

# **Межсоединения и распределенная экономика.**

# Развитие информационной инфраструктуры включает три основных этапа:

1. До 90-х годов развитие шло по пути одностороннего вещания: сетевая метрика здесь учитывала, прежде всего, время вещания.
2. В инфраструктуре Интернета 90-х годов сетевая метрика определяется временем задержки пакетов.
3. В центрах коммутации на третьем этапе в интеллектуальной информационной инфраструктуре объединяются различные объекты с различной метрикой, и основным показателем качества услуг становится время задержки ответа на запрос, время, в течение которого информация может найти клиента.

**Российские ученые разработали принципы действия Интернета XXI в.**

**В гиперпространстве функционируют реальные объекты и их компоненты, представленные цифровыми моделями.**

**Эти модели, соответствующим образом закодированные, могут быть переданы через Сеть с тем, чтобы ими можно было воспользоваться в любой точке гиперпространства.**

**В этом пространстве взаимодействуют не узлы связи, а интеллектуальные агенты.**

**Они решают две задачи: удаленное управление информационными ресурсами; управление сетевыми объектами и их цифровыми моделями.**

- Управление сетевыми ресурсами включает автоматическую конфигурацию сетевых адресов, поддержку мобильных пользователей и обеспечение масштабируемости ресурсов.
- Управление сетевыми объектами предполагает создание алгоритмов и протоколов, используемых интеллектуальными агентами, методов управления сетевыми ресурсами, а также интерфейсов интерактивного взаимодействия, высокого качества услуг в соответствии с установленными критериями и необходимой пропускной способностью сети.

Интеллектуальный агент Интернета функционирует в динамической среде, прогнозирует ее развитие и в определенной степени контролирует результаты своей деятельности, разрешает конфликтные ситуации в сети, принимая решения в реальном масштабе времени.

# IP-транспорт



Основу транспортных средств стека протоколов TCP/IP составляет протокол межсетевого взаимодействия - Internet Protocol (IP). К основным функциям протокола IP относятся:

1. Перенос между сетями различных типов адресной информации в унифицированной форме.
2. Сборка и разборка пакетов при передаче их между сетями с различным максимальным значением длины пакета.

Пакет IP состоит из заголовка и поля данных.  
Заголовок пакета имеет следующие поля:

- Поле Номер версии (VERS) указывает версию протокола IP. Сейчас повсеместно используется версия 4 и готовится переход на версию 6, называемую также IPng (IP next generation).



- Поле Длина заголовка (HLEN) пакета IP занимает 4 бита и указывает значение длины заголовка, измеренное в 32-битовых словах.

Обычно заголовок имеет длину в 20 байт (пять 32-битовых слов), но при увеличении объема служебной информации эта длина может быть увеличена за счет использования дополнительных байт в поле Резерв (IP OPTIONS).

- Поле Тип сервиса (SERVICE TYPE) занимает 1 байт и задает приоритетность пакета и вид критерия выбора маршрута.

Первые три бита этого поля образуют подполе приоритета пакета (PRECEDENCE).

Приоритет может иметь значения от 0 (нормальный пакет) до 7 (пакет управляющей информации).

Маршрутизаторы и компьютеры могут принимать во внимание приоритет пакета и обрабатывать более важные пакеты в первую очередь.

Поле Тип сервиса содержит также три бита, определяющие критерий выбора маршрута. Установленный бит D (delay) говорит о том, что маршрут должен выбираться для минимизации задержки доставки данного пакета, бит T - для максимизации пропускной способности, а бит R - для максимизации надежности доставки.

- Поле Общая длина (TOTAL LENGTH) занимает 2 байта и указывает общую длину пакета с учетом заголовка и поля данных.
- Поле Идентификатор пакета (IDENTIFICATION) занимает 2 байта и используется для распознавания пакетов, образовавшихся путем фрагментации исходного пакета. Все фрагменты должны иметь одинаковое значение этого поля.

- Поле Флаги (FLAGS) занимает 3 бита, оно указывает на возможность фрагментации пакета (установленный бит Do not Fragment - DF - запрещает маршрутизатору фрагментировать данный пакет), а также на то, является ли данный пакет промежуточным или последним фрагментом исходного пакета (установленный бит More Fragments - MF - говорит о том, пакет переносит промежуточный фрагмент).

