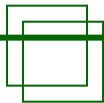
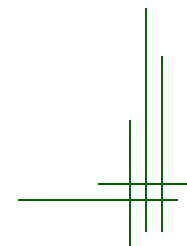


# Asynchronous Transfer Mode



## Литература по данной лекции:

- Internetworking Technology Handbook (Cisco Systems)
- Г.Хелд. Технологии передачи данных.
- [http://www.citforum.ru/nets/articles/atm\\_base.shtml](http://www.citforum.ru/nets/articles/atm_base.shtml) (А. Микуцкий. Основы технологии АТМ)
- [http://www.citforum.ru/nets/articles/atm\\_2\\_000.shtml](http://www.citforum.ru/nets/articles/atm_2_000.shtml) (А. Микуцкий. Основные сетевые приложения)
- FDDI Technology Guide (Cabletron Systems)
- Н.Олифер, В.Олифер. Транспортная подсистема неоднородных сетей



# Особенности

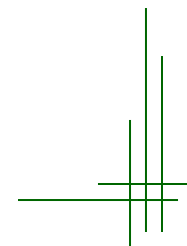
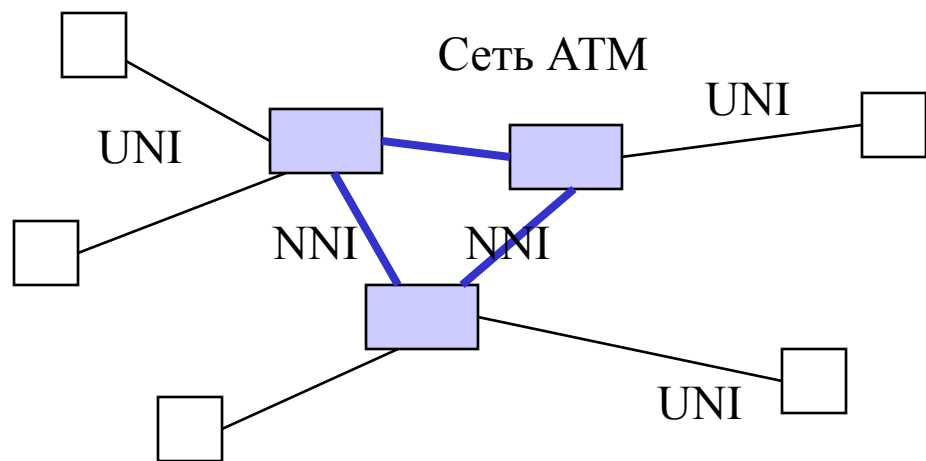
## АТМ

- ✓ Asynchronous Transfer Mode - передача информации в асинхронном режиме, работа над стандартом начата в ССИТТ в 1988 году, первый стандарт опубликован в 1992 году
- ✓ Физический и канальный уровни модели OSI/RM
- ✓ Передача информации различного типа (данные, звук, видео, пр.) маленькими порциями (в ячейках 53 байта, cells) по предустановленному виртуальному каналу
- ✓ Среда передачи: в основном, оптоволокно
- ✓ Скорость передачи - зависит от физического уровня, обычно более 155Мбит/с (не определена стандартом)
- ✓ Возможность подключения к сети АТМ рабочих станций, маршрутизаторов, устройств цифровой передачи (например, E1)
- ✓ АТМ совмещает в себе черты коммутации каналов (гарантированная пропускная способность) с коммутацией пакетов (гибкое управление трафиком), более эффективное использование полосы пропускания, чем у систем синхронной связи TDMA
- ✓ Благодаря малому размеру ячейки задержка в передаче данных минимальна

# Структура сети

## АТМ

АТМ сеть состоит из коммутаторов АТМ и оконечных устройств, соединенных друг с другом. Назначение коммутатора: прочитать заголовочную часть ячейки, изменить маршрутную информацию, отправить ее на один из своих исходящих портов. различают два вида интерфейсов АТМ: UNI (user to network interface) и NNI (network to network interface).



# Кадры (ячейки)

## АТМ

### Кадр UNI

|     |     |     |    |     |     |                |
|-----|-----|-----|----|-----|-----|----------------|
| GFC | VPI | VCI | PT | CLP | HEC | Data (48 байт) |
|-----|-----|-----|----|-----|-----|----------------|

### Кадр NNI

|     |     |    |     |     |                |
|-----|-----|----|-----|-----|----------------|
| VPI | VCI | PT | CLP | HEC | Data (48 байт) |
|-----|-----|----|-----|-----|----------------|

**General Flow Control** - 4 бита, часто не используются, содержит информацию в случае нескольких на одном АТМ интерфейсе, отсутствуют в NNI.

