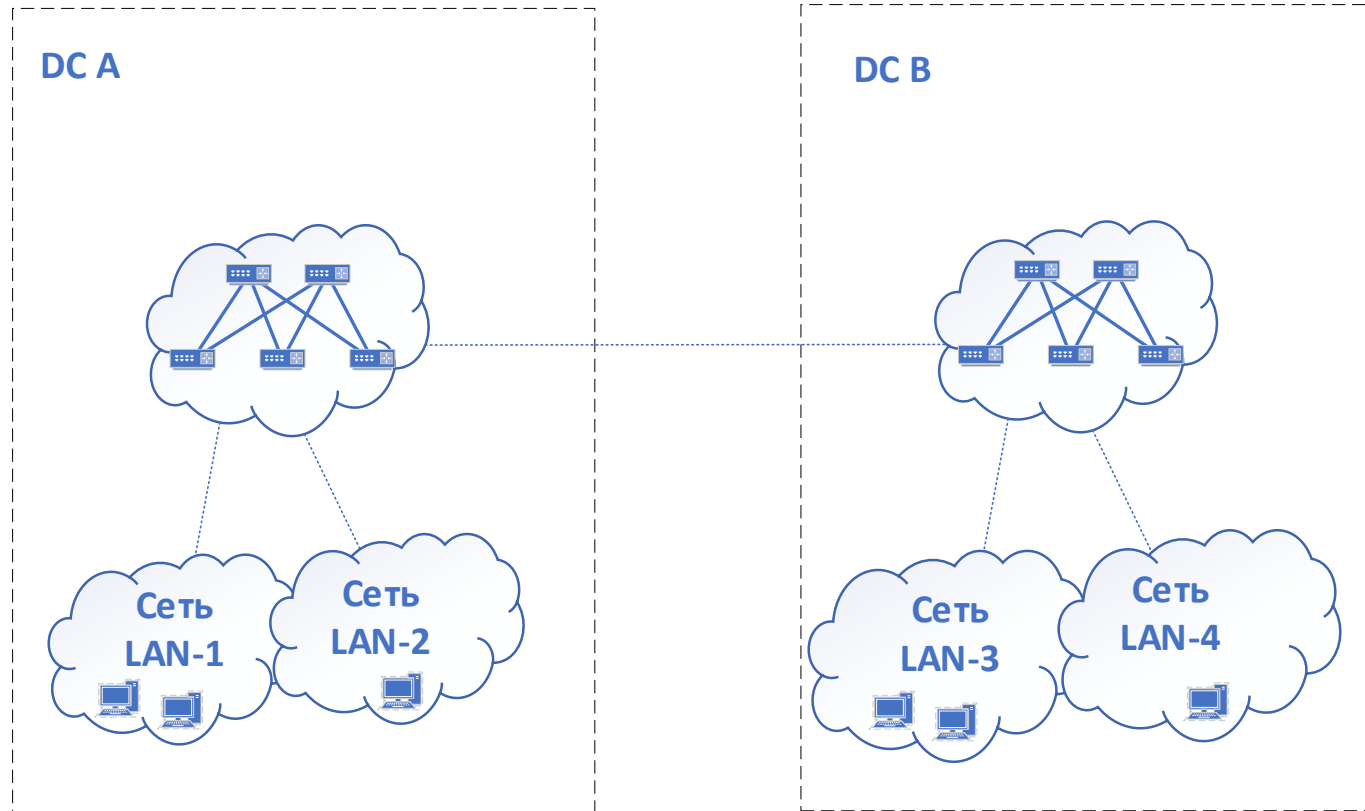
