

Онлайн-образование

Не забыть включить запись!



Меня хорошо видно && слышно?

Ставьте +, если все хорошо
Напишите в чат, если есть проблемы

The background of the slide is a blue-tinted aerial view of a city with many skyscrapers. Overlaid on this is a network diagram consisting of white lines connecting various points, representing a network topology. The title text is centered over this background.

Основные протоколы сети интернет

Рукин Андрей

преподаватель

cisco@sk12.ru

Правила вебинара



Активно участвуем



Задаем вопрос в чат или голосом



Off-topic обсуждаем в Slack #канал группы или #general



Вопросы вижу в чате, могу ответить не сразу

Карта курса



```
graph TD; A[DNS] --> B[DHCP]; B --> C[NAT]; C --> D[NTP];
```

DNS

DHCP

NAT

NTP

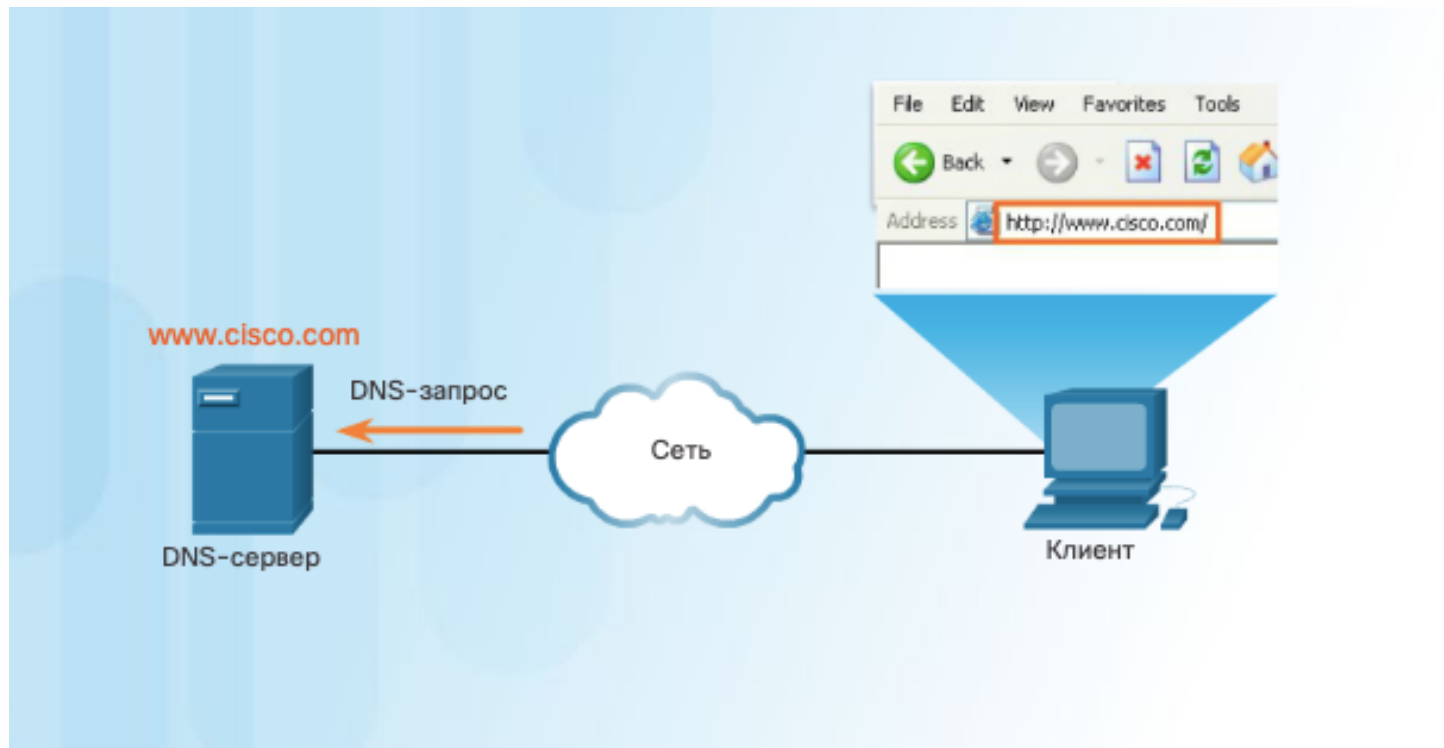
01

DNS





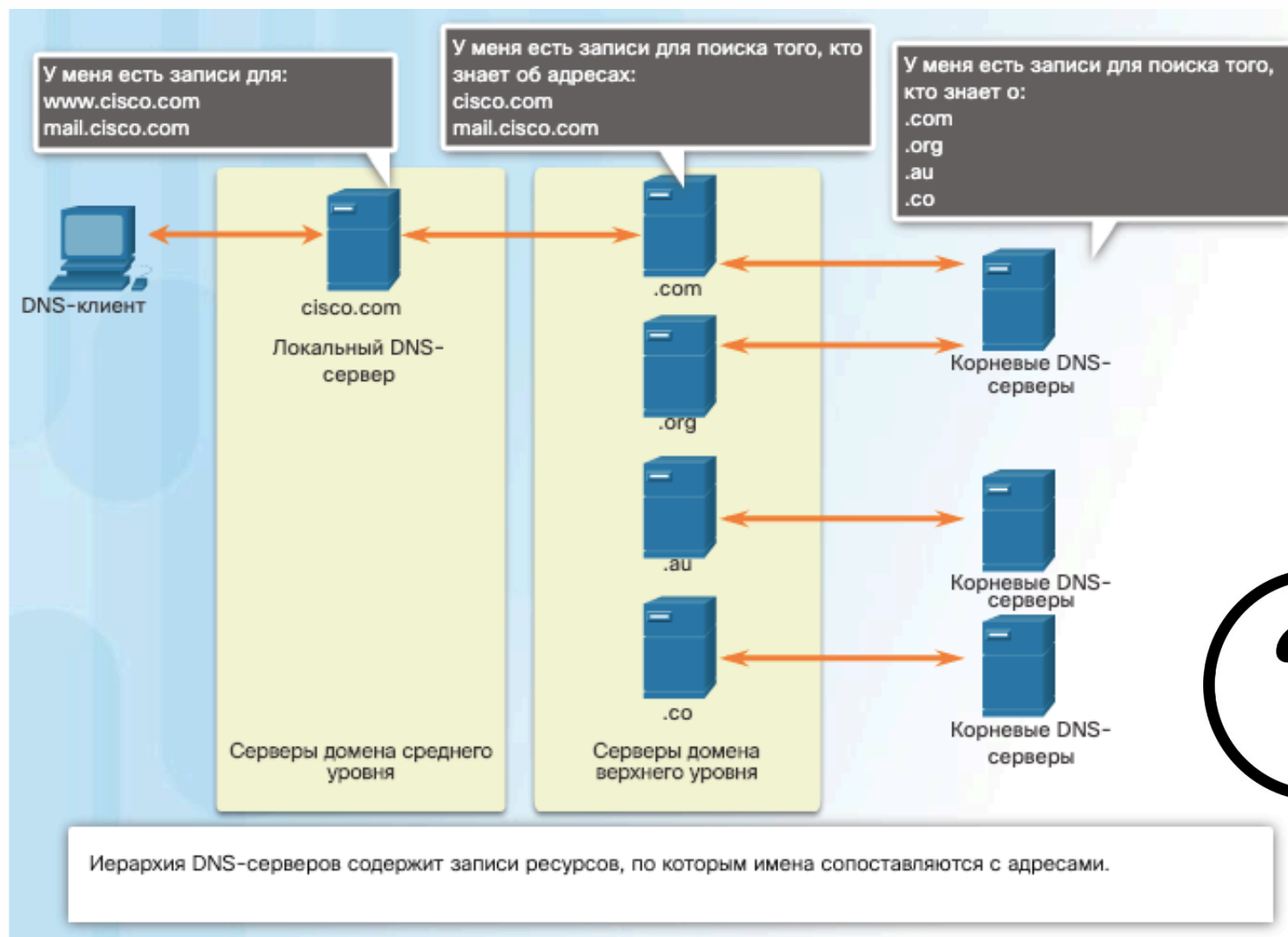
DNS (Domain Name System) — компьютерная распределённая система для получения информации о доменах



DNS обладает следующими характеристиками:

1. Распределённость администрирования.
2. Распределённость хранения информации.
3. Кэширование информации.
4. Иерархическая структура.
5. Резервирование.

