Министерство образования и науки Украины

Севастопольский национальный технический университет

ИЗУЧЕНИЕ ПРИНЦИПОВ АДРЕСАЦИИ В СЕТЯХ TCP/IP. РАЗБИЕНИЕ НА ПОДСЕТИ

Методические указания
к выполнению лабораторной работы
по дисциплине «Глобальные и корпоративные компьютерные сети»
для студентов специальности 6.050201
«Системная инженерия»
дневной и заочной форм обучения

Севастополь
2009

УДК 681.3

Изучение принципов адресации в сетях TCP/IP. Разбиение на подсети: Методические указания к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Глобальные и корпоративные компьютерные сети» для студентов направления 6.050201 «Системная инженерия» дневной и заочной форм обучения / Сост. П.Л. Светличный, – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2009. – 14 с.

Целью методических указаний является оказание помощи студентам в выполнении лабораторной работы.

Методические указания рассмотрены на заседании кафедры Технической кибернетики, протокол № 8 от « 16 » ___мая____ 2009 г.

Допущено учебно-методическим центром СевНТУ в качестве методических указаний.

Рецензент

Карапетьян В.А. канд.техн.наук, доцент кафедры ТК

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель работы 3
2. Краткие теоретические сведения 3
3. Порядок выполнения работы 8
4. Задание на лабораторную работу 8
5. Содержание отчета 10
6. Контрольные вопросы 10
Библиографический список 11

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучение принципов адресации в сетях TCP/IP. Овладение навыками разбиения сетей на подсети и базового проектирования компьютерных сетей.

2. КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Протокол TCP/IP. Стек протоколов TCP/IP тесно связан с сетью Internet, ее историей и современностью. Создан он был в 1969 году, когда для сети ARPANET понадобился ряд стандартов для объединения в единую сеть компьютеров с различными архитектурами и операционными системами. На базе этих стандартов и был разработан набор протоколов, получивших название TCP/IP.

Вместе с ростом Internet протокол TCP/IP завоевывал позиции и в других сетях. На сегодняшний день этот сетевой протокол используется как для связи компьютеров всемирной сети, так и в подавляющем большинстве корпоративных сетей.

В наши дни используется версия протокола IP, известная как IPv4, и уже готовится к активному использованию версия IPv6.

Адреса протокола IP. Согласно спецификации протокола, каждому узлу, подсоединенному к IP-сети, присваивается уникальный номер. Узел может представлять собой компьютер, маршрутизатор, межсетевой экран и др. Если один узел имеет несколько физических подключений к сети, то каждому подключению должен быть присвоен свой уникальный номер.

Этот номер, или по-другому IP-адрес, имеет длину в четыре октета, и состоит из двух частей. Первая часть определяет сеть, к

которой принадлежит узел, а вторая - уникальный адрес самого узла внутри сети:

Номер сети			Номер узла
11011100	11010111	00001110	00010110

Классическая адресная схема протокола IP. Изначально все адресное пространство разделили на пять классов: A, B, C, D и E. Такая схема получила название "классовой". Каждый класс однозначно идентифицировался первыми битами левого байта адреса. Сами же классы отличались размерами сетевой и узловой частей. Зная класс адреса, можно было определить границу между его сетевой и узловой частями. Кроме того, такая схема позволяла при маршрутизации не передавать вместе с пакетом информацию о длине сетевой части IP-адреса.

