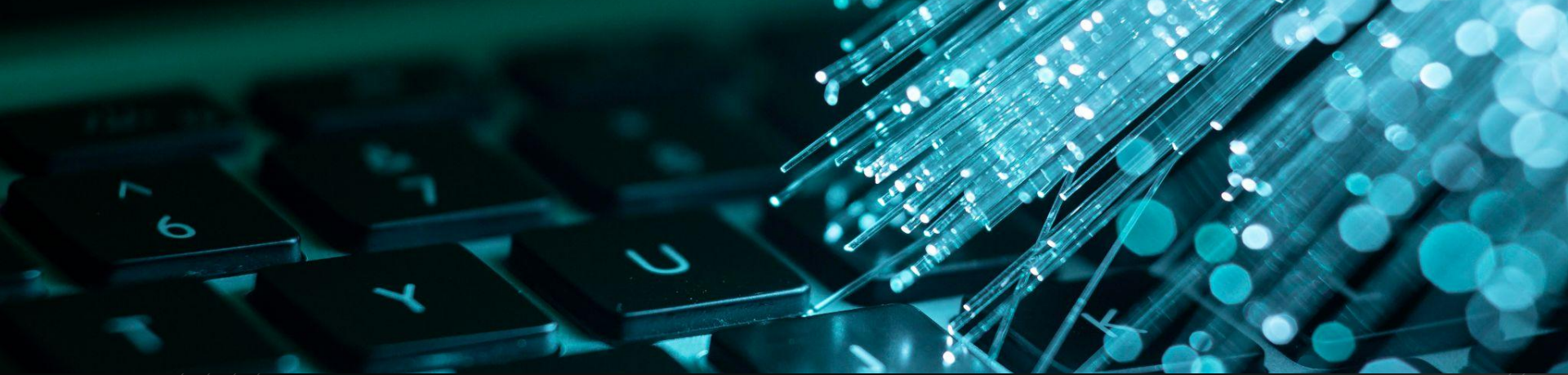




Протокол IP

Ахметов Камиль, 09-231

План Занятия

01

Основы IP

02

Адресация IP

03

Подсети

04

ARP, DHCP

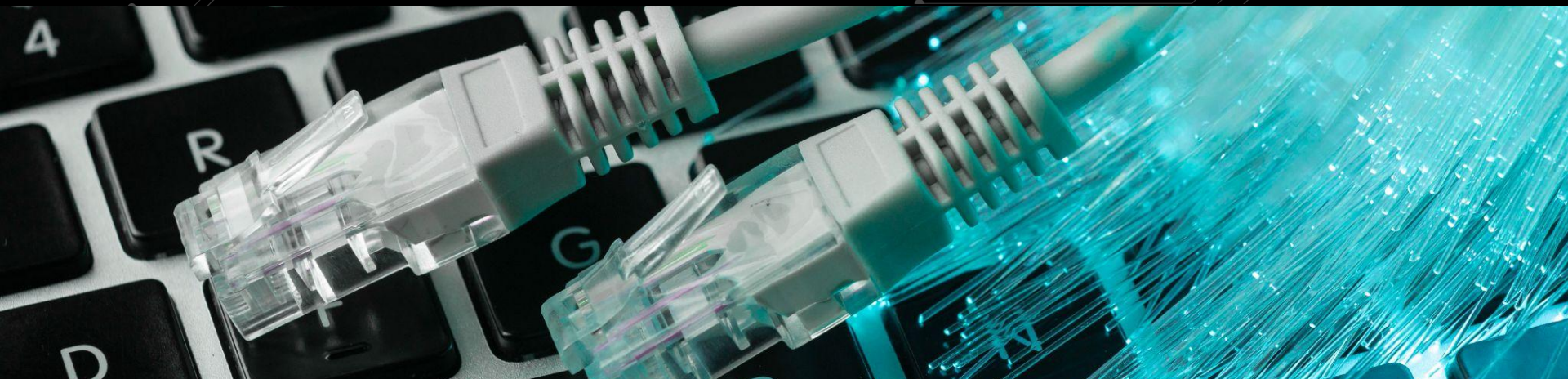
05

NAT

06

IPv6

01 Основы IP



Основная информация

Протокол IP (Internet Protocol) — это основной протокол для передачи данных в сети Интернет. Он был разработан в 1970-х годах как часть работы по созданию Интернета.

Задачи:

- Маршрутизация пакетов данных между устройствами.
- Объединение сетей

Стандартизирован в документе RFC 791

OSI Model	TCP/IP Model
Application Layer	Application layer
Presentation Layer	
Session Layer	
Transport Layer	Transport Layer
Network Layer	Internet Layer
Data link layer	Link Layer
Physical layer	

Расположение IP в основных моделях

Протокол работает на третьем уровне в модели OSI,
Networking Layer

И на втором уровне в TCP/IP, Internet Layer

Передача данных в IP

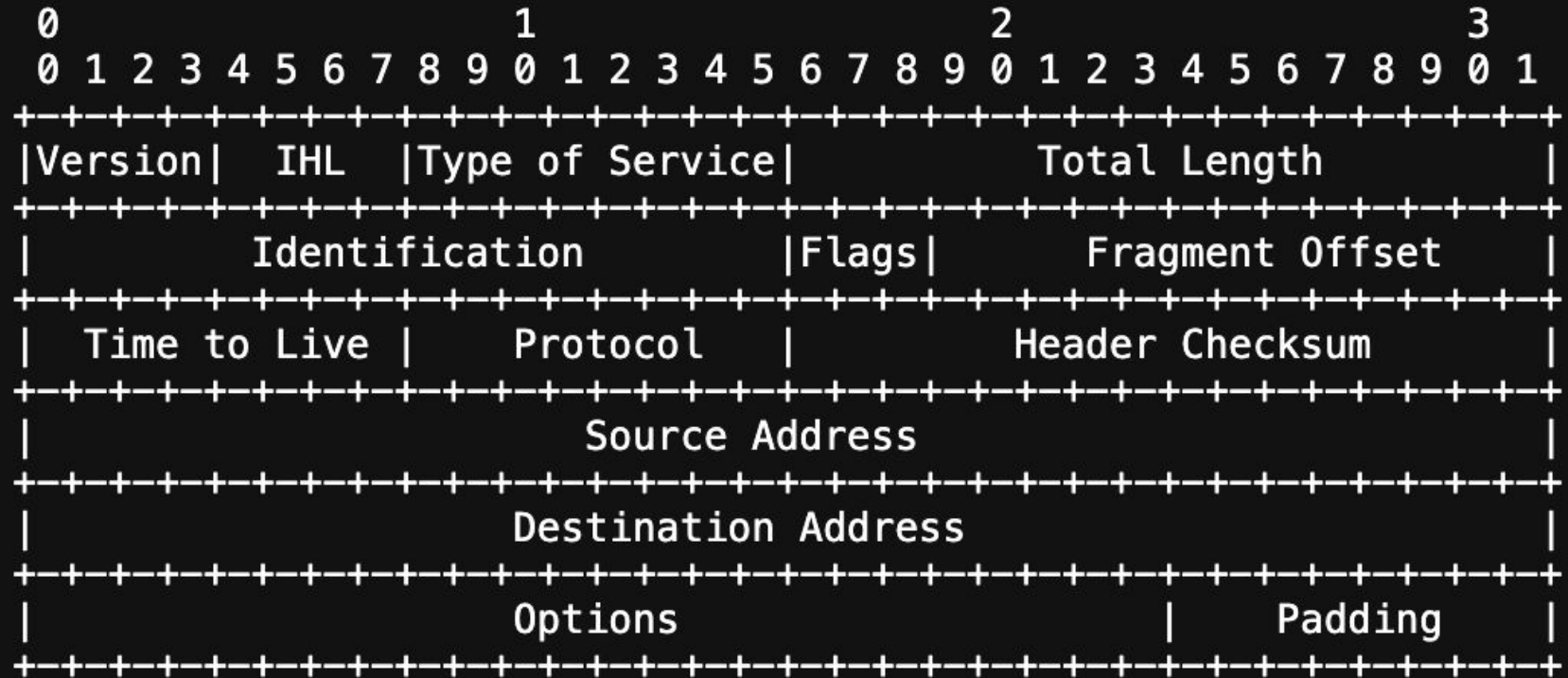
Данные передаются с помощью IP пакетов, которые имеют следующую структуру

0										1										2										3									
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1								
Version					IHL					Type of Service					Total Length																								
Identification										Flags					Fragment Offset																								
Time to Live										Protocol					Header Checksum																								
Source Address																																							
Destination Address																																							
Options																				Padding																			

