

СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У СФЕРІ БЕЗПЕКИ ТА ОБОРОНИ

ISSN 2311-7249 (Print)

ISSN 2410-7336 (Online)

№ 2(32)
2018

Науковий журнал

Засновник і видавець

Національний університет оборони України
імені Івана Черняхівського
Журнал заснований у 2008 році

Адреса редакції

Національний університет оборони України
імені Івана Черняхівського
Інститут інформаційних технологій

Повітрофлотський проспект, 28,
Київ, 03049

sitnuou@ukr.net

http://www.sit.nuou.org.ua

телефон: (044)-271-07-31, (098)-273-48-62

факс: (044)-271-07-31

Журнал зареєстровано в Державній реєстраційній
службі України
(свідоцтво КВ №20490-10290ПР)

Журнал видається
українською, російською та англійською мовами

Журнал виходить 3 рази на рік

Наказом Міністерства освіти і науки України
від 29 грудня 2014 р. №1528 журнал включено до
Переліку наукових фахових видань України
в галузях “технічні науки” та “військові науки”

Рекомендовано до друку Вченою радою
Національного університету оборони України
імені Івана Черняхівського
(протокол № 11 від 24 вересня 2018 р.)

При використанні матеріалів посилання на журнал
“Сучасні інформаційні технології
у сфері безпеки та оборони” обов’язкове

Редакція може не поділяти точку зору авторів
Відповідальність за зміст поданих матеріалів
несуть автори

Журнал індексується у наукометричних базах:
Citefactor, Google Academy, Index Copernicus,
The Journal Impact Factor.
Directory of Research Journals Indexing (DRJI)

Журнал представлений у базах даних:
Bielefeld Academic Search Engine (BASE),
Directory of Open Access Journals (DOAJ),
Research Bible, WorldCat.

Журнал внесений до каталогів бібліотек:
Vernadsky National Library of Ukraine.

В номері:

Військова кібернетика та системний аналіз

Загорка О.М., Павліковський А.К., Загорка І.О. Багатокритеріальні методи прийняття рішень органами військового управління 5

Противоробство у кібернетичному просторі

Чердиченко О.Ю., Фесьоха В.В., Процюк Ю.О., Бондаренко Т.В. Аналіз існуючих підходів протидії найпоширенішим кібернетичним втручанням в інформаційно-телекомунікаційні мережі 13

Шкарлат О.О., Штонда Р.М., Черниш Ю.О., Сулімовська М.В. Захист інформації в автоматизованих системах суб’єктів охоронної діяльності 17

Інтелектуальні ІТ та робототехніка у сфері безпеки та оборони

Артюшин Л.М., Бугайов М.В. Алгоритм виявлення акустичних сигналів безпілотних літальних апаратів на основі аналізу фрактальної розмірності 23

Воробійов О.М., Сотніков О.М., Таницюра О.Б. Моделі поточних зображень, що формуються каналами комбінованої кореляційно-екстремальної системи навігації безпілотного літального апарату 29

Даник Ю.Г., Балицький І.І. Методика оцінки ефективності повітряного моніторингу місцевості із застосуванням безпілотних літальних апаратів 38

Майстренко О.В., Бубенищikov Р.В., Бондар Р.В., Попліський О.В. Декомпозиція процесу вогневого ураження противника за допомогою методу побудови “Дерева цілей” 45

Мирненко В.И., Юфа Е.А., Журавский М.Н. Оценка эффективности поляризационной селекции цели на фоне пассивной помехи с помощью устройства, основанного на учете пространственного изменения угла фарадеевского вращения в ионизированной среде плоскости поляризации сигнала 51

Пермяков О.Ю., Королюк Н.О., Шапошникова О.П. Підхід щодо формування рекомендацій для прийняття обґрунтованих рішень оператором при дистанційному управлінні безпілотним літальним апаратом 57

Солонников В.Г., Войтко О.В., Полякова О.В. Особливості проведення гармонічної лінеаризації нелінійного елемента в системах управління літальних апаратів з бортовою цифровою обчислювальною машиною 65

Ступницький І.В. Методичний підхід до оптимізації затрат на доставку витратних матеріально-технічних засобів споживачу з урахуванням своєчасності їх доставки. 71

Інформаційно-аналітична діяльність у сфері безпеки та оборони

Алексеевко О.В., Челобитченко О.О. Міжлабораторні порівняльні випробування засобів колективного та індивідуального захисту для забезпечення оцінки якості продукції оборонного призначення 75

