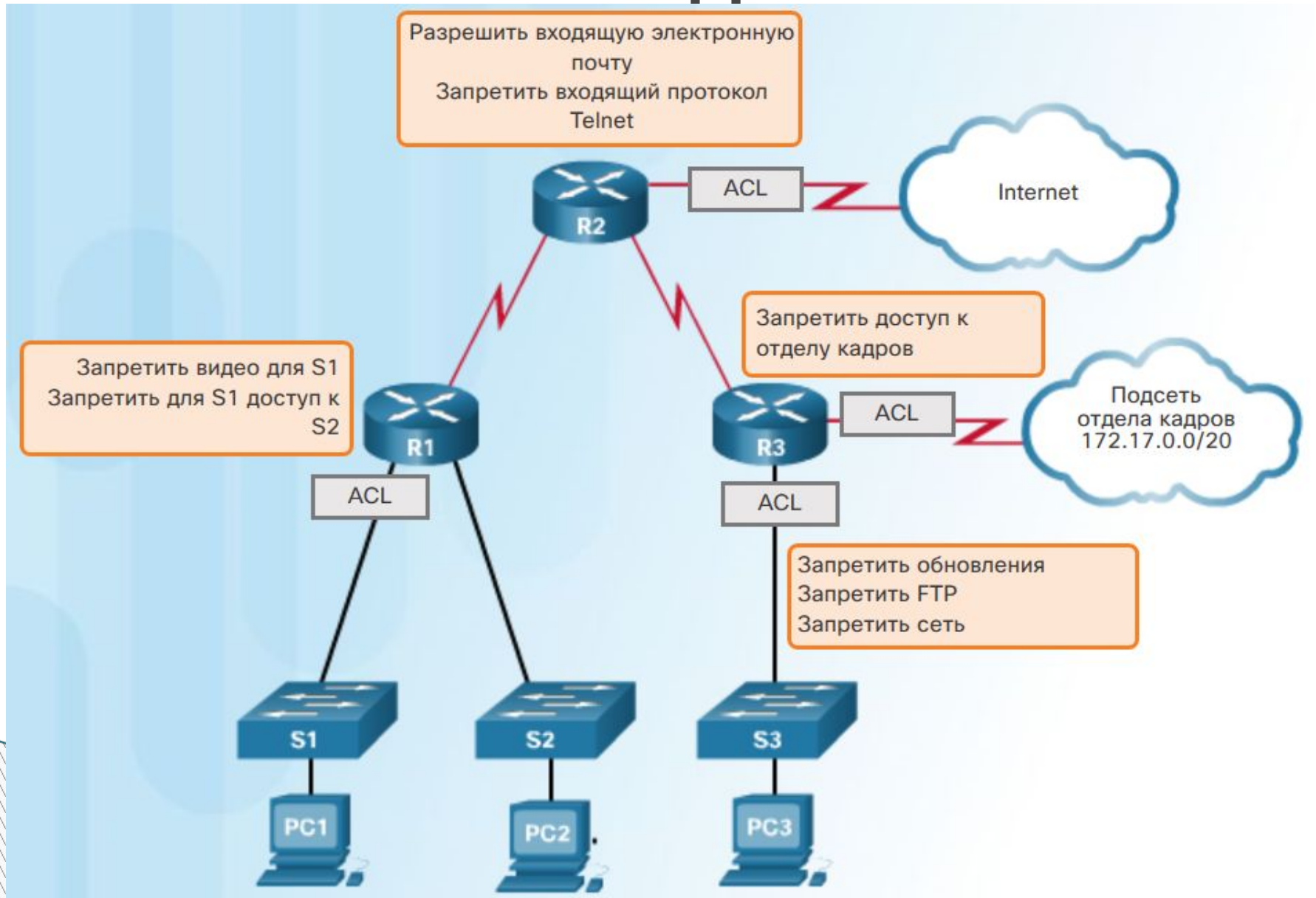
Сетевые технологии

ACL
NAT

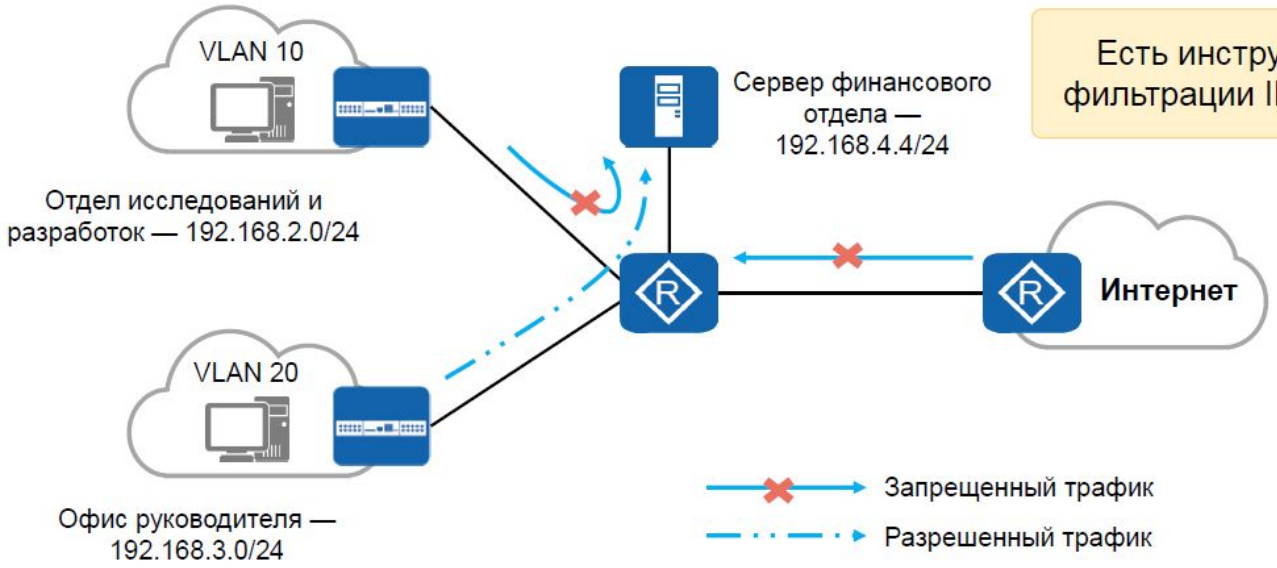
ACL-списки

- ACL-список — это ряд команд IOS, определяющих, пересылает ли маршрутизатор пакеты или сбрасывает их, исходя из информации в заголовке пакета.
- Одна из наиболее используемых функций операционной системы Cisco IOS.
- Выполняют следующие задачи:
  - Ограничение сетевого трафика для повышения производительности сети.
  - Управление потоком трафика.
  - Обеспечивают базовый уровень безопасности в отношении доступа к сети
  - Осуществляют фильтрацию трафика на основе типа трафика.
- По умолчанию ACL-списки не сконфигурированы на маршрутизаторе, поэтому маршрутизатор не фильтрует трафик

ACL – списки в действии



ACL – списки в действии



Есть инструмент для фильтрации IP-трафика?

- Чтобы обеспечить безопасность данных финансового отдела, предприятие запрещает доступ отделу исследований и разработок (R&D) к серверу финансового отдела, но разрешает доступ к серверу из офиса руководителя.