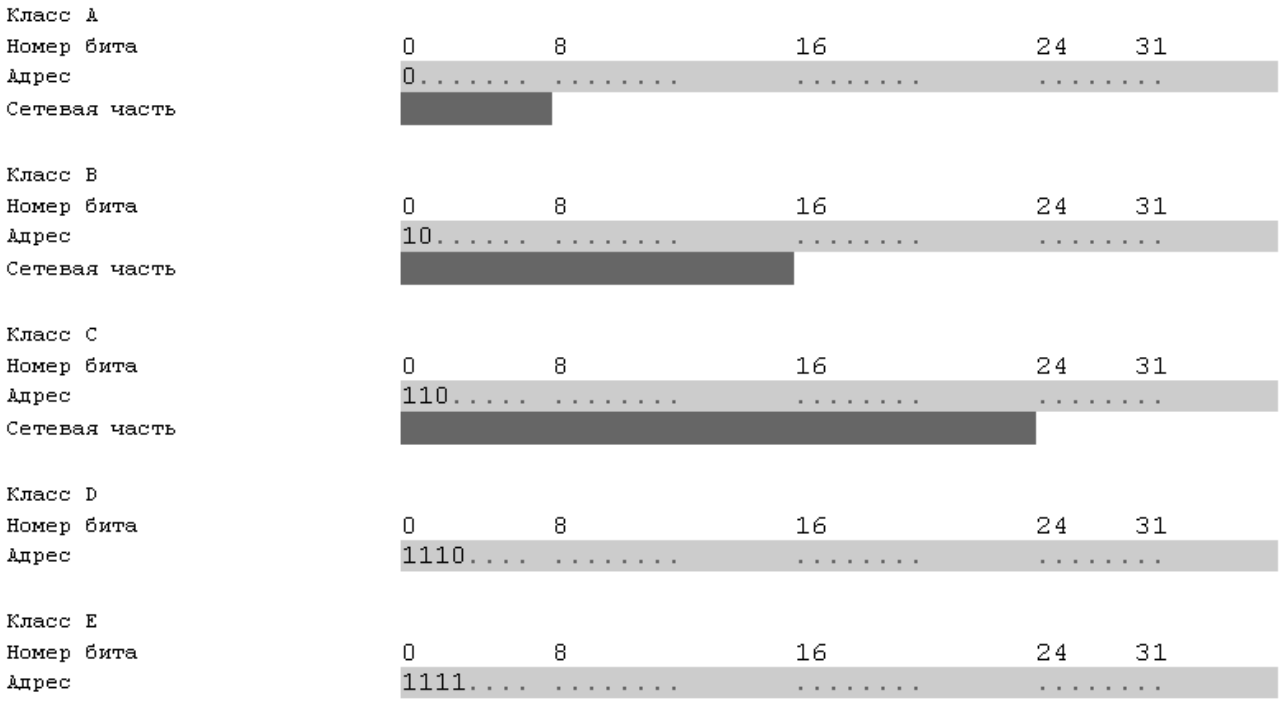

Рисунок 1 – Адресная схема протокола IP

Класс A (см. рис. 1) ориентирован на очень большие сети. Все адреса, принадлежащие этому классу, имеют 8-битный сетевой префикс, на что указывает первый бит левого байта адреса установленный в нуль. Соответственно, на идентификацию узла отведено 24 бита и каждая сеть "восьмерка" может содержать до 2^{24}-2 узлов. Два адреса необходимо отнять, поскольку адреса, содержащие в правом октете все нули (идентифицирует указанную сеть) и все

единицы (широковещательный адрес) используются в служебных целях и не могут быть присвоены узлам.

Самих же сетей "восьмерок" может быть 2^7-2. Снова мы вычитаем двойку, но это уже две служебных сети: 127/8 и 0/8 (по-старому: 127.0.0.0 и 0.0.0.0). Эти сети называются адресами петли обратной связи, предназначенной для тестирования работоспособности протокола TCP/IP и реализации механизма межпроцессного взаимодействия на локальном компьютере. Если прикладная программа помещает в поле адреса получателя пакета адрес петли обратной связи, сетевое программное обеспечение обрабатывает пакет так, будто он только что получен по сети. При этом никакие данные в сеть не посылаются. Пакеты, предназначенные для сети с префиксом 127, не должны передаваться по какой бы то ни было физической сети.

Наконец, можно заметить, что класс A содержит всего $2^7 * 2^{24} = 2^{31}$ адресов, или половину всех возможных IP-адресов.

Класс B предназначен для сетей большого и среднего размеров. Адреса этого класса идентифицируются двумя старшими битами, равными соответственно 1 и 0. Сетевой префикс класса состоит из шестнадцати бит или первых двух октетов адреса.

