

Протоколы Интернета (Сети II)

Солодушкин Святослав Игоревич,
доцент кафедры вычислительной математики, каб. 613.

Учебный план:

одна лекция и одна практика в неделю;

в конце семестра экзамен;

в середине семестра коллоквиум.

Для допуска к экзамену необходимо сдать обязательные задачи в течение семестра.

Экзамен начинается с `inetmin`'а. На экзамене два вопроса.

Если коллоквиум сдан, то с экзамена снимается один вопрос.

Задачи на практике, баллы

Обязательные задачи и сроки их сдачи:

низкий уровень – 1 апреля,

кэширующий DNS сервер – 6 мая,

HTTP-проxy или API – 27 мая.

Постановки задач и баллы см. <http://solod.zz.mu/edu/inet/>

Итоговый балл = $0.5 * \text{Балл_семестр} + 0.5 * \text{Балл_экзамен}$.

Балл_семестр = за работу на парах + сдачу задач.

Балл_экзамен = за ответ на экзамене, не более 100 баллов.

Итоговый балл	Оценка
81 и более	Отлично
61 – 80	Хорошо
41 – 60 (+ сдан inetmin)	Удовлетворительно
менее 40	Неудовлетворительно

Лекция № 1. Маршрутизация

Введение и мотивировка

Технология канального уровня Ethernet предполагает общий доступ к среде и широковещательные рассылки.

Для изоляции трафика сеть делят на подсети, ограниченные маршрутизаторами.

Для продвижения трафика между сетями необходимо поддерживать актуальные таблицы маршрутизации.

Существуют различные протоколы маршрутизации: RIP, OSPF, IS-IS, EIGRP, имеющие свои плюсы и минусы.

Маршрутизация

Маршрутизация (англ. Routing) — процесс определения маршрута следования информации в сетях связи.

Не требующие таблиц
маршрутизации:
Лавинная
От источника

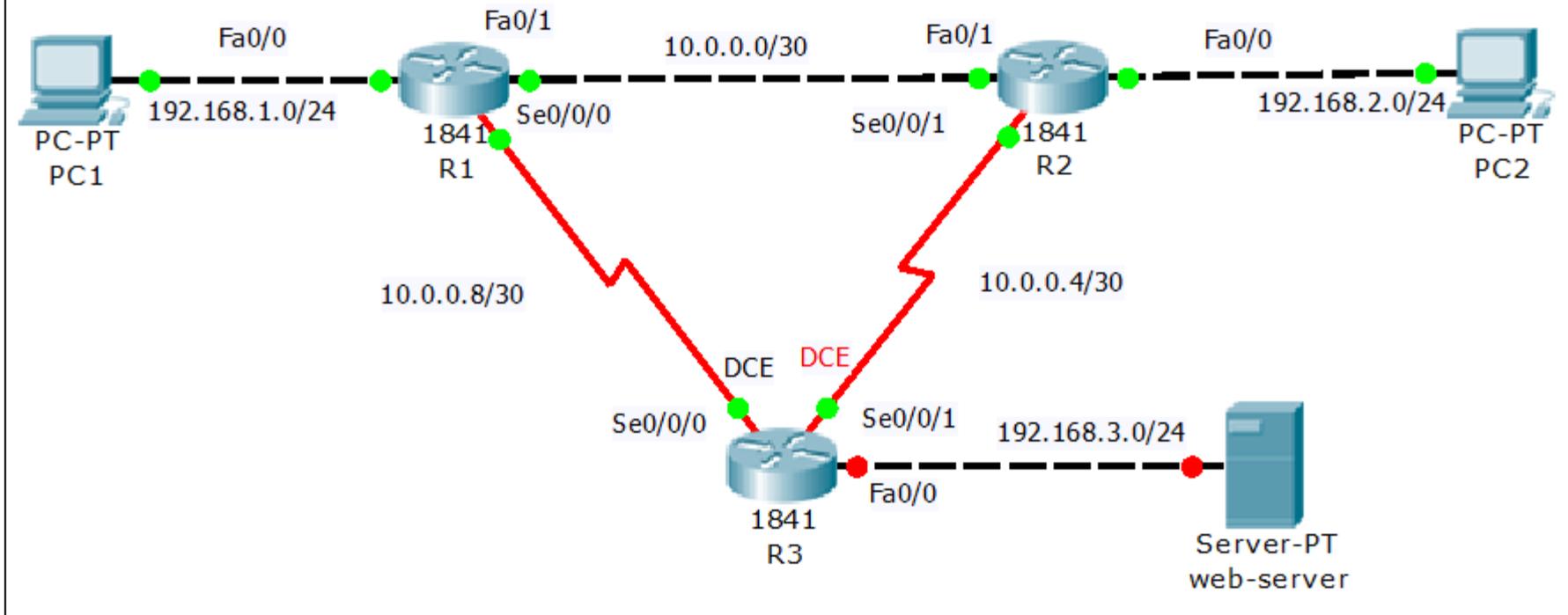
Требующие таблиц
маршрутизации

Адаптивные

Статические

Дистанционно-
векторные

Состояния
связей



Gateway of last resort is 0.0.0.0 to network 0.0.0.0

10.0.0.0/30 is subnetted, 3 subnets

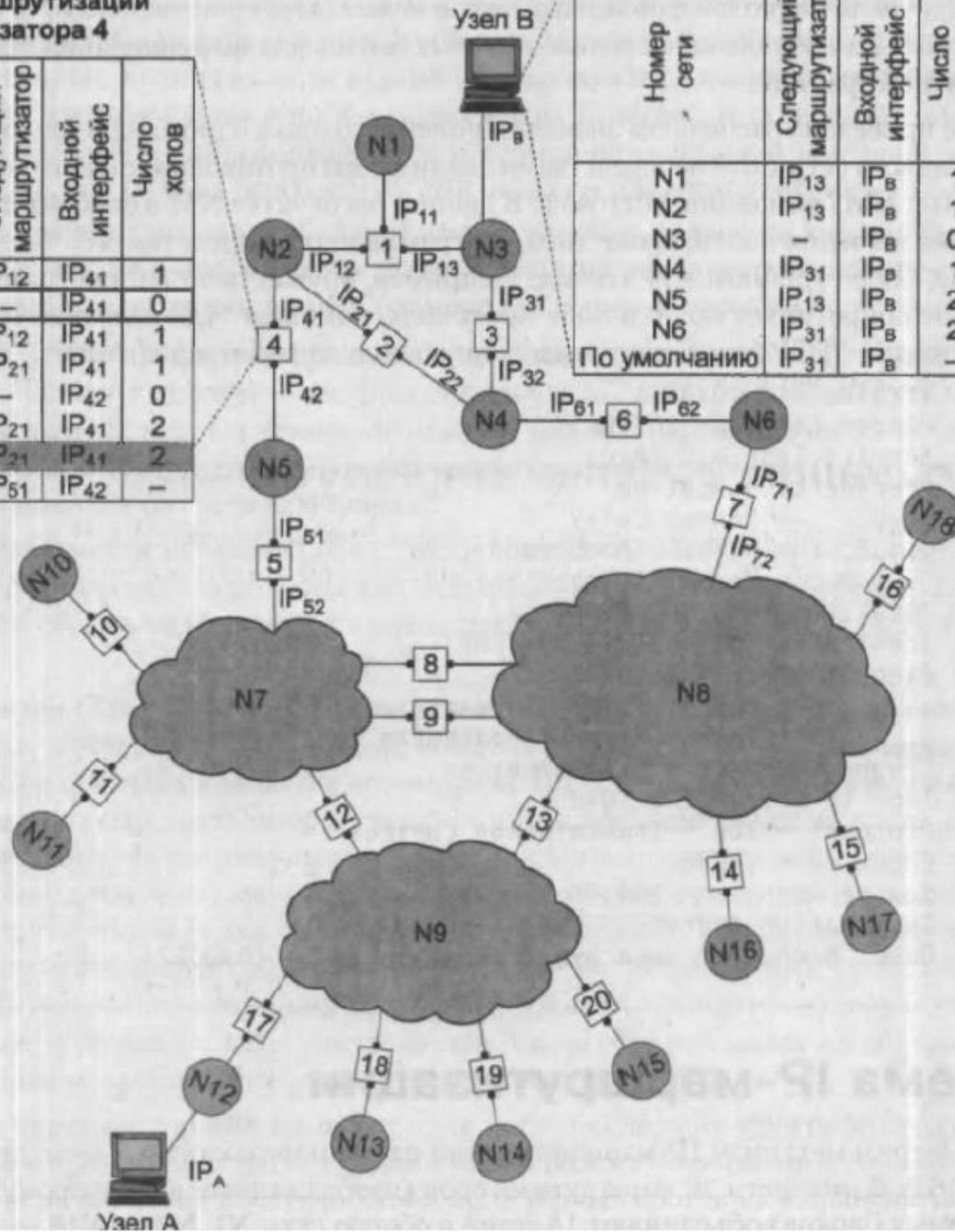
- C 10.0.0.0 is directly connected, FastEthernet0/1**
- C 10.0.0.4 is directly connected, Serial0/0/1**
- R 10.0.0.8 [120/1] via 10.0.0.1, 00:00:06, FastEthernet0/1**
[120/1] via 10.0.0.5, 00:00:05, Serial0/0/1
- R 192.168.1.0/24 [120/1] via 10.0.0.1, 00:00:06, FastEthernet0/1**
- C 192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0**
- S* 0.0.0.0/0 is directly connected, FastEthernet0/0**