Богданович В.Ю., Свіда І.Ю., Сиротенко А.М. Методика формування та управління інтегрованим потенціалом протидії загрозам воєнного характеру для забезпечення визначеного рівня воєнної безпеки держави 81

Мазур В.Ю., Боровик О.В., Рачок Р.В. Метод кластеризації маршрутів суден в системі висвітлення надводної обстановки 87

Марко І.Ю., Чернишова І. М., Череватий Т.В. Методика розподілу фінансових ресурсів між заходами розквартирування з’єднань (частин) у польових умовах 93

Олексюк В.В. Методика визначення структури органу управління розвідкою оперативного рівня 99

Прібилев Ю.Б. Концепція побудови контрольно-випробувальної станції 103

Романченко І.С., Гвоздь В.І. Концептуальні засади обґрунтування вимог до системи інформаційного забезпечення сектору безпеки і оборони України 107

Сальнікова О.Ф., Корендович В.С., Місєв П.А., Антоненко С.І. Аналіз воєнних аспектів гібридної війни: їх зміст та уроки протидії 111

Тристан А.В., Осієвський С.В., Паталаха В.Г. Інформаційна технологія автоматизованого аналізу процесів деградації та відновлення складних організаційно-технічних систем 119

Розвиток теорії та практики створення інформаційно-телекомунікаційних систем

Бовда Е.М., Гук О.М., Гаврилюк О.Г. Методика оцінки ефективності системи управління телекомунікаційними мережами 125

Зінченко А.О., Нестеров О.М., Зінченко К.А. До питання пропускну здатності як основного показника ефективності функціонування системи військового зв’язку 135

Свіда І.Ю., Зварич А.О., Волобуєв А.П. Метод математичного моделювання радіомаскування системи радіозв’язку військового призначення із збереженням зв’язку 141

Єфанова К.О., Пономаренко З.М., Масєсов М.О. Актуальність впровадження та використання мережі SDN 147

Інтерактивні моделі розвитку науково – освітнього простору

Шевченко О.В., Гусак Ю.А., Тіхонов Г.М. Аналіз можливості впровадження технологій дистанційного навчання в системі підвищення кваліфікації офіцерського складу збройних сил України 151

Андрій Олександрович Зінченко (доктор техн. наук, доцент)¹
 Олександр Миколайович Нестеров¹
 Катерина Андріївна Зінченко²

¹Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

²Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут, Київ, Україна

ДО ПИТАННЯ ПРОПУСКНОЇ СПРОМОЖНОСТІ ЯК ОСНОВНОГО ПОКАЗНИКА ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ВІЙСЬКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ

У статті на основі проведеного аналізу встановлено невідповідність між існуючим науково-методичним апаратом оцінки ефективності функціонування системи військового зв'язку, який орієнтований на аналогові методи передачі даних, та здійсненням переходом системи військового зв'язку на цифрові засоби зв'язку. Обґрунтовано необхідність: удосконалення методу розрахунку пропускної спроможності мережі доступу до транспортної мережі системи зв'язку за умов переходу на сучасні цифрові методи передачі інформації, зростання інформаційного обміну, реалізації мультисервісних мереж надання послуг; розробки методу управління наявними ресурсами транспортної мережі системи військового зв'язку для гарантованого забезпечення необхідної пропускної спроможності системи зв'язку в складних умовах ведення бойових дій. В подальшому удосконалені методи можуть бути використані для обґрунтування вимог до системи військового зв'язку у бойових діях (операціях).

Ключові слова: система зв'язку, система управління, інформаційний напрям, інформаційна система, канал зв'язку, пропускна спроможність, автоматизована система управління.

Вступ

Управління військами в сучасних умовах ведення операцій (бойових дій) є складним процесом, основний зміст якого складають: безперервний збір, вивчення та узагальнення даних обстановки; прийняття рішень; доведення наказів, розпоряджень та сигналів бойового управління до підлеглих військ; моделювання та планування бойових дій (операцій), видача службовим особам пунктів управління довідкової інформації; організація та підтримка взаємодії; організація та проведення заходів з підтримки боєготовності військ; організація всебічного забезпечення; постійний контроль за виконанням поставлених завдань та надання підлеглим необхідної допомоги.

