

# Аппаратное и программное обеспечение ЭВМ и сетей

## Раздел 5 Сети TCP/IP. Сетевой уровень. Транспортный уровень Прикладной уровень

### Тема № 18

Структура и назначение сетевого уровня.  
Понятие системы передачи данных.  
Требования к сетевой адресации.  
Классовая модель IP. Маршрутизация.  
Методы получения правил  
маршрутизации.

# Необходимость сетевого уровня.

- Сетевой уровень (network layer) служит для образования единой транспортной системы, называемой составной сетью, или интернетом, объединяющей несколько сетей.
- На рис. 5-18.1 показаны несколько сетей, каждая из которых использует собственную технологию канального уровня: Ethernet, FDDI, Token Ring, ATM, Frame Relay. На базе этих технологий каждая из указанных сетей может связывать между собой любых пользователей, но только *своей* сети, и не способна обеспечить передачу данных в другую сеть. Причина - существенные отличия одной технологии от другой.

Технология, позволяющая соединить в единую сеть множество разнородных сетей, т.е. сетей, построенных на основе разных технологий, называется технологией межсетевого взаимодействия или технологией сетевого уровня.

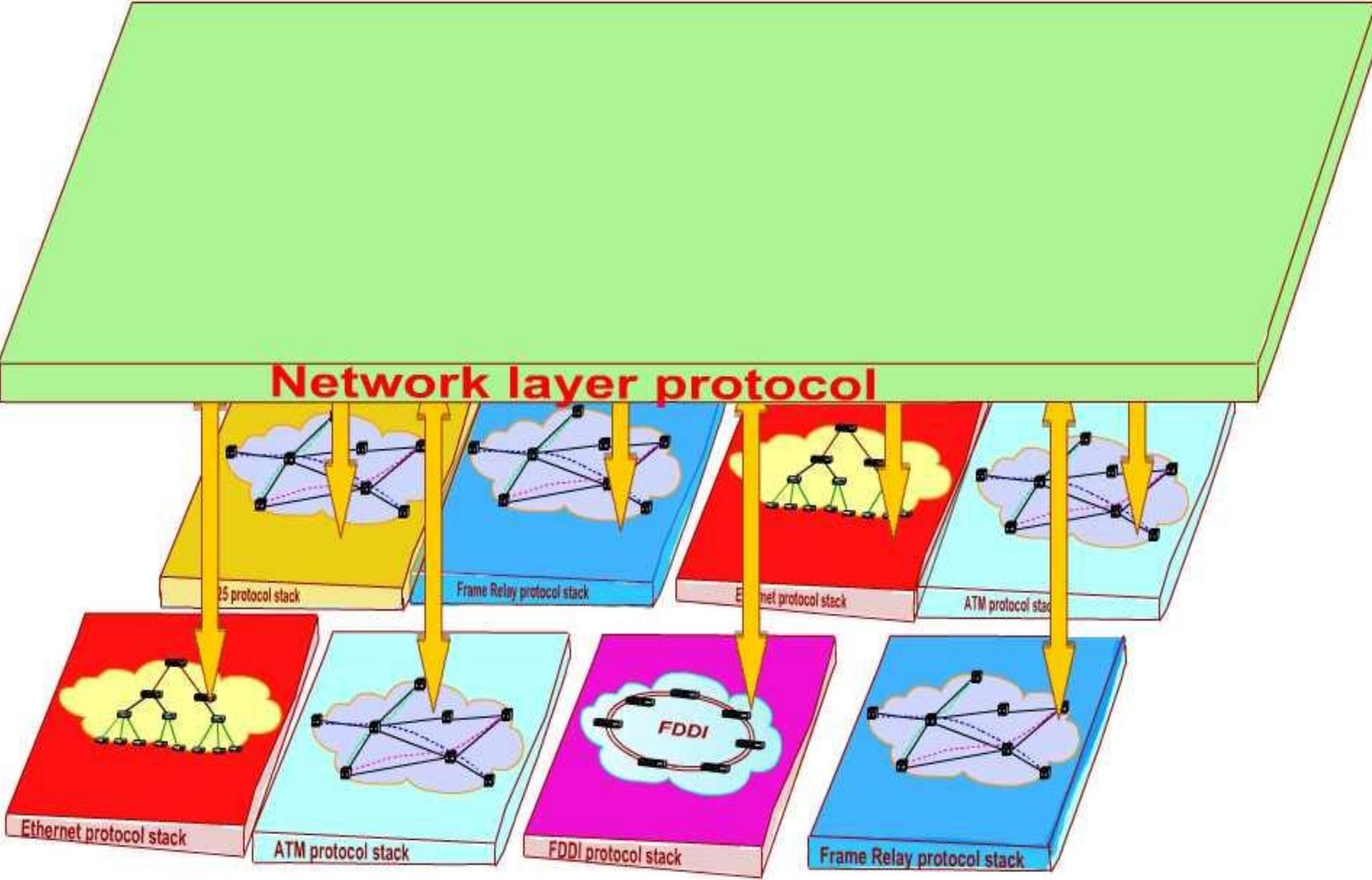


Рис. 5-18.1. Необходимость сетевого уровня

## Сетевой уровень

- Даже наиболее близкие технологии LAN — Ethernet, FDDI, Token Ring, — имеющие одну и ту же систему адресации (MAC-адреса), отличаются друг от друга форматом кадров и логикой работы протоколов. Еще больше отличий между технологиями LAN и WAN.
- Чтобы связать между собой разнородные сети, сетевой уровень предоставляет дополнительные средства, функции а именно:
- **Функции сетевого уровня реализуются:**
  - группа протоколов сетевого уровня - ПО;
  - специальные устройства — маршрутизаторы-аппаратура.
- Маршрутизатор работает на трех уровнях OSI: физическом, канальном и сетевом. На физическом уровне, маршрутизатор имеет несколько сетевых интерфейсов, подобных интерфейсам компьютера, к каждому из которых может быть подключена одна сеть LAN. Одной из функций маршрутизатора является физическое соединение сетей. Маршрутизатор может быть реализован программно, на базе универсального компьютера (Unix или Windows включает программный модуль маршрутизатора). Однако чаще маршрутизаторы реализуются на базе специализированных аппаратных платформ. В состав программного обеспечения маршрутизатора входят протокольные модули сетевого уровня.