Таблица маршрутизации узла В

Номер сети	Следующий маршрутизатор	Входной интерфейс	Число хопов
N1	IP ₁₃	IP _B	1
N2	IP ₁₃	IP _B	1
N3	-	IP _B	0
N4	IP ₃₁	IP _B	1
N5	IP ₁₃	IP _B	2
N6	IP ₃₁	IP _B	2
По умолчанию	IP ₃₁	IP _B	-

Таблица маршрутизации маршрутизатора 4

Номер сети	Следующий маршрутизатор	Входной интерфейс	Число хопов
N1	IP ₁₂	IP ₄₁	1
N2	-	IP ₄₁	0
N3	IP ₁₂	IP ₄₁	1
N4	IP ₂₁	IP ₄₁	1
N5	-	IP ₄₂	0
N6	IP ₂₁	IP ₄₁	2
IP _B	IP ₂₁	IP ₄₁	2
По умолчанию	IP ₅₁	IP ₄₂	-



Узел А

Конфигурационные параметры:
Маршрутизатор по умолчанию IP-129.13.5.1
DNS-сервер IP-200.5.16.6

FTP-клиент
DNS-клиент

cit.mgu.com
IP-129.13.23.17
MAC 008048A17652

Интернет

Подсеть 129.13.0.0

IP-129.13.5.1
MAC 008048EB7E60

R3

IP-198.21.17.6
MAC-00E0F77F1920

Подсеть 198.21.17.0

FTP-сервер

unix.mgu.com
IP-56.01.13.14
MAC-484C00054699

Подсеть 56.0.0.0

IP-198.21.17.7
MAC-00E0F77F5A02

DNS-сервер

R2

IP-200.5.16.3
MAC-00E0F734F5C0

IP_{DNS} -200.5.16.6
MAC_{DNS} -00E0F7751231

R4

IP-56.01.105.16
MAC-00E0F71AB7F0

Подсеть 200.5.16.0

