

МЕТОДИ ДОСТУПУ

1. Загальна характеристика методів доступу

Локальна комп'ютерна мережа об'єднує між собою абонентські станції за допомогою спільно використовуваного середовища передачі даних. При цьому одночасна передача кількома станціями своїх кадрів є неможливою, оскільки веде до перекручення і втрати обох кадрів – виникає колізія (конфлікт). Виникає необхідність у визначенні методів (правил), за якими станції отримують доступ до поділюваного середовища і, відповідно, права на передачу. Тому в кожній мережі застосовується той або інший метод доступу, що упереджує виникнення конфліктів між станціями.

Метод доступу (метод арбітражу або метод управління обміном) – це спосіб визначення того, яка з абонентських станцій зможе наступною використовувати поділюване середовище для передачі даних.

Метод доступу визначає технологію спільного використання середовища множиною вузлів мережі.

Метод доступу – одна з найважливіших характеристик мережі. Від його ефективності залежить швидкість обміну інформацією в мережі, її навантажувальна здатність, час реакції мережі на зовнішні події та інше.

Тип методу доступу багато в чому визначається особливостями топології мережі, проте не пов'язаний з нею жорстко. Основні методи доступу показано на рис.1. Методи доступу поділяються на:

- централізовані – управління доступом зосереджене в одному вузлі;
- децентралізовані – виділений центр управління відсутній.

Перевагою централізованих методів є відсутність конфліктів, а їх недолік – нестійкість до відмов центрального вузла. Перевагою децентралізованих методів є висока стійкість до відмов, а недолік – виникнення конфліктів, які необхідно усувати.

Децентралізовані методи доступу у свою чергу поділяються на:

- детерміновані – передбачають порядок надання доступу до середовища передачі за визначеними правилами; виникнення конфліктів при цьому майже виключається;
- випадкові – передбачають довільний (випадковий) порядок доступу до середовища передачі; виникнення конфліктів при цьому є очікуваним і вимагаються способи їх розрізнення.



Рис. 1. Основні методи доступу

Випадкові методи гірше працюють при великій інтенсивності обміну в мережі і не гарантують абоненту час доступу. Час доступу – інтервал між виникненням необхідності передавати і отриманням можливості передати кадр. Проте вони є більш стійкими до відмов мережевого обладнання і більш ефективно використовують мережу при малій інтенсивності обміну. Допустимим вважається навантаження не вище 30-40%. При більшому навантаженні різко зростає кількість колізій, що приводить до різкого падіння продуктивності мережі – настає колапс, або крах мережі.

2. Метод доступу CSMA/CD

Метод доступу CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) або метод множинного доступу з прослуховуванням несучої і розрізненням колізій, що використовується в технології Ethernet, є одним з найбільш поширених децентралізованих методів.

Метод полягає у наступному. Кожна абонентська станція прослуховує канал, щоб з'ясувати, чи є він вільний в даний момент. Якщо середовище вільне, то станція, яка має кадр для передачі, починає його передавати. У разі виявлення сигналу, що свідчить про вже розпочату передачу іншою станцією, передача свого кадру припиняється на деякий інтервал часу, після якого спроба отримати доступ до каналу повторюється.

Після завершення передачі кадру станція має витримати паузу в 9,6 нс – міжкадровий інтервал (inter packet gap).

Конкуренція між станціями за захоплення середовища передачі (каналу), як зображено на рис. 2, може привести до виникнення колізій, викликаних тим, що:

- дві станції виявляють, що середовище передачі вивільнилось, і одночасно розпочинають передачу своїх кадрів;
- дві станції розпочинають передачу майже одночасно - протягом інтервалу, що менший за час затримки сигналу в лінії передачі.