## Сетевой уровень

Итак, чтобы связать сети, показанные на рис. 5-18.1, необходимо соединить все эти сети маршрутизаторами и установить протокольные модули сетевого уровня на все конечные узлы пользователей, которые хотели бы связываться через

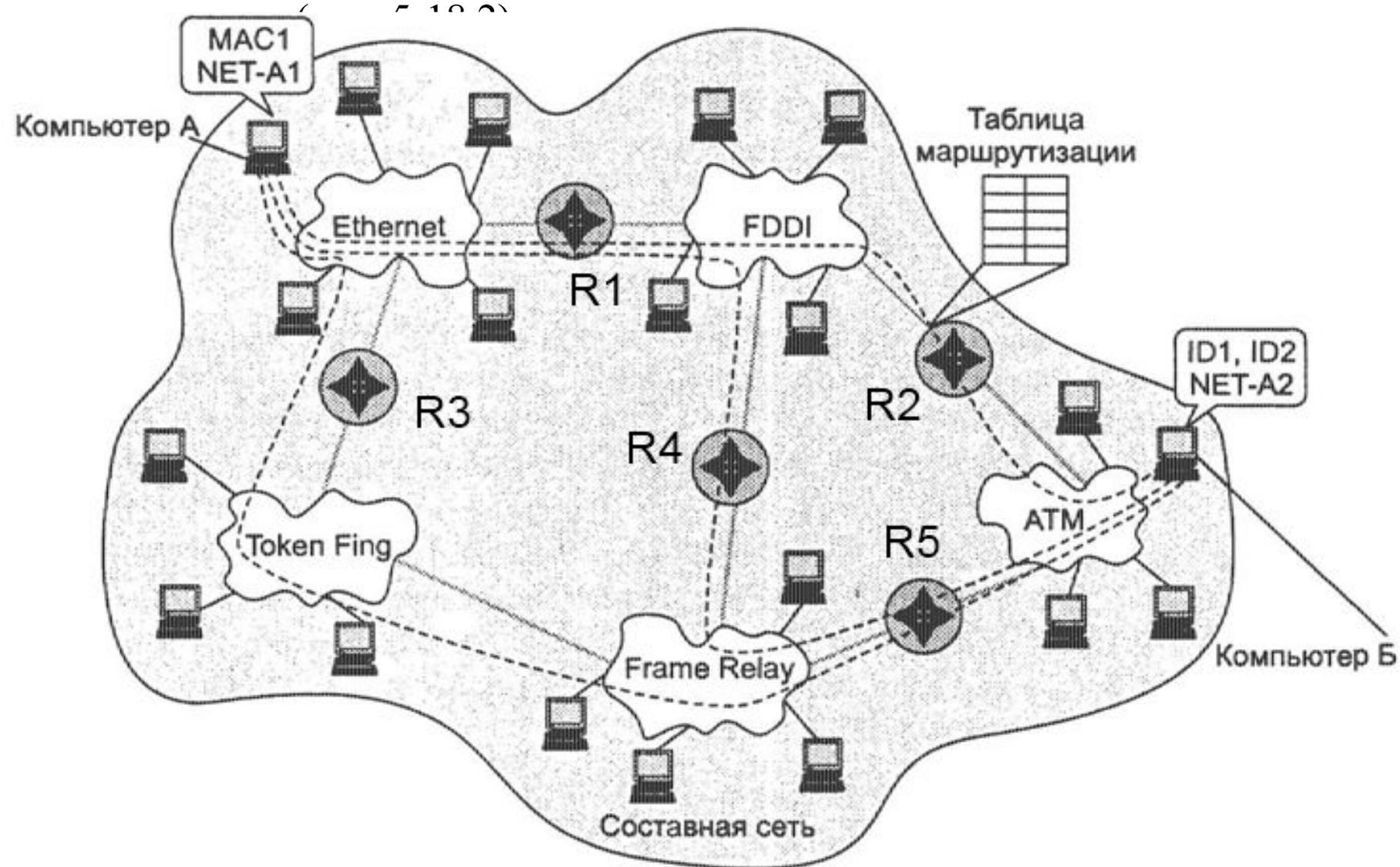


Рис. 5-18.2. Пример составной сети

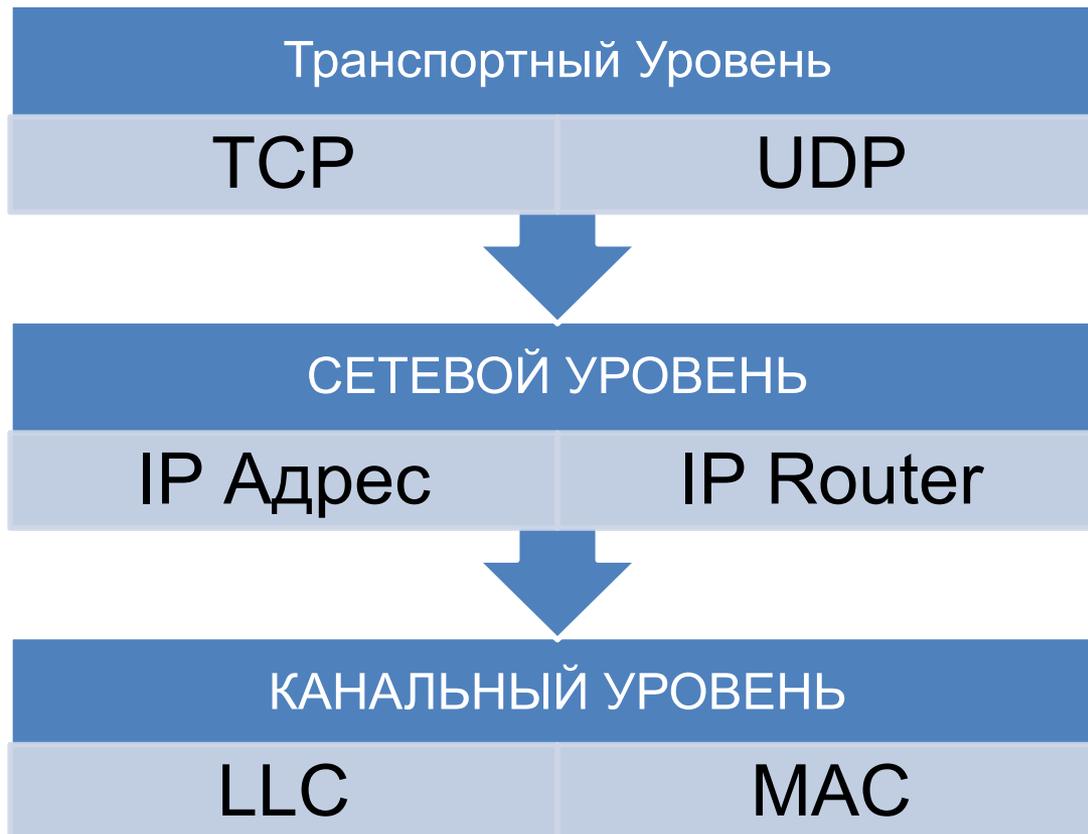
## Адрес сетевого уровня.

- Для доставки пакета любому узлу составной сети, каждому из узлов сети присваиваются адреса, уникальные в пределах данной составной сети. Такие адреса называются **сетевыми, или глобальными.**

- Но каждый узел составной сети, помимо сетевого адреса, должен иметь адрес, назначенный ему на канальном уровне. Например, на рис. 5-18.2 компьютер в сети Ethernet, входящей в составную сеть, имеет адрес канального уровня MAC1 и адрес сетевого уровня NET-A1; аналогично в сети ATM узел, адресуемый идентификаторами виртуальных каналов ID1 и ID2, имеет сетевой адрес NET-A2. Маршрут описывается последовательностью сетей (или маршрутизаторов), через которые должен пройти пакет, чтобы попасть к адресату. Маршрутизатор собирает информацию о топологии связей между сетями и на ее основании строит таблицы коммутации, которые в данном случае носят специальное название таблиц маршрутизации.

## Сетевой уровень

Данные, которые необходимо передать через составную сеть, поступают на сетевой уровень от вышележащего транспортного уровня. Эти данные снабжаются заголовком сетевого уровня. Данные вместе с заголовком образуют пакет — так называется PDU сетевого уровня. Заголовок пакета сетевого уровня имеет унифицированный формат, не зависящий от форматов кадров канального уровня тех сетей, которые могут входить в составную сеть, и несет наряду с другой служебной информацией данные об адресе назначения этого пакета.