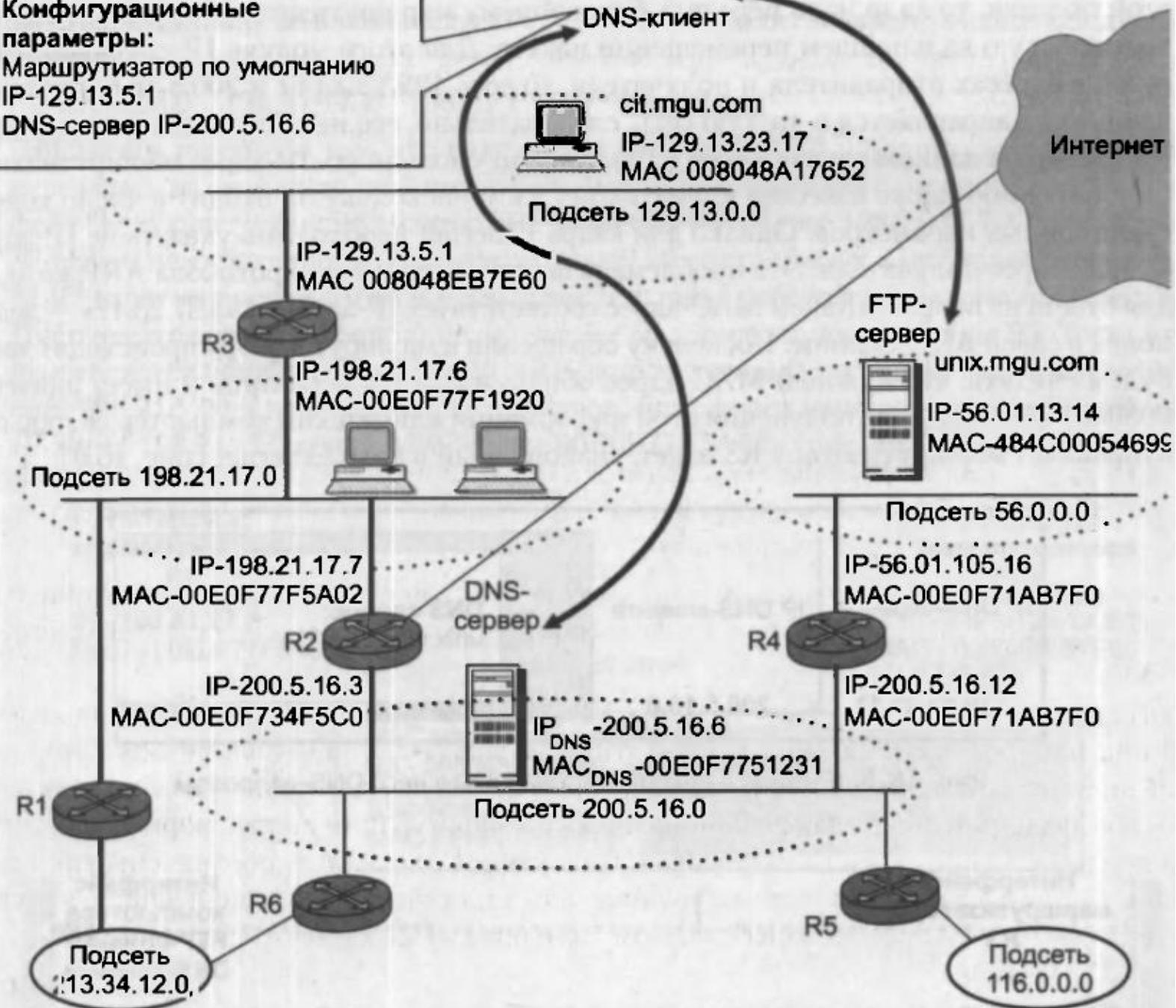
R1

R6

R5

Подсеть 13.34.12.0

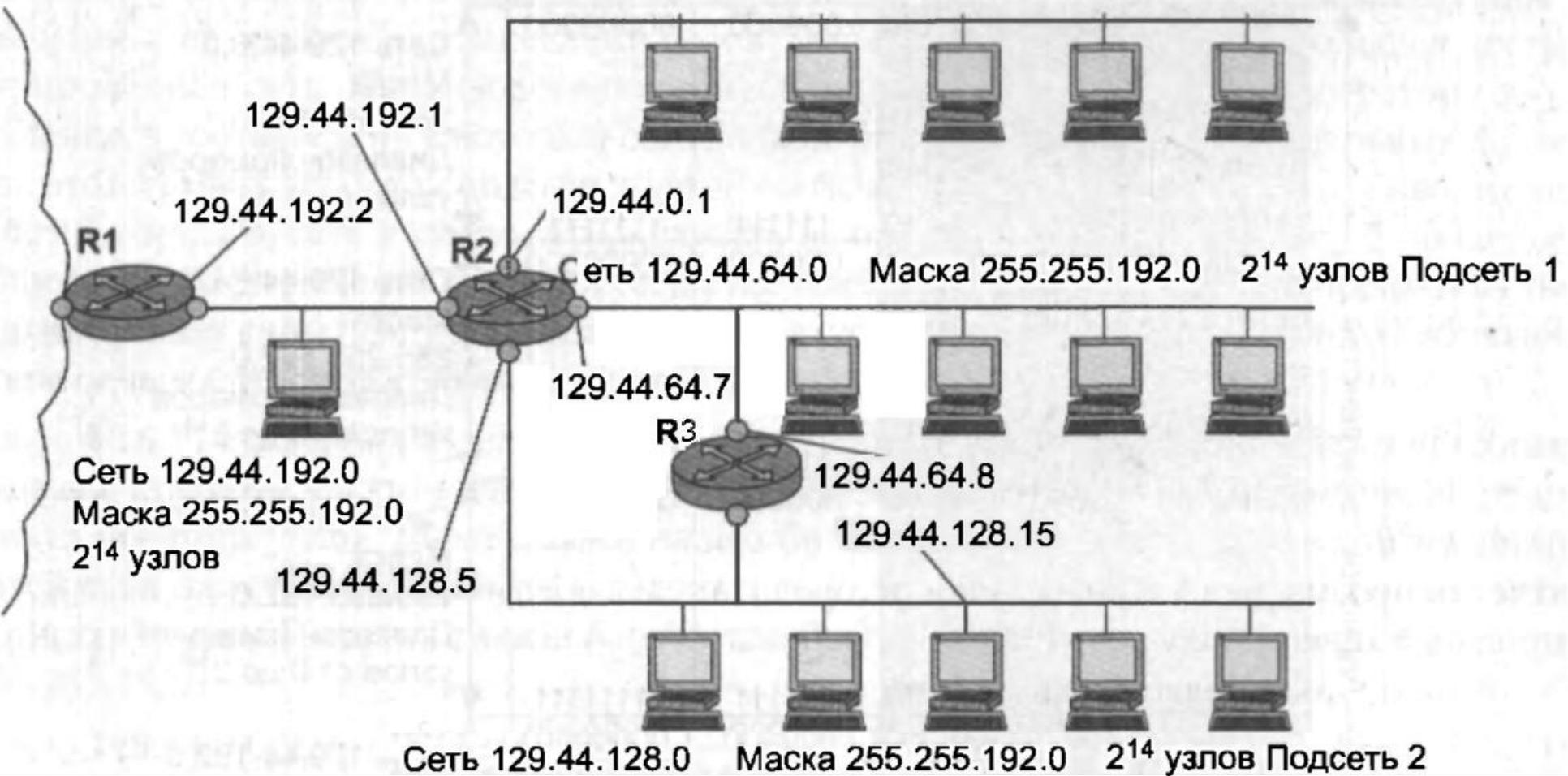
Подсеть 116.0.0.0



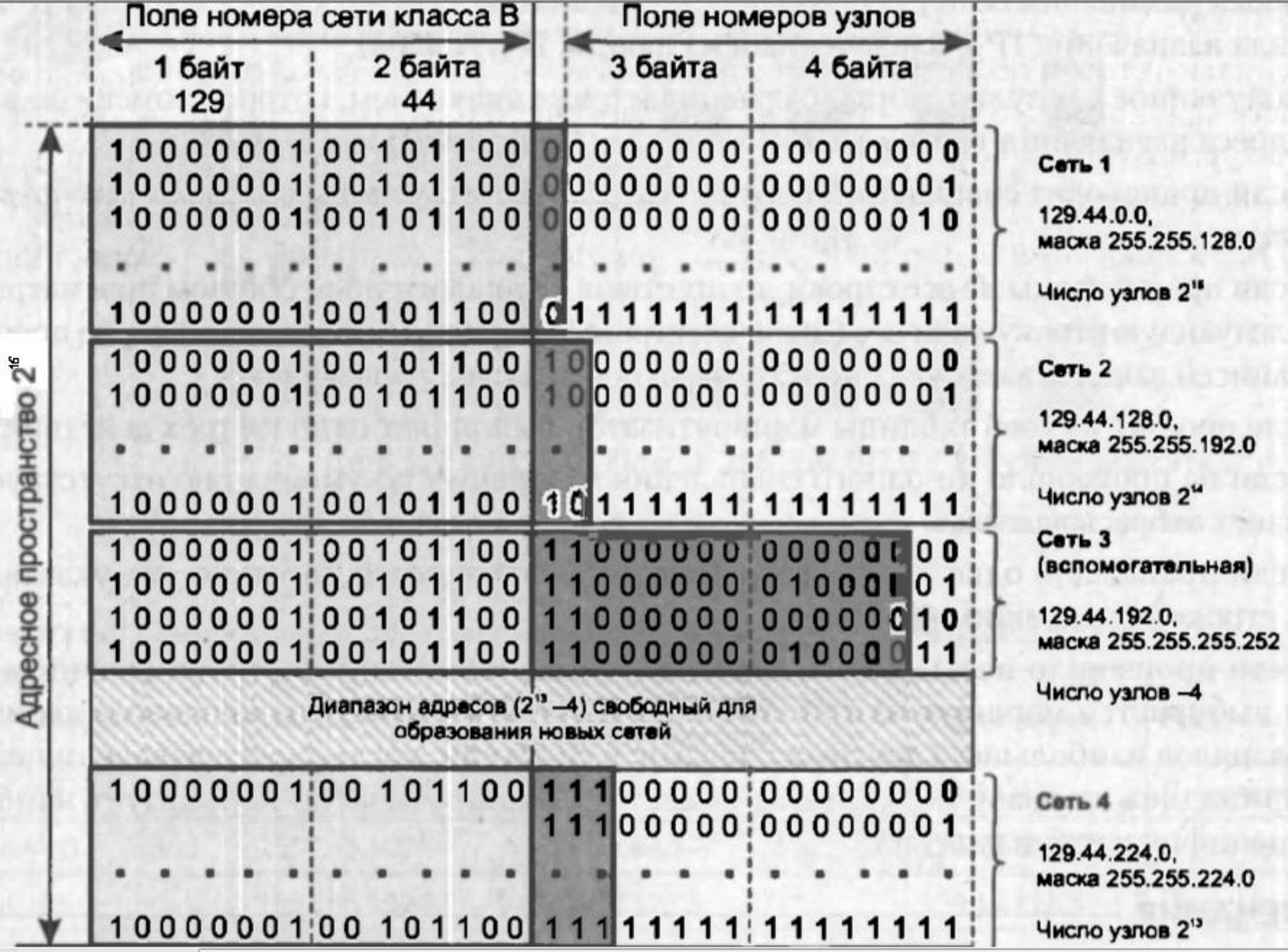
1 байт		2 байта		3 байта		4 байта		
Поле номера сети класса В (неизменяемое поле) 129 44				№ подсети	Поле адресов узлов (адресное пространство)			
10000001		00101100			0	0	000000	00000000
10000001		00101100		0	0	111111	11111111	
10000001		00101100		0	1	000000	00000000	Сеть 129.44.64.0 Маска 255.255.192.0 Диапазон номеров узлов от 0 до 2^{14}
10000001		00101100		0	1	111111	11111111	
10000001		00101100		1	0	000000	00000000	Сеть 129.44.128.0 Маска 255.255.192.0 Диапазон номеров узлов от 0 до 2^{14}
10000001		00101100		1	0	111111	11111111	
10000001		00101100		1	1	000000	00000000	Сеть 129.44.192.0 Маска 255.255.192.0 Диапазон номеров узлов от 0 до 2^{14}
10000001		00101100		1	1	000000	00000001	
10000001		00101100		1	1	000000	00000010	
10000001		00101100		1	1	000000	00000011	
Неиспользованные адреса ($2^{14} - 4$)								
10000001		00101100		1	1	111111	11111111	

