

Тема 13. Налаштування маршрутизації між віртуальними мережами

Мета роботи: ознайомитися з особливостями функціонування та налаштування роботи технології VLAN на основі групування портів та транкових протоколів на обладнанні Cisco.

Теоретичні відомості

Організації маршрутизації між віртуальними локальними мережами

VLAN (Virtual Local Area Network – віртуальна локальна комп'ютерна мережа) – є групою хостів із загальним набором вимог, що взаємодіють так, ніби вони приєднані до одного домену, незалежно від їх фізичного розташування. VLAN має ті самі атрибути, як і фізична локальна мережа, але дозволяє кінцевим станціям бути згрупованими, навіть якщо вони не перебувають на одному мережевому комутаторі.

На практиці побудови мереж Ethernet з використанням технології віртуальних локальних мереж використовуються два основних методи організації VLAN: групування портів; групування портів та використання транкового протоколу. При цьому прийнято використовувати підхід, за якого в кожній із створених VLAN функціонує окрема IP-мережа. Для забезпечення взаємодії між такими IP-мережами необхідно використовувати засоби мережевого рівня моделі OSI – маршрутизатори або комутатори 3-го рівня.

Якщо використовується групування портів, то підключення кожної VLAN вимагає наявності в маршрутизаторі окремого інтерфейсу для її обслуговування. Відповідно чим більше VLAN задіяно у процесі міжмережевого обміну, тим більше інтерфейсів повинен мати маршрутизатор. Налаштування інтерфейсів маршрутизатора в такому випадку достатньо просте і здійснюється за звичайним сценарієм. Недоліком даного методу є потреба у великій кількості інтерфейсів маршрутизатора. Це відповідно викликає необхідність налаштування, діагностики та контролю функціонування великої кількості каналів зв'язку.

Якщо використовується групування портів та транковий протокол, то взаємодія між VLAN організується по одному каналу зв'язку, що з'єднує комутатор та маршрутизатор та функціонує в транковому режимі. В якості транкового використовується протокол 802.1Q.

Налаштування маршрутизатора у випадку групування портів та використання транкового протоколу має певні особливості. Зокрема, передбачається формування на фізичному інтерфейсі спеціальних логічних інтерфейсів, які називають підінтерфейсами. Саме ці підінтерфейси налаштовують для обробки інформації з різних VLAN.

Налаштування VLAN на основі групування портів та транкових протоколів на комутаторі Cisco

Порядок налаштування віртуальної локальної мережі на базі комутатора Cisco при використанні групування портів та транкового протоколу 802.1Q згідно з рекомендаціями виробника є наступним:

1. Створити віртуальну локальну комп'ютерну мережу (обов'язково).
2. Вказати назву для створеної віртуальної локальної комп'ютерної мережі (необов'язково).
3. Для обраного інтерфейсу доступу (або групи інтерфейсів) вказати тип – інтерфейс доступу (необов'язково).
4. Для обраного інтерфейсу (групи інтерфейсів) вказати належність до створеної віртуальної локальної комп'ютерної мережі (обов'язково).
5. Для обраного транкового інтерфейсу (або групи інтерфейсів) вказати тип – транковий інтерфейс (обов'язково).
6. Для обраного транкового інтерфейсу налаштувати додаткові параметри транкового каналу (необов'язково).

Для створення VLAN на комутаторі Cisco використовується команда `vlan`. Зазначення імені VLAN здійснюється за допомогою команди `name`. Встановлення відповідних режимів, налаштування належності портів до

відповідних VLAN та налаштування параметрів транкових каналів здійснюється командами, похідними від команди `switchport`.

Налаштування інтерфейсу комутатора як інтерфейсу доступу здійснюється за допомогою команди `switchport mode access`, відповідно налаштування інтерфейсу комутатора як транкового інтерфейсу – за допомогою команди `switchport mode trunk`.

Команда `switchport access vlan` використовується для зазначення номера VLAN, до якої належить інтерфейс. Ця команда також дає змогу автоматично створити нову VLAN і включити до цієї VLAN інтерфейс, на якому вона виконана.

Якщо виникає потреба налаштувати транковий канал без використання протоколу DTP (наприклад, якщо один із пристроїв, що входять до складу каналу не є пристроєм Cisco), в парі з командою `switchport mode trunk` застосовується команда `switchport nonegotiate`. Результатом роботи цих команд є те, що канал активується, а повідомлення протоколу DTP не пересилаються.