**Virtual Path Identifier** - 1 (1.5) байт (4096 путей в пределах одного коммутатора).

**Virtual Channel Identifier** - (2 байта). Пара значений VPI и VCI используется коммутаторами для перенаправления ячеек.

**Payload Type** - тип ячейки (3 бита управление/данные, перегрузки, пометка последней ячейки в кадре AAL5).

**Cell Loss Priority** - 1 бит разрешения уничтожения ячейки.

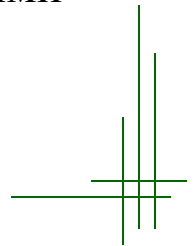
**Head Error Check** - контрольная сумма заголовка (1 байт). Тело ячейки не проверяется на корректность передачи.

# Адресация и режим работы

Соединение между двумя устройствами АТМ может быть по выделенному виртуальному каналу или по коммутируемому ВК. В основном для АТМ характерны соединения типа точка-точка (одно и двунаправленные), но бывают и один-ко-многим (однонаправленное), когда работу по размножению широковещательных ячеек берет на себя коммутатор.

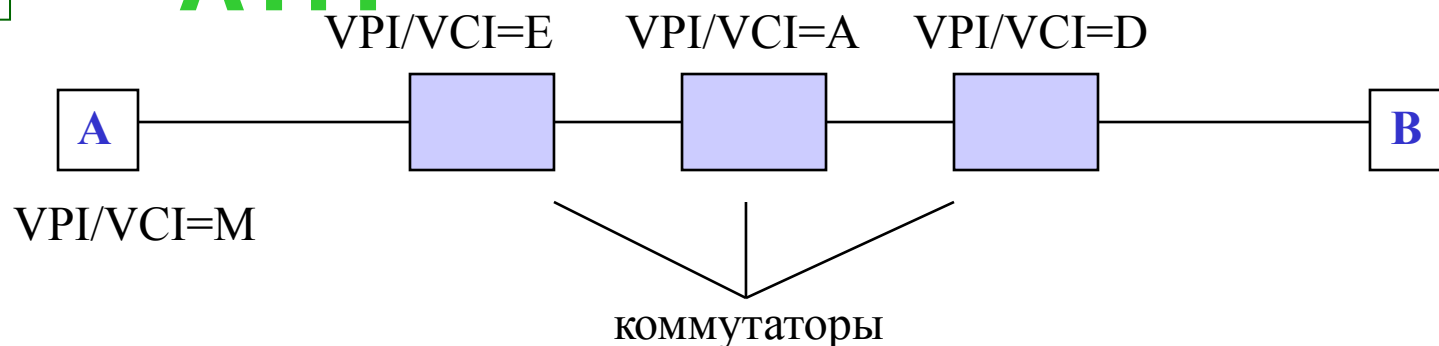
На момент установления соединений устройства АТМ пользуются единой системой адресации NSAP (Network Service Access Point) (стандарт E.164, 20-байтные адреса). Всего существует 3 типа адресов АТМ, первый байт идентифицирует их тип. Следующие 13 байт адреса идентифицируют коммутатор, оставшиеся - устройства, к нему подключенные.

Для поддержки служб более высокого уровня модели OSI/RM, например, сетевого-транспортного для TCP/IP, в сетях АТМ предусмотрено функционирование протоколов согласования АТМ адресов с глобальными адресами (ARP-, DNS-подобные службы).



