

12 (базовый уровень, время – 2 мин)

Тема: Компьютерные сети. Адресация в Интернете.

Что нужно знать:

- адрес документа в Интернете (URL = *Uniform Resource Locator*) состоит из следующих частей:
 - протокол, чаще всего **http** (для Web-страниц) или **ftp** (для файловых архивов)
 - знаки **://**, отделяющие протокол от остальной части адреса
 - доменное имя (или IP-адрес) сайта
 - каталог на сервере, где находится файл
 - имя файла
- принято разделять каталоги не обратным слэшем «\» (как в *Windows*), а прямым «/», как в системе *UNIX* и ее «родственниках», например, в *Linux*
- пример адреса (URL) `http://www.vasya.ru/home/user/vasya/qu-qu.zip`
здесь желтым маркером выделен протокол, фиолетовым – доменное имя сайта, голубым – каталог на сайте и серым – имя файла
- каждый компьютер, подключенный к сети Интернет, должен иметь собственный адрес, который называют IP-адресом (IP = *Internet Protocol*)
- IP-адрес компьютера – это 32-битное число; для удобства его обычно записывают в виде четырёх чисел, разделенных точками; каждое из этих чисел находится в интервале 0...255, например: **192.168.85.210**
- IP-адрес состоит из двух частей: адреса сети и адреса узла в этой сети, причём деление адреса на части определяется маской – 32-битным числом, в двоичной записи которого сначала стоят единицы, а потом – нули:

	адрес сети	адрес узла
IP-адрес	[]	
маска	11.....11	00.....00

Та часть IP-адреса, которая соответствует единичным битам маски, относится к адресу сети, а часть, соответствующая нулевым битам маски – это числовой адрес узла.

- если два узла относятся к одной сети, то адрес сети у них одинаковый

Пример задания:

P-08. Два узла, находящиеся в одной сети, имеют IP-адреса 118.222.130.140 и 118.222.201.140. Укажите наибольшее возможное значение третьего слева байта маски сети. Ответ запишите в виде десятичного числа.

Решение:

- 1) первые два числа обоих адресов, 118.222, одинаковые, поэтому возможно, что оба эти числа относятся к адресу сети (а возможно и нет, но в этом случае третий байт маски будет нулевой!)
- 2) в третьем числе адреса различаются (130 и 201), поэтому третье число не может относиться к адресу сети целиком
- 3) чтобы определить возможную границу «зоны единиц» в маске, переведём числа 130 и 201 в двоичную систему счисления и представим в 8-битном коде:

$$130 = 128 + 2 = 10000010_2$$

$$201 = 128 + 64 + 8 + 1 = 11001001_2$$
- 4) в двоичном представлении обоих чисел выделяем одинаковые биты слева – совпадает всего один бит; поэтому в маске единичным может быть только один старший бит
- 5) таким образом, максимальное значение третьего байта маски – $10000000_2 = 128$
- 6) Ответ: **128**.

Ещё пример задания:

P-07. В терминологии сетей TCP/IP маска сети – это двоичное число, меньшее 2^{32} ; в маске сначала (в старших разрядах) стоят единицы, а затем с некоторого места нули. Маска определяет, какая часть IP-адреса узла сети относится к адресу сети, а какая – к адресу самого узла в этой сети. Обычно маска записывается по тем же правилам, что и IP-адрес – в виде четырёх байт, причём каждый байт записывается в виде десятичного числа. Адрес сети получается в результате применения поразрядной конъюнкции к заданному IP-адресу узла и маске.

Например, если IP-адрес узла равен 221.32.255.131, а маска равна 255.255.240.0, то адрес сети равен 221.32. 240.0.

Для узла с IP-адресом 124.128.112.142 адрес сети равен 124.128.64.0. Чему равен третий слева байт маски? Ответ запишите в виде десятичного числа.

Решение:

- 1) вспомним, что в маске сначала стоят все единицы (они выделяют часть IP-адреса, которая соответствует адресу подсети), а затем – все нули (они соответствуют части, в которой записан адрес компьютера)
- 2) для того, чтобы получить адрес подсети, нужно выполнить поразрядную логическую операцию «И» между маской и IP-адресом (конечно, их нужно сначала перевести в двоичную систему счисления)
 IP-адрес: 124.128.112.142 = 11011101.10000000.01110000.10001110
 Маска: ????.????.????.??? = ??????????.?????????.?????????.?????????
 Подсеть: 124.128. 64. 0 = 11011101.10000000.01000000.00000000
- 3) Биты, которые выделены жёлтым фоном, изменились (обнулились!), для этого соответствующие биты маски должны быть равны нулю (помним, что $X \text{ и } 1 = X$, а $X \text{ и } 0 = 0$)
- 4) С другой стороны, слева от самого крайнего выделенного бита стоит 1, поэтому этот бит в маске должен быть равен 1
- 5) Поскольку в маске сначала идет все единицы, а потом все нули, маска готова, остаётся перевести все числа из двоичной системы в десятичную:
 Подсеть: 124.128. 64. 0 = 11011101.10000000.01000000.00000000
 Маска: 255.255.192.000 = 11111111.11111111.11000000.00000000
- 6) Нам нужно только третье число, оно равно 192 (кстати, первое и второе всегда равны 255).
- 7) Ответ: 192.

