

## ЗАСТОСУВАННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ ТРАНСПОРТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СИСТЕМАХ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ПІД ЧАС СТВОРЕННЯ ЄДИНОГО ІНФОРМАЦІЙНОГО ПОЛЯ

В статті викладено підхід до вирішення актуального завдання щодо створення єдиного інформаційного поля під час організації взаємодії між військовими формуваннями, які належать до різних складових частин Сектору безпеки та оборони під час спільного виконання оперативних завдань в операціях. Вирішення задачі створення єдиного інформаційного поля базується на застосуванні перспективних інформаційних технологій, насамперед за рахунок застосування сучасних транспортних технологій.

**Ключові слова:** інформаційне поле; взаємодія; система; маршрутизація; транспортна технологія; багатоканальна комутація.

### Вступ

Досвід застосування військових формувань Збройних Сил України, інших військових формувань та органів спеціального призначення (далі - ІВФ та ОСпП) під час проведення антитерористичної операції на Сході країни засвідчив, що безперервність взаємодії в значній мірі буде залежати від апаратної, лінгвістичної, програмної сумісності засобів зв'язку та засобів автоматизованого управління військових формувань, які приймають участь у виконанні спільних оперативних (бойових, службових завдань) в ході проведення операції. Сучасний стан засобів управління як Збройних Сил України так і ІВФ та ОСпП не забезпечують створення єдиного інформаційного простору для узгодження дій під час виконання спільних завдань. Для вирішення цього складного завдання доцільно розглянути створення незалежної від загальнодержавної цифрової мережі передачі інформації для військових формувань Сектору безпеки та оборони. Такий шлях обрали передові країни світу. Створення єдиного інформаційного поля для військових формувань держави безумовно повинно ґрунтуватися на світовому досвіді, але з урахуванням особливостей притаманних Україні. У статті запропоновано один з можливих підходів до вирішення задачі створення єдиного інформаційного поля, який базується на застосуванні перспективних інформаційних технологій насамперед за рахунок застосування сучасних транспортних технологій.

### Виклад основного матеріалу дослідження

Для організації управління та створення єдиного інформаційного поля зі стаціонарних пунктів управління (далі – ПУ) міжвідомчих сил може використовуватись мережа зв'язку загального користування. Разом з тим, досвід проведення антитерористичної операції показав,

що з початком збройного конфлікту існує загроза виведення цієї мережі з ладу.

Але досвід інших країн світу свідчить, що поряд з мережею загального користування у державах створюється незалежна цифрова мережа зв'язку, яка функціонує в інтересах сектору безпеки. Будуються такі мережі за принципами технологій глобальної інформаційної мережі Інтернет.

Доцільно зауважити, що за допомогою технологій глобальної інформаційної мережі Інтернет розв'язується задача передачі даних через неоднорідні складені мережі, що об'єднані довільними зв'язками і побудовані на основі різних локальних і глобальних технологій [1] (рис. 1).

Протоколи мережного рівня реалізуються, як правило, у вигляді програмних модулів і виконуються в кінцевих пунктах комутаторами, а в проміжних вузлах – маршрутизаторами.

Складену мережу можна створити також за допомогою засобів фізичного і каналного рівнів, а саме, за допомогою деяких типів мостів і комутаторів. У цьому випадку основна ідея полягає у тому, що складена мережа (інтермережа, Internet) розглядається як сукупність декількох мереж (підмереж, Subnet), що можуть бути локальними і глобальними мережами. Усі вузли однієї підмережі взаємодіють між собою, використовуючи єдину для них технологію, що може відрізнятися від технологій, реалізованих у суміжних підмережах. Тому, для організації взаємодії між підмережами застосовуються засоби мережного рівня – маршрутизатори, що координують роботу підмереж під час просування по них пакету, а для переміщення даних у межах підмережі, мережний рівень звертається до використовуваної в ній технології [2].

Для вирішення цієї задачі використовується унікальна нумерація усіх підмереж складеної мережі та нумерація усіх вузлів у межах кожної підмережі. На основі такої нумерації створюється дворівнева адреса (на різних етапах розвитку).