Постановка проблеми. Виконання перелічених вище завдань неможливе без надійного та ефективного функціонування системи зв'язку. Основними показниками для оцінки ефективності функціонування системи зв'язку є: бойова готовність, стійкість, мобільність, пропускна спроможність, розвідзахищеність.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Існуючий науково-методичний апарат визначення ефективності функціонування системи військового зв'язку за наведеними показниками застарів [1], розроблений ще за часів СРСР, орієнтований на застосування аналогових засобів зв'язку. Він не враховує нові способи бойового застосування та тактико-технічні характеристики сучасних цифрових засобів зв'язку, які надійшли на

озброєння військ зв'язку ЗС України протягом 2014-2018 років [2]. Такий стан речей в подальшому може привести до зниження ефективності функціонування системи зв'язку в процесі управління військами (силами).

Мета статті. Проведення аналізу факторів, які впливають на ефективність функціонування системи військового зв'язку для розробки в подальшому науково-методичного апарату з можливістю використання єдиного показника для оцінки ефективності функціонування системи військового зв'язку.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Система зв'язку на початку проведення антитерористичної операції була не спроможна забезпечити своєчасну передачу необхідного потоку інформації із необхідними вимогами до зв'язку щодо своєчасності, достовірності та скритності інформації, що передається. Таким чином виникла потреба у створенні системи зв'язку, яка повинна вирішити питання обміну інформації із заданими вимогами в інтересах управління військами, з можливістю у будь-який час та за будь-яких умов обстановки наростити спроможності системи зв'язку та забезпечити необхідні сервіси для користувачів в системі управління військами. Відповідно із [3], основними сервісами на сьогоднішній день є: відкритий автоматичний телефонний зв'язок; автоматичний телефонний зв'язок в мережі обміну службовою інформацією (МОСІ); автоматичний телефонний зв'язок в захищеній системі обробки

інформації (ЗСОІ); передача даних (ПД) в мережах АСУ "Дніпро", МОСІ, ЗСОІ; відео конференційний зв'язок в мережі ЗСОІ; послуги в мережі ІСД-Інтернет. Такий підхід до функціонування системи зв'язку не враховує потребу у забезпеченні надійного функціонування автоматизованих систем управління (АСУ) військами та інформаційних систем (ІС) різного призначення. До таких ІС в ЗС України відносяться АСУ артилерією "Кропива", "Віраж-планшет", "Ореанда", інтеграційна платформа "Дельта", тощо [2]. Також існує потреба врахування під час визначення потрібних характеристик системи зв'язку ОТУВ сенсорних засобів, що будуть передавати інформацію у різному вигляді до центрів її обробки і узагальнення та користувачів. До сенсорних засобів можливо віднести засоби повітряної розвідки, засоби радіолокаційної та артилерійської розвідки, оптичні, тепловізійні комплекси та звукометричні комплекси.

За короткий термін інформаційно-телекомунікаційні вузли пунктів управління (ПУ) військових частин та оперативно-тактичних угруповань були забезпечені сучасними цифровими засобами зв'язку. Завдяки ним відбувся перехід системи зв'язку ЗС України від аналогових до цифрових засобів зв'язку. Впроваджено було наступні телекомунікаційні засоби [2]: станції супутникового зв'язку Tooway; комплекти засобів транкінгового зв'язку Motorola; сучасні цифрові радіорелейні станції P-414MU, P-425C3; модеми для провідного зв'язку M-2E1-Eth-2DSLbis, M-4DSL bis; точки доступу AirGrid та NanoBridge; станція широкопasmового зв'язку P-402; радіостанції виробництва корпорації HARRIS короткохвильового та ультракоткохвильового діапазону та інше телекомунікаційне обладнання. Проте більшість з них, це цивільні телекомунікаційні рішення, які не розраховані на експлуатацію в умовах ведення бойових дій [4-18].

В ситуації, що склалась, виникає необхідність побудувати транспортну (первинну) мережу зв'язку, яка б поєднувала пункти управління між собою та інтегрувала розосереджені засоби розвідки різного призначення до єдиного інформаційного середовища. При цьому, для гарантованого забезпечення зв'язку в будь-яких умовах обстановки, у тому числі під впливом засобів РЕБ та вогневого ураження противника, транспортна мережа повинна будуватися за принципом комплексного застосування різних засобів зв'язку на інформаційних напрямках [2].

