**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 1.**

**Тема: «Работа с IP-адресами».**

**Цели** работы «Утилиты командной строки» - формирование у студентов базовых знаний и компетенций в сфере организации и функционирования локальных информационно-вычислительных сетей и глобальной сети Интернет, необходимых для решения профессиональных задач, а также получение студентами практических умений и навыков построения, установки, конфигурирования, настройки, защиты, использования и сопровождения сетей в различных режимах функционирования.

**Задачи** работы:

научить студентов разбираться в базовых сетевых технологиях, принципах и протоколах маршрутизации, стеке TCP/IP, адресации в IP-сетях;

**Двоичная и десятичная форма записи адресов**

Адресация является важнейшей функцией протоколов сетевого уровня, которая обеспечивает обмен данными между узлами вне зависимости от того, находятся ли они в одной сети или в разных сетях.

**IP-адрес — уникальный сетевой адрес узла в компьютерной сети, построенной на основе стека протоколов TCP/IP** (TCP/IP – это набор интернет-протоколов, о котором мы поговорим в дальнейших статьях). IP-адрес представляет собой серию из 32 двоичных бит (единиц и нулей). Так как человек невосприимчив к большому однородному ряду чисел, такому как этот 11100010101000100010101110011110 (здесь, к слову, 32 бита информации, так как 32 числа в двоичной системе), было решено разделить ряд на четыре 8-битных байта и получилась следующая последовательность: 11100010.10100010.00101011.10011110. Это не сильно облегчило жизнь и было решение перевести данную последовательность в, привычную нам, последовательность из четырёх чисел в десятичной системе, то есть 226.162.43.158. 4 разряда также называются **октетами**. Данный IP адрес определяется протоколом **IPv4**. По такой схеме адресации можно создать **более 4 миллиардов IP-адресов**.

Протоколы IPv4 иIPv6 осуществляют иерархическую адресацию пакетов данных.

IPv4-адрес является иерархическим адресом, который состоит из двух частей: адреса сети и адреса узла. Биты в сетевой части адреса должны быть одинаковыми у всех устройств, находящихся в одной сети. Биты в узловой части адреса должны быть уникальными для каждого узла в этой сети.

Если два узла имеют одинаковую битовую комбинацию в сетевой части адреса, то эти два узла находятся в одной и той же сети.

IP-адрес имеет длину 4 байта и обычно записывается в виде четырех чисел, представляющих значения каждого байта в десятичной форме и разделенных точками, например:

128.10.2.30 - традиционная десятичная форма записи IP-адреса,

1000 0000 0000 1010 0000 0010 0001 1110 - двоичная форма записи этого же

адреса.

Эти 8-битные блоки, разделенные точками, называются октетами.

Максимальным возможным числом в любом октете будет **255** (так как в двоичной системе это 8 единиц), а минимальным – **0**

Чтобы переводить числа из двоичной в десятичную систему счисления, нужно понимать позиционную систему счисления. Принцип позиционной системы счисления заключается в том, что значение цифры определяется ее «позицией» в последовательности цифр. Наиболее распространенная система счисления — десятичная (с основанием 10).

Для преобразования двоичного IPv4-адреса в десятичный эквивалент с точкой-разделителем сначала следует разделить IPv4-адрес на четыре 8-битных октета.

Затем нужно внести двоичное позиционное значение в качестве двоичного числа первого октета и выполнить соответствующее вычисление.

Например, предположим, что IPv4-адрес узла —

11000000.10101000.00001011.00001010

Для преобразования двоичного адреса в десятичный формат, используем калькулятор Windows. В результате получим значение 192. Это число составит первый октет десятичной записи с точкой-разделителем.

Затем аналогично преобразуем второй октет = 168, преобразуем третий октет и получим значение =11.

И, наконец, рассчитаем последний четвертый октет IP-адреса, как показано в таблице 1.4, и получим значение 10.

Конечный результат: 192.168.11.10.

Для обратного преобразования может использоваться тот же калькулятор.

В качестве примера рассмотрим полученный нами адрес IP-адрес 192.168.11.10.

Получим, что IPv4-адрес узла — 11000000.10101000.00001011.00001010.

**Формат IP-адреса**

Для определения сетевой и узловой частей адреса используется маска подсети.

Единицы в маске подсети определяют сетевую часть, а нули — узловую часть.

Чтобы определить сетевой адрес IPv4-узла, к IPv4-адресу и маске подсети побитово применяется логическая операция И.

