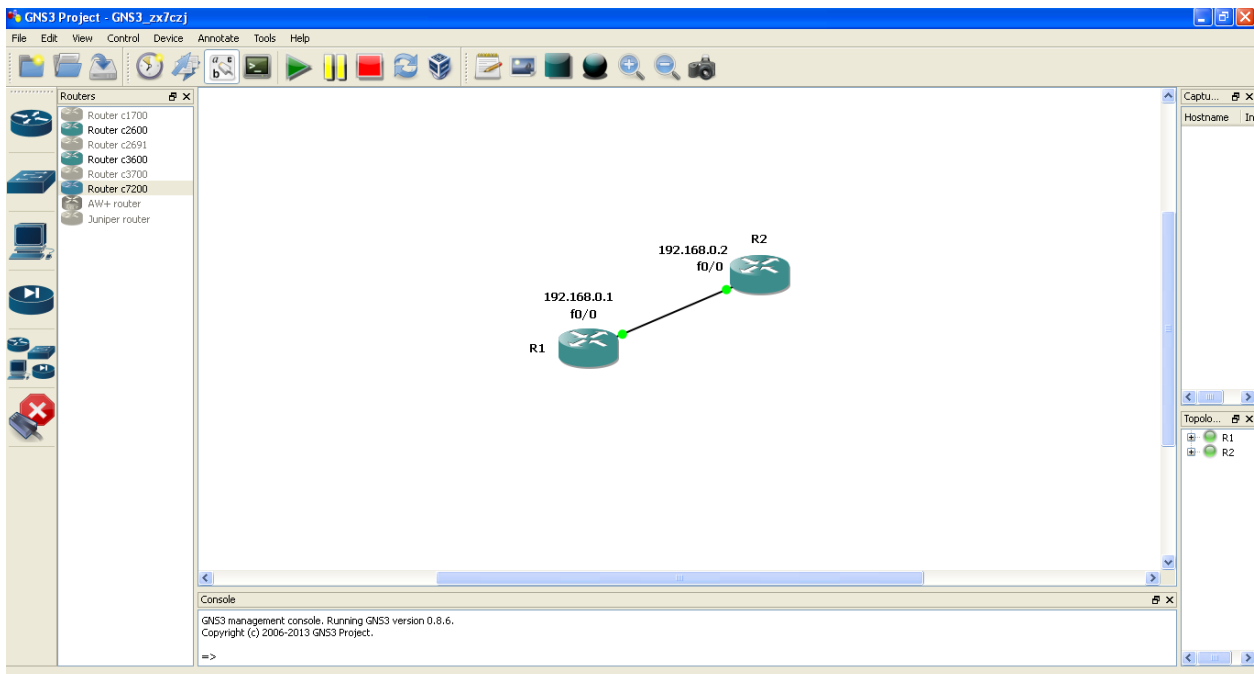


I. Измерение значений джиттера, задержки и потерь пакетов в канале связи

с помощью технологии Cisco IP SLA

1.1. Создать в GNS3 схему из двух роутеров 7200. Предполагается, что с роутера №2 будет запускаться серия SLA измерений между роутерами. При начальной конфигурации маршрутизаторов выбрать слоты **C7200-IO-2FE**, которые содержат 2 Fast Ethernet интерфейса.



1.2. Настройка маршрутизатора R1 (запустить консоль):

- 1.2.1) **R1#configure terminal**
- 1.2.2) **R1(config)#interface fastethernet0/0**
- 1.2.3) **R1(config-if)#ip address 192.168.0.1 255.255.255.0**
- 1.2.4) **R1(config-if)#no shutdown**
- 1.2.5) **R1(config-if)#exit**
- 1.2.6) **R1(config)#ip sla monitor responder**
- 1.2.7) **R1(config)#exit**
- R1#

Команда *ip sla monitor responder* (п. 1.2.6) переводит маршрутизатор R1 в режим ожидания мониторинга .

1.3. Настройка маршрутизатора R2.

