RING**, РАЗВИВАЯ И СОВЕРШЕНСТВУЯ ЕЕ ОСНОВНЫЕ ИДЕИ.
- **РАЗРАБОТЧИКИ ТЕХНОЛОГИИ FDDI СТАВИЛИ ПЕРЕД СОБОЙ В КАЧЕСТВЕ НАИБОЛЕЕ ПРИОРИТЕТНЫХ СЛЕДУЮЩИЕ ЦЕЛИ:**
  - ПОВЫСИТЬ БИТОВУЮ СКОРОСТЬ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ДО 100 МБ/С.
  - ПОВЫСИТЬ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОСТЬ СЕТИ ЗА СЧЕТ СТАНДАРТНЫХ ПРОЦЕДУР ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЕЕ ПОСЛЕ ОТКАЗОВ РАЗЛИЧНОГО РОДА - ПОВРЕЖДЕНИЯ КАБЕЛЯ, НЕКОРРЕКТНОЙ РАБОТЫ УЗЛА, КОНЦЕНТРАТОРА, ВОЗНИКНОВЕНИЯ ВЫСОКОГО УРОВНЯ ПОМЕХ НА ЛИНИИ И Т.П.
  - МАКСИМАЛЬНО ЭФФЕКТИВНО ИСПОЛЬЗОВАТЬ ПОТЕНЦИАЛЬНУЮ ПРОПУСКНУЮ СПОСОБНОСТЬ СЕТИ КАК ДЛЯ АСИНХРОННОГО, ТАК И ДЛЯ СИНХРОННОГО ТРАФИКОВ.
- СЕТЬ FDDI СТРОИТСЯ НА ОСНОВЕ ДВУХ ОПТОВОЛОКОННЫХ КОЛЕЦ, КОТОРЫЕ ОБРАЗУЮТ **ОСНОВНОЙ** И **РЕЗЕРВНЫЙ** ПУТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ МЕЖДУ УЗЛАМИ СЕТИ.
- **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДВУХ КОЛЕЦ** - ЭТО ОСНОВНОЙ СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОСТИ В СЕТИ FDDI, И УЗЛЫ, КОТОРЫЕ ХОТЯТ ИМ ВОСПОЛЬЗОВАТЬСЯ, ДОЛЖНЫ БЫТЬ ПОДКЛЮЧЕНЫ К ОБОИМ КОЛЬЦАМ.

# ТЕХНОЛОГИЯ FDDI

- В НОРМАЛЬНОМ РЕЖИМЕ РАБОТЫ СЕТИ ДАННЫЕ ПРОХОДЯТ ЧЕРЕЗ ВСЕ УЗЛЫ И ВСЕ УЧАСТКИ КАБЕЛЯ **ПЕРВИЧНОГО** (PRIMARY) КОЛЬЦА, ПОЭТОМУ ЭТОТ РЕЖИМ НАЗВАН РЕЖИМОМ THRU - "СКВОЗНЫМ" ИЛИ "ТРАНЗИТНЫМ". **ВТОРИЧНОЕ** КОЛЬЦО (SECONDARY) В ЭТОМ РЕЖИМЕ НЕ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ.
- В СЛУЧАЕ КАКОГО-ЛИБО ВИДА ОТКАЗА, КОГДА ЧАСТЬ ПЕРВИЧНОГО КОЛЬЦА НЕ МОЖЕТ ПЕРЕДАВАТЬ ДАННЫЕ (НАПРИМЕР, ОБРЫВ КАБЕЛЯ ИЛИ ОТКАЗ УЗЛА), ПЕРВИЧНОЕ КОЛЬЦО ОБЪЕДИНЯЕТСЯ СО ВТОРИЧНЫМ, ОБРАЗУЯ ВНОВЬ ЕДИНОЕ КОЛЬЦО. ЭТОТ РЕЖИМ РАБОТЫ СЕТИ НАЗЫВАЕТСЯ **WRAP**, ТО ЕСТЬ "СВЕРТЫВАНИЕ" ИЛИ "СВОРАЧИВАНИЕ" КОЛЕЦ.
- ОПЕРАЦИЯ СВЕРТЫВАНИЯ ПРОИЗВОДИТСЯ СИЛАМИ КОНЦЕНТРАТОРОВ И/ИЛИ СЕТЕВЫХ АДАПТЕРОВ FDDI.
- ДЛЯ УПРОЩЕНИЯ ЭТОЙ ПРОЦЕДУРЫ ДАННЫЕ ПО ПЕРВИЧНОМУ КОЛЬЦУ ВСЕГДА ПЕРЕДАЮТСЯ ПРОТИВ ЧАСОВОЙ СТРЕЛКИ, А ПО ВТОРИЧНОМУ - ПО ЧАСОВОЙ. ПОЭТОМУ ПРИ ОБРАЗОВАНИИ ОБЩЕГО КОЛЬЦА ИЗ ДВУХ КОЛЕЦ ПЕРЕДАТЧИКИ СТАНЦИЙ ПО-ПРЕЖНЕМУ ОСТАЮТСЯ ПОДКЛЮЧЕННЫМИ К ПРИЕМНИКАМ СОСЕДНИХ СТАНЦИЙ, ЧТО ПОЗВОЛЯЕТ ПРАВИЛЬНО ПЕРЕДАВАТЬ И ПРИНИМАТЬ ИНФОРМАЦИЮ СОСЕДНИМИ СТАНЦИЯМИ.