## Модель OSI

Тип данных	Уровень	Функции
Данные	7. Прикладной	Доступ к сетевым службам
	6. Представления	Представление и кодирование данных
	5. Сеансовый	Управление сеансом связи
Сегменты	4. Транспортный	Прямая связь между конечными пунктами и надежность
Пакеты	3. Сетевой	Определение маршрута и логическая адресация
Кадры	2. Канальный	Физическая адресация
Биты	1. Физический	Работа со средой передачи, сигналами и двоичными данными

## Передача пакета на сетевом уровне.

- Для того чтобы передать пакет через очередную сеть, сетевой уровень помещает свой пакет в поле данных кадра соответствующей канальной технологии, указывая в заголовке кадра **канальный адрес интерфейса следующего маршрутизатора**. Сеть, используя свою канальную технологию, доставляет кадр с инкапсулированным в него пакетом по заданному адресу. Маршрутизатор извлекает пакет из прибывшего кадра и после необходимой обработки передает пакет для дальнейшей транспортировки в следующую сеть, предварительно упаковав его в новый кадр канального уровня в общем случае другой технологии.
- На сетевом уровне определяются два вида протоколов. Первый вид — маршрутизируемые протоколы — реализуют продвижение пакетов через сеть. Второй вид протоколов, называется маршрутизирующими протоколами, или протоколами маршрутизации. С помощью этих протоколов маршрутизаторы собирают информацию о топологии межсетевых соединений, на основании которой осуществляется выбор маршрута продвижения пакетов.
- Сетевой уровень, также решает задачу создания надежных и гибких барьеров на пути нежелательного трафика между сетями.
- В настоящее время самым распространенным, достаточным является сетевой протокол TCP/IP. Для рассмотрения его определимся, с адресацией, а именно: что означают локальные (аппаратные) адреса, сетевые адреса IP, символьные (доменные) адреса.