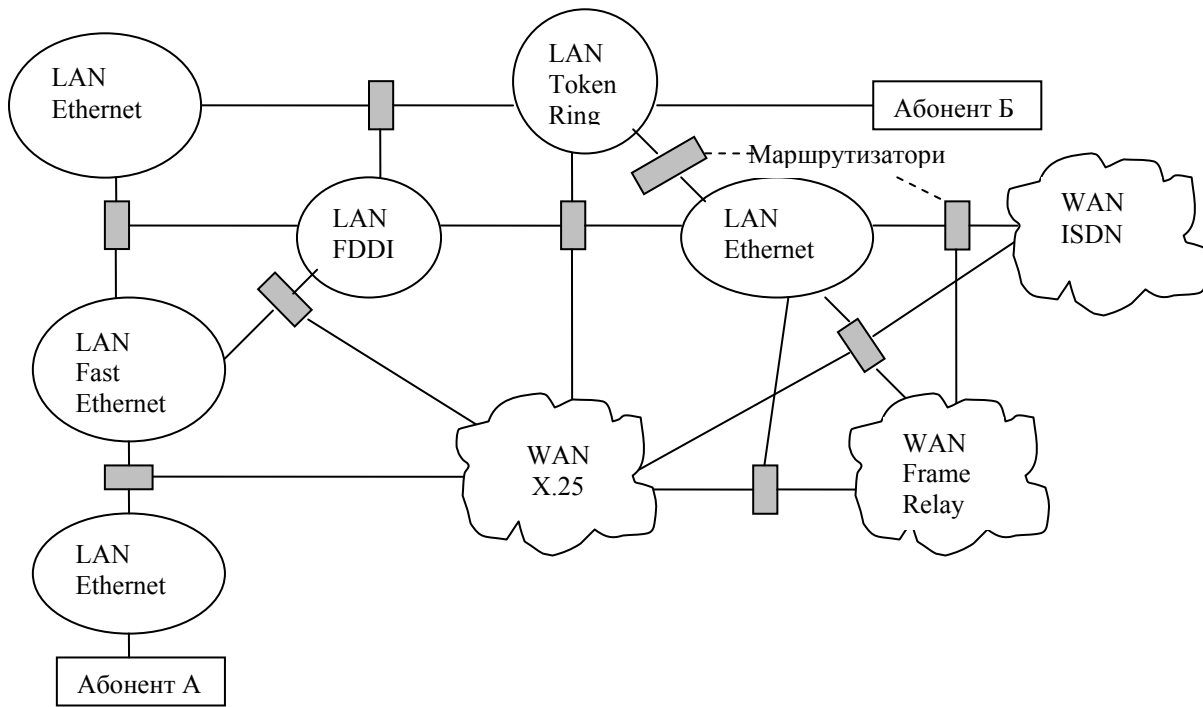


Рис. 1. Архітектура складеної мережі

Заголовок пакету мережного рівня має уніфіковану форму і несе, поряд з іншою службовою інформацією, інформацію про адресу підмережі призначення. Мережний рівень визначає маршрут і просуває пакет між підмережами.

Пакет, рухаючись по заданому маршруту, надходить з однієї підмережі в іншу. Під час надходження у чергову підмережу, він вилучається з кадру попередньої підмережі (тобто звільняється від каналного заголовка цієї підмережі) і упаковується в кадр (тобто забезпечується каналним заголовком) черговою підмережі з вказівкою в ньому адреси наступного маршрутизатора.

Явна нумерація підмереж дає можливість протоколам мережного рівня скласти точну карту зв'язків підмережі та обрати раціональний маршрут при будь-якій технології, у тому числі альтернативні маршрути, для чого не пристосовані мости і комутатори.

Заголовок мережного рівня містить і іншу інформацію, необхідну для успішного переходу з підмережі одного типу у підмережу іншого типу, а саме:

номер фрагменту пакету, який використовується під час декомпозиції – синтезу в підмережах які використовують інший розмір пакетів;

час проходження пакету, який використовується під час ухвалення рішення про знищення пакетів, які “зблукали”;

якість послуги, наприклад, вибір маршруту, що забезпечує необхідну надійність під час доставки.

Рішення проблеми об'єднання підмереж, які створені і працюють за різними технологіями, має величезне значення для підмереж, що поєднуються.

