

## Лабораторная работа № 4

### Адресация сетевого уровня. IP-адреса

**Цель работы:** получение навыков планирования подсетей с использованием VLSM.

#### Теоретическая часть

Для того чтобы устройство участвовало в сетевом взаимодействии с помощью протокола IP, его интерфейсу присваивается уникальный IP-адрес.

Адрес IPv4 представляет собой 32-разрядное (4 байта) двоичное поле. Для удобства восприятия и запоминания этот адрес разделяют на 4 части по 8 бит (**октеты**), каждый октет переводят в десятичное число и при записи разделяют точками. Это представление адреса называется **десятично-точечной нотацией**.

IP-адрес структурирован и состоит из двух частей: сетевой части адреса – **идентификатора сети** (*Net ID*) и **идентификатора узла** (*Host ID*), который однозначно определяет устройство в сетевом сегменте. Идентификатор сети определяет конкретную сеть или сегмент сети, в которой находится узел, и используется для передачи данных на определенный сетевой интерфейс маршрутизатора. После того как данные достигают нужной сети, они передаются уникальному узлу, исходя из идентификатора узла.

#### Формирование подсетей

В RFC 950 описана процедура разбиения сетей на подсети. Для этого в структуру IP-адреса был добавлен еще один уровень иерархии – **подсеть** (*subnetwork*). Таким образом, была создана трехуровневая иерархия в системе IP-адресации: сеть, которая содержит подсети, каждая из которых включает определенное количество узлов.

С появлением трехуровневой иерархии IP-адреса потребовались дополнительные методы, которые позволяли бы определить, какая часть адреса указывает на идентификатор подсети, а какая – на идентификатор узла. Было предложено использовать **битовую маску** (*bit mask*), которая отделяла бы часть адресного пространства идентификаторов узлов от адресного пространства идентификаторов подсети. Такая битовая маска называется **маской подсети** (*subnet mask*).

**Маска подсети** – это 32-битное число, двоичная запись которого содержит непрерывную последовательность единиц в тех разрядах, которые определяют идентификатор подсети, и непрерывную последовательность нулей в тех разрядах, которые определяют идентификатор узла. Маска записывается в десятично-точечном представлении, аналогично IP-адресу.

При использовании масок сети можно разбивать на меньшие по размеру подсети путем расширения сетевой части адреса и уменьшения узловой части. Для вычисления количества подсетей используется формула  $2^s$ , где  $s$  – количество битов, занятых под идентификатор сети из части, отведенной под идентификатор узла. Количество узлов в каждой подсети вычисляется по формуле  $2^n - 2$ , где  $n$  – количество битов, оставшихся в части, идентифицирующей узел, а два адреса – адрес подсети и широковещательный адрес – зарезервированы в каждой полученной подсети.

### **Маски подсети переменной длины (VLSM)**

Использование одной маски позволяет разбить сеть только на подсети одинакового размера, что приводит к неэффективному использованию адресного пространства, особенно, если подсети содержат разное количество узлов.

*Маска подсети переменной длины (Variable Length Subnet Mask, VLSM)* позволяет использовать более одной маски подсети внутри того же самого адресного пространства и делить сеть на подсети разных размеров. Основная идея VLSM заключается в том, что сеть можно разбить на подсети разных размеров с разными масками.

### **Бесклассовая адресация IPv4**

Бесклассовая модель адресации получила название *бесклассовой междоменной маршрутизации (Classless Inter Domain Routing, CIDR)*.

CIDR заменила фиксированные классы адресов на гибкую многоуровневую структуру сетей различных размеров и добавила агрегацию маршрутов, известную как *supernetting*.

В классовой схеме адресации IP-адрес имел три уровня иерархии: сеть, подсеть и идентификатор узла. При передаче пакета маршрутизатор определял класс адреса, а затем на его основе идентифицировал номер сети и номер узла. В CIDR для определения того, какая часть адреса идентифицирует сеть, а какая узел, используется битовая маска.

CIDR применяет концепцию VLSM, т.е. деления сети на подсети разных размеров, не к одной конкретной сети, а в целом к Интернет. По сути Интернет становится одной гигантской сетью, которая делится на некоторое количество больших подсетей. Какие-то из этих больших блоков затем разбиваются на блоки меньших размеров, которые в дальнейшем также могут быть разбиты на еще меньшие блоки. Это разбиение может происходить несколько раз, позволяя разбить адресное пространство Интернет на куски разных размеров, соответствующие требованиям организаций.

Бесклассовая адресация полностью исключает понятие классов. При бесклассовой адресации все блоки адресного пространства Интернет имеют произвольный размер.

Для того чтобы провести границу между номером сети и номером узла, CIDR использует маску подсети. Однако CIDR вместо привычной 32-х разрядной двоичной маски подсети использует *слэш-нотацию* (*slash notation*). Это метод записи с помощью косой черты «/». Количество битов, отведенных под идентификатор сети (*network ID*), которое называется длиной префикса, записывается после «/», следующей за IP-адресом – «IP-адрес/длина префикса».