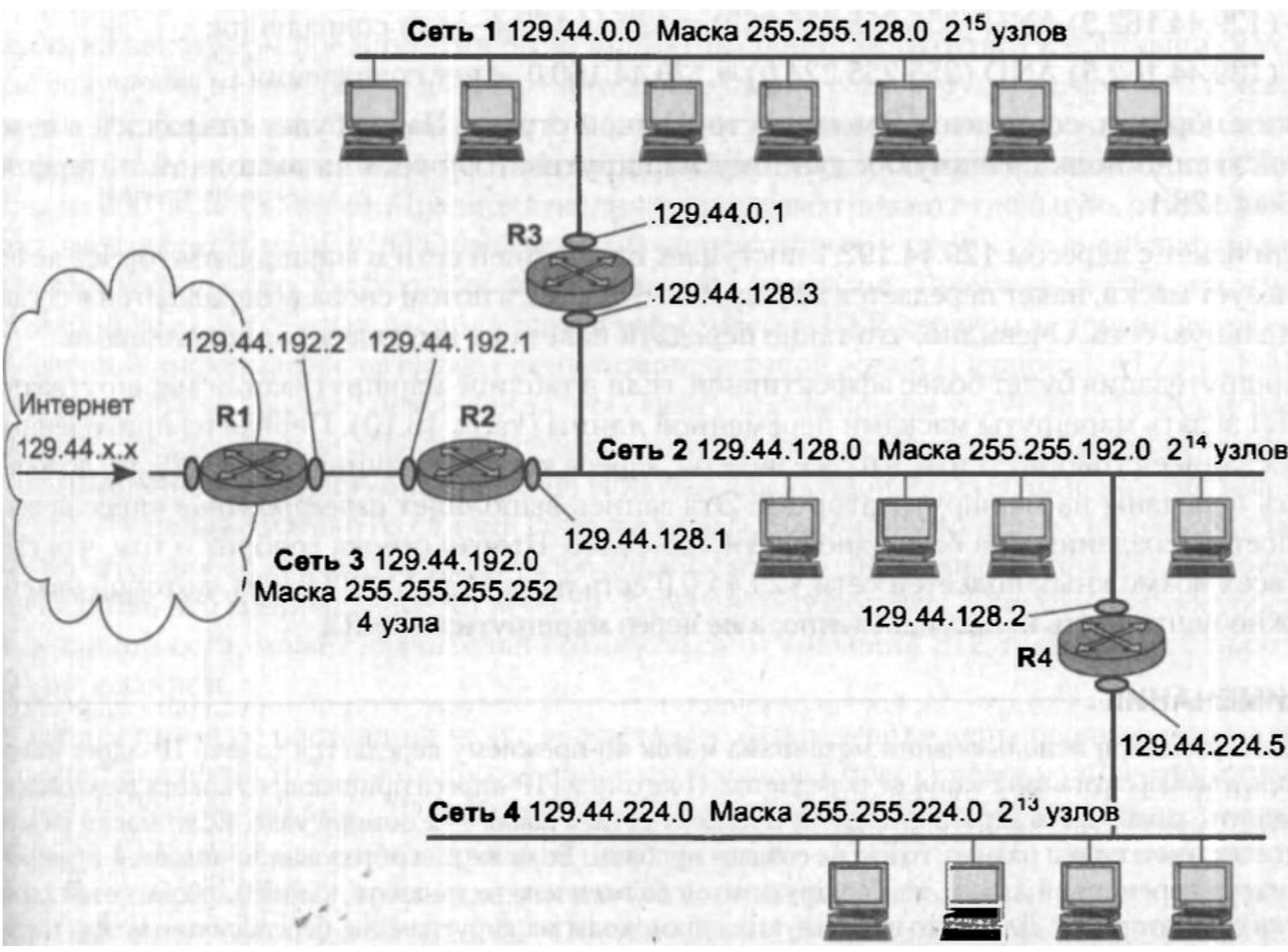
Адресное пространство 2^{16}

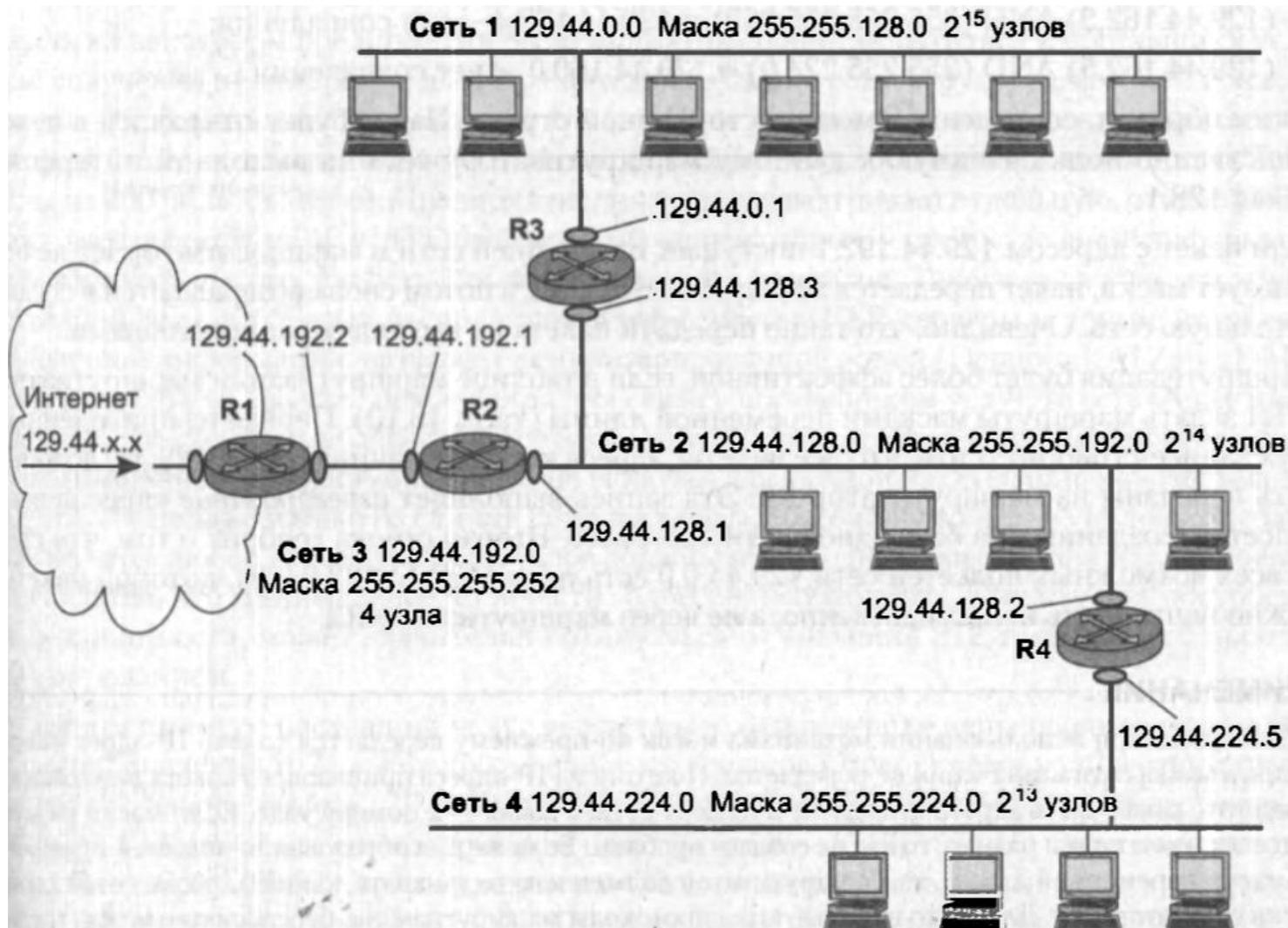
Сеть 129.44.0.0 Маска 255.255.192.0 2¹⁴ узлов Подсеть 0



129.44.0.0	255.255.192.0	129.44.0.1	129.44.0.1	Подключена
129.44.64.0	255.255.192.0	129.44.64.7	129.44.64.7	Подключена
129.44.128.0	255.255.192.0	129.44.128.5	129.44.128.5	Подключена
129.44.192.0	255.255.192.0	129.44.192.1	129.44.192.1	Подключена
0.0.0.0	0.0.0.0	129.44.192.2	129.44.192.1	-
129.44.128.15	255.255.255.255	129.44.64.8	129.44.64.7	-

