

УДК 681.31

*Олександр Олександрович Пучков,  
Сергій Петрович Колачов,  
Роман Анатолійович Ромащенко,  
Ігор Анатолійович Бойко*

## СПЕЦІАЛІЗОВАНА ТЕХНОЛОГІЯ ПЕРЕДАЧІ ПАКЕТІВ З ВІРТУАЛЬНИМИ КАНАЛАМИ

**Актуальність.** Генеральний штаб Збройних Сил України є головним військовим органом з планування оборони держави, управління застосуванням Збройних Сил України, координації та контролю за виконанням завдань у сфері оборони органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, військовими формуваннями, утвореними відповідно до законів України, та правоохоронними органами у межах, визначених Законом України "Про оборону України", іншими законами України і нормативно-правовими актами Президента України, Верховної Ради України та Кабінету Міністрів України [1].

Виходячи з цього, основними завданнями Генерального штабу є [2]:

- участь у створенні системи управління державою в особливий період;
- створення системи управління Збройними Силами, іншими військовими формуваннями, правоохоронними органами, Держспецтрансслужбою і Держспецзв'язком, призначеними для підпорядкування органам військового управління Збройних Сил в особливий період та виконання завдань територіальної оборони;
- організація і координація робіт зі створення єдиної автоматизованої системи управління Збройними Силами.

Можливість практичної реалізації і введення в експлуатацію одночасно великої кількості різних автоматизованих систем управління (АСУ) пов'язана насамперед із вирішенням проблеми організації обміну інформацією між об'єктами управління цих автоматизованих систем. До останнього часу у межах кожної АСУ зазвичай створювали власну вузькоспеціалізовану підсистему обміну інформацією (або інформаційну мережу). Структура такої інформаційної мережі (ІМ), як правило, повторювала прийняту в АСУ структуру управління. При цьому канали зв'язку інформаційної мережі використовували тільки в інтересах цієї АСУ.

Такий принцип побудови інформаційної мережі має низку істотних недоліків, до яких насамперед належать такі [3]:

- потреба у великій кількості каналів зв'язку, необхідних для організації прямих напрямків обміну інформацією між об'єктами управління АСУ;
- низька ефективність використання пропускну здатності каналів зв'язку, обумовлена вибором кількості каналів, в основному відповідно до кількості прямих напрямків обміну, а не виходячи із заданого обсягу різних потоків переданої інформації;
- вузька спеціалізація технічних засобів інформаційної мережі, що призводить до обмеження сфери їх використання тільки цією ІМ та ін.

Перелічені недоліки будуть виявлятися тим відчутніше, чим більша кількість АСУ буде створена в масштабі країни, тому розглянутий принцип не може бути прийнятий за основу для створення єдиної інформаційної мережі.

Основа такої інформаційної мережі мають складати центри розподілу (комутації) потоків інформації між об'єктами різних систем управління [4]. У загальному випадку ці центри не повинні бути об'єктами будь-якої АСУ. Доцільно їх розміщувати за територіальним принципом з урахуванням розміщення абонентів, в інтересах яких створюють інформаційну мережу.

Створення інформаційних мереж на принципах комутації пакетів припускає, що об'єкти управління різних АСУ, як правило, не будуть мати між собою прямих каналів, які вимагають великої витрати магістральних ліній зв'язку, а будуть з'єднуватися по каналах місцевих ліній зв'язку із найближчим центром комутації, через який вони можуть зв'язатися з будь-яким іншим об'єктом цієї або навіть іншої системи управління. Функції таких об'єктів з обміну інформацією незалежно від їх рангу і виконуваних завдань зводяться до мінімуму й обмежуються лише введенням повідомлень у мережу й одержанням з неї повідомлень, призначених тільки їм.

Створення інформаційних мереж широкого призначення являє собою значно складніше

завдання порівняно із розробленням спеціалізованих мереж для обслуговування конкретних систем управління через необхідність урахування суперечливих вимог до обміну інформацією з боку різних АСУ. Все це підтверджує актуальність і необхідність роботи.

На сьогодні найбільшого поширення у провідних телекомунікаційних мережах набули технології *X 25*, *Frame Relay*, *ATM* та *MPLS*.