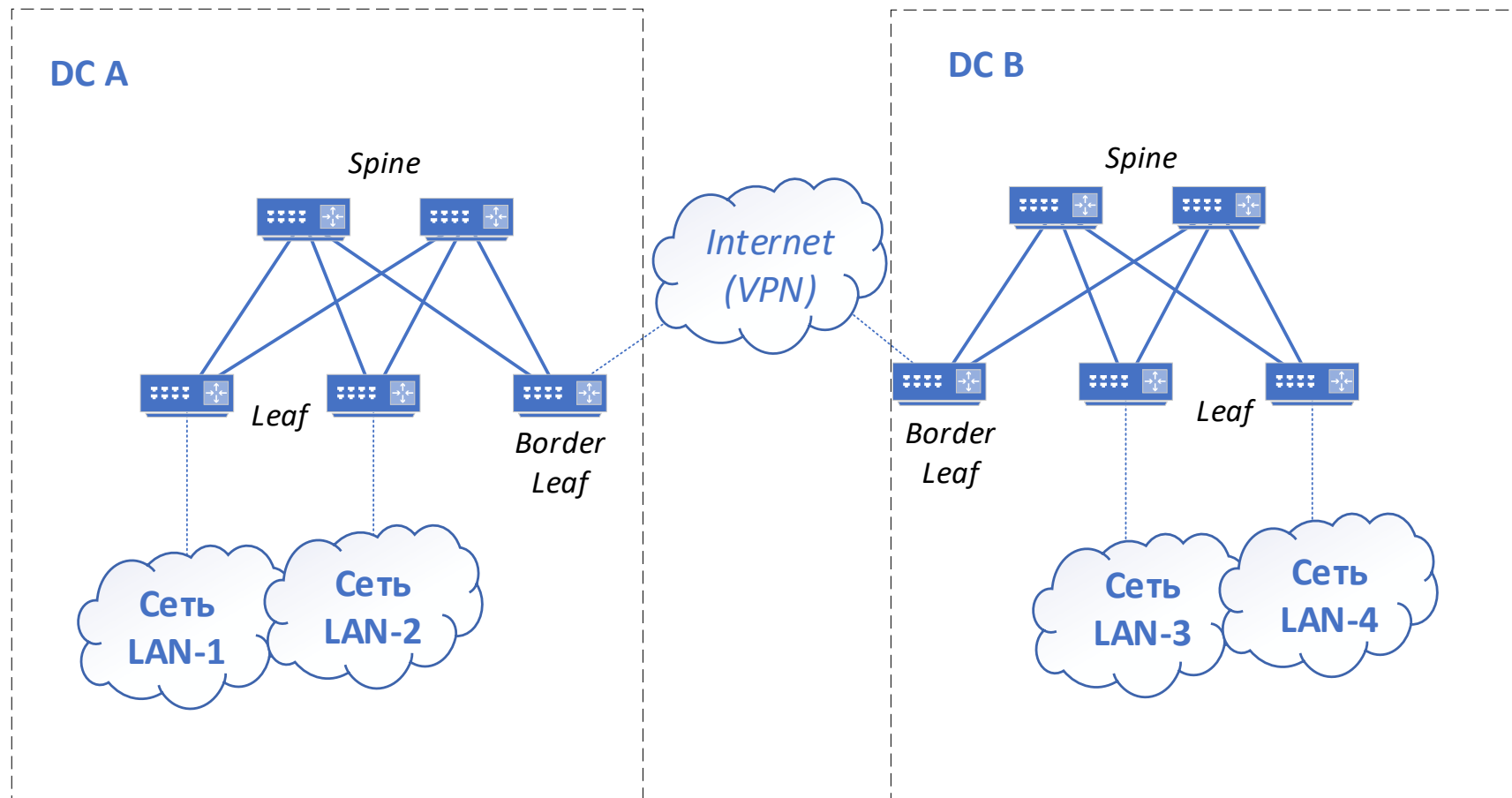