Синтаксис команди `vlan` (режим глобального конфігурування):

```
vlan vlan-id,
```

де `vlan-id` – ідентифікатор (номер) VLAN, може зазначатися в межах від 1 до 4094, для мереж Ethernet типове використання в діапазоні від 2 до 1001.

Синтаксис команди `name` (режим конфігурування VLAN):

```
name text-string,
```

де `text-string` – текстова назва VLAN; якщо текстова назва VLAN явно не зазначається, то система автоматично встановлює назву вигляду `VLANDDDD`, де `DDDD` – чотирицифровий десятковий номер VLAN.

Синтаксис команди `switchport access vlan` (режим конфігурування інтерфейсу/групи інтерфейсів):

```
switchport access vlan {vlan-id | dynamic},
```

де `vlan-id` – ідентифікатор VLAN;

dynamic – параметр, який зазначає, що належність інтерфейсу до VLAN визначається динамічно (за MAC-адресою), шляхом запиту до сервера VMPS (VLAN Membership Policy Server).

Синтаксис команди `switchport mode` (режим конфігурування інтерфейсу/групи інтерфейсів):

```
switchport mode {access | dynamic {auto | desirable} | trunk},
```

де `access` – зазначає тип інтерфейсу – інтерфейс доступу;

`trunk` – зазначає тип інтерфейсу – транковий інтерфейс та активує стан `trunk` (відповідає значенню `on`);

`dynamic` – встановлення переговорного режиму для транкового інтерфейсу, може доповнюватися значенням `auto` або `desirable`; за замовчуванням встановлюється `dynamic auto`;

`auto` – інтерфейс знаходиться в автоматичному режимі і буде переведений у стан `trunk`, як тільки інтерфейс на іншому кінці знаходиться у режимі `on` або `desirable`;

`desirable` – інтерфейс, що готовий перейти у стан `trunk` залежно від стану інтерфейсу на іншому кінці каналу.

Синтаксис команди `switchport nonegotiate` (режим конфігурування інтерфейсу/групи інтерфейсів):

```
switchport nonegotiate.
```

Команда не має параметрів.

Синтаксис команди `switchport trunk` (режим конфігурування інтерфейсу/групи інтерфейсів):

```
switchport trunk {allowed vlan vlan-list | native vlan vlan-id |  
pruning vlan vlan-list},
```

де `allowed vlan` – службова конструкція, за допомогою якої створюється список дозволених VLAN, для яких транковий інтерфейс може пересилати та отримувати трафік у тегованій формі; за замовчуванням `vlan-list` для цієї конструкції дорівнює `all`; `vlan-list` у цьому випадку не може дорівнювати `none`;

native vlan – службова конструкція, за допомогою якої створюється список VLAN, для яких транковий інтерфейс може пересилати і отримувати трафік у нетегованій формі;

pruning vlan – службова конструкція, за допомогою якої створюється список VLAN, для яких транковий інтерфейс активований для підтримки режиму VTP-pruning; *vlan-list* у цьому випадку не може дорівнювати *all*;

vlan-list – може набувати значень, що наведені нижче; деякі з цих значень доповнюються параметрами ідентифікаторів VLAN IDs:

vlan-atom – список ідентифікаторів VLAN (наприклад, 10-20; 10-30,35-40);

add – додати окрему VLAN або групу VLAN за списком;

all – додати всі VLAN;

except – виключити окрему VLAN або групу VLAN за списком;

none – порожній список;

remove – виключити VLAN зі списку.

Налаштування маршрутизації між віртуальними локальними мережами на маршрутизаторі Cisco при використанні протоколу 802.1q передбачає для інтерфейсів Ethernet створення логічних підінтерфейсів та налаштування інкапсуляції 802.1q. Для створення логічних підінтерфейсів використовується команда *interface*, для налаштування інкапсуляції – команда *encapsulation dot1q*.

Синтаксис команди *interface* (режим глобального конфігурування):

```
interface interface-type interface-id.subinterface-id,
```

де *interface-type* – тип інтерфейсу, може набувати значень Ethernet, FastEthernet, GigabitEthernet, Port-channel;

interface-id – ідентифікатор інтерфейсу;

subinterface-id – ідентифікатор підінтерфейсу, число в десятковій формі з діапазону 0 – 4294967295.