Example Internet Datagram Header

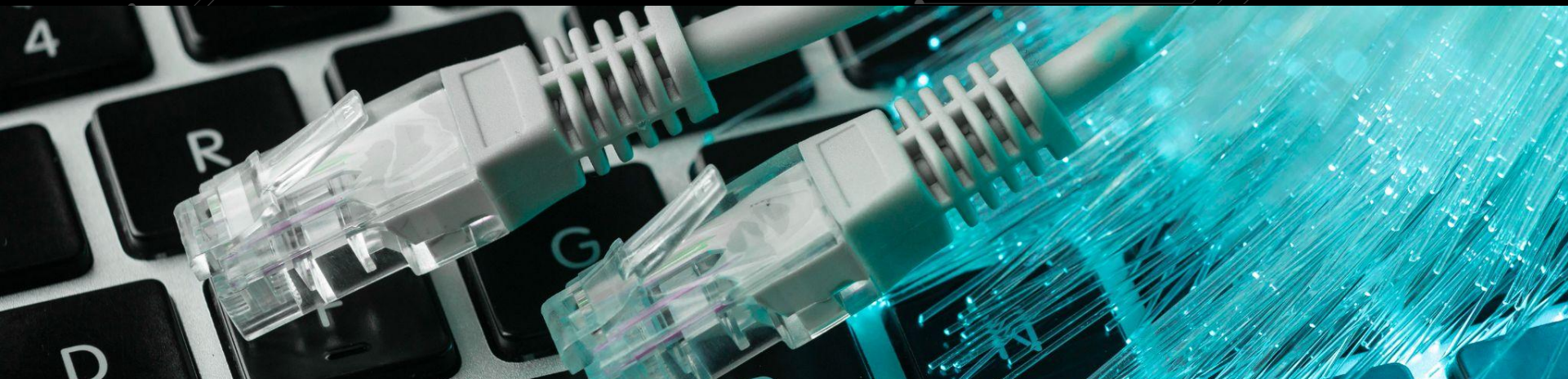
Формат Пакета

- Заголовок
 - Версия (IPv4 или IPv6),
 - Длина заголовка,
 - Общая длина пакета,
 - IP-адрес отправителя
 - IP-адрес получателя,
 - Поле времени жизни (TTL).
- Данные — полезная нагрузка.



Example Internet Datagram Header

02 Адресация IP





IP Адрес

IP-адрес — это уникальный идентификатор устройства в сети. Каждый IP-адрес состоит из четырех чисел, разделенных точками (например, 192.168.1.1). IP-адреса помогают устройствам идентифицировать друг друга в сети и маршрутизировать пакеты данных к нужному получателю.

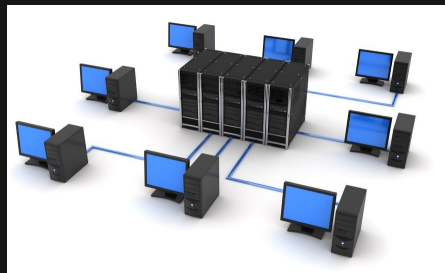
Длина ip адреса составляет 4 байта, 32 бита
213.180.193.3
11010101.10110100.11000001.00000011

Типы адресов



Глобальные Адреса

Это уникальные адреса, которые предоставляются для устройств. Они используются для связи между устройствами на разных сетях и позволяют подключаться к интернет-ресурсам.



Локальные адреса

Эти адреса применяются в пределах частных сетей (например, в домашних или корпоративных сетях). Локальные IP-адреса не видимы для внешнего мира и обычно назначаются маршрутизатором или вручную.

Классификация адресов

● Multicast

Multicast — для отправки сообщений группе адресов

Например: 224.0.0.0/4

● Broadcast

Broadcast — для отправки широковещательных сообщений всем адресам в сети

Например: 255.255.255.255

● Localhost

Localhost — для построения локальных сетей.

Например:

10.0.0.0 – 10.255.255.255

172.16.0.0 – 172.31.255.255

192.168.0.0 – 192.168.255.255

● Loopback

Loopback — тестирование локального устройства.

Например: 127.0.0.1

Распределение глобальных IP адресов

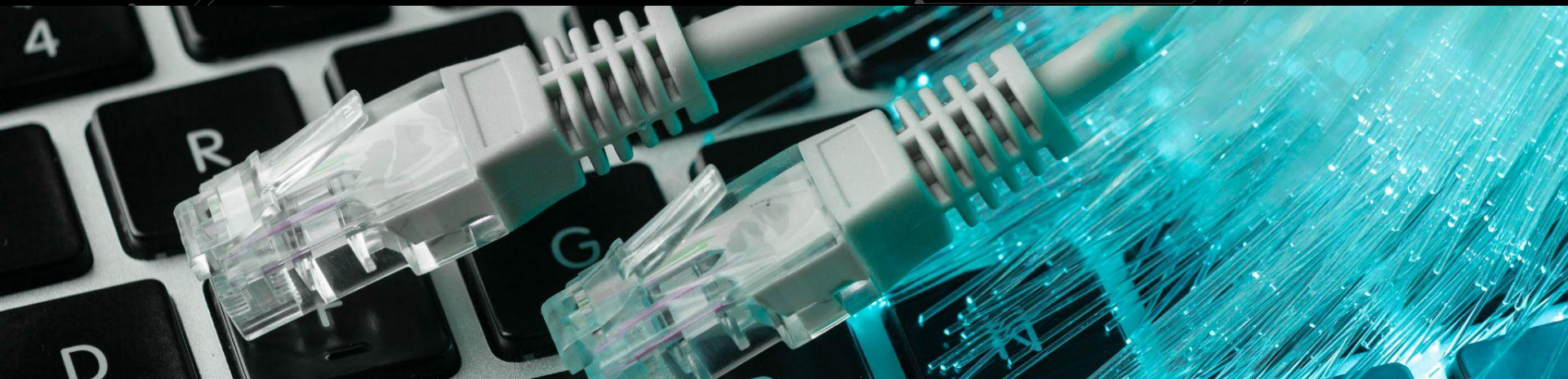
Длина IPv4 32 бита, поэтому
максимальное количество адресов
 $2^{32} = 4294967296$

Распределением IP адресов
занимается Internet Assigned Numbers
Authority (IANA)

IANA передает адреса региональным
регистраторам (RIR - Regional Internet
Register)



03 Подсети, Маски



Подсети и Маски

Подсеть — это логическое разделение IP-сети на более мелкие сегменты. Она помогает организовать и эффективно использовать адресное пространство, уменьшая трафик в локальной сети и повышая безопасность.

Маска подсети определяет, какая часть IP-адреса относится к сети, а какая — к устройствам в этой сети (хостам). Маска подсети состоит из 32 бит (для IPv4), где:

- Биты, равные 1, обозначают сетевую часть адреса.
- Биты, равные 0, обозначают часть адреса для хостов.

Например:

Маска 255.255.255.0 в двоичном виде выглядит как 11111111.11111111.11111111.00000000.

- Первые 24 бита (1) принадлежат сети.
- Оставшиеся 8 бит (0) используются для адресации устройств.

Типы адресации

Классовая Адресация (устаревшая модель):

Изначально IP-адреса делились на классы, определяющие размер сети:

- Класс А:
1.0.0.0 - 126.0.0.0 — крупные сети.
- Класс В:
128.0.0.0 - 191.255.0.0 — сети среднего размера.
- Класс С:
192.0.0.0 - 223.255.255.0 — небольшие сети.

Безклассовая адресация (CIDR):

Для оптимизации адресного пространства был введён метод CIDR (Classless Inter-Domain Routing). В CIDR адресация задаётся не через классы, а с помощью маски подсети в виде суффикса. Например:

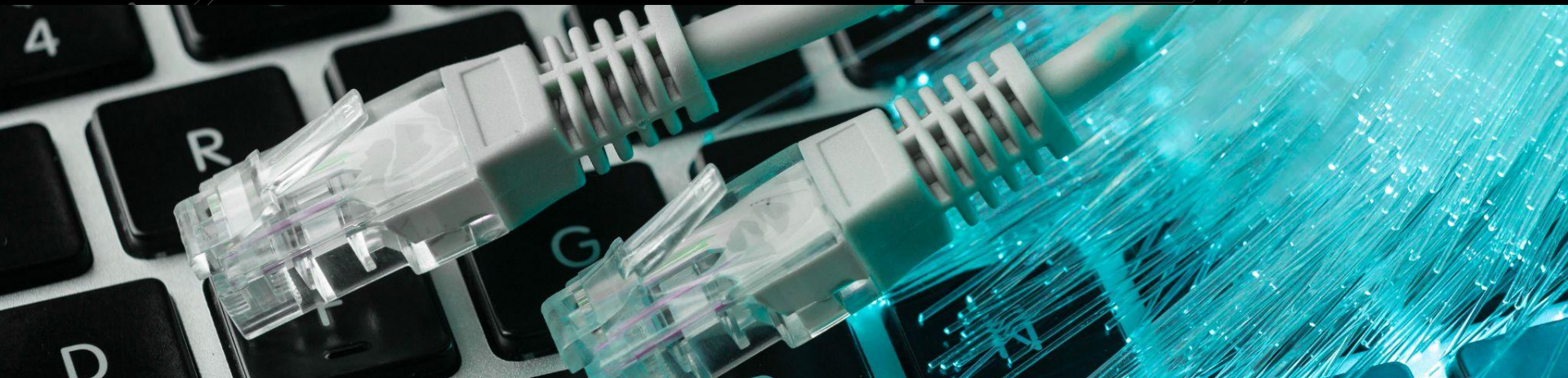
- 192.168.1.0/24 — подсеть с 256 адресами.
- 192.168.1.0/28 — подсеть с 16 адресами.