# ТЕХНОЛОГИЯ FDDI

- В СТАНДАРТАХ FDDI ОТВОДИТСЯ МНОГО ВНИМАНИЯ РАЗЛИЧНЫМ ПРОЦЕДУРАМ, КОТОРЫЕ ПОЗВОЛЯЮТ ОПРЕДЕЛИТЬ НАЛИЧИЕ ОТКАЗА В СЕТИ, А ЗАТЕМ ПРОИЗВЕСТИ НЕОБХОДИМУЮ РЕКОНФИГУРАЦИЮ. СЕТЬ FDDI МОЖЕТ ПОЛНОСТЬЮ ВОССТАНАВЛИВАТЬ СВОЮ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ В СЛУЧАЕ ЕДИНИЧНЫХ ОТКАЗОВ ЕЕ ЭЛЕМЕНТОВ. ПРИ МНОЖЕСТВЕННЫХ ОТКАЗАХ СЕТЬ РАСПАДАЕТСЯ НА НЕСКОЛЬКО НЕ СВЯЗАННЫХ СЕТЕЙ.
- НА РИСУНКЕ ПРЕДСТАВЛЕНА РЕКОНФИГУРАЦИЯ КОЛЕЦ ПРИ ОТКАЗЕ



# ТЕХНОЛОГИЯ FDDI

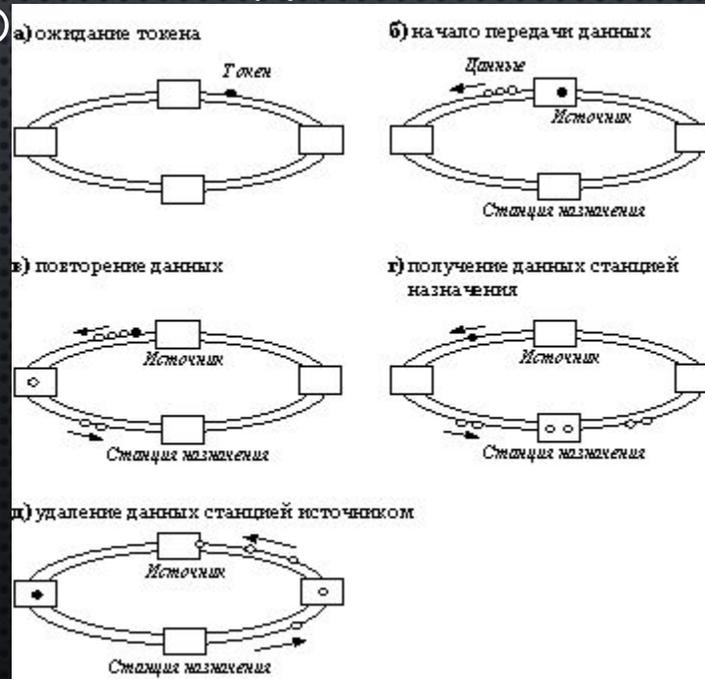
- КОЛЬЦА В СЕТЯХ **FDDI** РАССМАТРИВАЮТСЯ КАК ОБЩАЯ РАЗДЕЛЯЕМАЯ СРЕДА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ, ПОЭТОМУ ДЛЯ НЕЕ ОПРЕДЕЛЕН СПЕЦИАЛЬНЫЙ МЕТОД ДОСТУПА. ЭТОТ МЕТОД ОЧЕНЬ БЛИЗОК К МЕТОДУ ДОСТУПА СЕТЕЙ **TOKEN RING** И ТАКЖЕ НАЗЫВАЕТСЯ МЕТОДОМ **МАРКЕРНОГО** (ИЛИ ТОКЕННОГО) КОЛЬЦА - TOKEN RING.
- СТАНЦИЯ МОЖЕТ НАЧАТЬ ПЕРЕДАЧУ СВОИХ СОБСТВЕННЫХ КАДРОВ ДАННЫХ ТОЛЬКО В ТОМ СЛУЧАЕ, ЕСЛИ ОНА ПОЛУЧИЛА ОТ ПРЕДЫДУЩЕЙ СТАНЦИИ СПЕЦИАЛЬНЫЙ КАДР - **ТОКЕН ДОСТУПА**.
- ПОСЛЕ ЭТОГО ОНА МОЖЕТ ПЕРЕДАВАТЬ СВОИ КАДРЫ, ЕСЛИ ОНИ У НЕЕ ИМЕЮТСЯ, В ТЕЧЕНИЕ ВРЕМЕНИ, НАЗЫВАЕМОГО **ВРЕМЕНЕМ УДЕРЖАНИЯ ТОКЕНА** - TOKEN HOLDING TIME (THT).
- ПОСЛЕ ИСТЕЧЕНИЯ ВРЕМЕНИ THT СТАНЦИЯ ОБЯЗАНА ЗАВЕРШИТЬ ПЕРЕДАЧУ СВОЕГО ОЧЕРЕДНОГО КАДРА И ПЕРЕДАТЬ ТОКЕН ДОСТУПА СЛЕДУЮЩЕЙ СТАНЦИИ. ЕСЛИ ЖЕ В МОМЕНТ ПРИНЯТИЯ ТОКЕНА У СТАНЦИИ НЕТ КАДРОВ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ПО СЕТИ, ТО ОНА НЕМЕДЛЕННО ТРАНСЛИРУЕТ ТОКЕН СЛЕДУЮЩЕЙ СТАНЦИИ.