Проведені дослідження [5, 6] показали, що при гарному стані каналів зв'язку найменша затримка під час передавання пакету виявляється у разі використання технології *MPLS*. Однак при погіршенні завадового стану каналів зв'язку внаслідок виникнення паразитного потоку, відкидання пакетів на комутаційних вузлах через переповнення вхідних та вихідних буферів накопичувачів, технологія *X 25* стає ефективнішою за *Frame Relay*, *ATM* та *MPLS*, але, використання технології *X 25* в інтересах АСУ спеціального призначення є неможливим через неспроможність цієї технології передавати ізохронні потоки.

Беручи до уваги те, що телекомунікаційні мережі спеціального призначення повинні функціонувати в умовах максимальної агресивності зовнішнього середовища (що передбачає поставлення супротивником активних та пасивних завад, застосування зброї масового ураження), використання в них технологій *ATM*, *Frame Relay* та *MPLS* є можливим лише за умови усунення недоліків зазначених технологій.

Одним із можливих шляхів вирішення зазначеного питання може бути підвищення

живучості телекомунікаційної мережі завдяки введенню структурної надлишковості, а саме збільшення кількості вузлів комутації та трактів передачі даних, що призводить до значних фінансових витрат.

Інший шлях — застосування на вузлах комутації, а також точках входу у мережу методів стиску інформації та методів уникнення переповнення вхідних буферів накопичувачів. Застосування зазначених методів пов'язано з обробкою інформації, що вимагає певних витрат часу. Такий підхід може призвести до того, що у певний момент часу не будуть виконуватися вимоги до своєчасності доведення інформації, що є неприпустимим.

Для вирішення зазначеного завдання можливо також застосовувати спеціалізовану технологію передавання пакетів із віртуальними каналами. Виходячи з цього, обрана тема є актуальною для галузі управління та зв'язку.

**Метою статті** є опис механізму обробки пакетів повідомлень під час застосування спеціалізованої технології передавання пакетів із віртуальними каналами.

Спеціалізована технологія передавання пакетів із віртуальними каналами може застосовуватися для побудови віртуально-данограмної мережі (тобто мережі віртуальних каналів), у якій за певних умов можна передавати данограми.

Топологічна структура телекомунікаційної мережі спеціального призначення, що використовує зазначену технологію, наведена на рис. 1.

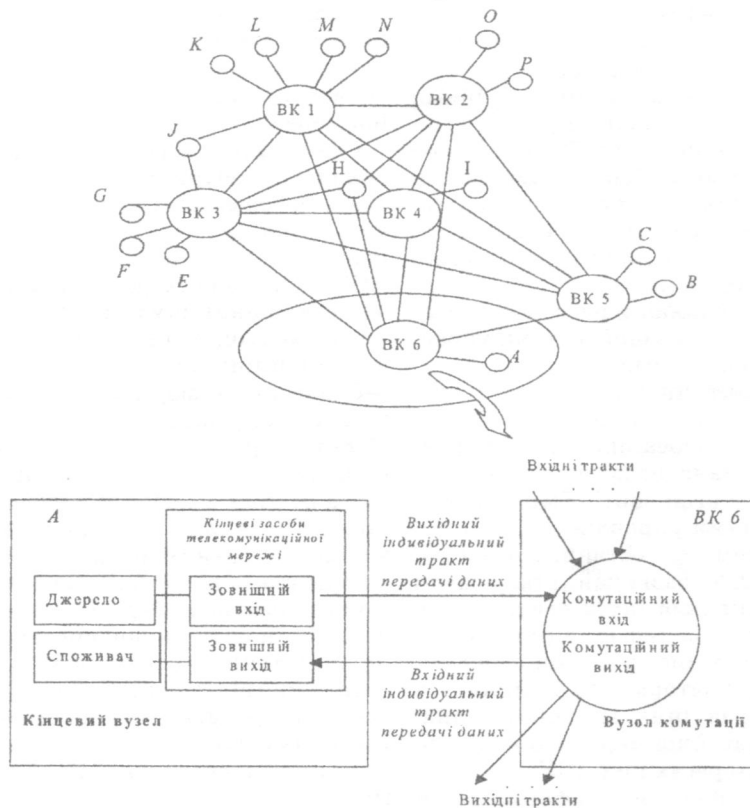


Рис. 1. Топологічна структура телекомунікаційної мережі спеціального призначення

Зв'язок відправників і одержувачів зовнішніх повідомлень з вузлами комутації здійснюється за індивідуальними трактами через комутаційні входи і виходи цих вузлів, тому для більш надійного контакту відправників і одержувачів з мережею кожен відправник у загальному випадку пов'язаний із декількома комутаційними входами, а кожен одержувач — з декількома комутаційними виходами (наприклад, об'єкти *H, J* на рис. 1).