Преимущества CIDR:

- Позволяет гибко разделять сети на произвольные размеры.
- Уменьшает перерасход адресов.
- Упрощает маршрутизацию за счёт агрегации маршрутов

04

Вспомогательные Протоколы



Вспомогательные протоколы

ICMP

ICMP — это протокол управления сообщениями в интернете, используемый для диагностики и контроля работы сетей. Он передаёт служебную информацию между устройствами.

ARP

ARP — используется для сопоставления IP-адресов с MAC-адресами устройств в одной локальной сети. Это необходимо для передачи данных в Ethernet-сетях, где устройства взаимодействуют через MAC-адреса.

DHCP

DHCP — это сетевой протокол, который автоматизирует процесс назначения IP-адресов и других параметров сети (например, маски подсети, шлюза и DNS-серверов) устройствам в локальной сети. Это позволяет устройствам подключаться к сети без ручной настройки.

ARP Протокол

ARP (Address Resolution Protocol) — это сетевой протокол, используемый для сопоставления IP-адресов с MAC-адресами в локальных сетях. Когда устройство отправляет данные в сеть, оно знает IP-адрес получателя, но не знает его MAC-адрес, который нужен для работы на канальном уровне.

Как работает ARP:

Когда устройство отправляет данные в локальную сеть, оно отправляет специальный запрос ARP, называемый ARP-запросом. В этом запросе указывается IP-адрес устройства, которому нужно передать данные. Все устройства в сети слушают эти ARP-запросы. Тот хост, у которого соответствует указанный IP-адрес, отвечает ARP-ответом, предоставляя свой MAC-адрес. На основе этого ответа устройство заполняет свою ARP таблицу.

Подробнее прочитать про ARP можно в документе RFC 826

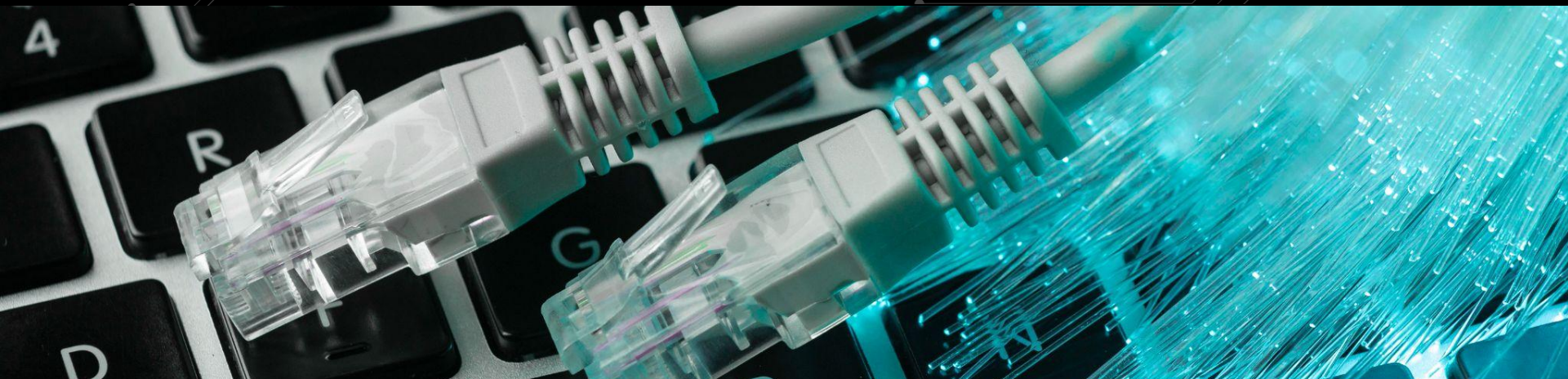
ARP Таблица

IP Адрес	MAC Адрес	Тип
172.16.10.253	00.1C.3F:34	Динамический
172.16.10.23	...	Статический
172.16.10.153	...	Динамический
172.16.10.88	...	Динамический
172.16.10.83	...	Статический

ARP Таблица хранит соответствие IP Адресов Mac адресам.

Компьютеры в сети записывают информацию о найденных IP адресах в Кэш, поэтому нет необходимости каждый раз запрашивать mac адрес по ip адресу

05 Технология NAT



Технология NAT

NAT (Network Address Translation) — это технология, которая позволяет нескольким устройствам внутри частной сети использовать один общий публичный IP-адрес для выхода в интернет.

Для чего нужен NAT:

- NAT позволяет устройствам внутри локальной сети использовать частные (непубличные) IP-адреса, что помогает сократить использование публичных IP-адресов
- Обеспечивает безопасность, скрывая внутренние IP-адреса устройств от внешнего мира.
- Позволяет множественным устройствам внутри локальной сети выходить в интернет через один публичный IP.

Как работает NAT:

- Когда устройство в локальной сети хочет отправить трафик за пределы сети (в интернет), оно обращается к маршрутизатору, который выполняет NAT.
- Маршрутизатор заменяет исходный локальный IP и MAC-адрес на соответствующий публичный IP и MAC-адрес при отправке пакета во внешний мир.
- Ответные пакеты от внешних устройств транслируются обратно через NAT в локальную сеть.

Информация про NAT содержится в документе RFC 791, который описывает IP

Типы NAT

Статический

Устанавливает фиксированное сопоставление одного внутреннего IP-адреса с одним публичным IP-адресом.

Применяется, например, для предоставления удаленного доступа к конкретному устройству внутри локальной сети.

Динамический

Позволяет нескольким внутренним устройствам использовать несколько публичных IP-адресов из пула на основе доступности.

Применяется для оптимизации использования публичных IP-адресов, когда не все устройства подключены одновременно.

Masquerading

Самый распространенный тип NAT, который позволяет множеству устройств из локальной сети использовать один публичный IP-адрес для выхода в интернет.

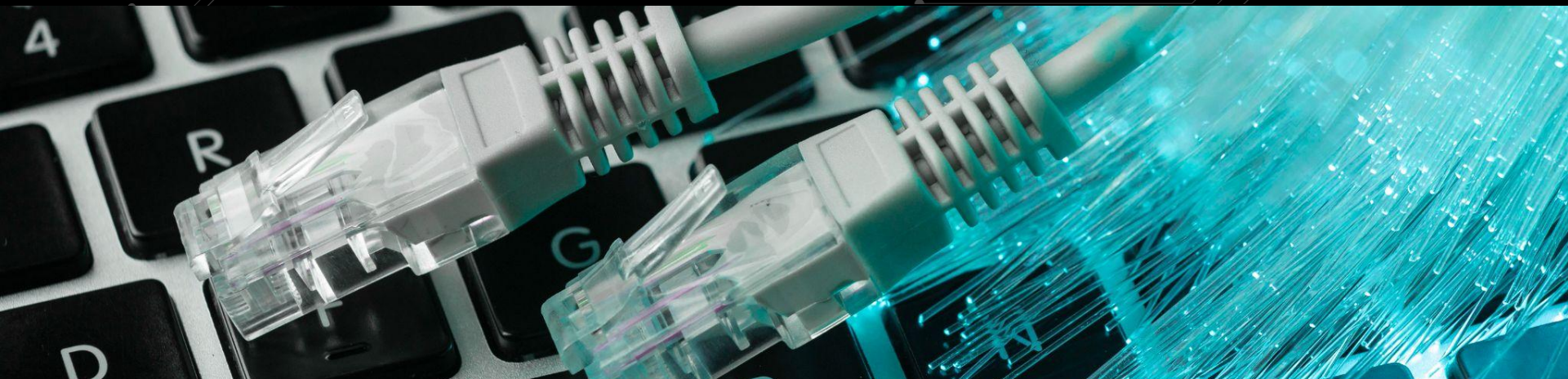
Использует динамическое сопоставление через порт (Port Address Translation — PAT).

Таблица NAT

Внутренний IP	Внутренний Port	Внешний IP	Внешний Port
192.168.1.2	8080	178.208.5.1	80
192.168.1.3	443	178.208.5.	443
192.168.1.4	35000	178.208.5.1	49121

Преобразование происходит с помощью таблицы NAT, в которой хранится соответствие внешний/внутренний IP + Port

06 IPv6



IP version 6

IPv6 — это следующая версия протокола IP, которая была разработана для решения ограничений IPv4, таких как ограниченное адресное пространство. IPv6 использует 128-битные адреса, обеспечивая огромное количество IP-адресов.

