**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА**

**Структура стека TCP/IP**

**Цель работы:** Ознакомится со структурой стека TCP/IP

В стеке TCP/IP определены четыре уровня (табл.1). Каждый из них несет на себе некоторую долю нагрузки по решению основной задачи - организации надежной и производительной работы составной сети, части которой построены на основе разных сетевых технологий.

Табл.1. Уровни стека TCP/IP

|  |  |
| --- | --- |
| Уровень I | Прикладной уровень |
| Уровень II | Основной (транспортный) уровень |
| Уровень III | Уровень межсетевого взаимодействия |
| Уровень IV | Уровень сетевых интерфейсов |

**Уровень межсетевого взаимодействия**

Стержнем всей архитектуры является уровень межсетевого взаимодействия, или сетевой уровень, который реализует концепцию передачи пакетов в режиме без установления соединений, то есть дейтаграммным способом. Именно этот уровень обеспечивает возможность перемещения пакетов по сети, используя тот маршрут, который в данный момент является наиболее рациональным. Этот уровень также называют уровнем internet, указывая, тем самым, на основную его функцию - передачу данных через составную сеть.

Основным протоколом уровня (в терминологии модели OSI) в стеке TCP/IP является протокол IP.

Этот протокол изначально проектировался как протокол передачи пакетов в составных сетях, состоящих из большого количества локальных сетей, объединенных как локальными, так глобальными связями. Поэтому протокол IP хорошо работает в сетях со множеством топологий, рационально используя наличие в них подсистем и экономно расходуя пропускную способность низкоскоростных линий связи. Так как протокол IP является дейтаграммным протоколом, он не гарантирует доставку пакетов до узла назначения, но старается это сделать.

К уровню межсетевого взаимодействия относятся все протоколы, связанные с состоянием и модификацией таблиц маршрутизации, такие как протоколы сбора маршрутной информации RIP и OSPF, а также протокол межсетевых управляющих сообщений ICMP. Последний протокол предназначен для обмена информацией об ошибках между маршрутизаторами сети и удаленным источником пакета. С помощью специальных пакетов ICMP сообщает о невозможности доставки пакета, о превышении времени жизни или продолжительности сборки пакета из фрагментов, об аномальных величинах параметров, об изменении маршрута пересылки и типа обслуживания, о состоянии системы и т. п.

**Основной уровень**

Поскольку на сетевом уровне не устанавливается соединение, то нет никаких гарантий того, что все пакеты будут доставлены в место назначения целыми и невредимыми или придут в том же порядке, в котором они были отправлены. Эту задачу - обеспечение надежности информационной связи между двумя конечными узлами - решает основной уровень стека TCP/IP, называемый также транспортным.

На этом уровне функционируют протокол управления передачей TCP и протокол дейтаграмм пользователя UDP. Протокол TCP обеспечивает надежную передачу сообщений между удаленными прикладными процессами за счет образования логических соединений.

Этот протокол позволяет равноранговым объектам на компьютере-отправителе и на компьютере-получателе поддерживать обмен данными в дуплексном режиме. TCP позволяет без ошибок доставлять сформированный на одном из компьютеров поток байт в любой другой компьютер, входящий в составную сеть. TCP делит поток байт на части - сегменты и передает их нижележащему уровню межсетевого взаимодействия. После того, как эти сегменты будут доставлены в пункт назначения, протокол TCP снова соберет их в непрерывный поток байт.

Протокол UDP обеспечивает передачу прикладных пакетов дейтаграммным способом, как и главный протокол уровня межсетевого взаимодействия IP, и выполняет только функции связующего звена (мультиплексора) между сетевым протоколом и многочисленными системами прикладного уровня, или пользовательскими процессами.

**Прикладной уровень**

Прикладной уровень объединяет все службы, представляемые системой пользовательским приложениям. За долгие годы использования в сетях различных стран и организаций стек TCP/IP накопил большое число протоколов и служб прикладного уровня. Прикладной уровень реализуется программными системами, построенными в архитектуре клиент-сервер, базирующейся на протоколах нижних уровней.

В отличие от протоколов остальных трех уровней, протоколы прикладного уровня занимаются деталями конкретного приложения и "не интересуются" способами передачи данных по сети. Этот уровень постоянно расширяется за счет присоединения к старым, прошедшим многолетнюю эксплуатацию сетевым службам типа Telnet, FTP, TFTP, DNS, SNMP, сравнительно новых служб, таких, например, как протокол передачи гипертекстовой информации HTTP.

**Уровень сетевых интерфейсов**

Идеологическим отличием архитектуры стека TCP/IP от многоуровневой организации других стеков является интерпретация функций самого нижнего уровня - уровня сетевых интерфейсов. Протоколы этого уровня должны обеспечивать интеграцию в составную сеть других сетей, причем задача ставится так: сеть TCP/IP должна иметь средства включения в себя любой другой сети, какую бы внутреннюю технологию передачи данных эта сеть не использовала. Отсюда следует, что этот уровень нельзя определить раз и навсегда. Для каждой технологии, включаемой в составную сеть подсети, должны быть разработаны собственные интерфейсные средства. К таким интерфейсным средствам относится протокол инкапсуляции IP-пакетов межсетевого взаимодействия в кадры локальных технологий.

Уровень сетевых интерфейсов в протоколах TCP/IP не регламентируется, но он поддерживает все популярные стандарты физического и канального уровней: для локальных сетей - это Ethernet, Token Ring, FDDI, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, для глобальных сетей - протоколы соединений "точка-точка" SLIP и PPP, протоколы территориальных сетей с коммутацией пакетов X.25, frame relay. Разработана также специальная спецификация, определяющая использование технологии ATM в качестве транспорта канального уровня.