## Локальные (аппаратные) адреса сетевого уровня.

- Сетевой уровень TCP/IP соединяет разнородные сети: сети локальные LAN (Ethernet, FDDI, Token Ring) и глобальные WAN технологий (X.25, ATM, Frame relay). Для технологий LAN используются **MAC- адреса**, а в технологиях X.25, ATM, Frame relay, применяются свои схемы адресации.
- Роль, которую играют эти адреса в TCP/IP, не зависит от того, какая именно технология используется в подсети, поэтому они имеют общее название — **локальные (аппаратные) адреса**.
- Слово «локальный» в контексте TCP/IP означает «действующий не во всей составной сети, а лишь в пределах подсети».
- Эти адреса также носят названия как «аппаратные адреса». Для MAC-адресов это вполне объяснимо. Термин «аппаратный» подчеркивает концептуальное представление разработчиков стека TCP/IP о подсети как о некотором вспомогательном аппаратном средстве, единственной функцией которого является перемещение IP-пакета через подсеть до ближайшего шлюза (маршрутизатора).

# Сетевые IP-адреса технологии TCP/IP.

- Система IP- адресации должна позволять универсальным и однозначным способом идентифицировать любой интерфейс составной сети и **независить от способов адресации узлов в отдельных сетях.**
- Очевидным решением является уникальная нумерация всех сетей составной сети, а затем нумерация всех узлов в пределах каждой из этих сетей. Таким образом **IP-адрес состоит из двух частей: номера сети и номера узла.**
- В технологии TCP/IP сетевой адрес называют IP-адрес.
- В заголовке IP пакета указываются IP-адреса узла назначения и источника. Маршрутизатор из IP-адреса назначения извлекает адрес сети и по нему находит IP-адрес следующего маршрутизатора. При этом маршрутизатор имеет несколько интерфейсов, включенных в разные подсети и каждый имеет свой IP – адрес, **конечный компьютер также может входить в несколько подсетей и соответственно иметь несколько IP-адресов. Таким образом, IP-адрес идентифицирует не отдельный компьютер или маршрутизатор, а одно сетевое соединение.**
- При продвижении пакета через подсеть маршрутизатор определяет локальный адрес следующего маршрутизатора (MAC – адрес - рис. 5-18.3) с помощью протокола разрешения адресов (ARP).

## Сетевые IP-адреса (продолжение).

- **ARP** (*Address Resolution Protocol* — протокол определения адреса) — использующийся в компьютерных сетях протокол низкого уровня, предназначенный для определения адреса канального уровня по известному адресу сетевого уровня. Наибольшее распространение этот протокол получил благодаря повсеместности сетей IP, построенных поверх Ethernet.

