

ДЕМОНСТРАЦІЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ВІРТУАЛЬНИХ ЛОКАЛЬНИХ МЕРЕЖ НА ПРОГРАМНІЙ МОДЕЛІ

Доцільно використання технології VLAN в інформаційних системах на залізничному транспорті. Запропонована формальна модель комутатора, сумісного з стандартом IEEE 802.1Q. Розроблена програмна модель VLAN, в основу якої покладена відповідна діаграма станів порта комутатора, для організації віртуальних локальних мереж на каналному рівні за різними механізмами: групування портів, групування MAC-адрес та використання стандарту IEEE 802.1Q. Модель VLAN, як демонстраційна, може бути використана в навчальному процесі.

Ключові слова: групування портів та MAC-адрес, стандарт IEEE 802.1Q, ідентифікатор порта та віртуальної мережі

ВСТУП І ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

При використанні комутації погано управляється ширококомповний трафік, невеликі можливості забезпечення безпеки, маршрутизація збільшує накладні витрати і ускладнює адміністрування мережі, не виключається і ручне втручання адміністратора, яке вимагає досить багато часу і зусиль і може закінчитися установкою некоректного з'єднання. Технологія віртуальних локальних мереж VLAN (Virtual Local Area Network), що увібрала в себе краще з сучасних мережевих технологій,

вирішує названі проблеми функціонування мережі. Виходячи з вище сказаного можна виділити чотири головні причини виникнення віртуальних локальних мереж [3]: захист інформації, навантаження на мережу, ширококомповлення, ширококомповний шторм. Безперечно технологія VLAN знайде своє використання в інформаційних системах на залізничному транспорті, тому на попереднім етапі є доцільним розробка програмної моделі різних способів організації VLAN.

АНАЛІЗ ПУБЛІКАЦІЙ ПО ТЕМІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Віртуальні мережі утворюють групу вузлів мережі, в якій увесь трафік, включаючи і ширококомповний, повністю ізольований на каналному рівні від інших вузлів мережі. Це означає, що передача кадрів між вузлами мережі що відносяться до різних віртуальних мереж, на підставі адреси каналного рівня неможлива (хоча віртуальні мережі можуть взаємодіяти один з одним на мережевому рівні з використанням маршрутизаторів) [1]. Ізолювання окремих вузлів мережі на каналному рівні з використанням технології віртуальних мереж дозволяє вирішувати одночасно декілька завдань. По-перше, віртуальні мережі сприяють підвищенню продуктивності мережі локалізуючи ширококомповний трафік в межах віртуальної мережі і створюючи бар'єр на шляху ширококомповного шторму. Комутатори пересилають ширококомповні пакети усередині віртуальної мережі але не між віртуальними мережами. По-друге, ізоляція віртуальних мереж один від одного на

каналному рівні дозволяє підвищити безпеку мережі, роблячи частину ресурсів для певних категорій користувачів недоступною. При використанні в комутаторах технології віртуальних мереж одночасно вирішуються два завдання: підвищення продуктивності в кожній з віртуальних мереж оскільки комутатор передає кадри тільки вузлу призначення й ізоляція мереж для управління правами доступу користувачів і створення захисних бар'єрів на шляхах ширококомповних штормів [3].

Взагалі утворення VLAN на каналному рівні можливо за допомогою наступних механізмів [2]: групування портів комутатора, групування MAC адрес, використання стандарту IEEE 802.1Q, використання стандарту LANE в мережах, побудованих на комутаторах ATM. Стандарт 802.1Q поміщає всередину фрейма тег, який передає інформацію про приналежність трафіку до VLAN [2].

ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ

Вивчити процес передачі кадру через комутатор, який сумісний з стандартом IEEE 802.1Q та запропонувати відповідну формальну модель. Розробити програмну модель VLAN, в основі якої діаграма станів порта комутатора, для організації

віртуальних локальних мереж в інформаційних системах залізничного транспорту за наступними механізмами: групування портів, групування MAC-адрес та використання IEEE 802.1Q.

ОСНОВНА ЧАСТИНА

1. Розробка формальної моделі комутатора, сполучного з стандартом IEEE 802.1Q. Розглянемо детальніше процес передачі кадру через комутатор. По відношенню до трафіку кожен порт комутатора може бути як вхідним, так і вихідним. Оскільки кадр, що приймається, може відноситися

як до типу Tagged, так і до типу Untagged, то за умовчанням для всіх комутаторів встановлюється можливість прийому кадрів обох типів. Діаграма станів порта комутатора, сумісного з стандартом IEEE 802.1Q, представлена на рис. 1.