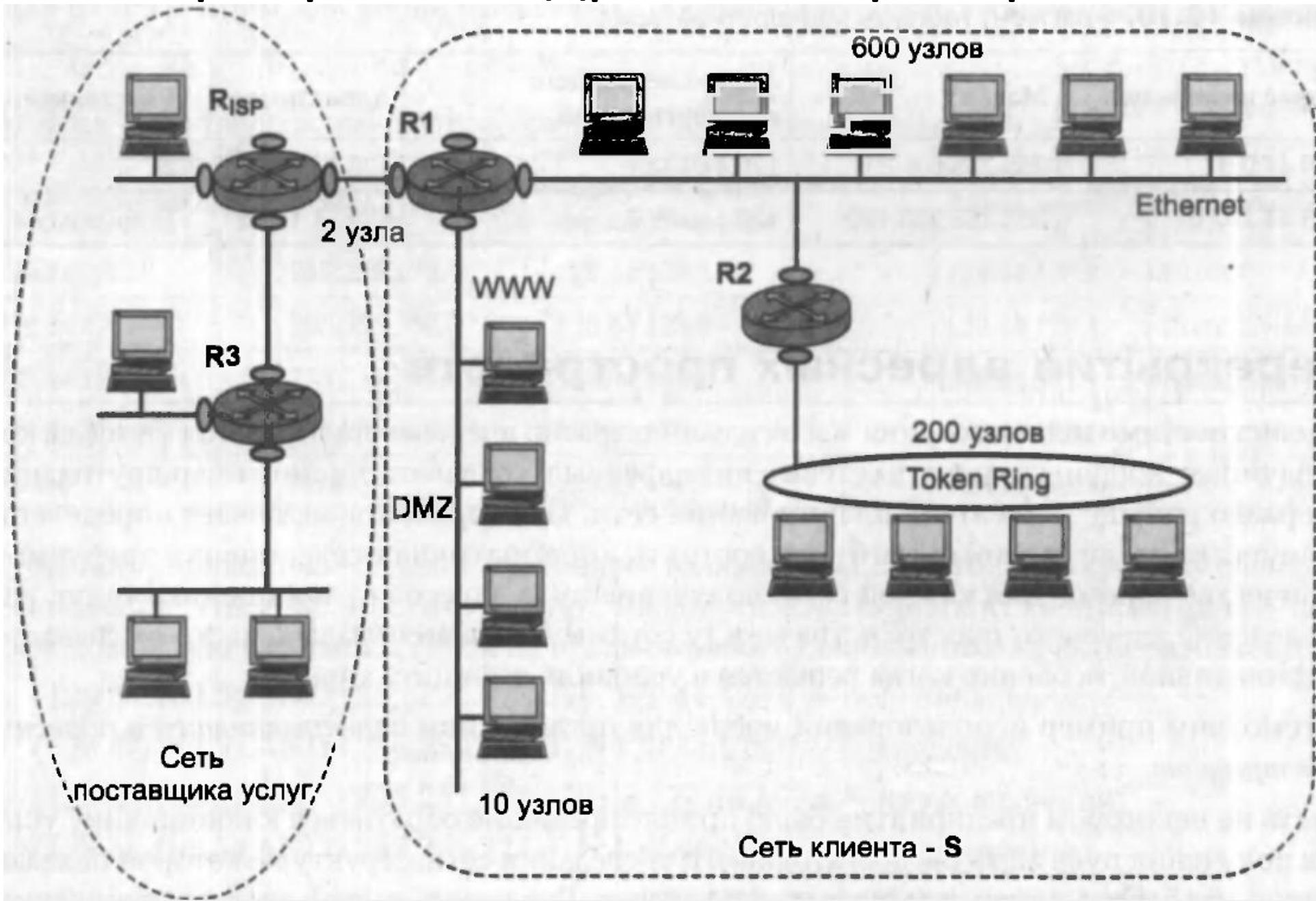


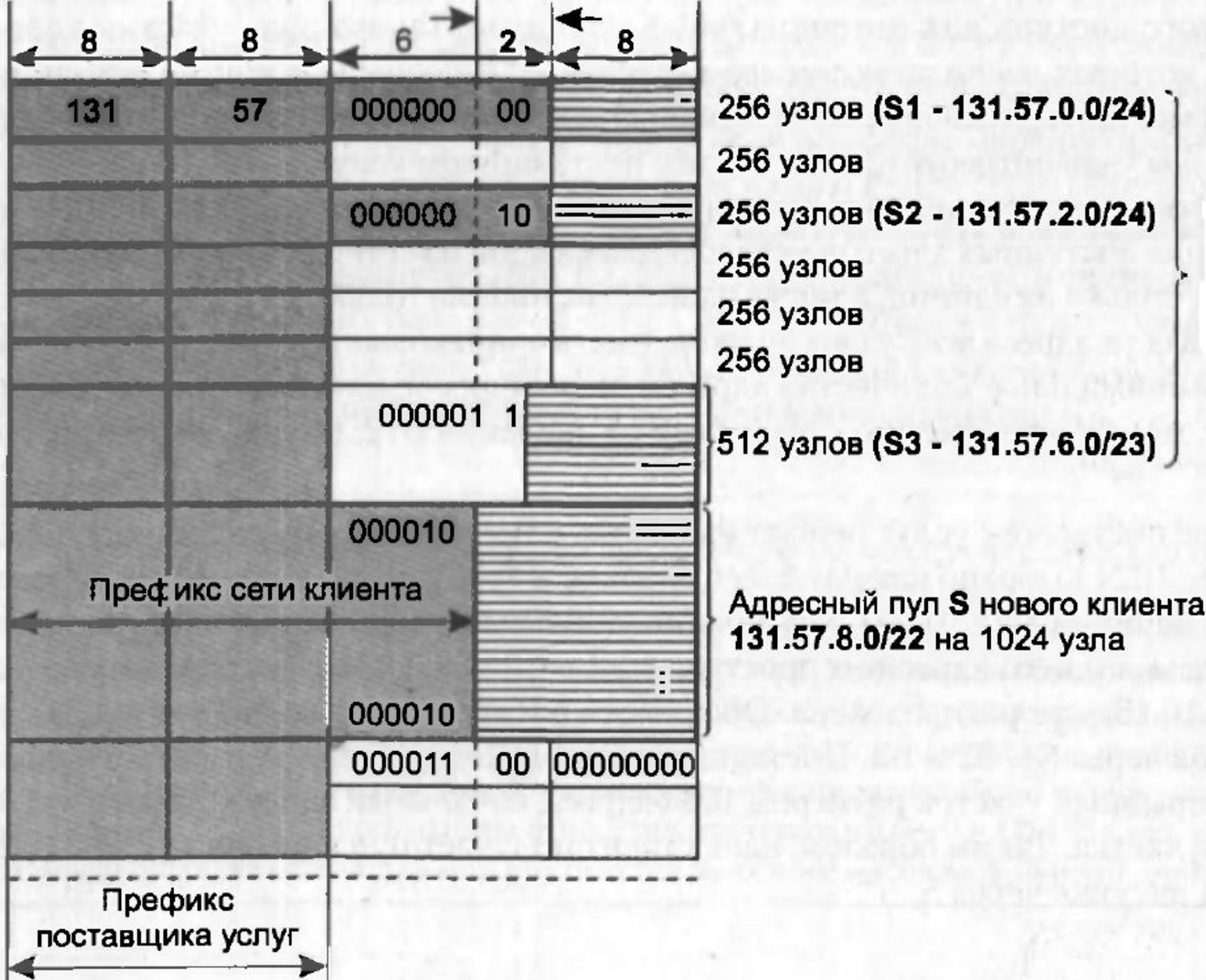




129.44.0.0	255.255.128.0	129.44.128.3	129.44.128.1	1
129.44.128.0	255.255.192.0	129.44.128.1	129.44.128.1	Подключена
129.44.192.0	255.255.255.252	129.44.192.1	129.44.192.1	Подключена
129.44.224.0	255.255.224.0	129.44.128.2	129.44.128.1	1
0.0.0.0.0	0.0.0.0	129.44.192.2	129.44.192.1	-

Перекрывание адресных пространств





131	57	000010	00	0000 0000
		000010	00	1111 1111
131	57	000010	01	0000 0000
		000010	01	0001 0000
		000010	01	0001 1111
		000010	01	0010 00 00
		000010	01	0010 00 11
		000010	01	1111 1111
			10	0000 0000
		000010	10	1111 1111
			11	0000 0000
		000010	11	1111 1111

DMZ (16 адресов)