DNS используется иерархическая структура

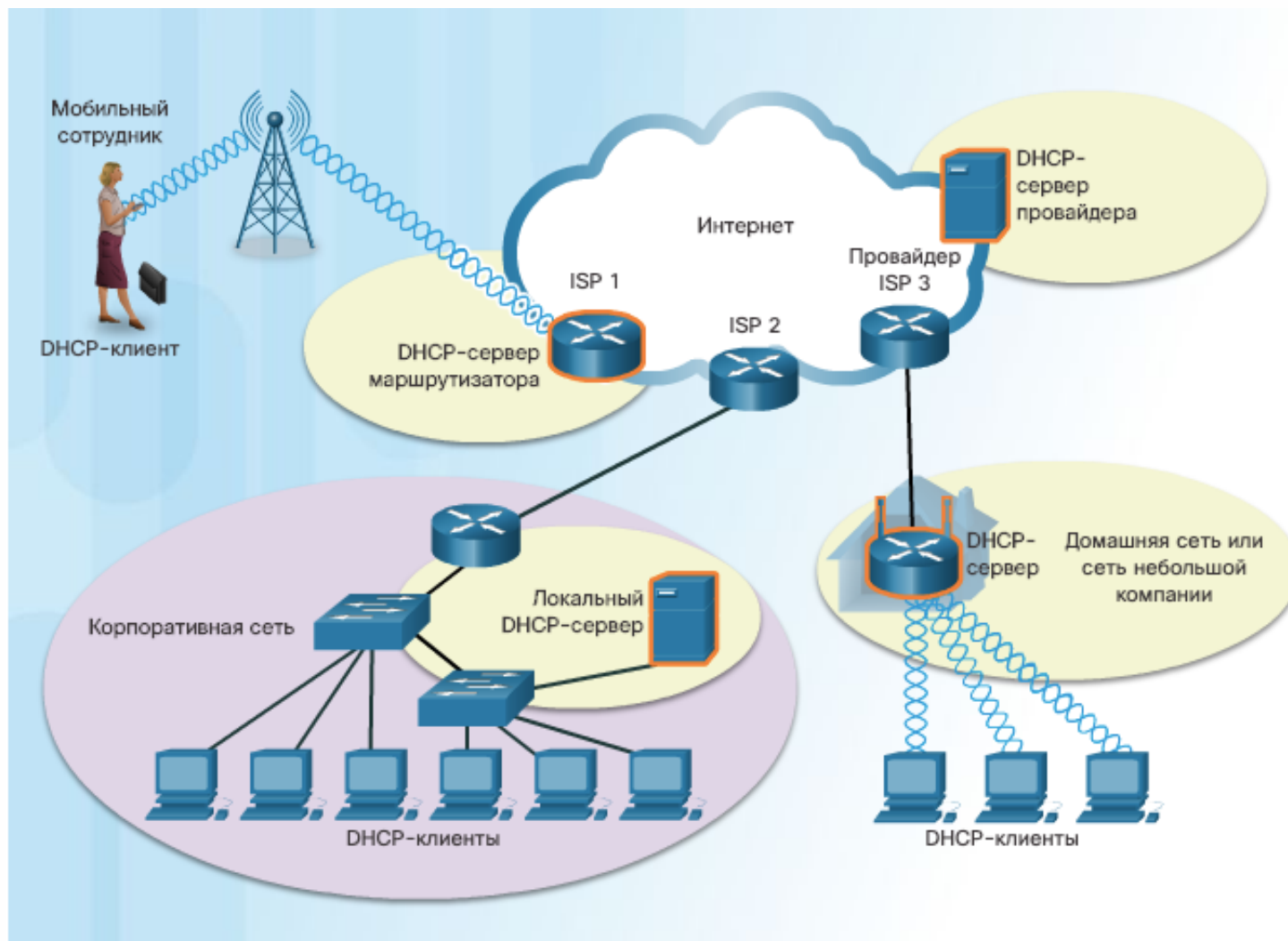


02

DHCP



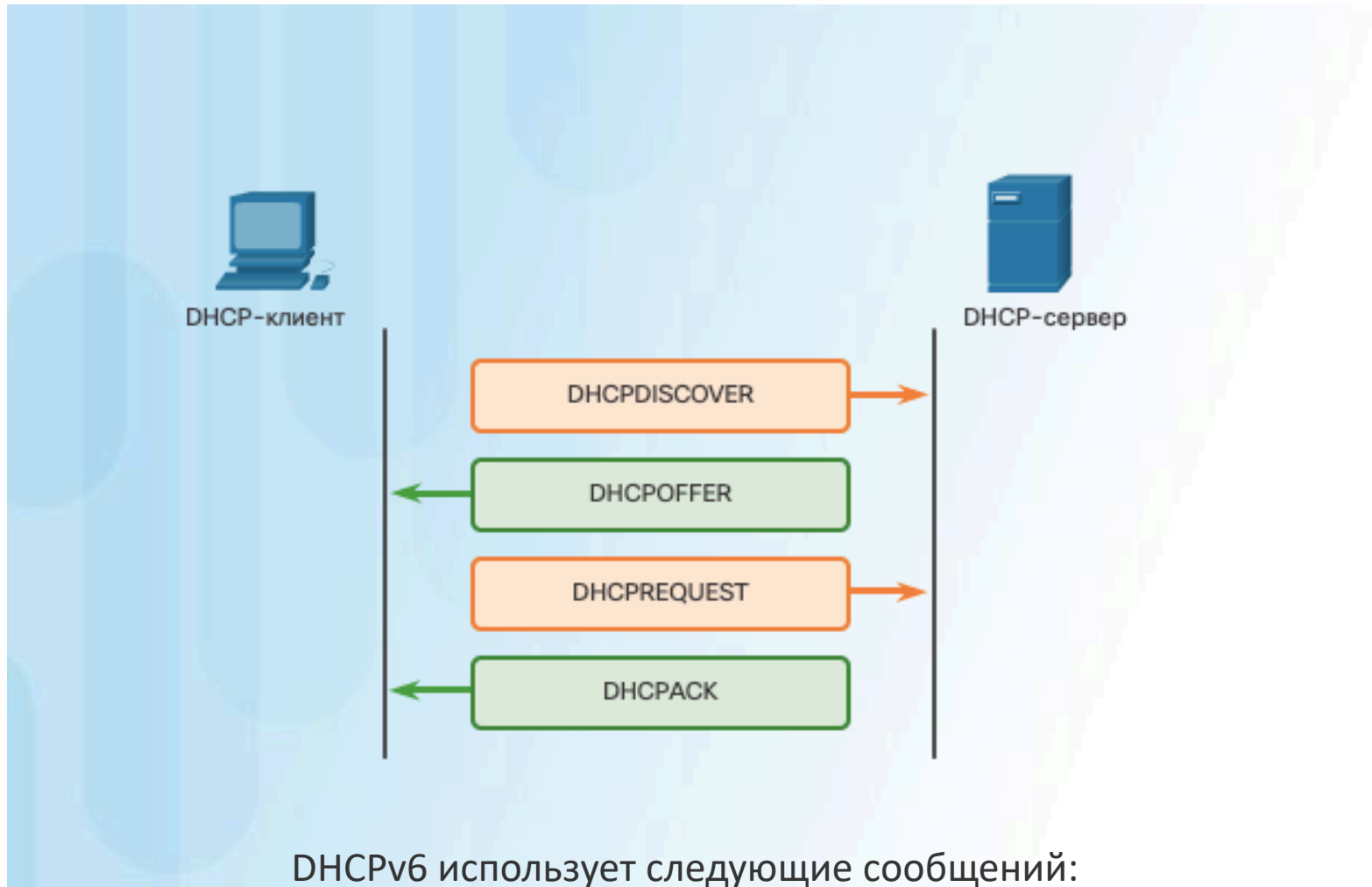
Протокол динамической настройки сетевого узла (Dynamic Host Configuration Protocol, DHCP)



DHCP позволяет сетевым устройствам автоматически получать IP-адрес и другие необходимые параметры.

- 1. Ручное распределение.** Администратор вручную сопоставляет аппаратному адресу каждого узла определённый IP-адрес.
- 2. Автоматическое распределение.** Каждому узлу на **постоянное** использование выделяется произвольный свободный IP-адрес (BOOTP уст.).
- 3. Динамическое распределение.** Этот способ аналогичен автоматическому распределению за исключением того, что адрес выдаётся компьютеру на определённый срок (**аренда**).

Принцип работы DHCP



DHCPv6 использует следующие сообщений:
SOLICIT, ADVERTISE, INFORMATION REQUEST и REPLY

Принцип работы DHCP



Кадр Ethernet	IP	UDP	DHCPDISCOVER
DST MAC: FF:FF:FF:FF:FF:FF SRC MAC: MAC A	IP SRC: 0.0.0.0 IP DST: 255.255.255.255	UDP 67	CIADDR: 0.0.0.0 GIADDR: 0.0.0.0 Маска: 0.0.0.0 CHADDR: MAC A
MAC: адрес управления доступом к среде передачи данных CIADDR: IP-адрес клиента GIADDR: IP-адрес шлюза CHADDR: аппаратный адрес клиента			

DHCP-клиент выполняет направленную широковещательную IP-рассылку с DHCPDISCOVER-пакетом. В этом примере DHCP-сервер находится в том же сегменте и принимает этот запрос. Сервер отмечает, что поле GIADDR пустое, это означает, что клиент находится в том же сегменте. Сервер также отмечает физический адрес клиента в пакете запроса.

Принцип работы DHCP



Кадр Ethernet	IP	Протокол UDP	DHCP Reply
DST MAC: MAC A SRC MAC: MAC Serv	IP SRC: 192.168.1.254 IP DST: 192.168.1.10	UDP 68	YIADDR: 192.168.1.10 GIADDR: 0.0.0.0 Маска: 255.255.255.0 CHADDR: MAC A
MAC: адрес управления доступом к среде передачи данных CIADDR: IP-адрес клиента GIADDR: IP-адрес шлюза CHADDR: аппаратный адрес клиента			

DHCP-сервер выбирает IP-адрес из доступного для этого сегмента пула, наряду с другими сегментными и глобальными параметрами. DHCP-сервер помещает эти адреса в соответствующие поля DHCP-пакета. Затем DHCP-сервер создает соответствующий кадр, используя физический адрес A (из поля CHADDR) для отправки обратно клиенту.

Пример настройки DHCPv4

```
R1(config)# ip dhcp excluded-address 192.168.10.1 192.168.10.9
R1(config)# ip dhcp excluded-address 192.168.10.254
R1(config)# ip dhcp pool LAN-POOL-1
R1(dhcp-config)# network 192.168.10.0 255.255.255.0
R1(dhcp-config)# default-router 192.168.10.1
R1(dhcp-config)# dns-server 192.168.11.5
R1(dhcp-config)# domain-name example.com
R1(dhcp-config)# end
R1#
```

Проверка DHCPv4

```
R1# show ip dhcp binding
```

```
Bindings from all pools not associated with VRF:
```

IP address	Client-ID/ Hardware address/ User name	Lease expiration	Type
192.168.10.10	0100.e018.5bdd.35	May 28 2013 01:06 PM	Automatic
192.168.11.10	0100.b0d0.d817.e6	May 28 2013 01:10 PM	Automatic

```
R1# show ip dhcp conflict
```

```
IP address Detection Method Detection time
```

```
192.168.10.32 Ping Feb 16 2013 12:28 PM
```

```
192.168.10.64 Gratuitous ARP Feb 23 2013 08:12 AM
```

```
R1# show ip dhcp server statistics
```

```
Memory usage 25307
```

```
Address pools 2
```

```
Database agents 0
```

```
Automatic bindings 2
```

```
Manual bindings 0
```

```
Expired bindings 0
```

```
Malformed messages 0
```

```
Secure arp entries 0
```

```
Message Received
```

```
BOOTREQUEST 0
```

```
DHCPDISCOVER 8
```

```
DHCPREQUEST 3
```