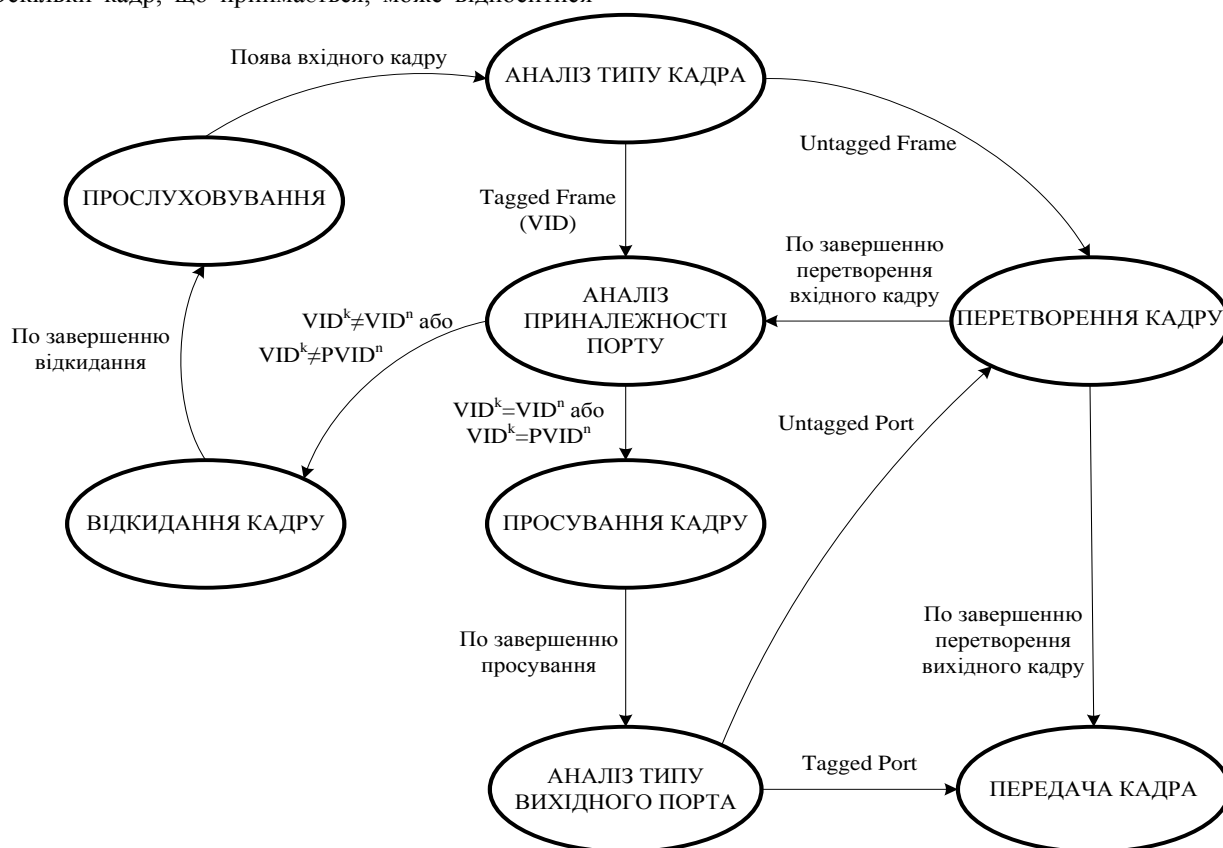


Рис. 1. Діаграма станів комутатора сумісного з стандартом IEEE 802.1Q

Більшу частину часу каналний рівень знаходиться в стані «Прослуховання». При появі вхідного кадру каналний рівень комутатора потрапляє в стан «Аналіз типу кадру». Якщо приймається кадр Tagged, в якому є інформація про приналежність до конкретної віртуальної мережі (VID), то цей кадр передається без зміни, якщо кадр типу Untagged, у якого не міститься інформація про приналежність до віртуальної мережі, то такий кадр перетворюється вхідним портом комутатора до типу Tagged (стан «Перетворення кадру»). Щоб таке перетворення стало можливим, кожному порту комутатора привласнюється унікальний PVID (Port VLAN Identifier), що визначає приналежність порту до конкретної віртуальної мережі усередині комутатора. Кадр типу Untagged перетвориться до типу Tagged, для чого доповнюється міткою VID. Значення поля VID Untagged, що входить до кадру встановлюється рівним значенню PVID порту.

Просування кадрів усередині комутатора полягає в тому, що кадри можуть передаватися тільки між портами, що асоціюються з однією віртуальною мережею. Порти з однаковими ідентифікаторами усередині одного комутатора асоціюються з однією віртуальною мережею. Якщо

віртуальна мережа будується на базі одного комутатора, то ідентифікатора порту PVID, що визначає його приналежність до віртуальної мережі, цілком достатньо. Але для того щоб розширити мережу за межі одного комутатора, одних ідентифікаторів портів недостатньо, тому кожен порт може бути асоційований з декількома віртуальними мережами, що мають різні ідентифікатори VID.

Тому наступний стан «Аналіз приналежності порту». Якщо адреса призначення кадру відповідає порту комутатора, який належить до тієї ж віртуальної мережі, що і сам кадр (можуть співпадати VID кадру і VID порту або VID кадру і PVID порту), то такий кадр може бути переданий і каналний рівень переходить в стан «Просування кадру». Якщо ж передаваний кадр належить до віртуальної мережі, з якою вихідний порт ніяк не пов'язаний (VID кадру не відповідає PVID/VID порту), то кадр не може бути переданий і відкидається (стан «Відкидання кадру»), каналний рівень повертається в початковий стан.

Після того, як кадри усередині комутатора передані на вихідний порт, їх подальше перетворення залежить від типу вихідного порту:

Tagged або Untagged, що визначається в стані «Аналіз типу вихідного порта»). Якщо вихідний порт визначений як Tagged Port, то витікаючий трафік створюватиметься кадрами типу Tagged з інформацією про приналежність до віртуальної мережі (стан «Передача кадра»). Отже, вихідний порт не міняє тип кадрів залишаючи їх такими ж, якими вони були усередині комутатора. Якщо ж вихідний порт комутатора визначений як Untagged Port, то усі витікаючі кадри перетворюються до типу Untagged (стан «Перетворення кадру»), тобто з них видаляється додаткова інформація про приналежність до віртуальної мережі, після чого також виконується передача даних (стан «Передача кадра»).

2. Розробка програмної моделі VLAN. Модель VLAN працює в трьох режимах: групування портів, групування MAC-адрес та за стандартом IEEE 802.1Q. При моделюванні VLAN за допомогою групування портів комутатора (режим 1) введені обмеження: на кількість комутаторів в мережі (максимальна кількість 3), на кількість портів кожного комутатора (застосовуються п'яти, восьми і дванадцяти портові комутатори), на кількість віртуальних локальних мереж (максимальна кількість 3). Такого роду обмеження введені для зручності сприйняття і наочності результатів моделювання. Віртуальні мережі показані трьома кольорами: червоним, синім, зеленим. При введенні максимального числа комутаторів, тобто три, перші

порти комутатора (один і два) автоматично виставляються як єдині.

