

# **Доклад: Адресация IP**

**Дисциплина: Сетевые технологии**

Жукова Арина Александровна

# **Содержание**

<b>1 Вводная часть</b>	<b>5</b>
1.1 Актуальность темы . . . . .	5
1.2 Объект и предмет исследования . . . . .	5
1.3 Практическая значимость работы . . . . .	5
<b>2 Цель, гипотеза, задачи исследования</b>	<b>6</b>
2.1 Цель: . . . . .	6
2.2 Гипотеза: . . . . .	6
2.3 Задачи: . . . . .	6
<b>3 Материалы и методы исследования</b>	<b>8</b>
3.1 Материалы исследования . . . . .	8
3.2 Методы исследования . . . . .	8
<b>4 Основная часть</b>	<b>9</b>
4.1 Введение . . . . .	9
4.2 Протокол IP и его роль в стеке TCP/IP . . . . .	9
4.3 Адресация IPv4 . . . . .	10
4.3.1 Структура и форматы адреса . . . . .	10
4.3.2 Мaska подсети и бесклассовая адресация (CIDR) . . . . .	10
4.3.3 Специальные IPv4-адреса . . . . .	11
4.3.4 Кризис IPv4 и технология NAT . . . . .	11
4.4 Адресация IPv6 . . . . .	12
4.4.1 Необходимость перехода и структура адреса . . . . .	12
4.4.2 Типы IPv6-адресов . . . . .	12
4.5 Сравнение IPv4 и IPv6-адресов . . . . .	13
4.5.1 Основные форматы unicast-адресов . . . . .	13
4.5.2 Методы назначения IP-адресов . . . . .	13
4.6 Заключение . . . . .	14
4.7 Список использованной литературы . . . . .	14

# **Список иллюстраций**

# **Список таблиц**

# **1 Вводная часть**

## **1.1 Актуальность темы**

Актуальность темы исследования обусловлена всеобъемлющей цифровизацией общества и стремительным ростом количества интернет-устройств («Интернет вещей», мобильные гаджеты, умная инфраструктура). Классическая система адресации IPv4, основанная на 32-битных адресах, исчерпала свои ресурсы, что создает серьезные препятствия для развития глобальной сети. Это делает критически важным глубокое изучение и повсеместное внедрение протокола IPv6.

## **1.2 Объект и предмет исследования**

**Объект:** сетевая инфраструктура на базе стека протоколов TCP/IP

**Предмет:** система IP-адресации, ее эволюция и ключевые технологии

## **1.3 Практическая значимость работы**

- Для сетевых инженеров и администраторов при проектировании и оптимизации сетей
- Для студентов ИТ-специальностей как учебный материал
- Для разработчиков ПО при создании приложений с dual-stack поддержкой

## **2 Цель, гипотеза, задачи исследования**

### **2.1 Цель:**

Комплексный анализ архитектуры и принципов IP-адресации в сетях передачи данных, включая сравнительное изучение протоколов IPv4 и IPv6, а также оценка методов и технологий, обеспечивающих их эффективное функционирование в современных условиях.

### **2.2 Гипотеза:**

Несмотря на доминирование IPv4 в настоящее время, его технические ограничения и сложности эксплуатации делают неизбежным полный переход на протокол IPv6 в среднесрочной перспективе. При этом эффективное управление сетевыми ресурсами возможно только при условии комплексного использования технологий бесклассовой адресации (CIDR) для IPv4 и механизмов автоконфигурации для IPv6.

### **2.3 Задачи:**

1. Изучить теоретические основы IP-адресации: структуру и классы адресов IPv4

2. Проанализировать эволюцию подхода к адресации: переход от классовой модели к бесклассовой (CIDR)
3. Исследовать причины исчерпания IPv4-адресов и технологии, позволившие отсрочить кризис (NAT)
4. Рассмотреть архитектуру и преимущества протокола IPv6
5. Провести сравнительный анализ характеристик IPv4 и IPv6

## **3 Материалы и методы исследования**

### **3.1 Материалы исследования**

- Учебные пособия и научная литература
- Спецификации и стандарты (RFC)
- Научные статьи и аналитические обзоры

### **3.2 Методы исследования**

- Теоретический анализ
- Сравнительный анализ
- Структурно-функциональный метод
- Обобщение

# **4 Основная часть**

## **4.1 Введение**

IP-адресация является фундаментальным понятием в сетевых технологиях, лежащим в основе коммуникации в глобальной сети Интернет и большинстве локальных сетей. Она обеспечивает идентификацию и локализацию устройств в сетевом пространстве, позволяя маршрутизаторам и другим сетевым устройствам правильно направлять потоки данных от отправителя к получателю. Данный доклад посвящен изучению архитектуры и принципов IP-адресации, рассматривая как устоявшийся стандарт IPv4, так и его перспективного преемника – IPv6. Цель работы – систематизировать знания о структуре, типах, методах назначения и современных проблемах IP-адресации.