DHCPv4-ретрансляция

```
R1(config)# interface g0/0
R1(config-if)# ip helper-address 192.168.11.6
R1(config-if)# end
R1# show ip interface g0/0
GigabitEthernet0/0 is up, line protocol is up
  Internet address is 192.168.10.1/24
  Broadcast address is 255.255.255.255
  Address determined by setup command
  MTU is 1500 bytes
  Helper address is 192.168.11.6
```

По умолчанию **ip helper-address** переадресовывает следующие восемь служб UDP:

- Порт 37: Time
- Порт 49: TACACS
- Порт 53: DNS
- Порт 67: DHCP/BOOTP server
- Порт 68: DHCP/BOOTP client
- Порт 69: TFTP
- Порт 137: NetBIOS name service
- Порт 138: NetBIOS datagram service

Настройка маршрутизатора в качестве DHCPv4-клиента

```
SOHO(config)# interface g0/1
SOHO(config-if)# ip address dhcp
SOHO(config-if)# no shutdown
SOHO(config-if)#
*Jan 31 17:31:11.507: %DHCP-6-ADDRESS_ASSIGN: Interface
GigabitEthernet0/1 assigned DHCP address 209.165.201.12, mask
255.255.255.224, hostname SOHO
SOHO(config-if)# end
SOHO# show ip interface g0/1
GigabitEthernet0/1 is up, line protocol is up
  Internet address is 209.165.201.12/27
  Broadcast address is 255.255.255.255
  Address determined by DHCP
<Данные опущены>
```

Задачи поиска и устранения неполадок

Поиск и устранение неполадок. Задача 1.	Разрешение конфликтов адресов.
Поиск и устранение неполадок. Задача 2.	Проверка физического соединения.
Поиск и устранение неполадок. Задача 3.	Проверка с использованием статическим IPv4-адресом.
Поиск и устранение неполадок. Задача 4.	Проверка конфигурации порта коммутатора.
Поиск и устранение неполадок. Задача 5.	Проверка работы протокола в той же подсети или VLAN.

Отладка DHCPv4 с помощью ACL

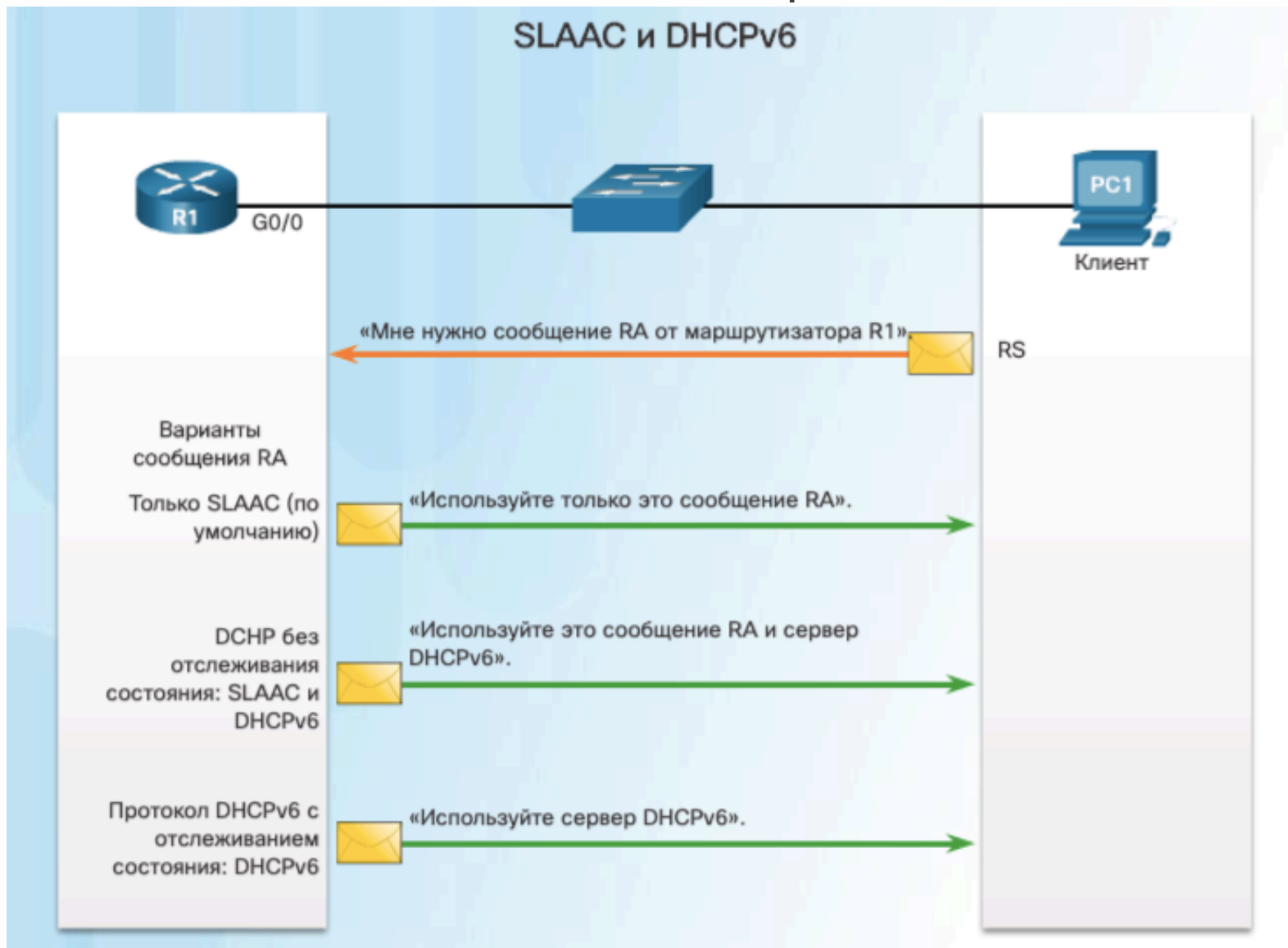
```
R1(config)# access-list 100 permit udp any any eq 67
R1(config)# access-list 100 permit udp any any eq 68
R1(config)# end
R1# debug ip packet 100
IP packet debugging is on for access list 100
*IP: s=0.0.0.0 (GigabitEthernet0/1), d=255.255.255.255,
len 333, rcvd 2
*IP: s=0.0.0.0 (GigabitEthernet0/1), d=255.255.255.255,
len 333, stop process pak for forus packet
*IP: s=192.168.11.1 (local), d=255.255.255.255
(GigabitEthernet0/1), len 328, sending broad/multicast
```

<Данные опущены>

```
R1# debug ip dhcp server events
DHCPD: returned 192.168.10.11 to address pool LAN-POOL-1
DHCPD: assigned IP address 192.168.10.12 to client
0100.0103.85e9.87.
DHCPD: checking for expired leases.
DHCPD: the lease for address 192.168.10.10 has expired.
DHCPD: returned 192.168.10.10 to address pool LAN-POOL-1
```



Автоматическая настройка IPv6



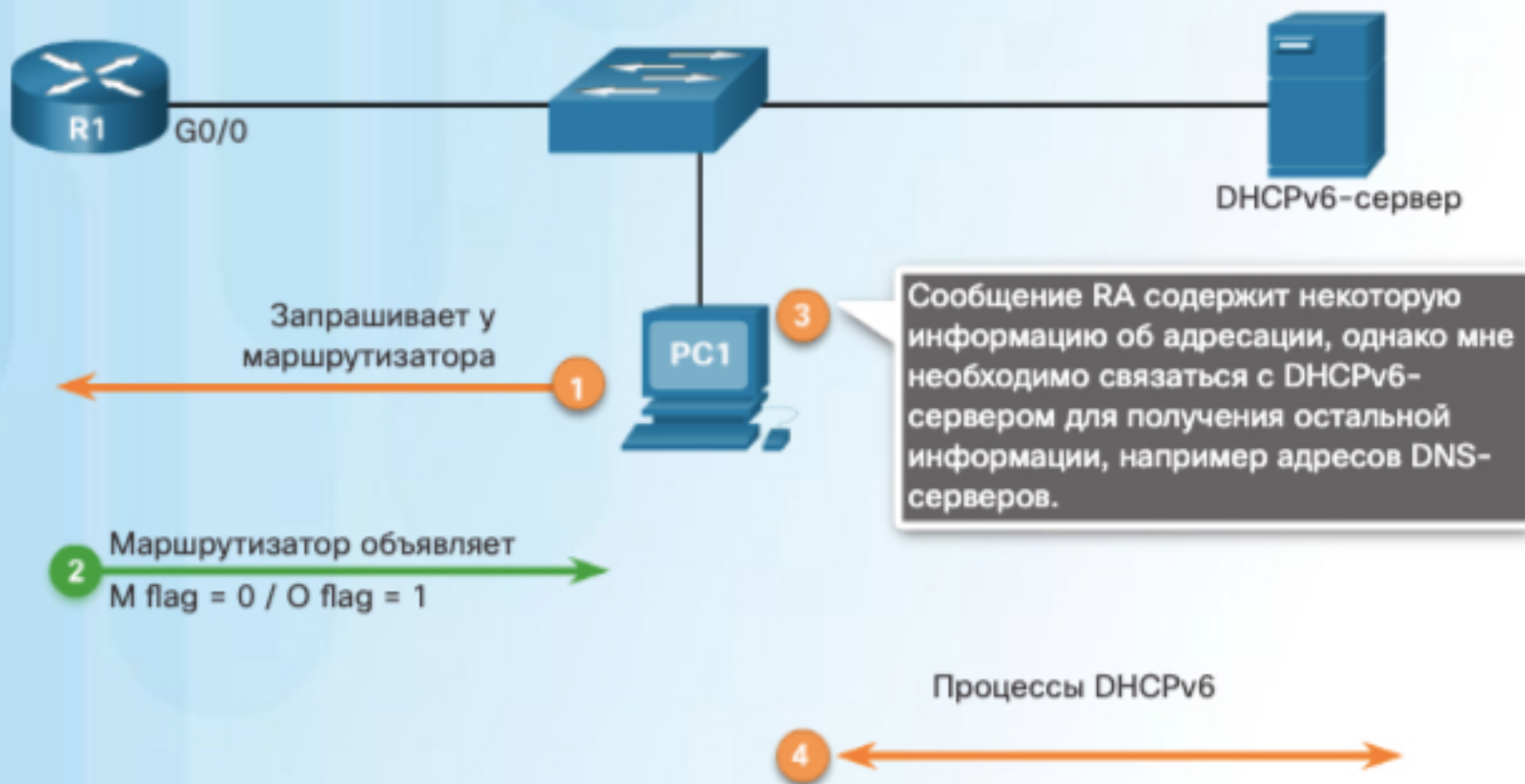
Автоматическая настройка без сохранения состояния адреса (Stateless Address Autoconfiguration, SLAAC)