Прийняті рішення щодо організації зв'язку на основі сучасних цифрових засобів зв'язку лише частково забезпечили виконання вимог до системи військового зв'язку. Аналіз існуючої системи зв'язку, проведений в [4-10, 11, 13-18], показав наступні недоліки в її функціонуванні: телекомунікаційна мережа загального користування (ТМЗК), яку

використовують в якості опорної мережі зв'язку, не забезпечує оперативне та якісне вирішення завдань управління через зниження якості в часи пікових навантажень; за оренду ТМЗК витрачаються значні кошти; системи супутникового зв'язку цивільного призначення, чутливі до змін в погодних умовах, не працюють в русі, вартість трафіку потребує невиправданих витрат коштів; відсутнє резервування основних засобів зв'язку на пункті управління та каналів зв'язку на напрямку; цивільне радіорелейне обладнання демаскує ІТВ та знижує їх мобільність під час розгортання та згортання, у зв'язку з тим, що таке обладнання розгортається на телевежах і тому потребує додаткових дозволів; відсутність системи хибних пунктів управління.

Основним функціональним призначенням системи військового зв'язку є забезпечення своєчасної передачі (доставки) заданого потоку повідомлень, необхідного для управління військами. При організації системи військового зв'язку важливе місце буде займати розробка варіантів структури системи військового зв'язку у відповідності з вимогами, що висуваються до системи військового зв'язку: постійній бойовій готовності, пропускну здатності, стійкості, мобільності, розвідахищеності. Ключове місце серед цих показників займає пропускну здатність. В свою чергу пропускну здатність тісно пов'язана з іншими показниками. Тому при розробці варіантів організації системи зв'язку першочергове завдання буде полягати у забезпеченні необхідної пропускну здатності напрямків зв'язку. Також необхідно враховувати потребу у постійному збільшенні вимог до пропускну здатності через збільшення кількості інформації, що циркулює у системі управління.

Для успішного вирішення завдання організації системи військового зв'язку необхідно знати кількість інформаційних повідомлень, що необхідно передати на напрямках зв'язку, для кожного з видів сервісів, що забезпечуються на пунктах управління [3-5]. В сучасних умовах, активного впровадження цифрових технологій передачі інформації з інтеграцією всіх видів трафіка, мова йде про швидкість передачі даних від кінцевої апаратури з подальшим її об'єднанням у цифрові потоки. При цьому завдання визначення необхідної пропускну здатності розділиться на дві складові – визначення пікового навантаження кінцевих користувачів за умови інтеграції всіх видів трафіку на напрямках зв'язку та пропускну здатності мережі доступу і первинної (транспортної) мережі. При цьому повинні виконуватись вимоги

$$\lambda \leq C_{MD}, \quad (1)$$

$$C_{MD} \leq C_{TM} \cdot$$

де λ – сумарне пікове навантаження всіх користувачів на напрямку зв'язку;

C_{MD} – пропускну здатність мережі

доступу;
 C_{TM} – пропускна спроможність транспортної мережі.

Відповідно [3-5] розрізняють теоретичну пропускну спроможність (шеннонівську), технічну та експлуатаційну пропускну спроможність.

Теоретична пропускна спроможність характеризує максимально досягну швидкість передавання у каналі зв'язку. Визначається теоретичною досяжністю швидкості передавання (біт/с) та не залежить від апаратури, що використовується. Вона описується аналітичним виразом, що враховує відношення сигнал/шум у каналі зв'язку:

$$C = B \log_2(1 + \text{SNR}_{\text{дб}}). \quad (2)$$

де C – пропускна спроможність каналу у бітах у секунду;

B – ширина полоси пропускання каналу у герцах.

$$\text{SNR}_{\text{дб}} = 10 \log \frac{P_c}{P_{\text{ш}}} - \text{перевищення рівня}$$

сигналу над рівнем шуму у децибелах (відношення сигнал/шум);

P_c – потужність корисного сигналу;

$P_{\text{ш}}$ – потужність шуму.

Фактично, це можлива швидкість передачі у вибраному фізичному середовищі та смузі частот. При цьому повинні виконуватись умови:

$$\begin{aligned} C_{\text{МД}} &\leq C, \\ C_{\text{ТМ}} &\leq C. \end{aligned} \quad (3)$$

Технічна пропускна спроможність (C_T) характеризує досягнуту швидкість передачі. Для транспортної мережі та мережі доступу вона визначається технічними можливостями кінцевої апаратури зв'язку. Фактично, в ідеальних умовах, мова йде про співвідношення:

$$\begin{aligned} C_{\text{МД}} &\approx C_T, \\ C_{\text{ТМ}} &\approx C_T. \end{aligned} \quad (4)$$

де C_T – досягнута швидкість передачі.

