

# Лабораторная работа: определение IPv6-адресов

## Топология



## Задачи

### Часть 1. Определение различных типов IPv6-адресов

- Рассмотрите различные типы IPv6-адресов.
- Сопоставьте IPv6-адрес с правильным типом адреса.

### Часть 2. Изучение сетевого интерфейса и IPv6-адреса узла

- Проверьте настройки сетевого IPv6-адреса на компьютере.

### Часть 3. Отработка сокращения IPv6-адресов

- Изучите и проанализируйте правила сокращения IPv6-адресов.
- Отработайте сворачивание и разворачивание IPv6-адресов.

### Часть 4. Определение иерархии сетевых префиксов глобальных IPv6-адресов одноадресной передачи

- Изучите и проанализируйте иерархию сетевого префикса IPv6.
- Отработайте извлечение данных сетевого префикса из IPv6-адреса.

## Исходные данные/сценарий

Поскольку пространство сетевых IPv4-адресов неумолимо сокращается, а IPv6-адреса используются всё чаще, сетевым специалистам необходимо понимать, как функционируют сети IPv4 и IPv6. Множество устройств и приложений уже поддерживают протокол IPv6. Сюда входит обширная поддержка устройств с операционной системой сетевого взаимодействия Cisco IOS, а также поддержка операционной системы для рабочих станций и серверов, аналогичная поддержке Windows и Linux.

В данной лабораторной работе рассматриваются IPv6-адреса и их компоненты. В части 1 вы будете устанавливать типы IPv6-адресов, а в части 2 рассмотрите настройки IPv6 на ПК. В части 3 вы попрактикуетесь в сворачивании IPv6-адресов, а в части 4 займитесь идентификацией частей сетевого префикса IPv6, работая с глобальными адресами одноадресной передачи.

## Часть 1: Определение различных типов IPv6-адресов

Выделяют следующие основные типы IPv6-адресов

*unicast* – индивидуальный адрес (одноадресной рассылки) -

*multicast* - групповой (адрес многоадресной рассылки)

*anycast* – (произвольный)

- Является только адресом назначения и имеет формат unicast-адреса
- Один источник, несколько получателей с одинаковым anycast-адресом в разных сетях, но принимает только один из них, ближайший к отправителю (ближайший в соответствии с метрикой протокола маршрутизации).

В свою очередь в unicast-адреса то же подразделяются на несколько подтипов:

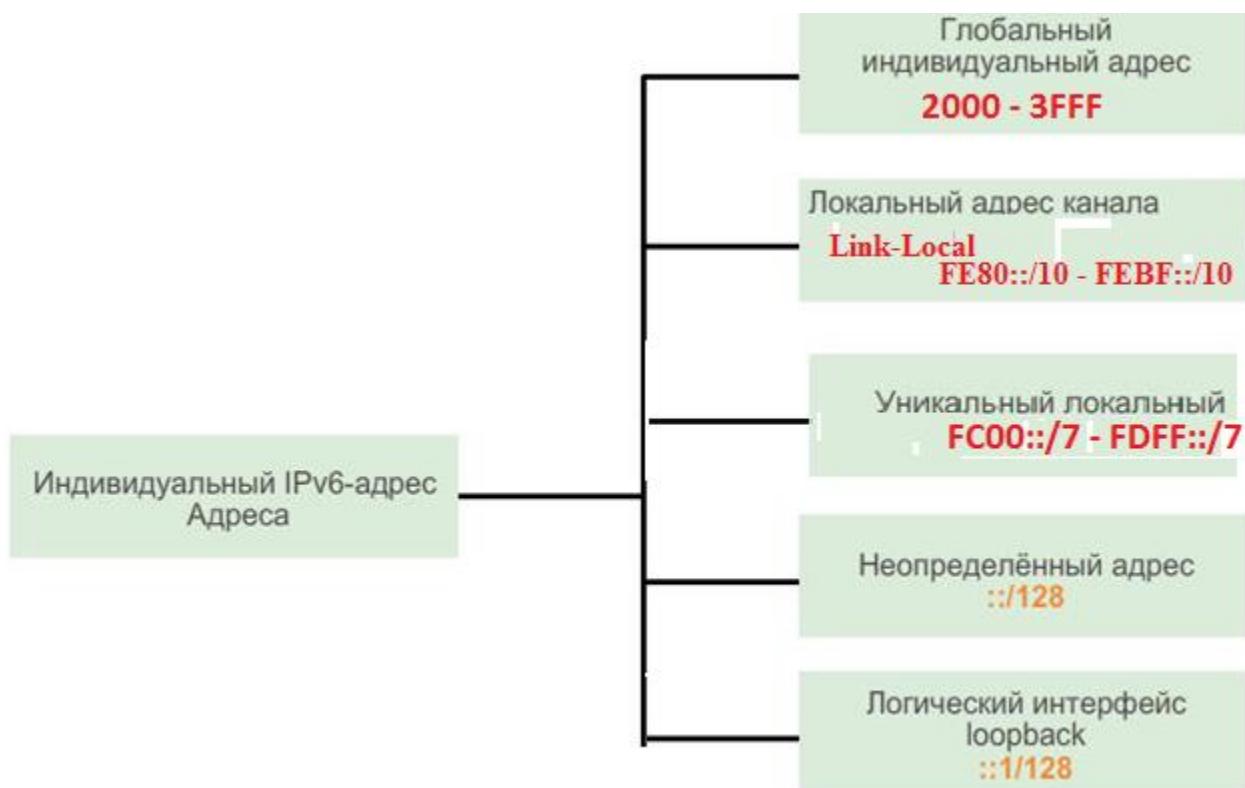


Рисунок 1 Типы индивидуальных IPv6-адресов

### Шаг 1: Рассмотрите различные типы IPv6-адресов.

Длина IPv6-адреса составляет 128 бит. Чаще всего он состоит из 32 шестнадцатеричных символов. Каждый шестнадцатеричный символ равен 4битам ( $4 \times 32 = 128$ ). Несокращённый IPv6-адрес узла имеет следующий вид:

**2001:0DB8:0001:0000:0000:0000:0001**

Хекстет — это шестнадцатеричная IPv6-версия октета IPv4. Длина IPv4-адреса составляет 4 октета с разделением точками. Длина IPv6-адреса составляет 8 хексстетов с разделением точками.

IPv4-адрес состоит из 4 октетов и обычно записывается или отображается в десятичном представлении.

**255.255.255.255**

IPv6-адрес состоит из 8 хексстетов и обычно записывается или отображается в шестнадцатеричном представлении.

**FFFF:FFFF:FFFF:FFFF:FFFF:FFFF:FFFF:FFFF**

В IPv4-адресе каждый отдельный октет состоит из 8 двоичных символов (битов). Четыре октета равны одному 32-битному IPv4-адресу.

**11111111 = 255**

**11111111.11111111.11111111.11111111 = 255.255.255.255**

В IPv6-адресе длина каждого отдельного хексстета составляет 16 бит. Восемь хексстетов равны одному 128-битному IPv6-адресу.

**1111111111111111 = FFFF**

**1111111111111111.1111111111111111.1111111111111111.1111111111111111.**

**1111111111111111.1111111111111111.1111111111111111.1111111111111111 =**

**FFFF:FFFF:FFFF:FFFF:FFFF:FFFF:FFFF:FFFF**

Если читать IPv6-адрес слева направо, то первый (крайний слева) хексстет обозначает тип IPv6-адреса. Например, если в крайнем левом хексстете IPv6-адреса указаны одни нули, то это, скорее всего, адрес логического интерфейса (loopback).

**0000:0000:0000:0000:0000:0000:0001** = адрес логического интерфейса

**::1** = сокращённый адрес логического интерфейса

Другой пример: если первый хексстет IPv6-адреса выглядит как FE80, мы имеем дело с локальным адресом канала.

**FE80:0000:0000:0000:C5B7:CB51:3C00:D6CE** = локальный адрес канала

**FE80::C5B7:CB51:3C00:D6CE** = сокращённый локальный адрес канала

Изучите приведённую ниже таблицу. Она поможет вам в определении различных типов IPv6-адресов по символам в первом хексстете.