Функция SLAAC



DHCPv6 без отслеживания состояния

DHCPv6 без отслеживания состояния

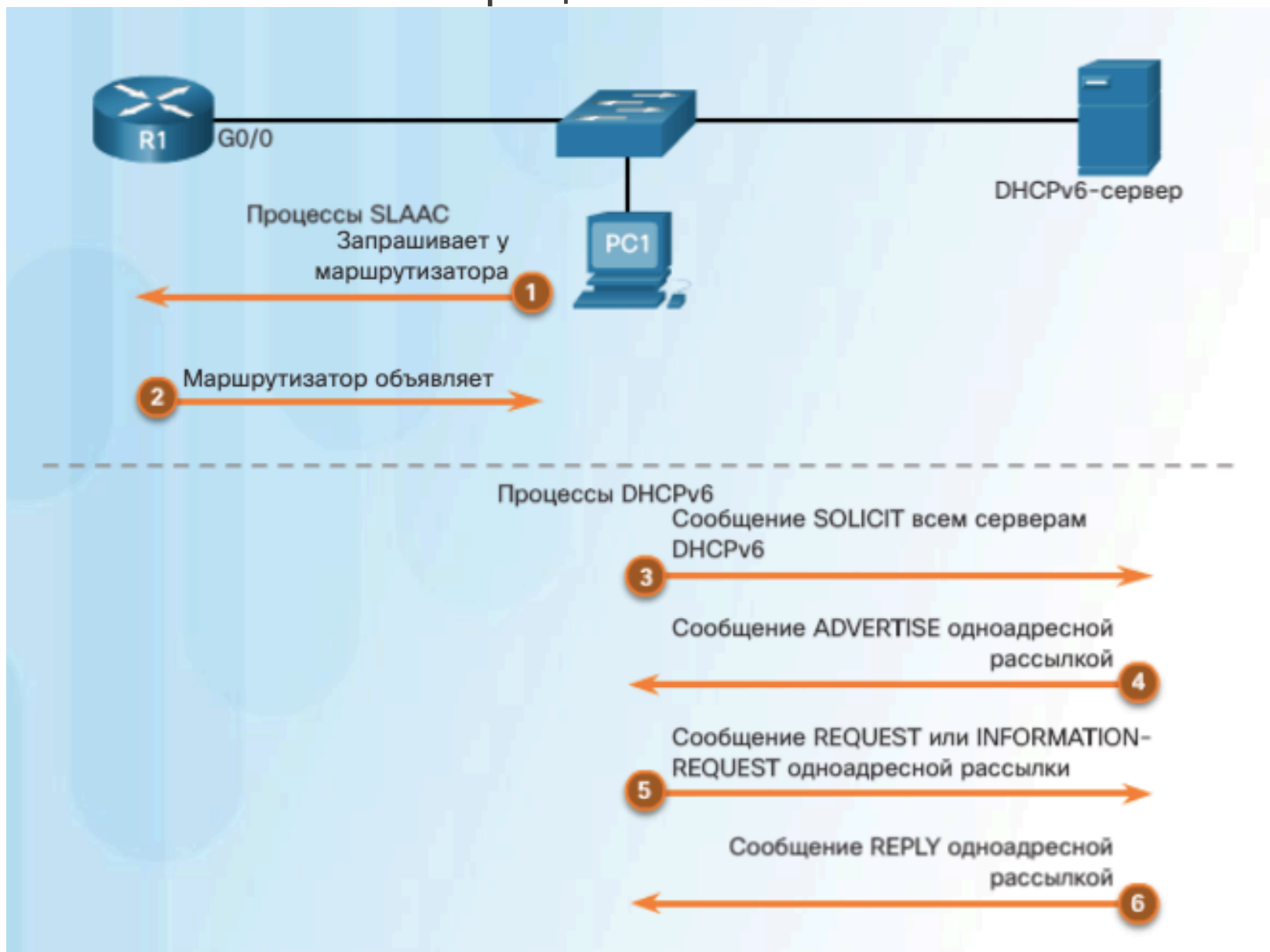


DHCPv6 с отслеживанием состояния

DHCPv6 с отслеживанием состояния



Процессы DHCPv6



DHCPv6-сервер без отслеживания состояния



```
R1(config)# ipv6 unicast-routing
R1(config)# ipv6 dhcp pool IPV6-STATELESS
R1(config-dhcpv6)# dns-server 2001:db8:cafe:aaaa::5
R1(config-dhcpv6)# domain-name example.com
R1(config-dhcpv6)# exit
R1(config)# interface g0/1
R1(config-if)# ipv6 address 2001:db8:cafe:1::1/64
R1(config-if)# ipv6 dhcp server IPV6-STATELESS
R1(config-if)# ipv6 nd other-config-flag
```

DHCPv6-клиент без отслеживания состояния



```
R3(config)# interface g0/1
R3(config-if)# ipv6 enable
R3(config-if)# ipv6 address autoconfig
R3(config-if)#
```

DHCPv6-сервер с отслеживанием состояния



```
R1(config)# ipv6 unicast-routing
R1(config)# ipv6 dhcp pool IPV6-STATEFUL
R1(config-dhcpv6)# address prefix 2001:DB8:CAFE:1::/64 lifetime infinite
R1(config-dhcpv6)# dns-server 2001:db8:cafe:aaaa::5
R1(config-dhcpv6)# domain-name example.com
R1(config-dhcpv6)# exit
R1(config)# interface g0/1
R1(config-if)# ipv6 address 2001:db8:cafe:1::1/64
R1(config-if)# ipv6 dhcp server IPV6-STATEFUL
R1(config-if)# ipv6 nd managed-config-flag
```

DHCPv6-клиент с отслеживанием состояния



```
R3(config)# interface g0/1
R3(config-if)# ipv6 enable
R3(config-if)# ipv6 address dhcp
R3(config-if)#
```

Агент ретрансляции DHCPv6

Команды агента DHCPv6-ретрансляции

```
R1(config)# interface g0/0
R1(config-if)# ipv6 dhcp relay destination 2001:db8:cafe:1::6
R1(config-if)# end
R1# show ipv6 dhcp interface g0/0
GigabitEthernet0/0 is in relay mode
  Relay destinations:
    2001:DB8:CAFE:1::6
R1#
```

Задачи поиска и устранения неполадок

Поиск и устранение неполадок. Задача 1	Разрешение конфликтов адресов.
Поиск и устранение неполадок. Задача 2	Проверка метода распределения.
Поиск и устранение неполадок. Задача 3	Проверка с использованием статического IPv6-адреса.
Поиск и устранение неполадок. Задача 4	Проверка конфигурации порта коммутатора.
Поиск и устранение неполадок. Задача 5	Проверка работы протокола в той же подсети или VLAN.

Отладка DHCPv6 с помощью debug

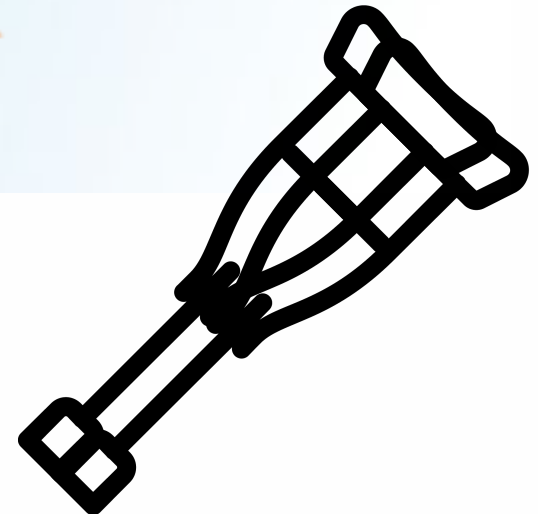
```
R1# debug ipv6 dhcp detail
IPv6 DHCP debugging is on (detailed)
R1#
*Feb  3 21:27:41.123: IPv6 DHCP: Received SOLICIT from FE80::32F7:DFF:FE25:2DE1 on
GigabitEthernet0/1
*Feb  3 21:27:41.123: IPv6 DHCP: detailed packet contents
*Feb  3 21:27:41.123:   src FE80::32F7:DFF:FE25:2DE1 (GigabitEthernet0/1)
*Feb  3 21:27:41.127:   dst FF02::1:2
*Feb  3 21:27:41.127:   type SOLICIT(1), xid 13190645
*Feb  3 21:27:41.127:   option ELAPSED-TIME(8), len 2
*Feb  3 21:27:41.127:     elapsed-time 0
*Feb  3 21:27:41.127:   option CLIENTID(1), len 10
*Feb  3 21:27:41.127:     000
*Feb  3 21:27:41.127: IPv6 DHCP: Using interface pool IPV6-STATEFUL
*Feb  3 21:27:41.127: IPv6 DHCP: Creating binding for FE80::32F7:DFF:FE25:2DE1
in pool IPV6-STATEFUL
<Данные опущены>
```

03

NAT



NAT



Существуют три механизма преобразования:

1. Статическое преобразование (статический NAT) — это взаимно-однозначное соответствие между локальным и глобальным адресами.
2. Динамическое преобразование (динамический NAT) — это сопоставление адресов по схеме «многие ко многим» между локальными и глобальными адресами.
3. Преобразование адреса и номера порта (PAT) — это сопоставление адресов по схеме «многие к одному» между локальными и глобальными адресами. Данный метод также называется перегрузкой (NAT с перегрузкой).