Ещё пример задания:

P-06. В терминологии сетей TCP/IP маской сети называют двоичное число, которое показывает, какая часть IP-адреса узла сети относится к адресу сети, а какая – к адресу узла в этой сети. Адрес сети получается в результате применения поразрядной конъюнкции к заданному адресу узла и его маске. По заданным IP-адресу узла сети и маске определите адрес сети:

IP-адрес: 217.8.244.3

Маска: 255.255.252.0

При записи ответа выберите из приведенных в таблице чисел 4 фрагмента четыре элемента IP-адреса и запишите в нужном порядке соответствующие им буквы без точек.

A	B	C	D	E	F	G	H
0	3	8	217	224	244	252	255

Пример. Пусть искомый адрес сети 192.168.128.0 и дана таблица

A	B	C	D	E	F	G	H
128	168	255	8	127	0	17	192

В этом случае правильный ответ будет HBAF.

Решение (1 способ, логическое «И» маски и адреса узла):

- 1) нужно помнить, что каждая часть в IP-адресе (и в маске) – восьмибитное двоичное число, то есть десятичное число от 0 до 255 (поэтому каждую часть адреса и маски называют *октетом*)
- 2) поскольку $255 = 11111111_2$, все части IP-адреса узла, для которых маска равна 255, входят в IP-адрес сети без изменений (они полностью относятся к адресу сети)
- 3) поскольку $0 = 00000000_2$, все части IP-адреса узла, для которых маска равна 0, в IP-адресе сети заменяются нулями (они полностью относятся к адресу узла в сети)
- 4) таким образом, мы почти определили адрес сети, он равен $217.8.X.0$, где X придется определять дополнительно
- 5) переведем в двоичную систему третью часть IP-адреса и маски

Адрес: $244 = 11110100_2$ Маска: $252 = 11111100_2$

- 6) заметим, что в маске сначала идет цепочка единиц, а потом до конца – цепочка нулей; это правильно, число где цепочка единиц начинается не с левого края (не со старшего, 8-ого бита) или внутри встречаются нули, не может быть маской; поэтому есть всего несколько допустимых чисел для последней части маски (все предыдущие должны быть равны 255):

 $10000000_2 = 128$ $11000000_2 = 192$ $11100000_2 = 224$ $11110000_2 = 240$ $11111000_2 = 248$ $11111100_2 = 252$ $11111110_2 = 254$ $11111111_2 = 255$

- 7) выполним между этими числами поразрядную конъюнкцию – логическую операцию «И»; маска $252 = 11111100_2$ говорит о том, что первые 6 битов соответствующего числа в IP-адресе относятся к адресу сети, а оставшиеся 2 – к адресу узла:

 $244 = 11110100_2$ $252 = 11111100_2$ поэтому часть адреса сети – это $244 = 11110100_2$.

- 8) таким образом, полный адрес сети – $217.8.244.0$
- 9) по таблице находим ответ: **DCFA** (D=217, C=8, F=244, A=0)

Ещё пример задания:

P-05. В терминологии сетей TCP/IP маской сети называют двоичное число, которое показывает, какая часть IP-адреса узла сети относится к адресу сети, а какая – к адресу узла в этой сети. Адрес сети получается в результате применения поразрядной конъюнкции к заданному адресу узла и его маске. По заданным IP-адресу узла сети и маске определите адрес сети:

IP-адрес: 10.8.248.131

Маска: 255.255.224.0

При записи ответа выберите из приведенных в таблице чисел 4 фрагмента четыре элемента IP-адреса и запишите в нужном порядке соответствующие им буквы без точек.

A	B	C	D	E	F	G	H
8	131	255	224	0	10	248	92

Пример. Пусть искомым адрес сети $192.168.128.0$ и дана таблица

A	B	C	D	E	F	G	H
128	168	255	8	127	0	17	192

В этом случае правильный ответ будет **HBAF**.