Первый (крайний слева) хексстет	Тип IPv6-адреса
2000—3FFF	Глобальный индивидуальный адрес одноадресной передачи (Глобально маршрутизуемый адрес. В настоящее время распределяются Администрацией адресного пространства Интернет [IANA])
FE80—FEBF	Локальный адрес канала /подсети ( <b>Link Local</b> )(адрес одноадресной передачи, идентифицирующий компьютер в локальной сети) Назначается ОС узла автоматически при активации IPv6-интерфейса. Уникален в пределах локальной сети, где находится узел. В разных локальных сетях могут быть одинаковые link-local адреса
FC00—FDFF	Уникальный локальный адрес (Может использоваться вместо глобального индивидуального адреса для адресации узлов во внутренних сетях организации. Не требует согласования с IANA. Зона действия - внутренние локальные сети организации. Не может быть назначен узлам в глобальной сети. Аналогичен частным IPv4-адресам.)
FF00—FFFF	Групповые адреса

### Групповые адреса

Групповые адреса имеют формат:



Рисунок 2 Формат группового IPv6-адреса

Первые две цифры всегда FF. Поле флаги имеет вид

# Набор из 4-х флагов

0	0	0	T
---	---	---	---

- При T=0 адрес присвоен IANA постоянно
- При T=1 адрес присвоен временно

Scope задает область действия адреса

Допустимые значения поля scope

Значение поля	Область действия
0	Зарезервировано
1	Область действия ограничена локальным узлом (loopback)
2	Область действия ограничена локальной сетью
3	(не определено)
4	(не определено)
5	Область действия ограничена локальной сетью отдела
6	(не определено)
7	(не определено)
8	Область действия ограничена локальной сетью организации
9	(не определено)
A	(не определено)
B	(не определено)
C	(не определено)
D	(не определено)
E	Глобальная сеть Интернет (global scope)
F	Зарезервировано

Идентификатор группы задает номер группы для которой действует данный адрес.

- Существует два типа групповых IPv6-адресов :
  - **назначенные адреса** - специальные служебные адреса, назначение которых предопределено.
  - **групповые адреса запрашиваемого узла** – используются для получения MAC-адреса по IPv6-адресу.

Таблица некоторых групповых назначенных адресов приведена ниже:

Address	Description
ff02::1	<b>Всем узлам.</b> Аналогичен широковещательному IPv4-адресу
ff02::2	<b>Всем маршрутизаторам.</b> Этот адрес назначается всем маршрутизаторам локальной сети при активации IPv6-протокола.

ff02::5	<a href="#">OSPFv3</a> All SPF routers
ff02::6	OSPFv3 All DR routers
ff02::8	IS-IS for IPv6 routers
ff02::9	RIP routers
ff02::a	<a href="#">EIGRP</a>
ff02::d	<a href="#">PIM</a>
ff02::12	<a href="#">Virtual Router Redundancy Protocol</a> (VRRP) version 3
ff02::16	<a href="#">MLDv2</a> reports <sup>[23]</sup>
ff02::1:2	All <a href="#">DHCPv6</a> servers and relay agents on the local network segment <sup>[24]</sup>
ff02::1:3	All <a href="#">LLMNR</a> hosts on the local network segment <sup>[25]</sup>
ff05::1:3	All DHCPv6 servers on the local network site <sup>[24]</sup>
ff0x::c	<a href="#">Simple Service Discovery Protocol</a>
ff0x::fb	<a href="#">Multicast DNS</a>
ff0x::101	<a href="#">Network Time Protocol</a>
ff0x::108	<a href="#">Network Information Service</a>
ff02::6b	<a href="#">Precision Time Protocol</a> (PTP) version 2 peer delay measurement messages
ff0x::114	Used for experiments

**Групповые адреса запрашиваемого узла** используются для определения MAC-адреса узла по его IPv6-адресу с помощью протокола **Neighbor Discovery Protocol - NDP**.

Данные адреса имеют стандартный префикс **FF02:0:0:0:0:1:FF/104** к которому добавляются 24 младших бита индивидуального IPv6-адреса.