## **4.2 Протокол IP и его роль в стеке TCP/IP**

Протокол IP (Internet Protocol) работает на сетевом (межсетевом) уровне стека TCP/IP. Его основная задача – обеспечить адресацию и доставку пакетов (датаграмм) от исходного узла до узла назначения в составной сети, которая может состоять из множества разнородных подсетей. IP является протоколом без установления соединения (connectionless) и не гарантирует доставку пакетов – эти функции делегированы вышестоящим протоколам, таким как TCP.

Основной услугой сетевого уровня является обеспечение передачи данных без каких-либо изменений между транспортными логическими объектами». Именно

IP реализует эту услугу, опираясь на систему IP-адресов.

## 4.3 Адресация IPv4

### 4.3.1 Структура и форматы адреса

IPv4-адрес представляет собой 32-битное число, которое для удобства восприятия записывается в виде четырёх десятичных чисел (от 0 до 255), разделённых точками, например, 192.168.1.1. Это так называемая точечно-десятичная нотация (dotted-decimal notation).

Пространство IPv4-адресов делится на классы (A, B, C, D, E), хотя сегодня классовая адресация во многом уступила место бесклассовой (CIDR).

- **Класс A:** Первый бит 0. Диапазон сетей: 1.0.0.0 – 126.0.0.0. Предназначен для очень крупных сетей.
- **Класс B:** Первые два бита 10. Диапазон сетей: 128.0.0.0 – 191.255.0.0. Для сетей среднего размера.
- **Класс C:** Первые три бита 110. Диапазон сетей: 192.0.0.0 – 223.255.255.0. Для небольших сетей.
- **Класс D:** Первые четыре бита 1110. Диапазон: 224.0.0.0 – 239.255.255.255. Адреса групповой рассылки (multicast).
- **Класс E:** Первые четыре бита 1111. Диапазон: 240.0.0.0 – 255.255.255.255. Зарезервирован для экспериментальных целей.

### 4.3.2 Маска подсети и бесклассовая адресация (CIDR)

Классовый подход оказался неэффективным и привёл к расточительству IP-адресов. Ему на смену пришла технология бесклассовой междоменной маршрутизации (Classless Inter-Domain Routing, CIDR).

CIDR вводит понятие **маски подсети** – 32-битного числа, которое определяет, какая часть IP-адреса относится к номеру сети, а какая – к номеру узла. Биты

маски, установленные в 1, соответствуют битам сети в IP-адресе, а биты 0 – битам узла. Маска также записывается в точечно-десятичной форме (например, 255.255.255.0) или в виде префикса после символа / (например, /24, что эквивалентно 255.255.255.0).

Например, адрес 192.168.1.10/24 означает:  
\* Адрес сети: 192.168.1.0  
\* Маска: 255.255.255.0  
\* Диапазон адресов узлов: 192.168.1.1 – 192.168.1.254  
\* Широковещательный адрес: 192.168.1.255

CIDR позволил гибко дробить крупные сетевые блоки на подсети (процесс subnetting) и агрегировать множество мелких сетей в одну запись в таблице маршрутизации (supernetting), что значительно замедлило исчерпание IPv4-адресов и сократило размеры таблиц маршрутизации.

#### 4.3.3 Специальные IPv4-адреса

- **Private Addresses (частные адреса):** Определены в RFC 1918. Не маршрутизируются в Интернете и используются внутри частных сетей.
  - 10.0.0.0/8
  - 172.16.0.0/12
  - 192.168.0.0/16
- **Loopback Address (адрес обратной петли):** 127.0.0.0/8 (чаще всего 127.0.0.1). Используется для тестирования сетевого стека самого узла.
- **Link-Local Addresses (APIPA):** 169.254.0.0/16. Автоматически назначаются узлу, если он не смог получить адрес от DHCP-сервера.

#### 4.3.4 Кризис IPv4 и технология NAT

Ограничено пространство IPv4-адресов (около 4,3 млрд) привело к их практическому исчерпанию. Одним из ключевых решений, отсрочивших этот кризис, стала технология трансляции сетевых адресов (Network Address Translation, NAT).

NAT позволяет множеству устройств в частной сети использовать один или несколько публичных IPv4-адресов для выхода в Интернет. Маршрутизатор с NAT подменяет приватные IP-адреса и порты отправителей в исходящих пакетах на свои публичные, и выполняет обратную подмену для входящих пакетов. Это позволило значительно сократить потребление публичных IPv4-адресов.