При моделюванні VLAN за допомогою групування MAC-адрес (режим 2) зберігаються обмеження на кількість комутаторів в мережі та кількість портів кожного комутатора, і вводиться додаткове обмеження на максимальну кількість станцій в мережі (воно складає $N-2$, де N - сумарна кількість портів комутаторів в VLAN). Враховуючи, що максимальна кількість портів одного комутатора дванадцять і максимальна кількість комутаторів в мережі складає три, приходимо до висновку, що мережу можна побудувати максимум для 34 станцій. У випадку некоректного введення числа станцій, тобто коли число станцій перевищує число вільних портів комутатора, видається відповідне повідомлення.

При моделюванні мережі за стандартом IEEE 802.1Q (режим 3) обмежується максимальне число віртуальних мереж, яке складає три VLAN. Імітаційна модель будується на базі одного 8-портового комутатора. На рис. 2 зображена структура моделі VLAN, яка складається з шести форм. Головною є форма «VLAN», по натисканню відповідних кнопок здійснюється перехід до завдання вхідних параметрів, механізму групування та структури мережі. Після чого при натисканні на відповідну кнопку на формі «Зображення мережі» представляється графічне зображення проектуємої мережі.

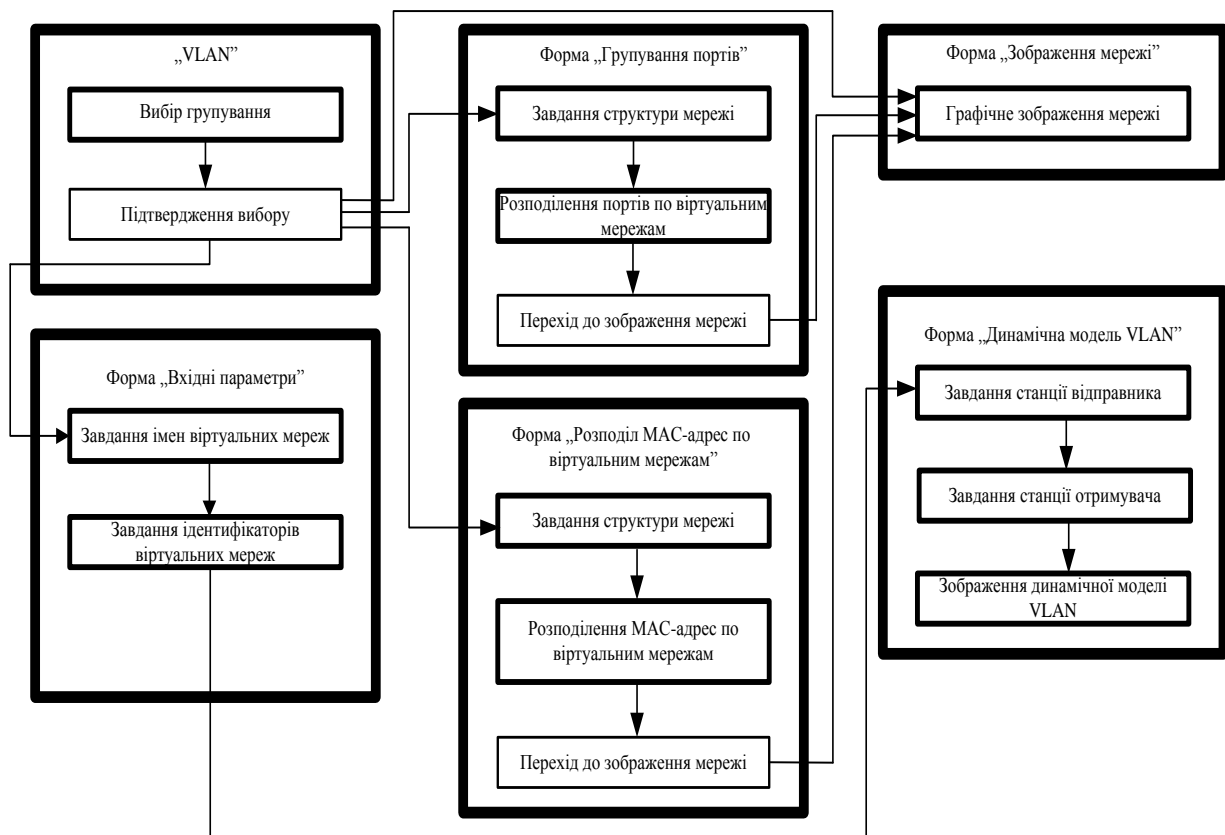


Рис. 2 – Структура програмної моделі VLAN

3. Тестування програмної моделі VLAN.
Механізм групування портів комутатора (режим 1). Кожен порт комутатора приписується до тієї або іншої віртуальної мережі. Якщо до порту, якому призначена приналежність до певної віртуальної мережі, наприклад до VLAN1, підключити робочу станцію, то вона автоматично належатиме мережі VLAN1. При використанні технології групування портів один і той же порт може бути одночасно приписаний до декількох віртуальних мереж, що дозволяє реалізовувати ресурси, які розділяються між користувачами різних віртуальних мереж.

Приклад 1. Організувати VLAN на основі трьох комутаторів за допомогою групування портів. Кількість портів першого комутатора 5, другого 8, третього 12; робочі станції мають бути розподілені по трьох віртуальних локальних мережах. У меню групування портів вводимо наступні дані, які показані на рис. 3. Кінцевий розподіл портів комутатора по трьох віртуальних мережах показаний на рис. 4. Отриманий результат побудови віртуальної локальної мережі продемонстрований на рис. 5.

