

Вступ

Необхідність усунення топологічних петель в мережі Ethernet впливає з того, що їх наявність в реальній мережі Ethernet з комутаторами з високою ймовірністю призводить до нескінченних повторів передачі одних і тих же кадрів одним і більше комутатором, від чого пропускна здатність мережі виявляється майже повністю зайнятою цими марними повторами. У цих умовах, хоча формально комп'ютерна мережа може продовжувати працювати, на практиці її продуктивність стає настільки низькою, що може виглядати як повна її відмова [1]. Алгоритм покривного дерева STA (Spanning Tree Algorithm) [2] забезпечує стабільну роботу комп'ютерної мережі шляхом аналізу топології та усунення петель між комутаторами, створюючи дерево передачі пакетів між комутаторами за стандартом IEEE 802.1D.

Постановка задачі

На станції Нижньодніпровськ-Вузол діє комп'ютерна мережа Ethernet, в якій є своя серверна, що відповідає за правильну роботу та функціонування всіх вузлів мережі, технічні виконавчі контори, які відповідають за аналіз роботи залізничної станції та своєчасне виправлення несправностей, а також лабораторія, що відповідає за діагностування об'єкту. Загальну структуру існуючої комп'ютерної мережі станції Нижньодніпровськ-Вузол, що складається з 3-х маршрутизаторів та 6-ти комутаторів, представлено на рис. 1.

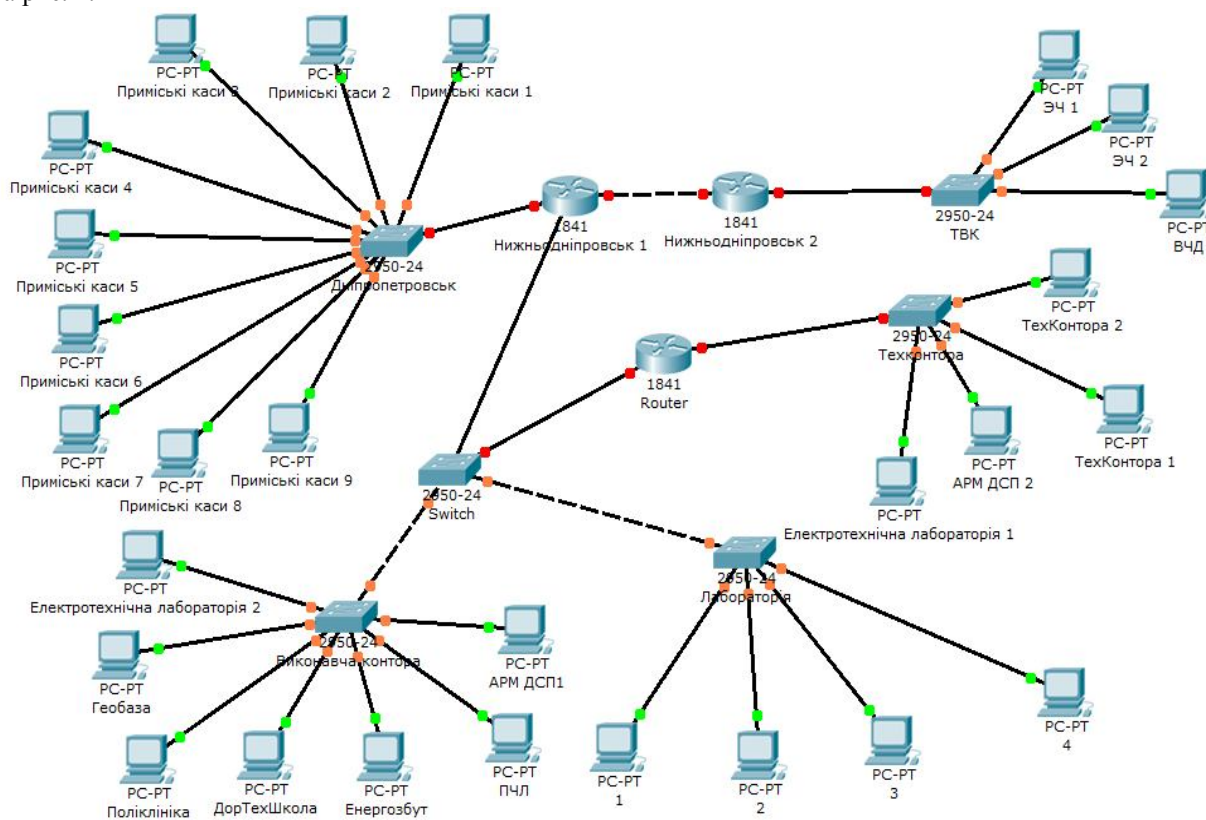


Рисунок 1 – Існуюча структура комп'ютерної мережі станції Нижньодніпровськ-Вузол

Логічна структуризація мережі Ethernet призвела до використання комутаторів, але при використанні комутації погано управляється широкомовний трафік, невеликі можливості забезпечення безпеки, маршрутизація збільшує накладні витрати й ускладнює адміністрування мережі, не виключається і ручне втручання адміністратора, яке вимагає досить багато часу і зусиль і може закінчитися установкою некоректного з'єднання. Тому доцільно розглянути можливість використання технології віртуальних локальних мереж VLAN (Virtual Local Area Network) [3], що увібрала в себе краще з сучасних мережних технологій та вирішує названі проблеми функціонування мережі. Крім того, комутатори VLAN підтримують алгоритм покривного дерева, основним завданням якого є приведення мережі Ethernet з множинними зв'язками до деревовидної топології, що виключає цикли пакетів. Це відбувається шляхом автоматичного блокування непотрібних в даний момент для повної зв'язності портів, тому першочерговим є дослідження саме конфігурації покривного дерева в комп'ютерній мережі.

Аналіз по темі дослідження

Організація віртуальних локальних мереж можлива за декількома механізмами [4-5], основні з яких: групування за портами, групування за MAC-адресами, за стандартом IEEE 802.1Q; переваги останнього

механізму сформульовані в [6]. Алгоритм STA використовується при з'єднанні між собою двох і більше комутаторів дублюючими зв'язками. Комутатори на основі обміну службовими пакетами вивчають топологію мережі та вибирають її оптимальну деревоподібну конфігурацію [4]. Резервні зв'язки, що утворюють петлі, відключаються, шляхом блокування відповідних портів комутатора. Для забезпечення можливості резервування з'єднань, алгоритм STA визначає дерево з мережних комутаторів. Алгоритм STA, обчисливши дублюючі шляхи для даних, блокує їх, переводячи в режим очікування. У разі, якщо сегмент мережі стає недоступним, або змінюється вага шляху графа алгоритм STA перебудовує дерево і, якщо потрібно, активує резервні з'єднання. Робота алгоритму STA непомітна для кінцевих вузлів в мережі, і неважливо, чи підключені вони до одного сегмента VLAN, або до VLAN з безліччю сегментів. Можливість передачі інформації між комунікаційним обладнанням здійснюється шляхом передачі кожним STA-сумісним пристроєм протокольних блоків даних моста BPDU (Bridge Protocol Data Unit) [4, 7]. Пакети BPDU розміщуються в полі даних кадрів каналного рівня (кадрів Ethernet). Всі комутатори повинні підтримувати загальний груповий адрес, за допомогою якого кадри, що містять пакети BPDU, передаються одночасно всім комутаторам мережі. Формат пакета BPDU відображений на рис. 2.