Проектирование IPv6 началось в 1994 году, а первая версия стандарта была выпущена в 1998 году. Основной целью IPv6 было увеличение количества доступных IP-адресов и обеспечение более масштабируемой и безопасной архитектуры.

Кроме того, создание IPv6 ощутимо облегчило маршрутизацию пакетов.

Основная спецификация IPv6 содержится в RFC 8200

IPv6 Адреса

Количество адресов:

IPv6 использует 128-битные адреса, что позволяет поддерживать более 3.4 триллиона триллионов адресов.

Структура адреса:

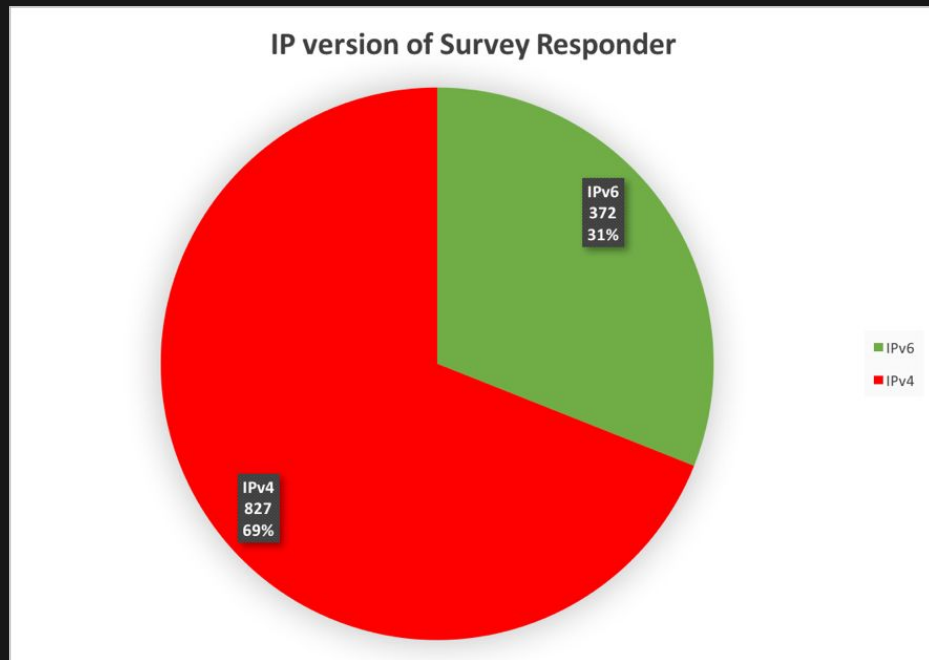
IPv6 адрес состоит из 8 16-битных шестнадцатеричных групп, разделенных двоеточиями.

Например: 2001:0db8:85a3:0000:0000:8a2e:0370:7334.

Типы адресов:

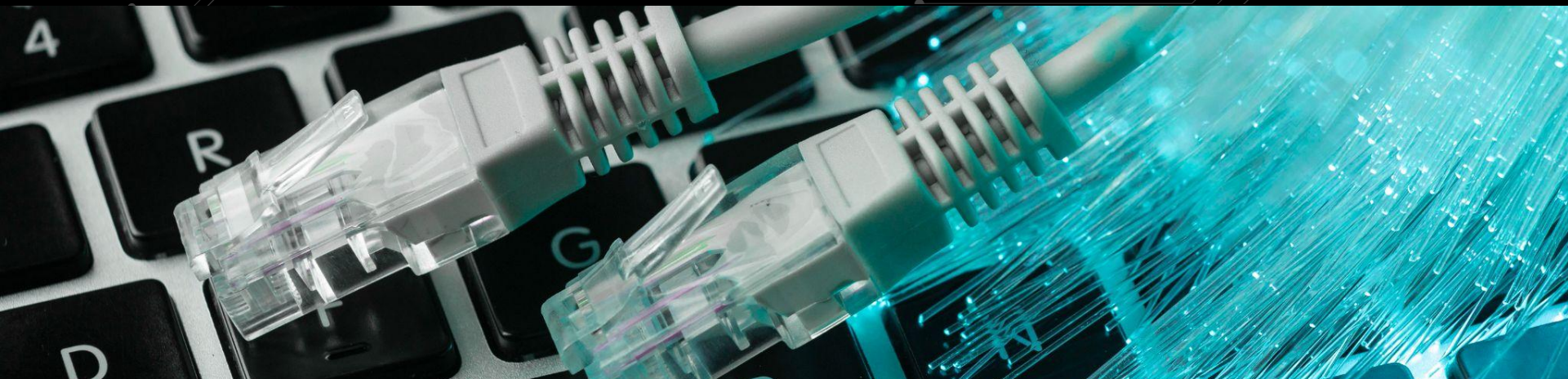
- Unicast — адрес назначения для одного конкретного устройства.
- Multicast — адрес назначения для группы устройств.
- Anycast — адрес назначения для ближайшего устройства в группе.

Соотношение IPv4 и IPv6



По состоянию на 2025 год, 69% сетей используют IPv4, а 31% используют IPv6.

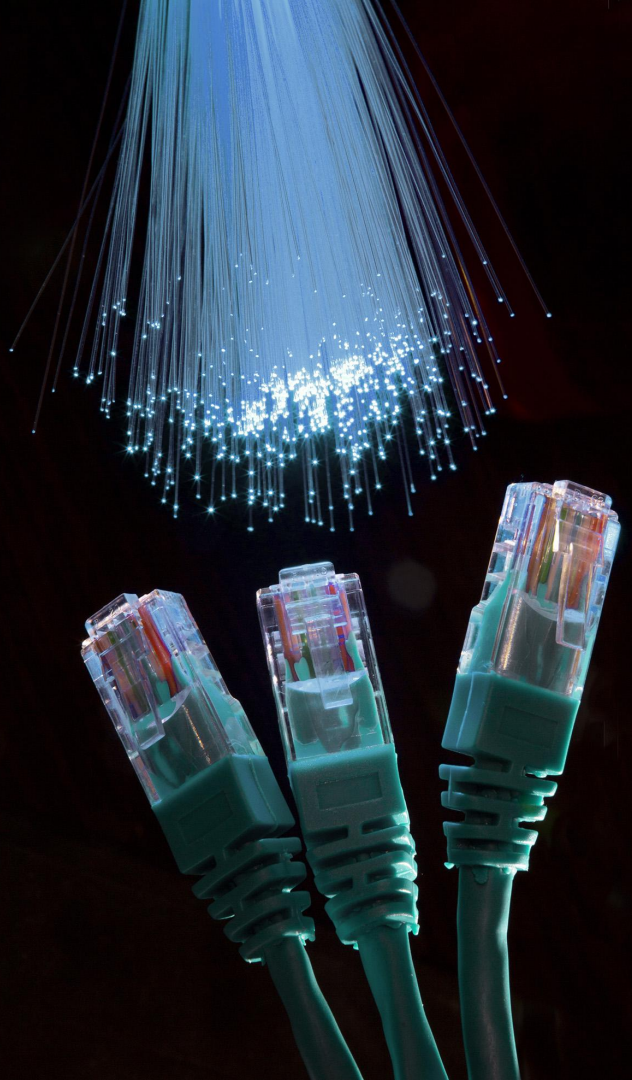
07 Вопросы студентам



Вопрос N_1

Что такое маска подсети?

- а) Это инструмент для преобразования публичных IP-адресов в частные.
- б) Это инструмент, который делит IP-адрес на сетевую и хостовую части, определяя, какие биты принадлежат сети, а какие — устройствам.
- с) Это система маршрутизации пакетов в сети.