Статическое преобразование NAT

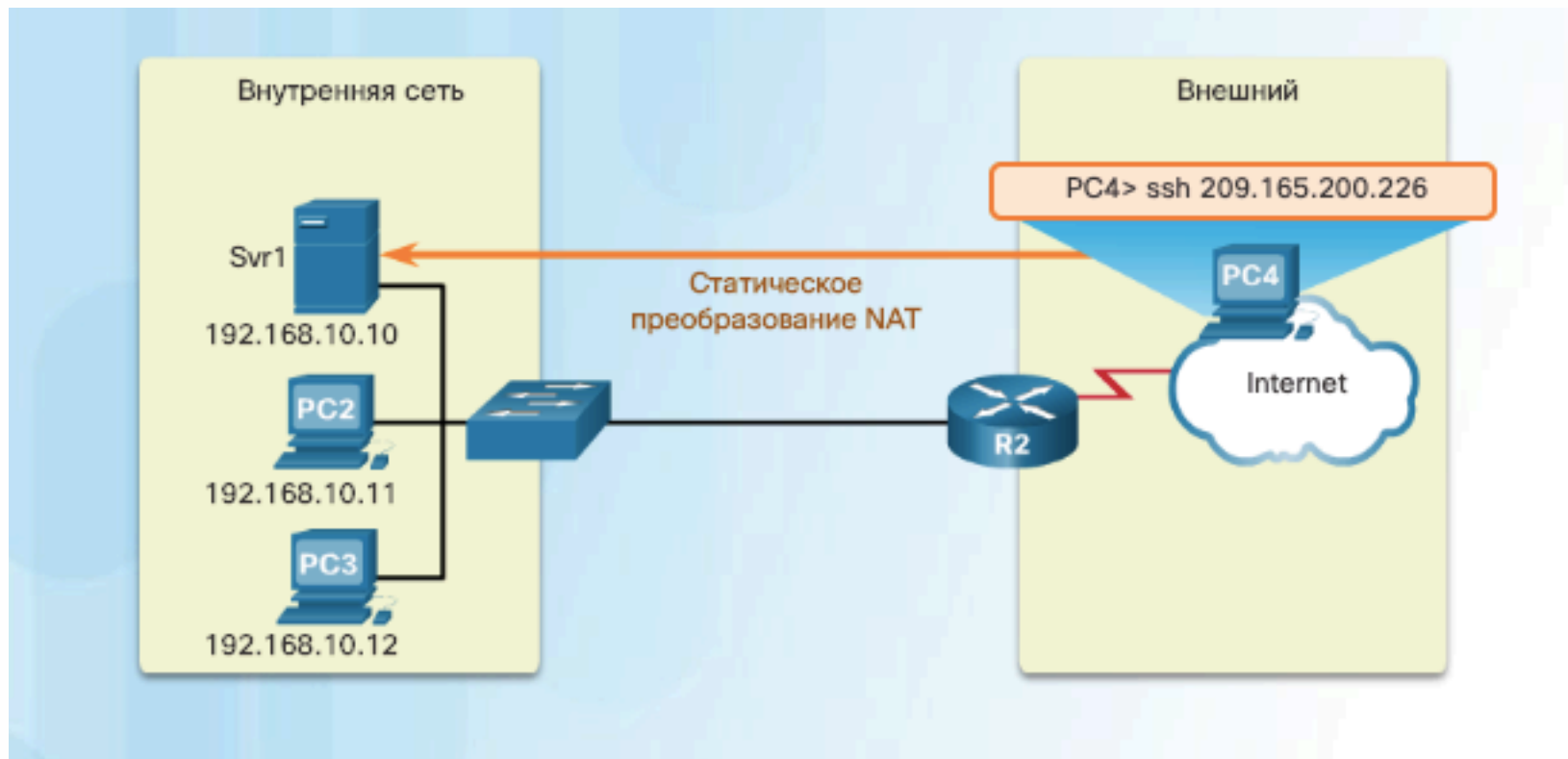
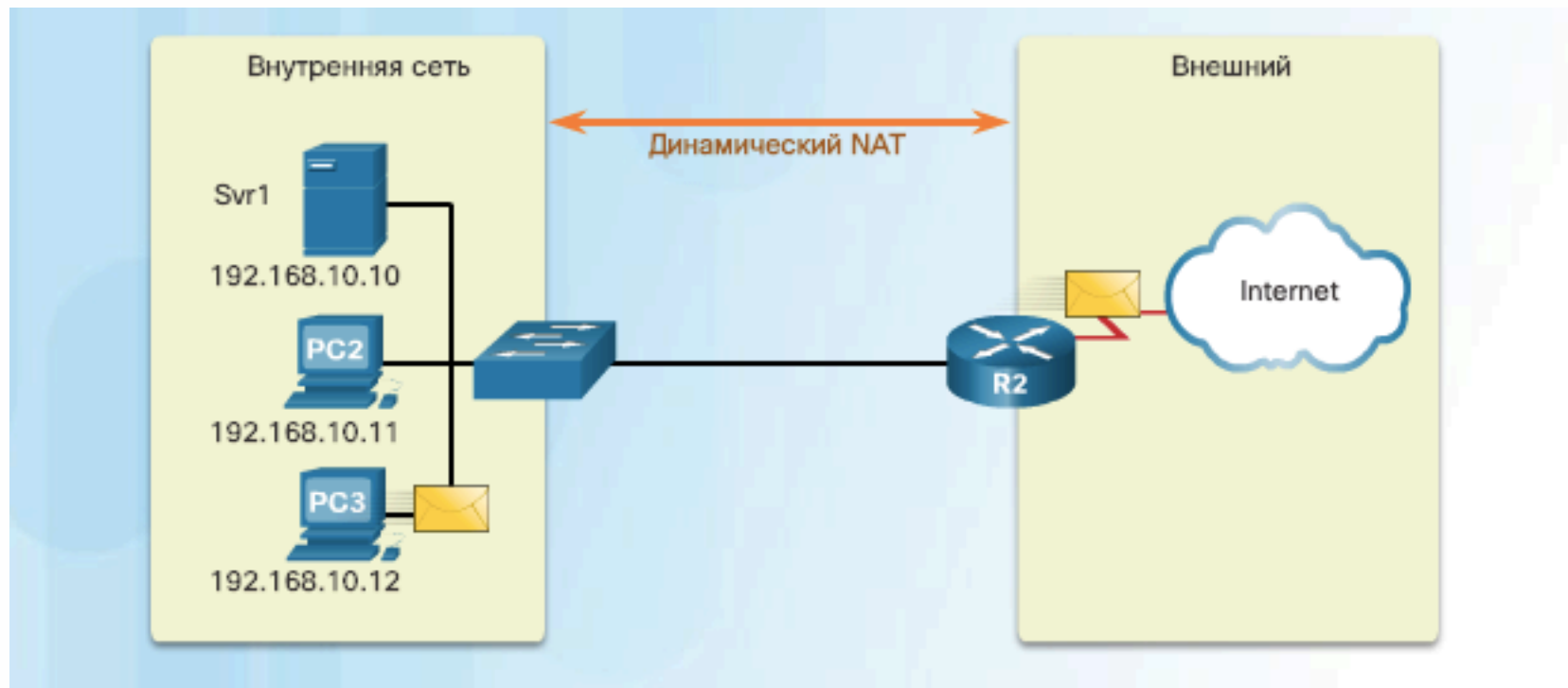


Таблица статических преобразований NAT

Внутренний локальный адрес	Внутренний глобальный адрес – адреса доступны через маршрутизатор R2
192.168.10.10	209.165.200.226
192.168.10.11	209.165.200.227
192.168.10.12	209.165.200.228

Динамическое преобразование NAT



Пул NAT IPv4

Внутренний локальный адрес	Внутренний пул глобальных адресов – адреса доступны через маршрутизатор R2
192.168.10.12	209.165.200.226
Присутствует	209.165.200.227
Присутствует	209.165.200.228
Присутствует	209.165.200.229
Присутствует	209.165.200.230

Динамическое преобразование PAT

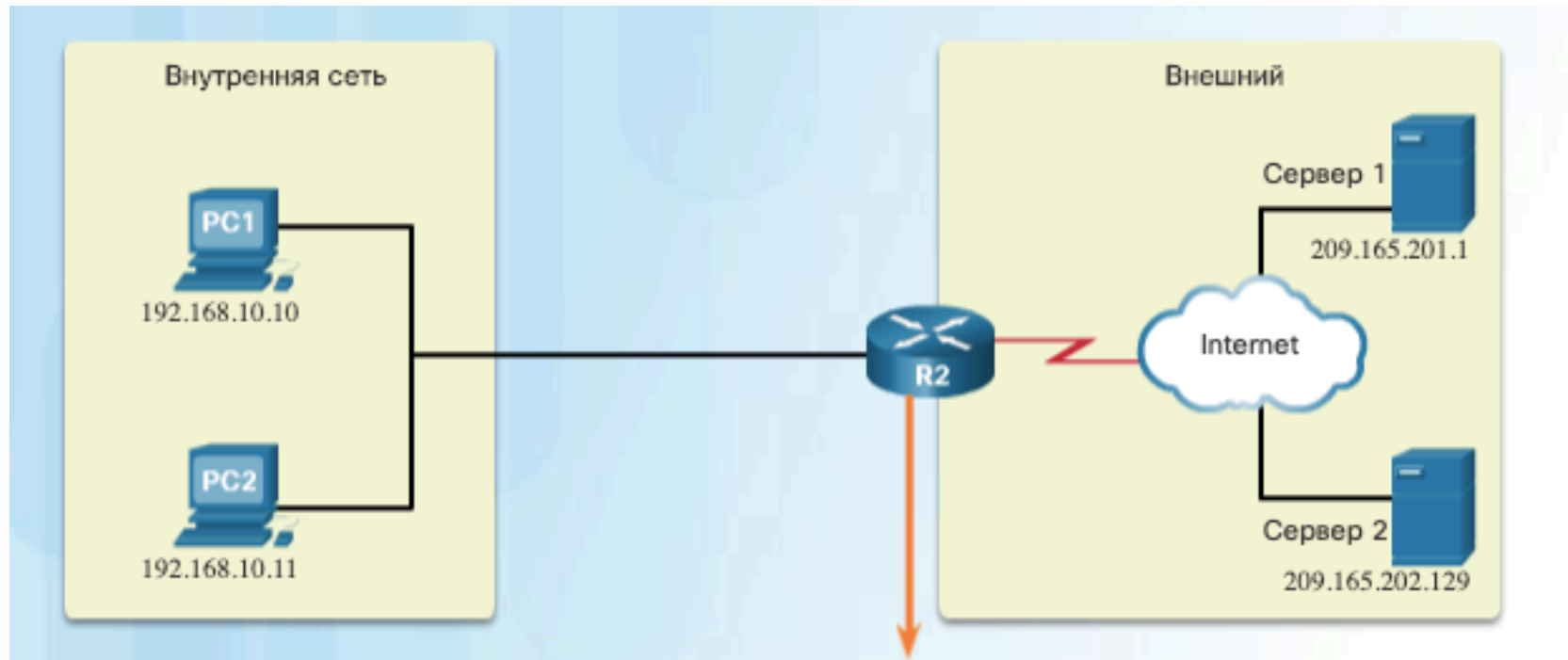


Таблица преобразований NAT с перегрузкой

Внутренний глобальный IP-адрес	Внутренний локальный IP-адрес	Внешний локальный IP-адрес	Внешний глобальный IP-адрес
209.165.200.226:1555	192.168.10.10:1555	209.165.201.1:80	209.165.201.1:80
209.165.200.226:1331	192.168.10.11:1331	209.165.202.129:80	209.165.202.129:80

