

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Курганский государственный университет»

Кафедра автоматизации производственных процессов

## **IP-адресация**

Методические указания к выполнению лабораторной работы  
по дисциплине «Информационные сети и телекоммуникации»  
для студентов направления подготовки  
27.03.04 «Управление в технических системах»  
всех форм обучения

Курган 2017

Кафедра: «Автоматизация производственных процессов».  
Дисциплина: «Информационные сети и телекоммуникации».

Составитель: ст. преподаватель Д.В. Кузнецов

Утверждены на заседании кафедры «20» октября 2016 г.

Рекомендованы методическим советом университета «17» декабря 2015 г.

## Понятие IP-адреса

IP-адрес это набор из 32 бит или, по-другому, набор из четырех восьмибитовых блоков, называемых октетами. Основное назначение IP-адреса это *адресация* и *маршрутизация* в сетях TCP/IP. IP-адрес присутствует в настройках каждого сетевого интерфейса, в полях «адрес источника» и «адрес назначения» сетевых пакетов, а так же в настройках сетевого оборудования, занимающегося маршрутизацией либо другими задачами по обеспечению функционирования сети на основе протокола TCP/IP.

Пример IP-адреса в *десятично-точечной нотации* (см. параграф «Что такое десятично-точечная нотация»): 192.168.45.10.

*Адресация* необходима для осуществления взаимной доступности между узлами подсети. Каждый узел имеет свой собственный, уникальный в рамках данной подсети, IP-адрес. Таким образом, данные могут быть безошибочно доставлены между взаимодействующими узлами. Адресация оперирует понятием *IP-адрес узла*.

*Маршрутизация* требуется, если рассматриваемая подсеть является частью более крупной составной сети. Например, подсеть предприятия в городе Курган входит в составную межрегиональную сеть холдинга предприятий. Благодаря настройке маршрутизации осуществляется передача данных за пределы собственной подсети. Маршрутизация оперирует понятием *IP-адрес подсети*.

Пример: для адресации узлов сети холдинга, территориально располагающейся в г. Курган выделена подсеть 192.168.45.0/24, для г. Тюмень 192.168.72.0/24, для г. Екатеринбург 192.168.66.0/24.

### Десятично-точечная нотация

Так или иначе, именно человек манипулирует IP-адресом: назначает, изменяет и т.д. Для более простого для человека представления, вместо двоичной записи применяется преобразование в десятичный вид каждого из

октетов, а октеты разделяют точками. Человеку проще сообщить другому человеку информацию вида: 192.168.45.1, нежели 11000000101010000010110100000001, что, в принципе, одно и то же.

### **Двоично-точечная нотация**

По аналогии с точечно-десятичной записью, каждый октет отделен от соседних октетов точкой. Например: 11000000.10101000.00101101.00000001. Такая запись применяется в ручных преобразованиях. Важно соблюдать правило: каждый октет состоит из восьми бит, даже если старшие биты равны нулю, они подлежат обязательной записи. Это позволит избежать ошибок в выделении постоянной переменной частей IP-адреса.

### **Подсеть и адрес узла в подсети**

Записи IP-адреса явно или косвенно всегда сопутствует запись еще одного сетевого реквизита – *маски подсети*. Дело в том, что IP-адрес в своих 32 битах содержит и адрес подсети, являющегося постоянной составляющей, и адрес узла данной подсети, который от узла к узлу может меняться. Маска подсети призвана вычислить и отделить постоянную часть IP-адреса от переменной. Подсетью является постоянная составляющая IP-адреса, то есть IP-адрес с нулевым значением переменной части. Маска подсети, представленная в двоичном виде, это запись из *непрерывной последовательности нескольких битовых единиц* и нескольких нулей слева направо, общее количество единиц и нулей равно 32.

Пример маски подсети: 11111111 11111111 11111111 00000000, что соответствует записи 255.255.255.0.

Для быстрого преобразования двоичной записи маски в десятичную и обратно, составим таблицу 1.

Таблица 1 – Преобразование записи маски

Октет маски в двоичной записи	Количество единиц слева	Октет в десятичной записи
00000000	0	0
10000000	1	128
11000000	2	192
11100000	3	224
11110000	4	240
11111000	5	248
11111100	6	252
11111110	7	254
11111111	8	255

Важно помнить, что маска состоит из *непрерывной* последовательности битовых единиц, и, например, маска 11111111.11111110.11110000.00000000 будет некорректной из-за нуля во втором октете.

Чтобы по IP-адресу и маске подсети вычислить адрес подсети следует выполнить побитовое умножение IP-адреса на маску.