ПРОЕКТИРОВАНИЕ L3-СВЯЗНОСТИ МЕЖДУ ЦОДАМИ ЧЕРЕЗ VxLAN И BGP EVPN

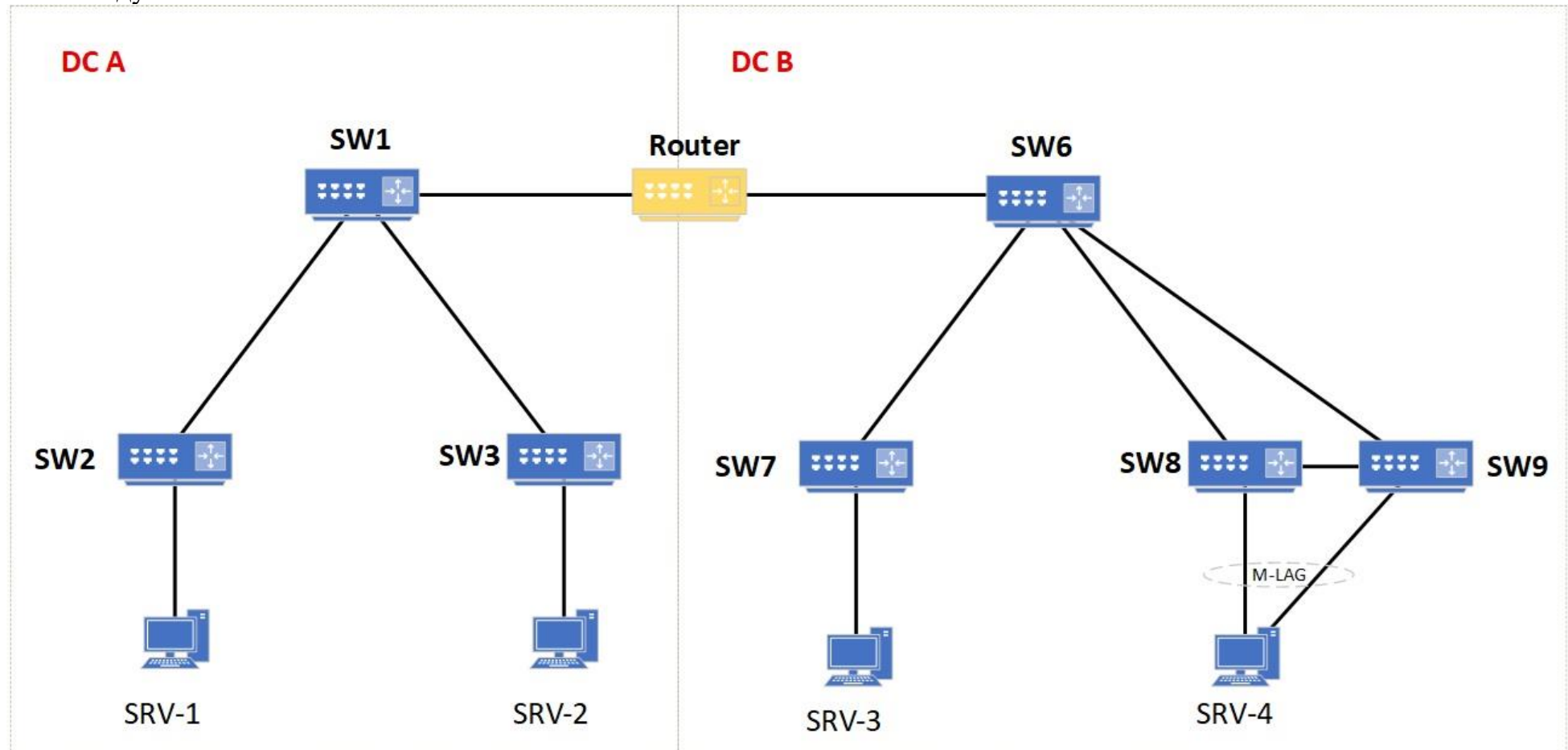
Исходные данные для проектной работы: имеется два ЦОДа, необходимо обеспечить сетевую связность между сегментами как в пределах каждого ЦОДа, так и между сегментами разных ЦОДов; использовать VxLAN и BGP EVPN:



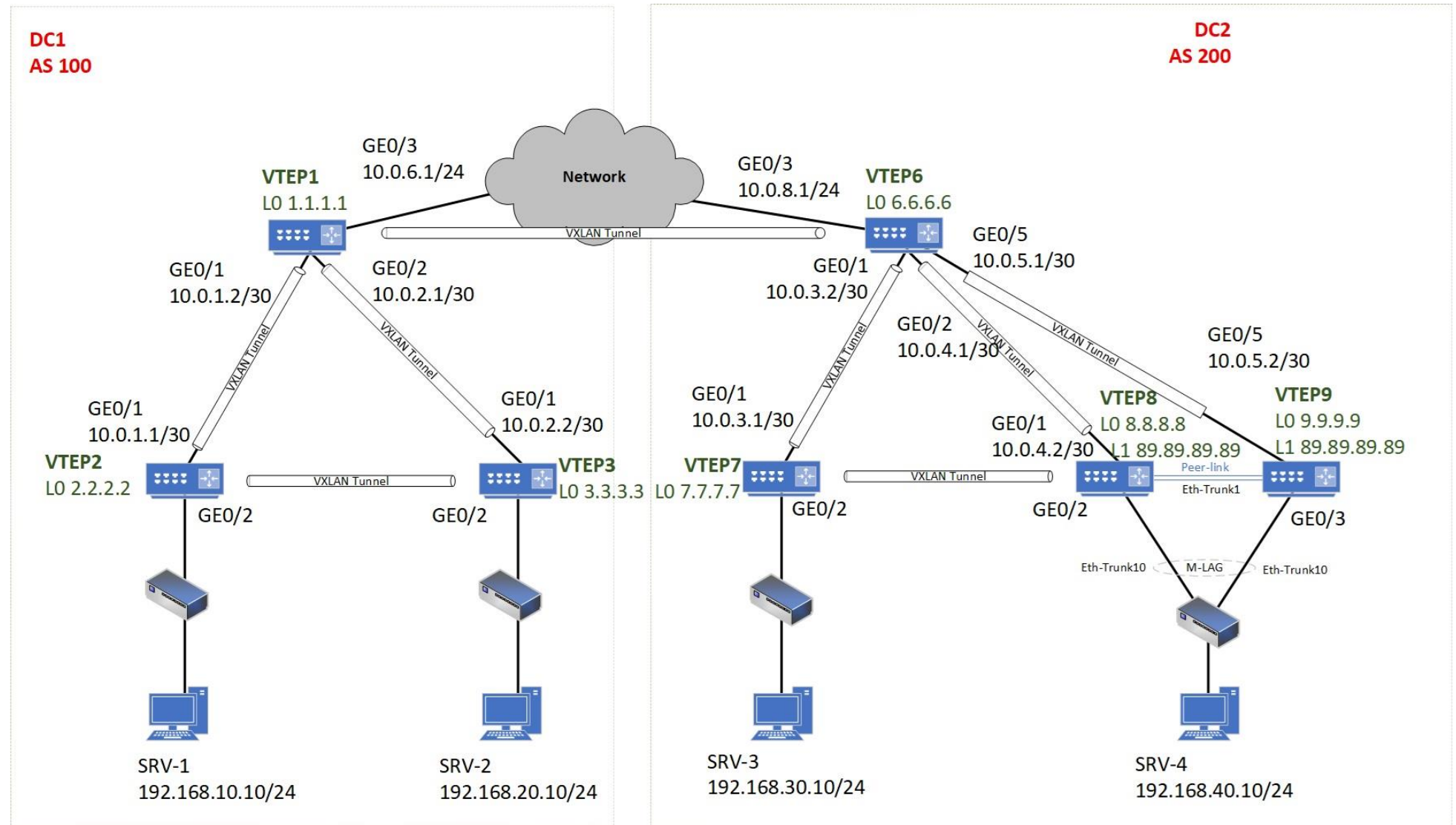
Структурная схема масштабируемой IP-фабрики для ЦОДов в классической топологии Clos может иметь примерно следующий вид:



Для реализации проекта собрана минимальная **физическая топология**, где каждое устройство выполняет функции VTEP. Все клиенты (SRV-1, SRV-2, SRV-3, SRV-4) находятся в разных подсетях, поэтому нужно обеспечить полную L3-связность между ними:



Логическая связность между сетевыми хостами будет реализована посредством VxLAN-туннелей следующим образом:



Реализация проекта выполняется в следующей **последовательности**:

Часть 1

1. Настройка динамической маршрутизации между VTEP'ами для обеспечения L3-связности между ними
2. Настроить VTEP8 и VTEP9 как Root bridge; настроить M-LAG между VTEP8 и VTEP9.
3. Настройка клиентских портов на VTEP'ах.
4. Настройка EVPN-инстансов на VTEP2, VTEP3, VTEP7, VTEP8, VTEP9 и их привязка к BD
5. Настройка VPN-инстансов на каждом VTEP и их привязка к соответствующим интерфейсам VBDIF на VTEP2, VTEP3, VTEP7, VTEP8, VTEP9.
6. Установление отношений соседства BGP EVPN между VTEP1 и VTEP2, VTEP1 и VTEP3, а также между VTEP6 и VTEP7, VTEP6 и VTEP8, VTEP6 и VTEP9.
7. Настройка VTEP1 в качестве RR для VTEP2 и VTEP3. Настройка VTEP6 в качестве RR для VTEP7 и VTEP8, VTEP9.
8. Настройка IP-адресов назначения для VxLAN-туннелей
9. Настройка distributed VXLAN gateway на VTEP2, VTEP3, VTEP7 и VTEP8, VTEP9.
10. Настройка default route на VTEP1 и VTEP6.