### Практическая часть

**Пример 1.** Для IP-адреса **10.193.68.59** с маской подсети **255.255.248.0** определите: адрес сети, широковещательный адрес, IP-адреса первого и последнего узлов, количество узлов. Запишите результаты в таблицу 1.

Таблица 1 – Параметры сетевой архитектуры

Адрес сети	Широковещательный адрес	IP-адрес первого узла	IP-адрес последнего узла	Количество узлов

### Решение:

1. Переведем IP-адрес 10.193.68.59 и маску подсети 255.255.248.0 в двоичный вид.

	Идентификатор сети			Идентификатор узла
10.193.68.59	00001010	11000001	01000100	00111011
255.255.248.0	11111111	11111111	11111000	00000000

2. Адрес сети содержит все «0» в разрядах идентификатора узла.

	Идентификатор сети			Идентификатор узла
10.193.68.59	00001010	11000001	01000100	00111011
255.255.248.0	11111111	11111111	11111000	00000000
10.193.64.0	00001010	11000001	01000000	00000000

3. Широковещательный адрес содержит все «1» в разрядах идентификатора узла.

	Идентификатор сети			Идентификатор узла
10.193.68.59	00001010	11000001	01000100	00111011
255.255.248.0	11111111	11111111	11111000	00000000

10.193.71.255    00001010    11000001    01000111    **11111111**

4. IP-адрес первого узла на единицу больше адреса сети.

	Идентификатор сети		Идентификатор узла	
10.193.68.59	00001010	11000001	01000100	00111011
255.255.248.0	11111111	11111111	11111000	00000000
10.193.64.1	00001010	11000001	01000000	<b>00000001</b>

5. IP-адрес последнего узла на единицу меньше широковещательного адреса.

	Идентификатор сети		Идентификатор узла	
10.193.68.59	00001010	11000001	01000100	00111011
255.255.248.0	11111111	11111111	11111000	00000000
10.193.71.254	00001010	11000001	01000111	<b>11111110</b>

6. Количество узлов вычисляется по формуле  $2^n - 2$ , где  $n$  – количество бит в идентификаторе узла. Два адреса – адрес сети и широковещательный адрес – не могут быть назначены узлу.

Количество бит в идентификаторе узла:  $n = 11$

Количество узлов:  $2^n - 2 = 2^{11} - 2 = 2048 - 2 = 2046$

7. Результаты записываем в таблицу:

Адрес сети	Широковещательный адрес	IP-адрес первого узла	IP-адрес последнего узла	Кол-во узлов
10.193.64.0	10.193.71.255	10.193.64.1	10.193.71.254	2046

**Пример 2.** Администратор собирается разделить сеть **192.168.70.0/24** на **4 подсети**. В каждой подсети должно быть одинаковое количество узлов. Определите: сколько бит требуется занять из идентификатора узла, маску подсети, количество узлов в каждой подсети. Запишите результаты в таблицу 2.

Таблица 2 – Результаты деления сети на подсети

Номер подсети	Адрес подсети /префикс	Количество узлов

**Решение:**

1. Префикс **/24** соответствует маске подсети **255.255.255.0**. Поэтому идентификатор узла занимает последний октет.

2. Для вычисления подсетей используется формула  $2^s$ , где  $s$  – количество бит, занятых для идентификатора сети из идентификатора узла.

Количество планируемых подсетей:  $2^s = 4$

Количество занимаемых бит:  $s = \lceil \sqrt{4} \rceil = 2$

3. Получаем маску подсети **255.255.255.192**.

Количество бит в идентификаторе узла:  $n = 8 - 2 = 6$

Количество узлов:  $2^n - 2 = 2^6 - 2 = 64 - 2 = 62$

<b>Исходная сеть</b>	Идентификатор сети	Идентификатор узла
192.168.70.0	11000000 10101000 01000110	00000000
255.255.255.0	11111111 11111111 11111111	00000000
<b>Подсеть № 1</b>	Идентификатор сети	Идентификатор узла
192.168.70.0	11000000 10101000 01000110	00000000
255.255.255.192	11111111 11111111 11111111	11000000
<b>Подсеть № 2</b>	Идентификатор сети	Идентификатор узла
192.168.70.64	11000000 10101000 01000110	01000000
255.255.255.192	11111111 11111111 11111111	11000000
<b>Подсеть № 3</b>	Идентификатор сети	Идентификатор узла
192.168.70.128	11000000 10101000 01000110	10000000
255.255.255.192	11111111 11111111 11111111	11000000
<b>Подсеть № 4</b>	Идентификатор сети	Идентификатор узла
192.168.70.192	11000000 10101000 01000110	11000000
255.255.255.192	11111111 11111111 11111111	11000000

4. Результаты записываем в таблицу:

Номер подсети	Адрес подсети /префикс	Количество узлов
1	192.168.70.0/26	62
2	192.168.70.64/26	62
3	192.168.70.128/26	62
4	192.168.70.192/26	62

**Пример 3.** Администратор собирается разделить сеть **204.15.128.0/24** на **6 подсетей**. В четырех подсетях должно быть 10

узлов, в пятой подсети – 50 узлов, в шестой подсети – 100 узлов. Запишите результаты в таблицу 2.