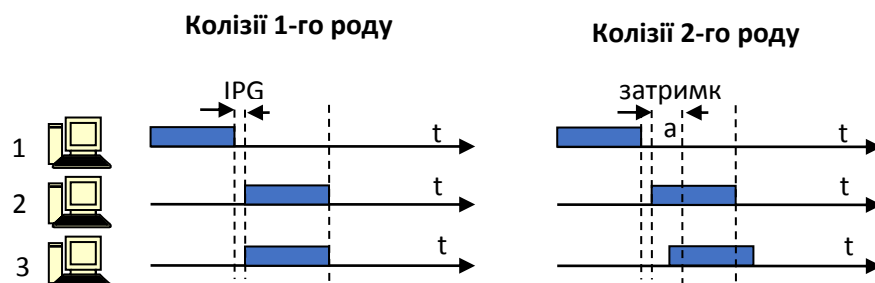


Рис. 2. Виникнення колізії в алгоритмі CSMA/CD

При виявленні колізії станції переривають передачу своїх кадрів і переходять в режим очікування. Час очікування у кожній станції вибирається випадковим чином і може складати від 0 до 52,4 мс. По закінченню часу очікування здійснюється спроба відновлення перерваної передачі. Тобто метод доступу CSMA/CD є випадковим. Приклад роботи алгоритму CSMA/CD показано на рис. 3.

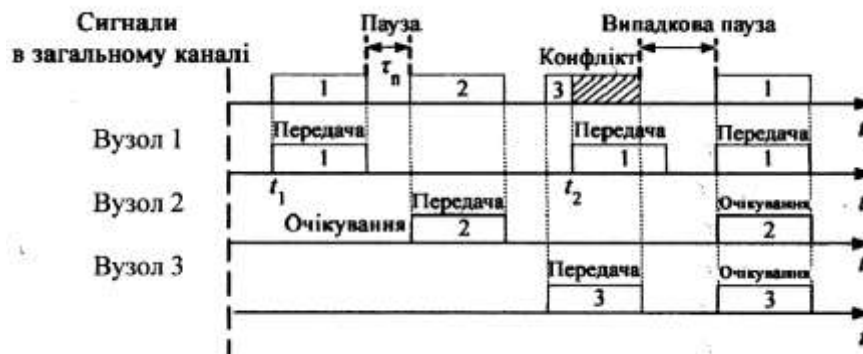


Рис. 3. Приклад роботи алгоритму протоколу CSMA/CD

Вузол 1 першим просканував загальний канал і не виявив CS, або CD. Вузол 1 передає свій пакет у загальний канал, що був вільний. Його отримують всі інші вузли (ПК). Вузол 2 теж хоче передати, але чекає на звільнення загального каналу плюс пауза, протягом якої може прийти CD. Потім Вузол 2 передає свій пакет у загальний канал. Аналогічно, Вузол 3 отримує доступ до загального каналу та передає свій пакет. Проте, в цей момент можливо Вузол 1 не виявив, що загальний канал – зайнятий і почав передачу пакета (заштриховано на рис. 11.3. В цьому разі інформація у загальній шині буде змінена та не співпадатиме з контрольною сумою. У цьому разі всі Вузли зупиняють передачу на термін, що визначається часом отримання 32 bits на швидкості 10 Mbit/sec за максимальної кількості повторень 16.

$$32 * \frac{16}{10^7} = 51,2 \text{ мкс}$$

Якщо 16 повторень не дали результат - дається access denied (т. зв. усічений двійковий алгоритм відстрочки). Для зменшення колізій при проектуванні мережі встановлюється коефіцієнт завантаження мережі до 30%. Колізія призводить до затримки у роботі мережі, тому її варто відразу виявляти.

Мережеві адаптери могли б розпізнавати колізії на основі порівняння даних, що передаються абонентом, з даними на лінії зв'язку. Але таке просте порівняння можливе лише у випадку найпростішого полярного кодування (код NRZ). Застосування іншого виду кодування вимагає свого підходу до розпізнавання колізій. Зокрема при використанні коду Манчестер-II (манчестерський код, в якому один з двох рівнів сигналу нульовий), використовується та обставина, що за відсутності колізій сигнал на лінії завжди має постійну складову, яка дорівнює половині його розмаху (так званий сигнал за несучою частотою – Carrier Sense), а у випадку колізій це правило виконуватись не буде, оскільки цей сигнал про колізію (32 bit jam signal) відправляється в загальний канал станцією, що виявила не співпадіння контрольної суми у пакета. Тобто, встановлено колізію – Collision Detection (CD). Саме за виходом рівня постійної складової за встановлені межі кожний мережевий адаптер і визначає наявність колізій в мережі, оскільки за умови колективного доступу всі мережеві адаптери відразу отримують дані, які передає один з них – Multiply Access (MA)