Логическое И — это сравнение двух битов: 1 И 1 = 1

1 И 0 = 0

0 И 1 = 0

0 И 0 = 0

Применение логической операции И к адресу и маске подсети в результате дает сетевой адрес.

В качестве примера использования операции И для определения сетевого адреса рассмотрим узел с IPv4-адресом 192.168.10.10 и маской подсети 255.255.255.0.

192.168.10.10 = 11000000.10101000.00001010.00001010

255. 255. 255.0 = 11111111.11111111.11111111.00000000

11000000.10101000.00001010.00001010

И

11111111.11111111.11111111.00000000

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

11000000.10101000.00001010.00000000

Адрес сети: 11000000.10101000.00001010.00000000 = 192.168.10.0

Таким образом, узел 192.168.10.10 находится в сети 192.168.10.0 255.255.255.0.

Представление сетевых адресов и адресов узлов путем в виде маски подсети в десятичном формате с точкой-разделителем может быть очень громоздким. Сейчас обычно используется альтернативный, более простой, способ определения маски подсети, называемый **длиной префикса**.

Длина префикса означает количество бит в маске подсети, расположенных подряд и равных единице, отсчитываемое от начала адреса и до первого нуля. Она обозначается наклонной чертой вправо («/»), после которой идет подсчитанное количество единиц, например, для маски подсети 255.0.0.0 = 11111111.00000000.00000000.00000000 длина префикса будет обозначаться /8. А для маски подсети 255.255.255.252=11111111.11111111.11111111.11111100 длина префикса будет равна /30.

На рисунке 1.1 в первом столбце перечислены различные маски подсети, которые могут использоваться с адресом узла.

Во втором столбце указан полученный 32-битный двоичный адрес. В последнем столбце указана полученная длина префикса.



Рис. 1.1 Представление маски подсети через длину префикса

**Типы IP-адресов**

Адрес и маска подсети ссылаются на конкретную сеть.

Все узлы в сети имеют **один сетевой** адрес. В узловой части сетевого адреса представлены только нули.

Каждому сетевому адресу соответствуют набор адресов узлов, плюс один широковещательный адрес.

Адреса узлов – уникальные IP-адреса, назначаемые узлам и устройствам. В узловой части могут быть нули и единицы, но не могут быть только нули или только единицы.

Адрес первого узла – IP-адрес первого доступного узла в сети. Узловая часть всегда содержит одни нули и заканчивается на 1.

Адрес последнего узла – IP-адрес последнего доступного узла в сети. Узловая часть всегда содержит одни единицы и заканчивается на 0.

Широковещательный адрес – специальный адрес, обменивающийся данными со всеми узлами в сети. Например, если узел отправляет пакет на сетевой IPv4-адрес, пакет получат все другие узлы в этой сети. Для широковещательной рассылки используется верхний адрес диапазона сети.

В узловой части — одни единицы.

**Например, для сети 192.168.10.0 /24 (все нули в узловой части – в последнем октете) адрес первого узла - 192.168.10.1 /24 (последний октет содержит все 0 и заканчивается на 1), адрес последнего узла - 192.168.10.254 /24 (последний октет содержит все 1 и заканчивается на 0), широковещательный адрес - 192.168.10.255 (последний октет содержит все 1)**

Узел, успешно подключенный к сети, может обмениваться данными с другими устройствами одним из трех способов.

* − Одноадресная рассылка — процесс отправки пакета с одного узла на другой конкретный узел.
* − Широковещательная рассылка — процесс отправки пакета с одного узла на все узлы в сети.
* − Многоадресная рассылка — процесс отправки пакета с одного узла выбранной группе узлов, возможно, в различных сетях.

Одноадресная рассылка используется для обычного обмена данными между узлами как в сети типа «клиент/сервер», так и в одноранговой сети. Для одноадресной рассылки пакетов в качестве адреса назначения используются адреса устройства назначения.

Широковещательная передача используется для отправки пакетов всем узлам в сети через широковещательный сетевой адрес. Пакет широковещательной рассылки содержит IPv4-адрес назначения, в узловой части которого присутствуют только единицы. Это означает, что пакет получат и обработают все узлы в локальной сети (домене широковещательной рассылки). Широковещательные рассылки предусмотрены во многих сетевых протоколах, например DHCP.