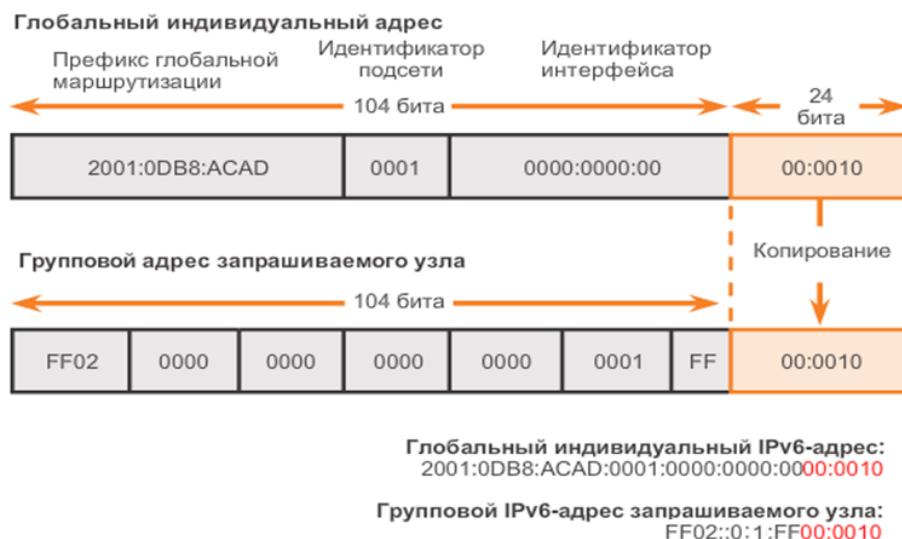


Рисунок 3 Правило формирования группового IPv6-адреса запрашиваемого узла

Существуют и другие типы IPv6-адресов, которые ещё не нашли широкого применения, уже устарели либо более не поддерживаются. Например, **адреса anycast** — это новый тип IPv6-адресов, которые могут использоваться маршрутизаторами для распределения нагрузки и поиска альтернативных путей, если маршрутизатор становится недоступным. На адреса anycast должны реагировать только маршрутизаторы. В свою очередь, **локальные адреса организаций** теряют свою актуальность и постепенно вытесняются уникальными локальными адресами. Локальные адреса организаций обозначались символами FEC0 в первом гекстете.

В IPv6-сетях не используются широковещательные адреса, которые применяются в IPv4-сетях.

## Шаг 2: Определите тип IPv6-адреса.

Сопоставьте IPv6-адреса с соответствующими типами. Обратите внимание на то, что адреса свёрнуты, а сетевой префикс в виде наклонной черты не отображается. Некоторые варианты ответов необходимо использовать несколько раз.

IPv6-адрес	Ответ
2001:0DB8:1:ACAD::FE55:6789:B210	1. В
::1	2. А
FC00:22:A:2::CD4:23E4:76FA	3. Д
2033:DB8:1:1:22:A33D:259A:21FE	4. В
FE80::3201:CC01:65B1	5. С
FF00::	6. Е
FF00::DB7:4322:A231:67C	7. Е
FF02::2	8. Е