Пример записи адреса и маски в *десятично-точечной нотации*: адрес узла 192.168.45.10 255.255.255.0. Адресом подсети будет являться запись 192.168.45.0 255.255.255.0. Рассмотрим подробнее: для этого запишем IP-адрес и маску в двоично-точечной нотации:

192.168.45.10 → 11000000.10101000.00101101.00001010

255.255.255.0 → 11111111.11111111.11111111.00000000

Результат побитового умножения: ↓

192.168.45.0 ← 11000000.10101000.00101101.00000000

Побитовое умножение обнуляет переменную составляющую, оставляя постоянную составляющую, закрытую маской из битовых единиц, неизменной.

*Емкость подсети* это количество IP-адресов, доступных для назначения на сетевые интерфейсы, работающие в данной подсети.

Для вычисления емкости подсети необходимо:

- 1) Определить количество бит переменной части IP-адреса
- 2) Посчитать, какое количество уникальных значений даст этот набор битов.

В этом наборе есть два «технологических» адреса, которые не могут быть использованы для назначения на сетевые интерфейсы сетевых устройств:

- а) Все переменные биты равны нулю. Такой IP-адрес будет являться адресом подсети.
- б) Все переменные биты равны единице. Это широковещательный адрес данной подсети.

- 3) Вычесть из общего количества значений два «технологических» адреса. То есть если  $n$  – количество бит переменной части, то емкость подсети будет равна  $(2^n - 2)$ .

Пример: Маска подсети 255.255.255.0. Количество бит переменной части равно 8. По формуле  $(2^8 - 2)$  определяем емкость подсети, она равна 254.

### **Понятие CIDR и CIDR-нотации**

CIDR (Classless Inter-domain Routing) – бесклассовая глобальная маршрутизация. Способ сэкономить весьма ограниченное адресное пространство IPv4 путем отказа от отнесения IP-адреса к определенному классу. Классы были введены на ранних этапах популяризации протокола TCP/IP, призваны они были сэкономить ресурсы путем необязательного указания маски подсети, а емкость подсети определялась по признаку – определенному сочетанию первых битов IP-адреса. В настоящее время применение классовой адресации, в основном, прекращено и повсеместно применяется CIDR. CIDR представляет глобальный перечень всех возможных IP-адресов в виде набора блоков различной емкости.

Например: подсеть 192.168.0.0 255.255.255.0 и подсеть 192.168.1.0 255.255.255.0 формируют одну подсеть 192.168.0.0 255.255.254.0. Запишем в двоичном виде:

Первый адрес из 192.168.0.0/24:	<u>11000000.10101000.00000000.00000000</u>
Второй адрес из 192.168.0.0/24:	<u>11000000.10101000.00000000.00000001</u>
...	
Предпоследний адрес из 192.168.0.0/24:	<u>11000000.10101000.00000000.11111110</u>
Последний адрес из 192.168.0.0/24:	<u>11000000.10101000.00000000.11111111</u>
Первый адрес из 192.168.1.0/24:	<u>11000000.10101000.00000001.00000000</u>
Второй адрес из 192.168.1.0/24:	<u>11000000.10101000.00000001.00000001</u>
...	
Предпоследний адрес из 192.168.1.0/24:	<u>11000000.10101000.00000001.11111110</u>
Последний адрес из 192.168.1.0/24:	<u>11000000.10101000.00000001.11111111</u>

Посчитаем количество не изменяющихся битов в рамках одной подсети и в рамках обеих подсетей. В рамках одной подсети не меняются 24 бита, в рамках данных двух подсетей неизменными являются уже всего 23 бита (они в примере выше подчеркнуты), т.к. младший бит в третьем октете может изменяться. Таким образом запись 192.168.0.0/23 подразумевает адресное пространство сразу двух подсетей: 192.168.0.0/24 и 192.168.1.0/24.

Такое же преобразование справедливо и для подсетей другой емкости: например две подсети с длиной префикса /17 формируют составную подсеть с длиной префикса /16. Главное правило: в паре подсетей первой подсетью должна идти подсеть с четным значением изменяющегося октета. Например: 10.54.0.0/16 и 10.55.0.0/16 формируют 10.54.0.0/15.

Пример удвоения емкости подсети при уменьшении длины префикса от 32 до 28 бит. При желании таблицу 2 можно продолжить. Из таблицы видно, что два адреса с префиксом /32 формируют подсеть с длиной префикса /31. Две подсети с длиной префикса /31 формируют подсеть с длиной префикса /30 (или с четырьмя адресами с длиной префикса /32), и т.д. Важно понимать, что не каждые две подсети формируют блок более высокой емкости. Например, в таблице выше выделены две непрерывно следующие подсети с длиной префикса /32, однако они относятся к разным подсетям с длиной префикса /31.

Таблица 2 – Пример удвоения емкости подсети

/32	/31	/30	/29	/28
/32				
/32	/31			
/32				
/32	/31	/30		
/32				
/32	/31			
/32				
/32	/31	/30	/29	
/32				
/32	/31			
/32				
/32	/31	/30		
/32				
/32	/31			
/32				

Поскольку в CIDR маска подсети может принимать значение от 0 до 32, появилось понятие *CIDR-нотация записи IP-адреса*.

