

Лабораторная работа № 3

МЕТОДЫ АДРЕСАЦИИ И ПРОТОКОЛЫ РАЗРЕШЕНИЯ АДРЕСОВ

Цель работы

Изучить методы адресации узлов сети и протоколы разрешения адресов. Разработать программу, позволяющую получить все виды адресов узла.

Постановка задачи

1. Изучить основные теоретические вопросы, используя материалы лекций, рекомендуемую литературу и методические указания к лабораторной работе:
 - методы адресации узлов сети;
 - физические адреса;
 - числовые адреса;
 - доменные имена;
 - протоколы разрешения адресов.
2. Выполнить задания по лабораторной работе. При разработке программ разрешается использовать любой язык программирования и среду разработки.
3. Ответить на контрольные вопросы.
4. Подготовить отчет по лабораторной работе.
5. Выполнить контрольный тест.

Краткие теоретические сведения

1. Методы адресации узлов сети

Каждый узел сети должен иметь адрес, чтобы была возможной передача информации и функционирование сети.

К адресу узла сети и схеме его назначения можно предъявить несколько требований:

- Адрес должен уникально идентифицировать компьютер в сети любого масштаба.
- Схема назначения адресов должна сводить к минимуму ручной труд администратора и вероятность дублирования адресов.
- Адрес должен иметь иерархическую структуру, удобную для построения больших сетей. В крупных сетях отсутствие иерархии адресов может привести к большим издержкам - конечным узлам и коммуникационному оборудованию придется оперировать с таблицами адресов, состоящими из тысяч записей.
- Адрес должен быть удобен для пользователей сети, т.е. должен иметь символическое представление.
- Адрес должен иметь по возможности компактное представление, чтобы не перегружать память коммуникационной аппаратуры - сетевых адаптеров, маршрутизаторов и т. п.

Перечисленные требования трудно совместить в рамках какой-либо одной схемы адресации, поэтому на практике обычно используется сразу несколько схем, так что компьютер одновременно имеет несколько адресов. Каждый адрес используется в той ситуации, когда соответствующий вид адресации наиболее удобен.

Множество всех адресов, которые являются допустимыми в рамках некоторой схемы адресации, называется **адресным пространством**. Адресное пространство может иметь **плоскую (линейную)** или **иерархическую** организацию. При плоской организации множество адресов никак не структурировано. При иерархической организации адресное пространство организовано в виде вложенных друг в друга подгрупп.

Наибольшее распространение получили **три схемы адресации узлов** (три типа адресов):

- локальные адреса;
- числовые составные адреса;
- символьные адреса или имена.

2. Протоколы разрешения адресов. Протокол ARP

Для преобразования адресов из одного вида в другой используются специальные протоколы, которые называют **протоколами разрешения адресов**.

Проблема установления соответствия между адресами различных типов может решаться централизованными или распределенными средствами. В случае централизованного подхода в сети выделяется один компьютер (сервер имен), в котором хранится таблица соответствия друг другу имен различных типов, например символьных имен и числовых номеров. Все остальные компьютеры обращаются к серверу имен, чтобы по символьному имени найти числовой номер компьютера, с которым необходимо обменяться данными.

При распределенном подходе, каждый компьютер сам решает задачу установления соответствия между именами. Недостатком распределенного подхода является необходимость рассылки широковещательных сообщений - такие сообщения перегружают сеть, так как они требуют обязательной обработки всеми узлами, а не только узлом назначения. Поэтому распределенный подход используется только в небольших локальных сетях. Для крупных сетей характерен централизованный подход.

Наиболее известной службой централизованного разрешения имен является служба **DNS (Domain Name System)** сети Internet.

Пример использования распределенного подхода – протокол разрешения адресов **ARP (Address Resolution Protocol)**, используемый стеком TCP/IP для преобразования IP-адреса в аппаратный адрес.

