

## Раздел 8. Межсетевое взаимодействие

### Тема 8.2 Организация меж сетевого взаимодействия

#### 1. Понятие составной сети

Составная сеть (*internetwork* или *internet*) - это совокупность нескольких сетей, называемых также подсетями (*subnet*), которые соединяются между собой маршрутизаторами. Организация совместной транспортной службы в составной сети называется межсетевым взаимодействием (*internetworking*).

#### 2. Основные понятия сетевого уровня

В функции сетевого уровня входит: передача пакетов между конечными узлами в составных сетях, выбор маршрута, согласование локальных технологий отдельных подсетей.

**Маршрут - это последовательность маршрутизаторов, которые должен пройти пакет от отправителя до пункта назначения.**

Задачу выбора маршрута из нескольких возможных решают маршрутизаторы и конечные узлы на основе таблиц маршрутизации. Записи в таблицу могут вноситься вручную администратором и автоматически протоколами маршрутизации.

**Протоколы маршрутизации** (например, RIP или OSPF) следует отличать от собственно сетевых протоколов (например, IP или IPX). В то время как первые собирают и передают по сети чисто служебную информацию о возможных маршрутах, вторые предназначены для передачи пользовательских данных.

Сетевые протоколы и протоколы маршрутизации реализуются в виде программных модулей на конечных узлах-компьютерах и на промежуточных узлах - маршрутизаторах.

**Маршрутизатор представляет собой сложное многофункциональное устройство, в задачи которого входит: построение таблицы маршрутизации, определение на ее основе маршрута, буферизация, фрагментация и фильтрация поступающих пакетов, поддержка сетевых интерфейсов.** Функции маршрутизаторов могут выполнять как специализированные устройства, так и универсальные компьютеры с соответствующим программным обеспечением.

Для алгоритмов маршрутизации характерны одношаговый и многошаговый подходы. Одношаговые алгоритмы делятся на алгоритмы фиксированной, простой и адаптивной маршрутизации. Адаптивные протоколы маршрутизации являются наиболее распространенными и в свою очередь могут быть основаны на дистанционно-векторных алгоритмах и алгоритмах состояния связей.

Наибольшее распространение для построения составных сетей в последнее время получил стек TCP/IP. Стек TCP/IP имеет 4 уровня: прикладной, основной, уровень меж сетевого взаимодействия и уровень сетевых интерфейсов. Соответствие уровней стека TCP/IP уровням модели OSI достаточно условно.

#### 3. Организация меж сетевого взаимодействия. Принципы согласования гетерогенных сетей

При организации взаимодействия двух или более компьютеров для получения работоспособной сети достаточно использование базовой сетевой технологии.

**Базовая сетевая технология - это согласованный набор протоколов и реализующих их программно-аппаратных средств, достаточный для построения вычислительной сети.** Примерами базовых технологий могут служить такие технологии, как Ethernet или Token Ring.

Имея программные и аппаратные средства, а также среду передачи данных, соответствующие одной базовой технологии, и объединив их в соответствии с требованиями стандарта с помощью данной технологии, можно организовать информационный обмен нескольких компьютеров. Протоколы и оборудование сетей, построенных на основе базовых технологий, специально разрабатываются для совместной работы, что избавляет от необходимости использовать дополнительные средства для организации их взаимодействия. Появление новых стандартов и технологий не обозначает массовый переход всех систем только на эти технологии. Дело в том, что процесс модернизации обычно требует немалых затрат, связанных как со стоимостью нового оборудования и программного обеспечения, так и, например, с теми убытками, которые понесет организация в результате «простоя», вызванного установкой, настройкой и проверкой

работоспособности закупленного сетевого оборудования и программного обеспечения. Поэтому, на практике существование рядом сетей, использующих различные поколения одной и той же технологии, - явление вполне уместное. Весьма актуальной остается задача, когда требуется организовать взаимодействие подобных сетей, объединенных в одну составную сеть. При этом, т.е. при построении составных сетей, включающих в себя подсети, организованные с использованием различающихся базовых технологий, встает проблема согласования между собой различных базовых технологий, а также различных «версий» реализации этих технологий.

В сети Интернет стандартом стал стек TCP/IP, а кроме того, стеки IPX/SPX, NetBEUI и ряд других также являются популярными. Для согласования протоколов, принадлежащих разным стекам, используются три основных метода: инкапсуляция; трансляция; мультиплексирование.

**Инкапсуляция (или туннелирование) протоколов - метод согласования разнородных сетей, использующих различные технологии транспортировки данных. Данный метод применяется, если нужно организовать обмен данными между двумя сетями, построенными по одинаковой технологии.**

Такие сети могут быть связаны не непосредственно, а посредством других промежуточных сетей, использующих отличные технологии построения сетей. Метод инкапсуляции, применяемый в этом случае, использует промежуточные сети в качестве транзитных, передавая информацию через них посредством их же транспортных средств. Принцип инкапсуляции протоколов имеет сходство с принципом инкапсуляции пакетов при их продвижении по стеку протоколов. Пакеты транспортного протокола, которые нужно переслать через транзитную сеть, инкапсулируются в пакеты транспортного протокола этой транзитной сети. После прохождения промежуточной, транзитной сети происходит обратный процесс - полученные пакеты деинкапсулируются и пересылаются непосредственно адресату.