Когда узел получает пакет, отправленный на широковещательный сетевой адрес, узел обрабатывает пакет так же, как и пакет, отправленный на адрес одноадресной рассылки.

Многоадресная рассылка уменьшает трафик, позволяя узлу отправлять один пакет выбранной группе узлов, которые подписаны на группу многоадресной рассылки. Для многоадресной рассылки в протоколе IPv4 зарезервированы адреса от 224.0.0.0 до 239.255.255.255. Групповые IPv4-адреса от 224.0.0.0 до 224.0.0.255 зарезервированы для многоадресной рассылки в пределах локальной сети. Эти адреса используются для групп многоадресной рассылки в локальной сети.

**Бесклассовая адресация**

В конце 1990-х классовая адресация была заменена более новой и актуальной бесклассовой системой адресации (Classless InterDomain Routing - CIDR).

Было введено понятие длины маски сети.

Маска подсети — [битовая маска](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D0%BC%D0%B0%D1%81%D0%BA%D0%B0) для определения по [IP-адресу](https://ru.wikipedia.org/wiki/IP-%D0%B0%D0%B4%D1%80%D0%B5%D1%81) адреса подсети и адреса узла (хоста, компьютера, устройства) этой подсети. В отличие от IP-адреса маска подсети не является частью [IP-пакета](https://ru.wikipedia.org/wiki/IP#Пакет).

Благодаря маске можно узнать, какая часть [IP-адреса](https://ru.wikipedia.org/wiki/IP-%D0%B0%D0%B4%D1%80%D0%B5%D1%81) [узла сети](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%B7%D0%B5%D0%BB_%D1%81%D0%B5%D1%82%D0%B8) относится к адресу сети, а какая — к адресу самого узла в этой сети.

К примеру, если у нас длина маски сети равна 19 бит, то маска сети будет иметь следующий вид:

Маска подсети: 11111111 11111111 11100000 00000000 (255.255.224.0)

В случае более сложной маски:

IP-адрес: 11000000 10101000 00000001 00000010 (192.168.1.2)

Маска подсети: 11111111 11111111 11111110 00000000 (255.255.254.0)

Адрес сети: 11000000 10101000 00000000 00000000 (192.168.0.0)

Легенда:

* часть маски, определяющая адрес сети и состоящая из единиц;
* адрес сети, который определяется маской подсети;
* диапазон адресов устройств в этой сети.

Рассмотрим пример записи ***диапазона IP-адресов*** в виде 10.96.0.0/11.

В этом случае маска подсети будет иметь двоичный вид 1111\_1111.1110\_0000.0000\_0000.0000\_0000, или то же самое в десятичном виде: 255.224.0.0.

11 разрядов IP-адреса отводятся под ***адрес сети***, а остальной 32-11=21 разряд полного адреса (~~1111\_1111.111~~0\_0000.0000\_0000.0000\_0000) — под локальный адрес в этой сети.

Итого, 10.96.0.0/11 означает диапазон адресов от 10.96.0.0 до 10.127.255.255.

Допустим, у нас есть **IP-адрес** 12.34.56.78 и маска сети /19.

Чтобы получить **адрес сети**, зная **IP-адрес** и **маску подсети**, необходимо применить к ним операцию логическое И (логическое умножение).

Для получения широковещательного адреса внутри сети необходимо выполнить операцию логическое ИЛИ(логическое сложение) адреса сети (или любой IP-адрес внутри этой сети) и инверсии маски сети:

IP-адрес: 00001100 00100010 00111000 01001110 (12.34.56.78)

Маска подсети: 11111111 11111111 11100000 00000000 (255.255.224.0)

Адрес сети: 00001100 00100010 00100000 00000000 (12.34.32.0)

Инверсия маски: 00000000 00000000 00011111 11111111 (0.0.31.255)

Широков. адрес: 00001100 00100010 00111111 11111111 (12.34.63.255)

**Примеры решения задач**

**Задание 1**.

По данному IP-адресу: 110.157.233.184/8 получить

* маску сети в десятичном формате
* IP-адрес сети,
* IP-адрес широковещательной рассылки в данной сети

Решение:

маска сети 255.0.0.0

при маске сети равной первому октету, адрес сети будет включать только первый октет, поэтому адрес сети 110.0.0.0

адрес широковещат. рассылки 110.255.255.255

**Задание 2.**

Используйте IP-адреса из задания I и соответствующую длину маски сети, чтобы получить IP-адрес сети, маску сети и IP-адрес широковещательной рассылки в данной сети: 110.157.233.184/12

Сначала необходимо получить маску сети в явном виде: /12 — это 12 единичных бит от 32 бита направо

11111111.11110000.00000000.00000000 или через калькулятор просчитаем в десятичном виде 255.240.0.0

Так как результат логического «И» байтового значения с 0 и 255 очевиден, то нам необходимо получить представление в двоичном виде лишь второго октета нашего IP-адреса.