Для реалізації Internet-технології агентством DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) у США був створений стек протоколів TCP/IP, що став одним з найбільш популярних протоколів мережної взаємодії і стандартом de facto у світовому масштабі. Стек TCP/IP підтримує всі популярні стандарти фізичного і каналного рівнів: для локальних мереж – це Ethernet, Token Ring, FDDI; для глобальних ISDN, X.25, Frame Relay та ін.

Основними протоколами стека, що дали йому назву, є протоколи IP і TCP. Ці протоколи в термінології OSI відносяться до мережного і транспортного рівнів відповідно. Протокол IP забезпечує проходження пакету по складеній мережі, а протокол TCP гарантує надійність доставки.

За час використання в мережах різних країн організацій стек TCP/IP увібрив у себе значну кількість популярних протоколів. Важливими властивостями стека TCP/IP, що дає йому переваги перед іншими стеками під час побудови великих складених неоднорідних мереж, є:

здатність до динамічної фрагментації пакетів, яка використовується під час переходу пакету в мережу яка використовує меншу довжину пакетів;

гнучка система адресації, що сприяє нарощуванню складеної мережі;

ощадливе використання широкомовних розсилань, що є важливим під час роботи на повільних каналах зв'язку територіальних мереж.

До недоліків стеку TCP/IP можна віднести високі вимоги до обчислювальних ресурсів.

Оскільки стек TCP/IP був розроблений до появи моделі взаємодії відкритих систем ISO/OSI, то його багаторівнева структура не повністю відповідає структурі ISO/OSI (табл. 1).

Відповідність протоколів стеку рівням OSI

Рівні OSI	Рівні стеку TCP/IP	Назва протоколів стеку
Прикладний	Прикладний	FTP, Telnet, SNMP, SMTP, HTTP, TFTP
Представницький		
Сеансовий		
Транспортний	Транспортний	TCP, UDP
Мережний	Рівень міжмережної взаємодії	IP, RIP, OSPF, ICMP
Канальний	Рівень мережних інтерфейсів	Протоколи упакування і перетворення пакетів
Фізичний		

Прикладний (application) рівень стеку TCP/IP увібрав у себе протокол копіювання файлів FTP (File Transfer Protocol), протокол моделювання (емуляції) терміналу Telnet, простий протокол передачі електронної пошти SMTP (Simple Mail Transfer Protocol), протокол передачі гіпертекстової інформації HTTP (Hypertext Transfer Protocol), простий протокол керування мережею SNMP (Simple Network Management Protocol) та інші [1, 2].

Протоколи прикладного рівня реалізуються програмними засобами, побудованими за архітектурою “клієнт – сервер”, і встановлюються в серверах кінцевих пунктів. Вони відпрацьовують логіку застосувань (додатків), а до протоколів нижніх рівнів звертаються як до деякого набору інструментів. Так, для обміну повідомленнями із сервером клієнтська частина повинна звернутися з запитом до розташованого нижче транспортного рівня [1, 2].

Транспортний (transport) рівень увібрав у себе два протоколи:

протокол керування передачею TCP (Transmission Control Protocol), що забезпечує гарантовану доставку пакетів за призначенням;

протокол користувачів дейтаграм UDP (User Datagram Protocol), що забезпечує доставку “за можливістю”, тобто без гарантії.

Рівень міжмережної взаємодії є стрижнем всієї архітектури TCP/IP. Саме він забезпечує просування пакетів між підмережами в межах усієї складеної мережі. У ньому основним є міжмережний протокол IP (Internet Protocol). Він встановлюється не тільки в серверах кінцевих пунктів, але і у всіх пограничних маршрутизаторах. Протокол IP забезпечує просування пакету по складеній мережі від одного маршрутизатора до іншого, поки пакет не досягне пункту призначення. У випадку втрати пакета (наприклад, через переповнення буферної пам'яті) протокол IP не намагається повторити передачу, але посилає повідомлення про це в пункт відправлення.

У виборі і прокладанні маршруту допоміжними є: протокол збору маршрутної інформації RIP (Routing Internet Protocol);

протокол визначення найкоротшого шляху OSPF (Open Shortest Path First);

протокол міжмережних керуючих повідомлень ICMP (Internet Control Message Protocol).

ICMP дає можливість маршрутизатору повідомити відправника за допомогою

спеціальних пакетів про неможливість доставки пакету, про перевищення часу “життя” пакету, про аномальні величини параметрів, про зміну маршруту, про стан системи та інше.