### Варианты ответов

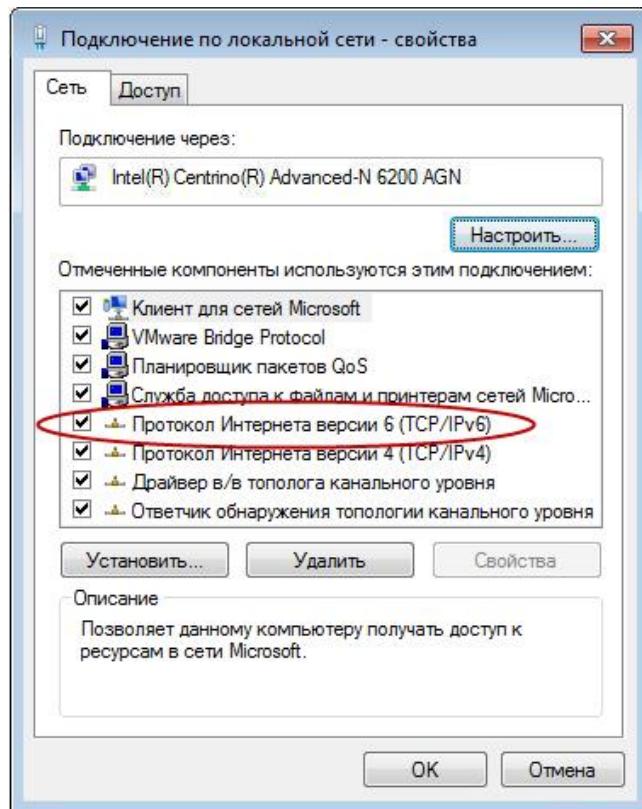
- а. Адрес обратной связи
- б. Глобальный адрес одноадресной передачи
- с. Локальный адрес канала
- д. Уникальный локальный адрес
- е. Многоадресная рассылка

## Часть 2: Изучение сетевого интерфейса и IPv6-адреса узла

В части 2 вы проверите настройки IPv6-сети на компьютере и определите свой IPv6-адрес сетевого интерфейса.

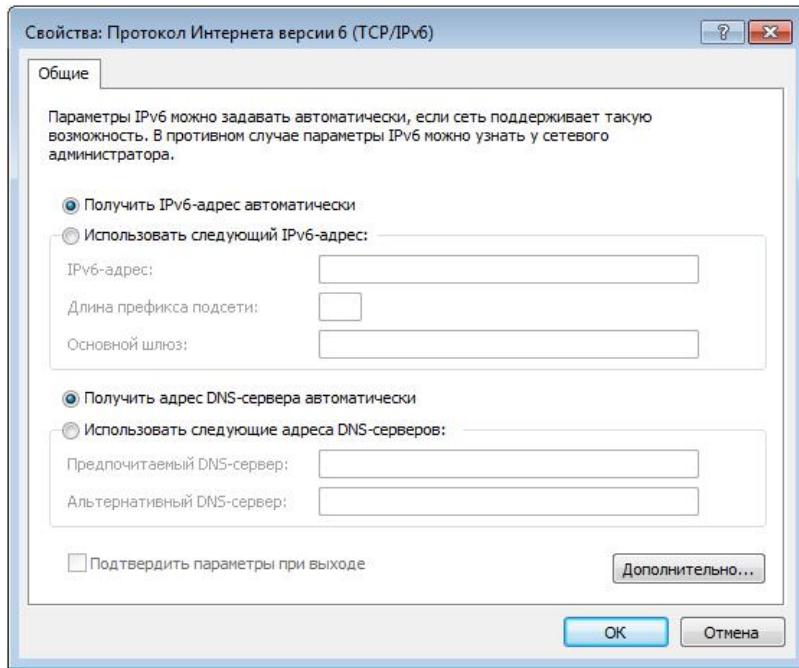
**Шаг 1: Проверьте настройки сетевого IPv6-адреса на компьютере (при наличии запрета , установленного системным администратором, для доступа к установке параметров настройки TCP/IP сетевого подключения пункты e –f можно пропустить).**

- a. Убедитесь в том, что протокол IPv6 установлен и активирован на ПК-А (проверьте параметры подключения по локальной сети).
- b. В системе Windows нажмите кнопку **Пуск**, откройте **Панель управления/ Центр управления сетями и общим доступом**.
- c. В левой части окна выберите **Изменение параметров адаптера**. Появятся значки, обозначающие установленные сетевые адAPTERы. Нажмите правой кнопкой мыши на активный сетевой интерфейс (это может быть **Подключение по локальной сети** или **Подключение по беспроводной сети**) и выберите **Свойства**.
- d. Откроется окно «Свойства подключения по локальной сети». Прокрутите список элементов и определите наличие IPv6 — это будет означать, что данный компонент установлен. Также проверьте, установлен ли флагок рядом с IPv6 — он означает, что протокол активен.