Поскольку два первых бита сетевого префикса заняты определяющим класс ключом, то можно задать лишь 2^{14} различных сетей. Узлов же в каждой сети можно определить до 2^{16}-2.

В некоторых источниках, для определения количества возможных сетей используется формула 2^x-2 для всех классов, а не только для A. Это связано с определенными причинами, которые более детально будут изложены ниже. На сегодняшний день нет никакой необходимости уменьшать количество возможных сетей на две.

Проведя вычисления, аналогичные приведенным для класса A, мы увидим, что класс B занимает четверть адресного пространства протокола IP.

Наконец, самый употребляемый класс сетей – класс C – имеет 24 битный сетевой префикс, определяется старшими битами, установленными в 110, и может идентифицировать до 2^{21} сетей. Соответственно, класс позволяет адресовать до 2^8-2 узлов. Занимает восьмую часть адресного пространства протокола TCP/IP.

Последние два класса занимают оставшуюся восьмую часть в адресном пространстве и предназначены для служебного (класс D) и экспериментального (класс E) использования. Для класса D старшие

четыре бита адреса установлены в 1110, для класса E - 1111. Сегодня класс D используется для групповой передачи информации.

Поскольку длинные последовательности из единиц и нулей трудно запомнить, IP адреса обычно записывают в десятичной форме. Для этого каждый октет (8 бит) адреса представляется в виде десятичного числа. Между собой октеты отделяются точкой. Иногда они обозначаются как w.x.y.z и называются "z-октет", "y-октет", "x-октет" и "w-октет".

Представление IP-адреса в виде четырех десятичных чисел разделенных точками называется "точечно-десятичной нотацией":

Октет	W	X	Y	Z
Номер бита	0	8	16	24 31
Адрес	11011100	11010111	00001110	00010110
	220	215	14	22
Точечно-десятичный формат	220.215.14.22			

Зарезервированные адреса. Как уже отмечалось, в адресной схеме протокола выделяют особые IP-адреса.

Если биты всех октетов адреса равны нулю, то он обозначает адрес того узла, который сгенерировал данный пакет. Это используется в ограниченных случаях, например в некоторых сообщениях протокола IP.

Если биты сетевого префикса равны нулю, полагается, что узел назначения принадлежит той же сети, что и источник пакета.

Когда биты всех октетов адреса назначения равны двоичной единице, пакет доставляется всем узлам, принадлежащим той же сети, что и отправитель пакета. Такая рассылка называется ограниченным широковещанием.

Наконец, если в битах адреса, соответствующих узлу назначения, стоят единицы, то такой пакет рассылается всем узлам указанной сети. Это называется широковещанием.

Специальное значение имеет, так же, адреса сети 127/8. Они используются для тестирования программ и взаимодействия процессов в пределах одной машины. Пакеты, отправленные на этот интерфейс, обрабатываются локально, как входящие. Потому адреса из этой сети нельзя присваивать физическим сетевым интерфейсам.

Организация подсетей. Очень редко в локальную вычислительную сеть входит более 100-200 узлов: даже если взять сеть с бо́льшим количеством узлов, многие сетевые среды накладывают ограничения, например, в 1024 узла. Исходя из этого, целесообразность использования сетей класса A и B весьма сомнительна. Да и использование класса C для сетей, состоящих из 20-30 узлов, тоже является расточительством.

Для решения этих проблем в двухуровневую иерархию IP-адресов (сеть - узел) была введена новая составляющая - подсеть. Идея заключается в "заимствовании" нескольких битов из узловой части адреса для определения подсети.