- 1.3.1) **R2#configure terminal**
- 1.3.2) **R2(config)#interface fastethernet0/0**
- 1.3.3) **R2(config-if)#ip address 192.168.0.2 255.255.255.0**
- 1.3.4) **R2(config-if)#no shutdown**
- 1.3.5) **R2(config-if)#exit**
- 1.3.6) **R2(config)#ip sla monitor 10**
- 1.3.7) **R2(config-sla-monitor)# type jitter dest-ipaddr 192.168.0.1 dest-port 5000 num-packets 100**

interval 20

1.3.8) R2(config-sla-monitor-jitter)#request-data-size 160

1.3.9) R2 (config-sla-monitor-jitter)# frequency 30

1.3.10) R2(config-sla-monitor-jitter)#exit

1.3.11) R2(config)#ip sla monitor schedule 10 start-time now life forever

1.3.12) R2(config)#exit

R2#

где:

1.3.6) переводит маршрутизатор в режим конфигурации мониторинга IP SLA; настраиваемому монитору присваивается номер 10.

1.3.7) конфигурация "UDP jitter" теста, который будет осуществлять проверку параметров качества соединения маршрутизатора R2 с маршрутизатором R1 (**dest-ipaddr 192.168.0.1 dest-port 5000**): генерируются серии по 100 пакетов (**num-packets 100**), интервал между пакетами 20 миллисекунд (для большинства аудиокодеков, в том числе G711; 20 мс – значение по умолчанию, поэтому данный параметр можно опустить).

1.3.8) задается размер полезной нагрузки тестовых пакетов в 160 байт (кодек G711).

1.3.9) задает интервал между сериями тестовых пакетов в 30с (по умолчанию данный параметр = 60с).

1.3.11) настраивает параметры мониторинга: запуск монитора № 10, начало мониторинга – прямо сейчас (**start-time now**), длительность мониторинга – все время (**life forever**)

*Параметры "количество пакетов" (*num-packets*) и "частота" повторения серии пакетов (*frequency*): чем больше значение параметра, тем информативнее тест, но больше тестовый трафик. По умолчанию "количество пакетов" = 10 и "частота"=60с. Для повышения информативности теста предпочтительнее увеличивать параметр *frequency*.

Просмотреть на маршрутизаторе R2 результаты мониторинга:

R2#show ip sla monitor statistics 10

Результат будет примерно следующим:

R2#show ip sla monitor statistics 10

Round trip time (RTT) Index 10

Latest RTT: 39 ms

Latest operation start time: *15:40:04.635 UTC Fri Feb 12 2016

Latest operation return code: OK

RTT Values

Number Of RTT: 11

RTT Min/Avg/Max: 20/39/56 ms

Latency one-way time milliseconds

Number of one-way Samples: 0

Source to Destination one way Min/Avg/Max: 0/0/0 ms

Destination to Source one way Min/Avg/Max: 0/0/0 ms

Jitter time milliseconds

Number of Jitter Samples: 9

Source to Destination Jitter Min/Avg/Max: 4/9/12 ms

Destination to Source Jitter Min/Avg/Max: 1/11/20 ms

Packet Loss Values

Loss Source to Destination: 4 Loss Destination to Source: 0

Out Of Sequence: 0 Tail Drop: 0 Packet Late Arrival: 0

Voice Score Values

Calculated Planning Impairment Factor (ICPIF): 0

Mean Opinion Score (MOS): 0

Number of successes: 32

Number of failures: 0

Тест покажет нулевую IPTD задержку передачи в 1 конец (в результатах мониторинга это "Latency one-way time milliseconds") при ненулевом значении вариации задержки (джиттера). Это происходит потому, что величина IPTD определяется с учетом значения времени отправки пакета с маршрутизатора R2 и времени его получения на маршрутизаторе R1. Поэтому для точного измерения IPTD задержки доставки пакетов в 1 сторону необходимо синхронизировать время на устройствах источнике и получателе пакетов, например с помощью протокола NTP.

Для этого в приведенном примере необходимо проделать следующее.

На маршрутизаторе R2:

R2#configure terminal

Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.