Применение ACL

- Соответствие IP-трафика
- Политики фильтрации трафика
- Трансляция сетевых адресов (NAT)
- Политики маршрутизации
- Политики межсетевого экрана
- Настройка политик QoS
- Прочее

ACL – список с позиции модели OSI

Модель OSI

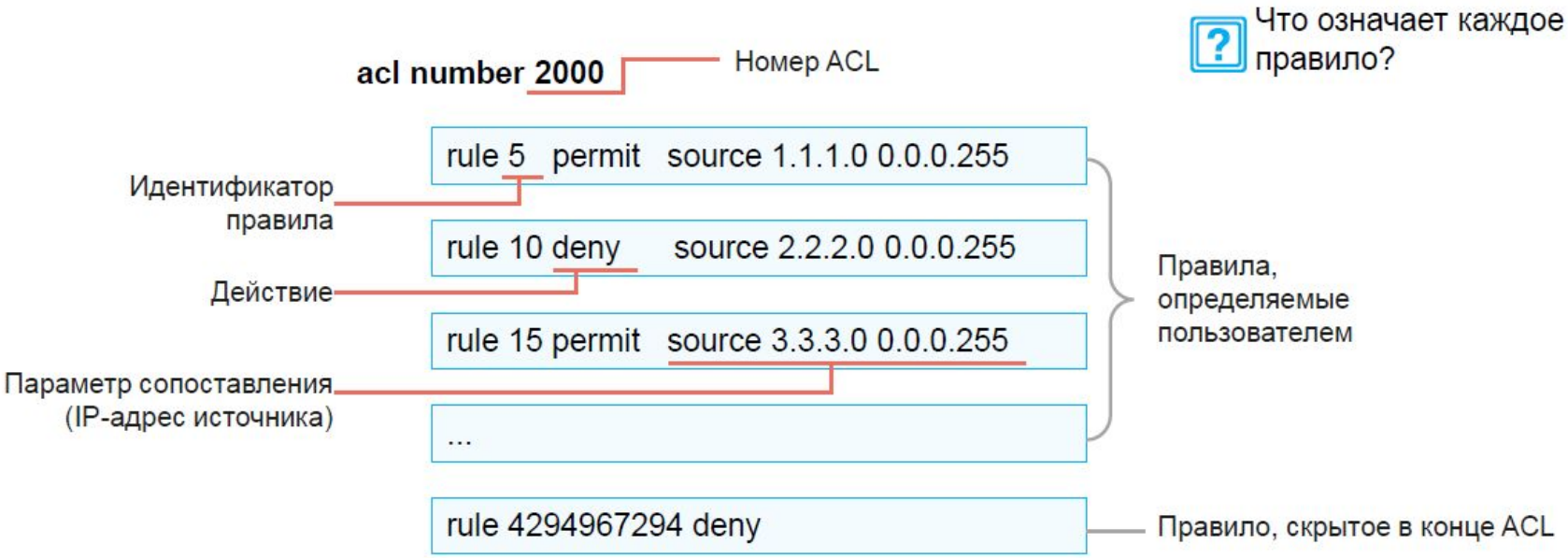
7	Приложение
6	Представления
5	Сеансовый уровень
4	Транспортный уровень
3	Сеансовый уровень
2	Канальный уровень
1	Сетевой уровень

Фильтрация пакетов осуществляется на уровне 3 и уровне 4

Состоит из ACE записей (Access Control Entry)

Состав ACL

- ACL состоит из нескольких правил. Оператор permit/deny в каждой строке является действием, соответствующим правилу.



- В конце – неявный запрет

Идентификатор правила

```
acl number 2000
                Идентификатор правила
 rule    5    deny    source  10.1.1.1  0
 rule   10    deny    source  10.1.1.2  0
 rule   15    permit  source  10.1.1.0  0.0.0.255
```

Шаг = 5

Как добавить правило?

rule 11 deny source 10.1.1.3 0

```
acl number 2000
 rule    5    deny    source  10.1.1.1  0
 rule   10    deny    source  10.1.1.2  0
 rule   11    deny    source  10.1.1.3  0
 rule   15    permit  source  10.1.1.0  0.0.0.255
```

Идентификатор правила и шаг

- **Идентификатор правила**
  Каждое правило в ACL имеет идентификатор (ID).
- **Шаг**
  Шаг — это приращение идентификаторов соседних правил, автоматически назначаемых системой. Шаг по умолчанию — 5. Установка значения шага упрощает вставку правила между существующими правилами ACL.
- **Назначение идентификатора правила**
  Если правило добавляется в пустой ACL, но для правила вручную не указан идентификатор, система выделяет значение шага (например, 5) в качестве идентификатора правила. Если ACL содержит правила с идентификаторами, указанными вручную, и добавляется правило без указанного вручную идентификатора, система выделяет этому правилу идентификатор, который больше, чем самый большой идентификатор правила в ACL, и является наименьшим целым числом, кратным значению шага.

Подстановочная маска (инверсная, шаблонная)

acl number 2000

Подстановочный знак

rule	5	deny	source	10.1.1.1	0
rule	10	deny	source	10.1.1.2	0
rule	15	permit	source	10.1.1.0	0.0.0.255

Подстановочная маска

- Подстановочная маска— это 32-битное число, которое указывает, какие биты в IP-адресе строго фиксированные, а какие нет.
- Подстановочная маска обычно представляется в виде десятичного числа с разделительными точками, так же, как и маска сети. Однако их значения различаются.

- Правило сопоставления

  0: строгое соответствие; 1: не требуется

Как сопоставить адрес сегмента сети, соответствующий 192.168.1.1/24?

192.168.1.1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1		
0.0.0.255	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1		

Строгое соответствие

Не требуется

Сегмент сети 192.168.1.0/24

0 и 1 могут быть в ЛЮБОМ месте

0 и 1 могут быть в ЛЮБОМ месте

- Подстановочная маска может использоваться для сопоставления нечетных IP-адресов в сегменте сети 192.168.1.0/24, например 192.168.1.1, 192.168.1.3 и 192.168.1.5.

Строгое соответствие | Не требуется | Строгое соответствие

192.168.1	**1**							
192.168.1	0	0	0	0	0	0	0	1
192.168.1	**3**							
192.168.1	0	0	0	0	0	0	1	1
192.168.1	**5**							
192.168.1	0	0	0	0	0	1	0	1
Подстановочный знак	…							
0.0.0.	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**0**

192.168.1.1 0.0.0.254

Значения 1 или 0 в подстановочной маске могут быть непоследовательным.

Специальная подстановочная маска

- Точно соответствует IP-адресу 192.168.1.1.

  192.168.1.1 0.0.0.0 = 192.168.1.1 0
- Соответствие всем IP-адресам.

  0.0.0.0 255.255.255 = any

Примеры применения шаблонной маски

IP-адрес	192.168.1.1	1100000.10101000.00000001.00000001
Wildcard Mask	0.0.0.0	0000000.00000000.00000000.00000000
Результат	192.168.1.1	1100000.10101000.00000001.00000001

- каждый бит в IPv4-адресе 192.168.1.1 должен точно совпадать

IP-адрес	192.168.1.1	1100000.10101000.00000001.00000001
WM	255.255.255.255	11111111.11111111.11111111.11111111
Результат	0.0.0.0	0000000.00000000.00000000.00000000

- Игнорировать все биты

Примеры применения шаблонной маски

IP-адрес	192.168.1.1	1100000.10101000.00000001.00000001
WMask	0.0.0.255	0000000.00000000.00000000.11111111
Результат	192.168.1.1	1100000.10101000.00000001.00000000

- любой узел в сети 192.168.1.0/24 будет совпадать

IP-адрес	192.168.16.0	1100000.10101000.00010000.00000000
WMask	0.0. 15.255	0000000.00000000.00001111.11111111
Результат от	192.168.16.0	1100000.10101000.00010000.00000000
до	192.168.31.255	1100000.10101000.00011111.11111111

- диапазон адресов от 192.168.16.0 до 192.168.31.0

Примеры применения шаблонной маски

IP-адрес	192.168.1.0	1100000.10101000.00000001.00000000
WMask	0.0.254.255	0000000.00000000.11111110.11111111
Результат	192.168.1.0	1100000.10101000.00000001.00000000

- все узлы из нечетных подсетей основной сети 192.168.0.0

Расчет шаблонной маски

- маску для соответствия сетям 192.168.10.0 и 192.168.11.0

IP-адрес 192.168.10.0 11000000.10101000.00001010.00000000

IP-адрес 192.168.11.0 11000000.10101000.00001011.00000000

Маска 255.255.254. 0 11111111.11111111.11111110.00000000

255.255.255.255 11111111. 11111111.11111111.11111111

255.255.254.000 11111111. 11111111.11111110.00000000

000.000.001.255 00000000.00000000.00000001.11111111

~~R1(config)# **access-list 10 permit 192.168.10.0**~~
~~R1(config)# **access-list 10 permit 192.168.11.0**~~