Ідентифікатор протоколу (2 байта)	Тип BPDU (1 байт)	Флаг (1 байт)	Ідентифікатор кореневого комутатора (8 байтів)	Відстань до кореня (2 байта)	Ідентифікатор комутатора (8 байтів)	Ідентифікатор порту (2 байта)	Час життя повідомлення (2 байта)	Максимальний час життя повідомлення (2 байта)	Інтервал Hello (2 байта)	Затримка зміни стану (2 байта)
--------------------------------------	-------------------	---------------	---	---------------------------------	--	----------------------------------	-------------------------------------	---	--------------------------	-----------------------------------

Рисунок 2 – Формат пакета BPDU

Слід зауважити, що комутатори повинні підтримувати одну і ту ж версію протоколу STA [4], інакше може встановитися активна конфігурація з петлями. Існує два типи BPDU: конфігураційний BPDU, тобто заявка на можливість стати кореневим комутатором, на підставі якої відбувається визначення активної конфігурації, і реконфігураційний BPDU, який надсилається комутатором, що виявив подію, яка вимагає проведення реконфігурації (відмова лінії зв'язку, відмова порту, зміна пріоритетів комутатора або портів). Час життя повідомлення вимірюється в одиницях по 0.5 с та служить для виявлення застарілих повідомлень; коли пакет BPDU проходить через комутатор, той додає до часу життя пакета час його затримки даним комутатором. Якщо пакет BPDU має час життя, що перевищує максимальний, то він ігнорується комутаторами. У реконфігураційному пакеті BPDU відсутні всі поля, крім двох перших.

Для того, щоб комутатори могли ідентифікувати себе та своїх ближніх і дальніх сусідів по мережі, кожен комутатор, що підтримує STA [4, 7], має унікальний ідентифікатор, який складається з двох частин. Молодшу частину становить MAC-адреса комутатора, що має довжину 6 байтів. Старша частина, що має довжину 2 байти, є пріоритетом даного комутатора, і його може змінювати адміністратор мережі на свій розсуд. Порти всередині кожного комутатора також мають свої ідентифікатори. Ідентифікатор порту складається з 2 байтів, перший з яких (старший) може змінюватися адміністратором і є пріоритетом порту, а другий являє собою порядковий номер порту для даного комутатора (номери портів починаються з одиниці).

Формулювання цілей статті

Створення формальних моделей у вигляді діаграм станів комутатора за алгоритмом покривного дерева при ініціалізації та зміни топології. Дослідження встановлення та зміни активної конфігурації покривного дерева на розробленій програмній моделі «STA», в основу якої покладено створені формальні моделі комутатора. Запропонування модифікованої структури комп'ютерної мережі з використанням технології віртуальних локальних мереж та алгоритму покривного дерева на станції Нижньодніпровськ-Вузол.

Основна частина

Процедура ініціалізації топології за алгоритмом покривного дерева. Для автоматичного визначення початкової активної конфігурації дерева всі комутатори мережі після їх ініціалізації починають періодично обмінюватися пакетами BPDU. Hello BPDU містить достатньо інформації, щоб: вибрати кореневий комутатор; розрахувати найкоротший шлях від себе до кореневого комутатора; для кожного сегмента вибрати комутатор, найбільш «близький» до кореневого (назначений комутатор); для кожного некореневого комутатора вибрати кореневий порт (найбільш «близький» до кореневого комутатора); визначити та заблокувати всі порти, які не є частиною дерева [4].

Комутатор протягом інтервалу встановлення початкової конфігурації фіксує значення наступних внутрішніх змінних: *RI* (Root Identifier) - ідентифікатор кореневого комутатора, в початковий момент роботи алгоритму STA кожен комутатор присвоює цієї змінній свій власний ідентифікатор; *minRPC_i* (min Root Path Cost) - найменше значення відстані до кореня, зустрічається в пакетах BPDU, прийнятих від кореневого

комутатора по i -му порту; $minB_i$ і $minP_i$ - ідентифікатори комутатора та порту, від якого надійшов пакет, на підставі якого присвоєно значення відстані до кореня змінної $minRPC_i$ [7-9].

Робота алгоритму покривного дерева при ініціалізації топології складається з трьох етапів [7-9], відповідно до цього розроблено формальну модель у вигляді діаграми станів комутатора, яку представлено на рис. 3.