- e. Выберите **Протокол Интернета версии 6 (TCP/IPv6)** и нажмите кнопку **Свойства**. Откроются свойства IPv6 для вашего сетевого интерфейса. Скорее всего, в окне свойств IPv6 будет выбран параметр **Получить IPv6-адрес автоматически**. Это не означает, что IPv6 зависит от протокола динамической конфигурации сетевого узла (DHCP). Вместо DHCP IPv6 обращается к локальному маршрутизатору для получения данных IPv6-сети, а затем автоматически настраивает собственные IPv6-адреса. Для настройки IPv6 вручную необходимо указать IPv6-адрес, длину префикса подсети и шлюз по умолчанию.

**Примечание.** Для получения данных IPv6 (в частности, информации из DNS) локальный маршрутизатор может направлять запросы с узлов на сервер DHCPv6 сети.



- f. Убедившись в том, что компонент поддержки IPv6 на вашем компьютере установлен и активен, проверьте IPv6-адрес
- g. В окне командной строки Windows введите команду **ipconfig /all**и нажмите клавишу ВВОД. Результаты выполнения команды могут выглядеть следующим образом:

```
C:\Users\user>ipconfig /all
```

```
Windows IP Configuration
```

```
<output omitted>
```

```
Wireless LAN adapter Wireless Network Connection:
```

```
Connection-specific DNS Suffix . . . .
Description . . . . . : Intel(R) Centrino(R) Advanced-N 6200 AGN
Physical Address. . . . . : 02-37-10-41-FB-48
DHCP Enabled. . . . . : Yes
Autoconfiguration Enabled . . . . . : Yes
Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::8d4f:4f4d:3237:95e2%14 (Preferred)
    IPv4 Address. . . . . : 192.168.2.106(PREFERRED)
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
    Lease Obtained. . . . . : Sunday, January 06, 2013 9:47:36 AM
    Lease Expires . . . . . : Monday, January 07, 2013 9:47:38 AM
    Default Gateway . . . . . : 192.168.2.1
    DHCP Server . . . . . : 192.168.2.1
    DHCPv6 IAID . . . . . : 335554320
    DHCPv6 Client DUID. . . . . : 00-01-00-01-14-57-84-B1-1C-C1-DE-91-C3-5D

    DNS Servers . . . . . : 192.168.1.1
                                8.8.4.4
<output omitted>
```

- h. Как видно из выходных данных, клиенту ПК присвоен локальный IPv6-адрес канала с произвольно генерируемым идентификатором интерфейса. Что можно сказать в данном случае о глобальном IPv6-адресе одноадресной передачи, уникальном локальном IPv6-адресе или IPv6-адресе шлюза?

**ПК имеет только локальный адрес канала для работы внутри своего сегмента сети. Глобального, уникального локального адреса и адреса шлюза IPv6 нет.**

---

- i. Какой тип IPv6-адреса вы получили при использовании команды **ipconfig /all**?
    1. Глобальный адрес (одноадресный) IPv6-адрес.2a02:bf0:140a:8ed9:6c5f:69de:8ccc:eb0e (Основной)
    2. Локальный адрес канала IPv6-адрес канала . . . : fe80::b05f:e491:3785:8e06%6 (Основной)
    3. Временный IPv6-адрес. . . : 2a02:bf0:140a:8ed9:709a:6911:b17b:f5a4 (Основной)
- 

## **Часть 3: Отработка сворачивания IPv6-адресов**

В части 3 вам предстоит изучить и проанализировать правила сокращения IPv6-адресов, позволяющие правильно сворачивать и разворачивать IPv6-адреса.

### **Шаг 1: Изучите и проанализируйте правила сокращения IPv6-адресов.**

**Правило 1.** В IPv6-адресе хекскет, состоящий из четырёх нулей, можно сократить до одного нуля.

2001:0404:0001:1000:**0000:0000**:0EF0:BC00

2001:0404:0001:1000:**0:0**:0EF0:BC00 (четыре нуля сокращены до одного)

**Правило 2.** В IPv6-адресе начальные нули в каждом хекскете можно опустить, в то время как конечные нули опускать нельзя.