# Действия коммутаторов

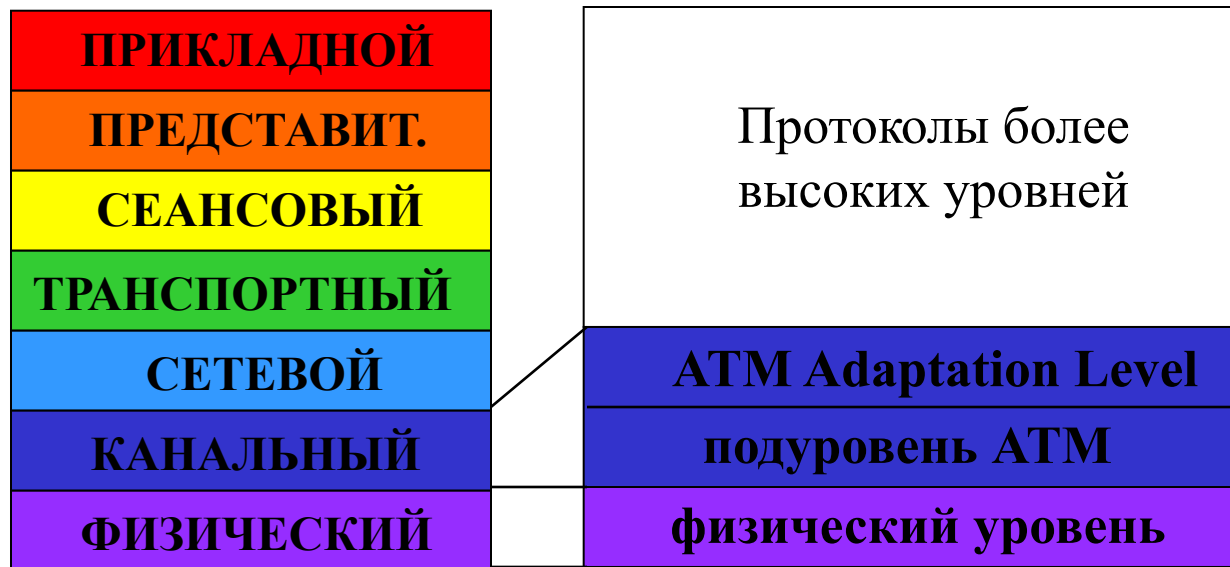
## АТМ



На этапе установления соединения все промежуточные АТМ устройства прописывают в свои таблицы коммутации правила перенаправления ячеек на основании конкретных значений VPI/VCI.

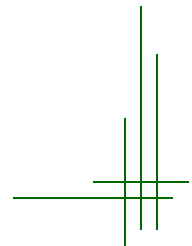
**A** посылает запрос на передачу и **B** отвечает (однопроходная схема), таким образом образуется виртуальный канал внутри коммутаторов (устанавливается коммутируемый виртуальный канал на время передачи данных). Для узла **A** выделяется свое значение VCI/VPI, а потом его постоянно изменяют коммутаторы, когда перенаправляют ячейки на какой-то свой порт, основываясь на ранее запомненных параметрах виртуального пути.

# Стек АТМ



**OSI/RM**

**АТМ**



# Физический уровень

## АТМ

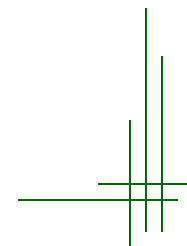
Физический уровень АТМ делится на два подуровня - Transmission Convergence (подуровень подготовки к передаче) и PMD (зависимый от среды передачи).

### ТС:

- распознавание границ ячеек (отсутствует преамбула, ячейки всегда длиной 53 байта, если суммы нескольких подряд ячеек совпадают - значит, границы ячейки правильно установлены),
- расчет и проверка контрольной суммы заголовка (HEC),
- генерация дополнительных символов Idle (при необходимости более нижнему уровню),
- упаковка потока бит в формат кадра несущей сети (например, SONET/SDH, DS-3 или 155 Мбит/с с кодирование 8В/10В для экранированной витой пары).

### PMD:

- поддерживает синхронизацию относительно сигнала,
- соответствует физическому представлению сигнала (в том числе кодированию) для транспортной сети, используемой в качестве среды передачи.





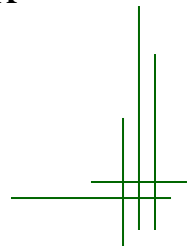
# Канальный уровень

## АТМ

На канальном уровне АТМ определен формат ячейки, а также он (уровень) ответственен за деление одного физического канала на несколько виртуальных. На канальном уровне происходят процедуры перенаправления ячеек из порта в порт коммутатора.

Вместе с уровнем адаптации АТМ они подготавливают данные для упаковки в 48 байтовые ячейки. Уровень ААL маскирует от более высоких уровней особенности взаимодействия поверх АТМ, предоставляя лишь сервис определенного качества.