R1(config)# **access-list 10 permit 192.168.10.0**
0.0.1.255

Расчет шаблонной маски

- Разрешить сети в диапазоне между 192.168.16.0 и 192.168.31.0

```
R1(config)# access-list 10 permit 192.168.16.0
R1(config)# access-list 10 permit 192.168.17.0
R1(config)# access-list 10 permit 192.168.18.0
R1(config)# access-list 10 permit 192.168.19.0
R1(config)# access-list 10 permit 192.168.20.0
R1(config)# access-list 10 permit 192.168.21.0
R1(config)# access-list 10 permit 192.168.22.0
R1(config)# access-list 10 permit 192.168.23.0
R1(config)# access-list 10 permit 192.168.24.0
R1(config)# access-list 10 permit 192.168.25.0
R1(config)# access-list 10 permit 192.168.26.0
R1(config)# access-list 10 permit 192.168.27.0
R1(config)# access-list 10 permit 192.168.28.0
R1(config)# access-list 10 permit 192.168.29.0
R1(config)# access-list 10 permit 192.168.30.0
R1(config)# access-list 10 permit 192.168.31.0
```

```
R1(config)# access-list 10 permit 192.168.16.0 0.0.15.255
```

Ключевые слова шаблонной маски

- 192.168.10.10 0.0.0.0 сопоставляет все биты адреса
- Шаблонную маску подсети можно сократить, указав ключевое слово **host** (**host 192.168.10.10**) перед IP-адресом

192.168.10.10

Шаблонная маска: 0.0.0.0

host

```
R1(config)# access-list 1 permit 192.168.10.10 0.0.0.0
R1(config)# access-list 1 permit host 192.168.10.10
```

- 0.0.0.0 255.255.255.255 игнорирует все биты адреса
- Это выражение можно сократить с помощью ключевого слова **any**

0.0.0.0

Шаблонная маска: 255.255.255.255

(Игнорировать все биты)

any

```
R1(config)# access-list 1 permit 0.0.0.0 255.255.255.255
R1(config)# access-list 1 permit any
```

Тест

Классификация и идентификация

- Классификация ACL на основе методов определения правил ACL

Категория	Диапазон номеров	Описание
Базовый ACL	От 2000 до 2999	Определяет правила на основе IPv4-адресов источника, информации о фрагментации и эффективных временных диапазонов.
Расширенный	От 3000 до 3999	Определяет правила на основе адресов IPv4 источника и назначения, типов протокола IPv4, типов ICMP, номеров портов источника/назначения TCP, номеров портов источника/назначения UDP и эффективных временных диапазонов.
ACL 2-ого уровня	От 4000 до 4999	Определяет правила на основе информации в заголовках пакетов Ethernet, такой как MAC-адреса источника и назначения и типы протоколов 2-ого уровня.
ACL, определяемый пользователем	От 5000 до 5999	Определяет правила на основе заголовков пакетов, сдвигов, масок строк символов и строк символов, определяемых пользователем.
ACL пользователя	От 6000 до 6999	Определяет правила на основе IPv4-адресов источника или групп списка управления пользователем (UCL), IPv4-адресов или UCL-групп назначения, типов протокола IPv4, типов ICMP, номеров портов источника/назначения TCP и номеров портов источника/назначения UDP.

- Классификация ACL на основе методов идентификации ACL

Категория	Описание
Нумерованный ACL	Традиционный метод идентификации ACL. Идентификация нумерованного ACL осуществляется по номеру.
Именованный ACL	Идентификация именованного ACL осуществляется по имени.

Нумерованные и именованные ACL-списки

- Нумерованный: номер присваивается в зависимости от того, какой протокол будет фильтроваться
  - Cisco 1 -99 и 1300-1999 стандартный ACL IPv4
  - Cisco 100 -199 и 2000-2699 расширенный ACL

Types	Value Ranges	Parameters
Basic	2000-2999	Source IP
Advanced	3000-3999	Source & Destination IP, Protocol, Source & Destination Port
Layer 2 ACL	4000-4999	MAC Address

- Именованный: имя присваивается для определения ACL
  - Буквенно-цифровые символы
  - Рекомендуются заглавные символы
  - Без пробелов и знаков препинания

Базовые (Стандартные) и расширенные ACL-списки

- Базовый ACL

Диапазон номеров: от 2000 до 2999

IP-адрес источника

Заголовок IP	Заголовок TCP/UDP	Данные

```
acl number 2000
 rule    5    deny    source  10.1.1.1  0
 rule   10    deny    source  10.1.1.2  0
 rule   15    permit  source  10.1.1.0  0.0.0.255
```

- Только по IP источника

- Расширенный ACL

Диапазон номеров: 3000-3999

IP-адрес источника, IP-адрес назначения и тип протокола

Номера портов источника и назначения

Заголовок IP	Заголовок TCP/UDP	Данные

```
acl number 3000
 rule   5  permit  ip    source  10.1.1.0  0.0.0.255  destination  10.1.3.0  0.0.0.255
 rule  10  permit  tcp   source  10.1.2.0  0.0.0.255  destination  10.1.3.0  0.0.0.255  destination-port eq 21
```

- IP источника
- IP назначения
- Порт источника
- Порт назначения
- Тип (номер) протокола (IP, ICMP, UDP,…)

Механизм сопоставления ACL

Порядок и результат взаимодействия ACL

- Порядок конфигурации (режим config)
  - Система сопоставляет пакеты с правилами ACL в порядке возрастания идентификатора правила. То есть в первую очередь обрабатывается правило с наименьшим идентификатором.

192.168.1.1/24
192.168.1.2/24
192.168.1.3/24
192.168.1.4/24
192.168.1.5/24

Объект, который следует сопоставить

```
acl 2000
  rule 1 permit source 192.168.1.1 0.0.0.0
  rule 2 permit source 192.168.1.2 0.0.0.0
  rule 3 deny    source 192.168.1.3 0.0.0.0
  rule 4 permit 0.0.0.0 255.255.255.255
```

Базовый ACL

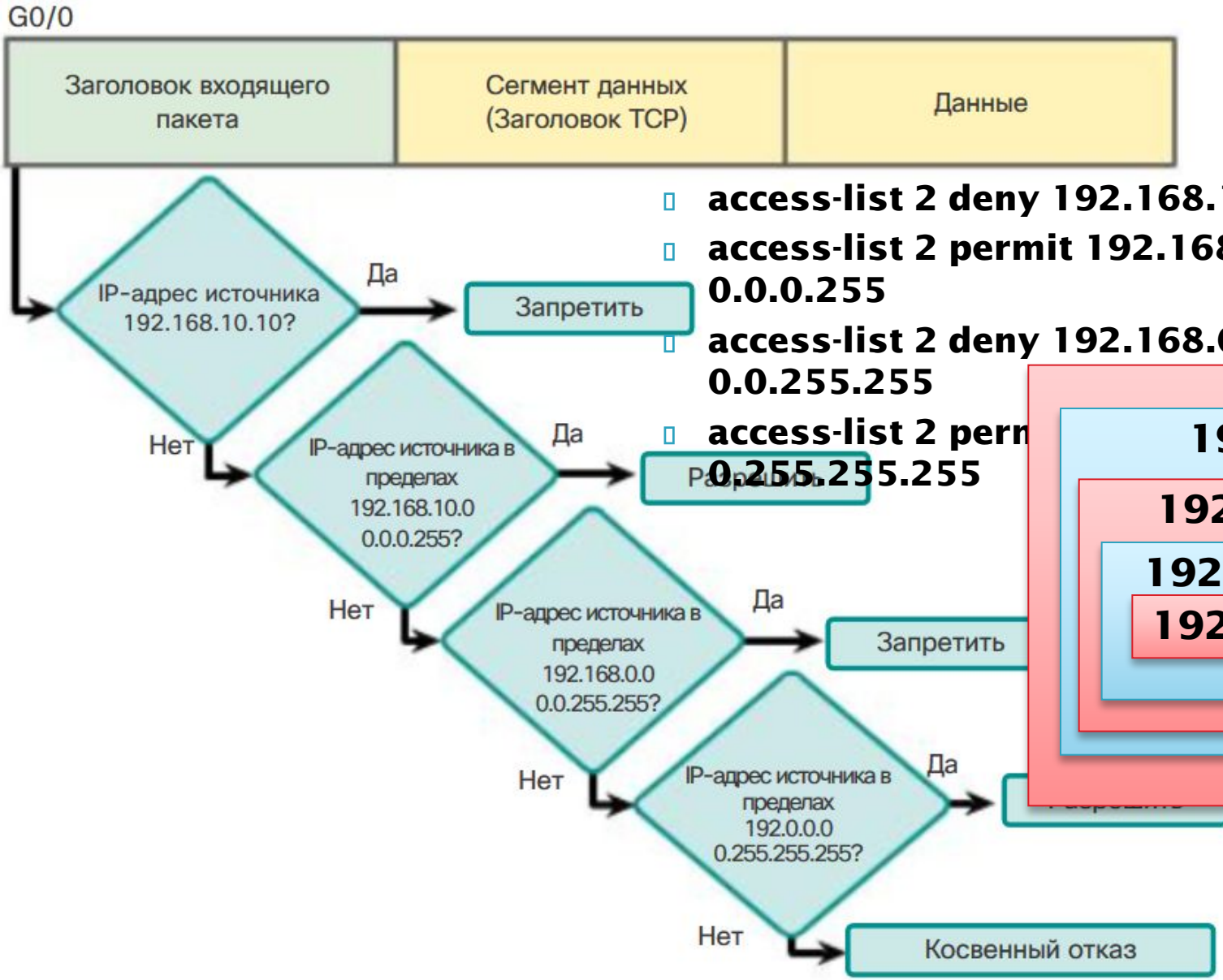
192.168.1.1/24
192.168.1.2/24
192.168.1.4/24
192.168.1.5/24