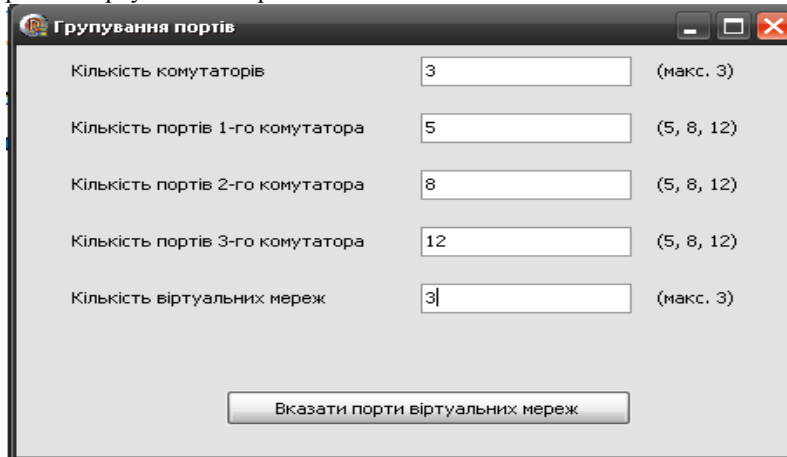


Рис. 3 – Введення параметрів моделювання VLAN (режим 1)

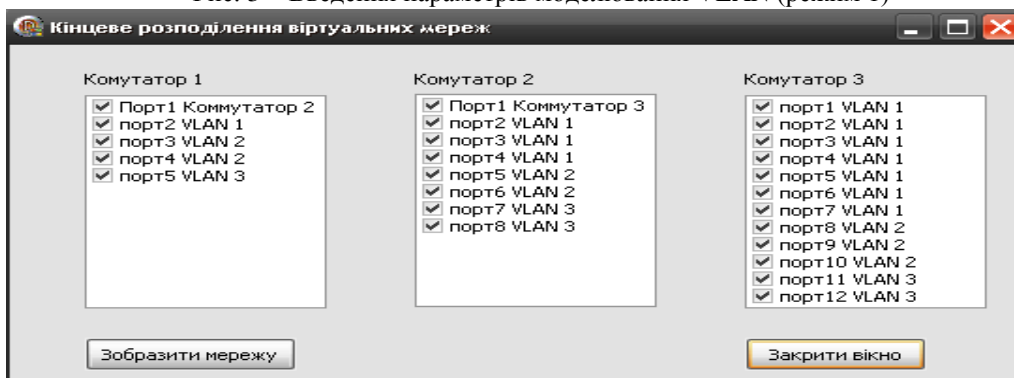


Рис. 4 – Кінцевий розподіл портів комутатора по віртуальних мережах (режим 1)

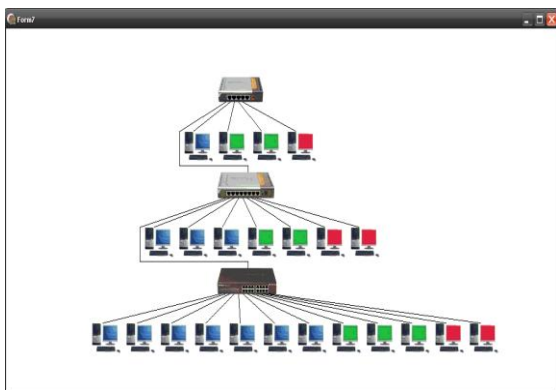


Рис. 5 – Результат моделювання (режим 1)

Примітка: VLAN1 – синій колір; VLAN2 – зелений колір; VLAN3 – червоний колір

Для оцінки правильності роботи моделі необхідно порівняти вхідні параметри, які були задані на рис. 3 (три VLAN, три комутатори: п'яти-

портовий, восьми-портовий та дванадцяти-портовий) з результатом моделювання, який представлений на рис. 5. Одержаний результат моделювання співпадає з вхідними параметрами моделі.

Механізм групування MAC-адрес (режим 2). Групування MAC-адрес у віртуальну мережу на кожному комутаторі позбавляє від необхідності їх з'єднання через декілька портів. Проте такий спосіб вимагає виконання великої кількості операцій по маркіровці MAC-адрес вручну на кожному комутаторі мережі.

Приклад 2. Організувати VLAN на основі трьох комутаторів за допомогою групування MAC-адрес. Кількість портів першого комутатора 5, другого – 8, третього – 12, загальна кількість робочих станцій в мережі не повинна перевищувати двадцять три станції, що мають бути розподілені по трьох віртуальних локальних мережах. Для отримання

структури мережі необхідно ввести вхідні параметри, що показані на рис. 6. У меню «Групування портів» додається пункт: «Кількість станцій в мережі». Кількість станцій має бути

менше сумарної кількості портів комутаторів в VLAN на два. Розподіл MAC-адрес станцій по віртуальним мережам показаний на рис. 7. Результат моделювання представлений на рис. 8.