Чтобы получить адрес сети, нам необходимо выполнить операцию логического И между IP-адресом и маской сети:

110.10011101.233.184 И (\*)

255.11110000. 0. 0

-----------------------------

110.10010000. 0. 0 =

110.144.0.0 — адрес сети

Чтобы получить адрес широковещательной рассылки, необходимо выполнить операцию логического И между IP-адресом и инверсией маски сети.

Получим инверсию маски сети: 00000000.00001111.11111111.11111111

или в десятичном виде 0.15.255.255

Тогда: 110.10011101.233.184 ИЛИ(+)

0.00001111.255.255

-----------------------------

110.10011111.255.255 = 110.159.255.255 — адрес широковещательной рассылки

**Задание 3**.

Является ли данная маска сети правильной, и какова ее длина в битах: 255.254.0.0

По определению маска сети является непрерывной последовательностью битов 1 от старшего разряда, после которых идут только биты 0. Поэтому необходимо перевести в двоичное представление указанные маски и проверить этот факт.

В двоичном виде 255.254.0.0 представимо как: 11111111.11111110.00000000.00000000

Как мы видим последовательность единиц идет от старшего бита IP адреса и является непрерывной, следовательно, эта маска является правильной и имеет длину 15 бит.

**Задание 4.**

Является ли данный IP-адрес адресом сети с указанной длиной маски сети: 228.0.0.0/3

Получим маску сети в явном виде: /3 — это 3 единичных бит от 31 бита направо 11100000.0.0.0 = 224.0.0.0

Нам необходимо получить адрес сети по данному IP-адресу.

11100100.0.0.0 И (\*)

11100000.0.0.0

--------------------

11100000.0.0.0 = 224.0.0.0 — адрес сети

Так как 224.0.0.0 не равен 228.0.0.0, то 228.0.0.0 не может выступать в качестве адреса сети с маской /3.

**Задание 5.**

Принадлежат ли указанные IP-адреса к одной подсети: 135.95.4.150 -135.96.221.49/15

Чтобы узнать принадлежат ли адреса к одной подсети, необходимо получить адрес сети для каждого из адресов и сравнить адреса сетей.

Получим маску сети в явном виде: /15 — это 15 единичных бит от 31 бита направо 11111111.11111110.0.0 = 255.254.0.0

Так как в нашей маске отличным от 0 и 255 является второй байт, то при выполнении операции логического И нам необходимо расписывать в двоичном виде только второй байт IP-адресов.

135.01011111. 4.150 И (\*)

255.11111110. 0. 0

-----------------------------

135.01011110. 0. 0 = 135.94.0.0 — адрес сети для 1-ого IP-адреса

135.01100000.221. 49 И

255.11111110. 0. 0

-----------------------------

135.01100000. 0. 0 = 135.96.0.0 — адрес сети для 2-ого IP-адреса Адреса сетей не совпадают, значит указанные в задании IP-адреса не могут лежать в одной подсети с длиной маски 15 бит.

**Задание 6.**

Определить максимальную длину маски сети, чтобы указанные IP адреса находились в одной сети: 24.177.20.45 - 24.177.23.169

Чтобы определить максимальную длину маски сети необходимо перевести в двоичное представление оба адреса и посчитать число совпадающих бит, начиная со старшего бита, до первого различия.

В нашем задании первые два байта IP-адресов совпадают, и поэтому их не нужно переводить в двоичное представление.

Так как каждый байт — это 8 бит, то мы уже имеем 8 \* 2 = 16 совпадающих бит.

Рассмотрим третий байт IP-адресов.

В двоичном виде (не забываем про незначащие разряды, которые равны 0!):

20 = 0 0 0 1 0 1 0 0

23 = 0 0 0 1 0 1 1 1

В третьем байте совпадают 6 бит. Таким образом, всего совпадает 16 + 6 = 22 бит. Поэтому максимальная длина маски сети, при которой оба указанных IP-адреса будут лежать в одной подсети — это 22 бит.