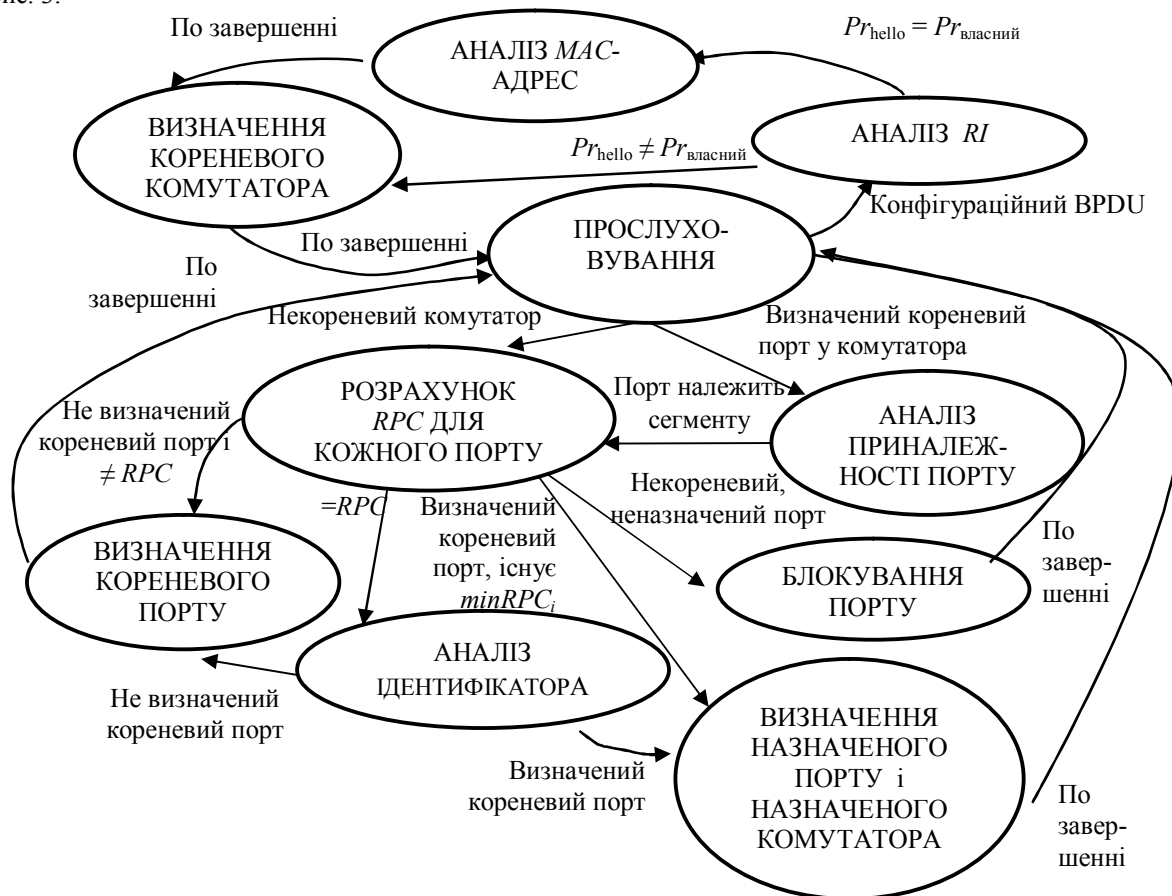


Рисунок 3 – Формальна модель ініціалізації топології

Перший етап - визначення кореневого комутатора (root switch), від якого будується дерево. У початковому стані «Прослуховування» кожен комутатор вважає себе корневим, генерує та передає своїм сусідам повідомлення Hello, в якому поміщає свій ідентифікатор в якості ідентифікатора кореневого комутатора. Як тільки комутатор отримує від сусіда повідомлення Hello, то стан змінюється на стан «Аналіз RI», в якому відбувається зрівняння пріоритету кореневого комутатора в повідомленні Hello з власним пріоритетом. Якщо пріоритети різні ($Pr_{hello} \neq Pr_{власний}$), комутатор переходить в стан «Визначення кореневого комутатора». У випадку, коли власний пріоритет менший, комутатор визначається корневим, і відбувається повернення в стан «Прослуховування». У випадку, коли пріоритет в повідомленні Hello менший його власного, комутатор перестає вважати себе корневим, припиняє генерувати свої повідомлення Hello, але починає ретранслювати повідомлення Hello, одержані від сусідів; корневим стає комутатор, у якого значення пріоритету найменше. Якщо пріоритети однакові ($Pr_{hello} = Pr_{власний}$), то додатковий перехід в стан «Аналіз МАС-адрес», де відбувається зрівняння відповідних значень, а потім перехід в стан «Визначення кореневого комутатора», де виграє комутатор з меншим значенням МАС.

Другий етап - вибір кореневого порту (root port) для кожного комутатора. Якщо комутатор некореневий, то стан діаграми змінюється на стан «Розрахунок RPC для кожного порту», для кожного порту його відстань до кореневого комутатора дорівнюватиме сумі RPC (Root Path Cost) всіх сегментів шляху до нього. У випадку, коли кореневий порт не визначений та одержані різні значення RPC, відбувається перехід в стан «Визначення кореневого порту», їм стає порт, найближчий до кореневого комутатора (з найменшим значенням RPC), і відбувається повернення в стан «Прослуховування». У випадку, коли кореневий порт не визначений та одержані однакові значення RPC, відбувається додатковий перехід в стан «Аналіз ідентифікатора», а потім перехід в стан «Визначення кореневого порту», де вибирається той порт, ідентифікатор якого менше.

Третій етап - вибір назначеного порту (designated port) і назначеного комутатора (designated switch) для кожного сегмента мережі. Якщо вже визначений кореневий порт у комутатора, то стан діаграми змінюється на стан «Аналіз приналежності порту». Коли порт комутатора належить сегменту, відбувається

повторний перехід в стан «Розрахунок RPC для кожного порту», де для кожного порту (крім кореневого) виконується порівняння RPC . У випадку, коли існує мінімальне значення серед визначених RPC_i , стан змінюється на стан «Визначення назначеного порту і назначеного комутатора», де назначеним портом (він єдиний) в сегменті становиться порт з найменшим RPC , відповідний комутатор іменується назначеним комутатором для даного сегмента мережі; перехід в стан «Прослуховування». У випадку, коли є декілька портів з однаковою найкоротшою відстанню до кореневого комутатора, то відбувається додатковий перехід в стан «Аналіз ідентифікатора», а потім перехід вже в стан «Визначення назначеного порту і назначеного комутатора», де вибирається порт з найменшим ідентифікатором у якості назначеного порту сегменту. В іншому випадку (некореневий порт та всі неназначені порти) відбувається перехід в стан «Блокування порту», після завершення якого повернення в початковий стан «Прослуховування».

Процедура зміни топології за алгоритмом покривного дерева. У тому випадку, коли має місце відмова, то необхідно встановити назначений порт (це відбудеться у всіх комутаторах, які постраждали від відмови). Після виконання цієї процедури, яка аналогічна описаній процедурі початкового вибору кореневого та назначених портів, будуть визначені нові значення корневих портів, назначених портів і назначених комутаторів. Якщо ж відмовив кореневий комутатор, то буде обраний новий [7-9].

На додаток до процедури реакції на відмову, визначається і реакція комутатора на примусову зміну адміністратором статусу порту з заблокованого на активний. При цьому посилається реконфігураційний BPDU у напрямку кореневого комутатора. Усі назначені комутатори, що знаходяться на шляху між даним портом і кореневим комутатором, відзначають подію зміни та передають повідомлення далі через свої кореневі порти кореневому комутатору. При цьому всі комутатори, на які впливає така зміна, стають повідомлені про неї та роблять переоцінку назначених портів [7-9].

Розроблено формальну модель у вигляді діаграми станів комутатора за алгоритмом покривного дерева при зміні топології [7-9], що представлено на рис. 4.