R2(config)#no ip sla monitor 10 // останавливает действие текущего монитора № 10

R2(config)#clock timezone MET 2

R2(config)#clock calendar-valid

R2(config)#ntp master

R2(config)#interface fastethernet0/0

R2(config-if)#ntp broadcast

R2(config-if)#exit

R2(config)#exit

R2#

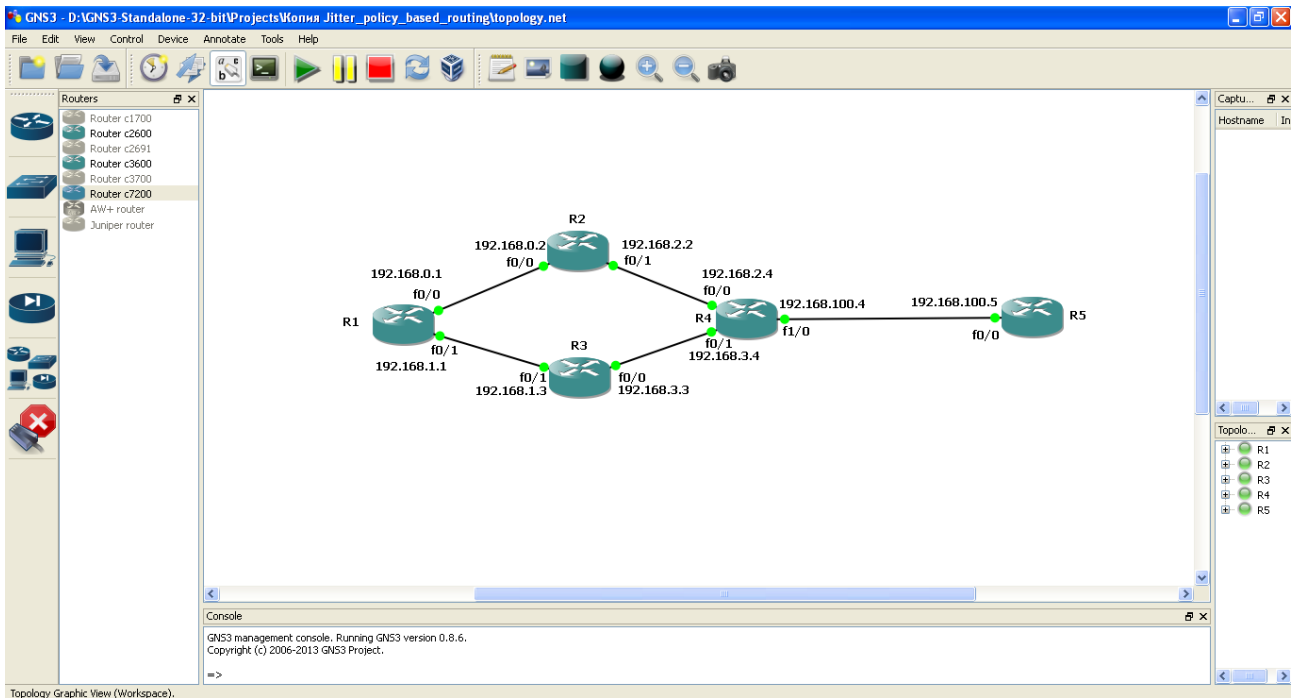
На маршрутизаторе R1:

R1(config)#ntp server 192.168.0.2

Далее необходимо повторно запустить монитор на маршрутизаторе №2 (см. п. 1.3). Просмотр результатов мониторинга покажет ненулевую задержку передачи пакетов в 1 конец.

II. Маршрутизация на основе результатов мониторинга качества канала связи

2.1. Дополнить схему, подготовленную в п.1, согласно следующему образцу.



Целью является настройка маршрутизации пакетов от узла R5 к узлу R1 по двум возможным путям: либо по основному маршруту: через маршрутизатор R2 – по пути R5-R4-R2-R1, либо по резервному маршруту: через маршрутизатор R3 – по пути R5-R4-R3-R1. Необходимо отслеживать в реальном времени характеристики качества основного маршрута и, в зависимости от их значения, автоматически направлять трафик по основному или резервному пути.

2.1.1. Выбрать слоты для маршрутизаторов:

R1, R2, R3: C7200-IO-2FE

R4: C7200 -IO-2FE, PA-FE-TX

R5: C7200-IO-FE

!!! Соединить интерфейсы так, как показано на схеме.

2.1.2. Запустить все устройства и сконфигурировать интерфейсы всех маршрутизаторов согласно приведенной схеме.