Решение (1 способ, логическое «И» маски и адреса узла):

- 1) нужно помнить, что каждая часть в IP-адресе (и в маске) – восьмибитное двоичное число, то есть десятичное число от 0 до 255 (поэтому каждую часть адреса и маски называют *октетом*)
- 2) поскольку $255 = 11111111_2$, все части IP-адреса узла, для которых маска равна 255, входят в IP-адрес сети без изменений (они полностью относятся к адресу сети)
- 3) поскольку $0 = 00000000_2$, все части IP-адреса узла, для которых маска равна 0, в IP-адресе сети заменяются нулями (они полностью относятся к адресу узла в сети)
- 4) таким образом, мы почти определили адрес сети, он равен 10.8.X.0, где X придется определять дополнительно
- 5) переведем в двоичную систему третью часть IP-адреса и маски

$$248 = 11111000_2$$

$$224 = 11100000_2$$

- 6) заметим, что в маске сначала идет цепочка единиц, а потом до конца – цепочка нулей; это правильно, число где цепочка единиц начинается не с левого края (не со старшего, 8-ого бита) или внутри встречаются нули, не может быть маской; поэтому есть всего несколько допустимых чисел для последней части маски (все предыдущие должны быть равны 255):

$$10000000_2 = 128$$

$$11000000_2 = 192$$

$$11100000_2 = 224$$

$$11110000_2 = 240$$

$$11111000_2 = 248$$

$$11111100_2 = 252$$

$$11111110_2 = 254$$

$$11111111_2 = 255$$

- 7) выполним между этими числами поразрядную конъюнкцию – логическую операцию «И»; маска $224 = 11100000_2$ говорит о том, что первые три бита соответствующего числа в IP-адресе относятся к адресу сети, а оставшиеся 5 – к адресу узла:

$$248 = 11111000_2$$

$$224 = 11100000_2$$

поэтому часть адреса сети – это $224 = 11100000_2$, а адрес узла – это $11000_2 = 24$.

- 8) таким образом, полный адрес сети – 10.8.224.0
- 9) по таблице находим ответ: **FADE** (F=10, A=8, D=224, E=0)

Решение (2 способ, использование размера подсети, М. Савоськин):

- 1) п. 1-4 – так же, как и в способе 1; в результате находим, что адрес сети имеет вид 10.8.X.0
- 2) третье число в маске (соответствующее неизвестному X) – 224; в такую подсеть входят адреса, в которых третий октет (третье число IP-адреса) может принимать $256 - 224 = 32$ разных значений
- 3) выпишем адреса, принадлежащие всем возможным подсетям такого вида (третий октет изменяется от 0 с шагом 32):

Начальный IP-адрес (адрес сети)	Конечный IP-адрес (широковещательный)
10.8.0.0	10.8.31.255
10.8.32.0	10.8.63.255
10.8.64.0	10.8.95.255
10.8.96.0	10.8.127.255
10.8.128.0	10.8.159.255
10.8.160.0	10.8.191.255
10.8.192.0	10.8.223.255
10.8.224.0	10.8.255.255

- 4) смотрим, что нужный нам адрес 10.8.248.131 оказывается в подсети с адресом 10.8.224.0; в данном случае можно было быстрее получить ответ, если бы мы строили таблицу с конца, т.е. с последней подсети
- 5) по таблице находим ответ: **FADE** (F=10, A=8, D=224, E=0)

Ещё пример задания:

P-04. Петя записал IP-адрес школьного сервера на листке бумаги и положил его в карман куртки. Петина мама случайно постирала куртку вместе с запиской. После стирки Петя обнаружил в кармане четыре обрывка с фрагментами IP-адреса. Эти фрагменты обозначены буквами А, Б, В и Г. Восстановите IP-адрес. В ответе укажите последовательность букв, обозначающих фрагменты, в порядке, соответствующем IP-адресу.

.64	3.13	3.133	20
А	Б	В	Г

Решение:

- 1) самое главное – вспомнить, что каждое из 4-х чисел в IP-адресе должно быть в интервале от 0 до 255
- 2) поэтому сразу определяем, что фрагмент А – самый последний, так как в противном случае одно из чисел получается больше 255 (643 или 6420)
- 3) фрагмент Г (число 20) может быть только первым, поскольку варианты 3.1320 и 3.13320 дают число, большее 255
- 4) из фрагментов Б и В первым должен быть Б, иначе получим 3.1333.13 (1333 > 255)
- 5) таким образом, верный ответ – **ГБВА**.