Например: 192.168.45.0/24. Здесь «/24» означает, что первые 24 бита маски подсети являются единицами, то есть маска в двоичной записи имеет вид: 11111111 11111111 11111111 00000000. Иначе, запись «/24» называют *длиной префикса*, то есть префиксом, *постоянной* частью IP-адреса, являются первые 24 бита, остальное – суффикс, то есть *переменная* часть IP-адреса.

С учетом накопленных знаний, сформируем сводную таблицу 3 для значений длины префикса от /16 и выше.

Таблица 3 – Представление маски для значений длины префикса от /16

и выше

Длина префикса	Десятичное представление маски	Количество переменных бит	Емкость подсети
/16	255.255.000.000	16	65534
/17	255.255.128.000	15	32766
/18	255.255.192.000	14	16382
/19	255.255.224.000	13	8190
/20	255.255.240.000	12	4094
/21	255.255.248.000	11	2046
/22	255.255.252.000	10	1022
/23	255.255.254.000	9	510
/24	255.255.255.000	8	254
/25	255.255.255.128	7	126
/26	255.255.255.192	6	62
/27	255.255.255.224	5	30
/28	255.255.255.240	4	14
/29	255.255.255.248	3	6
/30	255.255.255.252	2	2
/31	255.255.255.254	1	для адресации подсетей не применяется
/32	255.255.255.255	0	для адресации подсетей не применяется

## **Порядок выполнения работы**

**Цель работы:** понять назначение и структуру IP-адреса. Научиться выполнять вычисления емкости подсети.

### **Правила оформления отчета по лабораторной работе:**

1. Отчет составляется в виде электронного документа, созданного на учебном компьютере.
2. В отчет записывается порядок действий, выполняемых студентом для следования по ходу выполнения работы с подробным объяснением применяемых команд.
3. Отчет должен содержать ФИО участников подгруппы, дату составления отчета.

### **Выполнение работы:**

по записи IP-адреса в CIDR нотации определить

- 1) Маску подсети в двоично-точечной нотации
- 2) Маску подсети в десятично-точечной нотации
- 3) IP-адрес подсети
- 4) IP-адрес первого адреса, доступного для адресации узлов данной подсети
- 5) IP-адрес последнего адреса, доступного для адресации узлов данной подсети
- 6) IP-адрес широковещательных сообщений данной подсети

## Контрольные вопросы

1. Чем отличаются десятично-точечная нотация и шестнадцатерично-точечная нотация IP-адреса?
2. Назовите количество всех возможных значений маски подсети для IPv4.
3. Как отделить префикс IP-адреса от суффикса?
4. Какой технологический IP-адрес получится, если суффикс обнулить?
5. Чем отличается длина префикса от маски подсети.
6. Почему общее количество постоянных и переменных бит IP-адреса в IPv4 всегда равна 32?
7. Каково назначение маски подсети?
8. Какова емкость подсети, если длина префикса равна 32?
9. Какова емкость подсети, если длина префикса равна 0?
10. Подсеть с какой длиной префикса необходима для адресации десяти сетевых устройств?

## Список литературы

- 1) В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. Компьютерные сети. Питер 2007 г. –960 с.
- 2) Компьютерные сети. Э. Таненбаум Питер 2005 г. (4–е издание)
- 3) Компьютерные системы передачи данных. Вильям Столингс  
Издательский дом “Вильямс”, 2002 г.
- 4) Передача данных в сетях: инженерный подход. Дж. Ирвин, Д. Харль.  
Санкт–Петербург. БХВ–Петербург. 2003 г.
- 5) Технологии передачи данных. 7–е изд. Хелд Г. Питер 2003 г.
- 6) Сигнализация в сетях связи. Том 1. Гольдштейн Б.С. – М.: Радио и  
связь, 2001 г.
- 7) Протоколы сети доступа. Том 2. Гольдштейн Б.С. – М.: Радио и связь,  
2001 г.

*Кузнецов Дмитрий Владимирович*

## **IP-адресация**

Методические указания к выполнению лабораторной работы  
по дисциплине «Информационные сети и телекоммуникации»  
для студентов направления подготовки  
27.03.04 «Управление в технических системах»  
всех форм обучения

Авторская редакция

---

Подписано в печать 26.04.17	Формат 60x84 1/16	Бумага 65 г/м <sup>2</sup>
Печать цифровая	Усл. печ. л. 0,75	Уч. изд. л. 0,75
Заказ №85	Тираж 25	Не для продажи

---

БИЦ Курганского государственного университета.  
640020, г. Курган, ул. Советская, 63/4.  
Курганский государственный университет.