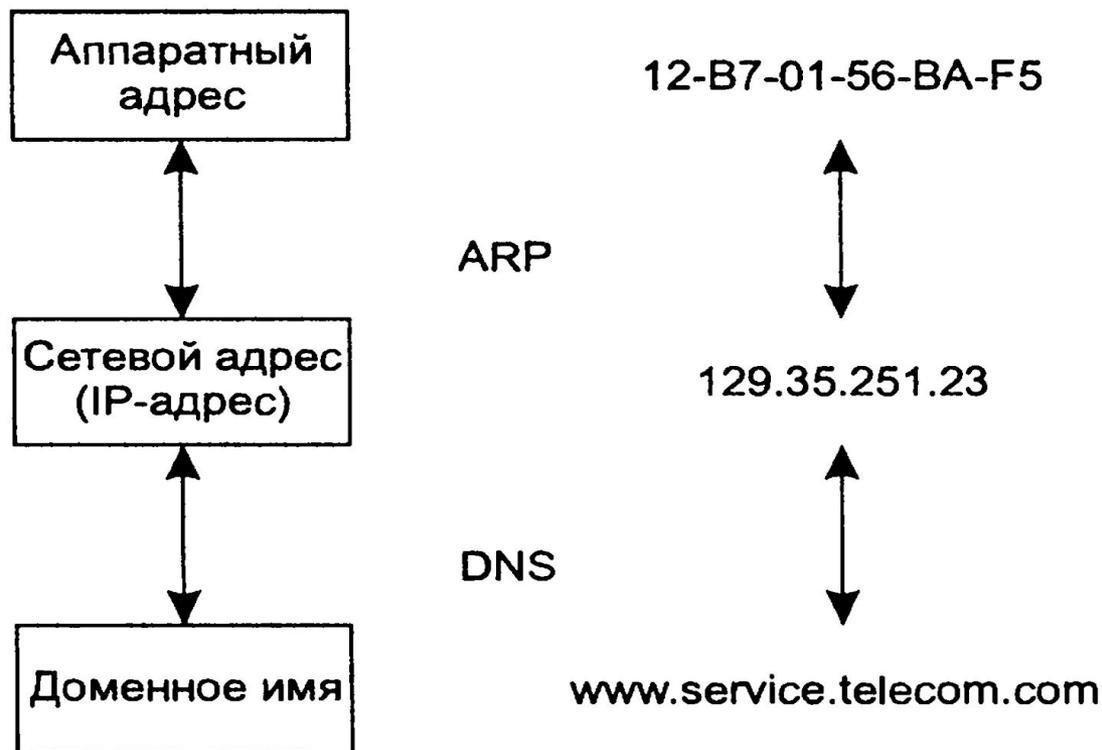


Рис. 5-18.3. Преобразование адресов

# Доменные имена Сетевого уровня

- Для обращения к ресурсу в IP-сети можно набрать команду, например: **ftp://192.45.66.17** и установить сеанс связи с нужным ftp-сервером, а командой **http://203.23.106.33** открыть начальную страницу на корпоративном веб-сервере. Однако пользователи обычно предпочитают работать с более удобными символьными именами компьютеров.
- **Символьные идентификаторы сетевых интерфейсов в пределах составной сети строятся по иерархическому признаку и состоит из нескольких частей.**
- *Составляющие полного символьного (или доменного) имени в IP-сетях разделяются точкой и перечисляются в следующем порядке: сначала простое имя хоста, затем имя группы хостов (например, имя организации), затем имя более крупной группы (домена) и так до имени домена самого высокого уровня (например, домена, объединяющего организации по географическому принципу: RU — Россия, UK — Великобритания, US — США, BY -РБ). Примером доменного имени может служить имя - **www.asu.bru.by***
- Между доменным именем и IP-адресом узла нет никакой функциональной зависимости, поэтому единственный способ установления соответствия — это таблица. **В сетях TCP/IP используется специальная система доменных имен (Domain Name System, DNS), которая устанавливает соответствие между доменным именем и IP-адресом на основании создаваемых администраторами сети таблиц соответствия. Поэтому доменные имена называют также DNS-именами.**
- В общем случае сетевой интерфейс может иметь несколько локальных адресов, сетевых адресов, доменных имен.

# Доменные имена *Сетевого уровня*

Internet Corporation for Assigned Names and Numbers, или ICANN –

международная некоммерческая организация, созданная 18 сентября 1998 при участии правительства США для регулирования вопросов, связанных с доменными именами, IP-адресами и прочими аспектами функционирования Интернета. Штаб-квартира в Калифорнии, США.

- **Общий домен верхнего уровня** — домен верхнего уровня (домены первого уровня), созданный для определённого класса организаций.
- **gTLD** (англ. generic Top-Level Domain (gTLD) - домен верхнего уровня.
- Впервые система доменных имен появилась в январе 1985 года, тогда их было 6:
  - **.com** — для коммерческих сайтов
  - **.edu** — для образовательных сайтов
  - **.gov** — для сайтов государственных организаций США
  - **.net** — для сайтов, чья деятельность связана с Сетью
  - **.org** — для некоммерческих организаций
  - **.mil** — для военных организаций США

# Доменные имена *Сетевого уровня*

□ Национальные домены верхнего уровня (англ. country code Top-Level Domain (ccTLD))

№ п/п	Доменная зона	Страна	Континент	Управляющая компания
2	<a href="#">.ad</a>	Андорра	Европа	Andorra Telecom
38	<a href="#">.by</a>	Белоруссия	Европа	Reliable Software Inc.
194	<a href="#">.ru</a>	Россия	ЕВРАЗИЯ	Coordination Center for TLD RU
239	<a href="#">.us</a>	США (Соединённые Штаты Америки)	Северная Америка	NeuStar, Inc.
255	<a href="#">.zw</a>	Зимбабве	Африка	Postal and Telecommunications Regulatory

# Доменные имена Сетевого уровня

- Интернациональные домены верхнего уровня (англ. Internationalized Domain Names (IDN))

№ п/п	Доменная зона	Страна	Континент	Управляющая компания	
1	<a href="#">.рф</a>	Россия	ЕВРАЗИЯ	Кириллица	Coordination Center for TLD RU
52	<a href="#">.бг</a>	Болгария	Европа	Кириллица	Not assigned
53	<a href="#">.ישראל</a>	Израиль	Азия	Еврейский	Not assigned

Логотип доменной зоны .БЕЛ

Логотип доменной зоны .ВУ



На сегодняшний день зарегистрировано на ВУ 21 домен, на .бел – 3 домена

# Формат IP-адреса

- Заголовок IP-пакета содержит два поля: IP-адрес отправителя и получателя, каждое имеет фиксированную длину 4 байт (32 бит). IP-адрес состоит из двух логических частей - номера сети и номера узла в сети. IP-адрес может быть представлен в двоичном формате: 10000000 00001010 00000010 00011110 или в шестнадцатеричном формате: 80.0A....02.1D, но наиболее распространенной формой представления IP-адреса является запись в виде четырех чисел, представляющих значения каждого байта в десятичной форме и разделенных точками, например: 128.10.2.30.
- Заметим, что запись адреса не предусматривает специального разграничительного знака между номером сети и номером узла, но необходимость в этом несомненно есть. Для решения этой проблемы можно предложить несколько вариантов.
- Простейший из них состоит в использовании фиксированной границы. При этом все 32-х битовое поле адреса заранее делится на две части не обязательно равной, но фиксированной длины, в одной из которых всегда будет размещаться номер сети, а в другой - номер узла. Очевидно, что такой жесткий подход не позволяет дифференцированно удовлетворять потребности отдельных предприятий и организаций. Именно поэтому он не нашел применения, хотя и использовался на начальном этапе существования технологии TCP/IP (RFC 760).