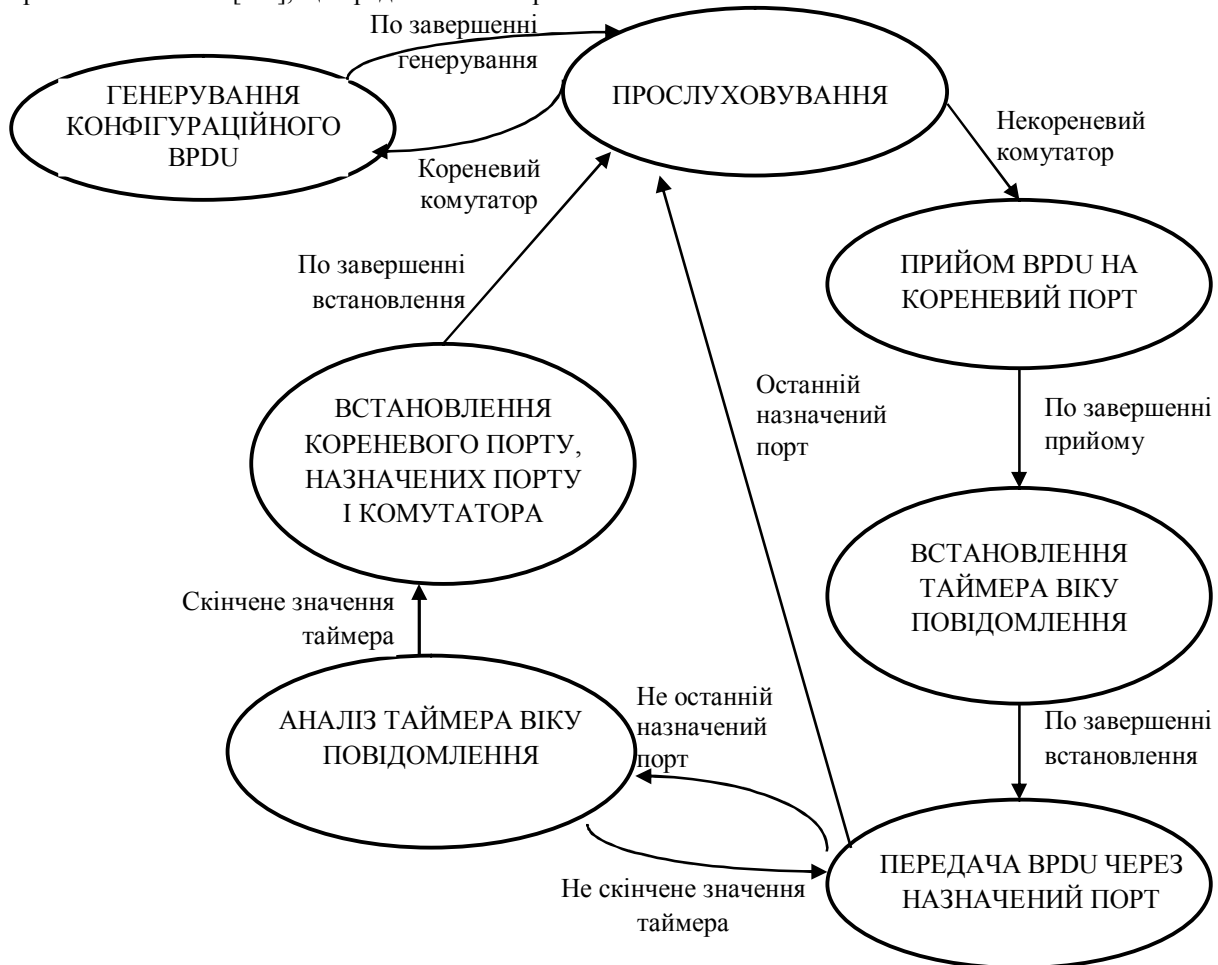


Рисунок 4 – Формальна модель зміни топології

Більшу частину часу комутатор знаходиться в початковому стані «Прослуховування». Якщо це кореневий комутатор, то його стан змінюється на «Генерування конфігураційного BPDU», по завершенні процесу відбувається повернення в стан «Прослуховування». Якщо це некореневий комутатор, то перехід в стан «Прийом BPDU на кореневий порт», після завершення якого настає стан «Встановлення таймера віку повідомлення», де таймер встановлюється в початковий стан, та перебування в стані «Передача BPDU через

назначений порт». У тому випадку, коли це не останній назначений порт, здійснюється перехід в стан «Аналіз таймера віку повідомлення» і якщо скінчене значення таймера (який-небудь назначений комутатор, його порт або лінія зв'язку відмовляють), то перехід в стан «Встановлення кореневого порту, назначених порту і комутатора» (це відбудеться у всіх комутаторах, які постраждали від відмови), по завершенні процесу повернення в стан «Прослуховування». У тому випадку, коли це останній назначений порт у сегменті мережі, здійснюється перехід в стан «Прослуховування».

Структура програмної моделі «STA» показано на рис. 5; головною є форма «Spanning Tree Algorithm». Редагування зв'язків між комунікаційним обладнанням в мережі та її анімація задаються на відповідних формах. У ході процесу моделювання покривного дерева комп'ютерної мережі відбувається демонстрація переданих пакетів між комутаторами. Після завершення моделювання визначається вибір кореневого комутатора, кореневих і назначених портів. Програмну модель «STA» розроблено в Delphi; до початку її роботи необхідно задати ряд вхідних даних: кількість комутаторів (до 10 шт.); кількість портів комутаторів (до 10 шт.); назву комутатора, його пріоритет і MAC-адресу; назву портів, пріоритет та індекс. Після визначення параметрів комутаторів та портів задаються зв'язки між відповідними портами комутаторів та відстань між ними (в метрах).