Експлуатаційна пропускна спроможність (C_e) характеризує реальну експлуатаційну швидкість передачі з урахуванням факторів, які знижують можливості каналів зв'язку по передачі інформації. Співвідношення між теоретичною, технічною та експлуатаційною пропускною спроможністю можливо описати наступними виразами:

$$C_T = k_T C, \quad k_T < 1; \quad C_e = k_e C_T, \quad k_e < 1; \quad (5)$$

або

$$C_e = k_e k_T C.$$

де C_e – експлуатаційна пропускна спроможність;

k_e – коефіцієнт, що враховує зниження теоретичної пропускної спроможності за рахунок використання технічних рішень, які не повністю реалізують потенціал каналу

зв'язку;

k_T – коефіцієнт, що враховує зниження технічної пропускної спроможності за рахунок експлуатаційних втрат.

Коефіцієнти у виразах (5) враховують реальні засоби телекомунікації та умови експлуатації каналів зв'язку. Таким чином для пропускної спроможності мережі доступу та транспортної мережі на напрямках зв'язку від (4) доцільно перейти до співвідношення

$$C_{\text{МД(ТМ)}} \approx C_e = k_e k_T C. \quad (6)$$

При цьому виконувати вимірювання потенційно досяжної пропускної спроможності каналу зв'язку не є доцільним. Достатньо обмежитися умовами (6) та перейти до спрощеного запису

$$C_{\text{МД(ТМ)}} = k_e C_T. \quad (7)$$

Звідси

$$\lambda \leq k_e C_T, \quad (8)$$

де C_T – трактується як швидкість передачі даних конкретним засобом зв'язку у канал зв'язку та визначається його технічними характеристиками.

Фактично пропускна спроможність транспортної та мережі доступу буде обмежуватись технічними характеристиками засобу зв'язку та умовами функціонування каналу зв'язку. Ключовою вимогою для забезпечення своєчасного обміну необхідним об'ємом інформації є дотримання нерівності (8). Таким чином завдання визначення вимог до пропускної спроможності (корисного навантаження) мережі доступу та транспортної мережі зводиться до відпрацювання методики визначення інтегральної швидкості передачі інформації від кінцевих користувачів (λ) з урахуванням кількості абонентів, розгорнутих сервісів та інформації сенсорних мереж. Аналітичний опис (λ) надасть можливість визначити вимоги до варіантів організації системи військового зв'язку (побудови транспортної мережі та мережі доступу). У свою чергу це надасть можливість сформулювати вимоги до тактико-технічних характеристик існуючої та перспективної техніки зв'язку. При цьому знайдене формалізоване значення сумарного пікового навантаження всіх користувачів на напрямку зв'язку для кожної ланки управління надасть можливість сформулювати вимоги до тактико-технічних характеристик техніки зв'язку у ланках солдат – відділення – взвод – рота – батальйон – бригада – і так далі.

Важливим аспектом запропонованого підходу буде зменшення надлишковості у замовленні оренди цифрових потоків в операторів телекомунікаційних послуг. Такий підхід надасть можливість зменшити витрати коштів Збройних Сил України на оплату оренди цифрових потоків. Значне місце при організації зв'язку займає використання телекомунікаційної мережі загального користування. При цьому в операторів

замовляються послуги MPLS (Multiprotocol Label Switching) другого рівня, що відповідає каналному рівню мережевої моделі OSI (open systems interconnection basic reference model). Технологія MPLS використовується для побудови віртуальних приватних мереж VPN (Virtual Private Network) з метою передачі трафіку: IP (Internet Protocol) пакетів, збірок ATM (Asynchronous Transfer Mode), фреймів SDH (Synchronous Digital Hierarchy), кадрів Internet. Перераховані види трафіку відповідають мережевому, третьому, рівню моделі OSI. Наступним її рівнем є транспортний, четвертий рівень, який призначений для забезпечення надійної передачі даних від відправника до отримувача. Основні протоколи транспортного рівня це UDP (User Datagram Protocol) та TCP (Transmission Control Protocol). Протокол UDP обмежується контролем цілісності даних у межах однієї дейтаграми та не виключає втрати цілого пакету, його дублювання або порушення порядку отримання пакетів даних. Протокол TCP забезпечує надійну безперервну передачу даних, що виключає втрату даних або порушення порядку їх отримання.