Синтаксис команди *encapsulation dot1q* (режим конфігурування підінтерфейсу Ethernet):

```
encapsulation dot1q vlan-id  
[native | second-dot1q {vlan-list | any},
```

де dot1q – службова конструкція, за допомогою якої вказується, що виконується інкапсуляція згідно зі стандартом 802.1q;

vlan-id – ідентифікатор VLAN;

native – параметр, який вказує, що поточну VLAN використовувати як VLAN типу native;

second-dot1q – параметр, який вказує, що поточний інтерфейс налаштовується для підтримки стандарту Q-in-Q;

vlan-list – список внутрішніх VLAN вигляду 100-200,422,500-550;

any – параметр, який вказує всі внутрішні VLAN, що не налаштовані на інших підінтерфейсах.

Команди моніторингу та діагностики роботи VLAN

Для перегляду параметрів налаштувань VLAN на комутаторах Cisco використовуються як команди загального призначення, так і спеціалізовані команди. Повний перелік спеціалізованих команд моніторингу та діагностики роботи VLAN наведений у табл. 13.1.

Таблиця 13.1 – Перелік команд show діагностики роботи VLAN на комутаторах

Команда	Призначення
show vlan	Виведення всієї інформації про VLAN та їх параметри
show vlan brief	Виведення інформації про VLAN у скороченому вигляді
show vlan id vlan-id	Виведення інформації про VLAN за її ідентифікатором (номером)
show vlan name vlan-name	Вивести інформацію про VLAN за її назвою
show vlan summary	Виведення сумарної інформації про кількість створених VLAN, кількість VLAN із розширеного діапазону, кількість VTP VLAN.
show interfaces switchport	Виведення інформації про налаштування параметрів VLAN для всіх інтерфейсів
show interfaces interface-type interface-id switchport	Виведення інформації про налаштування параметрів VLAN для певного інтерфейсу
show interfaces trunk	Виведення інформації про транкові канали та їх параметри
show interfaces vlan vlan-id	Виведення інформації про параметри інтерфейсу певної VLAN. Інтерфейс повинен бути попередньо створений

Приклад налаштування маршрутизації між віртуальними мережами з використанням групування портів та транкового протоколу 802.1Q

Розглянемо специфіку налаштування маршрутизації з використанням групування портів та транкового протоколу 802.1Q для мережі, схема якої наведена на рис. 13.1.

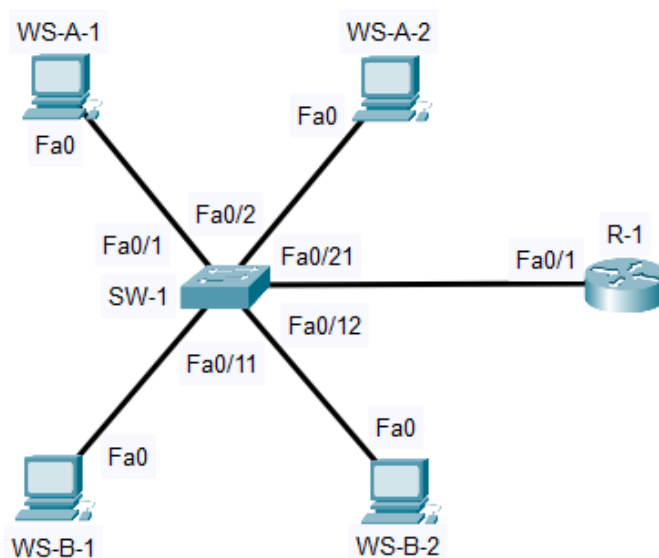


Рисунок 13.1 – Приклад мережі

Для даної мережі для з'єднання пристроїв використано дані табл. 13.2. Для налаштування параметрів адресації використано дані табл. 13.3.

Таблиця 13.2 – Параметри інтерфейсів пристроїв для прикладу

Пристрій	Канал	Інтерфейси	Підключення до пристрою	Підключення до інтерфейсів	№ VLAN
Маршрутизатор R-1	Транковий канал зв'язку	Fa0/1	Комутатор SW-1	Fa0/21	–
Робоча станція WS-A-1	Канал підключення PC	Fa0		Fa0/1	10
Робоча станція WS-A-2	Канал підключення PC	Fa0		Fa0/2	10
Робоча станція WS-B-1	Канал підключення PC	Fa0		Fa0/11	20
Робоча станція WS-B-2	Канал підключення PC	Fa0		Fa0/12	20