## 4.4 Адресация IPv6

### 4.4.1 Необходимость перехода и структура адреса

Протокол IPv6 был разработан как долгосрочное решение проблемы исчерпания адресов. Он использует 128-битные адреса, что обеспечивает колоссальное адресное пространство ( $\sim 3.4 \times 10^{38}$  адресов).

IPv6-адрес записывается в виде восьми шестнадцатеричных 16-битных групп, разделённых двоеточиями: 2001:0db8:85a3:0000:0000:8a2e:0370:7334

Для сокращения записи допускается:

1. Отбрасывать ведущие нули в каждой группе: 2001:db8:85a3:0:0:8a2e:370:7334
2. Заменять одну или несколько последовательных групп, состоящих только из нулей, на двойное двоеточие (::): 2001:db8:85a3::8a2e:370:7334. Такая замена может быть выполнена только один раз в адресе.

### 4.4.2 Типы IPv6-адресов

- **Unicast:** Адрес, идентифицирующий один интерфейс. Пакет, отправленный на unicast-адрес, доставляется единственному интерфейсу.
- **Multicast:** Адрес, идентифицирующий группу интерфейсов. Пакет, отправленный на multicast-адрес, доставляется всем интерфейсам этой группы. Широковещание (broadcast) в IPv6 отсутствует, его функции выполняет multicast.

- **Anycast:** Адрес, также идентифицирующий группу интерфейсов, но пакет доставляется только *ближайшему* из них (с точки зрения метрики маршрутизации). Anycast-адреса берутся из пространства unicast-адресов.

## 4.5 Сравнение IPv4 и IPv6-адресов

### 4.5.1 Основные форматы unicast-адресов

- **Global Unicast Address (GUA):** Аналог публичного IPv4-адреса. Имеют структуру  $2000::/3$  (первые три бита 001). Включают в себя префикс маршрутизации, идентификатор подсети и идентификатор интерфейса.
- **Link-Local Address (LLA):** Автоматически конфигурируются на каждом интерфейсе и используются для связи *within a single network segment* (как протоколы маршрутизации, соседнего обнаружения). Имеют фиксированный префикс  $fe80::/10$ .
- **Unique Local Address (ULA):** Аналог частных IPv4-адресов (RFC 1918). Имеют префикс  $fc00::/7$ . Не маршрутизируются в глобальном Интернете.

### 4.5.2 Методы назначения IP-адресов

- **Статическая настройка:** Адрес, маска и шлюз по умолчанию вводятся администратором вручную в настройках сетевого интерфейса.
- **Динамическая настройка (DHCP):** Протокол Dynamic Host Configuration Protocol позволяет узлам автоматически получать IP-адрес и другие параметры сети (маску, шлюз, адреса DNS-серверов) от специального сервера. Это основной метод назначения адресов в современных сетях.
- **Автоконфигурация (только для IPv6):**
  - **Stateless Address Autoconfiguration (SLAAC):** Узел самостоятельно формирует свой адрес, используя полученный от маршрутизатора префикс сети и свой MAC-адрес (как правило, преобразованный в формат

EUI-64).

- **Stateful DHCPv6:** Аналогичен DHCP в IPv4, сервер выдаёт адреса и manages их состояние.

## 4.6 Заключение

IP-адресация прошла долгий путь от классовой модели IPv4 до гибкой бесклассовой системы CIDR и, наконец, к просторному и функциональному IPv6. Понимание принципов адресации – от структуры адреса и маски подсети до методов динамического назначения – является обязательным для любого специалиста в области сетевых технологий. Несмотря на широкое распространение механизмов вроде NAT, будущее сетей неразрывно связано с повсеместным внедрением IPv6, который не только решает проблему нехватки адресов, но и предлагает улучшения в области безопасности, производительности и управляемости. Миграция на IPv6 остается одной из ключевых задач современной интернет-инфраструктуры.

## 4.7 Список использованной литературы

1. **Кулябов Д. С., Королькова А. В.** Архитектура и принципы построения современных сетей и систем телекоммуникаций: Учеб. пособие. – М.: РУДН, 2008. – 281 с. (Использованы материалы Главы 5 “Сетевой уровень”, разделы 5.1 “Протокол IPv4” и 5.2 “Протокол IPv6”).
2. **Олифер В. Г., Олифер Н. А.** Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. – 4-е изд. – СПб.: Питер, 2010. – 944 с.
3. **Таненбаум Э., Уэзеролл Д.** Компьютерные сети. – 5-е изд. – СПб.: Питер, 2012. – 960 с.
4. **RFC 791.** Internet Protocol, DARPA Internet Program, Protocol Specification, September 1981.

5. **RFC 1918.** Address Allocation for Private Internets, February 1996.
6. **RFC 4632.** Classless Inter-domain Routing (CIDR): The Internet Address Assignment and Aggregation Plan, August 2006.
7. **RFC 2460.** Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification, December 1998.