За досвідом проведення АТО та навчань з військовими частинами та підрозділами зв'язку пропускна спроможність орендованих цифрових каналів під час активізації роботи органів управління знижується.

Реальна пропускна спроможність системи військового зв'язку на основі "тунелів" VPN значно менша від заявлених у договорах оренди величин. Ситуація ще більш погіршується із збільшенням часу затримки пакетів під час проходження по мережі зв'язку, що негативно впливає на своєчасність та достовірність зв'язку. Традиційним методом боротьби у Збройних Силах України за якість зв'язку у цьому випадку є збільшення пропускної спроможності, що орендується у операторів телекомунікації. Але такий метод довів свою неефективність на практиці. Він мало впливає на якість зв'язку та значно збільшує фінансові витрати на оренду.

Існуючі наукові та науково-методичні праці з питань оцінки пропускної спроможності системи зв'язку військового призначення та цивільних систем зв'язку до 2014 року мали ряд розбіжностей. Методологічні основи оцінки якості військового зв'язку були орієнтовані на аналогові військові засоби зв'язку та датуються 80-ми роками минулого століття, але зазначені підходи втратили свою актуальність з моменту переходу ЗС України на цифрове телекомунікаційне обладнання.

Такий стан справ викликаний не розумінням організаторами зв'язку взаємодії рівнів моделі OSI. Для прояснення існуючої ситуації розглянемо мережу на основі Ethernet, як самої популярної технології на даний час. При цьому не будемо розглядати середовища передачі даних. Основними показниками якості мережі будуть наступні: 1. Пропускна спроможність (bandwidth).

2. Пакетна пропускна спроможність (PPS, Packets Per Second), яка відображає скільки фреймів може бути передано за одиницю часу.

3. Показник втрат фреймів (frame loss), який показує скільки фреймів неможливо відновити або їх контрольні суми не збігаються від загальної кількості фреймів.

4. Затримка пакетів (delay, latency) – час через який пакет відправлений з точки А опиниться у точці В. При цьому різняться одностороння затримка (one-trip) та кругова (round-trip).

5. Мінімальний MTU (Maximum Transmission Unit) – максимальний об'єм даних, що може бути переданий протоколом за одну ітерацію. Цей показник критичний для важких програм (підтримка АСУ, високоякісне потокове відео та інше).

6. Берстність - нормована максимальна бітова швидкість. Вона дозволяє оцінювати розмір буферу обладнання мережі та прораховувати умови надійності.

Питання впливу на пропускну спроможність часу затримки та втрат пакетів для транспортного рівня в потоках трафіку TCP та UDP були досліджені Борисом Рогієром (Boris Rogier) та описані ним в [6]. Причинами зменшення пропускної спроможності мережі вказуються неправильно розраховане навантаження мережі, неправильна конфігурація мережі, дефекти обладнання та інші. При цьому пропускна спроможність трактується як кількість даних, що надсилаються (отримуються) за одиницю часу. Втрати відображають кількість пакетів, втрачених із 100, відправлених хостом.

Встановлено, що теоретично затримка не впливає на пропускну спроможність для протоколу UDP. Більш складний випадок виникає при використанні протоколу TCP, який регулює довжину дейтаграми, MTU (вікно завантаження протоколу TCP), у залежності від часу отримання підтвердження правильності доставки пакетів.

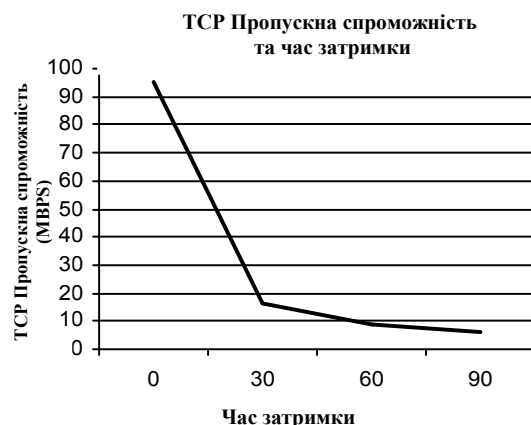


Рис. 1. Залежність пропускної спроможності протоколу TCP від часу затримки.

На рисунку 1 наведена залежність пропускної спроможності протоколу TCP від часу затримки (Latency) при вхідному навантаженні 100 Мбіт/с.

Більш критичною є втрата пакетів у мережі. У такому випадку вікно завантаження TCP зменшується вдвічі та виникає потреба у повторній передачі втрачених пакетів. На рис. 2 наведена залежність пропускної спроможності від часу затримки пакетів за умови втрат 2% пакетів.