Продовження таблиці 13.2

Пристрій	Канал	Інтерфейси	Підключення до пристрою	Підключення до інтерфейсів	№ VLAN
Комутатор SW-1	Канал підключення PC	Fa0/1	Робоча станція WS-A-1	Fa0	10
	Канал підключення PC	Fa0/2	Робоча станція WS-A-2	Fa0	10
	Канал підключення PC	Fa0/11	Робоча станція WS-B-1	Fa0	20
	Канал підключення PC	Fa0/12	Робоча станція WS-B-2	Fa0	20
	Транковий канал зв'язку	Fa0/21	Маршрутизатор R-1	Fa0/1	–

Таблиця 13.3 – Параметри адресації мережі для прикладу

Мережа / Пристрій	Інтерфейс/Мережевий адаптер/Шлюз	IP-адреса	Маска	Префікс
Підмережа А	–	193.1.1.0	255.255.255.0	/24
Підмережа В	–	194.1.1.0	255.255.255.0	/24
Маршрутизатор R-1	Підінтерфейс Fa0/1.10	193.1.1.254	255.255.255.0	/24
	Підінтерфейс Fa0/1.20	194.1.1.254	255.255.255.0	/24
Робоча станція WS-A-1	Мережевий адаптер	193.1.1.1	255.255.255.0	/24
	Шлюз за замовчуванням	193.1.1.254	–	–
Робоча станція WS-A-2	Мережевий адаптер	193.1.1.2	255.255.255.0	/24
	Шлюз за замовчуванням	193.1.1.254	–	–
Робоча станція WS-B-1	Мережевий адаптер	194.1.1.1	255.255.255.0	/24
	Шлюз за замовчуванням	194.1.1.254	–	–
Робоча станція WS-B-2	Мережевий адаптер	194.1.1.2	255.255.255.0	/24
	Шлюз за замовчуванням	194.1.1.254	–	–

Сценарії створення VLAN, налаштування належності портів до певних VLAN та транкового каналу для комутатора SW-1, а також налаштування транкового каналу для маршрутизатора R-1 наведені нижче:

...

```
SW-1>enable
```

```
SW-1#configure terminal
```

```
SW-1(config)#vlan 10
```

```
SW-1(config-vlan)#name LAN-A-VLAN10
```



```
SW-1(config-vlan)#exit
SW-1(config)#interface range FastEthernet 0/1-10
SW-1(config-if-range)#switchport mode access
SW-1(config-if-range)#switchport access vlan 10
SW-1(config-if-range)#exit
SW-1(config)#vlan 20
SW-1(config-vlan)#name LAN-B-VLAN20
SW-1(config-vlan)#exit
SW-1(config)#interface range FastEthernet 0/11-20
SW-1(config-if-range)#switchport mode access
SW-1(config-if-range)#switchport access vlan 20
SW-1(config-if-range)#exit
SW-1(config)#interface FastEthernet 0/21
SW-1(config-if)#switchport mode trunk
SW-1(config-if)#switchport nonegotiate
SW-1(config-if)#switchport trunk allowed vlan add 10,20
SW-1(config-if)#exit
SW-1(config)#
...
...
R-1>enable
R-1#configure terminal
R-1(config)# interface FastEthernet 0/1
R-1(config-if)#no shutdown
R-1(config-if)#interface FastEthernet 0/1.10
R-1(config-subif)#encapsulation dot1q 10
R-1(config-subif)#ip address 193.1.1.254 255.255.255.0
R-1(config-subif)#exit
R-1(config-if)#interface FastEthernet 0/1.20
R-1(config-subif)#encapsulation dot1q 20
R-1(config-subif)#ip address 194.1.1.254 255.255.255.0
R-1(config-subif)#exit
R-1(config-if)#
...
```

Результати виконання основних команд діагностики для даного сценарію наведено на рис. 13.2 – 13.5.

```
R-1#show interface FastEthernet 0/1.10
FastEthernet0/1.10 is up, line protocol is up (connected)
  Hardware is PQICC_FEC, address is 0060.4778.7101 (bia 0060.4778.7101)
  Internet address is 193.1.1.254/24
  MTU 1500 bytes, BW 100000 Kbit, DLY 100 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
  Encapsulation 802.1Q Virtual LAN, Vlan ID 10
  ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00,
  Last clearing of "show interface" counters never
```