Полный префикс сети, состоящий из сетевого префикса и номера подсети, получил название расширенного сетевого префикса. Двоичное число, и его десятичный эквивалент, содержащее единицы в разрядах, относящихся к расширенному сетевому префиксу, а в остальных разрядах - нули, назвали маской подсети:

		Сетевой префикс		подсеть	узел
IP адрес	144.144.19.22	10010000	10010000	00010011	00010110
Маска	255.255.255.0	11111111	11111111	11111111	00000000
		Расширенный сетевой префикс			

Но маску в десятичном представлении удобно использовать лишь тогда, когда расширенный сетевой префикс заканчивается на границе октетов, в других случаях ее расшифровать сложнее. Допустим, что в примере на рис. 4 мы хотели бы для подсети использовать не 8 бит, а десять. Тогда в последнем (z-ом) октете мы имели бы не нули, а число 11000000. В десятичном представлении получаем 255.255.255.192. Очевидно, что такое представление не очень удобно, чаще используют обозначение вида "/xx", где xx - количество бит в расширенном сетевом префиксе. Таким образом, вместо указания: "144.144.19.22 с маской 255.255.255.192", мы можем записать: 144.144.19.22/26. Как видно, такое представление более компактно и понятно.

Пример разбиения на подсети. Рассмотрим локальную сеть класса C (IP адрес – 192.168.0.0, маска подсети – 255.255.255.0) с префиксом /24, в которой используется 253 адреса для пользователей. Используемый диапазон IP-адресов будет 192.168.0.1 – 192.168.0.254. Последний IP-адрес сети (192.168.0.255) называется широковещательным или броадкастом (от анг. broadcast). Для

разбиения это сети на две части необходимо использовать подсети. Так, применив маску подсети 255.255.255.128 мы получим две одинаковые подсети с диапазонами 192.168.0.0 – 192.168.0.127 и 192.168.0.128 – 192.168.0.255. При этом, IP-адреса 192.168.0.0 и 192.168.0.128 являются адресами сети (подсети) и не используются в адресации, а адреса 192.168.0.127 и 192.168.0.255 – широковещательные адреса подсетей.

Указанную маску подсети можно представить в двоичном виде: 11111111.11111111.11111111.10000000 и обозначить как /25 (по количеству единиц).

При выполнении лабораторной работы и подготовке к защите рекомендуется использовать учебную и справочную литературу [1–3].

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Выполнение лабораторной работы состоит из следующих шагов:

1. Изучение теоретических сведений.
2. Выполнение задания на лабораторную работу.
3. Защита работы.

4. ЗАДАНИЕ НА РАБОТУ

Спроектировать и отладить структуру корпоративной сети крупной фирмы, имеющей филиалы в нескольких странах и отделения в разных городах. В каждом из структурных подразделений имеется локальная вычислительная сеть (LAN), объединяющая хост-машины (рабочие станции и серверы), количество которых связано с размером соответствующего подразделения и задается по вариантам в таблице 1.

Таблица 1. Варианты задания

№	Головной офис		Филиал 1		Филиал 2	
	отделения	LAN	отделения	LAN	отделения	LAN
0	1и(10), 2(5)	70	-	35	3и(7), 4(12)	20
1	1(7), 2(18)	55	3и(15)	25	4(5)	15
2	1и(10), 2и(5), 3(4)	45	4(12)	35	-	32
3	1и(20)	65	2и(16), 3(5)	15	4и(11)	40
4	1(9), 2и(15)	75	-	30	3(7), 4и(17)	28
5	1и(9), 2(6)	63	3(10)	34	4(11)	25
6	1(12), 2и(17), 3(6)	68	4и(18)	32	-	42

7	1(20)	80	2(18), 3и(6)	14	4(14)	59
8	1и(17), 2(15)	48	-	36	3(17), 4(12)	22
9	1(9), 2и(18))	51	3и(19)	38	4и(10)	30
10	1и(10), 2и(5), 3и(4)	45	4(12)	35	-	32
11	-	65	1(9), 2и(16), 3(7)	18	4и(12)	33
12	1(10), 2и(12)	77	-	33	3и(7), 4и(12)	22
13	1и(7), 2и(18)	50	3и(19)	20	4(15)	35
14	1и(17), 2(15), 3и(9)	44	4(9)	44	-	38
15	1и(15)	60	2и(17), 3и(5)	25	4и(11)	44