Що стосується просування пакету усередині кожної підмережі, що зустрічається на його шляху – це вже задача реалізованої в цій підмережі технології. Для розв'язання цієї задачі протокол IP звертається до нижче розташованого рівня – рівня мережних інтерфейсів.

Нижні рівні моделі OSI (канальний і фізичний) навантажені такими функціями, як: доставка даних до середовища передачі; формування кадрів; узгодження рівнів електричних сигналів; кодування, синхронізація та інше.

У нижнього рівня стеку TCP/IP задача істотно простіша. Він відповідає тільки за організацію інтерфейсу з технологіями побудови підмереж. Переміщення пакету IP можна розглядати як послідовність “стрибків” від одного прикордонного маршрутизатора до іншого. Щоразу у черговому прикордонному маршрутизаторі в результаті роботи протоколів міжмережного рівня визначається міжмережна адреса чергового прикордонного маршрутизатора. Але щоб дійти до нього, пакет повинен перетнути деяку підмережу. Для цього протоколи TCP/IP звертаються до транспортних засобів цієї підмережі.

Спрощено задача організації інтерфейсу між двома технологіями зводиться:

до визначення способу упакування (інкапсуляції) пакета IP в одиницю даних цієї підсистеми, які передаються;

до визначення способу перетворення міжмережної адреси чергового прикордонного маршрутизатора в новий тип адреси, що прийнятий для адресації в технології даної підмережі.

Такий підхід робить складену мережу TCP/IP відкритою для включення до її складу будь-якої підмережі, яку б технологію вона не використовувала. Для кожної технології повинні бути розроблені власні інтерфейсні засоби. З цього випливає, що даний рівень не можна визначати як постійно функціонуючий.

Сучасні інформаційні системи, які об'єднуються в єдине інформаційне поле повинні складатися не тільки з підмереж, але і з більш великих взаємозалежних об'єднань – автономних систем (рис. 2).

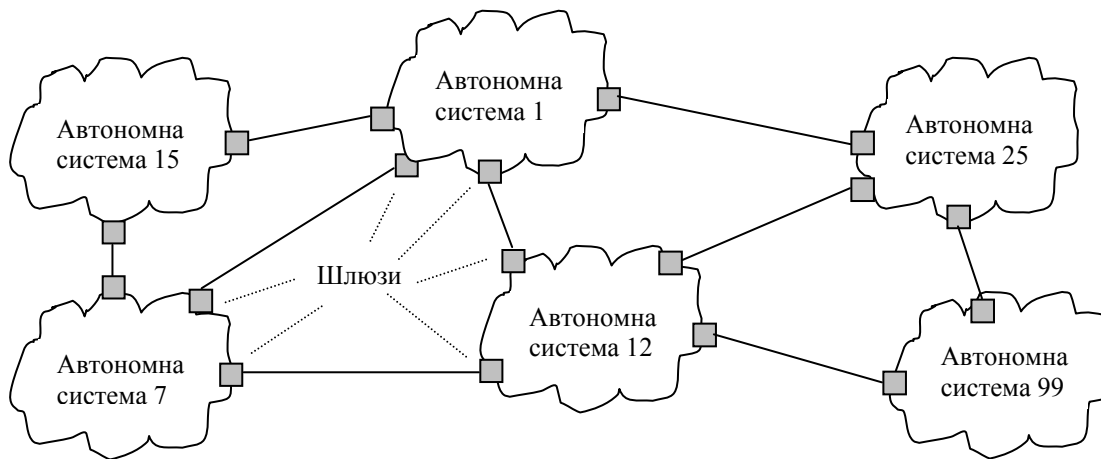


Рис. 2. Схема об'єднання автономних систем в єдине інформаційне поле систем

Автономна система – це сукупність підмереж з єдиним адміністративним керуванням, що забезпечує для всіх маршрутизаторів загальну політику маршрутизації.

Основна мета розподілу складної інформаційної системи Сектору безпеки на автономні системи – це забезпечення багаторівневого підходу до маршрутизації [3]. З появою автономних систем сформувався третій, верхній, рівень маршрутизації. Подібно підмережам всі автономні системи централізовано нумеруються. Номер автономної системи складається з 16 розрядів. Маршрутизація стає трьохрівневою.