Часть 2

11. Настройка соседства eBGP EVPN между VTEP1 и VTEP6
12. Настройка пересылки EVPN-маршрутов на VTEP1 и VTEP6

IP-план

		VTEP2	VTEP3	VTEP7	VTEP8	VTEP9
		g0/1	g0/1	g0/1	g0/1	g0/5
VTEP1	g0/1	10.0.1.1/30				
		10.0.1.2/30				
	g0/2		10.0.2.2/30			
			10.0.2.1/30			
	g0/3	10.0.6.1/24				
VTEP6	g0/1			10.0.3.1/30		
				10.0.3.2/30		
	g0/2				10.0.4.2/30	
					10.0.4.1/30	
	g0/5					10.0.5.2/30
						10.0.5.1/30
	g0/3	10.0.8.1/24				

Таблица инстансов BGP EVPN

	EVPN Instance	RD	BD	VNI	Router id	Peer IP
VTEP1					1.1.1.1	2.2.2.2 3.3.3.3 6.6.6.6
VTEP2	IRT: 10:1 ERT: 10:1; 1:100	2:10	10	10	2.2.2.2	1.1.1.1
VTEP3	IRT: 20:1 ERT: 20:1; 1:100	3:20	20	20	3.3.3.3	1.1.1.1
VTEP6					6.6.6.6	1.1.1.1 7.7.7.7 8.8.8.8
VTEP7	IRT: 30:1 ERT: 30:1; 6:200	7:30	30	30	7.7.7.7	6.6.6.6
VTEP8	IRT: 40:1 ERT: 40:1; 6:200	8:40	40	40	8.8.8.8	6.6.6.6
VTEP9	IRT: 40:1 ERT: 40:1; 6:200	9:40	40	40	9.9.9.9	6.6.6.6

Таблица VPN-инстансов

	Interface	VPN Instance	VNI	RD
VTEP1		vpn1: IRT(EVPN): 1:100; 10:100 ERT(EVPN): 1:100; 10:100	100	1:100
VTEP2	VBDIF10: IP: 192.168.10.1/24 MAC: 0000-5e00-0101	vpn1: IRT(EVPN): 1:100 ERT(EVPN): 1:100	100	2:100
VTEP3	VBDIF20: IP: 192.168.20.1/24 MAC: 0000-5e00-0102	vpn1: IRT(EVPN): 1:100 ERT(EVPN): 1:100	100	3:100
VTEP6		vpn1: IRT(EVPN): 6:200; 10:100 ERT(EVPN): 6:200; 10:100	100	6:200
VTEP7	VBDIF30: IP: 192.168.30.1/24 MAC: 0000-5e00-0103	vpn1: IRT(EVPN): 6:200 ERT(EVPN): 6:200	100	7:200
VTEP8	VBDIF40: IP: 192.168.40.1/24 MAC: 0000-5e00-0104	vpn1: IRT(EVPN): 6:200 ERT(EVPN): 6:200	100	8:200
VTEP9	VBDIF40: IP: 192.168.40.1/24 MAC: 0000-5e00-0104	vpn1: IRT(EVPN): 6:200 ERT(EVPN): 6:200	100	9:200

Настройка

1. Настройка адресации и протокола маршрутизации для underlay-сети

На примере VTEP1 (аналогично для остальных сетевых хостов):

```
interface GE1/0/1
  undo portswitch
  undo shutdown
  ip address 10.0.1.2 255.255.255.252
#
interface GE1/0/2
  undo portswitch
  undo shutdown
  ip address 10.0.2.1 255.255.255.252
#
interface GE1/0/3
  undo portswitch
  undo shutdown
  ip address 10.0.6.1 255.255.255.0
#
interface LoopBack0
  ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
#
ospf 1
  area 0.0.0.0
    network 1.1.1.1 0.0.0.0
    network 10.0.1.0 0.0.0.3
    network 10.0.2.0 0.0.0.3
    network 10.0.6.0 0.0.0.255
```

2. Настроить VTEP8 и VTEP9 как Root bridge; настроить M-LAG между VTEP8 и VTEP9

Настройка VTEP8 и VTEP9 как Root bridge, Bridge ID на обоих устройствах одинаковый.

```
stp root primary
stp bridge-address 0039-0039-0039
interface eth-trunk 10
stp edged-port enable
```

Настройка M-LAG между VTEP8 и VTEP9: создание Eth-Trunk в режиме LACP на VTEP8 и добавление в него физических интерфейсов. Зеркально настраивается VTEP9.

```
interface eth-trunk 1
mode lacp-static
trunkport GE1/0/8
trunkport GE1/0/9
interface eth-trunk 10
mode lacp-static
trunkport GE1/0/2
```

Настройка Dynamic Fabric Service (DFS) на VTEP8 и VTEP9:

```
dfs-group 1
source ip 8.8.8.8
dfs-group 1
source ip 9.9.9.9
```

Настроить peer link между VTEP8 и VTEP9:

```
interface eth-trunk 1
undo stp enable
peer-link 1
```