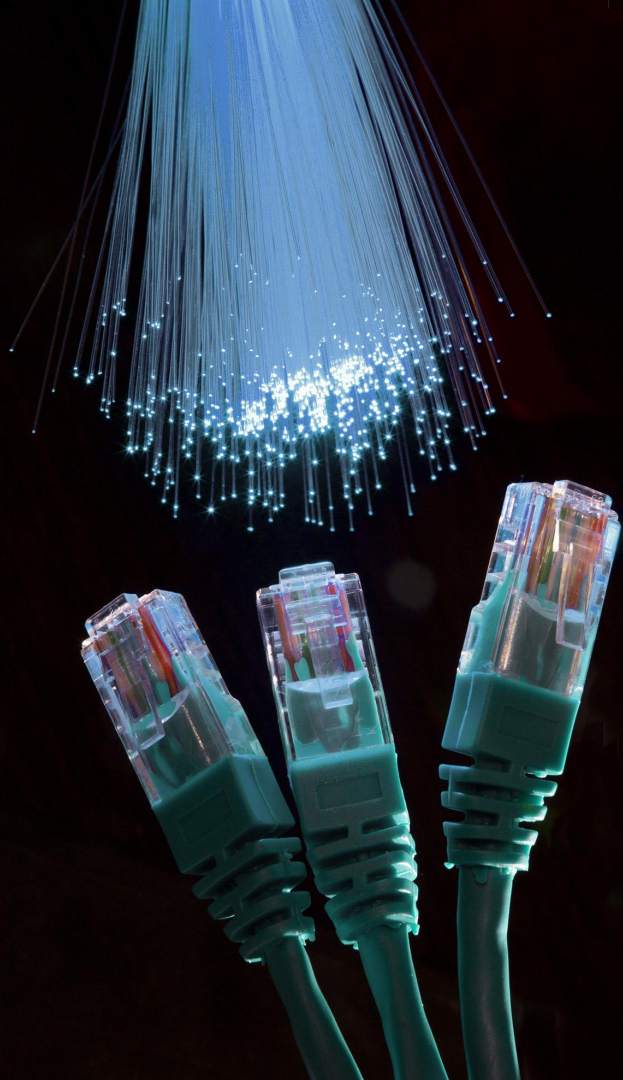
Правильный

б) Это инструмент, который делит IP-адрес на сетевую и хостовую части, определяя, какие биты принадлежат сети, а какие — устройствам.

Вопрос N_2

Какая запись соответствует
CIDR-нотации сети с 256
адресами?

- a) /24
- b) /22
- c) /25
- d) /16





Правильный

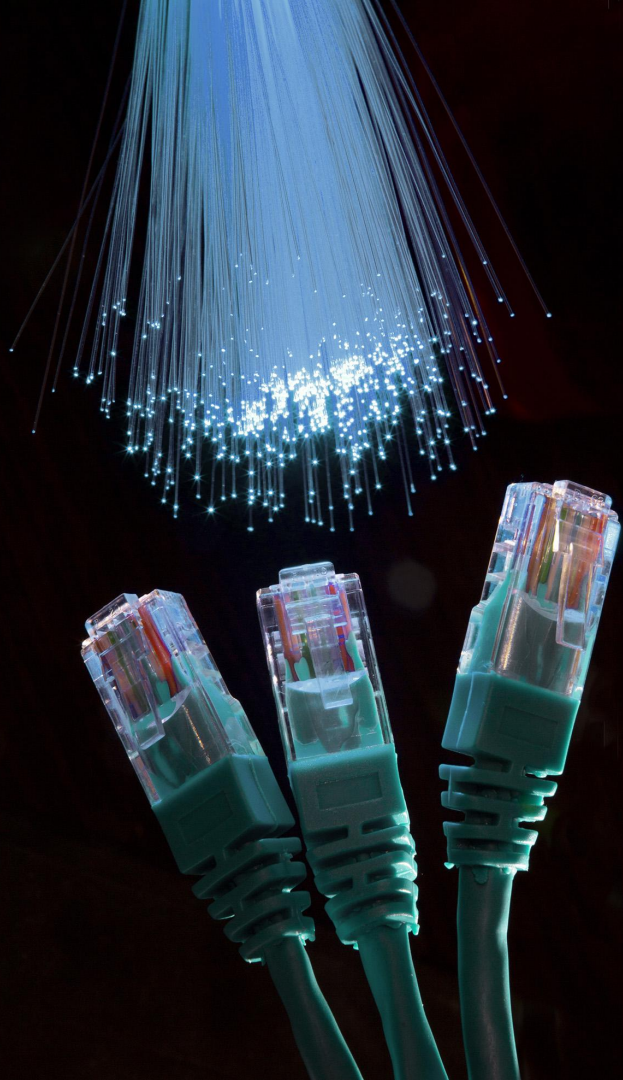
a) /24

С. 100.

Вопрос N_3

Какие адреса можно использовать внутри локальных сетей?

- a) 192.168.0.0/16
- b) 172.16.0.0/12
- c) 10.0.0.0/8
- d) Все перечисленные





Правильный

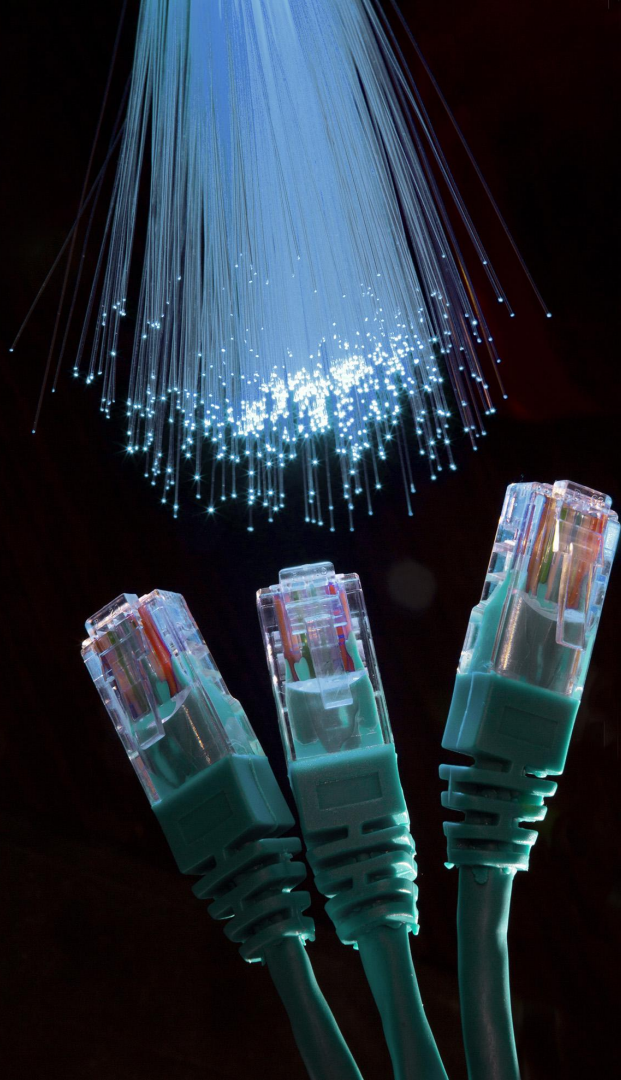
d) Все перечисленные

СДА

Вопрос N_4

Чем IPv6 отличается от IPv4?

- а) IPv6 имеет длину адреса 64 бита (вместо 32 бит у IPv4).
- б) IPv6 поддерживает меньшее количество устройств и сложнее масштабируется.
- в) IPv6 имеет длину адреса 128 бит (вместо 32 бит у IPv4), поддерживает большее количество устройств и улучшенное качество обслуживания.





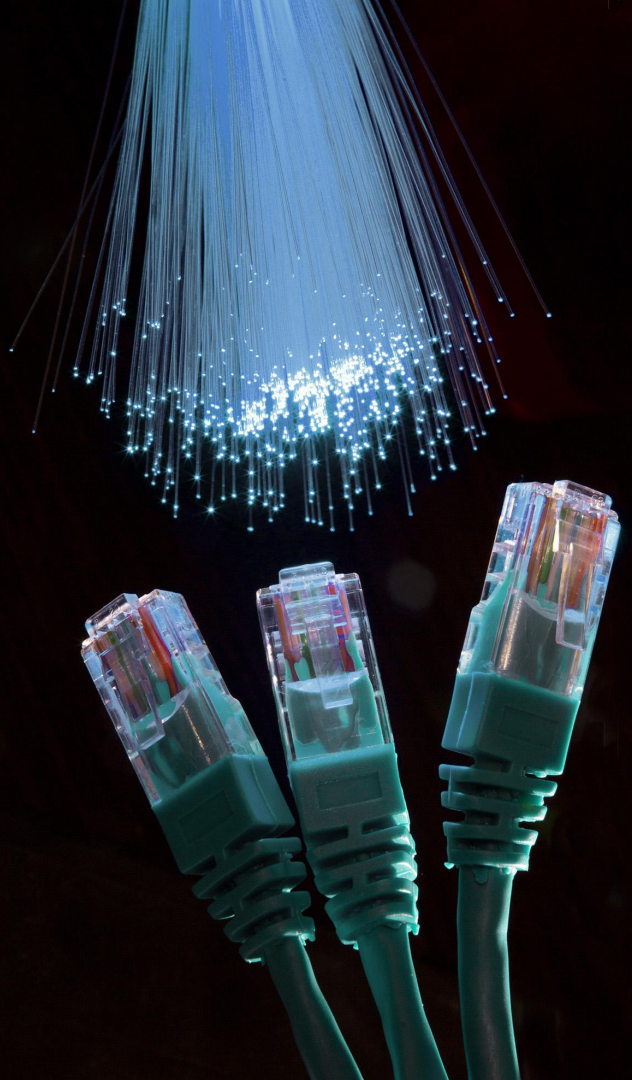
Правильный

с) IPv6 имеет длину адреса 128 бит (вместо 32 бит у IPv4), поддерживает большее количество устройств и улучшенное качество обслуживания.