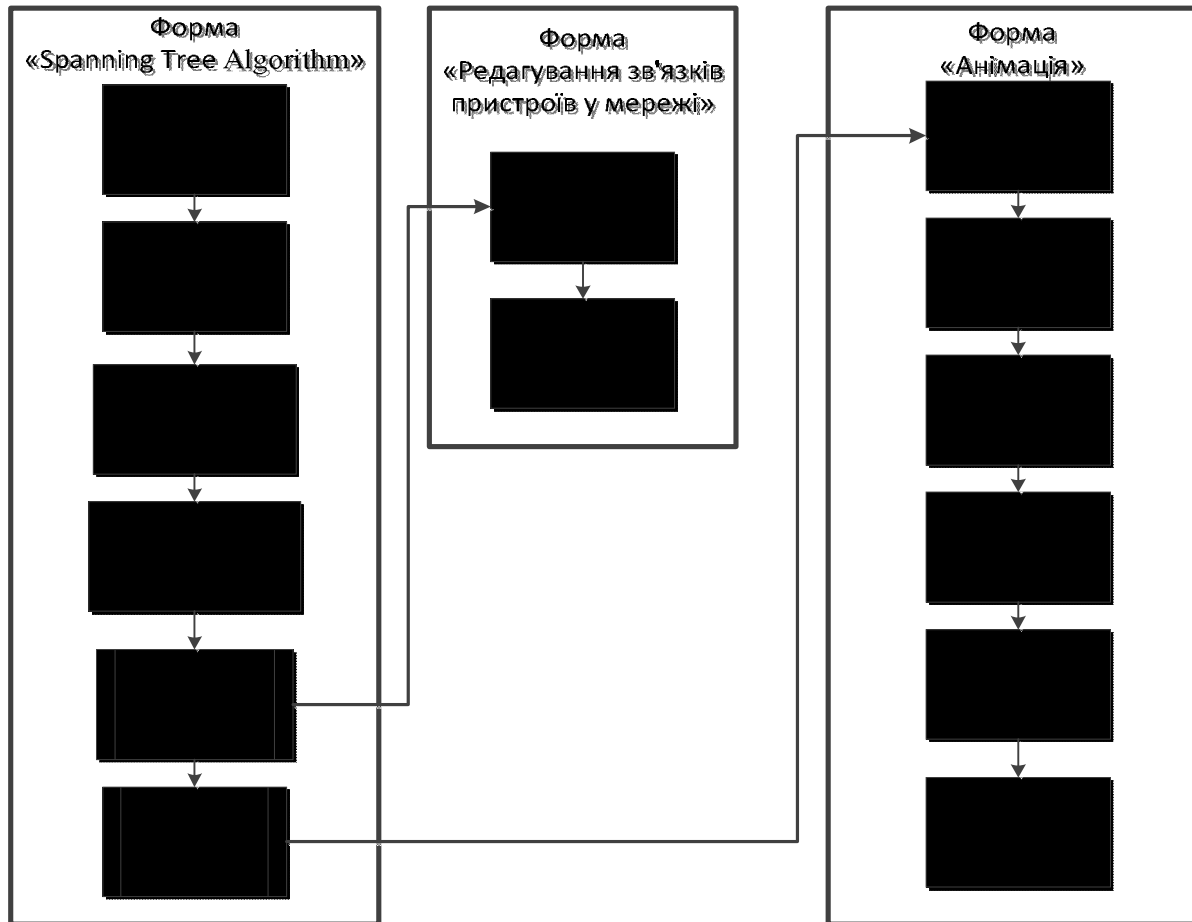


Рисунок 5 – Структура програми «STA»

Приклад встановлення та зміни активної конфігурації на програмній моделі «STA». Розглянемо роботу алгоритму покривного дерева на програмній моделі «STA» для комп'ютерній мережі станції Нижньодніпровськ-Вузол, що складається з 2-х маршрутизаторів і 6-ти комутаторів. Для ідентифікаторів комутаторів і портів призначені наступні імена: *B* і *P* відповідно. Розглянуто кілька деяких випадків.

Випадок А (всі комутатори і порти мають рівні пріоритети). Після того, як до всіх комутаторів дійшли конфігураційні BPDUs від комутатора *B1*, тільки цей комутатор продовжує вважати себе корневим, так як він має найменший пріоритет. Відповідно, по кожному порту у кожного комутатора встановилися значення змінних *minRPC*. У результаті для комутатора *B2*, в якості кореневого порту, обраний порт *P1*. Хоча обидва порти отримували на вході конфігураційні BPDUs з нульовим значенням відстані до кореня (від порту *P1* і від порту *P3* кореневого комутатора *B1*), обраний порт *P1*, оскільки він має менше значення ідентифікатора. Випадок А на програмній моделі «STA» показано на рис. 6. У комутаторів *B3-B6* вибір кореневого порту досить простий, так як значення *minRPC* у них різні. Випадок А розглянути на існуючій структурі комп'ютерній мережі (рис. 1) зовсім не представляється можливим, із-за відсутності зв'язків *B1-B2*, *B1-B6*, *B3-M8*.

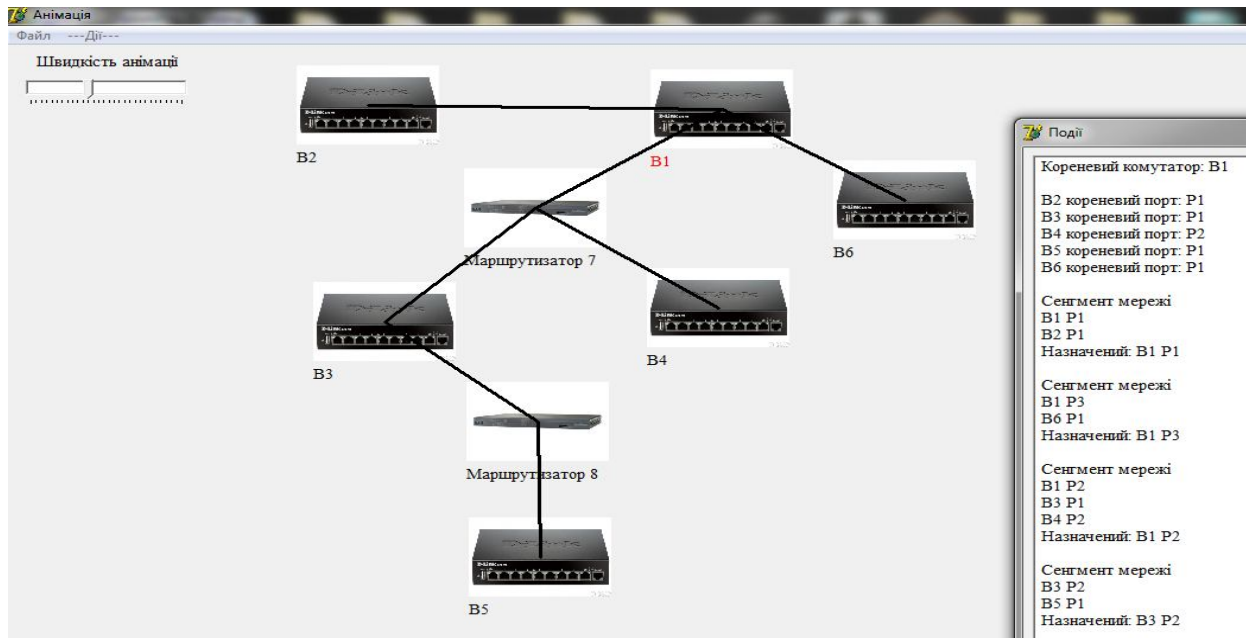


Рисунок 6 – Демонстрація випадку А на програмній моделі «STA»

Випадок Б (всі параметри ті ж, що й у випадку А, але комутатор B1 відмовив). При відмові кореневого комутатора всі мости перестають отримувати конфігураційні BPDUs, тому по закінченні інтервалу Hello мости переводять усі свої порти в стан заблокованих і починають процедуру ініціалізації активної конфігурації, вважаючи себе корневими комутаторами. В результаті корневим комутатором буде обраний комутатор B2, що має найменший ідентифікатор. Новий стан портів та зв'язків після відмови кореневого комутатора показано на рис. 7. Якщо розглянути випадок Б на існуючій структурі комп'ютерній мережі (рис. 1), то він призведе до нестабільної роботи мережі в загалі із-за відсутності зв'язку B3-M8.