Разрешенные IP-адреса

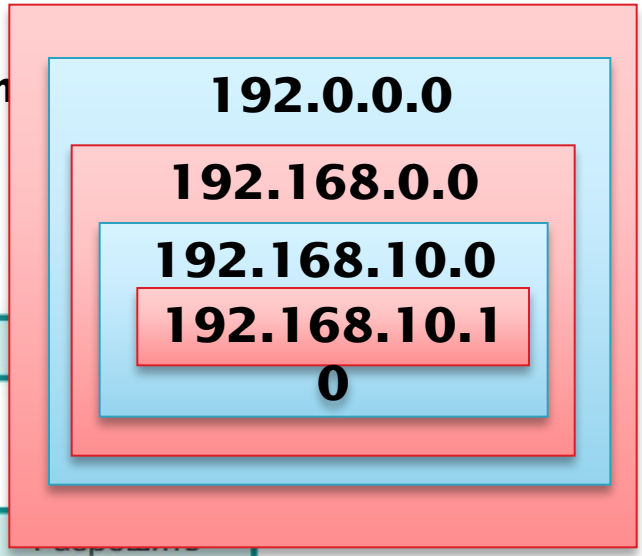
Правило 1: разрешает пакеты с IP-адресом источника 192.168.1.1.
Правило 2: разрешает пакеты с IP-адресом источника 192.168.1.2.
Правило 3: отклоняет пакеты с IP-адресом источника 192.168.1.3.
Правило 4: разрешает пакеты со всех остальных IP-адресов.

Означает ли permit, что трафик разрешен?

Порядок записей списка



- **access-list 2 deny 192.168.10.10 0.0.0.0**
- **access-list 2 permit 192.168.10.0 0.0.0.255**
- **access-list 2 deny 192.168.0.0 0.0.255.255**
- **access-list 2 perm 0.255.255.255**



Возможно изменение порядка?

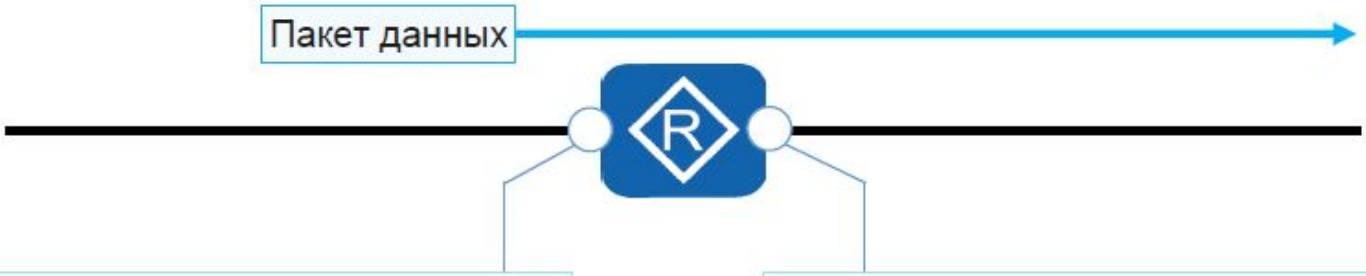
Входящий и исходящий ACL-списки

Входящий список контроля доступа

Входящий ACL-список фильтрует пакеты, приходящие на определённый интерфейс, до того, как они будут направлены на исходящий интерфейс.

Исходящий список контроля доступа

Исходящий ACL-список фильтрует пакеты после их маршрутизации вне зависимости от входящего интерфейса.



Настройте ACL на интерфейсе. Чтобы ACL вступил в силу для пакета данных, показанного на рисунке, примените ACL к входящему направлению.

Настройте ACL на интерфейсе. Чтобы ACL вступил в силу для пакета данных, показанного на рисунке, примените ACL к исходящему направлению.

Входящий и исходящий трафик

Рекомендации по применению: три правила

По одному списку для интерфейса, направления и протокола

Имея два интерфейса и два работающих протокола, этот маршрутизатор в целом мог бы иметь восемь отдельных ACL-списков.

Правила применения списков ACL

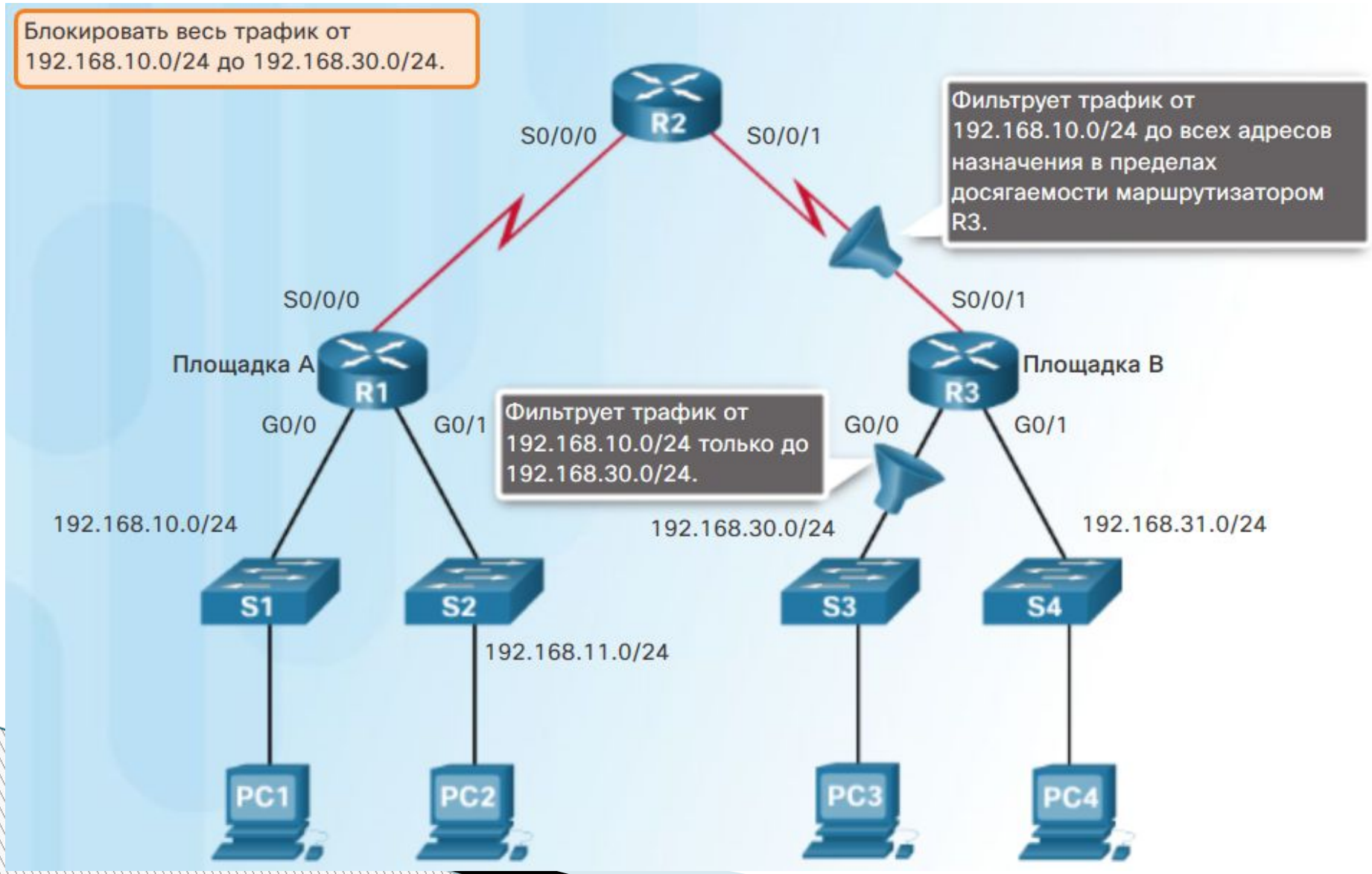
У вас может быть только один ACL-список на один протокол, интерфейс и направление:

- Один ACL-список для одного протокола (например IPv4 или IPv6)
- Один ACL-список для одного направления (например IN или OUT)
- Один ACL-список для одного интерфейса (например, GigabitEthernet0/0)

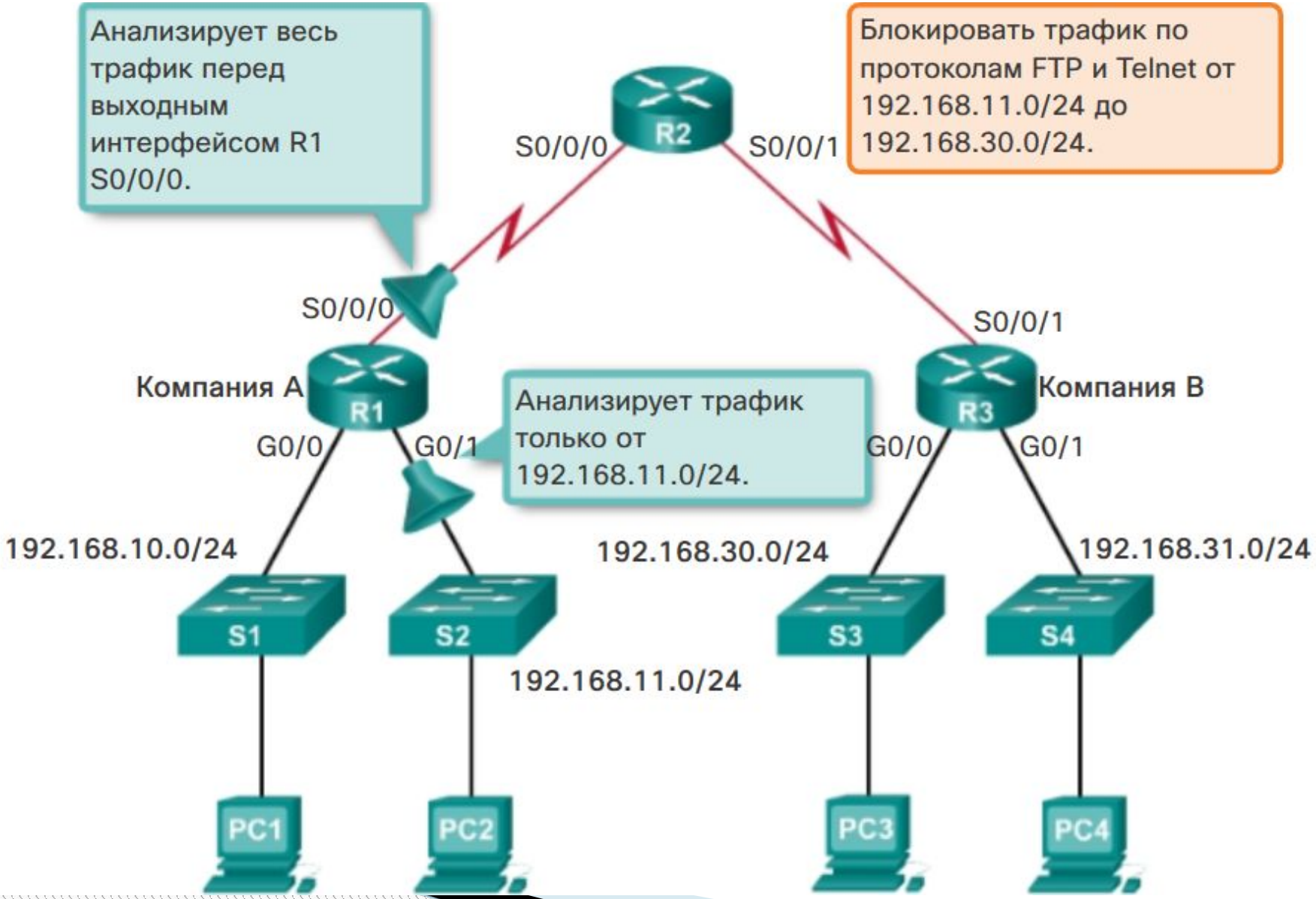
Рекомендации по созданию

Рекомендации	Преимущество
Создавайте ACL-списки, исходя из корпоративной политики обеспечения информационной безопасности.	Соблюдение рекомендации обеспечивает соответствие требованиям информационной безопасности компании.
Подготовьте описание обязательных действий ваших ACL-списков.	Соблюдение рекомендации поможет избежать непреднамеренного создания потенциальных проблем доступа.
Используйте текстовый редактор для создания, редактирования и сохранения ACL-списков.	Соблюдение рекомендации поможет создать библиотеку повторно используемых ACL-списков.
Проверьте работу ACL-списков в пробной сети перед внедрением в реальную действующую сеть.	Соблюдение рекомендации поможет избежать дорогостоящих ошибок.

Размещение стандартного ACL



Размещение расширенного ACL



Размещение списков доступа

- И размещение и тип списка доступа может зависеть от :
- Сферы контроля сетевого администратора
- Пропускной способности задействованных сетей

Пример базового ACL

- Требования:

  Чтобы предотвратить доступ хоста пользователя в сегменте 192.168.1.0/24 к сети, в которой находится сервер, настройте базовый ACL на маршрутизаторе. ACL должен запретить пакеты, IP-адреса источника которых находятся в сегменте сети 192.168.1.0/24, и разрешит другие пакеты.

1. Настройте IP-адреса и маршруты на маршрутизаторе.

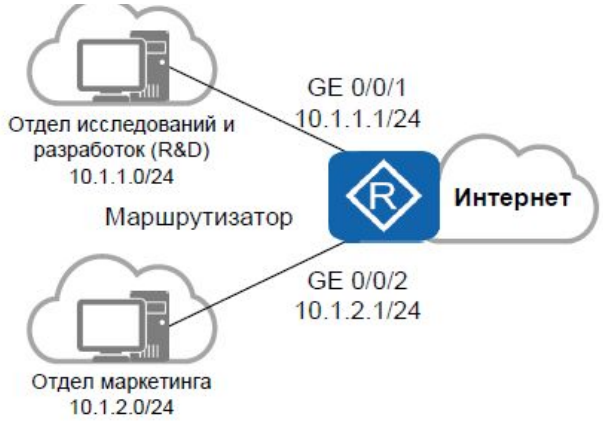
2. Настройте базовый ACL на маршрутизаторе, таким образом, что запретить доступ из сетевого сегмента 192.168.1.0/24 к сети, в которой находится сервер.

```
[Router] acl 2000
[Router-acl-basic-2000] rule deny source 192.168.1.0  0.0.0.255
[Router-acl-basic-2000] rule permit source any
```

3. Настройте фильтрацию трафика во входящем направлении GE 0/0/1.

```
[Router] interface GigabitEthernet 0/0/1
[Router-GigabitEthernet0/0/1] traffic-filter inbound acl 2000
[Router-GigabitEthernet0/0/1] quit
```

Пример расширенного ACL-1



Требования:

- Отделы компании связаны через маршрутизатор. Чтобы упростить управление сетью, администратор выделяет IP-адреса различных сегментов сети отделу исследований и разработок и отделу маркетинга.
- Компания требует, чтобы маршрутизатор не допускал обмен данными между пользовательскими хостами в разных сегментах сети для обеспечения информационной безопасности.