Необходимость обращения к протоколу ARP возникает каждый раз, когда модуль IP передает пакет на уровень сетевых интерфейсов, например драйверу Ethernet.

Работа протокола ARP начинается с просмотра ARP-таблицы. По таблице определяется нужный MAC-адрес. Для каждой сети, подключенной к сетевому адаптеру компьютера или порту маршрутизатора, строится отдельная ARP-таблица.

Пример.

IP-адрес	MAC-адрес	Тип записи
194.85.135.75	00-80-48-EB-7E-60	динамический
194.85.135.70	08-00-5A-21-A7-22	динамический
194.85.60.21	00-80-48-EB-75-67	статический

Работа с таблицей осуществляется с помощью специальной утилиты `arp`. Таблица выводится на экран по команде `arp -a`.

Статические записи создаются вручную с помощью утилиты `arp`. Они находятся в кэше до перезагрузки компьютера.

Динамические записи создаются протоколом ARP, добавляются и удаляются автоматически.

Если запись в течение определенного времени не обновляется, то она исключается из таблицы. Т.о. ARP-таблица содержит записи только об узлах, активно участвующих в сетевых операциях. Поэтому ее еще называют **ARP-кэш**.

Если искомого адреса в таблице нет, то протокол ARP широковещательно рассылает **ARP-запрос**, указывая IP-адрес («Чей это IP-адрес и каков ваш адрес сетевого адаптера?»).

Узел, IP-адрес которого совпал с указанным в запросе, отправляет **ARP-ответ** с указанием своего локального адреса на машину, сделавшую запрос. После этого новая запись добавляется в ARP-таблицу.

Если в сети нет узла с искомым IP-адресом, ARP-ответа не будет. Протокол IP уничтожает пакеты, направленные по этому адресу.

3. Одноадресные, групповые и многоадресные типы адресов

По количеству адресуемых сетевых интерфейсов адреса можно классифицировать следующим образом:

- **Одноадресный тип** или **уникальный адрес (unicast)** используется для идентификации отдельных интерфейсов (физический интерфейс между компьютером и сетью) конечного узла или маршрутизатора; позволяет пересылать сообщения в одну точку (на один конечный узел сети).

- **Групповой адрес (multicast)** идентифицирует сразу несколько интерфейсов, данные доставляются каждому из интерфейсов, входящих в группу; позволяет пересылать сообщения группе произвольно расположенных в Internet узлов.

- **Широковещательный адрес (broadcast)** используется для доставки данных всем узлам подсети;

- **Адрес произвольной рассылки (anycast)** задает группу интерфейсов, но данные должны быть доставлены не всем, а одному члену группы, как правило, «ближайшему» (новый тип адреса, определен в протоколе IPv6). Назначается только интерфейсам маршрутизатора.

4. Аппаратные адреса

Аппаратные адреса называют еще **физическими** или **локальными**.

Локальный адрес – такой тип адреса, который используется средствами базовой технологии для доставки данных в пределах подсети, являющейся элементом составной сети. В разных подсетях допустимы различные сетевые технологии, следовательно, различные протоколы. Поэтому существуют разные типы локальных адресов. Для ЛВС локальный адрес – это MAC-адрес сетевого адаптера (Media Access Control). Если подсетью является глобальная сеть (например, протокол IP работает над IPX или X.25), то в этом случае локальными адресами будут адреса X.25 или IPX.

Физические адреса не имеют иерархической структуры, используются аппаратурой. Компьютер может иметь несколько сетевых интерфейсов и соответственно несколько физических адресов.

Записывается адрес сетевого адаптера в ПЗУ платы сетевого адаптера на заводе изготовителе. При замене сетевого адаптера изменяется и аппаратный адрес интерфейса.

Стандарты на аппаратные адреса были разработаны IEEE. Был выбран 48-битный формат адреса для всех технологий ЛВС.

Аппаратный адрес принято записывать в 16-ричном виде, разделяя байты с помощью “-“. Например: 11-A0-17-3D-BC-01 - MAC-адрес сетевого адаптера Ethernet.

