

Адресация в IP-сетях

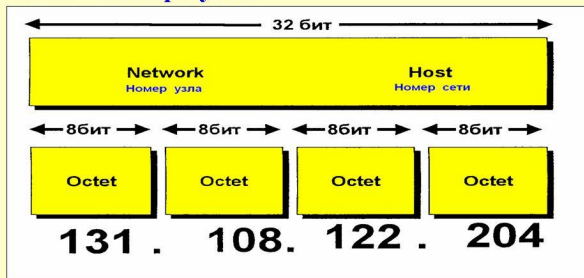
04.03.2019

КС курс 2 ПИ

Слайд - 11

❖ IP – адресация. Формат IP-адреса

IP-адрес имеет длину 4 байта (32 бита) и состоит из двух логических частей – номера сети и номера узла.



КС курс 2 ПИ

Слайд - 12

IP адресация.

Формы записи IP – адреса

Десятичная форма
(наиболее распространенная форма):

128.10.2.30

Двоичный формат:

10000000 00001010 00000010 00011110

Шестнадцатеричный формат:

80.0A.02.1D

04.03.2019

КС курс 2 ПИ

Слайд - 19

IP адресация.

Формы записи IP – адреса

Десятичная форма 128.10.2.30

Двоичный формат: 10000000 00001010 00000010 00011110

Шестнадцатеричный формат: 80.0A.02.1D

- Заметим, что запись адреса **не предусматривает специального разграничительного знака** между номером сети и номером узла.
- Вместе с тем при передаче пакета по сети часто возникает необходимость **разделить адрес** на эти две части.
- Маршрутизация, как правило, осуществляется на основании номера сети, поэтому каждый маршрутизатор, получая пакет, должен **прочитать** из соответствующего поля заголовка **адрес назначения** и **выделить** из него номер сети.
- ПРОБЛЕМА**
Каким образом маршрутизаторы определяют, какая часть из 32 бит, отведенных под IP-адрес, относится к номеру сети, а какая — к номеру узла?
- Три очевидных варианта решения этой проблемы.

04.03.2019

КС курс 2 ПИ

Слайд - 20

IP адресация.

❖ Каким образом маршрутизаторы определяют, какая часть из 32 бит, отведенных под IP-адрес, относится к номеру сети, а какая — к номеру узла?

Три варианта решения этой проблемы.

- Простейший из них состоит в использовании **фиксированной границы**. При этом все 32-битное поле адреса заранее делится на две части не обязательно равной, но фиксированной длины, в одной из которых всегда будет размещаться номер сети, в другой — номер узла.
 - Второй подход основан на использовании **маски**, которая позволяет **максимально гибко устанавливать границу** между номером сети и номером узла. При таком подходе адресное пространство можно использовать для создания множества сетей разного размера.
 - Классы адресов**. Этот способ представляет собой компромисс по отношению к двум предыдущим: размеры сетей хотя и не могут быть произвольными, как при использовании масок, но и не должны быть одинаковыми, как при установлении фиксированных границ.
- Вводится **пять классов адресов**: А, В, С, D, Е. Три из них — А, В и С — предназначены для адресации сетей, а два — D и Е — имеют специальное назначение.
- Для каждого класса сетевых адресов определено собственное положение границы между номером сети и номером узла.

04.03.2019

КС курс 2 ПИ

Слайд - 21

② Маска подсети

Маска — это число, которое **используется в паре с IP – адресом**; двоичная запись маски содержит **последовательность единиц слева** в тех разрядах, которые должны в IP – адресе интерпретироваться как номер сети.

10110010 10010100 11101001 01001000	IP-адрес 178.148.233.72
Идентификатор сети	Идентификатор узла
11111111 11111111 11111111 00000000	Маска сети 255.255.255.0
10110010 10010100 11101001 00000000	Сетевой адрес 178.148.233.0
00000000 00000000 00000000 01001000	Идентификатор узла 0.0.0.72

КС курс 2 ПИ

Слайд - 22

Операция AND

Операция выполняет побитовую операцию «и» (**логическое умножение**) над двумя двоичными числами: IP-адресом хоста и маской подсети данного хоста.

Результаты сравнения логической операций AND двух битов:

1 AND 1 = 1

1 AND 0 = 0

0 AND 1 = 0

0 AND 0 = 0

04.03.2019

КС курс 2 ПИ

Слайд - 27

КС курс 2 ПИ

Слайд - 28

❖ Формат записи маски

Поскольку маска всегда является последовательностью единиц слева, дополняемой серией нулей до 32 бит, **можно просто указывать** количество единиц, а не записывать значение каждого октета.