**Соответствие уровней стека TCP/IP уровням модели OSI**

Так как стек TCP/IP был разработан до появления модели взаимодействия открытых систем OSI, то, хотя он также имеет многоуровневую структуру, соответствие уровней стека TCP/IP уровням модели OSI достаточно условно (табл. 2).

Табл. 2. Соответствие уровней стека TCP/IP и модели OSI

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 7 | WWW, Gopher, WAIS | | SNMP | FTP | Telnet | TFTP | SMTP | I |
| 6 |
| 5 | TCP | | | | UDP | | | II |
| 4 |
| 3 | IP | ICMP | | RIP | OSPF | | ARP | III |
| 2 | не регламентируется: Ethernet, Gigabit Ethernet, Token Ring, PPP, FDDI, X.25, SLIP, frame relay ... | | | | | | | IV |
| 1 |
| уровни OSI |  | | | | | | | уровни TCP/IP |

Рассматривая многоуровневую архитектуру TCP/IP, можно выделить в ней, подобно архитектуре OSI, уровни, функции которых зависят от конкретной технологической реализации сети, и уровни, функции которых ориентированы на работу только с приложениями и не зависят от технологий сети.

Протоколы прикладного уровня стека TCP/IP работают на компьютерах, выполняющих приложения пользователей. Даже полная смена сетевого оборудования в общем случае не должна влиять на работу приложений, если они получают доступ к сетевым возможностям через протоколы прикладного уровня.

Протоколы транспортного уровня уже более зависимы от сети, так как они реализуют интерфейс к уровням, непосредственно организующим передачу данных по сети. Однако подобно протоколам прикладного уровня, программные модули, реализующие протоколы транспортного уровня, устанавливаются только на конечных узлах.

Протоколы двух нижних уровней являются сетезависимыми, а следовательно, программные модули протоколов межсетевого уровня и уровня сетевых интерфейсов устанавливаются как на конечных узлах составной сети, так и на маршрутизаторах.

**Единицы данных протоколов стека TCP/IP**

Каждый коммуникационный протокол оперирует с некоторой единицей передаваемых данных. Названия этих единиц иногда закрепляются стандартом, но чаще просто определяются традицией. В стеке TCP/IP за многие годы его эксплуатации образовалась устоявшаяся терминология в этой области (табл.3).

Табл. 3. Единицы данных в стеке TCP/IP

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| I | ПРИКЛАДНЫЕ ПРОТОКОЛЫ  (поток) | |
| II | UDP  (дейтаграмма) | TCP  (сегмент) |
| III | IP  (пакет или IP-дейтаграмма) | |
| IV | СЕТЕВЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ  (кадр(фрейм)) | |

*Потоком* называют данные, поступающие от приложений на вход транспортного уровня TCP или UDP. Протокол TCP нарезает из потока *сегменты*. Единицу данных протокола UDP часто называют *дейтаграммой (или датаграммой)*. Дейтаграмма - это общее название для единиц данных, которыми оперируют протоколы без установления соединений. К таким протоколам относится и протокол межсетевого взаимодействия IP. Дейтаграмму протокола IP называют также *пакетом*.

В стеке TCP/IP принято называть *кадрами (фреймами)* единицы данных протоколов, на основе которых IP-пакеты переносятся через подсети составной сети. При этом не имеет значения, какое название используется для этой единицы данных в локальной технологии.

**Структура связей протокольных модулей**

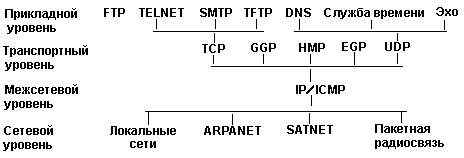
Потоки данных, проходящие через стек: в случае использования протокола TCP, данные передаются между прикладным процессом и модулем TCP. Типичным прикладным процессом, использующим протокол TCP, является модуль FTP. Стек протоколов в этом случае будет FTP/TCP/IP/Ethernet. При использовании протокола UDP, данные передаются между прикладным процессом и модулем UDP. Например, SNMP пользуется транспортными услугами UDP. Его стек протоколов выглядит так: SNMP/UDP/IP/Ethernet.

Модули TCP, UDP и драйвер Ethernet являются мультиплексорами n x 1. Действуя как мультиплексоры, они переключают несколько входов на один выход. Они также являются демультиплексорами 1 x n. Как демультиплексоры, они переключают один вход на один из многих выходов в соответствии с полем типа в заголовке протокольного блока данных. Другими словами, происходит следующее:

1. Когда Ethernet-кадр попадает в драйвер сетевого интерфейса Ethernet, он может быть направлен либо в модуль ARP, либо в модуль IP. На то, куда должен быть направлен Ethernet-кадр, указывает значение поля типа в заголовке кадра.
2. Если IP-пакет попадает в модуль IP, то содержащиеся в нем данные могут быть переданы либо модулю TCP, либо UDP, что определяется полем "протокол" в заголовке IP-пакета.
3. Если UDP-датаграмма попадает в модуль UDP, то на основании значения поля "порт" в заголовке датаграммы определяется прикладная программа, которой должно быть передано прикладное сообщение.
4. Если TCP-сообщение попадает в модуль TCP, то выбор прикладной программы, которой должно быть передано сообщение, осуществляется на основе значения поля "порт" в заголовке TCP-сообщения.

Мультиплексирование данных в обратную сторону осуществляется довольно просто, так как из каждого модуля существует только один путь вниз. Каждый протокольный модуль добавляет к пакету свой заголовок, на основании которого машина, принявшая пакет, выполняет демультиплексирование.

**Схема взаимозависимости протоколов семейства TCP/IP**

  
Рис.1. Структура взаимосвязей протоколов семейства TCP/IP

**Задание на лабораторную работу**

Оформите отчет по лабораторной работе.