2001:**0404:0001**:1000:0000:0000:0EF0:BC00

2001:404:1:1000:0:0:EF0:BC00 (опущены начальные нули)

**Правило 3.** В IPv6-адресе последовательность из четырёх или более нулей можно заменить на два двоеточия (::). Сокращение в виде двух двоеточий в IP-адресе можно использовать только один раз.

2001:0404:0001:1000:**0000:0000**:0EF0:BC00

2001:404:1:1000::EF0:BC00 (начальные нули опущены, а последовательность нулей заменена на два двоеточия)

Правила сокращения IPv6-адресов показаны в приведённой ниже схеме.

FF01:**0000:0000:0000:0000:0000:0000:1**  
= FF01:**0:0:0:0:0:0:1**  
= FF01::1

E3D7:**0000:0000:0000:51F4:00C8:C0A8:6420**  
= E3D7::51F4:C8:C0A8:6420

3FFE:**0501:0008:0000:0260:97FF:FE40:EFAB**  
= 3FFE:**501:8:0:260:97FF:FE40:EFAB**  
= 3FFE:501:8::260:97FF:FE40:EFAB

### **Шаг 2: Отработайте сворачивание и развертывание IPv6-адресов.**

Используя правила сокращения IPv6-адресов, сверните или разверните следующие адреса:

0) 2002:0EC0:0200:0001:0000:04EB:44CE:08A2

2002:EC0:200:1::4EB:44CE:8A2

1) FE80:0000:0000:0001:0000:60BB:008E:7402

FE80:0:0:1:0:60BB:8E:7402

2) FE80::7042:B3D7:3DEC:84B8

FE80:0000:0000:0000:7042:B3D7:3DEC:84B8

3) FF00::

FF00:0000:0000:0000:0000:0000:0000

4) 2001:0030:0001:ACAD:0000:330E:10C2:32BF

2001:30:1:ACAD::330E:10C2:32BF

## Часть 4: Определение иерархии сетевых префиксов глобальных IPv6-адресов одноадресной передачи

В части 4 вам необходимо изучить и проанализировать характеристики сетевого префикса IPv6 и определить его иерархические сетевые компоненты.

### Шаг 1: Изучите и проанализируйте иерархию сетевого префикса IPv6.

IPv6-адрес представляет собой 128-битный адрес, состоящий из двух частей — сетевой части, которая определяется первыми 64 битами (или первыми четырьмя хекстетами), и узловой части, которая определяется последними 64 битами (или последними четырьмя хекстетами). Следует помнить, что каждая цифра или символ в IPv6-адресе записываются в шестнадцатеричной системе счисления и равны четырём битам. Вот как выглядит типовой глобальный адрес одноадресной передачи:

**Сетевая часть:** 2001:DB8:0001:ACAD:xxxx:xxxx:xxxx:xxxx

**Узловая часть:** xxxx:xxxx:xxxx:xxxx:0000:0000:0000:0001

В большинстве адресов одноадресной передачи (маршрутизуемых адресов) используется 64-битный сетевой префикс и 64-битный адрес узла. При этом длина сетевой части IPv6-адреса не ограничивается 64 битами, а обозначается косой чертой в конце адреса, после которой следует десятичное число, обозначающее длину. Если сетевой префикс имеет вид /64, значит, длина сетевой части IPv6-адреса при чтении слева направо равна 64 битам. Оставшуюся длину IPv6-адреса составляет узловая часть (идентификатор интерфейса), представленная последними 64 битами. В некоторых случаях, например в адресах логического интерфейса, сетевой префикс может иметь вид /128, т. е. длину 128 битов. В этом случае для идентификатора интерфейса битов не остается, а значит, сеть ограничена одним узлом. Вот несколько примеров IPv6-адресов с различной длиной сетевых префиксов:

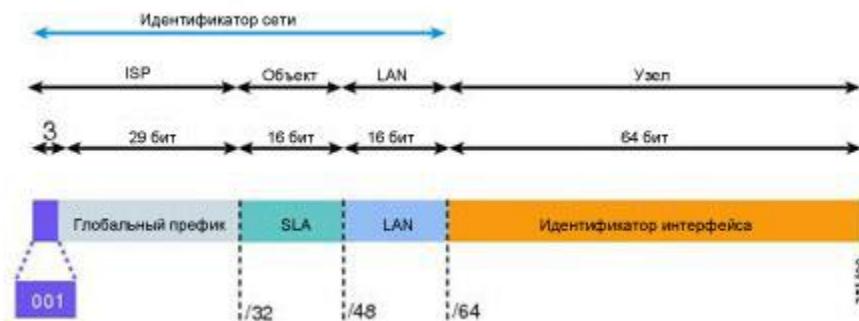
<b>Глобальный адрес одноадресной передачи,</b>	2001:DB8:0001:ACAD:0000:0000:0000:0001/64
<b>Адрес логического интерфейса:</b>	::1/128
<b>Адрес многоадресной рассылки:</b>	FF00::/8
<b>Неопределенный адрес:</b>	::/0 (аналогично адресу из четырёх нулей в IPv4)
<b>Локальный адрес канала</b>	fe80::8d4f:4f4d:3237:95e2%14 ( обратите внимание на то, что значение /14 в конце адреса представлено в виде символа процентов и десятичного числа 14.Этот адрес взят из результатов выполнения команды «ipconfig /all» в окне командной строки Windows)

Слева направо сетевая часть глобального IPv6-адреса одноадресной передачи имеет иерархическую структуру, из которой можно получить следующую информацию:

- 0) Глобальный номер маршрутизации IANA (первые три двоичных бита имеют фиксированное значение 001)  
**200**::/12 (биты с 1-го по 12)
- 1) Префикс регионального реестра Интернет (RIR) 12 бит ( с /13 до /23)  
**2001:0D**::/23(шестнадцатеричный символ D в двоичной системе имеет вид 1101.Биты с 21 по 23 — это 110, а последний бит является частью префикса интернет-провайдера)
- 2) Префикс интернет-провайдера (биты до /32)  
**2001:0DB8::**/32
- 3) Префикс организации или идентификатор агрегата уровня организации (SLA), присваиваемый клиенту интернет-провайдером (биты до /48)  
**2001:0DB8:**0001**::**/48
- 4) Префикс подсети (присваивается клиентом; биты до /64)  
**2001:0DB8:0001:**ACAD**::**/64
- 5) Идентификатор интерфейса (узел определяется последними 64 битами в адресе)  
**2001:DB8:0001:ACAD:**8D4F:4F4D:3237:95E2**/64**

На приведённой ниже схеме показано, что IPv6-адрес можно разделить на четыре основные части:

- 0) Глобальный префикс маршрутизации /32
- 1) Идентификатор агрегата уровня организации (SLA) /48
- 2) Идентификатор подсети (LAN) /64
- 3) Идентификатор интерфейса (последние 64 бита)



Узловая часть IPv6-адреса называется идентификатором интерфейса, поскольку определяет не фактический узел, а сетевой адаптер узла. Каждый сетевой интерфейс может иметь несколько IPv6-адресов, а значит, и несколько идентификаторов интерфейса.

## Шаг 2: Отработайте извлечение данных сетевого префикса из IPv6-адреса.

Используя следующий адрес, ответьте на заданные ниже вопросы:

**2000:1111:aaaa:0:50a5:8a35:a5bb:66e1/64**

- b. Назовите идентификатор интерфейса.

**:50a5:8a35:a5bb:66e1**

- c. Назовите номер подсети.

**:0000:**

- d. Назовите номер организации.

**:aaaa:**

- e. Назовите номер интернет-провайдера.

**11:**

- f. Как выглядит номер интернет-провайдера в двоичном формате?

**0001.0001**

- g. Назовите номер регионального реестра.

**0:11**

- h. Как выглядит номер регионального реестра в двоичном формате?

**0000:0001.0001**

- i. Назовите глобальный номер IANA.

**200**

- j. Назовите глобальный префикс маршрутизации.

**2000:1111:**

## Вопросы на закрепление

Приведите способы назначения узловой части IPv6-адреса

Назначение локального адреса канала

Перечислите назначение групповых адресов IPv6

Каким образом формируются групповые адреса запрошенного узла IPv6