Вузол телекомунікаційної мережі спеціального призначення під час застосування спеціалізованої технології передавання пакетів з віртуальними каналами виконує такі головні функції:

- перевіряє належність кадру до визначеної категорії (належить кадр до ізохронного потоку чи до потоку даних);
- якщо кадр належить до ізохронного потоку, вузол перевіряє правильність адреси — якщо адреса невідома — кадр відкидається (рис. 2);
- якщо кадр належить до потоку даних, вузол перевіряє цілісність кадру — якщо кадр викривлений — виконують процедури виправлення помилок, а у разі неспроможності коду виправити всі помилки, здійснюється перепит пакета у попереднього (стосовно напрямку передавання інформації) вузла (рис. 3).



Рис. 2. Оброблення вузлом телекомунікаційної мережі спеціального призначення ізохронних потоків

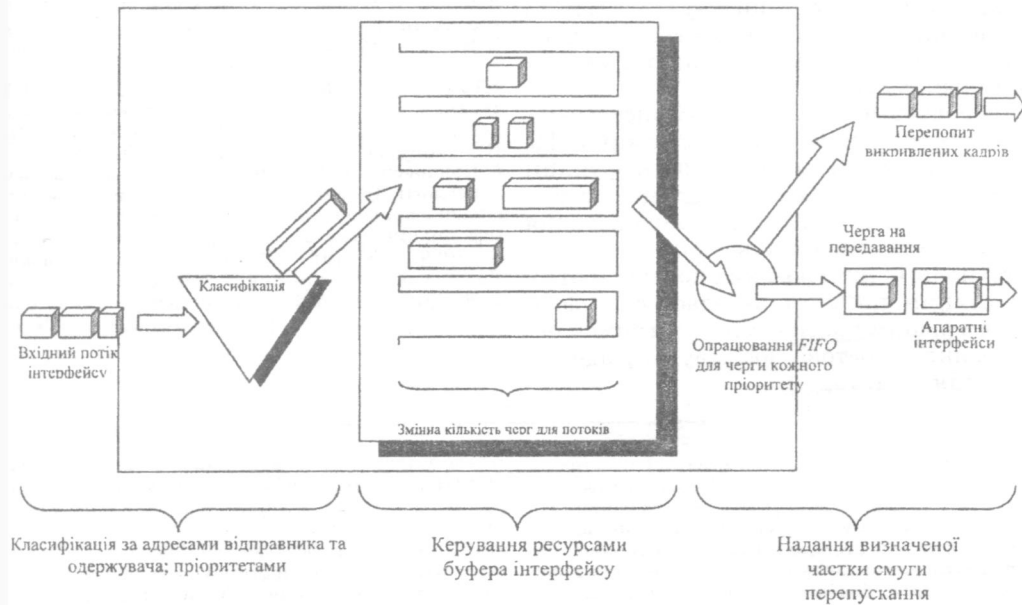


Рис. 3. Оброблення вузлом телекомунікаційної мережі спеціального призначення потоків даних

Головна відмінність цієї мережі від мереж *Frame Relay*, *X 25*, *ATM* та *MPLS* в тому, що корекція помилок відбувається залежно від функціонального категорювання.

Кожному віртуальному ланцюжку присвоюють номер групи віртуальних каналів та номер окремого віртуального каналу. Номери віртуальних ланцюжків, що проходять через вузли телекомунікаційної мережі, зберігаються у їхній пам'яті.

У разі розірвання зв'язку спеціалізована технологія передачі пакетів з віртуальними каналами автоматично перемаршрутизовує сполучення. *PVC* автоматично виділяються під час приєднання до мережі. Перед початком сполучення користувачу забезпечують гарантовану швидкість передавання інформації (*Committed Information Rate (CIR)*). *CIR* можна розуміти як дозволена середню швидкість передавання інформації. Крім *CIR*, визначена максимальна швидкість передавання (*Maximum Information Rate (MIR)*). Кадри, що надходять від джерела в діапазоні швидкостей до *CIR*, будуть передані, у діапазоні від *CIR* до *MIR* — можуть бути передані, а в діапазоні понад *MIR* — будуть затримані на точці входу в мережу.

Структура кадру телекомунікаційної мережі спеціального призначення показана на рис. 4.