Автономні системи з'єднуються зовнішніми маршрутизаторами, чи шлюзами (exterior gateway). Важливо, що між ними дозволяється використовувати тільки один, стандартний, протокол маршрутизації EGP (Exterior Gateway Protocol). В даний час ним є протокол BGP-4 (Border Gateway Protocol, version 4). Всі інші протоколи є внутрішніми IGP (Interior Gateway Protocol). Зовнішній протокол відповідає за вибір маршруту як послідовності автономних систем. Адресою наступного маршрутизатора є адреса точки входу в сусідню автономну систему. За маршрут усередині автономної системи відповідають внутрішні протоколи маршрутизації, які, у випадку транзитної автономної системи, визначають точну послідовність маршрутизаторів від точки входу в автономну систему до точки виходу з неї.

За аналізом існуючого досвіду використання існуючих технологій, найбільш перспективним для використання у Секторі безпеки є транспортні технології MPLS, особливо для створення єдиного для ІВФ та ОСпП тактичного рівня інформаційного поля [4].

Технологія багатоканальної комутації позначок MPLS – одна із самих перспективних транспортних технологій. Під час її застосування трафік просувається по стійким маршрутам, обраним з урахуванням поточної топології і стану завантаженості елементів мережі. Цим забезпечується різним класам трафіка необхідна їм якість обслуговування.

Із відомою долею наближення можна вважати, що під шаром протоколу IP в мережі IP/MPLS працює канална технологія MPLS (рівня 2,5), яка ґрунтується на техніці віртуальних шляхів, але на відміну, наприклад, від ATM, тісно інтегрована з IP-технологією, використовує її можливості щодо класифікації трафіка, визначенню поточної топології мережі і стану завантаженості її елементів. Більш того, функції MPLS можуть бути вмонтовані в IP-маршрутизатори, так що фізично два шари комутаційних пристроїв інтегруються в один, який забезпечить і маршрутизацію і просування трафіка та комутацію позначок.

На відміну від традиційної маршрутизації з використанням віртуальних каналів, де неможливе групування каналів з різними кінцевими пунктами у один віртуальний шлях, тому що адресат не зможе їх розрізнити, в MPLS це можливо завдяки тому, що кожний пакет містить як позначку так і адресу призначення. Наприкінці позначеного шляху заголовок з позначкою може бути усунутий або проігнорований, а подальше просування трафіків буде здійснюватись традиційним методом – з використанням адреси призначення мережного рівня.

Під час групування каналів у віртуальний шлях враховується не тільки однаковість маршрутів до *i*-того маршрутизатора, а й однаковість класу обслуговування для забезпечення заданої якості. Груповому потоку надається одна загальна локальна позначка. За цією позначкою по таблиці MPLS – сумісного маршрутизатора, визначається вихідна лінія та надається нова позначка, яка на цій лінії і для цього потоку є унікальною, тобто відрізняється від позначок інших потоків у цій лінії [5].

У традиційних мережах користувач посилає установочний пакет для прокладання віртуального каналу і створення відповідних записів у таблицях. В MPLS установочного пакету та установочної фази нема, тому що в деяких системах військового призначення іноземних країн, у яких використовується MPLS, розрахований на дельтаграмну передачу, а не на віртуальний шлях, і

введення установочного пакету привело б до необхідності введення значних змін в програмне забезпечення цих систем. Тому у таких системах здійснюється маршрутизація по першому пакету, і вибраний маршрут закріплюється позначками у віртуальний шлях.

Отже, для реалізації MPLS технологій для створення єдиного інформаційного поля під час вирішення спільних завдань різновідомчими силами та засобами пропонується додати в кожен IP-пакет MPLS-заголовок на рівні 2,5 (рис. 3).

Заголовок MPLS містить, як правило, чотири поля: поле “позначка”, зміст якого використовується для вибору маршруту та просування трафіка; поле “якість обслуговування”, в якому вказується номер класу обслуговування; поле “S”, що пов’язане зі стеком позначок в ієрархічних мережах (якщо в ньому значиться “0”, то пакет ігнорується і завдяки цьому виключається зацикловування пакету); поле “час існування” пакету, що також запобігає зацикловуванню.