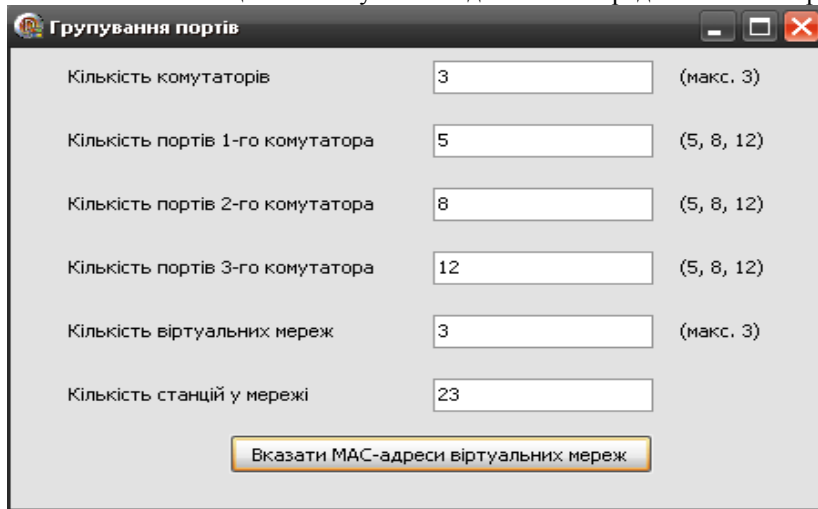


Рис. 6 – Введення параметрів моделювання VLAN (режим 2)

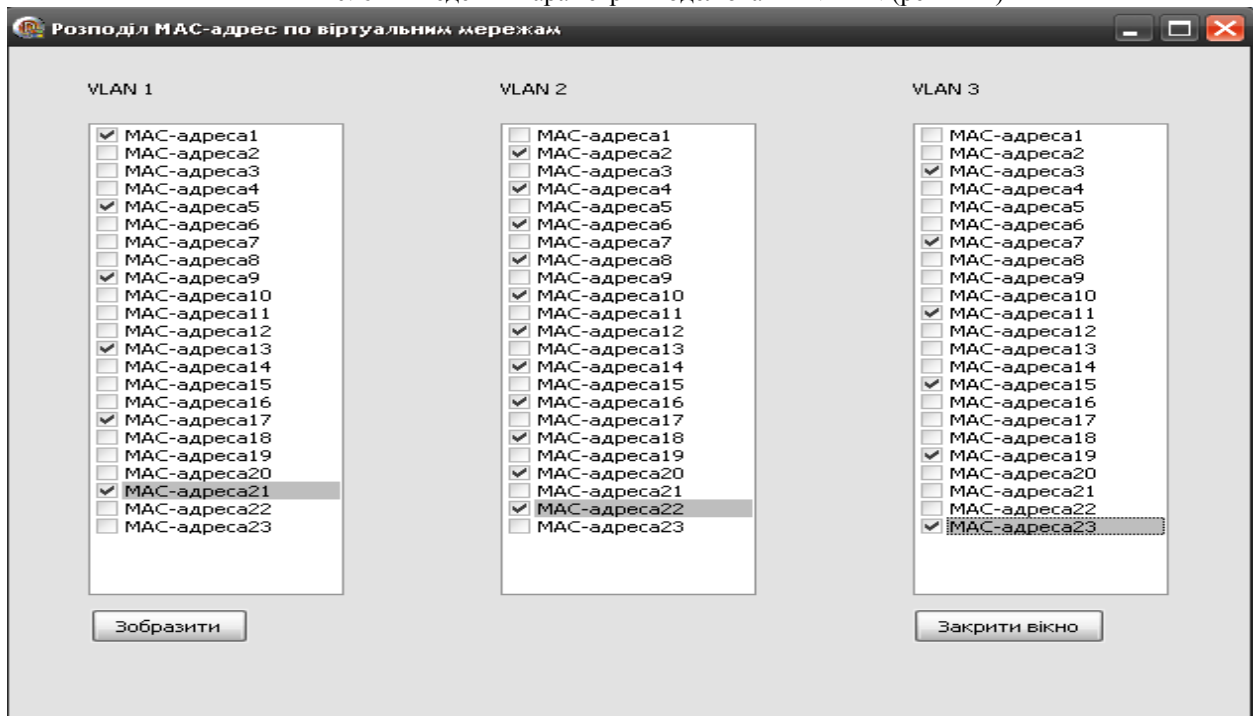


Рис. 7 – Розподіл MAC-адрес по віртуальних мережах (режим 2)

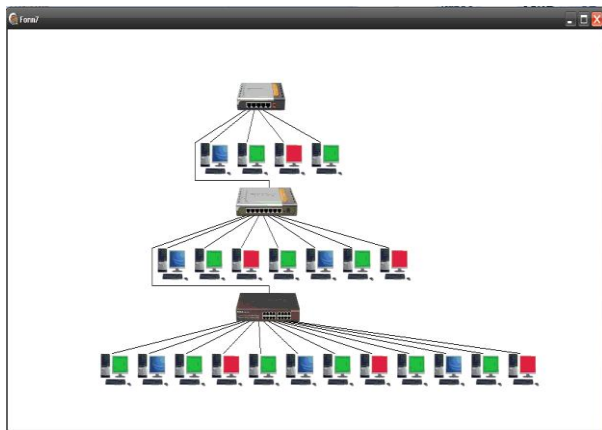


Рис. 8 – Результат моделювання (режим 2)

Примітка: VLAN1 – синій кольор; VLAN2 – зелений кольор; VLAN3 – червоний кольор
Для оцінки правильності роботи моделі необхідно порівняти вхідні параметри, які були задані на рис. 6 (три VLAN, три комутатори: п'яти-портовий, восьми-портовий та дванадцяти-портовий) з результатом моделювання, який представлений на рис. 8. Одержаний результат моделювання співпадає з вхідними параметрами моделі.

До VLAN1 належать станції з такими MAC-адресами (рис. 7): MAC-адреса1, MAC-адреса5, MAC-адреса9, MAC-адреса13, MAC-адреса17,

MAC-адреса21; сумарна кількість станцій VLAN1 складає 6. На рис. 8 видно, що станцій зображених синім кольором, дійсно шість.

До VLAN2 належать станції з наступними MAC-адресами (рис. 7): MAC-адреса2, MAC-адреса4, MAC-адреса6, MAC-адреса8, MAC-адреса10, MAC-адреса 12, MAC-адреса14, MAC-адреса16, MAC-адреса18, MAC-адреса20, MAC-адреса22; сумарна кількість станцій VLAN2 складає 11. На рис. 8 видно, що станцій зображених зеленим кольором дійсно одинадцять.