**Token Ring
(256-16-4
адресов)**

**Соединительная
сеть (4 адреса)**

**Ethernet
(1024-256
адресов)**

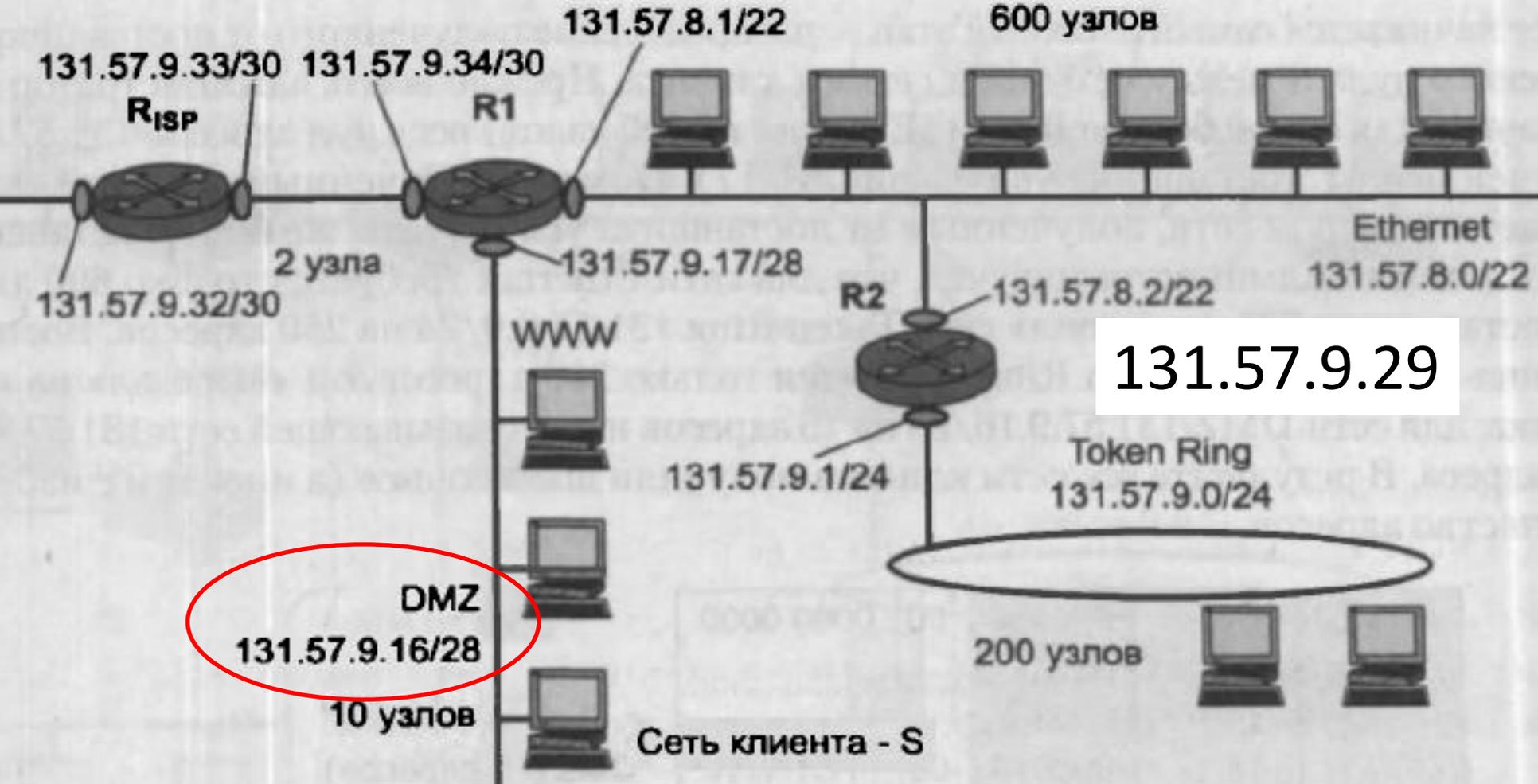


Таблица маршрутизации для R2

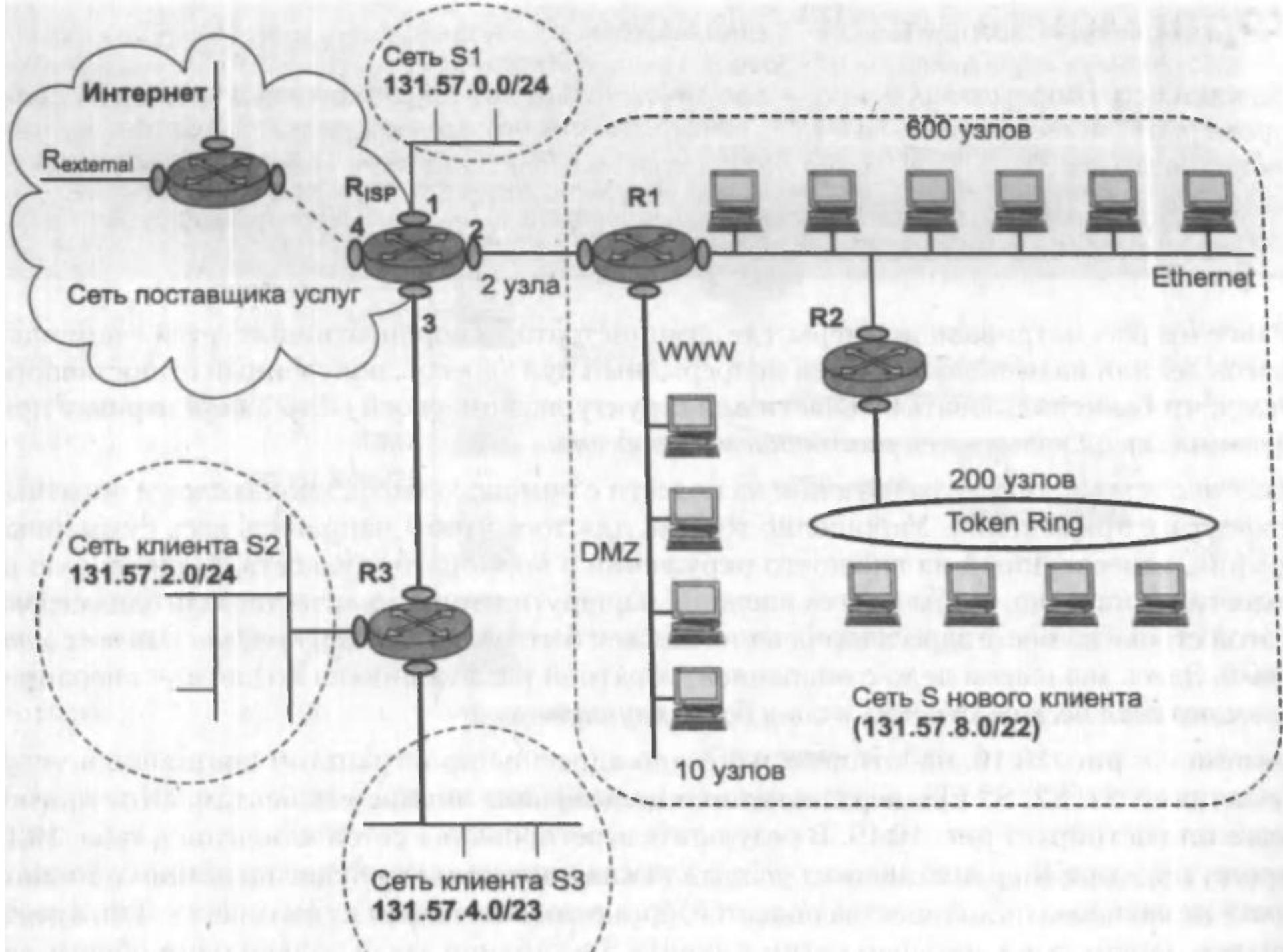
131.75.8.0	255.255.252.0	131.57.8.2	131.57.8.2	Подключена
131.75.9.0	255.255.255.0	131.57.9.1	131.57.9.1	Подключена
131.75.9.16	255.255.255.240	131.57.8.1	131.57.8.2	1
131.75.9.32	255.255.255.252	131.57.8.1	131.57.8.2	1

Classless Inter-Domain Routing

Каждому поставщику услуг Интернета назначается непрерывный диапазон IP-адресов.

Все адреса каждого поставщика услуг имеют общую старшую часть — префикс, поэтому маршрутизация на магистральных Интернетом может осуществляться на основе префиксов, а не полных адресов сетей.

Достаточно поместить одну запись сразу для всех сетей, имеющих общий префикс.



Routing Information Protocol

RIP – протокол динамической маршрутизации, относящийся к дистанционно-векторным (Distance Vector) протоколам.

Очень простой. Применяется в небольших сетях. В качестве метрики использует число переходов (хопов).

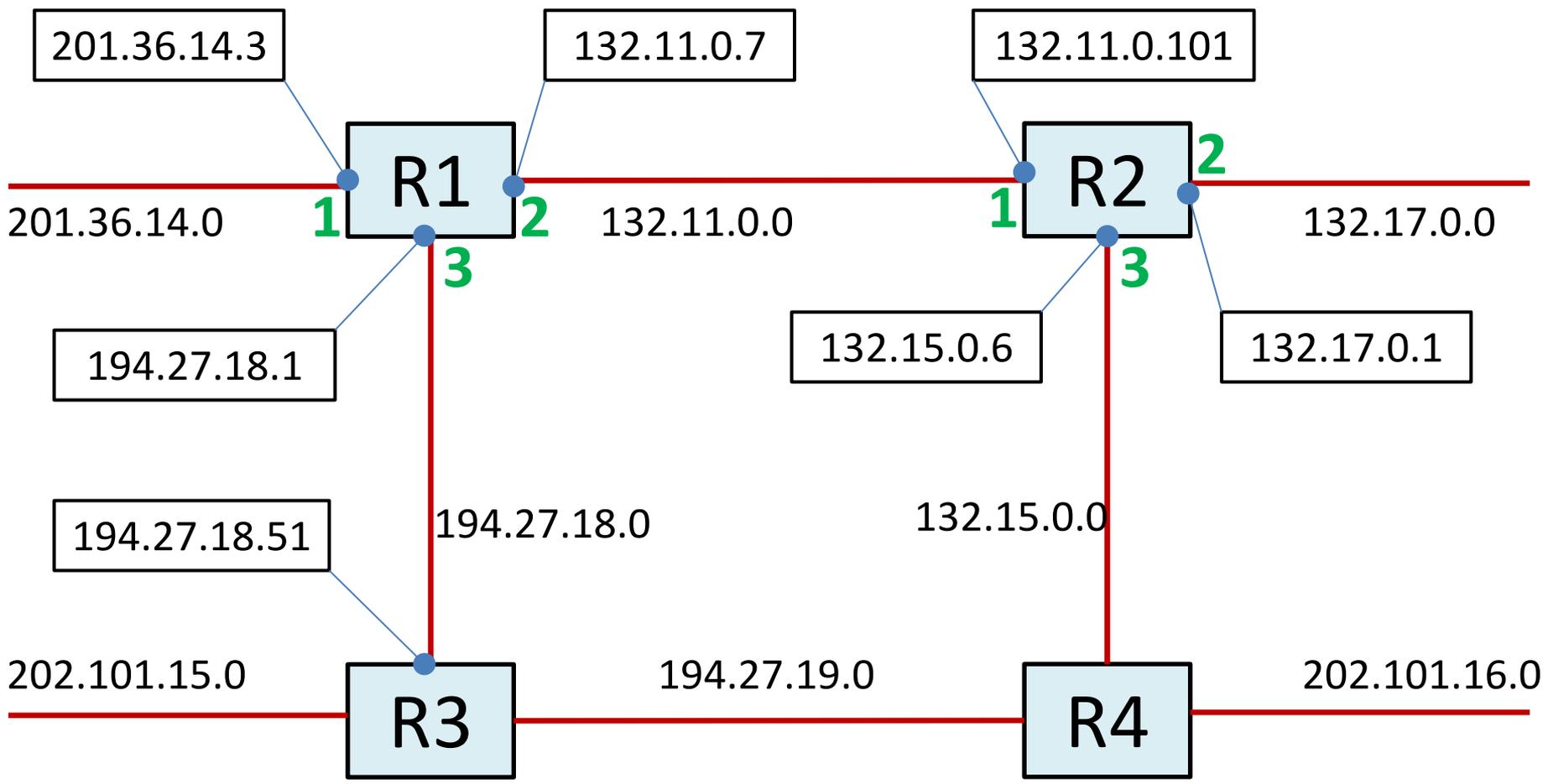
Использует алгоритм Форда-Беллмана для нахождения кратчайшего пути.