Вопрос N_5

Что такое ARP?

- а) Протокол маршрутизации, используемый для передачи пакетов между сетями.
- б) Протокол разрешения адресов, который сопоставляет IP-адрес с MAC-адресом устройства в локальной сети.
- с) Протокол маршрутизации, используемый для оптимизации передачи данных.





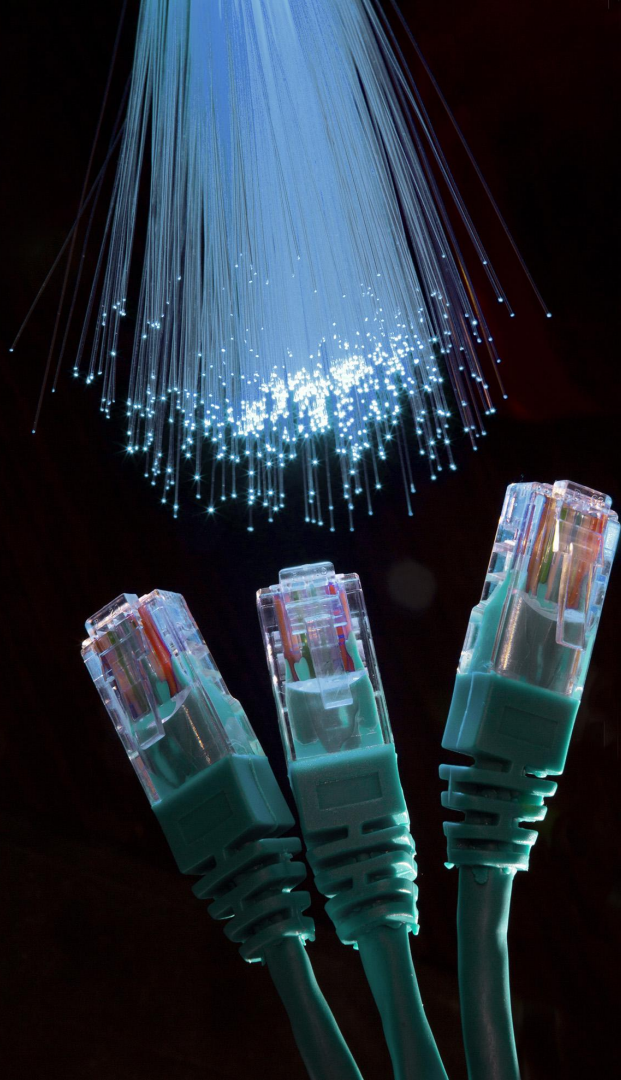
Правильный

б) Протокол разрешения адресов, который сопоставляет IP-адрес с MAC-адресом устройства в локальной сети.

Вопрос N_6

Какую задачу решает NAT?

- а) Преобразование публичных IP-адресов в частные для взаимодействия с локальными сетями.
- б) Разрешение конфликтов IP-адресов внутри одной сети.
- в) Преобразование частных IP-адресов в публичные для взаимодействия с внешними сетями.





Правильный

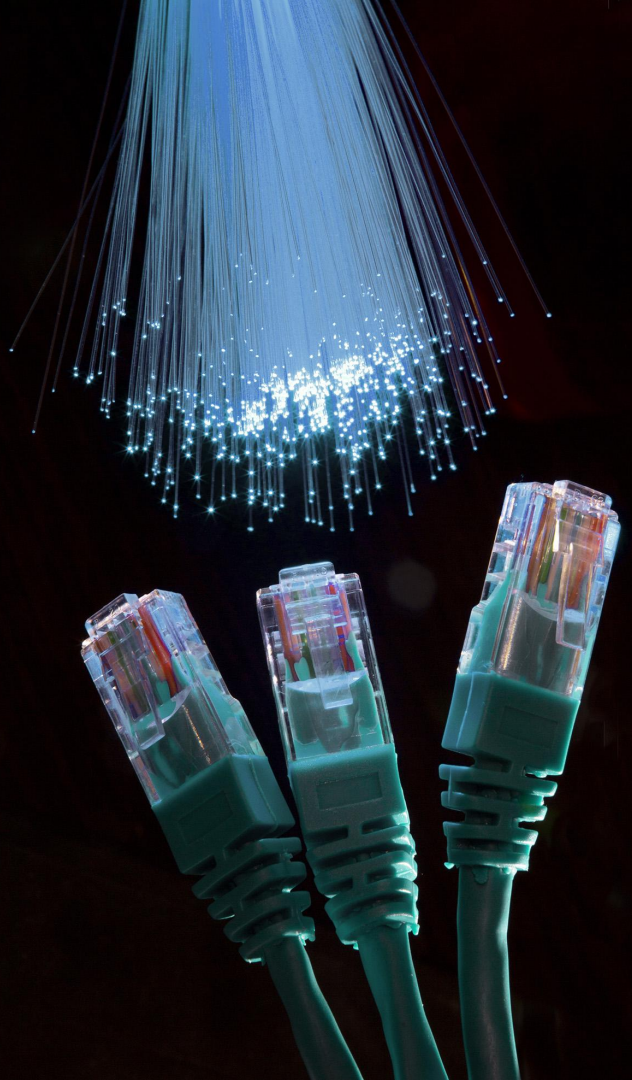
с) Преобразование частных IP-адресов в публичные для взаимодействия с внешними сетями.



Вопрос N_7

Какую роль выполняет TTL в IP-пакете?

- а) Ограничивает время жизни пакета в сети, предотвращая его бесконечное пересылание.
- б) Определяет скорость передачи данных.
- в) Контролирует размер данных в пакете.





Правильный

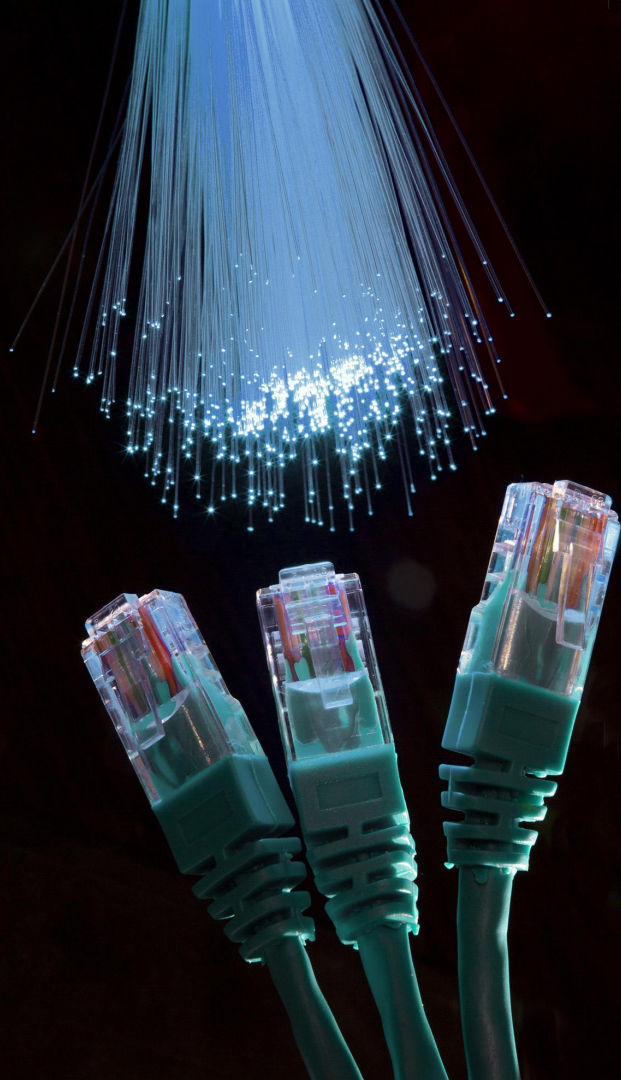
а) Ограничивает время жизни пакета в сети, предотвращая его бесконечное пересылание.



Вопрос N_8

Что такое глобальный IP-адрес?

- а) Адрес, который используется только в локальной сети и не видим для внешнего мира.
- б) Уникальный адрес, предоставляемый интернет-провайдерами для устройств, подключенных к интернету.
- с) Специальный тип адреса для отправки широковещательных сообщений.