# Что такое RFC?

- RFC (Request for Comments) — документ из серии пронумерованных информационных документов Интернета, охватывающих технические спецификации и Стандарты, широко используемые во Всемирной сети. Заглавие «Request for Comments» можно перевести как «заявка на обсуждение», «тема для обсуждения», или «рабочее предложение». В настоящий период времени первичным изданием документов RFC занимается IETF ((Internet Engineering Task Force, IETF) — открытое международное сообщество проектировщиков, учёных, сетевых операторов и провайдеров, созданное IAB в 1986 году и занимающееся развитием протоколов и архитектуры Интернета.) под эгидой открытой организации «Общество Интернета» (Internet Society, ISOC). Лицензионными правами на документы RFC владеет именно «Общество Интернета». Практически все стандарты Глобальной сети существуют в виде опубликованных заявок RFC. Однако в виде документов RFC выходят не только стандарты, но также концепции, введения в новые направления в исследованиях, исторические справки, плоды экспериментов, руководства по внедрению технологий, предложения и рекомендации по развитию существующих Стандартов, и другие свежие идеи в информационных технологиях.
- Формат RFC возник в 1969 году при обсуждении проекта ARPANET. RFC №1 был издан 7 апреля 1969 г. и получил название «Host Software». Начальные RFC распространялись в печатном виде на бумаге в виде обыкновенных писем,

## Формат IP-адреса (продолжение)

- ✓ Второй подход (RFC 950, RFC 1518) 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. Для этих целей наряду с IP адресом введено такое понятие как маска.
- ✓ **Маска-это число, применяемо в паре с IP-адресом, причем двоичная запись маски содержит непрерывную последовательность единиц в тех разрядах, которые должны в IP- адресе интерпретироваться как номер сети. Граница между последовательностями единиц и нулей в маске соответствует границе между номером сети и номером узла в IP-адресе.**
- ✓ И наконец, распространенный до недавнего времени способ решения данной проблемы заключается в использовании классов адресов (RFC 791). Вводится пять классов адресов: А, В, С, D, Е. Три: из них- А, В и С- используются для адресации сетей, а два- D и Е- имеют специальное назначение. Для каждого класса сетевых адресов определено собственное положение границы между номером сети и:

# Классы IP-адресов.

Признаком, на основании которого IP-адрес относится к тому или иному классу, являются значения нескольких первых битов адреса - таблица. 5-18.1

**Таблица 5-18.1. Классы IP-адресов**

Класс	Первые биты	Наименьший номер сети	Наибольший номер сети	Максимальное число узлов в сети
A	0	1.0.0.0 (0 - не используется)	126.0.0.0 (127 — зарезервирован)	$2^{24}$ поле 3 байта
B	10	128.0.0.0	191.255.0.0	$2^{16}$ , поле 2 байта
C	110	192.0.0.0	223.255.255.0	$2^8$ , поле 1 байт
D	1110	224.0.0.0	239.255.255.255	Групповые адреса
E	11110	240.0.0.0	247.255.255.255	Зарезервировано

# Классы IP-адресов (продолжение)

- **К классу А** относится адрес, в котором старший бит имеет значение 0. В адресах класса А под идентификатор сети отводится 1 байт, а остальные 3 байта интерпретируются как номер узла, в сети. Сети, все IP-адреса которых имеют значение первого байта в диапазоне от 1 (00000001) до 126 (01111110), называются сетями класса А. Значение 0 (00000000) первого байта не используется, а значение 127 (01111111) зарезервировано для "внутренней петли». Сетей класса А сравнительно немного, зато количество узлов в них может достигать  $2^{24}$ , то есть 16 777 216 узлов.
- **К классу В** относятся все адреса, старшие два бита которых имеют значение 10. В адресах класса В **под номер сети** и **под номер узла** отводится по два байта. Сети, значения первых двух байтов адресов которых находятся в диапазоне от 128.0 (10000000 00000000) до 191.255 (10111111 11111111), называются сетями класса В. Ясно, что сетей класса В больше, чем сетей класса А, а размеры их меньше. Максимальное количество узлов в сетях класса В составляет  $2^{16} = (65\ 536)$ .
- **К классу С** относятся все адреса, старшие три бита которых имеют значение 110. **В адресах класса С под номер сети отводится 3 байта, а под номер узла 1 байт.** Сети, старшие три байта которых находятся в диапазоне от 192.0.0 (11000000 00000000 00000000) до 223.255 (11011111 11111111 11111111), называются сетями: класса С. Сети класса С наиболее распространены и имеют наименьшее максимальное число узлов- $2^8$  степени (256).

## Классы IP-адресов (продолжение)

- **Если адрес** начинается с последовательности **1110**, то он является адресом **класса D** и обозначает особый, групповой адрес (multicast address). В то время как адреса классов А, В и С используются для идентификации отдельных сетевых интерфейсов, то есть являются **индивидуальными адресами** (unicast address), **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.
- Если адрес начинается с последовательности 11110, то это значит, что данный адрес относится к **классу E**. Адреса этого класса зарезервированы для будущих применений.
- Чтобы получить из IP-адреса номер сети и номер узла, требуется не только разделить адрес на две соответствующие части, но и дополнить каждую из них нулями до полных 4 байт. Например, адрес класса **B** 129.64.134.5. Первые два байта идентифицируют сеть, а последующие два - узел. Таким образом, номером сети является адрес 129.64.0.0, а номером узла - адрес 0.0.134.5.

## Особые IP-адреса (Ограничения при назначении IP адрессов)

● Существуют ограничения при назначении IP-адресов, а именно номера сетей и номера узлов не могут состоять из одних двоичных нулей или единиц. Поэтому максимальное количество узлов, приведенное в табл. 5-18.3.1 для сетей каждого класса, должно быть уменьшено на 2. Например, в адресах класса C количество узлов  $2^8=256$  с номерами от 0 до 255. Однако в действительности максимальное число узлов в сети класса C не может превышать 254, так как адреса 0 и 255 запрещены для адресации сетевых интерфейсов.

□ Если IP-адрес состоит только из двоичных нулей, то он называется неопределенным адресом и обозначает адрес того узла, который сгенерировал этот пакет. Применяется в особых случаях.

□ Если в поле номера сети стоят только нули, 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.

□ Если все двоичные разряды IP-адреса равны 1, 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 ни при каких условиях. (маршрутизаторы этого не допустят).