Обычно это записывается как "/" после адреса и количество единичных бит в маске.

Пример

192.1.1.0 /24 представляет собой адрес **192.1.1.0** с маской **255.255.255.0**

Пример:

Пусть есть IP-адрес **192.168.1.31** с маской сети в виде **префикса /24**, наша задача вычислить: адрес сети (сетевой адрес), хостовая часть (идентификатор узла).

1. **192.168.1.31/24**

2. **Переводим IP адрес в двоичную форму:**

192.168.1.31 = 11000000.10101000.00000001.00011111

3. **Переводим маску в двоичную форму:**

/24 = 11111111.11111111.11111111.00000000 = 255.255.255.0

КС курс 2 ПИ Слайд - 29

Продолжение примера

4. Умножим IP адрес на маску с помощью логической операции AND:

11000000.10101000.00000001.00011111 (IP)

AND

11111111.11111111.11111111.00000000 (Маска)

=

11000000.10101000.00000001.00000000 - Адрес сети в двоичном виде

5. **192.168.1.0/24** - Адрес сети в десятичном виде с сетевым префиксом

6. Хостовая часть - **00000000.00000000.00000000.00011111 (0.0.0.31)**

КС курс 2 ПИ Слайд - 31

Пример варианта задания на коллоквиуме:

Дан адрес и префикс: 154.253.13.120 /28

Заполнить следующую таблицу:

Тип адреса	Последний октет в двоичной форме	Последний октет в десятичной форме	Полный адрес в десятичной форме
Сети	01110000	112	154.253.13.112
Широковещательный	01111111	127	154.253.13.127
Первый используемый адрес хоста	01110001	113	154.253.13.113
Последний используемый адрес хоста	01111110	126	154.253.13.126

120 (дес.) ⇔ 01111000 (двоичная форма)

КС курс 2 ПИ Слайд - 31

③ Классы IP-адресов

Сеть класса А



0XXXXXXX hhhhhhhh hhhhhhhh hhhhhhhh

Диапазон адресов сети:

00000000 - 01111111 (1-ый октет) двоичная форма записи

0.0.0.0 - 127.0.0.0 - десятичная форма записи

Маска подсети: 255.0.0.0

Вычислить максимальное число адресов в сети по длине идентификатора можно по формуле 2^{n-2} , где n - длина идентификатора в битах.

! (0.0.0.0 - не используется, 127.0.0.0 - зарезервирован) 04.03.2019

КС курс 2 ПИ Слайд - 33

Классы IP-адресов

Сеть класса А



0XXXXXXX hhhhhhhh hhhhhhhh hhhhhhhh

Диапазон адресов сети:

00000000 - 01111111 (1-ый октет) двоичная форма записи

0.0.0.0 - 127.0.0.0 - десятичная форма записи

Маска подсети: 255.0.0.0

Макс. число хостов 16 777 214 (2^{24-2})

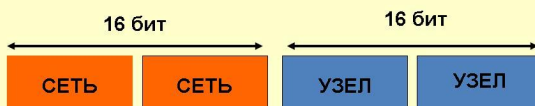
Макс. число сетей 126 (2^{7-2})

(0.0.0.0 - не используется, 127.0.0.0 - зарезервирован).

КС курс 2 ПИ Слайд - 34

Классы IP-адресов

Сеть класса В



10XXXXXX XXXXXXXX hhhhhhhh hhhhhhhh

Диапазон адресов сети:

10000000 - 10111111 (1-ый октет) двоичная форма записи

128.0.0.0 - 191.255.0.0 - десятичная форма записи

Диапазон адресов для класса: 128.0.0.0 - 191.255.255.255

Маска подсети: 255.255.0.0

Макс. число хостов 65 534 (2^{16-2})

Макс. число сетей 16 384

04.03.2019

КС курс 2 ПИ Слайд - 35

Классы IP-адресов

Сеть класса С



110XXXXX XXXXXXXX XXXXXXXX hhhhhhhh

Диапазон адресов сети:

11000000 - 11011111 (1-ый октет) двоичная форма записи

192.0.0.0 - 223.255.255.0 - десятичная форма записи

Диапазон адресов для класса: 192.0.0.0 - 223.255.255.255

Маска подсети: 255.255.255.0

Макс. число хостов 254 (2^{8-2})

Макс. число сетей 2 097 152

04.03.2019

КС курс 2 ПИ Слайд - 36

Классы IP-адресов

Сеть класса D

28 битов

Групповой адрес (Multicast)

1110 XXXX XXXXXXXX XXXXXXXX XXXXXXXX
 Диапазон адресов сети:
 11100000 - 11101111 (1-ый октет) двоичная форма записи
 Диапазон адресов для класса: 224.0.0.0 – 239.255.255.255

! Групповой адрес не делится на номера сети и узла и обрабатывается маршрутизатором особым образом.