Предполагается, что цепочка R1-R2-R4-R5 представляет автономную систему №1 (AS1), а маршрутизатор R3 – автономную систему №2 (AS2). Необходимо настроить маршрутизацию внутри автономной системы AS1 по протоколу OSPF, а также настроить маршрутизацию между двумя автономными системами – по протоколу BGP.

2.1.3. Настройка маршрутизации внутри автономной системы AS1.

Пример настройки маршрутизации OSPF на маршрутизаторе R1:

```
R1#conf term
R1(config)#router ospf 1
R1(config-router)#network 192.168.0.0 0.0.0.255 area 0 // добавление непосредственно
                                                         подключенной сети

R1(config-router)#exit
R1(config)#exit
R1#
```

Аналогично настроить маршрутизацию на R2, R4, R5, добавляя непосредственно присоединенные к данным маршрутизаторам сети.

2.1.4. Настройка маршрутизации между автономными системами AS1 и AS2 по протоколу BGP.

Настройка маршрутизаторов R3 и R1:

```
R3#conf term
R3(config)#router bgp 2 // номер "своей" автономной системы
R3(config-router)#neighbor 192.168.1.1 remote-as 1 // 192.168.1.1 – IP-адрес входящего интерфейса
                                                         соседнего маршрутизатора; 1 – номер "соседней" автономной системы
R3(config-router)#network 192.168.3.0 // адрес сети, которую маршрутизатор R3 хочет сделать
                                                         видимой для соседней автономной системы
R3(config-router)#exit
R3(config)#exit
R3#

R1#conf term
R1(config)#router bgp 1
R1(config-router)#neighbor 192.168.1.3 remote-as 2
R1(config-router)#network 192.168.0.0
R1(config-router)#exit
R1(config)#exit
R1#
```

Далее аналогичным образом настроить маршрутизацию между AS1 и AS2 через R3 и R4.

На маршрутизаторе R5 настроить путь по умолчанию:

```
R5(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.100.4
```

2.1.5. Проверить на маршрутизаторах R1, R3, R4 списки сетей, доступных по протоколу BGP, например:

R3#sh ip bgp

В результате на экране должен появиться список доступных сетей:

BGP table version is 5, local router ID is 192.168.3.3

Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i -
internal,

r RIB-failure, S Stale

Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

Network	Next Hop	Metric	LocPrf	Weight	Path
*> 192.168.0.0	192.168.1.1	0		0	1 i
*> 192.168.1.0	0.0.0.0	0		32768	i
*> 192.168.3.0	0.0.0.0	0		32768	i
*> 192.168.100.0	192.168.3.4	0		0	1 i

R3#

2.2. Создание политики маршрутизации трафика (Policy based routing, PBR).

2.2.1. Сначала с помощью команды **traceroute** убедиться, что трафик от маршрутизатора R5 к маршрутизатору R1 идет по пути R5-R4-R2-R1:

R5#traceroute 192.168.0.1

Type escape sequence to abort.

Tracing the route to 192.168.0.1

1 192.168.100.4 64 msec 76 msec 96 msec

2 192.168.2.2 124 msec 96 msec 60 msec

3 192.168.0.1 176 msec 156 msec 172 msec

2.2.2. Настроить маршрутизацию трафика, исходящего из R5, по резервному маршруту.

Необходимо, чтобы трафик от маршрутизатора R5 шел по пути R5-R4-**R3**-R1. Очевидно, что решение об этом должен принимать маршрутизатор R4. На нем сначала нужно создать список доступа ACL, который отбирает пакеты с адресом источника 192.168.100.5 (IP-адрес интерфейса маршрутизатора R5):

R4#conf term

R4(config)#access-list 100 permit ip host 192.168.100.5 any

Далее создать политику маршрутизации с именем **BACK**:

R4(config)#route-map BACK

Внутри созданной политики BACK отмечаем, что она будет применяться к пакетам с IP адресами источника и назначения, совпадающими с указанными в списке доступа 100:

```
R4(config-route-map)#match ip address 100
```

Следующей командой устанавливается то, что отобранные пакеты направляются на маршрутизатор R3:

```
R4(config-route-map)#set ip next-hop 192.168.3.3
```

```
R4(config-route-map)#exit
```