Рисунок 13.2 – Перегляд інформації про підінтерфейс

```
SW-1#show vlan
```

VLAN Name	Status	Ports
1 default Gig0/1	active	Fa0/22, Fa0/23, Fa0/24, Gig0/2
10 LAN-A-VLAN10	active	Fa0/1, Fa0/2, Fa0/3, Fa0/4 Fa0/5, Fa0/6, Fa0/7, Fa0/8 Fa0/9, Fa0/10
20 LAN-B-VLAN20 Fa0/14 Fa0/18	active	Fa0/11, Fa0/12, Fa0/13, Fa0/15, Fa0/16, Fa0/17, Fa0/19, Fa0/20
1002 fddi-default	active	
1003 token-ring-default	active	
1004 fddinet-default	active	
1005 trnet-default	active	

VLAN Type	SAID	MTU	Parent	RingNo	BridgeNo	Stp	BrdgMode	Transl	Trans2
1	enet	100001	-	-	-	-	-	0	0
10	enet	100010	-	-	-	-	-	0	0
20	enet	100020	-	-	-	-	-	0	0
1002	fddi	101002	-	-	-	-	-	0	0
1003	tr	101003	-	-	-	-	-	0	0
1004	fdnet	101004	-	-	-	ieee	-	0	0
1005	trnet	101005	-	-	-	ibm	-	0	0

VLAN Type	SAID	MTU	Parent	RingNo	BridgeNo	Stp	BrdgMode	Transl	Trans2
1	enet	100001	-	-	-	-	-	0	0
10	enet	100010	-	-	-	-	-	0	0
20	enet	100020	-	-	-	-	-	0	0
1002	fddi	101002	-	-	-	-	-	0	0
1003	tr	101003	-	-	-	-	-	0	0
1004	fdnet	101004	-	-	-	ieee	-	0	0
1005	trnet	101005	-	-	-	ibm	-	0	0

Рисунок 13.3 – Перегляд повної інформації про віртуальні мережі

```
SW-1#show vlan brief
```

VLAN Name	Status	Ports
1 default Gig0/1	active	Fa0/22, Fa0/23, Fa0/24, Gig0/2
10 LAN-A-VLAN10	active	Fa0/1, Fa0/2, Fa0/3, Fa0/4 Fa0/5, Fa0/6, Fa0/7, Fa0/8 Fa0/9, Fa0/10
20 LAN-B-VLAN20 Fa0/14 Fa0/18	active	Fa0/11, Fa0/12, Fa0/13, Fa0/15, Fa0/16, Fa0/17, Fa0/19, Fa0/20
1002 fddi-default	active	
1003 token-ring-default	active	
1004 fddinet-default	active	
1005 trnet-default	active	

Рисунок 13.4 – Перегляд інформації про VLAN у скороченому вигляді

```
SW-1#show interfaces FastEthernet 0/21 switchport
Name: Fa0/21
Switchport: Enabled
Administrative Mode: trunk
Operational Mode: trunk
Administrative Trunking Encapsulation: dot1q
Operational Trunking Encapsulation: dot1q
Negotiation of Trunking: Off
Access Mode VLAN: 1 (default)
Trunking Native Mode VLAN: 1 (default)
Voice VLAN: none
Administrative private-vlan host-association: none
Administrative private-vlan mapping: none
Administrative private-vlan trunk native VLAN: none
Administrative private-vlan trunk encapsulation: dot1q
Administrative private-vlan trunk normal VLANs: none
Administrative private-vlan trunk private VLANs: none
Operational private-vlan: none
Trunking VLANs Enabled: 10,20
Pruning VLANs Enabled: 2-1001
Capture Mode Disabled
Capture VLANs Allowed: ALL
Protected: false
Unknown unicast blocked: disabled
Unknown multicast blocked: disabled
Appliance trust: none
```

Рисунок 13.5 – Перегляд інформації про інтерфейс FastEthernet 0/21

Для перевірки доступності робочої станції використовується команда ping, для перевірки маршруту передачі даних використовується команда traceroute.

```

SW-1#show interfaces trunk
Port      Mode      Encapsulation  Status      Native vlan
Fa0/21    on        802.1q         trunking    1

Port      Vlans allowed on trunk
Fa0/21    10,20

Port      Vlans allowed and active in management domain
Fa0/21    10,20

Port      Vlans in spanning tree forwarding state and not pruned
Fa0/21    10,20

```

Рисунок 13.6 – Перегляд інформації про транкові канали

Хід роботи

1. В середовищі Cisco Packet Tracer створити проект мережі (рис. 13.2). Звернути увагу на вибір обладнання, мережевих адаптерів та каналів зв'язку. З'єднання між SW-G-N-3 та SW-G-N-1 і SW-G-N-2 та між SW-G-N-3 і R-G-N-1 має бути виконано через Gigabit Ethernet порти, як показано на схемі. Для побудованої мережі заповнити описову таблицю, яка аналогічна табл. 13.3.