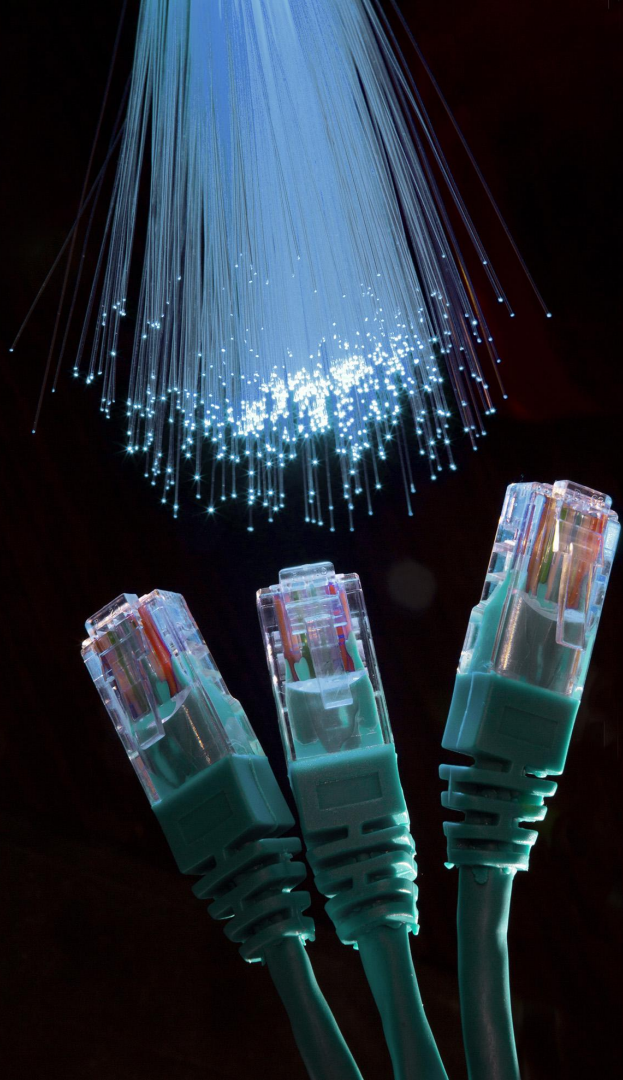
Правильный

б) Уникальный адрес, предоставляемый интернет-провайдерами для устройств, подключенных к интернету.

Вопрос N_9

Сколько бит IPv4 использует для адресации?

- a) IPv4 использует 64 бита для адресации.
- b) IPv4 использует 32 бита для адресации.
- c) IPv4 использует 128 бит для адресации.





Правильный

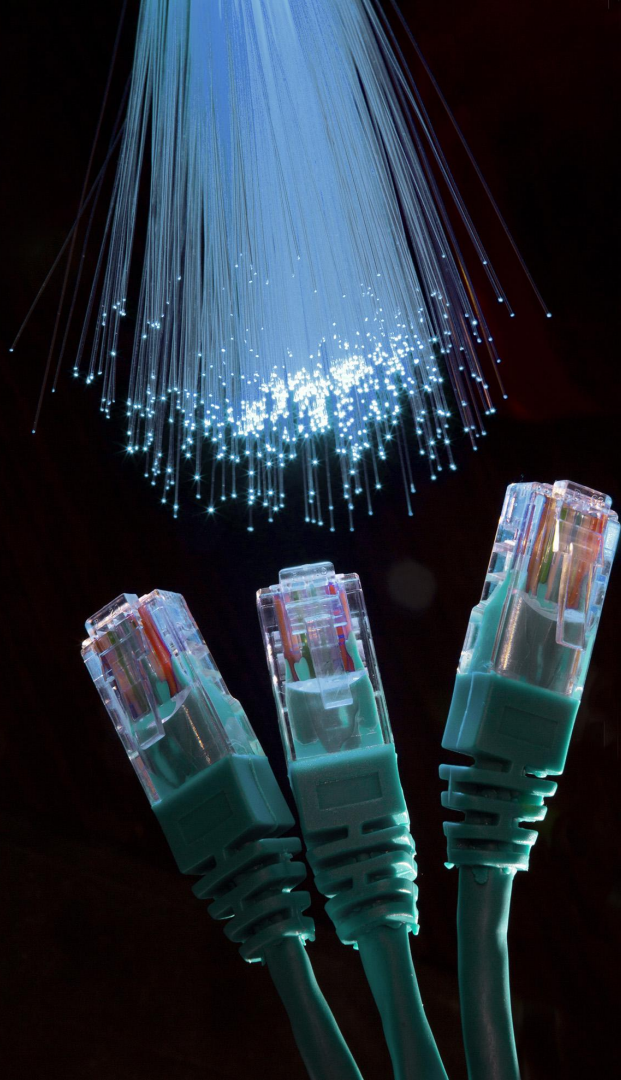
б) IPv4 использует 32 бита для адресации.



Вопрос N_10

Как работает маршрутизация CIDR (Classless Inter-Domain Routing)?

- а) Использует классы для разделения сетей.
- б) Определяет подсети с использованием маски подсети без привязки к классу.
- в) Объединяет только сетевые классы для маршрутизации.





Правильный

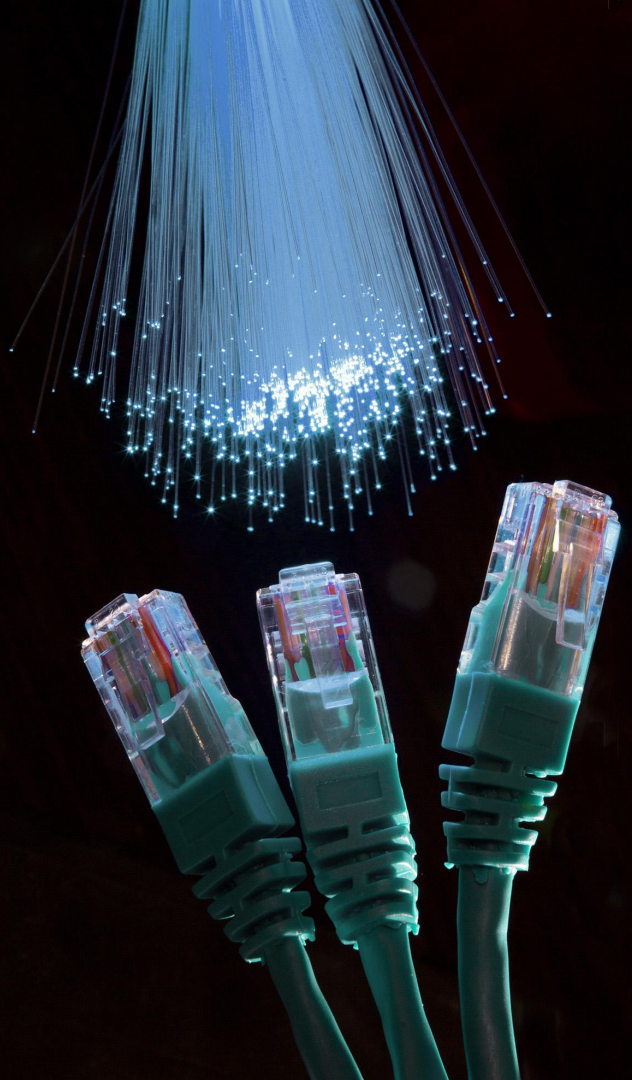
б) Определяет подсети с использованием маски подсети без привязки к классу.



Вопрос N_11

Что такое NAT на основе маскировки (PAT)?

- а) Это технология, которая позволяет множественным устройствам использовать один публичный IP для выхода в интернет, основываясь на портах.
- б) Это технология, которая назначает каждому устройству внутри сети свой уникальный публичный IP.
- с) Это метод маскировки сетевых адресов, который скрывает внутренние IP-адреса от внешнего мира.





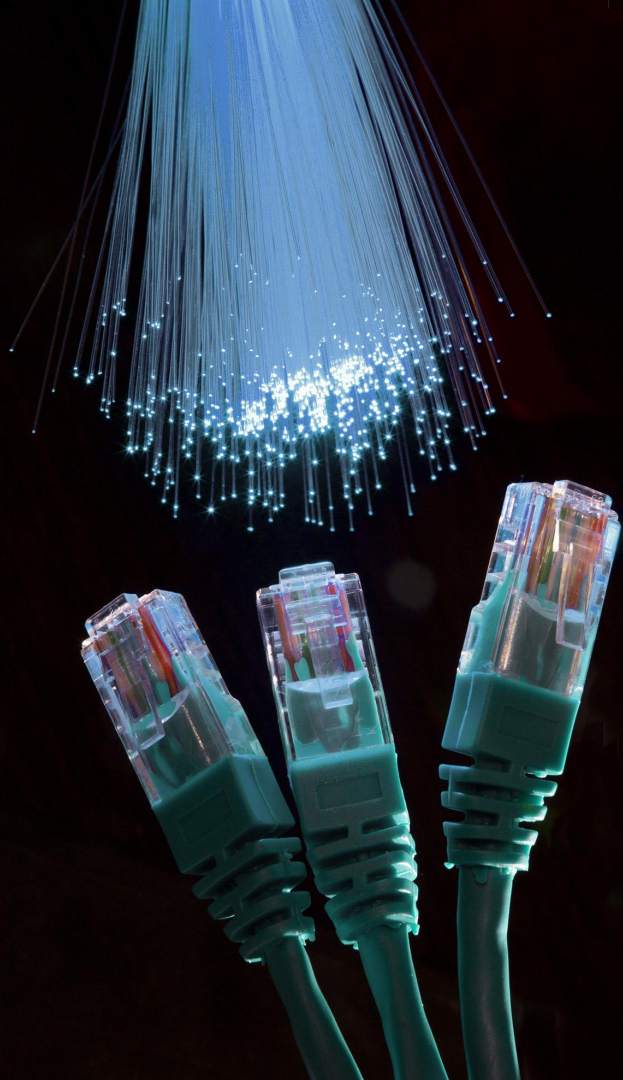
Правильный

а) Это технология, которая позволяет множественным устройствам использовать один публичный IP для выхода в интернет, основываясь на портах.