Связать eth-trunk 10 с DFS-группой на VTEP8 и VTEP9:

```
interface eth-trunk 10
dfs-group 1 m-lag 1
```

3. Настройка клиентских портов на VTEP'ах

На примере VTEP2 (аналогично для VTEP3, VTEP7):

```
bridge-domain 10
#
interface GE1/0/2
 port link-type trunk
#
interface GE1/0/2.1 mode l2
 encapsulation dot1q vid 10
 bridge-domain 10
```

Настройка на VTEP8 (на VTEP9 аналогично):

```
bridge-domain 40
interface eth-trunk 10.1 mode l2
 encapsulation dot1q vid 10
 bridge-domain 40
```

4. Настройка EVPN на VTEP2, VTEP3, VTEP7, VTEP8, VTEP9 и их привязка к BD

На примере VTEP2 (аналогично для VTEP3, VTEP7, VTEP8, VTEP9):

```
bridge-domain 10
 vxlan vni 10
 evpn
  route-distinguisher 2:10
  vpn-target 10:1 export-extcommunity
  vpn-target 1:100 export-extcommunity
  vpn-target 10:1 import-extcommunity
```

5. Настройка VPN-инстансов на каждом VTEP и их привязка к соответствующим интерфейсам VBDIF на VTEP2, VTEP3, VTEP7, VTEP8, VTEP9

Настройка на VTEP1 (аналогично для VTEP6):

```
ip vpn-instance vpn1
  ipv4-family
    route-distinguisher 1:100
    vpn-target 1:100 export-extcommunity evpn
    vpn-target 10:100 export-extcommunity evpn
    vpn-target 1:100 import-extcommunity evpn
    vpn-target 10:100 import-extcommunity evpn
  vxlan vni 100
```

На примере VTEP2 (аналогично для VTEP3, VTEP7, VTEP8, VTEP9):

```
ip vpn-instance vpn1
  ipv4-family
    route-distinguisher 2:100
    vpn-target 1:100 export-extcommunity evpn
    vpn-target 1:100 import-extcommunity evpn
  vxlan vni 100
#
interface Vbdif10
  ip binding vpn-instance vpn1
```

6. Установление отношений соседства BGP EVPN между VTEP1 и VTEP2, VTEP1 и VTEP3, а также между VTEP6 и VTEP7, VTEP6 и VTEP8, VTEP6 и VTEP9

Настройка на VTEP1 (аналогично для VTEP6):

```
bgp 100
router-id 1.1.1.1
peer 2.2.2.2 as-number 100
peer 2.2.2.2 connect-interface LoopBack0
peer 3.3.3.3 as-number 100
peer 3.3.3.3 connect-interface LoopBack0
#
l2vpn-family evpn
peer 2.2.2.2 enable
peer 2.2.2.2 advertise irb
peer 3.3.3.3 enable
peer 3.3.3.3 advertise irb
#
ipv4-family vpn-instance vpn1
import-route direct
advertise l2vpn evpn
```

Настройка на VTEP2 (аналогично для VTEP3, VTEP7, VTEP8, VTEP9):

```
bgp 100
router-id 2.2.2.2
peer 1.1.1.1 as-number 100
peer 1.1.1.1 connect-interface LoopBack0
#
```

```
l2vpn-family evpn
peer 1.1.1.1 enable
peer 1.1.1.1 advertise irb
#
ipv4-family vpn-instance vpn1
import-route direct
advertise l2vpn evpn
```

7. Настройка VTEP1 в качестве RR для VTEP2 и VTEP3. Настройка VTEP6 в качестве RR для VTEP7 и VTEP8, VTEP9

Настраиваем VTEP1 (и VTEP6) в качестве RR, чтобы иметь возможность устанавливать отношения соседства BGP EVPN между VTEP2 и VTEP3, и между VTEP7 и VTEP8, VTEP9

```
bgp 100
l2vpn-family evpn
undo policy vpn-target
peer 2.2.2.2 reflect-client
peer 3.3.3.3 reflect-client
```

8. Настройка IP-адресов назначения для VxLAN-туннелей на VTEP'ах

Настройка на VTEP1 (аналогично для VTEP6):

```
interface Nve1  
source 1.1.1.1
```

Настройка на VTEP2 (аналогично для VTEP3, VTEP7):

```
interface Nve1  
source 2.2.2.2  
vni 10 head-end peer-list protocol bgp
```

Настройка на VTEP8, VTEP9. Поскольку устройства работают в роли dual-active gateways, то IP-адрес и MAC на них одинаковые:

```
interface Nve1  
source 89.89.89.89  
mac-address 0000-5e00-0101  
vni 40 head-end peer-list protocol bgp
```