В таблице вариантов задания определены требуемые размеры LAN подразделений (в графе «отделения» перечисляются имеющиеся отделения соответствующего филиала с указанием количества хостов в каждом отделении, причем буквой «и» помечены иногородние отделения данного филиала, в графе «LAN» - размер локальной сети самого филиала). Например, в первом варианте головной офис имеет LAN с 70-ю хостами, иногороднее отделение №1 с 10-ю хостами и городское отделение №2 с 5-ю хостами, а также филиал №1 с LAN с 35-ю хостами и филиал №2, который связан с иногородним отделением №3 (7 хостов), городским отделением №4 (12 хостов) и имеет собственную LAN, включающую 20 персональных компьютеров и серверов.

Сеть должна объединять все структурные подразделения корпорации и иметь трехуровневую иерархическую структуру «Головной офис» - «Филиалы» - «Отделения».

IP-адрес корпоративной сети задается номером варианта задания как:

11000011	00110000	NNNN0000	00000000

где NNNN - двоичное представление № варианта, а маска сети - 255.255.240.0.

4.1. Необходимо разбить эту сеть на логические сегменты (подсети), соответствующие LAN подразделений фирмы, так, чтобы максимально сэкономить адресное пространство с учетом перспективы расширения сети филиалов и отделений. Для расчета максимального количества узлов сети принять коэффициент расширения равный 15%.

4.2. Для реализации спроектированной структуры подобрать требуемое сетевое оборудование (коммутаторы) из набора,

предоставляемого моделирующей программой Boson Network Simulator.

4.3. Для отображения каждой из LAN в спроектированной конфигурации объединенной сети использовать не менее двух хостов.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет оформляется в соответствии с требованиями, предъявляемыми к оформлению лабораторных работ в вузе, и должен содержать:

1. Титульный лист.
2. Формулировку цели работы.
3. Постановку задачи в соответствии с заданием.
4. Подробное поэтапное описание разбиения на подсети для одной из подсетей.
5. Обозначение широковещательного адреса и адреса сети для каждой подести.
6. Выводы по работе.
7. В приложении приводится схема спроектированной компьютерной сети с обозначением всех узлов и их адресов, таблица подсетей, с указанием наименования подсети, диапазона адресов, масок подсети и перечнем узлов.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое IP-адрес? Какие существуют способы записи IP-адреса?
2. Может ли один узел иметь несколько адресов? Если да, то при каких условиях?
3. Могут ли несколько узлов иметь одинаковый адрес? Если да, то при каких условиях?
4. Можно ли назначить компьютеру адрес 127.0.0.1? Обосновать ответ.
5. Что такое маска подсети? Способы записи маски подсети.
6. Опишите принципы и цели разбиения сети на подсети.
7. Сколько существует классов сетей, и чем они отличаются?
8. Чему равно количество узлов для сети класса С?
9. Будут ли отличаться одинаковые адреса с различными масками подсети в рамках одной локальной сети?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Камер, Дуглас, Э. Сети TCP/IP, том 1. Принципы, протоколы и структура, 4-е изд. / Дуглас Э. Камер. – М.: «Вильямс», 2003. – 880 с.
2. Гук М. Аппаратные средства локальных сетей. Энциклопедия / М. Гук. – СПБ.: «Питер», 2005. – 573 с.
3. Электронная энциклопедия www.ru.wikipedia.org

Приложение А

Таблица А.1. Пример таблицы описания подсетей.

Наименование подсети	Маска подсети	Диапазон IP-адресов	Список узлов
Филиал 1. Иногороднее отделение	255.255.128.0	192.168.0.0/25	192.168.0.1 – 192.168.0.127 192.168.0.129 – 192.168.0.253

Приложение Б
Пример разбиения на подсети

Для примера рассмотрим локальную сеть с адресом сети 192.168.0.0 и маской подсети 255.255.240.0. Главный офис содержит 90 компьютеров и два отделения с 7-ю и 25-ю компьютерами. Первый филиал содержит 15 компьютеров и 8 и 37 — в отделениях. Второй филиал — 32, 32, 57 компьютеров в филиале и отделениях соответственно.