Преимущества NAT

Преимущества NAT

- Сохраняет официально зарегистрированную схему адресации.
 - Повышает адаптивность подключения к общедоступной сети.
 - Обеспечивает согласованность схем внутренней адресации сети.
 - Обеспечивает безопасность сети.
-



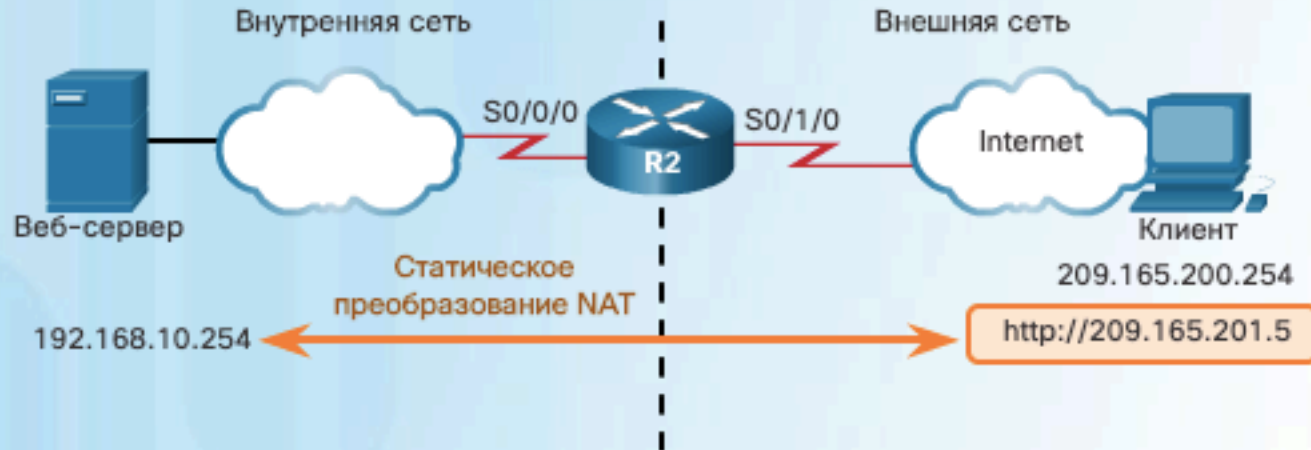
Недостатки NAT

Недостатки NAT

- Снижение производительности.
- Ухудшение функциональности при взаимодействии двух конечных устройств.
- Потеря возможности трассировки IP при взаимодействии двух конечных устройств.
- Туннелирование становится более сложным.
- Возможно нарушение инициирования подключений по TCP.



Настройка статического NAT



Establishes static translation between an inside local address and an inside global address.

```
R2(config)# ip nat inside source static 192.168.11.99 209.165.201.5
```

```
R2(config)# interface Serial0/0/0
```

```
R2(config-if)# ip address 192.168.1.2 255.255.255.252
```

Identifies interface serial 0/0/0 as an inside NAT interface.

```
R2(config-if)# ip nat inside
```

```
R2(config-if)# exit
```

```
R2(config)# interface Serial0/1/0
```

```
R2(config-if)# ip address 209.165.200.1 255.255.255.252
```

Identifies interface serial 0/1/0 as the outside NAT interface.

```
R2(config-if)# ip nat outside
```

Проверка статического NAT

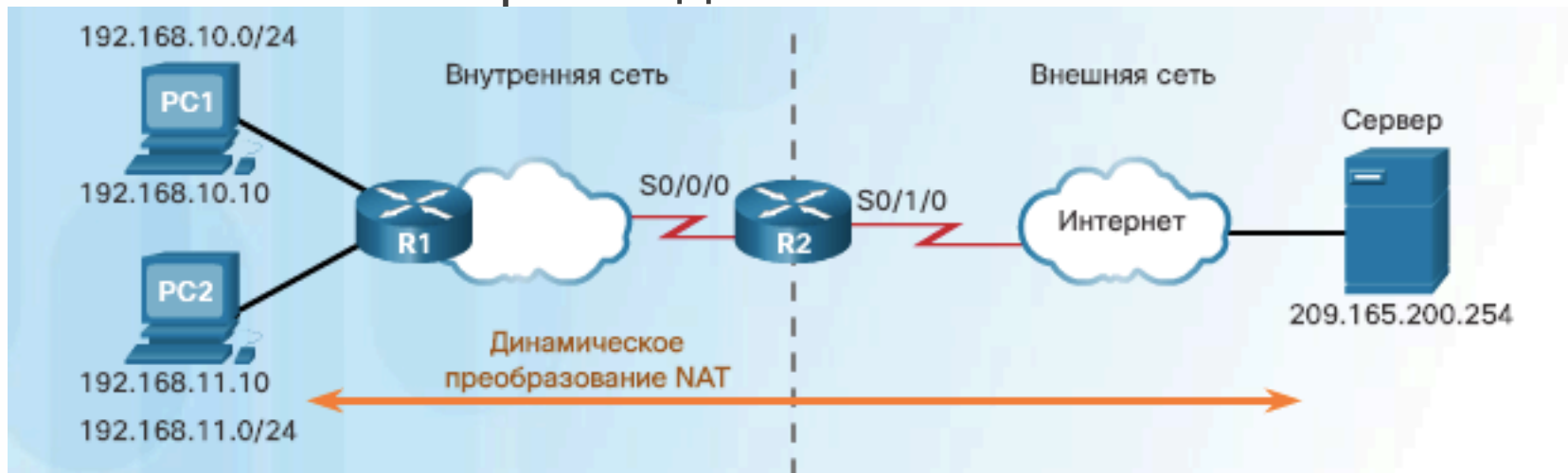
Статическое преобразование всегда представлено в таблице NAT.

```
R2# show ip nat translations
Pro   Inside global   Inside local   Outside local   Outside global
---   209.165.201.5   192.168.10.254 ---              ---
R2#
```

Статическое преобразование во время активного сеанса.

```
R2# show ip nat translations
Pro   Inside global   Inside local   Outside local   Outside global
---   209.165.201.5   192.168.10.254 209.165.200.254 209.165.200.254
---   209.165.201.5   192.168.10.254 ---              ---
R2#
```

Настройка динамического NAT



Defines a pool of public IPv4 addresses under the pool name NAT-POOL1.

```
R2(config)# ip nat pool NAT-POOL1 209.165.200.226
209.165.200.240 netmask 255.255.255.224
```

Defines which addresses are eligible to be translated.

```
R2(config)# access-list 1 permit 192.168.0.0 0.0.255.255
```

Binds NAT-POOL1 with ACL 1.

```
R2(config)# ip nat inside source list 1 pool NAT-POOL1
```

Identifies interface serial 0/0/0 as an inside NAT interface

```
R2(config)# interface Serial0/0/0
```

```
R2(config-if)# ip nat inside
```

Identifies interface serial 0/1/0 as an outside NAT interface.

```
R2(config)# interface Serial0/1/0
```

```
R2(config-if)# ip nat outside
```

Проверка динамического NAT

```
R2# show ip nat translations
Pro Inside global   Inside local   Outside local  Outside global
--- 209.165.200.226 192.168.10.10 ---          ---
--- 209.165.200.227 192.168.11.10 ---          ---
R2#
R2# show ip nat translations verbose
Pro Inside global   Inside local   Outside local  Outside global
--- 209.165.200.226 192.168.10.10 ---          ---
    create 00:17:25, use 00:01:54 timeout:86400000, left 23:58:05, Map-Id(In): 1,
    flags:
one, use_count: 0, entry-id: 32, lc_entries: 0
--- 209.165.200.227 192.168.11.10 ---          ---
    create 00:17:22, use 00:01:51 timeout:86400000, left 23:58:08, Map-Id(In): 1,
    flags:
none, use_count: 0, entry-id: 34, lc_entries: 0
R2#
```

```
R2# clear ip nat translation *
R2# show ip nat translations

R2#
```

Настройка PAT



Define a pool of public IPv4 addresses under the pool name NAT-POOL2.

```
R2(config)# ip nat pool NAT-POOL2 209.165.200.226
209.165.200.240 netmask 255.255.255.224
```

Define which addresses are eligible to be translated.

```
R2(config)# access-list 1 permit 192.168.0.0 0.0.255.255
```

Bind NAT-POOL2 with ACL 1.

```
R2(config)# ip nat inside source list 1 pool NAT-POOL2 overload
```

Identify interface serial 0/0/0 as an inside NAT interface.


```
R2(config)# interface Serial0/0/0
R2(config-if)# ip nat inside
```

Identify interface serial 0/1/0 as the outside NAT interface.

```
R2(config)# interface Serial0/1/0
R2(config-if)# ip nat outside
```

Настройка PAT. Единый адрес.