Для випадкових методів управління доступом (всіх) важливим є питання про те, якою має бути мінімальна тривалість кадру, щоб колізію (другого роду) могли визначити всі абоненти. Її можна оцінити на основі наступного розрахунку.

Розглянемо мережу діаметру L , в якій сигнали поширюються по кабелю зі швидкістю V . Нехай абонент 1 завершив передачу, а у абонентів 2 і 3 виникла необхідність передачі даних. Абонент 2 розпочне передачу зразу після вивільнення середовища передачі. А абонент 3 дізнається про цю подію

лише через час L/V . Кадр від абонента 3 дійде до абонента 2 ще через час L/V після початку передачі. До цього часу передача абонента 2 ні в якому разі не повинна завершитись, інакше він не виявить колізії. Тому одержуємо, що мінімально допустима тривалість кадру в мережі має складати $2 L/V$. Цей час називається подвоєним, або круговим, часом затримки сигналу в мережі, або PDV (Path Delay Value), як показано на рис. 11.4.

$PDV=2 L/V$ можна розглядати як міру одночасності подій в мережі. Наприклад, маємо для оптоволоконної мережі, що працює за технологією Ethernet, довжина мережі не може бути більша, ніж найвіддаленіший ПК, який може вчасно отримати повідомлення про колізії та повторити відправку останнього пакета.

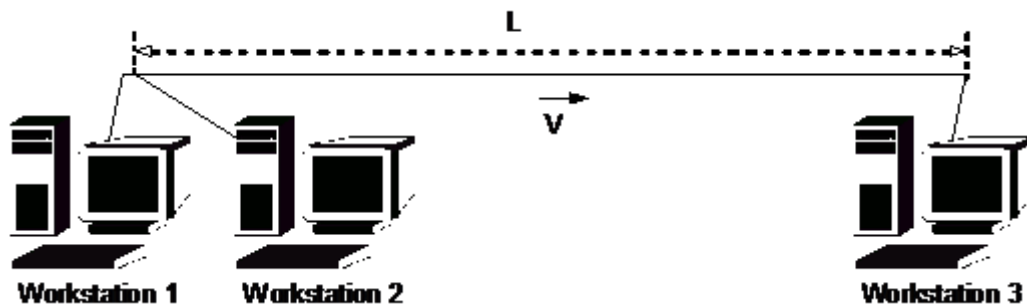


Рис. 4. Обрахунок кругового часу затримки сигналу в мережі

Якщо мінімальний розмір пакета Ethernet складає $64 + 8$ (преамбула) = $72 \text{ bytes} = 576 \text{ bits}$. А сигнал рухається мережею зі швидкістю $0,6-0,9$ від швидкості світла, то час отримання повідомлення про колізії за пропускну здатності мережі 10 Mbit/s складає $576 \cdot 10^{-7} = 57,6 \text{ мкс}$ (так званий Round Time Trip)

А відстань на яку може сягати Ethernet, забезпечуючи захист від колізії визначається як

$$0,6 \cdot 300 \cdot 10^3 \cdot \frac{57,6}{2} = 5,2 \text{ км.}$$

$0,6$ – коефіцієнт, що вказує на зменшення швидкості передачі,

порівняно з швидкістю світла;

$300 \cdot 10^3$ – швидкість світла, км/с;

$57,2$ – час проходження сигналу про колізію в одному напрямку.

У стандарті вказується, що відстань між станціями з оптоволоконним кабелем не перевищує 2 км, оскільки повторювачі та ін. мережеве обладнання також збільшують час отримання повідомлення про колізію.