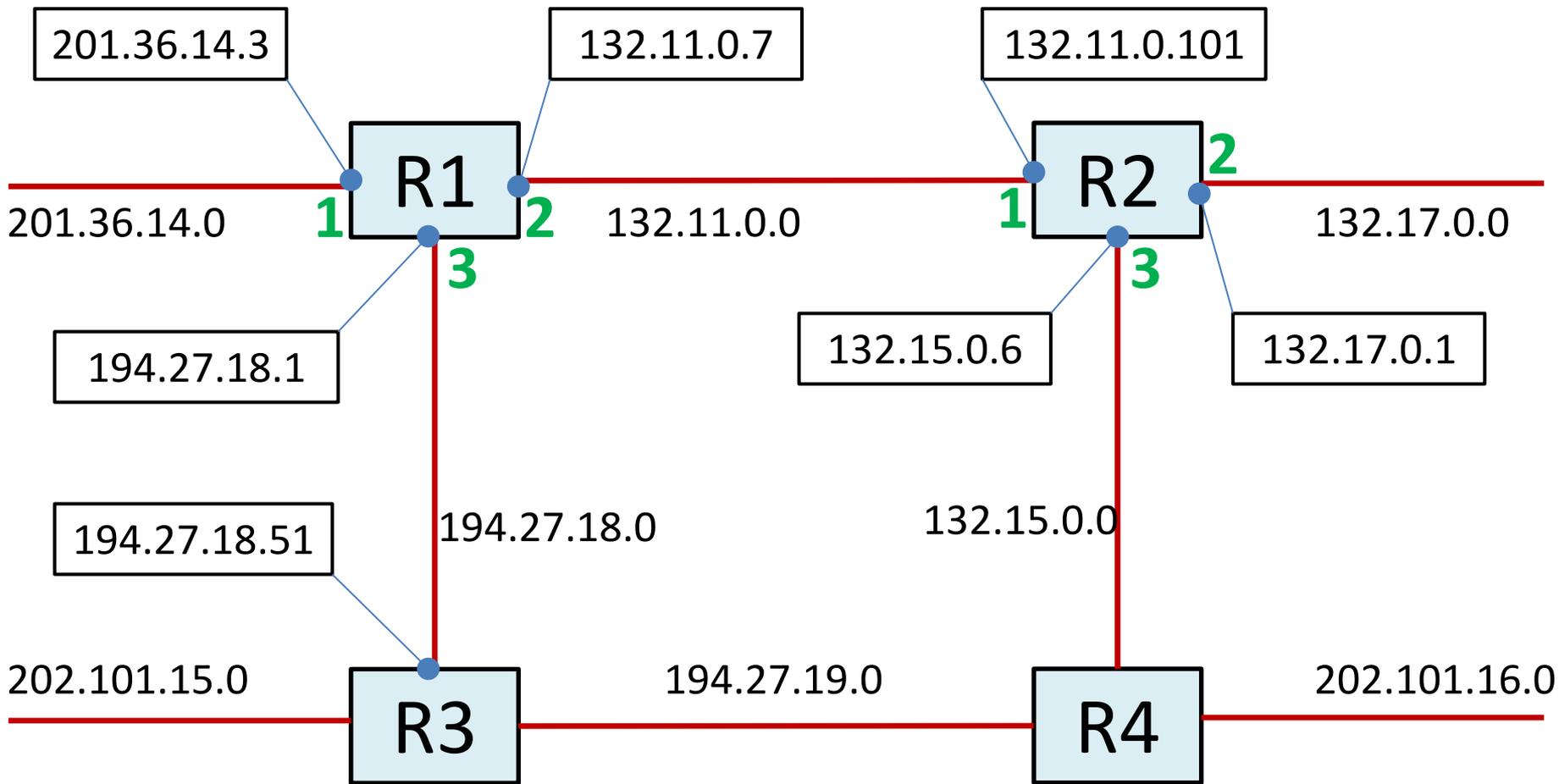
Протокол внутридоменной маршрутизации.

Создан в: 1969 г.

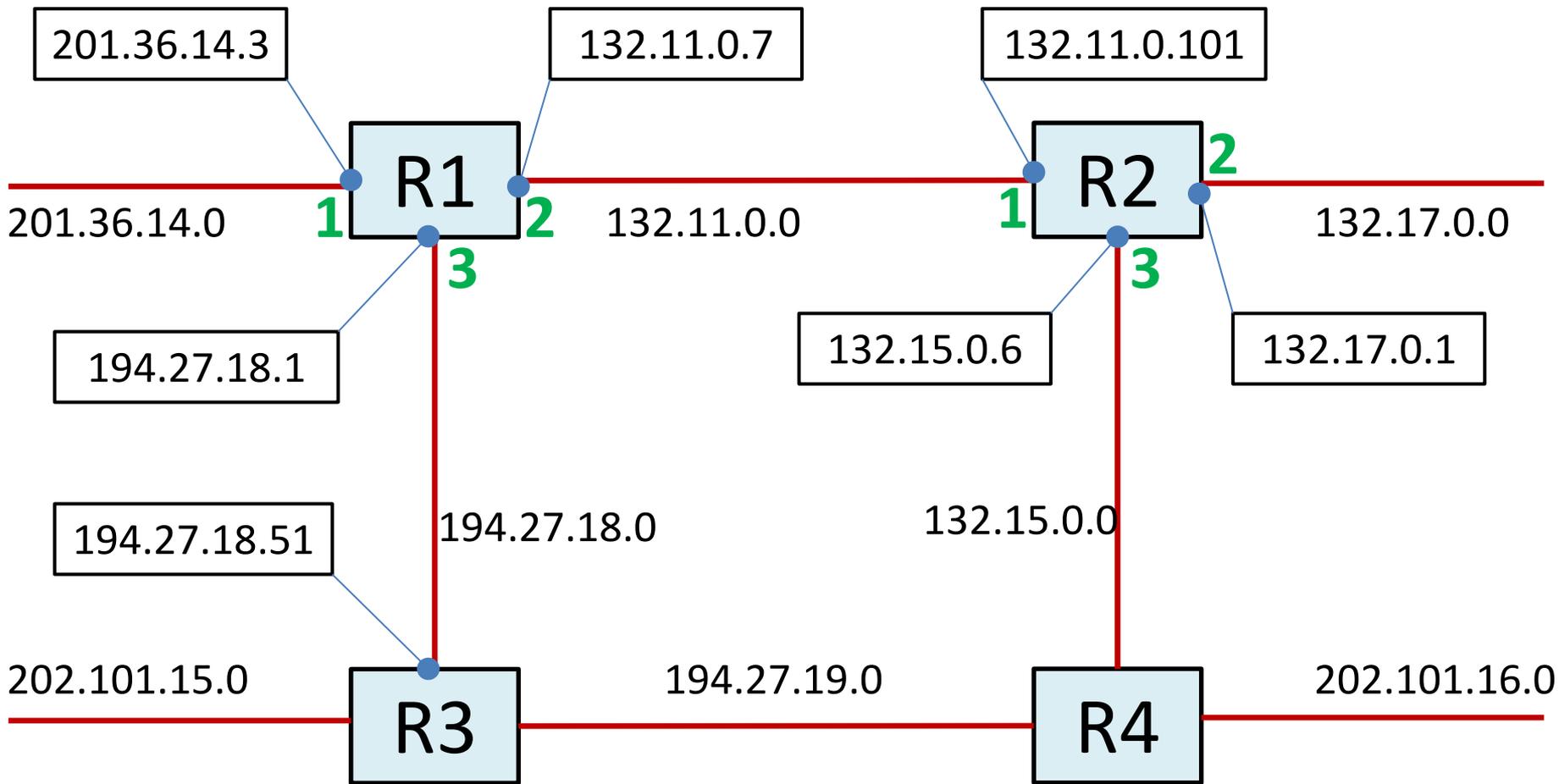
Порт: 520/UDP

Спецификация: RFC 1058 (v1), RFC 2453 (v2)





Номер сети	Адрес следующего маршрутизатора	Порт	Метрика
201.36.14.0	201.36.14.3	1	1
132.11.0.0	132.11.0.7	2	1
194.27.18.0	194.27.18.1	3	1



Номер сети	Адрес следующего маршрутизатора	Порт	Метрика
132.11.0.0	132.11.0.101	1	1
132.17.0.0	132.17.0.1	2	1
132.15.0.0	132.15.0.6	3	1

Получение RIP-сообщений от соседей и обработка

Номер сети	Адрес следующего маршрутизатора	Порт	Метрика
201.36.14.0	201.36.14.3	1	1
132.11.0.0	132.11.0.7	2	1
194.27.18.0	194.27.18.1	3	1
132.11.0.0	132.11.0.101	2	2
132.17.0.0	132.11.0.101	2	2
132.15.0.0	132.11.0.101	2	2
194.27.18.0	194.27.18.51	3	2
194.27.19.0	194.27.18.51	3	2
202.101.15.0	194.27.18.51	3	2

Получение RIP-сообщений от соседей и обработка

Номер сети	Адрес следующего маршрутизатора	Порт	Метрика
201.36.14.0	201.36.14.3	1	1
132.11.0.0	132.11.0.7	2	1
194.27.18.0	194.27.18.1	3	1
132.11.0.0	132.11.0.101	2	2
132.17.0.0	132.11.0.101	2	2
132.15.0.0	132.11.0.101	2	2
194.27.18.0	194.27.18.51	3	2
194.27.19.0	194.27.18.51	3	2
202.101.15.0	194.27.18.51	3	2

Алгоритм Форда-Беллмана

Дан граф (V, E) .