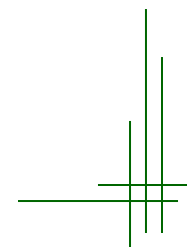
Существует 4 вида услуг, предоставляемых уровнем адаптации АТМ, которые полностью соответствуют градациям качества обслуживания (Quality of Service, QoS). Понятие QoS вводится для разделения классов предоставляемого сетью сервиса (от полностью асинхронного типа трафика, характерного для ЛВС, до синхронного, воплощенного в сетях SONET/SDH или ISDN).



# Качество обслуживания QoS

| Класс                    | A                           | B          | C                 | D                          |
|--------------------------|-----------------------------|------------|-------------------|----------------------------|
| Служба реального времени | используется                |            | не используется   |                            |
| Скорость передачи данных | постоянная                  | переменная |                   |                            |
| Модель обмена данными    | ориентирована на соединение |            |                   | не ориентир. на соединение |
| Уровень адаптации ATM    | AAL 1                       | AAL 2      | AAL 3/4,<br>AAL 5 | AAL 3/4                    |

Перед включением станции в сеть необходимо настроить уровень адаптации ATM в соответствие с выбранным классом обслуживания. Заголовки разных уровней адаптации отличаются друг от друга.



# ATM Adaptation

## Level

### AAL 1

1 байт заголовков (порядковые номера последовательно отправленных ячеек) + 47 байт данных.

AAL 1 разработан для поддержки постоянной скорости передачи битов (приложения реал-тайм).

### AAL 2

Назначение: обеспечить передачу данных с переменной скоростью в реальном времени (пустые ячейки не отсылаются, используется самосинхронизация). Полезная нагрузка - 45 байтов, 3 байта - CRC + длина поля данных + порядковые номера.

### AAL 3/4

Передача информации с переменной скоростью как в ориентированной на соединение, так и не в ориентированной на соединение модели обмена данными.

Данные - 44 байта (из 53). Кроме полей AAL 2 есть еще тип информации и идентификатор мультиплексирования (для идентификации протоколов вышележащих уровней). Очень много накладных расходов.

### AAL 5

Обеспечивает максимальную эффективность передачи по сети АТМ потоков данных. Основное назначение: передача при помощи АТМ данных разных протоколов.

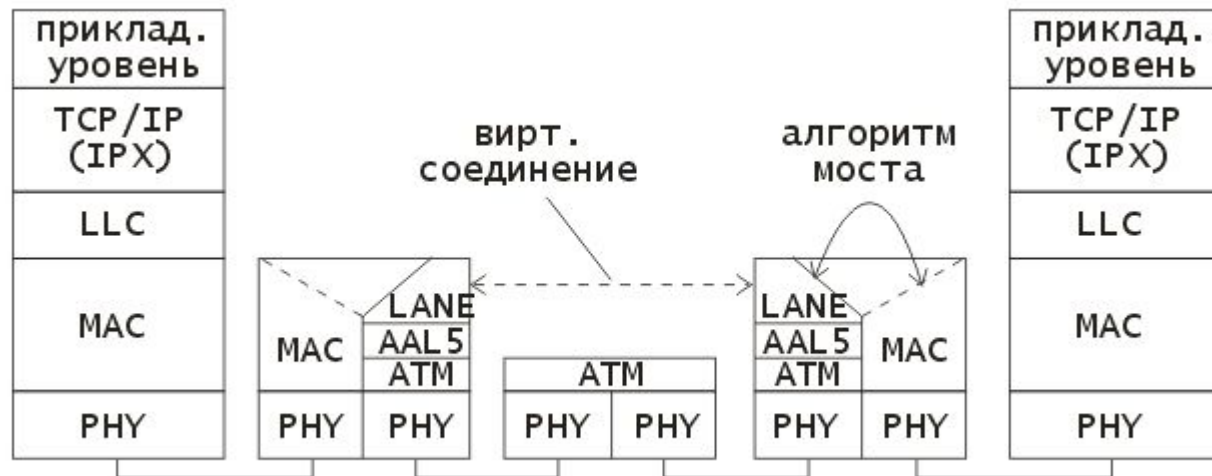
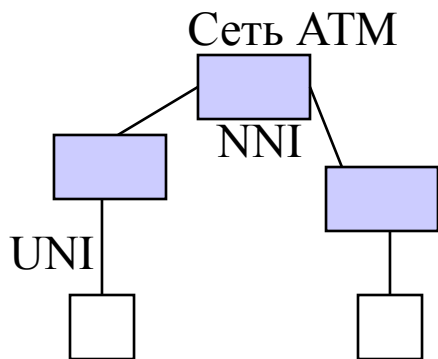
Полезная информация (сегмент данных высокого уровня делится на ячейки по 48 байт) передается в каждой ячейке, кроме последней. В предпоследней в потоке передаются заголовки высоких уровней, а в последней - служебная информация.