Инкапсуляция может быть использована для транспортных протоколов любого уровня и зачастую является наиболее простым и быстрым решением среди остальных методов согласования протоколов. Однако инкапсуляция не обеспечивает возможности взаимодействия с узлами транзитной сети.

**Метод трансляции обеспечивает согласование двух протоколов за счет конвертирования формата сообщений, поступающих из одной сети, в формат другой сети. Задачи трансляции обычно берут на себя аппаратно-технические средства, служащие для организации межсетевое взаимодействия.**

Сложность выполнения трансляции зависит от степени различий транслируемых протоколов между собой, от используемых этими протоколами систем адресации и представления данных. Например, конвертирование сообщения Ethernet в сообщение Token Ring выполняется достаточно просто, поскольку они используют одинаковую систему адресации пакетов.

К числу преимуществ трансляции перед другими методами можно отнести: отсутствие необходимости устанавливать дополнительное программное обеспечение на рабочих станциях; упрощение процессов администрирования, поиска неисправностей и обеспечения сетевой безопасности за счет локализации места возникновения проблем, связанных с межсетевым взаимодействием. Недостатки трансляции: транслятор представляет собой «узкое место» составной сети, так как через него должен проходить весь межсетевой обмен данными, и при увеличении числа пользователей, запрашивающих ресурсы другой подсети, уровень работоспособности сети может значительно упасть; трансляция зачастую оказывается весьма трудоемким с точки зрения вычислительных мощностей методом, что может уменьшать фактическую скорость передачи данных.

**Мультиплексирование является еще одним методом согласования протоколов. Данный метод основан на принципе универсальности отдельных узлов, участвующих во взаимодействии. На этих узлах производится установка и настройка одновременной работы сразу нескольких стеков протоколов, что позволяет им обрабатывать сообщения, получаемые от узлов, использующих различные стеки протоколов.**

При этом задачи определения, с использованием какого именно стека происходит обработка полученного сообщения, выполняются специальными программными средствами, называемыми мультиплексорами или менеджерами протоколов. Таким образом, мультиплексор протоколов выполняет коммутацию пакетов между протоколами соседних уровней различных стеков.

Примером использования метода мультиплексирования протоколов может служить некий сервер, поддерживающий прикладные протоколы NCP и NFS и способный благодаря этому выполнять запросы рабочих станций, находящихся в сетях NetWare и Windows NT одновременно.

#### **4. Принципы маршрутизации пакетов**

Под термином «маршрутизация пакетов» можно понимать некий механизм, позволяющий осуществить передачу пакета с одного узла составной сети на другой. Как уже говорилось ранее, локальная сеть может быть разделена на две подсети с помощью таких сетевых устройств, как мосты и коммутаторы.

Однако, очевидно, что эти же устройства могут использоваться и для объединения двух и более сетей в единую составную сеть. Мосты и коммутаторы относятся к средствам физического и канального уровня сетевой модели OSI. В силу этого, объединенная с их помощью сеть будет иметь ряд ограничений и недостатков, связанных с базовыми технологиями, по которым построены входящие в нее подсети.

Прежде всего, топология составной сети, построенной с использованием сетевого оборудования первого и второго уровней модели OSI, не должна содержать петель, т. е. между отправителем и получателем всегда должен существовать только один единственный путь или маршрут. Такое ограничение существенно снижает надежность сети из-за отсутствия резервных маршрутов пересылки данных. Кроме того, возникают проблемы, связанные с системой адресации, необходимой для обеспечения обмена данными между любыми узлами составной сети. Система физических адресов, используемая на нижних уровнях сетевой модели, в масштабах составной сети оказывается недостаточно гибкой и удобной. Возникает и ряд других сложностей, связанных с разнородностью объединенных сетей. Решением этих проблем стало использование маршрутизаторов - аппаратных и программных средств, способных выполнять функции третьего, сетевого уровня модели OSI.

#### **5. Объединение гетерогенных подсетей в составную**

Объединение разнородных подсетей с помощью маршрутизаторов допускает наличие петель в топологии сети. Обычно в сложных составных сетях практически всегда существует несколько альтернативных маршрутов, по которым возможна передача данных между двумя узлами. Кроме того, крупные составные сети могут включать в себя сети различных масштабов - от локальных до территориально-распределенных глобальных сетей.