- В СЕТИ FDDI У КАЖДОЙ СТАНЦИИ ЕСТЬ **ПРЕДШЕСТВУЮЩИЙ СОСЕД** (UPSTREAM NEIGHBOR) И **ПОСЛЕДУЮЩИЙ СОСЕД** (DOWNSTREAM NEIGHBOR), ОПРЕДЕЛЯЕМЫЕ ЕЕ ФИЗИЧЕСКИМИ СВЯЗЯМИ И НАПРАВЛЕНИЕМ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ.

# ТЕХНОЛОГИЯ FDDI

- КАЖДАЯ СТАНЦИЯ В СЕТИ ПОСТОЯННО ПРИНИМАЕТ ПЕРЕДАВАЕМЫЕ ЕЙ ПРЕДШЕСТВУЮЩИМ СОСЕДОМ КАДРЫ И АНАЛИЗИРУЕТ ИХ АДРЕС НАЗНАЧЕНИЯ.
- ЕСЛИ АДРЕС НАЗНАЧЕНИЯ НЕ СОВПАДАЕТ С ЕЕ СОБСТВЕННЫМ, ТО ОНА ТРАНСЛИРУЕТ КАДР СВОЕМУ ПОСЛЕДУЮЩЕМУ СОСЕДУ.
- НУЖНО ОТМЕТИТЬ, ЧТО, ЕСЛИ СТАНЦИЯ ЗАХВАТИЛА ТОКЕН И ПЕРЕДАЕТ СВОИ СОБСТВЕННЫЕ КАДРЫ, ТО НА ПРОТЯЖЕНИИ ЭТОГО ПЕРИОДА ВРЕМЕНИ ОНА НЕ ТРАНСЛИРУЕТ ПРИХОДЯЩИЕ КАДРЫ, А УДАЛЯЕТ ИХ ИЗ СЕТИ.
- ЕСЛИ ЖЕ АДРЕС КАДРА СОВПАДАЕТ С АДРЕСОМ СТАНЦИИ, ТО ОНА КОПИРУЕТ КАДР В СВОЙ ВНУТРЕННИЙ БУФЕР, ПРОВЕРЯЕТ ЕГО КОРРЕКТНОСТЬ (В ОСНОВНОМ, ПО КОНТРОЛЬНОЙ СУММЕ), ПЕРЕДАЕТ ЕГО ПОЛЕ ДАННЫХ ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ ПРОТОКОЛУ, ЛЕЖАЩЕГО ВЫШЕ FDDI УРОВНЯ (НАПРИМЕР, IP), А ЗАТЕМ ПЕРЕДАЕТ ИСХОДНЫЙ КАДР ПО СЕТИ ПОСЛЕДУЮЩЕЙ СТАНЦИИ.
- **В ПЕРЕДАВАЕМОМ В СЕТЬ КАДРЕ СТАНЦИЯ НАЗНАЧЕНИЯ ОТМЕЧАЕТ ТРИ ПРИЗНАКА:** РАСПОЗНАВАНИЯ АДРЕСА, КОПИРОВАНИЯ КАДРА И ОТСУТСТВИЯ ИЛИ НАЛИЧИЯ В НЕМ ОШИБОК.