- Поле Смещение фрагмента (FRAGMENT OFFSET) занимает 13 бит, оно используется для указания в байтах смещения поля данных этого пакета от начала общего поля данных исходного пакета, подвергнутого фрагментации. Используется при сборке/разборке фрагментов пакетов при передачах их между сетями с различными величинами максимальной длины пакета.



- Поле Время жизни (TIME TO LIVE) занимает 1 байт и указывает предельный срок, в течение которого пакет может перемещаться по сети.

Время жизни данного пакета измеряется в секундах и задается источником передачи средствами протокола IP.

На шлюзах и в других узлах сети по истечении каждой секунды из текущего времени жизни вычитается единица; единица вычитается также при каждой транзитной передаче (даже если не прошла секунда). При истечении времени жизни пакет аннулируется.



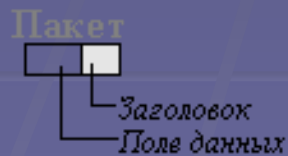
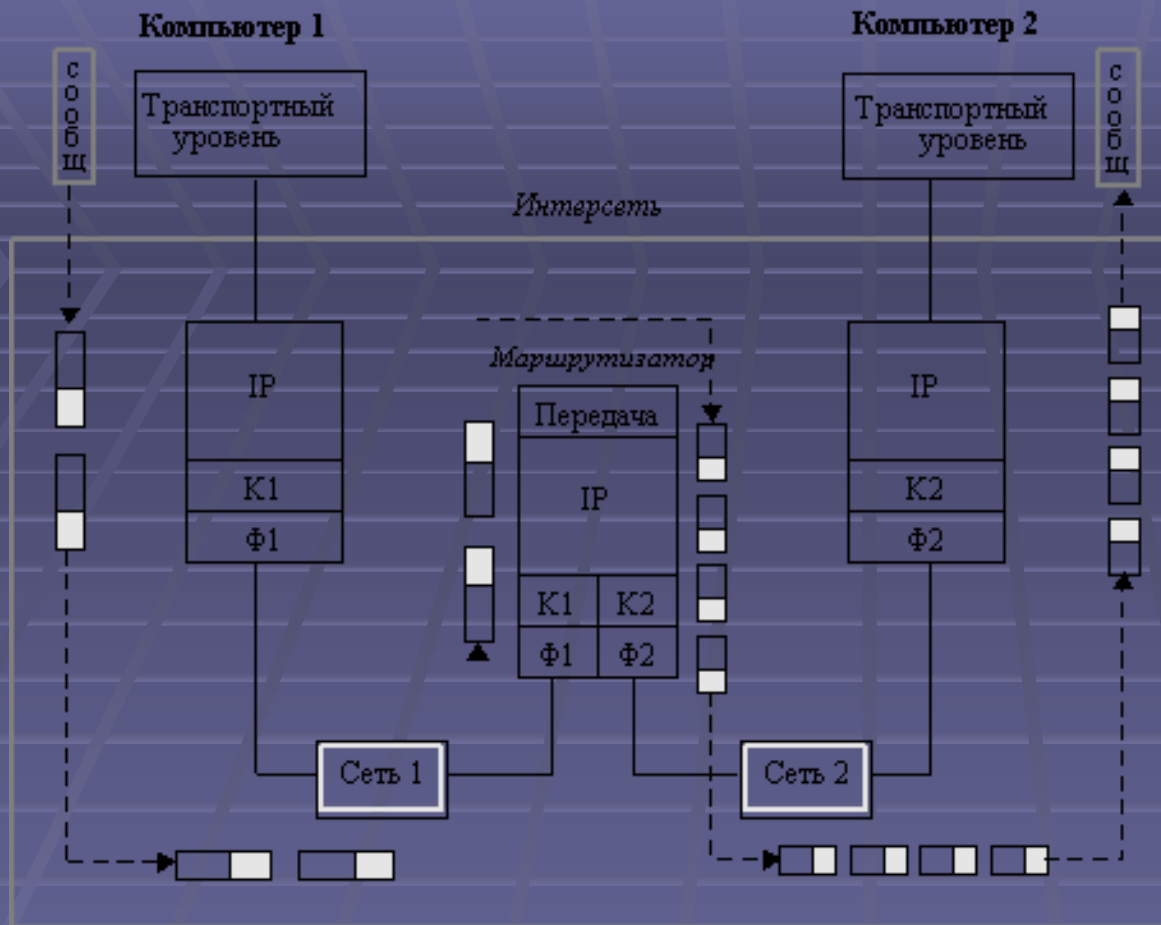
- Идентификатор Протокола верхнего уровня (PROTOCOL) занимает 1 байт и указывает, какому протоколу верхнего уровня принадлежит пакет (например, это могут быть протоколы TCP, UDP или RIP).
- Контрольная сумма (HEADER CHECKSUM) занимает 2 байта, она рассчитывается по всему заголовку.
- Поля Адрес источника (SOURCE IP ADDRESS) и Адрес назначения (DESTINATION IP ADDRESS) имеют одинаковую длину - 32 бита, и одинаковую структуру.