З вищенаведеного розрахунку витікає наступне, що вказує на недоліки CDMA/CD:

1) якщо зменшити кількість даних в пакеті, то зменшиться відстань на яку може сягати Ethernet, забезпечуючи захист від колізії. Так званий діаметр домена колізії.

2) Якщо в мережі збільшити пропускну здатність мережі до 100 Mbit/s, то діаметр домена колізії зменшиться до 520 м.

Наприклад, топологія мережі, що зображена на рис. 11.5, містить 6 ПК, три концентратора і один комутатор. Відповідно, мережа містить три домени колізій, тобто три сегменти мережі абоненти яких (ПК) конкурують між собою за передачу сигналів у загальний канал.

Також використання комутаційного обладнання підвищує надійність роботи мережі. У випадку обриву в загальній шині всі ПК не працюватимуть з мережею. Проте, якщо обрив відбудеться у підмережі, що обмежена концентратором, то інші частини мережі – працюватимуть.

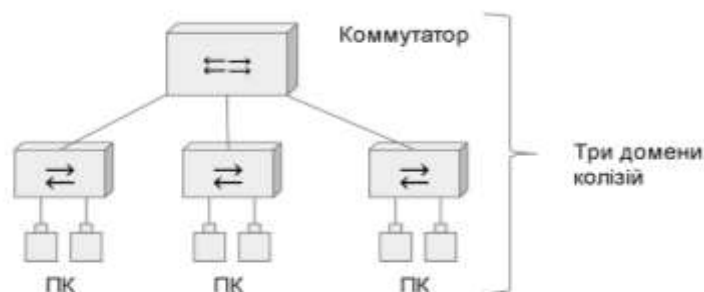


Рис. 11.5. Топологія мережі, що містить три домени колізії

2. Метод доступу CSMA/CA

Для уникнення колізій при передачі інформації в безпроводних мережах використовується алгоритм протоколу CSMA/CA із запобіганням колізії.

Оскільки радіопередавачі в основному працюють в напівдуплексному режимі даними, обмін даними відбувається послідовно: один передає дані, а інший – приймає. Окрім цього сигнал передавача може бути набагато сильніший за сигнал приймача. В цьому разі сигнал приймача і сигнал про колізію можуть бути нівельовані зовнішніми шумами.

Тому використовується алгоритм запобігання колізії. Цей алгоритм дещо складніший, ніж алгоритм Collision Detection, оскільки мережа на фізичному рівні є безпроводною.

Алгоритм протоколу CSMA/CA схожий з протоколом це CSMA/CD, оскільки канал прослуховується перед початком відправки пакету. Однак, є наступні відмінності:

- якщо станція-відправник готова переслати кадри, то вона починає період мовчання випадкової довжини;
- якщо період мовчання закінчився і канал не зайнятий, то станція-відправник відсилає кадр;
- якщо кадр дійшов до станції-отримувача, та відсилає станції-відправнику коротке підтвердження (якщо кадр не дійшов, підтвердження немає);
- якщо станція-відправник не отримала підтвердження, то вона подвоює період мовчання та повторює спробу відправки, нарощуючи довжину паузи, поки кадр успішно не буде відправлений, або не буде досягнуто максимальну кількість повторів.

Приклад роботи алгоритму протоколу CSMA/CA показано на рис. 6. Як видно з рис. 6, станція-відправник I відправляє кадр першою. В цей момент часу станція-відправник II та станція-відправник III знаходяться в

режимі випадкового очікування, оскільки вони знають що канал до станції-отримувача – зайнятий. Після отримання підтвердження станцією-відправником I, станції переходять в режим мовчання. Станції II та III не відправляють свої кадри, оскільки це призвело б до колізії, а починають випадкове очікування. Станція III має короткий період очікування тому вона відправляє дані першою, а станція II після випадкового очікування потрапляє в період мовчання, оскільки станція II отримала підтвердження. Після завершення мовчання станція II завершує випадкове очікування та лише потім відправляє кадр.