Основное назначение групповых адресов – распространение информации по схеме «один ко многим»

КС курс 2 ПИ Слайд - 37

Групповой адрес идентифицирует группу сетевых интерфейсов, которые в общем случае могут принадлежать разным сетям.

Интерфейс, входящий в группу, получает наряду с обычным индивидуальным IP-адресом еще один групповой адрес.

Если при отправке пакета в качестве адреса назначения указан адрес класса D, то такой пакет должен быть доставлен всем узлам, которые входят в группу.

Групповые адреса используются для служебных пакетов протоколов TCP/IP

Один и тот же узел может входить в несколько групп.

В общем случае члены группы могут распределяться по различным сетям, находящимися друг от друга на произвольно большом расстоянии.

Групповой адрес не делится на номера сети и узла и обрабатывается маршрутизатором особым образом.

Основное назначение групповых адресов — распространение информации по схеме «один ко многим»

КС курс 2 ПИ Слайд - 38

Групповая рассылка (Multicast).

Адреса многоадресных рассылок позволяют источнику рассылать пакет группе устройств.

Устройства, принадлежащие к многоадресной группе, получают ее IP-адрес. Диапазон таких адресов - от 224.0.0.0 до 239.255.255.255.

Многоадресный MAC-адрес - это особое значение, которое в шестнадцатеричном формате начинается с 01-00-5E.

Узел-отправитель
 IP-адрес: 192.168.1.5
 MAC-адрес: 00-07-E9-63-CE-53

Многоадресные IP-адреса и MAC-адреса получателя рассылает пакет/кадр определенной группе узлов

01-00-5E-0F-64-C5 00-07-E9-63-CE-53 224.15.100.197 192.168.1.5 Данные пользователя Концевая метка

MAC-адрес получателя MAC-адрес отправителя IP-адрес получателя IP-адрес отправителя IP-пакет

КС курс 2 ПИ Слайд - 39

Классы IP-адресов

Сеть класса E

27 битов

Зарезервированные адреса

11110 XXXX XXXXXXXX XXXXXXXX XXXXXXXX
 Диапазон адресов сети:
 11110000 - 11110111 (1-ый октет) двоичная форма записи
 Диапазон адресов для класса: 240.0.0.0 – 247.255.255.255

! Зарезервирован для использования в будущем и сейчас не применяется.

04.03.2019

КС курс 2 ПИ Слайд - 40

Старшие разряды

Н биты	0	1	2	3	4	5	6	7	8	16	24	31		
Класс A	0	адрес сети (1-126)							адрес узла					
Класс B	1	0	адрес сети						адрес узла					
Класс C	1	1	0	адрес сети						адрес узла				
Класс D	1	1	1	0	групповые адреса узлов									
Класс E	1	1	1	1	0	резерв								

Двоичный адрес → 110011001111011011101001111111
 Десятичный адрес → 204.251.122.127

адрес сети | адрес узла

Класс A 0 0 0 0 0 0 0 0 1-126

Класс B 0 0 0 0 0 0 0 0 128-191

Класс C 0 0 0 0 0 0 0 0 192-223

2 0 4 2 5 1 1 2 2 1 2 7 ← IP-адрес

адрес сети класса C | адрес узла

110011001111011011101001111111

маска подсети

КС курс 2 ПИ Слайд - 43

❖ Недостатки деления адресов на классы

Имеем только три вида компьютерных сетей – **крупные** (класс A), **средние** (класс B) и **малые** (класс C)

Наблюдается дефицит IP-адресов.
 Конечно одним из решений этой проблемы может стать IP-адресация шестой версии – IPv6.
 Но пока еще повсеместно используется четвертая версия.

Если выделена сеть классов A-C, то вся сеть будет единой, администратор сети не может поделить ее на внутренние подсети. Очень трудно организовать права доступа на различные ресурсы сети.