1. Настройте IP-адреса и маршруты на маршрутизаторе.
2. Создайте ACL 3001 и настройте правила для ACL, чтобы запретить трафик из отдела исследований и разработок в отдел маркетинга.

```
[Router] acl 3001
[Router-acl-adv-3001] rule deny ip source 10.1.1.0 0.0.0.255
destination 10.1.2.0 0.0.0.255
[Router-acl-adv-3001] quit
```

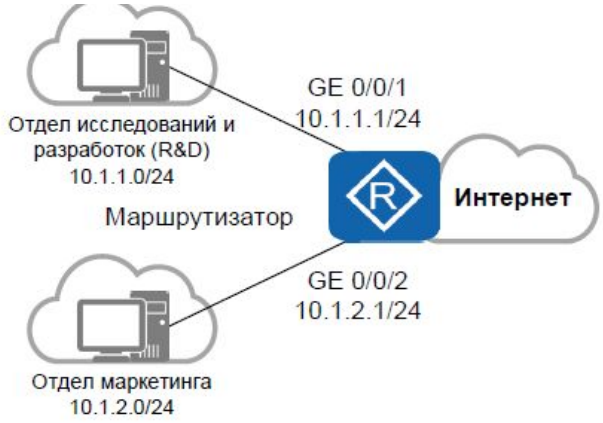
rule permit ip any any

3. Создайте ACL 3002 и настройте правила для ACL, чтобы отклонять пакеты из отдела маркетинга в отдел исследований и разработок.

```
[Router] acl 3002
[Router-acl-adv-3002] rule deny ip source 10.1.2.0 0.0.0.255
destination 10.1.1.0 0.0.0.255
[Router-acl-adv-3002] quit
```

rule permit ip any any

Пример расширенного ACL-2



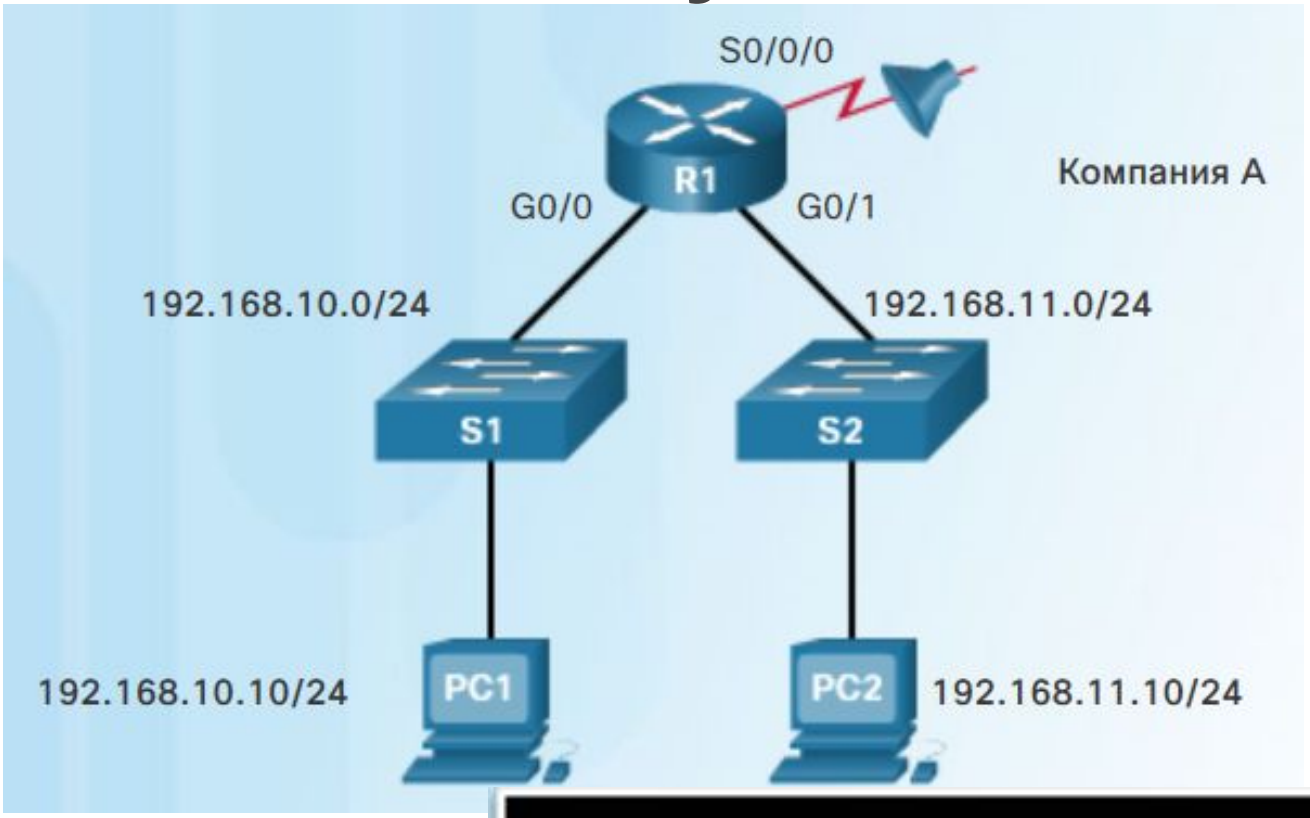
Требования:

- Отделы компании связаны через маршрутизатор. Чтобы упростить управление сетью, администратор выделяет IP-адреса различных сегментов сети отделу исследований и разработок и отделу маркетинга.
- Компания требует, чтобы маршрутизатор не допускал обмен данными между пользовательскими хостами в разных сегментах сети для обеспечения информационной безопасности.

4. Настройте фильтрацию трафика во входящем направлении GE 0/0/1 и GE 0/0/2.

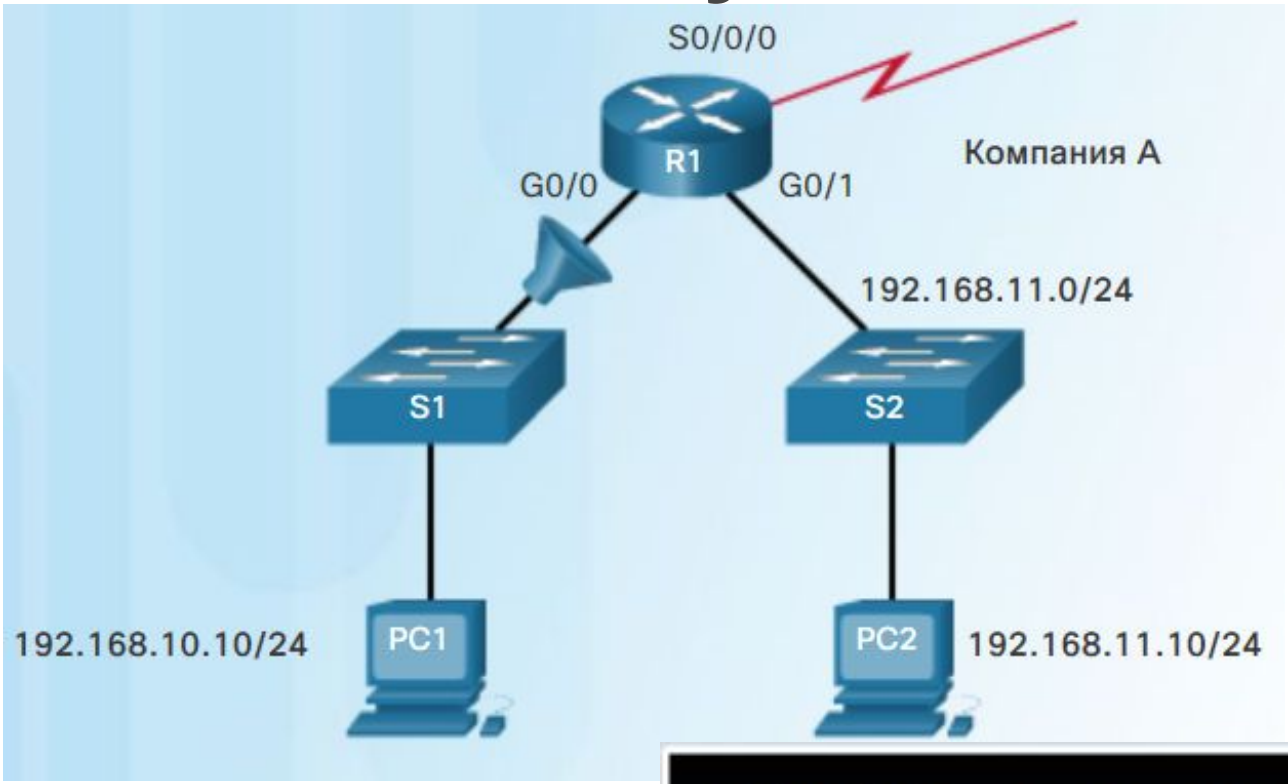
```
[Router] interface GigabitEthernet 0/0/1
[Router-GigabitEthernet0/0/1] traffic-filter inbound acl 3001
[Router-GigabitEthernet0/0/1] quit

[Router] interface GigabitEthernet 0/0/2
[Router-GigabitEthernet0/0/2] traffic-filter inbound acl 3002
[Router-GigabitEthernet0/0/2] quit
```