9. Настройка distributed VXLAN gateway на VTEP2, VTEP3, VTEP7 и anycast-gateway на VTEP8, VTEP9

Настройка на VTEP2 (аналогично для VTEP3, VTEP7), VTEP8, VTEP9):

```
interface Vbdif10
ip address 192.168.10.1 255.255.255.0
arp distribute-gateway enable
mac-address 0000-5e00-2222
arp collect host enable
```

Настройка на VTEP8 (аналогично VTEP9):

```
interface Vbdif40
ip address 192.168.40.1 255.255.255.0
mac-address 0000-5e00-0104
vxlan anycast-gateway enable
arp collect host enable
```

10. Настройка default route на VTEP1 и VTEP6.

Каждый из VTEP'ов обеспечивает связность в пределах своей AS, а также между AS.
VTEP1:

```
ip route-static vpn-instance vpn1 0.0.0.0 0.0.0.0 NULL0
bgp 100
ipv4-family vpn-instance vpn1
import-route static
default-route imported
import-route direct
```

VTEP6:

```
ip route-static vpn-instance vpn1 0.0.0.0 0.0.0.0 NULL0
bgp 200
ipv4-family vpn-instance vpn1
default-route imported
import-route direct
import-route static
```

Проверим VXLAN-based связность в пределах каждого ЦОДа:

<VTEP2>disp vxlan tunnel

Number of vxlan tunnel : 2

Tunnel ID	Source	Destination	State	Type	Uptime
4026531841	2.2.2.2	3.3.3.3	up	dynamic	0238h10m
4026531842	2.2.2.2	1.1.1.1	up	dynamic	0238h08m

<SRV-1> disp ip int br

Interface	IP Address/Mask	Physical	Protocol	VPN
-----------	-----------------	----------	----------	-----

Meth0/0/0	unassigned	up	down	--
NULL0	unassigned	up	up(s)	--
Vlanif10	192.168.10.10/24	up	up	--

<SRV-1>ping 192.168.20.10

PING 192.168.20.10: 56 data bytes, press CTRL_C to break

Reply from 192.168.20.10: bytes=56 Sequence=1 ttl=253 time=38 ms

Reply from 192.168.20.10: bytes=56 Sequence=2 ttl=253 time=7 ms

Reply from 192.168.20.10: bytes=56 Sequence=3 ttl=253 time=9 ms

Reply from 192.168.20.10: bytes=56 Sequence=4 ttl=253 time=8 ms

Reply from 192.168.20.10: bytes=56 Sequence=5 ttl=253 time=8 ms

--- 192.168.20.10 ping statistics ---

5 packet(s) transmitted

5 packet(s) received

0.00% packet loss

round-trip min/avg/max = 7/14/38 ms

<SRV-3>disp ip int br

Interface	IP Address/Mask	Physical	Protocol	VPN
Meth0/0/0	unassigned	up	down	--
NULL0	unassigned	up	up(s)	--
Vlanif30	192.168.30.10/24	up	up	--

<SRV-3>ping 192.168.40.10

PING 192.168.40.10: 56 data bytes, press CTRL_C to break

Reply from 192.168.40.10: bytes=56 Sequence=1 ttl=253 time=44 ms

Reply from 192.168.40.10: bytes=56 Sequence=2 ttl=253 time=8 ms

Reply from 192.168.40.10: bytes=56 Sequence=3 ttl=253 time=10 ms

Reply from 192.168.40.10: bytes=56 Sequence=4 ttl=253 time=10 ms

Reply from 192.168.40.10: bytes=56 Sequence=5 ttl=253 time=10 ms

--- 192.168.40.10 ping statistics ---

5 packet(s) transmitted

5 packet(s) received

0.00% packet loss

round-trip min/avg/max = 8/16/44 ms

11. Настройка соседства eBGP EVPN между VTEP1 и VTEP6

Настройка VTEP1:

```
bgp 100
peer 6.6.6.6 as-number 200
peer 6.6.6.6 ebgp-max-hop 255
peer 6.6.6.6 connect-interface LoopBack0
l2vpn-family evpn
peer 6.6.6.6 enable
```

Настройка VTEP6:

```
bgp 200
peer 1.1.1.1 as-number 100
peer 1.1.1.1 ebgp-max-hop 255
peer 1.1.1.1 connect-interface LoopBack0
l2vpn-family evpn
peer 1.1.1.1 enable
```