Вплив втрати пакетів та часу затримки на пропускну спроможність TCP

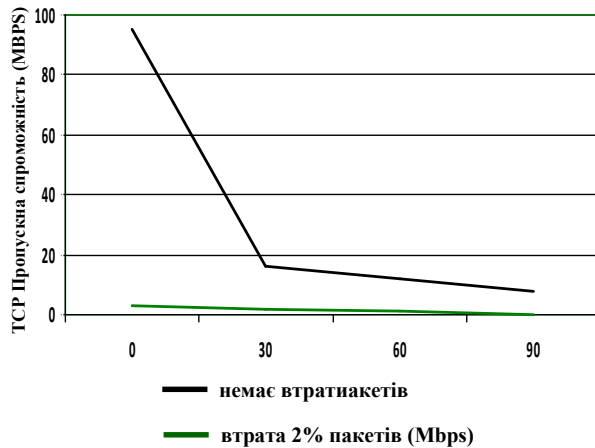


Рис. 2. Порівняльні графіки залежності пропускної спроможності протоколу TCP від часу затримки за умови втрат 0 (верхній графік) та 2% пакетів (нижній графік).

Таблиця 1

Час затримки \ Втрата пакетів	0 мс	30 мс	60 мс	90 мс
0	93,5 Мбіт/с	16,2 Мбіт/с	8,7 Мбіт/с	5,32 Мбіт/с
2%	3,72 Мбіт/с	1,63 Мбіт/с	1,33 Мбіт/с	0,85 Мбіт/с

Залежність пропускної спроможності протоколу TCP від часу затримки та показника втрат пакетів.

Графік та дані таблиці свідчать, що з втратою 2% відсотків, пропускна спроможність протоколу TCP зменшується від 6 до 25 раз у порівнянні з роботою без втрат. В ЗС України апаратура криптографічного захисту під час обробки інформації використовує протокол UDP.

Література

1. **Матеріали** доповідей науково-практичного семінару кафедри зв'язку і АСУ "Перспективи бойового застосування військ зв'язку ЗС України". – Київ: НУОУ, 2016. – С.110. 2. **Аналіз** Генерального штабу ЗСУ щодо бойових дій на Дебальцевському плацдармі з 27 січня до 18 лютого 2015 року. <http://www.mil.gov.ua/analitichni-materiali/> 3. **Боговик А. В.** Эффективность систем военной связи и методы ее оценки / А. В. Боговик, В. В. Игнатов – СПб.: ВАС, 2006. – 183 с. 4. **Куприянов А. И.**

Використання даного протоколу для забезпечення зв'язку із зазначеною якістю накладає ще більш жорсткі вимоги до характеристик каналів мережевого доступу та транспортної мережі. Втрата пакетів призводить до переривів зв'язку та особливо під час надання послуг в режимі реального часу (відео конференц зв'язок, телефонія). Наведене свідчить про необхідність ефективного управління транспортною мережею для забезпечення її необхідної пропускної спроможності відповідно до нерівності $C_{MD} \leq C_{TM}$.

Висновки й перспективи подальших

Проведений у статті аналіз факторів, які впливають на ефективність функціонування системи військового зв'язку та аналіз сучасного стану функціонування системи зв'язку Збройних Сил показав, що напрямком подальшого дослідження є удосконалення науково-методичного апарату з питань оцінки ефективності функціонування системи військової зв'язку за пропускною спроможністю. А це в свою чергу потребує вирішення наступних часткових завдань:

1. Удосконалити метод розрахунку пропускної спроможності мережі доступу до транспортної мережі системи зв'язку за умови зростання інформаційного обміну, реалізації мультисервісних мереж надання послуг на пунктах управління та переході ЗС України на сучасні цифрові методи передачі інформації.

2. Розробити метод ефективного управління наявними ресурсами транспортної мережі системи зв'язку ЗС України для гарантованого забезпечення необхідної пропускної спроможності системи зв'язку в складних умовах ведення бойових дій.

3. На основі розроблених методик обґрунтувати рекомендації щодо оперативнотехнічних характеристик засобів телекомунікацій у різних ланках управління.

Подальші дослідження будуть направлені на розробку методів (методик) розрахунку пропускної спроможності, які підвищать ефективність функціонування системи зв'язку, до рівня який забезпечить безперервне управління військами.