# ТЕХНОЛОГИЯ FDDI

- ПОСЛЕ ЭТОГО КАДР ПРОДОЛЖАЕТ ПУТЕШЕСТВОВАТЬ ПО СЕТИ, ТРАНСЛИРУЯСЬ КАЖДЫМ УЗЛОМ.
- СТАНЦИЯ, ЯВЛЯЮЩАЯСЯ ИСТОЧНИКОМ КАДРА ДЛЯ СЕТИ, ОТВЕТСТВЕННА ЗА ТО, ЧТОБЫ УДАЛИТЬ КАДР ИЗ СЕТИ, ПОСЛЕ ТОГО, КАК ОН, СОВЕРШИВ ПОЛНЫЙ ОБОРОТ, ВНОВЬ ДОЙДЕТ ДО НЕЕ.
- ПРИ ЭТОМ ИСХОДНАЯ СТАНЦИЯ ПРОВЕРЯЕТ ПРИЗНАКИ КАДРА, ДОШЕЛ ЛИ ОН ДО СТАНЦИИ НАЗНАЧЕНИЯ И НЕ БЫЛ ЛИ ПРИ ЭТОМ ПОВРЕЖДЕН. ПРОЦЕСС ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ КАДРОВ НЕ ВХОДИТ В ОБЯЗАННОСТИ ПРОТОКОЛА FDDI, ЭТИМ ДОЛЖНЫ ЗАНИМАТЬСЯ ПРОТОКОЛЫ ВНЕЙ.



# ТЕХНОЛОГИЯ FDDI

- НА РИСУНКЕ ПРИВЕДЕНА СТРУКТУРА ПРОТОКОЛОВ ТЕХНОЛОГИИ FDDI В СРАВНЕНИИ С СЕМИУРОВНЕВОЙ МОДЕЛЬЮ OSI.
- FDDI ОПРЕДЕЛЯЕТ ПРОТОКОЛ ФИЗИЧЕСКОГО УРОВНЯ И ПРОТОКОЛ ПОДУРОВНЯ ДОСТУПА К СРЕДЕ (MAC) КАНАЛЬНОГО УРОВНЯ.
- КАК И МНОГИЕ ДРУГИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛОКАЛЬНЫХ СЕТЕЙ, ТЕХНОЛОГИЯ FDDI ИСПОЛЬЗУЕТ ПРОТОКОЛ 802.2 ПОДУРОВНЯ УПРАВЛЕНИЯ КАНАЛОМ ДАННЫХ (LLC), ОПРЕДЕЛЕННЫЙ В СТАНДАРТАХ IEEE 802.2 И ISO 8802.2. FDDI ИСПОЛЬЗУЕТ ПЕРВЫЙ ТИП ПРОЦЕДУР LLC, ПРИ КОТОРОМ УЗЛЫ РАБОТАЮТ В **ДЕЙТАГРАММНОМ РЕЖИМЕ** - БЕЗ УСТАНОВЛЕНИЯ СОЕДИНЕНИЙ И БЕЗ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОТЕРЯННЫХ ИЛИ