До VLAN3 належать станції з такими MAC-адресами (рис. 7): MAC-адреса3, MAC-адреса7, MAC-адреса11, MAC-адреса15, MAC-адреса19, MAC-адреса23; сумарна кількість станцій VLAN3 складає 6. На рис. 8 видно, що станцій, зображених червоним кольором, дійсно шість. Сумарна кількість зображених станцій віртуальних локальних мереж відповідає введеним даним.

Використання стандарту IEEE 802.Q (режим 3). Для кожної віртуальної мережі необхідно: задати ім'я та ідентифікатор віртуальної мережі VID; визначити порти, які будуть відноситися до даної

мережі; можливість роботи з різними типами кадрів (Tagged Frame або Untagged Frame); установити однакові ідентифікатори PVID портів, що входять у віртуальну мережу; задати для кожного вихідного порту тип (Tagged Port або Untagged Port).

Приклад 3. Необхідно побудувати модель віртуальної локальної мережі, для цього потрібно задати ім'я віртуальної мережі, ідентифікатори VID, до VLAN1 віднести робочі станції, які підключені до портів комутатора, номери яких: один, сім, вісім; до VLAN2 – станції, що підключені до портів комутатора, номери яких: два, п'ять, шість; до VLAN3 – станції, які підключені до портів комутатора, номери яких: три, чотири. Пояснити отримані результати передачі кадру в середині однієї VLAN і передати кадр між різними VLAN. Приклад введення даних для моделювання локальної мережі стандарту IEEE 802.1Q показаний на рис. 9. Привласнення портів віртуальним мережам згідно поставленого завдання показано на рис. 10. Відповідність введених даних з отриманими, а саме імена віртуальних мереж та ідентифікатори VID, представлена на рис. 11.

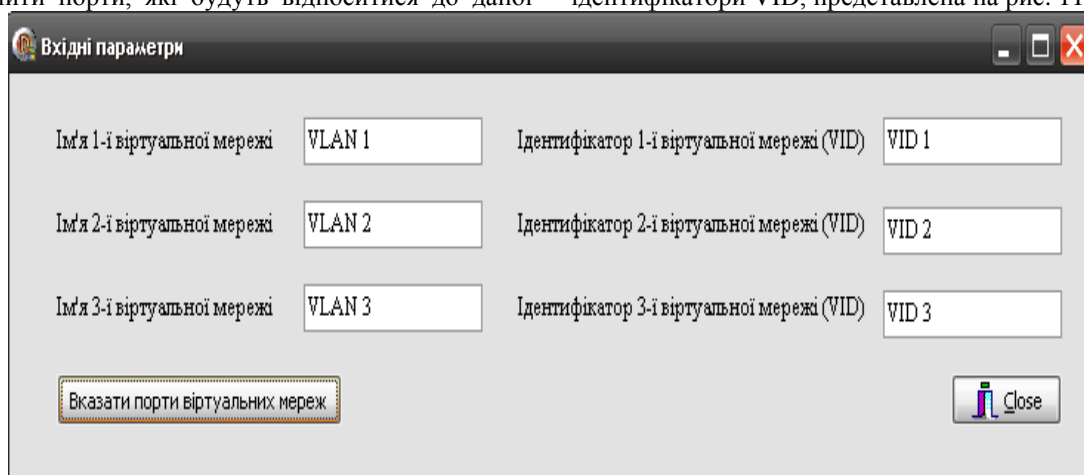


Рис. 9 – Введення параметрів моделювання VLAN (режим 3)

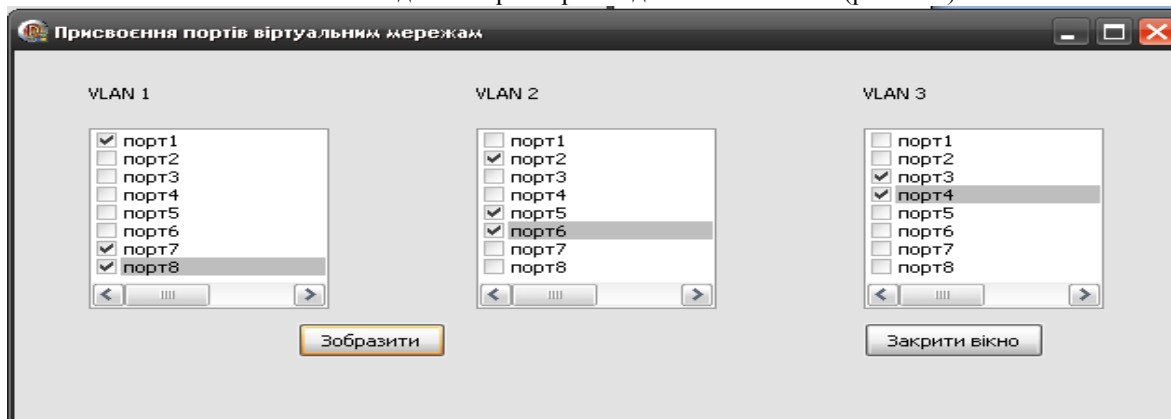


Рис. 10 – Привласнення портів віртуальним мережам (режим 3)

Порти комутатора привласнюємо до віртуальних локальних мереж згідно поставленого завдання, а саме до VLAN1 відносимо станції, які підключені до портів комутатора, номери яких: один, сім, вісім; до VLAN2 зазначимо станції, які підключені до портів комутатора, номери яких:

два, п'ять, шість; до VLAN3 привласнюємо станції, що підключені до портів комутатора, номери яких: три, чотири. На рис. 11 показана відповідність розподілу портів комутатора по віртуальних локальних мережах.