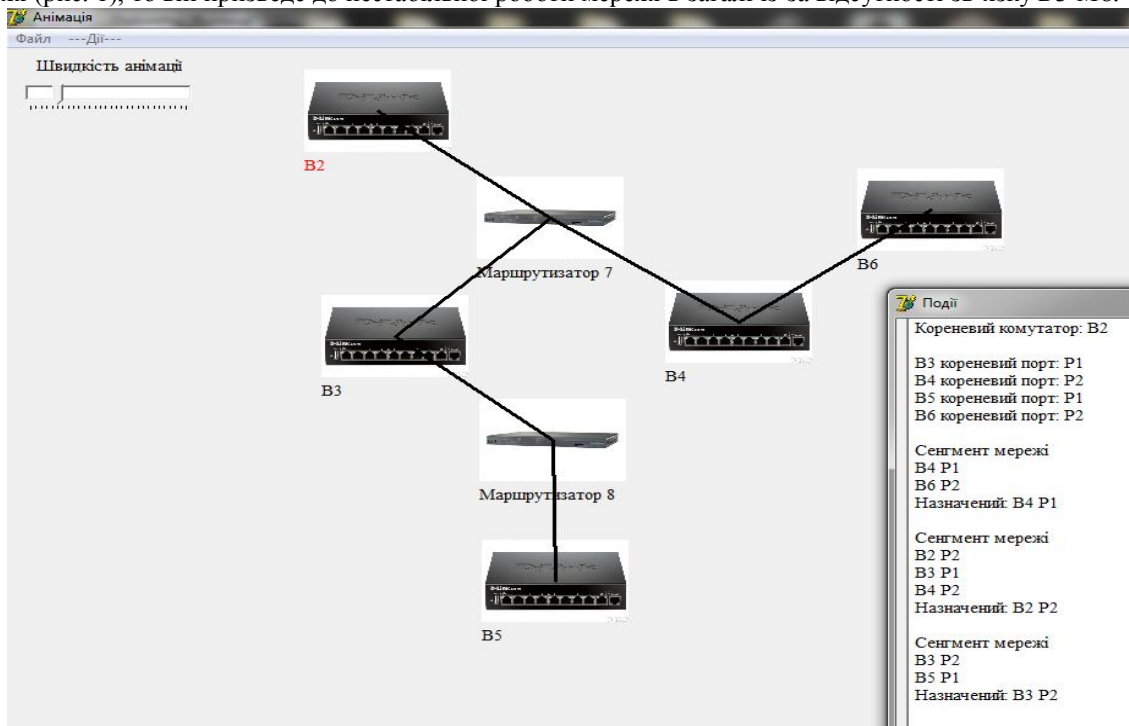


Рисунок 7 – Демонстрація випадку Б на програмній моделі «STA»

Випадок В (всі сегменти мають однакову продуктивність, але адміністратор встановив більш високий пріоритет для комутатора B4). При зміні пріоритету одного з комутаторів, у даному випадку комутатор B4, крім того, комутатор B1 відмовив. Починається переконфігурація мережі. Корневим буде обрано комутатор B4, так як він матиме найменший пріоритет. Результат роботи мережі при зміні пріоритету показана на рис. 8. У випадку В на існуючій структурі комп'ютерній мережі (рис. 1) робота комп'ютерній мережі не призведе до її відмови.

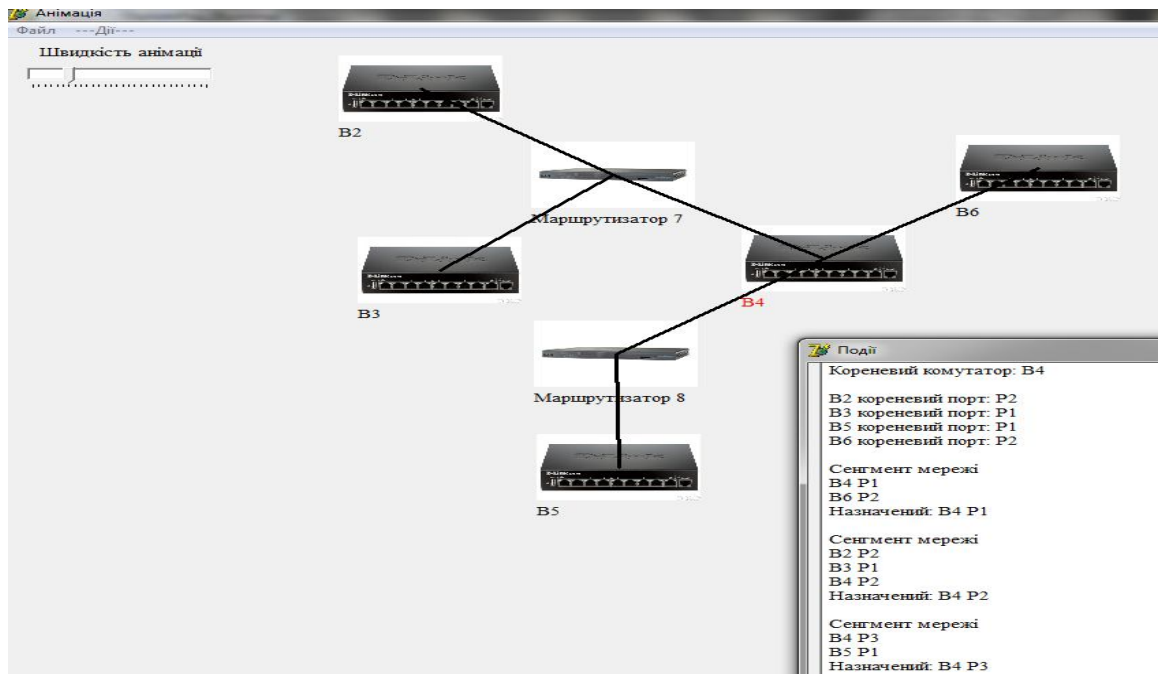
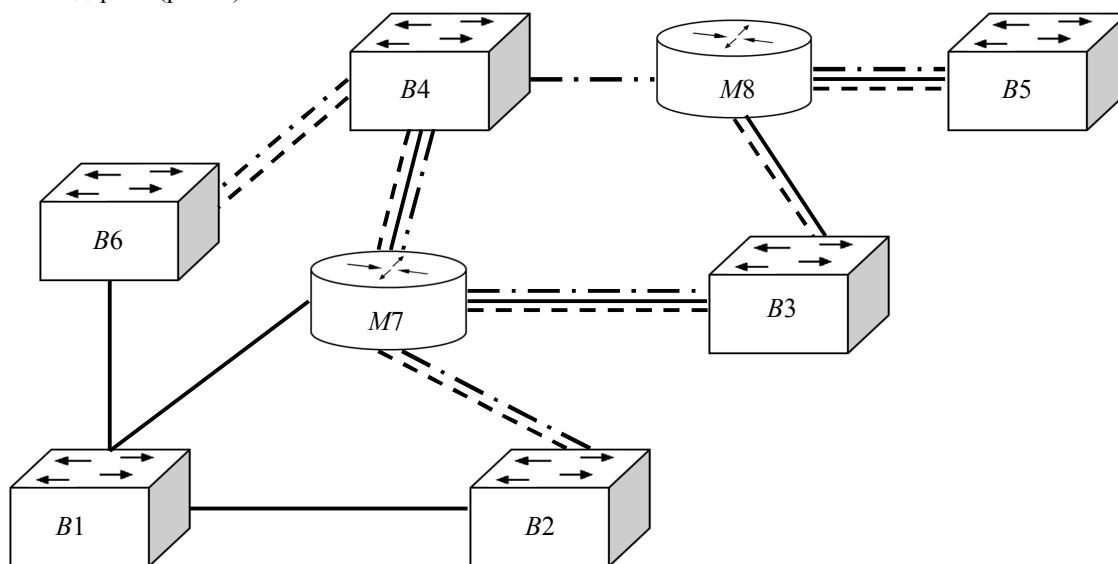