Чтобы распределить возможные диапазоны адресов между многочисленными изготовителями сетевых адаптеров, была предложена следующая структура адреса:

I/G	U/L	Идентификатор производителя (22 бита)	Уникальный адрес производителя (24 бита)
-----	-----	---	--

Два старших разряда определяют тип адреса и способ интерпретации остальных 46 бит.

- I/G (Individual /Group) - определяет, индивидуальный это адрес или групповой:
 - 0 - индивидуальный;
 - 1 - групповой (такие пакеты получают все сетевые адаптеры с этим адресом).
- U/L (Universal /Local) – флаг определяет, как был присвоен адрес данному адаптеру:
 - 0 - производителем;
 - 1 - организацией, использующей данную сеть (редко).

- 22 разряда - Идентификатор производителя. IEEE присваивает один или несколько уникальных идентификаторов каждому производителю. Это позволяет исключить совпадения адресов адаптеров от разных производителей (~ 4 млн. вариантов).

- Младшие 24 разряда присваивает производитель сетевого адаптера (возможно 16 млн. комбинаций).

5. Числовые составные адреса

Во многих случаях для работы в больших сетях в качестве адресов узлов используют числовые составные адреса. Типичными представителями адресов этого типа являются IPv4 и IPv6-адреса.

IPv4 - это 32-битный адрес (4 байта).

Для удобства чтения в технической литературе и прикладных программах IPv4-адреса представляются в виде 4-х десятичных чисел, разделенных точками. Каждое из чисел соответствует одному октету (8 битам) и может иметь значения от 0 до 255. Этот формат называется **точечно-десятичным** (Decimal-Pant Notation).

Например: 10010001.00001010.00100010.00000011
145.10.34.3

IPv6-адреса занимают 128-бит или 16 байт.

IPv6-адреса принято записывать в 16-ричном виде. Их делят на 8 блоков по четыре шестнадцатиричных цифры в каждом. Каждый блок отделяется двоеточием. Пример полного IPv6-адреса:

2001:00B8:3FA9:0000:0000:0000:0003:9C5A

IPv6-адрес можно сократить, исключив все незначащие нули в блоках и заменив все смежные нулевые блоки двойным двоеточием (::). Таким образом, предыдущий адрес можно сократить до такого:

2001:DB8:3FA9::D3:9C5A

6. Символьные адреса.

Символьные адреса или имена предназначены для запоминания людьми и поэтому обычно несут смысловую нагрузку. Символьные адреса легко использовать как в небольших, так и крупных сетях. Для работы в больших сетях символьное имя может иметь сложную иерархическую структуру.

Примеры символьных адресов – DNS и URI-адреса, имена NetBIOS.

Компьютерные имена преобразуются в сетевые адреса в процессе разрешения имен.

Например, сети Windows включают три системы разрешения имен: DNS, LLMNR (Link Local Multicast Name Resolution) и NetBIOS. Основной является DNS, поскольку этот метод разрешения имен используется для поддержки служб доменов Active Directory (Active Directory Domain Services) и разрешения всех имен Интернета. Инфраструктура DNS требует настройки сетевой конфигурации на серверах и клиентах.

Протокол NetBIOS обеспечивает разрешение имен в IPv4-сетях Windows без DNS.

Протокол LLMNR преобразует имя узла в IPv6-адрес.

DNS (Domain Name System) – Доменная система имен, используемая в Internet и корпоративных сетях.

DNS – служебный протокол прикладного уровня, имеющий архитектуру «клиент-сервер» и предназначенный для разрешения доменного имени в IP-адрес.

Доменное имя представляет собой перечень имен доменов, разделенных точками. Начинается доменное имя с имени конечного узла или типа ресурса. Последним указывается домен верхнего уровня.

Например: www.google.com или 216-5.povt.fitr.bntu.by

Существует два основных типа доменов верхнего уровня.