Шаг 1	<p>Определите стандартный список контроля доступа, разрешающий адреса, которые должны быть преобразованы.</p> <pre>access-list номер-списка-доступа permit источник [шаблонная_маска-источника]</pre>
Шаг 2	<p>Настройте динамическое преобразование адреса источника, указав параметры списка контроля доступа, выходного интерфейса и перегрузки.</p> <pre>ip nat inside source listномер-списка-доступа interface тип номер overload</pre>
Шаг 3	<p>Определите внутренний интерфейс.</p> <pre>interface type number ip nat inside</pre>
Шаг 4	<p>Определите внешний интерфейс.</p> <pre>interface type number ip nat outside</pre>



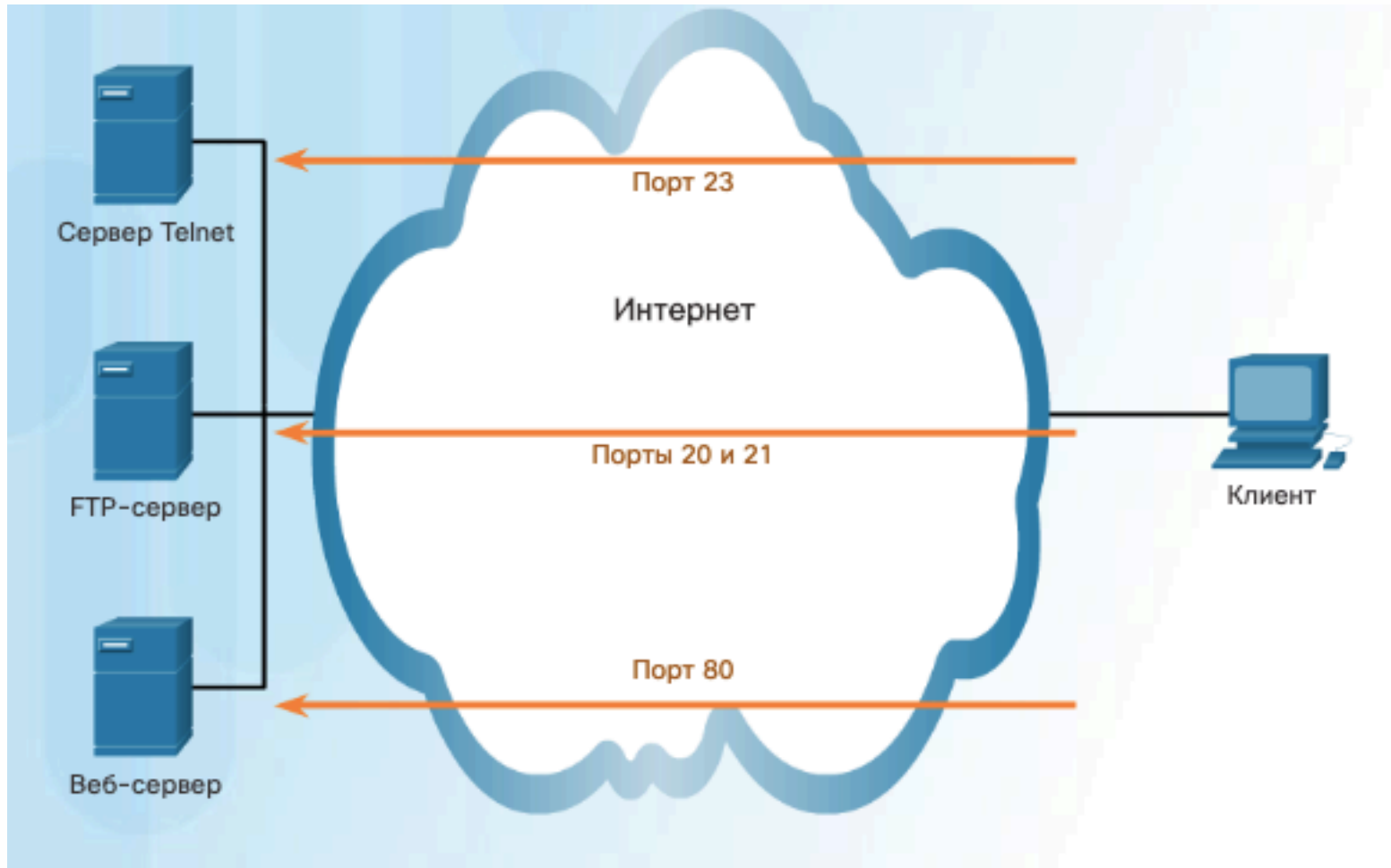
Проверка PAT

```
R2# show ip nat translations
Pro Inside global      Inside local      Outside local     Outside global
tcp 209.165.200.226:51839 192.168.10.10:51839 209.165.201.1:80 209.165.201.1:80
tcp 209.165.200.226:42558 192.168.11.10:42558 209.165.202.129:80 209.165.202.129:80
R2#
```

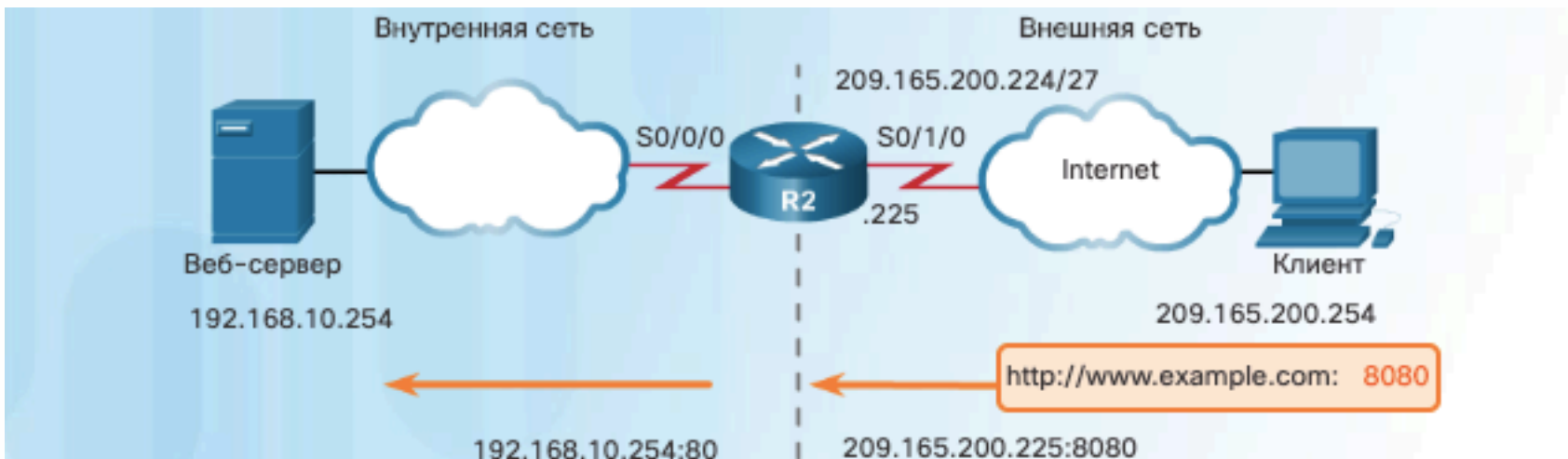
```
R2# clear ip nat statistics

R2# show ip nat statistics
Total active translations: 2 (0 static, 2 dynamic; 2 extended)
Peak translations: 2, occurred 00:00:05 ago
Outside interfaces:
  Serial0/0/1
Inside interfaces:
  Serial0/1/0
Hits: 4 Misses: 0
CEF Translated packets: 4, CEF Punted packets: 0
Expired translations: 0
Dynamic mappings:
-- Inside Source
[Id: 3] access-list 1 pool NAT-POOL2 refcount 2
pool NAT-POOL2: netmask 255.255.255.224
  start 209.165.200.226 end 209.165.200.240
  type generic, total addresses 15, allocated 1 (6%), misses 0
```

Перенаправление портов



Настройка перенаправления портов



Устанавливает статическое преобразование между внутренним локальным адресом и локальным портом и между внутренним глобальным адресом и глобальным портом.

```
R2(config)# ip nat inside source static tcp 192.168.10.254 80 209.165.200.225 8080
```

Устанавливает интерфейс serial 0/0/0 в качестве внутреннего интерфейса NAT.

```
R2(config)# interface Serial0/0/0  
R2(config-if)# ip nat inside
```

Устанавливает интерфейс serial 0/1/0 в качестве внешнего интерфейса NAT.

```
R2(config)# interface Serial0/1/0  
R2(config-if)# ip nat outside
```