Радиоэлектронные системы в информационном конфликте. / А. И. Куприянов, А. В. Сахаров – М.: Вузовская книга, 2003. – 528 с. 5. **Куприянов А. И.** Теоретические основы радиоэлектронной борьбы / А. И. Куприянов, А. В. Сахаров. – М.: Вузовская книга, 2007. – 356 с. 6. **Boris Rogier** Network performance : Links between latency throughput and packet loss/ Categories: Network performance/ July 13th, 2016|URL <http://blog.performancevision.com/eng/earl/links-between-latency-throughput-and-packet-loss> (20)

К ВОПРОСУ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ В КАЧЕСТВЕ ОСНОВНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ

ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ВОЕННОЙ СВЯЗИ

Андрей Александрович Зинченко (д-р. техн. наук, доцент)¹

Александр Николаевич Нестеров¹

Катерина Андреевна Зинченко²

¹Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

²Военный институт телекоммуникаций и информатизации имени Героев Крут, Киев, Украина

В статье на основе проведенного анализа установлено несоответствие между существующим научно-методическим аппаратом оценки эффективности функционирования системы военной связи, который ориентирован на аналоговые методы передачи данных, и совершенным переходом системы военной связи на цифровые средства связи. Обоснована необходимость: совершенствование метода расчета пропускной способности сети доступа к транспортной сети системы связи в условиях перехода на современные цифровые методы передачи информации, рост информационного обмена, реализации мультисервисных сетей оказания услуг; разработки метода управления имеющимися ресурсами транспортной сети системы военной связи для гарантированного обеспечения необходимой пропускной способности системы связи в сложных условиях ведения боевых действий. В дальнейшем, усовершенствованные методы могут быть использованы для обоснования требований к системе военной связи в боевых действиях (операциях).

Ключевые слова: система связи, система управления, информационное направление, информационная система, канал связи, пропускная способность, автоматизированная система управления.

TO THE QUESTION OF LOCAL CAPACITY AS THE BASIC INDICATOR OF THE EFFICIENCY OF THE FUNCTIONING OF THE MILITARY COMMUNICATION SYSTEM

Andrii O. Zinchenko (Doctor of Technical Sciences, Associate Professor)¹

Oleksandr M. Nesterov¹

Catherine A. Zinchenko²

¹National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine

²Military Institute of Telecommunications and Informatization the name of the Heroes of Kruty, Kyiv, Ukraine

In the article on the basis of the conducted analysis the discrepancy between the existing scientific and methodical apparatus for assessing the effectiveness of the functioning of the military communication system, which is oriented on analog data transmission methods, and the implementation of the transition of the military communication system to digital communication means has been established. The necessity of: improving the method of calculating the bandwidth of the access network to the transport network of the communication system in the conditions of transition to modern digital methods of information transmission, the growth of information exchange, implementation of multiservice networks of service provision; development of the method of management of available resources of the transport network of the military communication system for the guaranteed provision of the necessary throughput capacity of the communication system in the difficult conditions of the conduct of hostilities. Subsequently, improved methods can be used to substantiate the requirements for a military communication system in combat operations (operations).

Key words: communication system, control system, information direction, information system, communication channel, bandwidth, automated control system.

References

1. Materials of reports of the scientific and practical seminar of the department of communication and control systems "Perspectives of military use of the Armed Forces of the Armed Forces of Ukraine". - Kyiv: NUOU, 2016. - P.110. **2. Analysis** of the General Staff of the Armed Forces on combat operations on the Debal'tsevs'kyi bridgehead from January 27 to February 18, 2015. <http://www.mil.gov.ua/analitichni-materiali/> **3. Bogovik A.V.** Efficiency of military communication systems and methods its estimates / A.V. Bogovik, V.V. Ignatov - SPb.: YOU, 2006. - 183 p. **4. Kupriyanov A.I.** Radioelectronic

Systems in the Information Conflict. / AI Kupriyanov, AV Sakharov - Moscow: Vuzovskaya book, 2003. - 528 p. **5. Kupriyanov A.I.**, Theoretical Foundations of the Radio-Electronic Struggle / AI Kupriyanov, AV Sakharov. - Moscow: Vuzovskaya book, 2007. - 356 p. **6. Boris Rogier** Network performance : Links between latency throughput and packet loss/ Categories: Network performance/ July 13th, 2016|URL <http://blog.performancevision.com/eng/earl/links-between-latency-throughput-and-packet-loss> (20)