Рисунок 8 – Демонстрація випадку В на програмній моделі «STA»

Таким чином, загальну структуру взаємодії комунікаційного обладнання за алгоритмом покривного дерева в комп'ютерній мережі на станції Нижньодніпровськ–Вузол представлено на рис. 9. Математично доведено, що при виборі комутаторів (кореневого та назначених) і портів (кореневих та назначених) в мережі за алгоритмом покривного дерева виключаються петлі, а зв'язки що залишилися утворюють покривне дерево (якщо воно взагалі може бути побудовано за існуючих зв'язках в мережі). Видно, що існуюча структура комп'ютерної мережі (рис. 1) є частковим випадком конфігурації мережі за алгоритмом покривного дерева (рис. 9).



Примітка: — випадок А; - - - - - випадок Б; - · - · - · випадок В

Рисунок 9 - Конфігурація покривного дерева в мережі на станції Нижньодніпровськ–Вузол

Організація VLAN в комп'ютерній мережі на станції Нижньодніпровськ-Вузол. Із розгляду технологічного об'єкту та призначення служб на станції Нижньодніпровськ-Вузол слідує, що необхідно організувати 6 віртуальних локальних мереж (рис. 10): приміські каси (VLAN1); електротехнічна лабораторія 1, електротехнічна лабораторія 2 (VLAN2); АРМ ДСП1, АРМ ДСП2 - автоматизовані робочі місця чергового по станції (VLAN3); ДорТехШкола – дорожня технічна школа, геобаз, поліклініка, енергозбут, ПЧЛ - дистанція колії, начальник дистанції колії (VLAN4); ТехКонтора1, ТехКонтора2 – технічна контора (VLAN5); ЭЧ1, ЭЧ2 – дистанція електропостачання, начальник дистанції електропостачання, ВЧД – вагонне депо, начальник вагонного депо (VLAN6); ТВК – технічна виконавча контора.

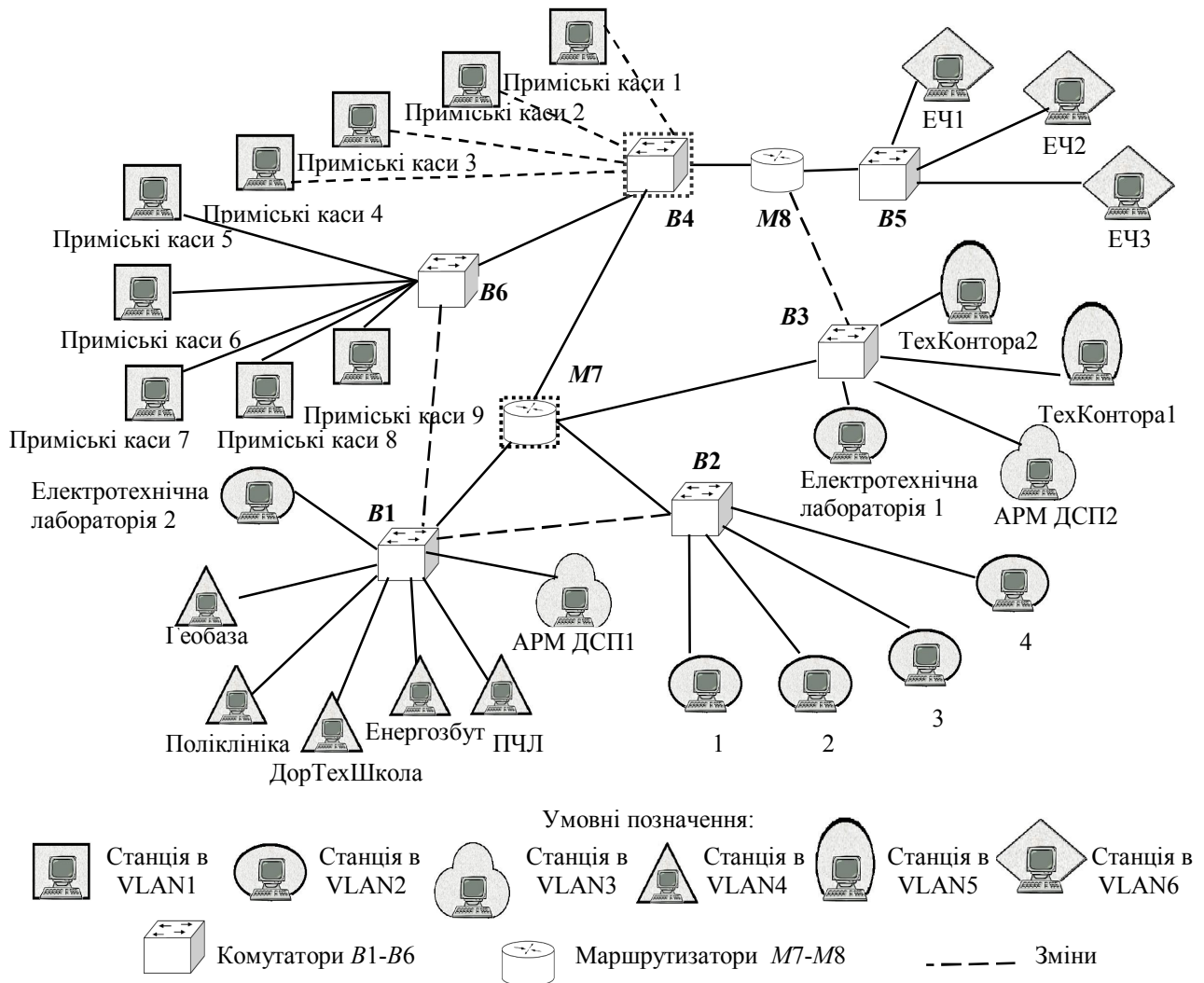


Рисунок 10 – Модифікована структура комп'ютерної мережі станції Нижньодніпровськ-Вузол

В структурі мережі за організацією VLAN та алгоритмом покривного дерева потребується два маршрутизатори (замість трьох, див. рис. 1) та шість комутаторів, але в деяких частинах мережі відбулась заміна: використовуваний комутатор B4 замість маршрутизатора 1841-Нижньодніпровськ 1, застосований маршрутизатор M7 замість комутатора Switch 2950-24 (зміни відображені на рис. 10). Крім того, доцільно робочі станції Приміські каси 1-4 віднести до комутатора B4 (рис. 10), а не до комутатора B6 (рис. 1). Одержану конфігурацію покривного дерева в мережі на станції Нижньодніпровськ-Вузол (рис. 9) покладено в основу загальної структури комп'ютерної мережі за організацію VLAN на станції Нижньодніпровськ-Вузол (рис. 10), що потребує додаткові зв'язки: комутатора B1 з комутатором B6, комутатора B1 з комутатором B2, комутатора B3 з маршрутизатором M8 (зміни відображені на рис. 10).