Прапор- рець	Заголо- вок	Дані	Перевірна послідовність	Прапор- рець
-----------------	----------------	------	----------------------------	-----------------

Рис. 4. Структура кадру телекомунікаційної мережі спеціального призначення

Кадри починаються та закінчуються комбінацією 01111110. Для коректного визначення прапорців використовують бітстафінг. Заголовки містить адресу та інформацію керування. Перевірна послідовність являє собою символи завадостійкого каскадного коду.

Аналізуючи наведений процес обробки інформації на комутаційних вузлах, можна виділити такі головні властивості спеціалізованої технології передавання пакетів з віртуальними каналами:

- для передавання даних використовують пакет із фіксованим розміром комірки. Це дає змогу апаратно реалізувати функції опрацювання та маршрутизації, отже, різко зменшити тривалість опрацювання комірки, а також нормувати її;
- це технологія інтегрованих послуг, тобто у ній єдиним потоком передається інформація з різними вимогами до затримок передавання та достовірності (аудіо-, відеоінформація, дані тощо);

- швидкість та якість передавання інформації задають за запитом користувача;
- технологія описує тільки інтерфейсні характеристики і для передавання даних може використовувати широкий спектр реальних каналів та комунікаційних мереж. З іншого боку, для зовнішнього користувача вона може надавати сервіс багатьох мереж та протоколів (*Frame Relay*, *X 25*, *TCP/IP*, *SPX/IPX* та ін.);

- ця технологія гнучка в експлуатації. Якщо трапляється збій, автоматично збільшується відносна швидкість передавання інформації або вибираються нові шляхи передавання.

#### Висновки:

- існуючі технології передавання інформації не відповідають вимогам, що висуваються автоматизованими системами управління спеціального призначення;
- розроблений у статті механізм обробки пакетів на комутаційних вузлах дозволяє досягти безвідмовної роботи зазначених вузлів за рахунок адаптаційного управління вхідним потоком інформації;
- за рахунок корекції помилок на кожному комутаційному вузлі, що відбувається залежно від функціонального категорювання, з'являється можливість здійснювати обмін інформацією в умовах максимальної агресивності зовнішнього середовища;
- відмінність алгоритму обробки різних типів потоків (даних, ізохронних потоків) дозволяє досягти максимальної якості обслуговування кожного із зазначених типів.

## Література

1. Закон України "Про оборону України" // Відомості Верховної Ради України від 03.03.1992. — 1992. — № 9. — Ст. 106. 2. Указ Президента України "Про положення про Генеральний штаб Збройних Сил України": № 769/2006 // Офіц. вісн. України від 11.10.2006. — 2006. — № 9. — Ст. 2616. 3. Глуцький В. І. Вибір інтегрального показника ефективності функціонування інформаційної мережі спеціального призначення / В. І. Глуцький, С. П. Колачов // 36. наук. праць ВІТІ НТУУ "КПІ". — К., 2003. — № 6. — С. 5—14. 4. Проектування автоматизованих систем управління: навч. посіб. / В. О. Гаманек, І. М. Кисельов тощо / Під ред. В. П. Шохіна. — К.: ВІТІ НТУУ "КПІ", 2003. — 160 с. 5. Криховецький Г. Я. Оцінка можливості застосування технології MPLS в телекомунікаційних мережах спеціального призначення / Г. Я. Криховецький // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. — К., 2009. — № 3(6). — С. 16—21. 6. Криховецький Г. Я. Дослідження захищеності технології MPLS-VPN / Г. Я. Криховецький // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. — К., 2010. — № 1 (7). — С. 35—39.

В статье предложен механизм обработки пакетов на коммутационных узлах, позволяющий достичь безотказной работы за счет адаптивного управления входящим потоком информации. За счет коррекции ошибок на каждом коммутационном узле становится возможным обмен информацией в условиях максимальной агрессивности внешней среды. Алгоритм обработки разных типов потоков позволяет достичь максимального качества обслуживания.

Ключевые слова: ATM, MPLS, виртуальные каналы, кадр.

The authors propose a mechanism for processing packets of switching nodes, which enables to achieve nonfailure operating through adaptive control within the flow of information. Due to the correction of errors at each switching node, it becomes possible to exchange information with maximum aggressiveness of the environment. Algorithm for processing different types of flows enables to achieve maximum quality of service.

Key words: ATM, MPLS, virtual channels, frame.