**Маршрутом пересылки пакета с одного узла составной сети на другой является порядок прохождения этим пакетом транзитных сетей, соединяющих сети, в которых расположены источник и адресат данного пакета.** Составные сети, в которых требуется маршрутизация пакета на сетевом уровне, должны быть объединены между собой посредством маршрутизаторов. Поэтому маршрутом пересылки пакета по сети можно назвать последовательность маршрутизаторов, через которые этот пакет будет переправлен в процессе следования к своему адресату. Маршрутизация пакетов включает в себя две основные задачи: определение оптимального маршрута пересылки пакета по составной сети; собственно - пересылка пакета по сети. Чтобы иметь возможность определить оптимальный маршрут пересылки пакета, маршрутизатор должен иметь информацию обо всех существующих и доступных в данный момент времени маршрутах. Метод, основанный на таком представлении маршрутной информации, называется маршрутизацией по источнику и обычно используется при тестировании работы сети. Однако такая информация, особенно в сложных и крупных сетях, оказывается весьма громоздкой и неудобной для осуществления по ней поиска с целью выбора подходящего маршрута.

Поэтому ни узел, отправивший пакет, ни какой-либо промежуточный маршрутизатор на пути их следования не хранят информацию обо всем маршруте пакета целиком. Узел-отправитель, а также каждый маршрутизатор знают лишь адрес маршрутизатора, на который нужно направить пакет, чтобы он был доставлен по назначению. Другими словами, маршрутизатор знает, что определенный пункт назначения может быть достигнут по оптимальному пути за счет отправки пакета определенному маршрутизатору, который знает адрес следующего на пути к конечному пункту назначения маршрутизатора. Таким образом, процесс маршрутизации состоит в определении следующего узла в пути следования пакета и пересылки пакета этому узлу. Такой узел называют хопом (от англ. *hop* - прыжок, скачок). Действительно, передача пакета по составной сети происходит своего рода скачками от маршрутизатора к маршрутизатору.

Информация, ставшая в соответствие конечному адресу назначения пакета адрес маршрутизатора, на который нужно дальше отправить пакет для достижения адреса назначения, хранится в специальной таблице маршрутов (табл. 3.1), которая размещается на маршрутизаторе. Запись таблицы маршрутов обычно содержит следующие элементы: поле, содержащее адрес сети назначения; поле, содержащее адрес следующего по ходу следования пакета маршрутизатора; вспомогательные поля. В зависимости от используемого алгоритма маршрутизации таблица маршрутов может заполняться вручную администратором либо посредством специальных протоколов сбора маршрутной информации. При этом своя таблица маршрутов, даже самая элементарная, должна быть на каждом хосте. Чтобы информация о маршрутах оставалась актуальной и соответствовала действительно существующим маршрутам, маршрутизаторы в процессе своей работы по специальным протоколам обмениваются сообщениями, содержащими информацию об обнаруженных изменениях в топологии сети, например - в результате разрыва какой-либо связи, а, следовательно, и об изменениях в допустимых маршрутах. На основе таких сообщений маршрутизаторы производят обновления таблиц маршрутов. Выбор того или иного маршрута из таблицы происходит на основе применяемого данным маршрутизатором алгоритма маршрутизации, базирующегося на различных критериях.

## **6. Алгоритмы маршрутизации**

Алгоритмы маршрутизации могут различаться по нескольким характеристикам:

- по задачам, решаемым алгоритмом;
- по принципу сбора и представления информации о сети;
- по методу расчета оптимального маршрута.

Кроме того, алгоритмы маршрутизации должны максимально удовлетворять следующим требованиям:

выбираемый маршрут должен быть наиболее оптимальным;

реализация алгоритма должна быть простой, а его функционирование не требовательным к вычислительным мощностям;

алгоритм должен обладать высокой отказоустойчивостью;

адаптация работы алгоритма к изменяющимся условиям должна происходить как можно быстрее.

Таким образом, алгоритмы маршрутизации можно классифицировать следующим образом:

по **актуальности** используемых маршрутов: статические; динамические;

по **принципу обмена** маршрутной информацией: состояния канала; дистанционно-векторные.

по **количеству** определенных маршрутов: одномаршрутные; многомаршрутные;

по **используемой структуре** маршрутизации: одноуровневые; иерархические;

по **отношению к домену**: внутридоменные; междоменные;

**Системы маршрутизации** могут обеспечивать выделение логических групп узлов, называемых доменами или областями. При этом отдельные алгоритмы маршрутизации могут действовать только в пределах доменов, другие же могут работать как в пределах доменов, так и между ними.

Для определения оптимальности того или иного маршрута алгоритмы используют показатели, характеризующие передачу данных по этому маршруту, например - с точки зрения длины маршрута, качества канала связи и т. п.

Такие показатели называются метриками маршрутов. Более сложные алгоритмы в качестве метрик зачастую используют комбинацию нескольких показателей.

---

## **Контрольные вопросы:**

1. Дайте понятие составной сети.
2. Что такое маршрут и протокол маршрутизации?
3. Дайте понятие маршрутизатора.
4. Перечислите методы согласования разнородных сетей и назовите их особенности?
5. Что представляют собой маршруты пересылки пакета?
6. Перечислите классификацию алгоритмов маршрутизации.
7. Какие задачи решают системы маршрутизации.