Далее на интерфейсе маршрутизатора R4, который соединен с маршрутизатором R5 (на схеме это интерфейс FastEthernet1/0), применяем полученную политику:

```
R4(config)#int fa1/0
```

```
R4(config-if)#ip policy route-map BACK
```

```
R4(config-if)#exit
```

```
R4(config)#exit
```

```
R4#
```

Данными настройками трафик от маршрутизатора R5 к маршрутизатору R1 принудительно направляется по резервному маршруту, т.е. через другую автономную систему AS2. Проверить путь следования пакетов от маршрутизатора R5 к маршрутизатору R1. Он должен проходить через маршрутизатор R3:

```
R5#traceroute 192.168.0.1
```

```
Type escape sequence to abort.
```

```
Tracing the route to 192.168.0.1
```

```
 1 192.168.100.4 156 msec 56 msec 16 msec
```

```
 2 192.168.3.3 144 msec 88 msec 128 msec
```

```
 3 192.168.1.1 132 msec 256 msec 108 msec
```

2.3. Настройка переключения маршрутизации между основным (R5-R4-R2-R1) и резервным (R5-R4-R3-R1) каналом в зависимости от параметров качества (джиттер) основного канала.

2.3.1. Настроить и запустить мониторинг основного канала (см. п.1.3) с маршрутизатора R4, добавив при настройке джиттер-теста следующую команду:

```
R4(config-sla-monitor-jitter)#threshold 10 // предельное значение джиттера (в миллисекундах), при превышении которого монитор ip sla 10 рапортует о недоступности маршрутизатора R1 по основному пути, т.е. необходимости перемаршрутизации пакетов по резервному каналу.
```

2.3.2. Просмотреть результирующую статистику:

```
R4#show ip sla monitor statistics 10
```

Отметить значения джиттера.

2.3.3. Далее настраиваем 2 трека (track - "отслеживатель" пути).

Трек отслеживает результаты мониторинга. По состоянию треков далее будет производиться маршрутизация пакетов по основному или резервному маршрутам.

Настройка трека 1:

```
R4(config)#track 1 rtr 10 // track 1: трек № 1; rtr 10: данный трек подключается к монитору 10  
(ранее настроен ip sla monitor 10)
```

```
R4(config-track)#delay up 10 down 15
```

```
R4(config-track)#exit
```

```
R4(config)#exit
```

```
R4#
```

"Delay up 10 down 15" – таким образом устанавливается задержка переключения между маршрутами, чтобы избежать ситуации, когда по одному неудачному измерению джиттера меняется маршрутизация, а по следующему, уже удачному, меняется обратно.

"Down 15" означает, что если процесс мониторинга джиттера в течение 15 секунд не проходит (джиттер больше установленного значения threshold 10), track переводится в состояние **down**.

Если track был в состоянии down, но процесс мониторинга завершается удачно в течение хотя бы 10 секунд ("up 10"), track переводится в состояние **up**.

Далее настраиваем track 2. Его цель – отрицание маршрута трека 1.

```
R4#conf term
```

```
R4(config)#track 2 list boolean or
```

```
R4(config-track)#object 1 not
```

```
R4(config-track)#exit
```

2.3.4. Далее необходимо привязать полученные треки к существующей роут-мапе BACK.

```
R4(config)#route-map BACK
```

```
R4(config-route-map)#no set ip next-hop 192.168.3.3 // отменяем сделанное ранее безусловное  
перенаправление трафика на резервный маршрут; в следующих 2х командах  
настраиваем перенаправление трафика по условию доступности (по показателю  
джиттера) основного маршрута
```

```
R4(config-route-map)#set ip next-hop verify-availability 192.168.2.2 10 track 1
```



```
R4(config-route-map)#set ip next-hop verify-availability 192.168.3.3 20 track 2
```

```
R4(config-route-map)#exit
```

2.3.5. На маршрутизаторе R5 посмотреть с помощью команды traceroute, по какому пути (основному или резервному) проходят пакеты.

Объяснить результат с учетом значений джиттера, отмеченных в п. 2.3.2.

2.3.6. Завершить тест ip sla:

```
R4(config)#no ip sla monitor 10
```

Запустить тест заново, установив для мониторинга пороговое значение джиттера, при котором пакеты будут следовать по пути, отличному от пути, полученного в п.2.3.5. Убедиться в этом с помощью команды traceroute на маршрутизаторе R5.