

Доклад: Адресация IP

Дисциплина: Сетевые технологии

Жукова Арина Александровна

Содержание

1	Вводная часть	5
1.1	Актуальность темы	5
1.2	Объект и предмет исследования	5
1.3	Практическая значимость работы	5
2	Цель, гипотеза, задачи исследования	6
2.1	Цель:	6
2.2	Гипотеза:	6
2.3	Задачи:	6
3	Материалы и методы исследования	8
3.1	Материалы исследования	8
3.2	Методы исследования	8
4	Основная часть	9
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	Маска 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 IT-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 вышележащим 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 А:** Первый бит 0. Диапазон сетей: 1.0.0.0 — 126.0.0.0. Предназначен для очень крупных сетей.
- **Класс В:** Первые два бита 10. Диапазон сетей: 128.0.0.0 — 191.255.0.0. Для сетей среднего размера.
- **Класс С:** 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 Е:** 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

Ограниченное 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.