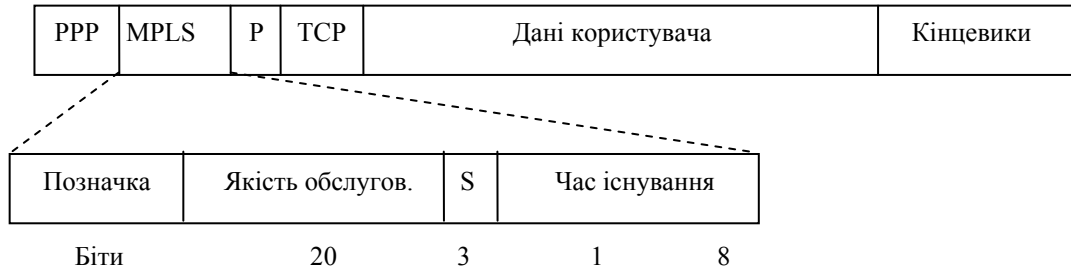


Рис. 3. Передавання TCP-сегмента з використанням IP, MPLS, PPP

Таким чином, MPLS є технологією, яка не залежить ні від мережного (IP), ні від каналного (PPP) рівня. Це свідчить про можливість створення таких комутаторів і маршрутизаторів, які можуть

просувати як IP-пакети, та і пакети ATM.

Схематично функціонування MPLS технологій на прикладі мережі, що складається з підмережі MPLS, IP-клієнта і IP-сервера наведена на рис. 4

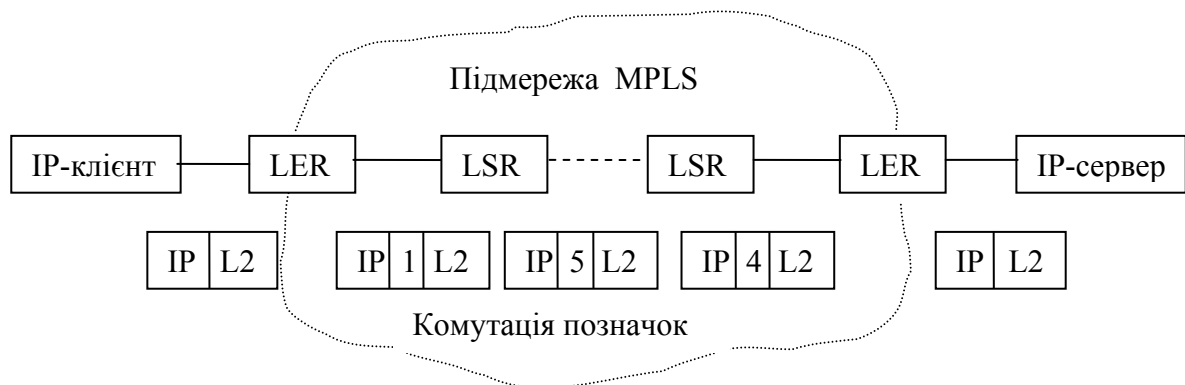


Рис. 4. IP-мережа з підмережею MPLS

Отримавши від абоненту IP-пакет з заголовками 2-го та 3-го рівня, LER звіряє його з таблицею маршрутизації по заголовку першого пакету, визначає маршрут крізь підмережу MPLS та формує заголовок MPLS (2,5 рівня) між IP і PPP заголовками. Зміст заголовка MPLS може визначатись у відповідності з кількома критеріями, що включають, зокрема, і вимоги клієнта до рівня якості обслуговування QoS. Після цього обробка IP- та PPP заголовків припиняється, і блок даних в цілому передається крізь мережу MPLS. Під час передачі решти пакетів трафіка звернень до таблиць маршрутизації у внутрішніх LSR не відбувається. Замість цього комутація блока даних здійснюється на підставі змісту позначки, котрий також змінюється (комутується) у кожному LSR.

MPLS, маршрутизує і просуває пакет до серверу, використовуючи адресу призначення і справжні заголовки мережного (IP) та каналного (PPP) рівнів. MPLS підтримує диференційовану обробку множини класів трафіка, обираючи найбільш придатний маршрут крізь мережу MPLS. Такий вибір може ґрунтуватись на інформації, яка міститься у заголовку IP-пакету (код у полі DS), або отримана в результаті обміну повідомленнями між клієнтом і мережею (такими як повідомлення протоколу резервування ресурсів RSVP).