# Особые IP-адреса (Ограничения при назначении IP

## адрессов)

### Особые IP-адреса (продолжение)

□ Если в поле адреса назначения в разрядах, соответствующих номеру узла, стоят только единицы, 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).

### **Внимание!**

- В протоколе IP нет понятия широковещания в том смысле, в котором оно используется в протоколах канального уровня локальных сетей, когда данные должны быть доставлены абсолютно всем узлам сети. Как ограниченный, так и обычный варианты широковещательной рассылки имеют пределы распространения в составной сети — они ограничены либо сетью, которой принадлежит источник пакета, либо сетью, номер которой указан в адресе назначения. Поэтому деление сети с помощью маршрутизаторов на части локализует широковещательный шторм пределами одной из подсетей просто потому, что нет способа адресовать пакет одновременно всем узлам всех сетей составной сети.

## Особые IP-адреса (Ограничения при назначении IP

адресов)

- Особый смысл имеет IP-адрес, первый октет которого равен 127. 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. Обе программные части данного приложения спроектированы в расчете на то, что они будут обмениваться сообщениями по сети. Для того, чтобы серверная часть приложения могла обмениваться с клиентской было принято решение применение внутреннего адреса 127.0.0.0. В IP-сети запрещается присваивать сетевым интерфейсам IP-адреса, начинающиеся со 127. Когда программа посылает данные по IP-адресу 127.x.x.x, то данные не передаются в сеть, а возвращаются модулям верхнего уровня того же компьютера как только что принятые. Маршрут перемещения данных образует «петлю», поэтому этот адрес называется адресом обратной петли (loopback).
- Групповые адреса (multicast), относящиеся к классу D, предназначены для экономичного распространения в Интернете или большой корпоративной сети аудио- или видеопрограмм, адресованных сразу большой аудитории слушателей или зрителей. Если групповой адрес помещен в поле адреса назначения IP-пакета, то данный пакет должен быть доставлен сразу нескольким узлам, которые образуют группу с номером, указанным в поле адреса. Один и тот же узел может входить в несколько групп. В общем случае члены группы могут распределяться по различным сетям, находящимся друг от друга на произвольно большом расстоянии.

# Использование масок при IP-адресации

- Снабжая каждый IP-адрес маской, можно отказаться от понятий классов адресов и сделать более гибкой систему адресации.

Пусть, например, для IP-адреса 129.64.134.5 указана маска 255.255.128.0, то есть в двоичном виде IP-адрес 129.64.134.5 — это:

10000001.01000000.10000110.00000101, а маска 255.255.128.0 - это:

11111111.11111111.10000000.00000000. Если игнорировать маску и интерпретировать адрес 129.64.134.5 на основе классов, то номером сети является 129.64.0.0, а номером узла — 0.0.134.5 (поскольку адрес относится к классу B).

- Если же использовать маску, то 17 последовательных двоичных единиц в маске 255.255.128.0, «наложенные» на IP-адрес 129.64.134.5, делят его на две части:

□ номер сети: 10000001.01000000.1;

□ номер узла: 0000110.00000101.

- В десятичной форме записи номера сети и узла, дополненные нулями до 32 бит, выглядят, соответственно, как 129.64.128.0 и 0.0.6.5.

- Наложение маски можно интерпретировать как выполнение логической операции «И» (AND). Так, в предыдущем примере номер сети из адреса 129.64.134.5 является результатом выполнения логической операции AND с маской 255.255.128.0:

● 10000001.01000000.10000110.00000101    AND

● 11111111.11111111.10000000.00000000

● 10000001.01000000.10000000.00000000 (адрес сети)

129      64      128      0

# Использование масок при IP-адресации

(продолжение).

Для стандартных классов сетей маски имеют следующие значения:

- класс А - 11111111. 00000000. 00000000. 00000000 (255.0.0.0);
- класс В - 11111111. 11111111. 00000000. 00000000 (255.255.0.0);
- класс С - 11111111. 11111111. 11111111. 00000000 (255.255.255.0).

● **При использовании масок часто используют запись формата: 185.23.44.206/16.** Сама маска может быть представлена в формате шестнадцатеричных чисел-FF.FF.00.00.

● Механизм масок широко распространен в IP-маршрутизации, причем маски могут использоваться для самых разных целей. С их помощью администратор может разбивать одну, выделенную ему поставщиком услуг сеть определенного класса, на несколько других, не требуя дополнительных номеров сетей — эта операция называется разделением на подсети (sub netting). На основе этого же механизма поставщики услуг могут объединять адресные пространства нескольких сетей путем введения так называемых «префиксов» для уменьшения объема таблиц маршрутизации и повышения за счет этого производительности маршрутизаторов — такая операция называется **объединением подсетей** (super netting).

# Порядок назначения IP-адресов

По определению схема IP-адресации должна обеспечивать уникальность нумерации сетей, а также уникальность нумерации узлов в пределах каждой из сетей. Следовательно, процедуры назначения номеров как сетям, так и узлам сетей должны быть централизованными. Рекомендуемый порядок назначения IP-адресов дается в RFC 2050.

## Назначение адресов автономной сети

- В небольшой же автономной IP-сети условие уникальности номеров сетей и узлов может быть выполнено силами сетевого администратора.
- В этом случае в распоряжении администратора имеются все адресное пространство, так как совпадение IP-адресов в не связанных между собой сетях не вызовет никаких отрицательных последствий, Администратор может выбирать адреса произвольным образом, соблюдая лишь синтаксические правила и учитывая ограничения на особые адреса.