Заголовки последней ячейки:

CRC-32, длина сегмента (0-65535), пометки основной части (для последней ячейки), поле заполнения потока до кратного 48 байтам.

Кроме конфигурирования уровня адаптации, в АТМ есть понятия **"политика трафика"** и **"управление трафиком"**. Эти параметры обговариваются на этапе подключения станции к сети. "Политика трафика" устанавливает пиковую, среднюю пропускную способность, возможность кратковременного увеличения трафика от станции и др. "Управление трафиком" реализовано на основании аппаратно-программных очередей в сетевых ресурсах.

# LAN Emulation



LANE - эмуляция локальной вычислительной сети.

ATM используется только для связи между ЛВС, она выступает в качестве транзитной сети, инкапсулируя кадры ЛВС (например, Ethernet) в потоки ячеек ATM.

Работу по преобразованию трафика ЛВС в трафик ATM выполняют пограничные ATM-LAN конверторы (коммутаторы). У них есть собственный ATM адрес и информация о всех MAC адресах в ЛВС, кроме этого есть таблица соответствия MAC адресов объединенной сети адресам ATM-LAN коммутаторов, чтоб знать, какому коммутатору посылать пакет для эмуляции ЛВС). Особенность инкапсуляции: кадр не переупаковывается полностью, а разбивается по 48 байт.

# LAN

## Emulation

Организация соединений между устройствами ЛВС - не есть полная эмуляция. необходимо уметь распространять широковещательный трафик и выполнять еще некоторые специфические операции для ЛВС, например, Ethernet.

В АТМ (!) нет широковещательных сообщений, сл. нужно каким-то образом поддерживать транзитные адресные таблицы коммутаторов. Это делается либо вручную на каждом коммутаторе, либо ставят спец. сервер **LES** (LAN Emulation Server) внутри АТМ сети, который накапливает базу соответствия MAC адресов адресам коммутаторов после момента включения (каждый коммутатор обязан доложиться, поскольку при включении он знает только один АТМ адрес - адрес своего сервера).

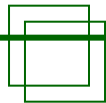
ARP запросы (для стека IP протоколов, разрешение MAC адреса по сетевому адресу) поступают на такой сервер. Если сервер у себя не находит ответа - посылает всем пограничным коммутаторам.

Поддержка широковещательных сообщений ЛВС путем рассылки следующим образом. Ставят еще один сервер Broadcast and Unknown Server, **BUS**. Адрес этого АТМ сервера сообщается станциям сервером LES и если станции надо послать широковещательный пакет или пакет с неизвестным адресом, то посылают к нему.

# LAN

## Emulation

---

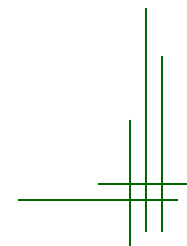


Посредством таких серверов **LES** и **BUS** (по одному для каждой сети) есть возможность сделать на основе одной ATM сети несколько совершенно независимых ЛВС.

Ставят еще один сервер LAN Emulation Configuration Server, **LECS**. Этот сервер хранит список имен эмулируемых сетей, а также значения их основных параметров - ATM-адреса серверов **LES** и **BUS** каждой сети, тип сети (например, Ethernet или Token Ring), максимальный размер кадра, поддерживаемого этой сетью и т.п.

Проблемы LANE:

слишком большой трафик на выделенные сервера, необходимость зеркалирования и дублирования, сравнительно большие накладные расходы (более 5 байт из 53).



# Multiprotocol over ATM (MPOA)

Если сеть ATM поддерживает устройства MPOA, то возможно сокращение общего трафика через выделенные сервера (маршрутизаторы) локальных сетей. Только несколько первых ячеек пойдут по верхнему пути, после чего алгоритмы MPOA исключат передачу трафика через два верхних (см. рисунок) маршрутизатора, запуская его сразу на окончательный.