Вопрос N_12

**Какой протокол используется
для автоматического получения
IP-адреса и других сетевых
параметров в локальной сети?**

- a) ARP
- b) DHCP
- c) ICMP





Правильный

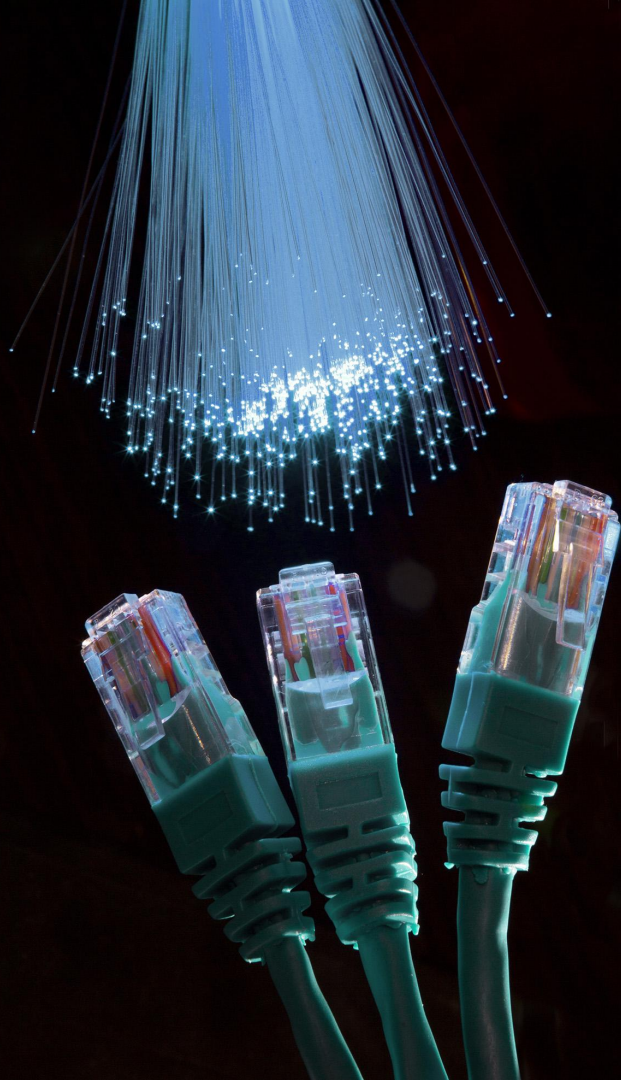
b) DHCP

С. 100

Вопрос N_13

Какие изменения принес IPv6 по сравнению с IPv4 в плане количества доступных адресов?

- а) IPv6 увеличил количество доступных адресов до 2^{128} .
- б) IPv6 уменьшил количество доступных адресов до 2^{64} .
- с) IPv6 использует только 32-битные адреса, как IPv4.





Правильный

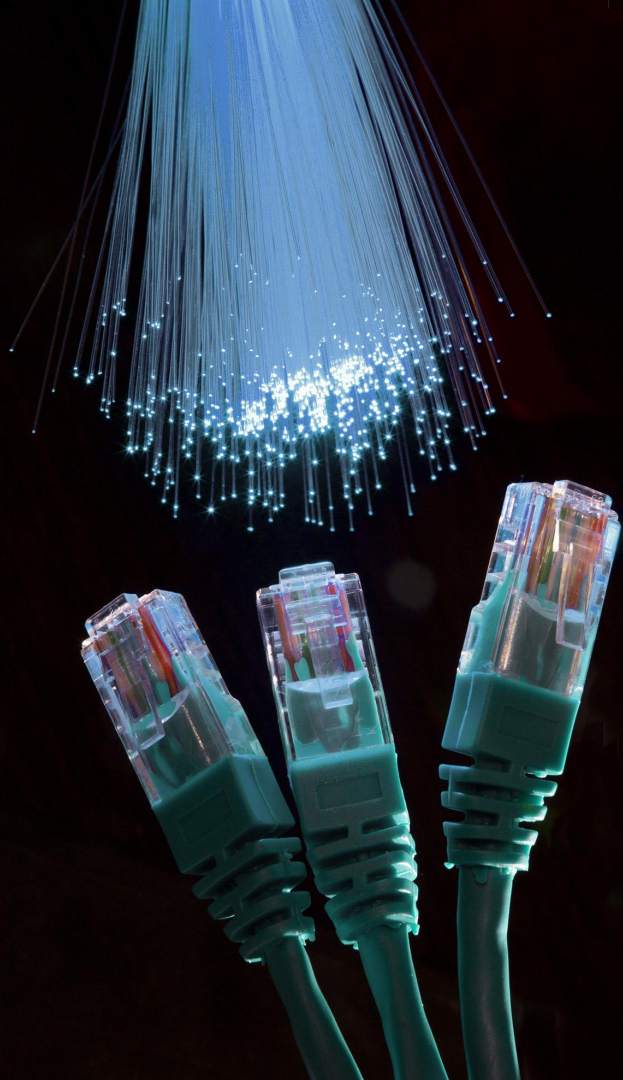
а) IPv6 увеличил количество доступных адресов до 2^{128} .



Вопрос N_14

**Что означает адрес в формате
192.168.1.0/24?**

- а) Адрес сети с 256 адресами в подсети.
- б) Адрес сети с 64 адресами в подсети.
- в) Адрес сети с 128 адресами в подсети.





Правильный

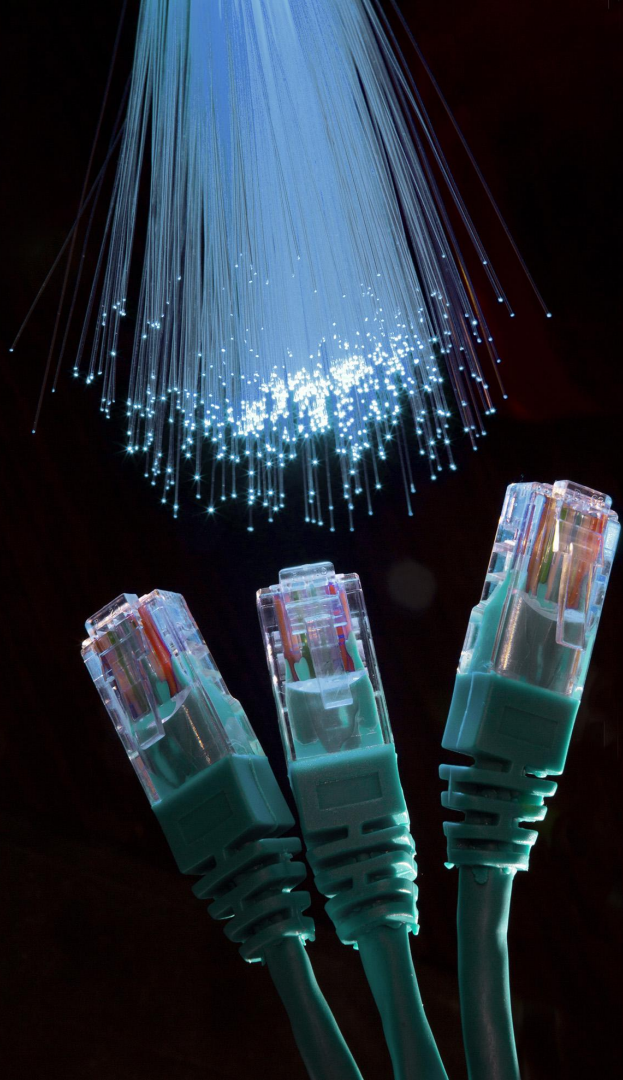
а) Адрес сети с 256 адресами в подсети.

01001

Задача

Укажите диапазон адресов сети
192.168.1.0/26.

- a) 192.168.1.0 – 192.168.1.63
- b) 192.168.1.0 – 192.168.1.127
- c) 192.168.1.64 – 192.168.1.127
- d) 192.168.1.128 – 192.168.1.191





Правильный

а) 192.168.1.0 – 192.168.1.63.

С. 100

Ссылки на источники

RFC 791, Internet protocol



RFC 2131, DHCP