Висновки

1. Складено формальні моделі у вигляді діаграм станів комутатора при ініціалізації та зміні топології комп'ютерної мережі відповідно до алгоритму покривного дерева.

2. Розроблено програмну модель «STA», в основу якої покладено створені формальні моделі відповідно до алгоритму покривного дерева при ініціалізації та зміні топології мережі. Вхідні параметри моделі «STA»: кількість комутаторів, кількість портів, MAC-адреси комутаторів, пріоритет та індекс портів і комутаторів; вихідні дані моделі «STA»: визначення кореневого комутатора, кореневих портів, назначених портів та комутаторів.

3. Досліджено встановлення та зміни конфігурації покривного дерева в комп'ютерній мережі станції Нижньодніпровськ-Вузол на програмній моделі «STA», одержано відповідну конфігурацію покривного дерева в мережі.

4. Запропоновано модифіковану структуру в комп'ютерній мережі на станції Нижньодніпровськ-Вузол з використанням технології VLAN і алгоритму покривного дерева, що включає два маршрутизатора і шість комутаторів. Існуюча структура комп'ютерної мережі є частковим випадком пропонованої конфігурації мережі. Використання комутації усередині віртуальних локальних мереж забезпечує високошвидкісний зв'язок між станціями, а маршрутизація між віртуальними локальними мережами дозволяє розділити ресурси та скоротити ширококомовний трафік до мінімуму.

Література

1. Старовойтов А. Сеть на LINUX. Проектирование, прокладка, эксплуатация [Текст] / БХВ: Петербург, 2006. – 288 с.
2. Perlman R. An Algorithm for Distributed Computation of a Spanning Tree in an Extended LAN [Text] / Boston: Addison-Wesley, 1985.
3. Таненбаум Э. С. Компьютерные сети [Текст] / Э. С. Таненбаум. – СПб.: Питер, 2003. – 992 с.
4. Олифер В. Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы [Текст] / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер – СПб.: Питер, 2010. – 944 с.
5. Пахомов С. Возможности современных коммутаторов по организации виртуальных сетей [Электронный ресурс] / М.: КомпьютерПресс. – № 4. – 2005. – режим доступа до сайта: www.compress.ru/index.aspx.
6. Пахомова В. М. Демонстрація організації віртуальних локальних мереж на програмній моделі [Текст] / В. М. Пахомова, В. В. Заханевич // Збірник наукових праць Донецького інституту залізничного транспорту. – 2012. – Випуск 31. – С. 85–94.
7. Колесников Ю. А. Интеллектуальные функции коммутаторов. Алгоритм покрывающего дерева [Электронный ресурс] / режим доступа до сайта: <http://iptcp.net/algorithm-pokryvayushchego-dereva.html>.
8. Григорьев Ю. А. Три этапа построения дерева [Электронный ресурс] / режим доступа до сайта: iptcp.net/tri-etapa-postroeniya-dereva.html.
9. Малыгин И. В. Изучение протокола Spanning Tree [Текст] / И. В. Малыгин. – Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2007. – 20 с.

ПАХОМОВА В. М.

Дослідження конфігурації комп'ютерної мережі на моделі за алгоритмом покривного дерева

Створено формальні моделі у вигляді діаграм станів комутатора за алгоритмом покривного дерева при ініціалізації та зміні топології мережі. Розроблено програмну модель, в основу якої покладено складені відповідні діаграми станів комутатора; входні параметри моделі: кількість комутаторів, кількість портів, MAC-адреси комутаторів, пріоритет та індекс портів і комутаторів; вихідні дані моделі: визначення кореневого комутатора, корневих портів, назначених портів та комутаторів. Досліджено встановлення та зміни активної конфігурації покривного дерева на розробленій програмній моделі, визначено конфігурацію покривного дерева в комп'ютерній мережі на станції Нижньодніпровськ-Вузол. Запропоновано модифіковану структуру з використанням технології віртуальних локальних мереж та алгоритму покривного дерева в комп'ютерній мережі на станції Нижньодніпровськ-Вузол.

Ключові слова: віртуальна локальна мережа, кореневий та назначений комутатор, кореневий та назначений порт, відстань до кореня, конфігурація покривного дерева.

ПАХОМОВА В. Н.

Исследование конфигурации компьютерной сети на модели по алгоритму покрывающего дерева

Созданы формальные модели в виде диаграмм состояний коммутатора по алгоритму покрывающего дерева при инициализации и изменении топологии сети. Разработана программная модель, в основу которой положены составленные соответствующие диаграммы состояний коммутатора; входные параметры модели: количество коммутаторов, количество портов, MAC-адреса коммутаторов, приоритет и индекс портов и коммутаторов; выходные данные модели: определение корневого коммутатора, корневых портов, назначенных портов и коммутаторов. Исследованы установление и изменение активной конфигурации покрывающего дерева на разработанной программной модели, определена конфигурация покрывающего дерева в компьютерной сети на станции Нижнеднепровск-Узел. Предложена модифицированная структура с использованием технологии виртуальных локальных сетей и алгоритма покрывающего дерева в компьютерной сети на станции Нижнеднепровск-Узел.

Ключевые слова: виртуальная локальная сеть, корневой и назначенный коммутатор, корневой и назначенный порт, расстояние до корня, конфигурация покрывающего дерева.

PAKHOMOVA V. N.

The research network configuration model for the spanning tree algorithm

Created a formal model in the form of state diagrams of the switch spanning tree algorithm for initialization and the network topology changes. Developed a software model, which builds on the issue of the corresponding state diagram switch, the input parameters of the model: the number of switches, ports, MAC-address switches, priority, and the index of ports and switches, the output of the model: the definition of the root switch, root port and designated ports switches. Investigated to establish and change the active configuration of the spanning tree on the developed program model is defined configuration spanning trees in the network at the station Nizhnedneprovsk site. A modified structure using technology VLANs spanning tree algorithm and a computer network at a station node Nizhnedneprovsk.

Keywords: Virtual LAN, the designated switch and the root, the root and designated port, the distance to the root, the configuration of the spanning tree.