Применение нумерованного списка доступа Cisco



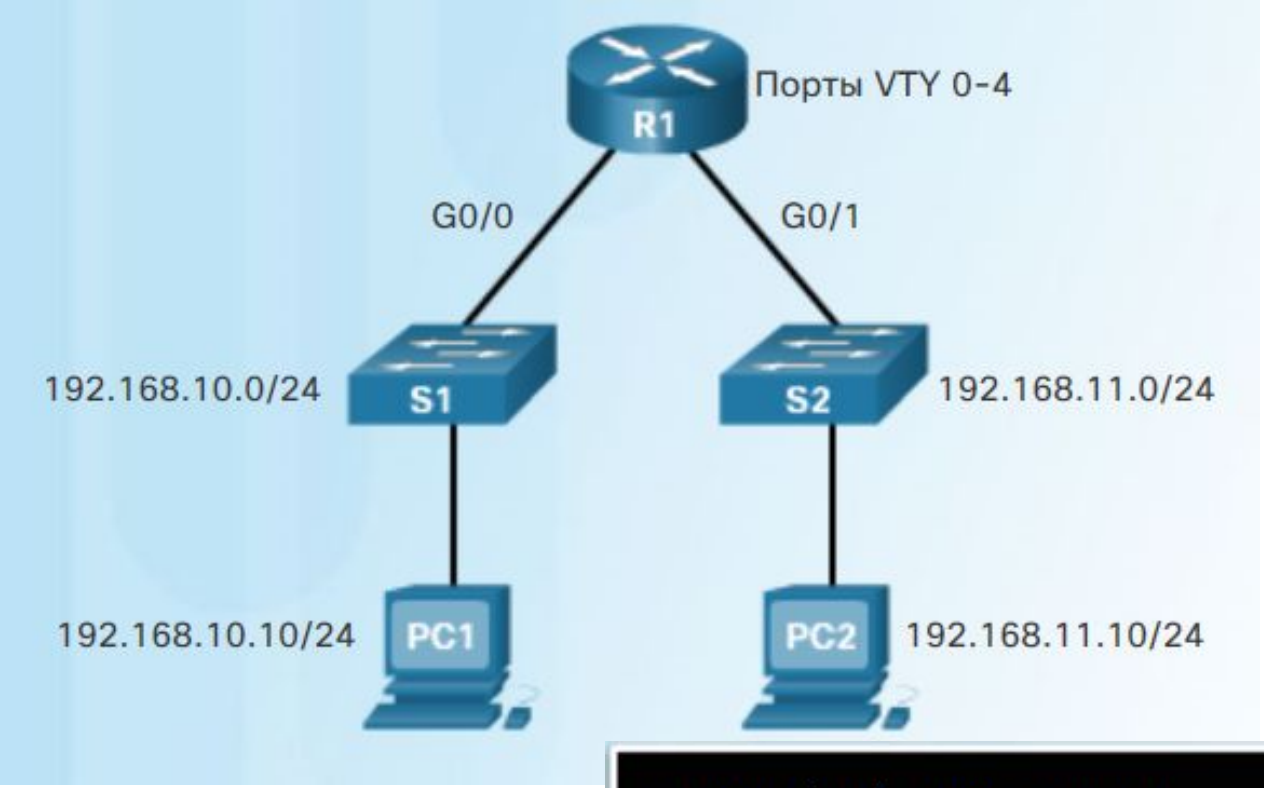

```
R1(config)# no access-list 1
R1(config)# access-list 1 deny host 192.168.10.10
R1(config)# access-list 1 permit 192.168.10.0 0.0.0.255
R1(config)# interface s0/0/0
R1(config-if)# ip access-group 1 out
```

Применение именованного списка доступа Cisco




```
R1(config)# ip access-list standard NO_ACCESS
R1(config-std-nacl)# deny host 192.168.11.10
R1(config-std-nacl)# permit any
R1(config-std-nacl)# exit
R1(config)# interface g0/0
R1(config-if)# ip access-group NO_ACCESS out
```

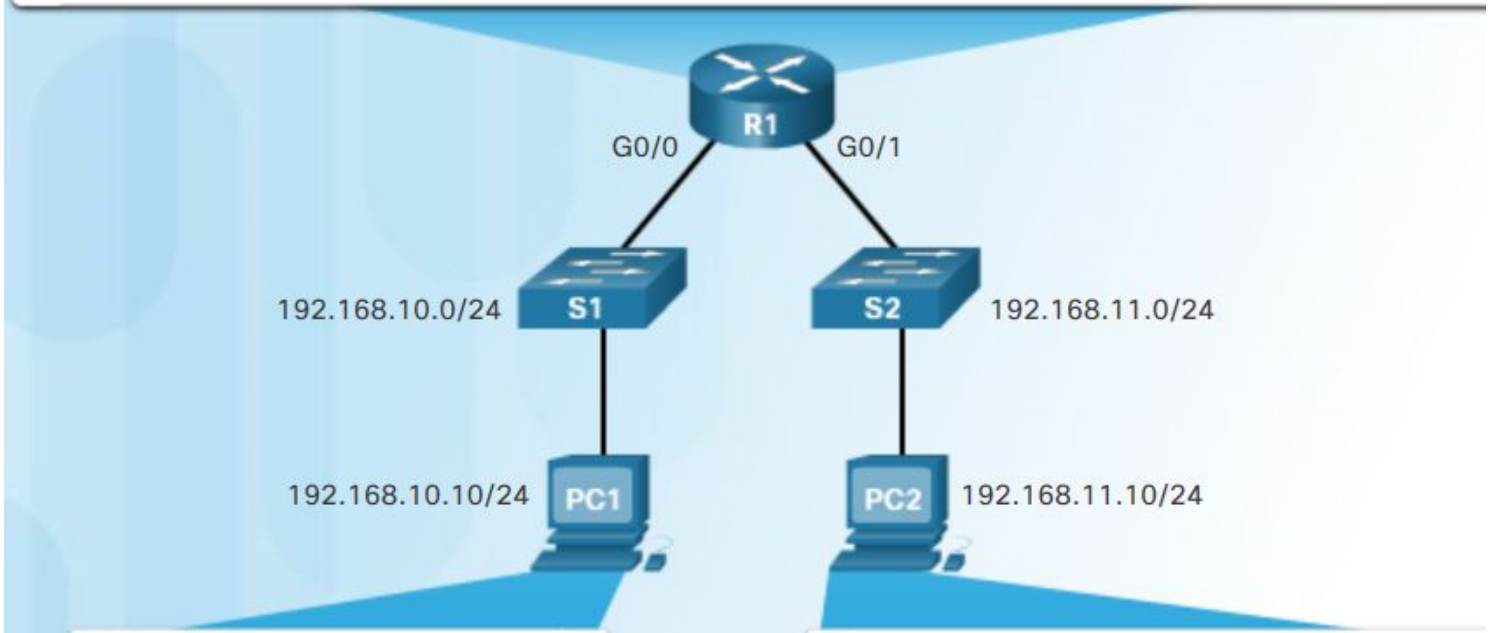
Команда access-class Cisco




```
R1(config)# line vty 0 4
R1(config-line)# login local
R1(config-line)# transport input ssh
R1(config-line)# access-class 21 in
R1(config-line)# exit
R1(config)# access-list 21 permit 192.168.10.0 0.0.0.255
R1(config)# access-list 21 deny any
```