Найти расстояния от источника s до всех вершин

```
for  $v$  in  $V$ 
```

```
    do  $d[v] := +\infty$ 
```

```
 $d[s] := 0$ 
```

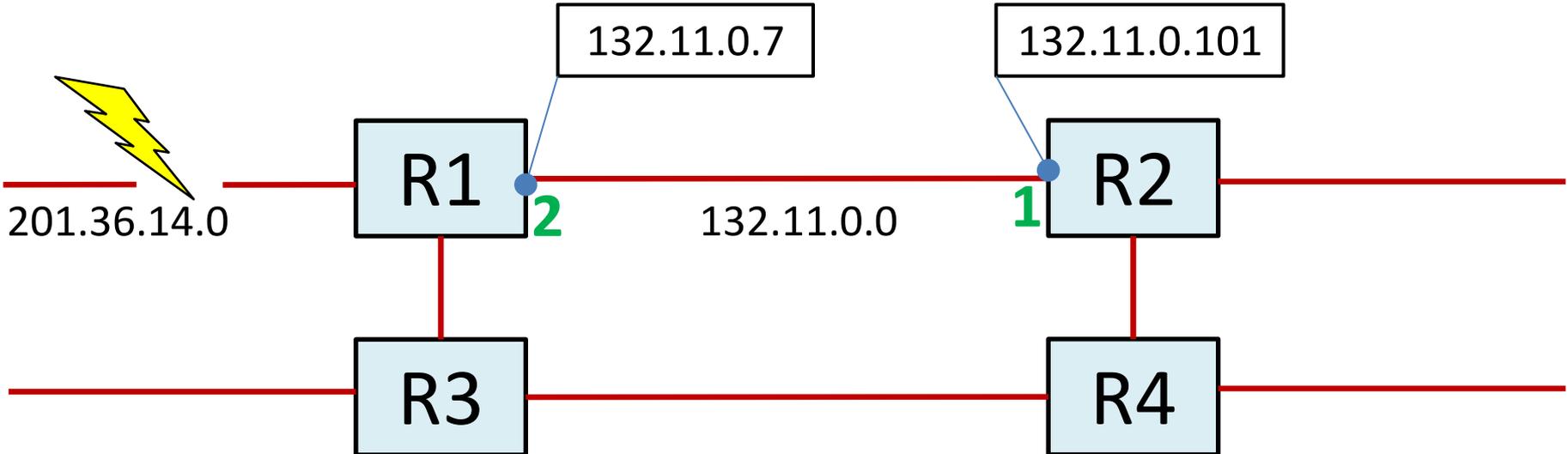
```
for  $i := 1$  to  $|V| - 1$ 
```

```
    do for  $(u, v)$  in  $E$ 
```

```
        if  $d[v] > d[u] + w(u, v)$ 
```

```
            then  $d[v] := d[u] + w(u, v)$ 
```

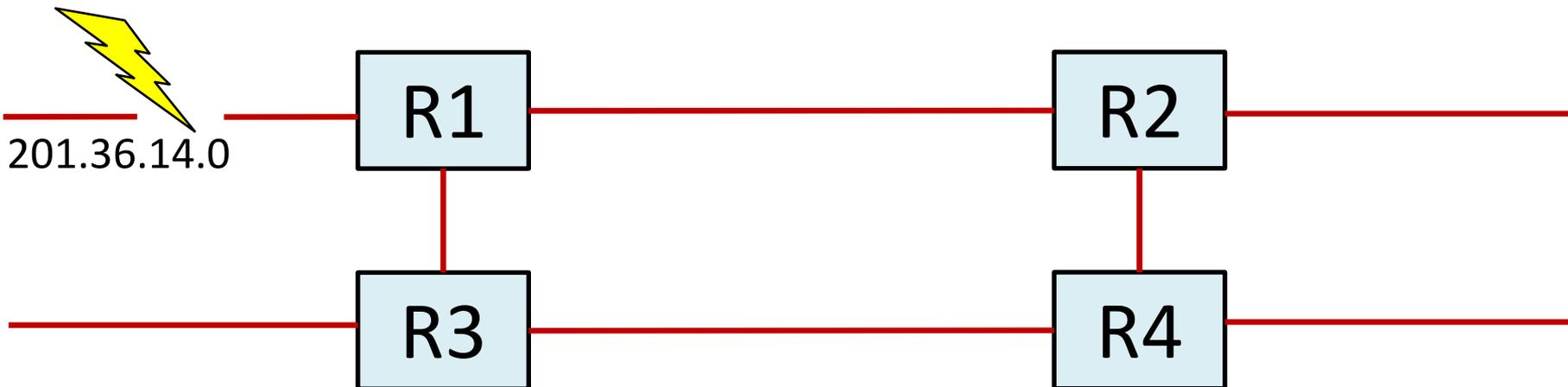
```
return  $d$ 
```



Номер сети (R2)	Адрес следующего маршрутизатора	Порт	Метрика
201.36.14.0	132.11.0.7	1	2

Номер сети (R1)	Адрес следующего маршрутизатора	Порт	Метрика
201.36.14.0	132.11.0.101	2	3

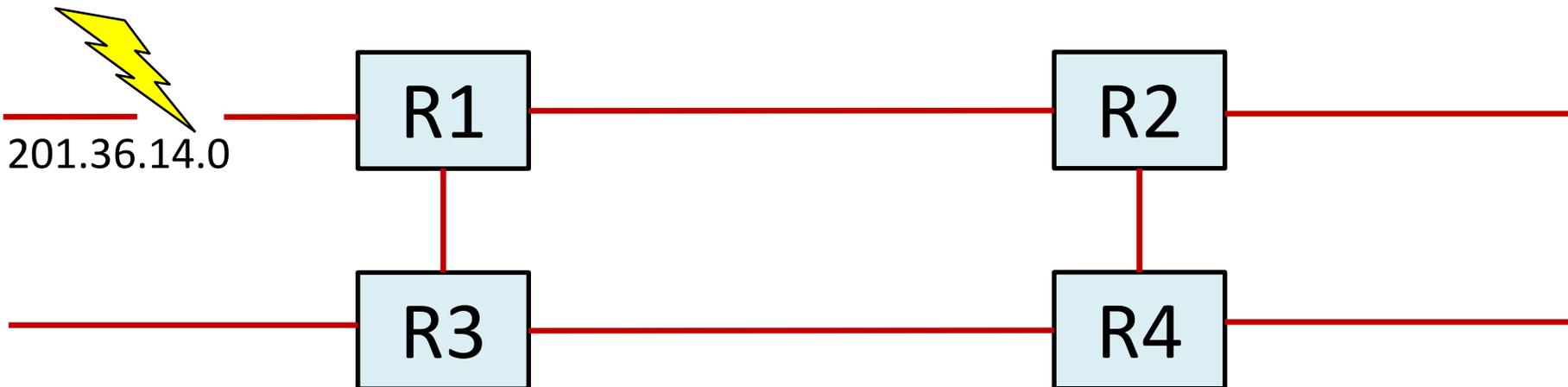
Расщепление горизонта – метод борьбы с проблемой петель, образующихся между соседними маршрутизаторами. Заключается в том, что информация, хранящаяся в таблице маршрутизации не передается маршрутизатору, от которого она получена.



Методы предотвращения зацикливания по составным петлям.

triggered updates – обновления, инициируемые немедленно, при возникновении изменений в топологии сети, содержат обновленную информацию о маршрутизации, которая отражает эти изменения.

hold down – введение таймаута на принятие новых данных о сети, которая стала только что недоступной.



Методы предотвращения закливания по составным петлям.

poison reverse – когда обрывается связь с сетью, анонсирующий ее маршрутизатор сохраняет в своей таблице данные об этой сети на время послыки нескольких периодических сообщений об обновлении. При этом в широковещательных сообщениях указывается бесконечная стоимость маршрута к сети, с которой отсутствует связь.

Рекомендуемая литература

Данная лекция составлена по книге

Олифер В.Г. Олифер Н.А.

Компьютерные сети: принципы, технологии, протоколы.

4-е изд. – СПб.: Питер, 2010. – 944 с.

Гл. 16. Протоколы межсетевого взаимодействия, стр. 517 – 533.

Гл. 17. Базовые протоколы TCP/IP, стр. 572 – 581.