Для того чтобы избежать совпадений с внешними адресами глобальной сети Интернет в стандартах Интернета определено несколько так называемых частных адресов, рекомендуемых для автономного использования:

- в классе А — сеть 10.0.0.0;
- в классе В — диапазон из 16 номеров сетей 172.16.0.0-172.31.0.0;
- в классе С - диапазон из 255 сетей - 192.168.0.0-192.168.255.0.

## Порядок назначения IP-адресов

Эти адреса, исключенные из множества централизованно распределяемых, составляют огромное адресное пространство, достаточное для нумерации узлов автономных сетей практически любых размеров. Заметим также, что частные адреса, как и при произвольном выборе адресов, в разных автономных сетях могут совпадать. В то же время использование частных адресов для адресации автономных сетей делает возможным корректное подключение их к Интернету. Применяемые при этом специальные технологии подключения исключают коллизии адресов.

## Централизованное распределение адресов

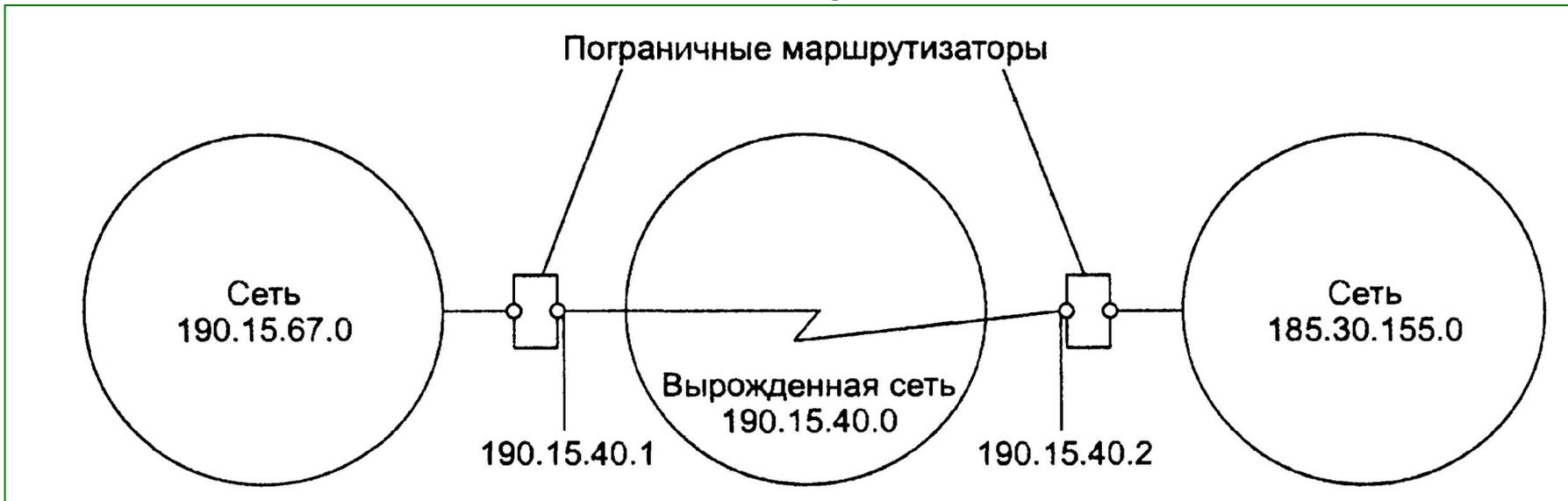
В глобальной сети Интернет, уникальность сетевых адресов гарантируется централизованной, иерархически организованной системой их распределения. Номер сети может быть назначен только по рекомендации специального подразделения Интернета. **Главным органом регистрации глобальных адресов в Интернете с 1998 года является неправительственная некоммерческая организация ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers).**

Эта организация координирует работу региональных отделов, деятельность которых охватывает большие географические площади: ARIN — Америка, RIPE (Европа), APNIC (Азия и Тихоокеанский регион).

# Централизованное распределение адресов

● Региональные отделы выделяют блоки адресов сетей крупным поставщикам услуг, а те, в свою очередь, распределяют их между своими потребителями. Проблемой централизованного распределения адресов является их дефицит. Уже сравнительно давно очень трудно получить адрес класса В и практически невозможно стать обладателем адреса класса А. При этом надо отметить, что дефицит обусловлен не только ростом сетей, но и тем, что имеющееся адресное пространство используется нерационально. В Республики Беларусь распределением IP адресов клиентам занимаются провайдеры услуг Интернет, такие как Белтелеком, Атлант-Телеком, МТС, FlyNet, InfoLan и др. Но уже с 2011 года чувствуется дефицит IP адресов версии 4 – IPv4.

## Сетевой уровень



**Рис. 5-18.4. Нерациональное использование пространства IP адресов**

- Очень часто владельцы сетей класса C расходуют лишь небольшую часть из имеющихся у них 254 адресов **Рис. 5-18.3.4**
- Для смягчения проблемы дефицита адресов разработчики стека TCP/IP предлагают разные подходы. Принципиальным решением является переход на новую версию протокола IP — протокол IPv6, в котором резко расширяется адресное пространство. Однако и текущая версия протокола IP (IPv4) поддерживает технологии, направленные на более экономное расходование IP-адресов, такие например, как NAT и CIDR.

## Сетевой уровень

- **Литература**

- 1) **Олифер В. Г. Олифер. Н. А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы:** Учебник для вузов. 4-е изд. — СПб.: Питер, 2010. — 944 е.: ил.
- 2) **Э. Таненбаум . Компьютерные сети. 4-е изд. /. — СПб.: Питер, 2003. — 992 с;**