С учётом расширения 15% составим таблицу по названиям сетей и количеству компьютеров в них:

<table>
<tr><td>Исходная сеть</td><td>192.168.0.0/20</td></tr>
<tr><td>Подсети</td><td>
<table>
<tr><th>Название</th><th>Размер</th></tr>
<tr><td>Главный офис</td><td>104</td></tr>
<tr><td>Отделение 1</td><td>9</td></tr>
<tr><td>Отделение 2</td><td>29</td></tr>
<tr><td>Филиал 1</td><td>18</td></tr>
<tr><td>Отделение 1</td><td>10</td></tr>
<tr><td>Отделение 2</td><td>43</td></tr>
<tr><td>Филиал 2</td><td>37</td></tr>
<tr><td>Отделение 1</td><td>37</td></tr>
<tr><td>Отделение 2</td><td>66</td></tr>
</table>
Общее количество: 353
</td></tr>
</table>

Проверяем, хватит ли диапазона исходной сети для обеспечения нужного количества адресов. Для этого из максимально возможного префикса сети вычтем текущий (32 — 20 = 12) и рассчитаем количество компьютеров в сети $2^{12} — 2 = 4094$.

Теперь можно приступать к разбиению на подсети. Для этого округлим вверх количество компьютеров в каждой подсети до ближайшей степени двойки (например, 104 -> 128, 9 -> 16 и т.д.). Таким образом, получим максимально возможное количество компьютеров в каждой подсети. Теперь необходимо сопоставить каждой подсети соответствующую маску. Получим, например, для главного офиса: 192.168.0.0/25 ($128 = 2^7$, 32-7 = 25). Теперь можно составить итоговую таблицу:

Имя подсети	Размер	Выделенный размер	Адрес сети	Маска	Десятичная маска	Диапазон допустимых адресов
Главный офис	104	126	192.168.0.0	/25	255.255.255.128	192.168.0.1 - 192.168.0.126
Отделение 1	9	14	192.168.2.16	/28	255.255.255.240	192.168.2.17 - 192.168.2.30
Отделение 2	29	30	192.168.1.192	/27	255.255.255.224	192.168.1.193 - 192.168.1.222
Филиал 1	18	30	192.168.1.224	/27	255.255.255.224	192.168.1.225 - 192.168.1.254
Отделение 1	10	14	192.168.2.0	/28	255.255.255.240	192.168.2.1 - 192.168.2.14
Отделение 2	43	62	192.168.1.0	/26	255.255.255.192	192.168.1.1 - 192.168.1.62
Филиал 2	37	62	192.168.1.64	/26	255.255.255.192	192.168.1.65 - 192.168.1.126
Отделение 1	37	62	192.168.1.128	/26	255.255.255.192	192.168.1.129 - 192.168.1.190
Отделение 2	66	126	192.168.0.128	/25	255.255.255.128	192.168.0.129 - 192.168.0.254

Количество необходимых IP адресов: **353**

Доступно адресов в исходной сети: **4094**

Доступно адресов в разбитой сети: **544**

Для проверки правильности разбиения на подсети необходимо сложить IP-адрес из диапазона с маской подсети в двоичном виде. В результате должен получиться адрес нужной подсети. Например, возьмём IP-адрес из подсети главного офиса: 192.168.0.15. Его представление в двоичном виде: 1000000.10101000.00000000.00001111. Маска подсети 255.255.255.128 в двоичном виде будет выглядеть как 11111111.11111111.11111111.10000000. Просуммируем, получится:

1000000.10101000.00000000.00001111 +

11111111.11111111.11111111.10000000 =

1000000.10101000.00000000.00000000 -> 192.168.0.0

Теперь сравним с этой же маской подсети адрес из другого диапазона, например 192.168.1.69 (диапазон подсети второго филиала):

1000000.10101000.00000001.01000101 +

11111111.11111111.11111111.10000000 =

1000000.10101000.00000001.00000000 -> 192.168.1.0

Адрес сети не совпадает с исходным, значит узел находится в другой подсети.