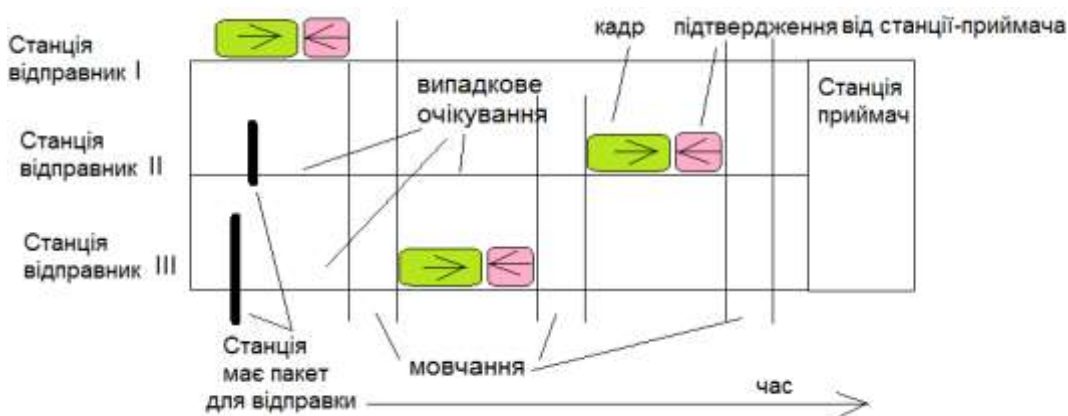


Рис. 6. Приклад роботи алгоритму протоколу CSMA/CA

3. Метод доступу TPMA

Метод доступу TPMA (Token Passing Multiple Access) – метод з передачею маркера, або маркерний метод. Застосовується в мережах з кільцевою топологією та відноситься до децентралізованих детермінованих методів.

Суть методу полягає у наступному. Кільце розглядається як спільний поділюваний ресурс, доступ до якого здійснюється у відповідності з алгоритмом передачі станціям права на використання кільця за допомогою кадру, який називається маркером.

Маркер – унікальний кадр даних, що постійно циркулює між вузлами

кільцевої мережі і визначає право на доступ станції до кільця.

Мережа з маркерним доступом контролюється так названим активним монітором – абонентською станцією, яка вибирається при ініціалізації мережі. Основними функціями активного монітора є:

- генерація маркера;
- контроль за наявністю маркера: якщо після генерації маркер не повертається активному монітору протягом певного часу, то генерується і запускається в кільце новий маркер.

Алгоритм роботи маркерного метода доступу показано на рис. 7 та є наступним:

1. Абонент 1, що має дані для відправки, скажімо, абоненту 3, має дочекатись надходження вільного маркера (ВМ).

2. Отримавши маркер, абонент 1 помічає маркер як зайнятий (ЗМ), додає до нього свій кадр (К) і відправляє цю посилку ЗМ+К наступному в кільці абоненту. Інші абоненти, отримавши посилку ЗМ+К, перевіряють, чи не співпадає адреса призначення з їх адресою, та якщо ні – передають посилку далі по кільцю.

3. Абонент 3, якому адресована посилка, приймає кадр, встановлює в маркері біт підтвердження прийому (ПМ) і передає посилку ПМ+К далі по кільцю.

4. Посилка ПМ+К доставляється абоненту 1, пройшовши через все кільце. Абонент 1 помічає маркер як вільний, видаляє з посилки свій кадр і передає вільний маркер ВМ далі по кільцю.

Головна перевага метода ТРМА перед CSMA/CD полягає в тому, що в ньому гарантується час доступу абонентів до середовища передачі $T: T=(N-1)tk$, де N – число абонентів в мережі, tk – час проходження кадру по кільцю. Маркерний метод доступу значно більш ефективніший, ніж випадкові методи, при великій інтенсивності обміну в мережі – при завантаженості понад 30-40%. Він забезпечує можливість роботи з великим навантаженням,

яке теоретично може досягати 100%.