■ Организационные (родовые) домены. Имя такого домена указывает основную функцию или род деятельности организаций в DNS-домене.

■ Географические домены. Эти домены именуются с использованием кодов страны и региона из двух символов согласно стандарту 3166 Международной организации по стандартизации ISO, например .uk (Великобритания) или .it (Италия).

Задания на лабораторную работу

Задание 1. Определение адресов локального узла с помощью утилиты ipconfig

Определить типы адресов локального узла и их значения, используя утилиту ipconfig с ключом /all.

Задание 2. Разработка программы для определения адресов локального узла

Разработать консольное приложение (аналог утилиты ipconfig), в котором определить и вывести на экран:

- 1) имя локального хоста, имя домена, полное доменное имя хоста;
- 2) все сетевые интерфейсы локального хоста (тип, описание, имя);
- 3) состояние интерфейса (подключен или нет в настоящее время);
- 4) для каждого интерфейса:
 - физический адрес и размер физического адреса;
 - IPv4-адрес, маску, размер IPv4-адреса; размер сетевого префикса;
 - IPv6-адрес, размер IPv6-адреса, размер сетевого префикса.

Адреса выводить на экран в общепринятой форме записи.

Для получения адресов использовать классы пространства имен System.Net.NetworkInformation (IPGlobalProperties, NetworkInterface, IPInterfaceProperties (свойство UnicastAddresses), PhysicalAddress, DNS и др.).

Сравнить полученные значения адресов с адресами из Задания 1.

Задание 3. Изучение специальных IP-адресов

Используя специальные поля класса IPAddress, вывести на экран для адресов IPv4 и IPv6:

- 1) адрес петли обратной связи;
- 2) широкоэмиттерный IP-адрес;
- 3) адрес, обозначающий все сетевые интерфейсы данного узла.

Задание 4. Определение IP-адреса по доменному имени

Разработать консольное приложение для получения IP адреса по доменному имени (аналог утилиты nslookup).

Получить и вывести на экран для заданного пользователем произвольного DNS-имени:

- 1) IPv4-адреса;
- 2) IPv6-адреса;
- 3) Имена-псевдонимы узла (Alias-имена).

Для получения адресов использовать методы класса Dns пространства имен System.Net.

Задание 5. Изучение протокола ARP

1. С помощью утилиты arp просмотреть ARP-таблицу локального узла. Сохранить полученную информацию в файле.
2. Организовать сетевую активность (ping, tracert). Просмотреть таблицу преобразования адресов и сравнить ее с ранее полученными результатами. Пояснить причины изменений.
3. Выполнить ping локального DNS-сервера. Определить по таблице arp mac-адрес DNS-сервера.
4. Сделать перерыв в сетевой активности на несколько минут, после которого опять просмотреть arp-таблицу. Пояснить причины изменений (или отсутствия таковых) в таблице arp за время перерыва.

Контрольные вопросы

1. Какие требования предъявляются к адресу узла сети?
2. Что такое адресное пространство? Приведите пример плоского и иерархического адресного пространства.
3. Какие методы адресации используются в компьютерных сетях? Приведите примеры адресов каждого типа.
4. Как можно классифицировать адреса по количеству адресуемых сетевых интерфейсов?
5. Приведите пример протокола разрешения адресов, использующего централизованный подход, распределенный подход.
6. Что такое локальный адрес? Какая форма записи используется для MAC-адресов? Какой аппаратный адрес используется для широковещательной передачи?
7. Какая форма записи используется для IPv4, IPv6? Сколько места в памяти они занимают?
8. Приведите примеры символьных адресов.
9. Какие протоколы разрешения имен могут использоваться в сетях Windows?
10. Какова структура доменного имени? Какие типы доменов верхнего уровня вы знаете?

Содержание отчета

1. Титульный лист
2. Цель работы
3. Для заданий 1 – 5: скриншоты + листинг (для заданий с программой)
4. Выводы