Підключити SERV-G-N-1 – SERV-G-N-6 до портів SW-G-N-1 – SW-G-N-2 таким чином, щоб вони потрапили у VLAN відповідно до варіанту (таблиці А.19 та А.20).

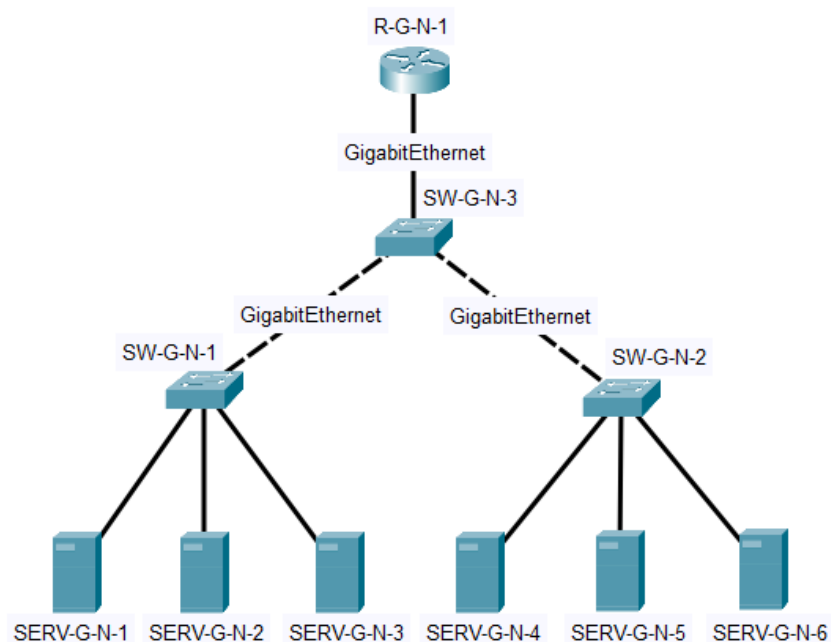


Рисунок 13.2 – Схема мережі

Примітка: на схемі замість літери G вказати номер групи, замість N – номер варіанту

2. Провести базове налаштування маршрутизаторів та комутаторів, мережевих інтерфейсів та з'єднань.

3. Розробити схему адресації пристроїв згідно варіанту (таблиця А.21). Призначити IP-адреси серверам, використовуючи першу і другу доступну адреси та маску /24. Останню доступну адресу призначити відповідному підінтерфейсу R-G-N-1. Результати навести у вигляді таблиці, яка аналогічна табл. 13.4.

4. Провести налаштування параметрів IP-адресації пристроїв мережі у відповідності до даних п. 3.

5. На кожному комутаторі налаштувати віртуальні мережі VLAN10, VLAN20 та VLAN30. Ввести до VLAN10, VLAN20 та VLAN30 порти відповідно номеру варіанту. Забезпечити можливість передачі даних між різними віртуальними мережами через маршрутизатор. Перевірити з'єднання між всіма пристроями мережі.

6. Дослідити особливості отримання службової та діагностичної інформації за допомогою відповідних команд.

7. Оформити звіт до практичної роботи, який повинен обов'язково містити: назву дисципліни, номер роботи, прізвище та ім'я студента, що її виконав, номер варіанту завдання, скріншоти основних етапів виконання завдання (побудова схеми мережі, налаштування пристроїв, налаштування адресації, налаштування маршрутизації між віртуальними мережами, перевірка зв'язку між пристроями, перегляд діагностичної інформації) та короткі текстові пояснення до них, таблиці інтерфейсів пристроїв, адресації мережі.

Контрольні запитання

1. Віртуальні локальні мережі.
2. Групування потів та транковий протокол.
3. Підінтерфейси.
4. Порядок налаштування віртуальних мереж.
5. Команди налаштування віртуальних мереж.
6. Команди моніторингу та діагностики віртуальних мереж.