**Решение:**

1. В исходной сети **204.15.128.0/24** идентификатор узла занимает 8 бит. Это позволяет адресовать 254 узла. Определим количество бит для адресации 100 узлов по формуле  $2^n - 2$ , где  $n$  – количество бит в идентификаторе узла.

Количество узлов:  $2^n - 2 = 2^7 - 2 = 128 - 2 = 126$ , следовательно, 1 бит идентификатора узла переходит в идентификатор сети и позволяет разбить исходную сеть на 2 подсети по 126 узлов.

2. Исходную сеть **204.15.128.0/24** разбиваем на 2 подсети – **204.15.128.0/25** и **204.15.128.128/25**.

Исходная сеть	Идентификатор сети	Идентификатор узла	
204.15.128.0/24	11001100 00001111 10000000	00000000	(254)
204.15.128.0/25	11001100 00001111 10000000	00000000	(126)
204.15.128.128/25	11001100 00001111 10000000	10000000	(126)

3. Подсеть **204.15.128.0/25** оставляем, а подсеть **204.15.128.128/25** разбиваем на подсети с меньшим количеством узлов. Занимаем 1 бит из идентификатора узла. Получаем 2 подсети по 62 узла – **204.15.128.128/26** и **204.15.128.192/26**.

	Идентификатор сети	Идентификатор узла	
204.15.128.128/25	11001100 00001111 10000000	10000000	(126)
204.15.128.128/26	11001100 00001111 10000000	10000000	(62)
204.15.128.192/26	11001100 00001111 10000000	11000000	(62)

4. Подсеть **204.15.128.128/26** оставляем, а подсеть **204.15.128.192/26** разбиваем на 4 подсети по 14 узлов. Для этого занимаем 2 бита из идентификатора узла.

	Идентификатор сети	Идентификатор узла	
204.15.128.192/26	11001100 00001111 10000000	11000000	(62)
204.15.128.192/28	11001100 00001111 10000000	11000000	(14)

204.15.128.208/28	11001100 00001111 10000000	11010000	(14)
204.15.128.224/28	11001100 00001111 10000000	11100000	(14)
204.15.128.240/28	11001100 00001111 10000000	11110000	(14)

5. Результаты заносим в таблицу:

Номер подсети	Адрес подсети /префикс	Количество узлов
1	204.15.128.0/25	126
2	204.15.128.128/26	62
3	204.15.128.192/28	14
4	204.15.128.208/28	14
5	204.15.128.224/28	14
6	204.15.128.240/28	14

**Задание 1.** Для IP-адреса **172.30.1.33** с маской подсети **255.255.224.0** определите: адрес сети, широковещательный адрес, IP-адреса первого и последнего узлов, количество узлов. Запишите результаты в таблицу 1.

**Задание 2.** Для IP-адреса **192.168.100.234** с маской подсети **255.255.192.0** определите: адрес сети, широковещательный адрес, IP-адреса первого и последнего узлов, количество узлов. Запишите результаты в таблицу 1.

**Задание 3.** Администратор собирается создать подсеть, в которой 1000 узлов. Какую маску подсети он должен использовать?

**Задание 4.** Администратор собирается создать подсеть, в которой 55 узлов. Какую маску подсети он должен использовать?

**Задание 5.** Для IP-адреса **172.17.99.171** с маской подсети **255.255.255.240** определите: адрес сети, широковещательный адрес, IP-адреса первого и последнего узлов, количество узлов. Запишите результаты в таблицу 1.

**Задание 6.** Администратор собирается разделить сеть **185.210.192.0/18** на **7 подсетей**. В каждой подсети должно быть одинаковое количество узлов. Определите: сколько бит требуется занять из идентификатора узла, маску подсети, количество узлов в каждой подсети. Запишите результаты в таблицу 2.

**Задание 7.** Администратор собирается разделить сеть **212.100.54.0/24** на **7 подсетей**. В четырех подсетях должно быть 2 узла, в пятой подсети – 10 узлов, в шестой подсети – 26 узлов, в седьмой подсети – 58 узлов. Запишите результаты в таблицу 2.

**Задание 8.** Администратор собирается разделить сеть **185.10.0.0/16** на **256 подсетей**. Определите: сколько бит требуется занять из идентификатора узла, маску подсети, количество узлов в каждой подсети. Запишите результаты в таблицу 2.

**Контрольные вопросы**

1. Какие адреса в сети не могут принадлежать узлу?
2. Что такое длина префикса? Как определить это значение, если известен IP-адрес и маска подсети в десятично-точечной нотации?
3. В чем заключается технология VLSM?
4. Как определить количество битов, занимаемых из идентификатора узла при выделении подсети?
5. Как определить количество узлов в подсети?