12. Настройка пересылки EVPN-маршрутов на VTEP1 и VTEP6

Настройка VTEP1:

```
bgp 100
l2vpn-family evpn
peer 2.2.2.2 import reoriginate
peer 3.3.3.3 import reoriginate
peer 6.6.6.6 advertise route-reoriginated evpn ip
```

Настройка VTEP6:

```
bgp 200
l2vpn-family evpn
peer 7.7.7.7 import reoriginate
peer 8.8.8.8 import reoriginate
peer 1.1.1.1 advertise route-reoriginated evpn ip
```

После выполнения настроек выше IP-префиксы между ЦОДами будут транслироваться через VXLAN-туннель:

```
<VTEP-1>dis ip routing-table vpn-instance vpn1 protocol bgp
```

Destination/Mask	Proto	Pre	Cost	Flags	NextHop	Interface
192.168.10.0/24	IBGP	255	0	RD	2.2.2.2	VXLAN
192.168.10.1/32	IBGP	255	0	RD	2.2.2.2	VXLAN
192.168.10.10/32	IBGP	255	0	RD	2.2.2.2	VXLAN
192.168.20.0/24	IBGP	255	0	RD	3.3.3.3	VXLAN
192.168.20.1/32	IBGP	255	0	RD	3.3.3.3	VXLAN
192.168.20.10/32	IBGP	255	0	RD	3.3.3.3	VXLAN
192.168.30.0/24	EBGP	255	0	RD	6.6.6.6	VXLAN
192.168.30.1/32	EBGP	255	0	RD	6.6.6.6	VXLAN
192.168.40.0/24	EBGP	255	0	RD	6.6.6.6	VXLAN
192.168.40.1/32	EBGP	255	0	RD	6.6.6.6	VXLAN

ПРОВЕРКА

Проверяем IP-связность между SRV (на примере SRV-1):

```
<SRV-1>disp ip int br
Interface          IP Address/Mask  Physical Protocol VPN
MEth0/0/0          unassigned      up    down    --
NULL0             unassigned      up    up(s)   --
Vlanif10          192.168.10.10/24 up    up      --
<SRV-1>ping 192.168.20.10
PING 192.168.20.10: 56 data bytes, press CTRL_C to break
  Reply from 192.168.20.10: bytes=56 Sequence=1 ttl=253 time=22 ms
  Reply from 192.168.20.10: bytes=56 Sequence=2 ttl=253 time=8 ms
  Reply from 192.168.20.10: bytes=56 Sequence=3 ttl=253 time=11 ms
  Reply from 192.168.20.10: bytes=56 Sequence=4 ttl=253 time=9 ms
  Reply from 192.168.20.10: bytes=56 Sequence=5 ttl=253 time=6 ms

--- 192.168.20.10 ping statistics ---
  5 packet(s) transmitted
  5 packet(s) received
  0.00% packet loss
  round-trip min/avg/max = 6/11/22 ms

<SRV-1>ping 192.168.30.10
PING 192.168.30.10: 56 data bytes, press CTRL_C to break
  Reply from 192.168.30.10: bytes=56 Sequence=1 ttl=251 time=24 ms
  Reply from 192.168.30.10: bytes=56 Sequence=2 ttl=251 time=11 ms
  Reply from 192.168.30.10: bytes=56 Sequence=3 ttl=251 time=12 ms
  Reply from 192.168.30.10: bytes=56 Sequence=4 ttl=251 time=11 ms
```

Reply from 192.168.30.10: bytes=56 Sequence=5 ttl=251 time=10 ms

--- 192.168.30.10 ping statistics ---

5 packet(s) transmitted

5 packet(s) received

0.00% packet loss

round-trip min/avg/max = 10/13/24 ms

<SRV-1>ping 192.168.40.10

PING 192.168.40.10: 56 data bytes, press CTRL_C to break

Reply from 192.168.40.10: bytes=56 Sequence=1 ttl=251 time=18 ms

Reply from 192.168.40.10: bytes=56 Sequence=2 ttl=251 time=12 ms

Reply from 192.168.40.10: bytes=56 Sequence=3 ttl=251 time=12 ms

Reply from 192.168.40.10: bytes=56 Sequence=4 ttl=251 time=13 ms

Reply from 192.168.40.10: bytes=56 Sequence=5 ttl=251 time=9 ms

--- 192.168.40.10 ping statistics ---

5 packet(s) transmitted

5 packet(s) received

0.00% packet loss

round-trip min/avg/max = 9/12/18 ms