Возможные проблемы:

- если забыть про допустимый диапазон 0..255, то может быть несколько «решений» (все, кроме одного – неправильные)

Еще пример задания:

P-03. Доступ к файлу `htm.net`, находящемуся на сервере `com.edu`, осуществляется по протоколу `ftp`. В таблице фрагменты адреса файла закодированы буквами от А до Ж. Запишите последовательность этих букв, кодирующую адрес указанного файла в сети Интернет.

А	/
Б	com
В	.edu
Г	://
Д	.net
Е	htm
Ж	ftp

Решение:

- 1) адрес файла начинается с протокола, после этого ставятся знаки «://», имя сервера, каталог и имя файла
- 2) каталог здесь не указан, поэтому сразу получаем
`ftp://com.edu/htm.net`
- 3) такой адрес можно собрать из приведенных в таблице «кусков»
`ftp://com.edu/htm.net`
- 4) таким образом, верный ответ – **ЖГБВАЕД**.

Возможные проблемы:

- существуют домены первого уровня `com` и `net`, а здесь `com` – это домен второго уровня, а `net` – расширение имени файла, все это сделано специально, чтобы запутать отвечающего

- **htm** – это обычно расширение файла (*Web*-страницы), а здесь оно используется как первая часть имени файла
- поскольку в ответе требуется написать не адрес файла, а последовательность букв, есть риск ошибиться при таком кодировании

Еще пример задания:

Р-02. Маской подсети называется 32-разрядное двоичное число, которое определяет, какая часть IP-адреса компьютера относится к адресу сети, а какая часть IP-адреса определяет номер (внутренний адрес) компьютера в подсети. В маске подсети старшие биты, отведенные в IP-адресе компьютера для адреса сети, имеют значение 1; младшие биты, отведенные в IP-адресе компьютера для номера (внутреннего адреса) компьютера в подсети, имеют значение 0. Например, маска подсети может иметь вид:

11111111 11111111 11100000 00000000 (255.255.224.0)

Это значит, что 19 старших бит в IP-адресе содержит адрес сети, оставшиеся 13 младших бит содержат номер (внутренний адрес) компьютера в сети. Если маска подсети 255.255.255.240 и IP-адрес компьютера в сети 162.198.0.44, то номер компьютера в сети равен _____

Решение (1 способ):

- 1) эта задача аналогична предыдущей с той разницей, что требуется определить не адрес сети, а номер (внутренний адрес) компьютера (узла) в этой сети
- 2) нужно помнить, что каждая часть в IP-адресе (и в маске) – восьмибитное двоичное число, то есть десятичное число от 0 до 255 (поэтому каждую часть адреса и маски называют *октетом*)
- 3) первые три числа в маске равны 255, в двоичной системе это 8 единиц, поэтому первые три числа IP-адреса компьютера целиком относятся к адресу сети
- 4) для последнего числа (октета) маска и соответствующая ей последняя часть IP-адреса равны

$$240 = 11110000_2$$

$$44 = 00101100_2$$
- 5) выше голубым цветом выделены нулевые биты маски и соответствующие им биты IP-адреса, определяющие номер компьютера в сети: $1100_2 = 12$
- 6) Ответ: **12**.

Решение (2 способ, использование размера подсети, М. Савоськин):

- 1) п. 1-3 – так же, как и в способе 1;
- 2) последнее число в маске – 240; в такую подсеть входят адреса, в которых четвертый октет может принимать $256 - 240 = 16$ разных значений
- 3) выпишем адреса, принадлежащие всем возможным подсетям такого вида (четвертый октет изменяется от 0 с шагом 16):

Начальный IP-адрес (адрес сети)	Конечный IP-адрес (широковещательный)
162.198.0.0	162.198.0.15
162.198.0.16	162.198.0.31
162.198.0.32	162.198.0.47
...	

- 4) смотрим, что нужный нам адрес 162.198.0.44 оказывается в подсети с адресом 162.198.0.32
- 5) номер компьютера 162.198.0.44 в сети 162.198.0.32 находим как $44 - 32 = 12$
- 6) таким образом, ответ: **12**

Еще пример задания:

P-01. Маской подсети называется 32-разрядное двоичное число, которое определяет, какая часть IP-адреса компьютера относится к адресу сети, а какая часть IP-адреса определяет номер (внутренний адрес) компьютера в подсети. В маске подсети старшие биты, отведенные в IP-адресе компьютера для адреса сети, имеют значение 1; младшие биты, отведенные в IP-адресе компьютера для номера (внутреннего адреса) компьютера в подсети, имеют значение 0. Например, маска подсети может иметь вид:

11111111 11111111 11100000 00000000 (255.255.224.0)