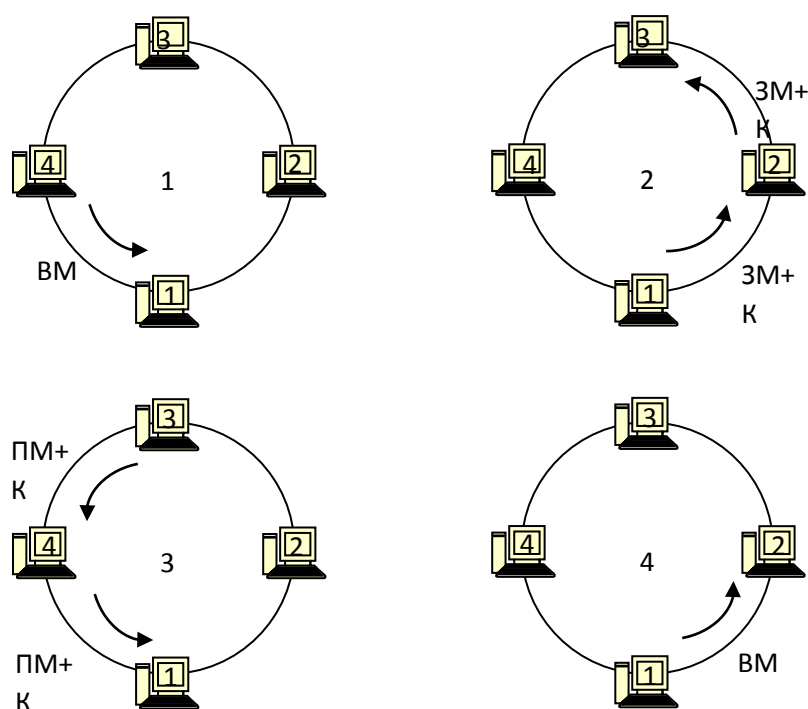


Рис. 7. Алгоритм маркерного метода доступу

4. Метод доступу DPP

Метод доступу DPP (Demand Priority Protocol) – метод пріоритетних запитів, або метод пріоритетного доступу на вимогу застосовується в мережах з зірковою топологією і відноситься до централізованих сховища.

Сутність методу полягає у передачі центральному вузлу функції арбітра мережі, який визначає порядок доступу до поділюваного середовища, як показано на рис. 8. В якості центрального вузла може виступати комп'ютер (центральный абонент), або концентратор. Концентратор – багатопортовий повторювач: сигнали, що надходять на один з портів, дублюються на всі інші порти.

В методі пріоритетного доступу на вимогу центральный вузол циклічно опитує свої порти. Якщо периферійному вузлу необхідно передати дані, він передає на порт центрального вузла спеціальний сигнал та повідомляє

пріоритет кадру, який збирається передати.

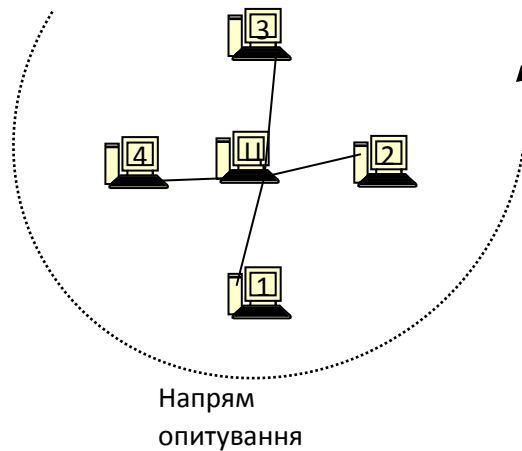


Рис. 8. Алгоритм метода пріоритетного доступу на вимогу

Високий пріоритет відповідає даним, що чутливі до часових затримок (аудіо, відео, дані прикладних додатків, що працюють в режимі реального часу). Дані, для яких фактор часу менш вагомий, отримують низький пріоритет. Крім того, враховується частота отримання периферійними вузлами доступу до середовища передачі: якщо вузол протягом тривалого часу не отримував дозволу на передачу, пріоритет його кадрів зростає.