Таким образом, в определенный момент времени возникает задача более гибкой адресации.

Эта задача была решена путем разработки технологии маски переменной длины - VLSM

КС курс 2 ПИ Слайд - 44

❖ Понятие общих и частных IP-адресов

Существующие IP-адреса можно поделить на две группы, а именно общие и частные:

- Общие адреса**, как правило, используются на компьютерах, которые напрямую подключены к сети Интернет.
- Компьютеры, которые подключаются только к внутренней локальной сети используют IP-адреса, которые называются **частными или серыми**.

04.03.2019

КС курс 2 ПИ Слайд - 45

❖ О распределении IP-адресов

При проектировании составной сети одной из основных задач администратора является распределение IP-адресов и их назначение узлам сети

- Если сеть работает автономно, то назначение IP-адресов произвольно. То есть, администратор может выбирать адреса произвольным образом.
- Диапазоны адресов в стандартах Internet, рекомендуемых для локального применения (частные или серые номера):
 - в классе A – сеть 10.0.0.0; диапазон адресов: 10.0.0.1 - 10.255.255.254
 - в классе B – диапазон из 16 номеров сетей: 172.16.0.0 – 172.31.0.0; диапазон адресов: 172.16.0.1 - 172.31.255.254
 - в классе C – диапазон из 256 сетей: 192.168.0.0 – 192.168.255.0; диапазон адресов: 192.168.0.1 – 192.168.255.254

Рекомендуемые диапазоны выбраны из разных классов и они не обрабатываются маршрутизаторами глобальной сети Internet

КС курс 2 ПИ Слайд - 46

- Любая организация может использовать IP-адреса из этих блоков без согласования с ICANA или Internet-регистраторами.
- В результате эти адреса используются во множестве организаций.
- Таким образом, **уникальность** адресов сохраняется **только в масштабе одной** из нескольких организаций, согласованно использующих общий блок адресов.

Слайд - 47

49

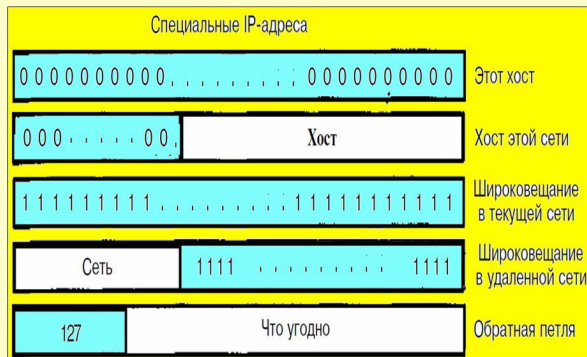
- Это диапазон адресов класса В, зарезервированных для динамического назначения адресов **в отсутствие DHCP-сервера**.

Такая система адресации называется **автоматической частной IP-адресацией** (Automatic Private IP Addressing, **APIPA**).

Адреса из этого диапазона получают рабочие станции, настроенные как DHCP-клиенты, если DHCP-сервер не доступен.

Слайд - 49

55



Слайд - 55

57

- 3) Если все двоичные разряды IP-адреса равны 1 – **255.255.255.255**,
 - то пакет с таким адресом назначения должен рассылаться **всем узлам, находящимся в той же сети, что и источник этого пакета**.
 - Такой адрес называется **ограниченным широковещательным (limited broadcast)**.
 - Ограниченность в данном случае означает, **что пакет не выйдет за границы данной сети не при каких условиях**.
- 4) Если в поле адреса назначения в разряде, соответствующих **номеру узла, стоят только единицы** (например, **X.Y.Z.255**),
 - то пакет, имеющий такой адрес, **рассылается всем узлам сети, номер которой указан в адресе назначения**.
 - Например, пакет с адресом 192.190.21.255 будет направлен всем узлам сети 192.190.21.0.
 - Такой тип адреса называется **широковещательным (broadcast)**.

Слайд - 57

- Так, например, функции по распределению IP-адресов в Европе ICANN делегировал Координационному Центру RIPE (RIPE NCC, The RIPE Network Coordination Centre, **RIPE – Réseaux IP Européens**). В свою очередь, этот центр делегирует часть своих функций региональным организациям.