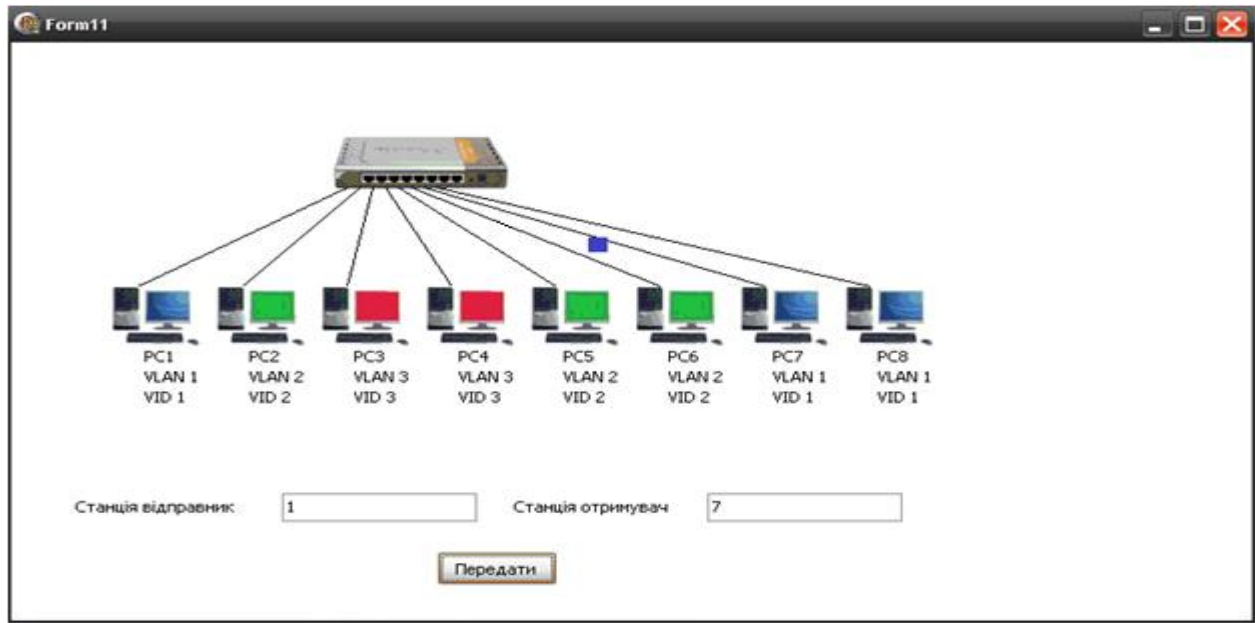


Рис. 11 – Рух кадру від робочої станції 1 до робочої станції 7 (режим 3)

При передачі кадру в середині однієї відправника до станції-одержувача, що показано на віртуальній мережі кадр доходить від станції- рис. 12.

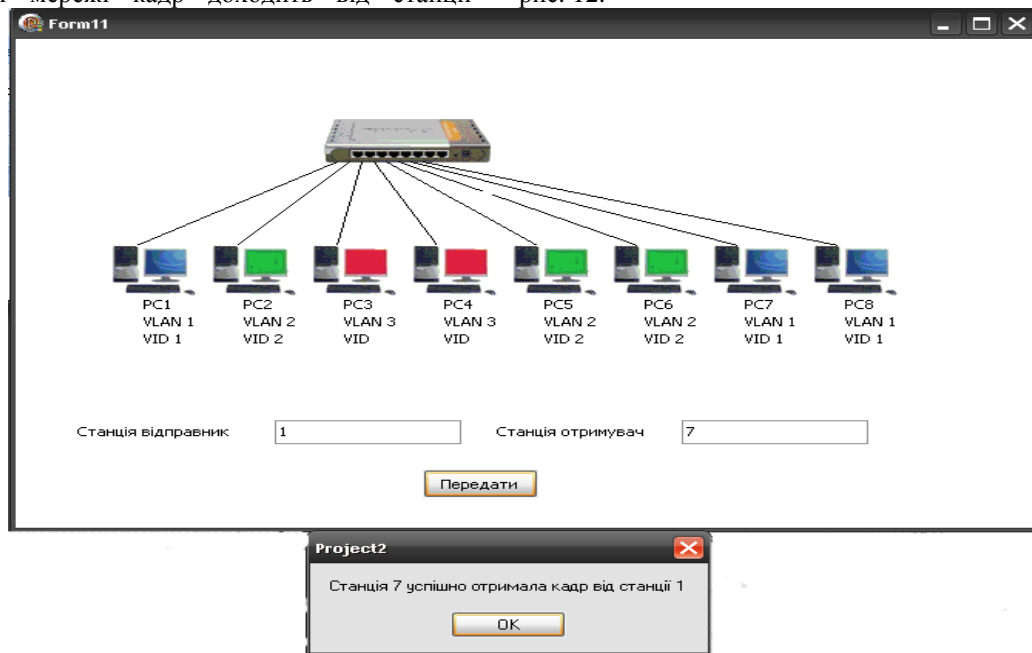


Рис. 12 – Успішна передача кадру в середині однієї віртуальної мережі (режим 3)

У VLAN передача кадру може успішно здійснюватися в межах однієї віртуальної мережі, передавати кадри між різними віртуальними мережами неможливо. Приклад такої ситуації показаний на рис. 13. Кадр передається від робочої станції один до робочої станції чотири, ці станції належать до різних віртуальних мереж (станція PC1 – до VLAN1, станція PC4 – до VLAN3), тому передача кадру неможлива.

Висновки

1. Появі VLAN сприяли наступні причини: захист інформації, навантаження на мережу, ширококомплетна, ширококомплетний шторм. Переваги застосування VLAN в інформаційних системах на залізничному транспорті: полегшення переміщень і

додавань пристроїв, велика міра адміністративного контролю, зменшення споживання смуги пропускання, запобігання ширококомплетним штормам і петлям.