Это значит, что 19 старших бит в IP-адресе содержит адрес сети, оставшиеся 13 младших бит содержат номер (внутренний адрес) компьютера в сети. Если маска подсети 255.255.240.0 и IP-адрес компьютера в сети 162.198.75.44, то номер компьютера в сети равен _____

Решение (1 способ):

- 1) первые два числа в маске равны 255, в двоичной системе это 8 единиц, поэтому первые два числа IP-адреса компьютера целиком относятся к адресу сети и про них (в этой задаче) можно забыть
- 2) последнее число в маске – 0, поэтому последнее число IP-адреса целиком относится к номеру узла
- 3) третье число маски – 240 = 11110000₂, это значит, что первые 4 бита третьей части адреса (75) относятся к адресу сети, а последние 4 бита – к номеру узла:

$$240 = 11110000_2$$

$$75 = 01001011_2$$

- 4) выше голубым цветом выделены нулевые биты маски и соответствующие им биты IP-адреса, определяющие старшую часть номера компьютера в сети: 1011₂ = 11
- 5) кроме того, нужно учесть еще и последнее число IP-адреса (44 = 00101100₂), таким образом, полный номер компьютера (узла) в двоичной и десятичной системах имеет вид
1011.00101100₂ = 11.44
- 6) для получения полного номера узла нужно перевести число 101100101100₂ в десятичную систему: 101100101100₂ = 2860 или, что значительно удобнее, выполнить все вычисления в десятичной системе: первое число в полученном двухкомпонентном адресе 11.44 умножается на 2⁸ = 256 (сдвигается на 8 битов влево), а второе просто добавляется к сумме:

$$11 \cdot 256 + 44 = 2860$$

- 7) Ответ: 2860.

Решение (2 способ, использование размера подсети, М. Савоськин):

- 1) п. 1-2 – так же, как и в способе 1;
- 2) третье число в маске (соответствующее неизвестному X) – 240; в такую подсеть входят адреса, в которых третий октет (третье число IP-адреса) может принимать 256 – 240 = 16 разных значений
- 3) выпишем адреса, принадлежащие всем возможным подсетям такого вида (третий октет изменяется от 0 с шагом 32):

Начальный IP-адрес (адрес сети)	Конечный IP-адрес (широковещательный)
162.198.0.0	162.198.15.255
162.198.16.0	162.198.31.255
162.198.32.0	162.198.47.255
162.198.48.0	162.198.63.255
162.198.64.0	162.198.79.255
...	

- 4) смотрим, что нужный нам адрес 162.198.75.44 оказывается в сети с адресом 162.198.64.0
- 5) номер компьютера 162.198.75.44 в сети 162.198.64.0 находим как
 $256 \cdot (75 - 64) + 44 = 2860$
- 6) таким образом, ответ: 2860

Еще пример задания:

P-00. В терминологии сетей TCP/IP маской подсети называется 32-разрядное двоичное число, определяющее, какие именно разряды IP-адреса компьютера являются общими для всей подсети - в этих разрядах маски стоит 1. Обычно маски записываются в виде четверки десятичных чисел - по тем же правилам, что и IP-адреса.

Для некоторой подсети используется маска 255.255.252.0. Сколько различных адресов компьютеров допускает эта маска?

Примечание. На практике два из возможных адресов не используются для адресации узлов сети: адрес сети, в котором все биты, отсекаемые маской, равны 0, и широковещательный адрес, в котором все эти биты равны 1.

Решение (1 способ):

- 1) фактически тут нужно найти какое количество N бит в маске нулевое, и тогда количество вариантов, которые можно закодировать с помощью N бит равно 2^N
- 2) каждая часть IP-адреса (всего 4 части) занимает 8 бит
- 3) поскольку младшая часть маски 255.255.252.0 нулевая, 8 бит уже свободны
- 4) третья часть маски $252 = 255 - 3 = 11111100_2$ содержит 2 нулевых бита
- 5) общее число нулевых битов $N = 10$, число свободных адресов $2^N = 1024$
- 6) поскольку из них 2 адреса не используются (адрес сети и широковещательный адрес) для узлов сети остается $1024 - 2 = 1022$ адреса
- 7) Ответ: **1022**.

Решение (2 способ, использование размера подсети, М. Савоськин):

- 1) найдём количество адресов соответствующих маске 255.255.252.0:
 $256 * (256 - 252) = 1024$
- 2) поскольку из них 2 адреса не используются (адрес сети и широковещательный адрес) для узлов сети остается $1024 - 2 = 1022$ адреса
- 3) Ответ: **1022**.