# ТЕХНОЛОГИЯ FDDI

- ФИЗИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ РАЗДЕЛЕН НА ДВА ПОДУРОВНЯ: **НЕЗАВИСИМЫЙ ОТ СРЕДЫ ПОДУРОВЕНЬ РНУ** (PHYSICAL), И **ЗАВИСЯЩИЙ ОТ СРЕДЫ ПОДУРОВЕНЬ РМД** (PHYSICAL MEDIA DEPENDENT).
- РАБОТУ ВСЕХ УРОВНЕЙ КОНТРОЛИРУЕТ **ПРОТОКОЛ УПРАВЛЕНИЯ СТАНЦИЕЙ SMT** (STATION MANAGEMENT).
- **УРОВЕНЬ РМД ОБЕСПЕЧИВАЕТ НЕОБХОДИМЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ОТ ОДНОЙ СТАНЦИИ К ДРУГОЙ ПО ОПТОВОЛОКНУ. В ЕГО СПЕЦИФИКАЦИИ ОПРЕДЕЛЯЮТСЯ:**
  - ТРЕБОВАНИЯ К МОЩНОСТИ ОПТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ И К МНОГОМОДОВОМУ ОПТОВОЛОКОННОМУ КАБЕЛЮ 62.5/125 МКМ.
  - ТРЕБОВАНИЯ К ОПТИЧЕСКИМ ОБХОДНЫМ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЯМ (OPTICAL BYPASS SWITCHES) И ОПТИЧЕСКИМ ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИКАМ.
  - ПАРАМЕТРЫ ОПТИЧЕСКИХ РАЗЪЕМОВ MIC (MEDIA INTERFACE CONNECTOR), ИХ МАРКИРОВКА.
  - ДЛИНА ВОЛНЫ В 1300 НАНОМЕТРОВ, НА КОТОРОЙ РАБОТАЮТ ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИКИ.
  - ПРЕДСТАВЛЕНИЕ СИГНАЛОВ В ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКНАХ В СООТВЕТСТВИИ С МЕТОДОМ NRZI.

# ТЕХНОЛОГИЯ FDDI

- **УРОВЕНЬ RNU** ВЫПОЛНЯЕТ КОДИРОВАНИЕ И ДЕКОДИРОВАНИЕ ДАННЫХ, ЦИРКУЛИРУЮЩИХ МЕЖДУ MAC-УРОВНЕМ И УРОВНЕМ RMD, А ТАКЖЕ ОБЕСПЕЧИВАЕТ ТАКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ. В ЕГО СПЕЦИФИКАЦИИ ОПРЕДЕЛЯЮТСЯ:
  - КОДИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ В СООТВЕТСТВИИ СО СХЕМОЙ 4B/5B;
  - ПРАВИЛА ТАКТИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ;
  - ТРЕБОВАНИЯ К СТАБИЛЬНОСТИ ТАКТОВОЙ ЧАСТОТЫ 125 МГЦ;
  - ПРАВИЛА ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ ИЗ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ФОРМЫ В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНУЮ.
- **УРОВЕНЬ MAC** ОТВЕТСТВЕНЕН ЗА УПРАВЛЕНИЕ ДОСТУПОМ К СЕТИ, А ТАКЖЕ ЗА ПРИЕМ И ОБРАБОТКУ КАДРОВ ДАННЫХ. В НЕМ ОПРЕДЕЛЕНА СЛЕДУЮЩИЕ ПАРАМЕТРЫ:
  - ПРОТОКОЛ ПЕРЕДАЧИ ТОКЕНА.
  - ПРАВИЛА ЗАХВАТА И РЕТРАНСЛЯЦИИ ТОКЕНА.
  - ФОРМИРОВАНИЕ КАДРА.
  - ПРАВИЛА ГЕНЕРАЦИИ И РАСПОЗНАВАНИЯ АДРЕСОВ.
  - ПРАВИЛА ВЫЧИСЛЕНИЯ И ПРОВЕРКИ 32-РАЗРЯДНОЙ КОНТРОЛЬНОЙ СУММЫ.

# ТЕХНОЛОГИЯ FDDI

- В СЛЕДУЮЩЕЙ ТАБЛИЦЕ ПРЕДСТАВЛЕНЫ РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ FDDI С ТЕХНОЛОГИЯМИ ETHERNET И TOKEN RING.

Характеристика	FDDI	Ethernet	Token Ring
Битовая скорость	100 Мб/с	10 Мб/с	16 Мб/с
Топология	Двойное кольцо деревьев	Шина/звезда	Звезда/кольцо
Метод доступа	Доля от времени оборота токена	CSMA/CD	Приоритетная система резервирования
Среда передачи данных	Многомодовое оптоволокно, неэкранированная витая пара	Толстый коаксиал, тонкий коаксиал, витая пара, оптоволокно	Экранированная и неэкранированная витая пара, оптоволокно
Максимальная длина сети (без мостов)	200 км (100 км на кольцо)	2500 м	1000 м
Максимальное расстояние между узлами	2 км (-11 dB потерь между узлами)	2500 м	100 м
Максимальное количество узлов	500 (1000 соединений)	1024	260 для экранированной витой пары, 72 для неэкранированной витой пары
Тактирование и восстановление после отказов	Распределенная реализация тактирования и восстановления после отказов	Не определены	Активный монитор