2. Для утворення VLAN на каналному рівні в інформаційних системах на залізничному транспорті можливе використання механізмів: групування портів комутатора, групування MAC-адрес, використання стандарту IEEE 802.1Q.

3. Поява стандарту IEEE 802.1Q дозволила здолати відмінності у фірмових реалізаціях VLAN і добитися сумісності у відповідності правилам вхідного порту, просування кадрів, вихідного порту. Розроблена формальна модель комутатора, сполучного з стандартом IEEE 802.1Q.

4. Для створення моделі VLAN обрана мова Delphi, оскільки вона має високу швидкість розробки та продуктивність розробленого застосування, низькі вимоги розробленого додатка до ресурсів комп'ютера, можливість розробки нових компонент і інструментів власними засобами мови.

5. На розробеній моделі демонструється організація VLAN за допомогою групування портів коммутатора, групування MAC-адрес та за стандартом IEEE 802.1Q. Результати тестування показали, що програмна модель працює коректно та, крім того, може використовуватися в навчальному процесі.

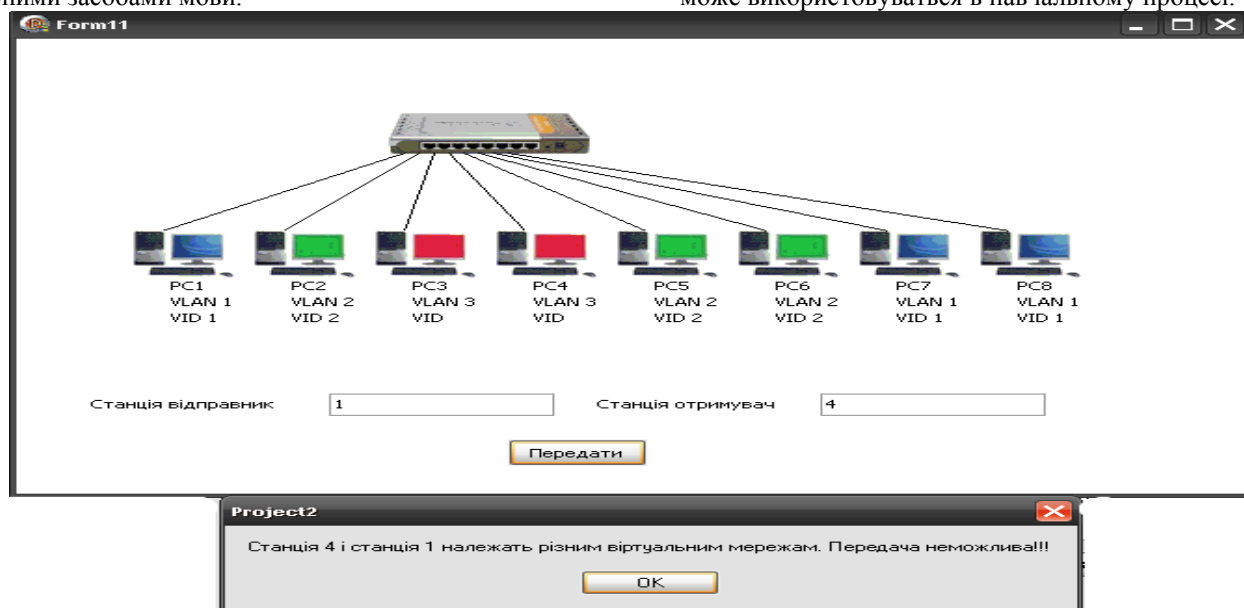


Рис. 13 – Передача кадру між різними віртуальними мережами (режим 3)

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Олифер, В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы [Текст] / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – СПб.: Питер, 2006. – 958 с.

2. Пахомов, С. Возможности современных коммутаторов по организации виртуальных сетей [Электрон. ресурс] / С. Пахомов. – <http://www.xnets.ru>

3. Таненбаум, Э.С. Компьютерные сети [Текст] / Э.С. Таненбаум. – СПб.: Питер, 2003. – 992 с.

В.Н. ПАХОМОВА, В.В. ЗАХАНЕВИЧ

ДЕМОНСТРАЦИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ВИРТУАЛЬНЫХ ЛОКАЛЬНЫХ СЕТЕЙ НА ПРОГРАММНОЙ МОДЕЛЕ

Рационально применение технологии VLAN в информационных системах на железнодорожном транспорте. Предложена формальная модель коммутатора, совместимого со стандартом IEEE 802.1Q. Разработана программная модель VLAN, в основу которой положена соответствующая диаграмма состояний порта коммутатора, для демонстрации в учебном процессе организации виртуальных локальных сетей на канальном уровне с различными механизмами: группировки портов, группировки MAC-адресов и использования стандарта IEEE 802.1Q. Модель VLAN, как демонстрационная, может использоваться в учебном процессе

Ключевые слова: группировка портов и MAC-адресов, стандарт IEEE 802.1Q, идентификатор порта и виртуальной сети

V.M. PAKHOMOVA, V.V. ZAHANEVICH

DEMONSTRATION OF ORGANIZATION VLAN's ON PROGRAMMING MODEL

Rational use of VLAN technology in information systems in rail transport. The proposed formal model of the switch that is compatible with standard IEEE 802.1Q. Developed a software model of VLAN, which is based on the relevant state diagram of the switch port to demonstrate in the learning process of organizing a virtual local area networks at the link layer with different mechanisms: the grouping of ports, groups of MAC addresses and the use of standard IEEE 802.1Q. Model VLAN as a demo, can be used in the learning process.

Key words: grouping of ports and MAC addresses, the standard IEEE 802.1Q, ID of port and virtual network