Проверка настройки безопасности vty Cisco

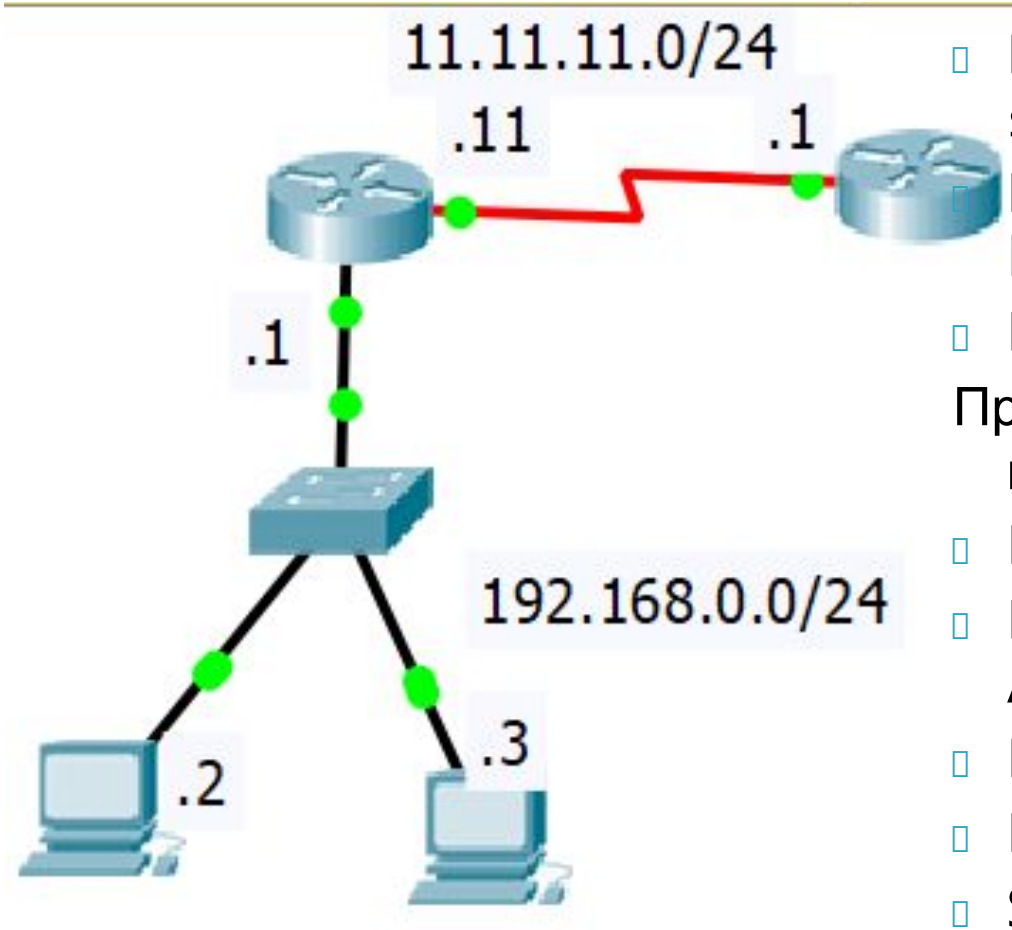
```
R1# show access-lists
Standard IP access list 21
    10 permit 192.168.10.0, wildcard bits 0.0.0.255 (2 matches)
    20 deny any (1 match)
R1#
```




```
PC1>ssh 192.168.10.1

Login as: admin
Password: *****
R1>
```

```
PC2>ssh 192.168.11.1
    ssh connect to host 192.168.11.1 port
    22: Connection refused

PC2>
```

Пример по 8 лабораторной работе

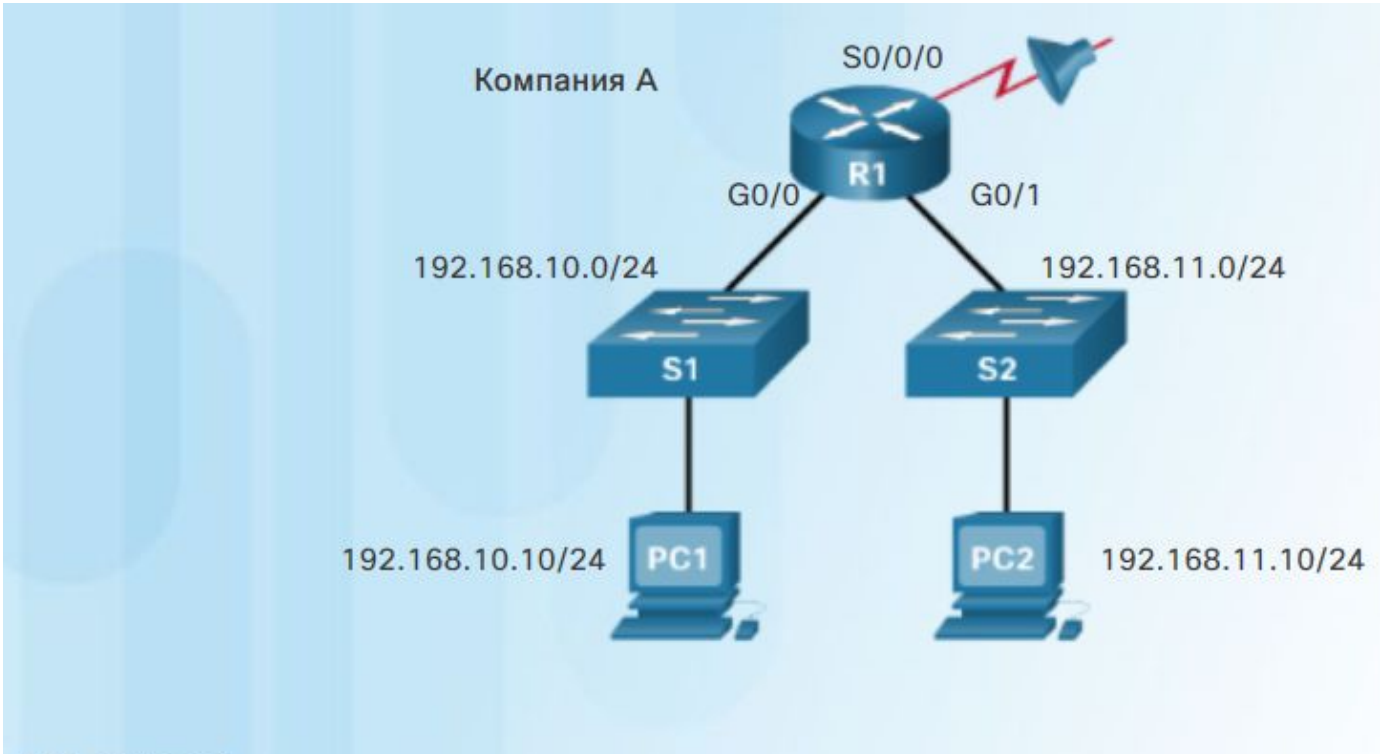


- R1(config)# ip access-list standard ADMIN-MGT
- R1(config-std-nacl)# permit host 192.168.0.3
- R1(config-std-nacl)# exit

Примените список доступа на каналах vty.

- R1(config)# line vty 0 15
- R1(config-line)# access-class ADMIN-MGT in
- R1(config-line)# exit
- R1# show ip access-lists
- Standard IP access list ADMIN-MGT
- 10 permit 192.168.0.3 (2 matches)

Последняя запись списка



ACL-список 1

```
R1(config)# access-list 1 permit ip 192.168.10.0 0.0.0.255
```

ACL-список 2

```
R1(config)# access-list 2 permit ip 192.168.10.0 0.0.0.255
R1(config)# access-list 2 deny any
```

- Последняя запись

deny

ACL-списки для IPv6

- представлены только в виде именованных ACL-списков;
- по функциональности эквивалентны расширенным ACL-спискам для IPv4.
- ACL-список для IPv4 и ACL-список для IPv6 не могут иметь одно и то же имя.
- Отсутствие шаблонных масок
- К deny ipv6 any any IPv6 также включает два других косвенных условия по умолчанию:
  - permit icmp any any nd-na
  - permit icmp any any nd-ns