- Поле Резерв (IP OPTIONS) является необязательным и используется обычно только при отладке сети. Это поле состоит из нескольких подполей, каждое из которых может быть одного из восьми predetermined типов. В этих подполях можно указывать точный маршрут прохождения маршрутизаторов, регистрировать проходимые пакетом маршрутизаторы, помещать данные системы безопасности, а также временные отметки. Так как число подполей может быть произвольным, то в конце поля Резерв должно быть добавлено несколько байт для выравнивания заголовка пакета по 32-битной границе.

# Управление фрагментацией

- Протоколы транспортного уровня (протоколы TCP или UDP), пользующиеся сетевым уровнем для отправки пакетов, считают, что максимальный размер поля данных IP-пакета равен 65535, и поэтому могут передать ему сообщение такой длины для транспортировки через интернет. В функции уровня IP входит разбиение слишком длинного для конкретного типа составляющей сети сообщения на более короткие пакеты с созданием соответствующих служебных полей, нужных для последующей сборки фрагментов в исходное сообщение.

- *Maximum Transfer Unit, MTU.* Сети Ethernet имеют значение MTU, равное 1500 байт, сети FDDI - 4096 байт, а сети X.25 чаще всего работают с MTU в 128 байт.



- Фрагментация IP-пакетов при передаче между сетями с разными максимальными размерами пакетов

# Маршрутизация с помощью IP-адресов

- Не только маршрутизаторы, но и конечные узлы - компьютеры - должны принимать участие в выборе маршрута.





Маршрутизатор  
1



Маршрутизатор  
2



Компьютер



- Выбор маршрутизатора конечным узлом

- В стеке TCP/IP маршрутизаторы и конечные узлы принимают решения о том, кому передавать пакет для его успешной доставки узлу назначения, на основании так называемых таблиц маршрутизации (routing tables).

Адрес сети назначения	Адрес следующего маршрутизатора	Номер выходного порта Расстояние до сети назначения
56.0.0.0	198.21.17.7	120
56.0.0.0	213.34.12.4.	2130
116.0.0.0	213.34.12.4.	21450
129.13.0.0	198.21.17.6	150
198.21.17.0	-	20
213. 34.12.0	-	10
default	198.21.17.7	1

- В стеке TCP/IP принят так называемый *одношаговый* подход к оптимизации маршрута продвижения пакета (next-hop routing) - каждый маршрутизатор и конечный узел принимает участие в выборе только одного шага передачи пакета.

Поэтому в каждой строке таблицы маршрутизации указывается не весь маршрут в виде последовательности IP-адресов маршрутизаторов, через которые должен пройти пакет, а только один IP-адрес - адрес следующего маршрутизатора, которому нужно передать пакет.

Вместе с пакетом следующему маршрутизатору передается ответственность за выбор следующего шага маршрутизации.

- Альтернативой одношаговому подходу является указание в пакете всей последовательности маршрутизаторов, которые пакет должен пройти на своем пути.

Такой подход называется маршрутизацией от источника - Source Routing.

В этом случае выбор маршрута производится конечным узлом или первым маршрутизатором на пути пакета, а все остальные маршрутизаторы только обрабатывают выбранный маршрут, осуществляя коммутацию пакетов, то есть передачу их с одного порта на другой.

Алгоритм Source Routing применяется в сетях IP только для отладки, когда маршрут задается в поле Резерв (IP OPTIONS) пакета.