Слайд - 48

50

- **Unicast** – *индивидуальный адрес*
(адресует отдельный сетевой интерфейс)
- **Broadcast** – *широковещательный адрес*
(адресует все интерфейсы заданной подсети)
- **Multicast** – *групповой адрес*
(адресует группу интерфейсов, возможно принадлежащих разным подсетям)

Слайд - 50

56

- 1 Если IP-адрес состоит только из двоичных нулей — **0.0.0.0**, то он называется **неопределенным адресом** и обозначает **адрес того узла, который сгенерировал этот пакет**. Это шок. Адрес такого вида в особых случаях помещается в заголовок IP-пакета в **поле адреса отправителя**.
- 2 Если в поле **номера сети** стоят только нули — **0.0.X.Y**, то по умолчанию считается, что узел назначения **принадлежит той же самой сети, что и узел, который отправил пакет**. Такой адрес также может быть использован только в качестве **адреса отправителя**.

Слайд - 56

58

- 5 Особый смысл имеет IP-адрес, первый октет которого равен 127, то есть **127.x.y.z**
 - Этот адрес является **внутренним адресом стека протоколов** компьютера (или маршрутизатора).
 - Он используется **для тестирования программ**, а также для организации работы клиентской и серверной частей приложения, установленных на одном компьютере.
 - Когда программа посылает данные по IP-адресу **127.x.y.z**, то данные **не передаются в сеть, а возвращаются модулям** верхнего уровня того же компьютера **как только что принятые**.
 - Адрес **127.0.0.0** зарезервирован для тестирования сетевого программного обеспечения узла методом обратной передачи без реальной отправки пакета по сети.
 - Маршрут перемещения данных образует «петлю», поэтому этот адрес **127.0.0.0** называется **адресом обратной петли (loopback)**.
 - В IP-сети **запрещается** присваивать сетевым интерфейсам IP-адреса, **начинающиеся со значения 127**.

Слайд - 58

Соглашения о специальных адресах

59

- **0.0.0.0** – адрес узла, который сгенерировал этот пакет. Этот хост.
- **0.0.x.y** - узел назначения принадлежит той же самой сети, что и узел, который отправил пакет.
- **255.255.255.255** - пакет с таким адресом назначения должен рассылаться всем узлам, находящимся в той же сети, что и источник этого пакета. Такой адрес называется **ограниченным широковещательным (limited broadcast)**. Ограниченность в данном случае означает, что пакет не выйдет за границы данной подсети ни при каких условиях.
- **x.y.z.255** - пакет, имеющий такой адрес, рассылается всем узлам сети, номер которой указан в адресе назначения. Например, пакет с адресом **192.190.21.255** будет направлен всем **254** узлам сети **192.190.21.0**. Такой тип адреса называется **широковещательным (broadcast)**.
- адрес **127.x.y.z** зарезервирован для тестирования сетевого программного обеспечения узла методом обратной передачи без реальной отправки пакета по сети (**loopback**).

КС курс 2 ПИ

Слайд - 59

Зарезервированные IP-адреса

Блок адресов CIDR	Описание	Документ
0.0.0.0/8	Эта же сеть (только как адрес отправителя)	RFC 1700
10.0.0.0/8	Частная сеть (в диапазоне класса А)	RFC 1918
14.0.0.0/8	Общедоступные сети данных (доступны до 2008-02-10)	RFC 1700
127.0.0.0/8	Сеть адресов для Loopback - тестирования	RFC 3330
128.0.0.0/16	Зарезервировано (IANA)	RFC 3330
169.254.0.0/16	Link-Local (автоконфигурирование хостов в сетях Microsoft)	RFC 3927
172.16.0.0/12	Частные сети (в диапазоне класса В)	RFC 1918
191.255.0.0/16	Зарезервировано (IANA)	RFC 3330
192.0.0.0/24	Зарезервировано (IANA)	RFC 3330
192.0.2.0/24	Документирование и примеры кода	RFC 3330
192.88.99.0/24	Передача (преобразование) данных из IPv6 в IPv4	RFC 3068
192.168.0.0/16	Частные сети (в диапазоне класса В)	RFC 1918
198.18.0.0/15	Сеть тестирования (benchmark tests)	RFC 2544
223.255.255.0/24	Зарезервировано (IANA)	RFC 3330
224.0.0.0/4	Multicasts (бывший класс D)	RFC 3171
240.0.0.0/4	Зарезервировано (бывший класс E)	RFC 1700
255.255.255.255	Широковещательная рассылка (Broadcast)	

КС курс 2 ПИ

Слайд - 60