### Висновки й перспективи подальших досліджень

Таким чином, технологія багатоканальної комутації позначок MPLS – це одна з самих перспективних транспортних технологій, яку доцільно використовувати для створення єдиного

На дальньому кінці підмережі MPLS граничний маршрутизатор LER усуває або ігнорує заголовок

інформаційного поля під час спільного вирішення завдань різновідомчих сил і засобів Сектору безпеки та оборони. Переваги технології IP/ MPLS полягають у поєднанні високої швидкості просування пакетів по мережі з диференційовано високою якістю обслуговування різних класів трафіків, поширення масштабованості протоколу IP (поширення області його застосування без

зменшення продуктивності мережі). Розвиток застосування MPLS-технологій пов'язуються з майбутнім переходом на шосту версію протоколу IP, тобто є перспективною і може бути використана для створення цифрової мережі передачі інформації для військових формувань Сектору безпеки та оборони.

### Література

1. АСУ проблемы и решения [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <http://www.vko.ru>.  
2. Автоматизированная система управления [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <http://ru.wikipedia.org>.  
3. Пермяков О. Ю. Информационные технологии и современная збройна боротьба / О. Ю. Пермяков., А. І. Сбитнев, – Луганськ, Знання, 2008. – 204 с.  
4. Пермяков О. Ю. Синергетичний підхід до підтримки єдиного інформаційного поля /

О. Ю. Пермяков, В. А. Савченко, І. Д. Варламов // Матеріали постійно діючого наукового семінару кафедри ЗГП та КС ІТ НУОУ 19 листопада 2012 року. – К. : НУОУ, 2012. – С.27–35.  
5. Варламов І. Д. Модель інформаційних потоків Автоматизованих систем управління / І. Д. Варламов, С. С. Гаценко // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. – 2014. – № 3(21). – С. 5–11.

### ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМАХ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ ВО ВРЕМЯ СОЗДАНИЯ ЕДИНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПОЛЯ

*Алексей Романович Факадей*

*Генеральный штаб Вооруженных Сил Украины, Киев, Украина*

*В статье представлен подход к решению актуальной задачи по созданию единого информационного поля во время организации взаимодействия между военными формированиями, которые принадлежат к разным составляющим Сектора безопасности и обороны во время совместного выполнения оперативных задач в операциях. Решение задачи создания единого информационного поля базируется на применении современных информационных технологий, прежде всего за счет применения современных транспортных технологий.*

**Ключевые слова:** *информационное поле, взаимодействие, система, маршрутизация, транспортная технология, многоканальная коммутация.*

### THE ADVANCED TRANSPORT TECHNOLOGIES APPLICATION IN MILITARY-ORIENTED SYSTEMS DURING THE CREATION OF COMMON INFORMATION FIELD

*Oleksii R. Fakadei*

*General Staff of Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

*In the article the approach to the decision of the actual problem on creation of a common information field during the interaction organization between military formations which belong to different components of safety and defense Sector during joint performance of operative problems in operations is presented. The problem decision of the common information field creation is based on application of modern information technologies, first of all at the expense of application of modern transport technologies.*

**Keywords:** *information field; interaction; system; routing; transport technology; multichannel commutation.*

### References

1. ACS problems and solutions. [ACS problemy i resheniya], Mode of access: <http://www.vko.ru>.  
2. Automated control system. [Avtomatyzirovanaja sistema upravlenija], Mode of access: <http://ru.wikipedia.org>.  
3. Permiakov O.Y., A. I. Sbitnev (2008), Information technology and modern armed struggle. [Informaciini tekhnologii i suchasna zbrojna borotba], Luhansk, Znannia, 204 p.  
4. Permiakov O.Y., Savchenko V.A., Varlamov I.D. (2012), Synergetic approach to support common information

field. [Synergetychnyi pidkhid do pidtrymky ydinoho informacinoho polia], Kyiv, NUOU, pp. 27–35.  
5. Varlamov I.D., Hatsenko S.S. (2014), Information streams model of automated command and control systems [Model informatsiinykh potokiv Avtomatyzovanykh system upravlinnia], Naukovyi zhurnal "Suchasni informatsiini tekhnologii u sferi bezpeky ta oborony", Kyiv, NUOU, Vol 3(21), pp. 5–11.

Отримано: 19.02.2015 року