- Конечный узел, как и маршрутизатор, имеет в своем распоряжении таблицу маршрутов унифицированного формата и на основании ее данных принимает решение, какому маршрутизатору нужно передавать пакет для сети N. Решение о том, что этот пакет нужно вообще маршрутизировать, компьютер принимает в том случае, когда он видит, что адрес сети назначения пакета отличается от адреса его собственной сети
- Когда компьютер выбрал следующий маршрутизатор, то он просматривают кэш-таблицу адресов своего протокола ARP и, может быть, находит там соответствие IP-адреса следующего маршрутизатора его MAC-адресу. Если же нет, то по локальной сети передается широковещательный ARP-запрос и локальный адрес извлекается из ARP-ответа.



- Одношаговая маршрутизация обладает еще одним преимуществом - она позволяет сократить объем таблиц маршрутизации в конечных узлах и маршрутизаторах за счет использования в качестве номера сети назначения так называемого маршрута по умолчанию - *default*, который обычно занимает в таблице маршрутизации последнюю строку.

Если в таблице маршрутизации есть такая запись, то все пакеты с номерами сетей, которые отсутствуют в таблице маршрутизации, передаются маршрутизатору, указанному в строке *default*.

Поэтому маршрутизаторы часто хранят в своих таблицах ограниченную информацию о сетях интерсети, пересылая пакеты для остальных сетей в порт и маршрутизатор, используемые по умолчанию.

Подразумевается, что маршрутизатор, используемый по умолчанию, передаст пакет на магистральную сеть, а маршрутизаторы, подключенные к магистрали, имеют полную информацию о составе интерсети.

- Еще одним отличием работы маршрутизатора и конечного узла при выборе маршрута является способ построения таблицы маршрутизации.
- Если маршрутизаторы обычно автоматически создают таблицы маршрутизации, обмениваясь служебной информацией, то для конечных узлов таблицы маршрутизации создаются, как правило, вручную администраторами, и хранятся в виде постоянных файлов на дисках.

**Существуют различные алгоритмы построения таблиц для одношаговой маршрутизации. Их можно разделить на три класса:**

- **алгоритмы фиксированной маршрутизации**
- **алгоритмы простой маршрутизации**
- **алгоритмы адаптивной маршрутизации**

# Фиксированная маршрутизация

- Этот алгоритм применяется в сетях с простой топологией связей и основан на ручном составлении таблицы маршрутизации администратором сети. Алгоритм часто эффективно работает также для магистралей крупных сетей, так как сама магистраль может иметь простую структуру с очевидными наилучшими путями следования пакетов в подсети, присоединенные к магистрالي.



# Простая маршрутизация

Алгоритмы простой маршрутизации подразделяются на три подкласса:

- Случайная маршрутизация - пакеты передаются в любом, случайном направлении, кроме исходного.
- Лавинная маршрутизация - пакеты передаются во всех направлениях, кроме исходного (применяется в мостах для пакетов с неизвестным адресом доставки).
- Маршрутизация по предыдущему опыту - таблицы маршрутов составляются на основании данных, содержащихся в проходящих через маршрутизатор пакетах. Именно так работают прозрачные мосты, собирая сведения об адресах узлов, входящих в сегменты сети.

# Адаптивная маршрутизация

- Это основной вид алгоритмов маршрутизации, применяющихся маршрутизаторами в современных сетях со сложной топологией.

Адаптивная маршрутизация основана на том, что маршрутизаторы периодически обмениваются специальной топологической информацией об имеющихся в интерсети сетях, а также о связях между маршрутизаторами.

Обычно учитывается не только топология связей, но и их пропускная способность и состояние.



# Структуризация сетей IP с помощью масок

- Часто администраторы сетей испытывают неудобства, из-за того, что количество централизовано выделенных им номеров сетей недостаточно для того, чтобы структурировать сеть надлежащим образом, например, разместить все слабо взаимодействующие компьютеры по разным сетям.
- В такой ситуации возможны два пути. Первый из них связан с получением от NIC дополнительных номеров сетей. Второй способ, употребляющийся более часто, связан с использованием так называемых масок, которые позволяют разделять одну сеть на несколько сетей.

- Маска - это число, двоичная запись которого содержит единицы в тех разрядах, которые должны интерпретироваться как номер сети.
- Например, для стандартных классов сетей маски имеют следующие значения:
  - 255.0.0.0 - маска для сети класса А,
  - 255.255.0.0 - маска для сети класса В,
  - 255.255.255.0 - маска для сети класса С.

Спасибо за внимание!