Якщо середовище передачі вільне, центральний вузол дозволяє передачу і, отримавши від периферійного вузла кадр, пересилає його за адресою призначення. Якщо середовище передачі є зайнятим, то заявка на передачу даних ставиться в чергу і обробляється відповідно до порядку надходження та пріоритетів кадрів. Пріоритети кадрів абонентів можуть визначатись за їх фізичним розташуванням: в кожний момент часу найвищий пріоритет отримує наступний за розташуванням абонент.

Метод гарантує, що жодному абоненту не доведеться чекати своєї черги надто довго. Максимальний час доступу для будь-якого абонента буде дорівнювати сумарному часу передачі кадрів всіх абонентів мережі, крім даного.

Ніяких колізій в даному методі бути не може, оскільки рішення про

надання доступу приймається центральним вузлом (якому ні з ким конфліктувати). Якщо всі абоненти дуже активні, то всі вони передаватимуть по черзі, а центральний вузол має бути надзвичайно надійним.

Швидкість управління в методі є невисокою, адже навіть коли передає дані лише один абонент, після передачі кожного кадру він має очікувати, поки центральний вузол не завершить опитування всіх інших абонентів.

Тестові завдання

Встановити кількість доменів колізії для топології мережі, що показана нижче.

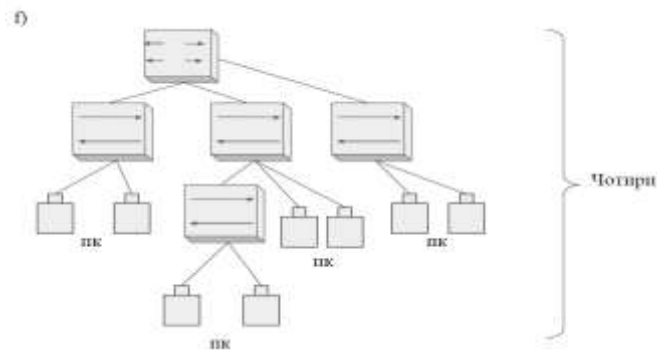


Рис. 9. Варіант завдання 1

Наприклад: Скільки доменів колізії?

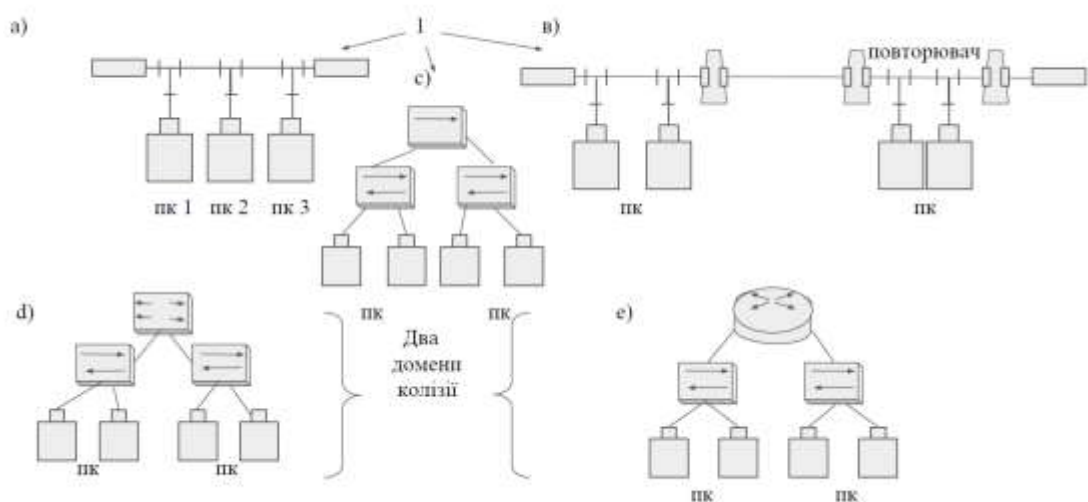


Рис. 10. Варіант завдання 2 Вищевказані

завдання виконуються самостійно, відповідно до варіанту.