Проверка перенаправления портов

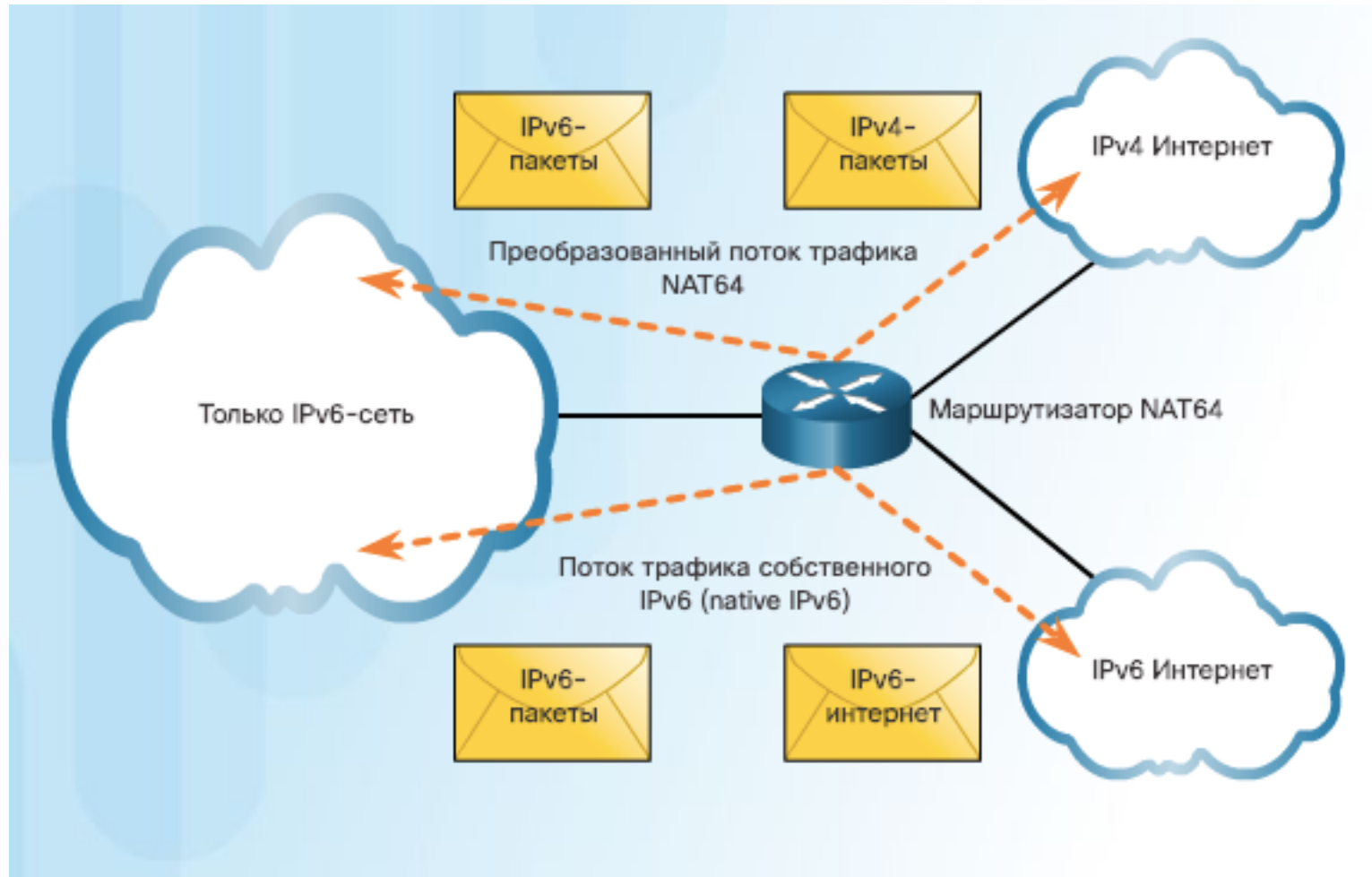
```
R2# show ip nat translations
Pro Inside global      Inside local      Outside local      Outside global
tcp 209.165.200.225:8080 192.168.10.254:80 209.165.200.254:46088 209.165.200.254:46088
tcp 209.165.200.225:8080 192.168.10.254:80 --- ---
R2#
```

```
R2#debug ip nat
IP NAT debugging is on
R2#
*Feb 15 20:01:311.670: NAT*: s=192.168.10.10->209.165.200.226, d=209.165.201.1 [2817]
*Feb 15 20:01:311.682: NAT*: s=209.165.201.1, d=209.165.200.226->192.168.10.10 [4180]
*Feb 15 20:01:311.698: NAT*: s=192.168.10.10->209.165.200.226, d=209.165.201.1 [2818]
*Feb 15 20:01:311.702: NAT*: s=192.168.10.10->209.165.200.226, d=209.165.201.1 [2819]
*Feb 15 20:01:311.710: NAT*: s=192.168.10.10->209.165.200.226, d=209.165.201.1 [2820]
*Feb 15 20:01:311.710: NAT*: s=209.165.201.1, d=209.165.200.226->192.168.10.10 [4181]
*Feb 15 20:01:311.722: NAT*: s=209.165.201.1, d=209.165.200.226->192.168.10.10 [4182]
*Feb 15 20:01:311.726: NAT*: s=192.168.10.10->209.165.200.226, d=209.165.201.1 [2821]
*Feb 15 20:01:311.730: NAT*: s=209.165.201.1, d=209.165.200.226->192.168.10.10 [4183]
*Feb 15 20:01:311.734: NAT*: s=192.168.10.10->209.165.200.226, d=209.165.201.1 [2822]
*Feb 15 20:01:311.734: NAT*: s=209.165.201.1, d=209.165.200.226->192.168.10.10 [4184]
```

NAT для IPv6?



NAT64

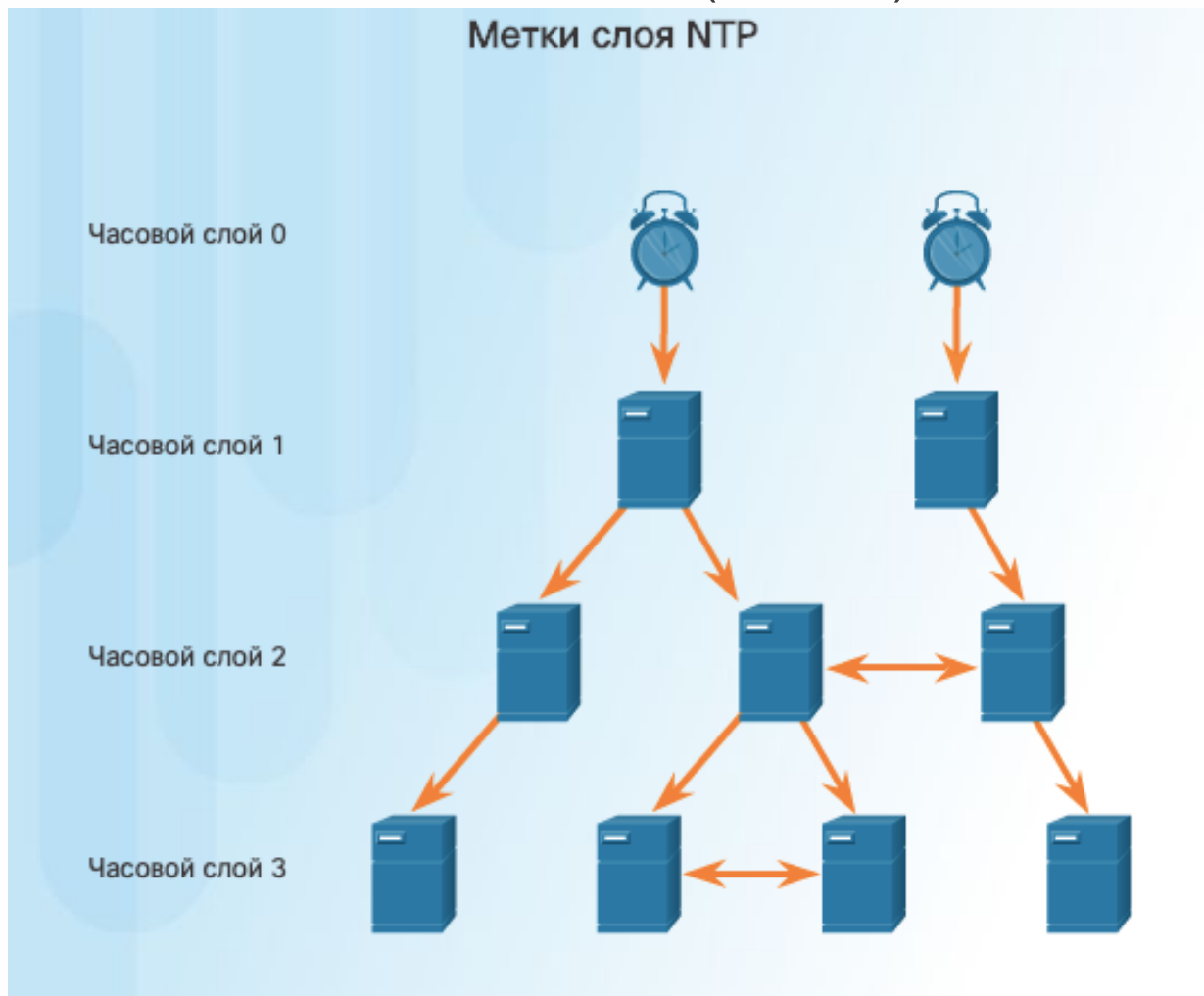


04

NTP



В сетях NTP используется иерархическая система источников времени. Каждый уровень этой иерархической системы называется часовым слоем (stratum).



Настройка NTP-сервера

Включение роутера в качестве NTP-сервера:

```
Router(config)# ntp master [stratum]
```

[stratum] – соответствующее значение часового слоя

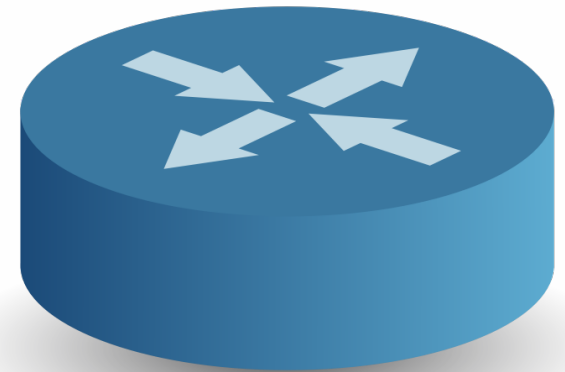
Обновление календаря (часов) роутера:

```
Router(config)# ntp update-calendar
```

Настройка интерфейса:

```
Router(config)# int g0/0
```

```
Router(config-if)# ntp broadcast
```



Настройка NTP-клиента

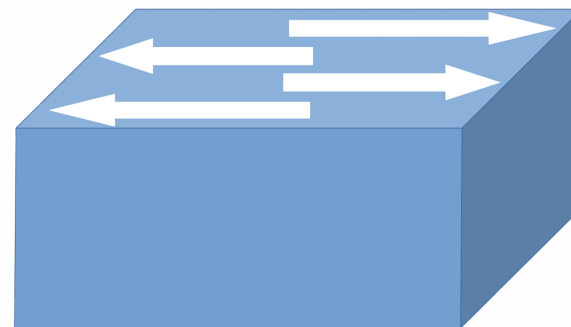
Статический клиент

```
Switch(config)# ntp server 192.168.1.100
```

Динамический клиент

```
Switch(config)# int g0/1
```

```
Switch(config-if)# ntp broadcast client
```



The background of the slide is an aerial view of a city skyline, likely New York City, with numerous skyscrapers. The image is overlaid with a semi-transparent blue and teal gradient. A network of white lines and dots is visible over the gradient, suggesting a digital or data theme.

**Заполните, пожалуйста,
опрос о занятии по ссылке в чате**

До новых встреч! Приходите на следующие занятия

Рукин Андрей

преподаватель

cisco@sk12.ru