

¹Віктор Миколайович Остапчук¹Сергій Іванович Фараон²Леонід Олександрович Бондаренко¹Головне управління зв'язку та інформаційних систем Генерального штабу Збройних Сил України, Київ, Україна²Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації, Київ, Україна

МЕТОДИКА ОЦІНКИ ПРОПУСКНОЇ СПРОМОЖНОСТІ ЯК ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМИ ВІЙСЬКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ

Представлено методику розрахунку пропускної спроможності системи військового зв'язку при плануванні та бойовому застосуванні системи військового зв'язку. Методика відрізняється від відомих урахуванням використання цифрових каналів (мереж), простотою використання, що дозволяє застосовувати її для штабних розрахунків у органах військового управління (пунктах управління зв'язком). Для розрахунків враховано типові швидкості, необхідні для забезпечення якісної роботи видів зв'язку (сервісів, послуг) в інтересах службових осіб на пунктах управління. Наведено приклад розрахунку пропускної спроможності для окремого вузла зв'язку. Запропонована методика може бути використана для дослідження і оцінки як вузлів, так і напрямків військового зв'язку. Разом з методиками оцінки інших характеристик системи військового зв'язку, методика може використовуватися для комплексної оцінки якості (ефективності) системи військового зв'язку в цілому.

Ключові слова: система військового зв'язку; характеристики системи військового зв'язку; пропускна спроможність.

Вступ

Досвід збройних конфліктів сучасності, а також виконання бойових завдань в зоні проведення антитерористичної операції Збройними Силами України, дозволяє зробити висновок, що результат збройної боротьби сьогодення значною мірою залежить від достовірності, повноти та своєчасності інформації, що передається, а також надійності та прихованості управління військами та зброєю при реалізації прийнятих та обгрунтованих рішень. Інформаційне протиборство між збройними формуваннями та державами, таким чином, стає окремим та першочерговим завданням, яке вирішується як при підготовці, так і в ході ведення збройної боротьби [1].

Забезпечення інформаційної переваги над противником досягається, в першу чергу, боротьбою з системою управління противника, що може включати наступні заходи: введення противника в оману, протидія розвідці противника, радіоелектронна боротьба, знищення пунктів управління противника та його системи зв'язку [2].

Тому ефективність управління військами в сучасних умовах визначається, передусім, якістю системи зв'язку збройних сил, яка є матеріально-технічною основою системи управління та забезпечує інформаційний обмін при оцінці обстановки, прийнятті рішень та реалізації управління військами і силами (зброєю). Таким чином, оцінка якості системи військового зв'язку при підготовці та в ході ведення операцій (бойових дій) є актуальним науково-практичним завданням.

Постановка проблеми. Для оцінки якості системи військового зв'язку використовують систему параметрів, які характеризують здатність системи військового зв'язку забезпечувати належний рівень її бойової готовності та функціональної сумісності [3]. Серед основних характеристик, що характеризує якість системи військового зв'язку, використовується пропускна спроможність.

Пропускна спроможність системи військового зв'язку – здатність системи військового зв'язку передавати задані потоки повідомлень за одиницю часу [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз літератури [4, 5] показав, що докладні наукові та науково-методичні праці з питань оцінки якості та пропускної спроможності системи військового зв'язку датуються 80-ми роками минулого століття та потребують кардинального уточнення з урахуванням сучасних умов ведення операцій (бойових дій), наявності у військах зв'язку сучасного телекомунікаційного обладнання, відмови від закріплення каналів (апаратури) за інформаційними напрямками військового зв'язку, тощо. Ряд інших робіт присвячений визначенню технічної пропускної спроможності, що характеризуються складністю математичного апарату, і, відповідно, недоцільних для використання при проведенні штабних розрахунків.

Метою статті є розробка методики оцінки пропускної спроможності системи військового

зв'язку, прийнятної для використання в штабних розрахунках.

Виклад основного матеріалу дослідження

Оцінку пропускної спроможності пропонується проводити на основі аналізу системи військового зв'язку.

Обмеження при використанні методики:

вважається, що система військового зв'язку будується з використанням цифрових каналів та мереж;

система військового зв'язку має деревовидну структуру.

Область застосування методики – для роботи органів управління зв'язком при плануванні операцій (бойових дій), розгортанні та функціонуванні системи зв'язку (при зміні обстановки). Доцільним є, також, використання розробленої методики для вибору найбільш оптимального (раціонального) варіанту розгортання системи зв'язку, що планується.

Вихідними даними для розрахунку пропускної спроможності в такому випадку повинні бути:

пропускні спроможності всіх каналів зв'язку первинної мережі (ліній зв'язку та прив'язки) на інформаційних напрямках;

мінімально необхідні пропускні спроможності для роботи кінцевих засобів (телефон, передача даних, відеоконференцзв'язок) зв'язку та їх кількість на пункті управління.

Кількісним показником оцінки пропускної спроможності системи зв'язку є швидкість передачі даних в каналах (лініях) зв'язку, що забезпечує визначений перелік інформаційних послуг (сервісів) із заданою якістю зв'язку.

Якість зв'язку досягається, в свою чергу, забезпеченням мінімально необхідної пропускної спроможності, що забезпечить функціонування певної послуги (сервісу).

В основі методики закладена оцінка пропускної спроможності цифрових каналів та мереж. При цьому використовується метод декомпозиції: вся система військового зв'язку розбивається на інформаційні напрямки від старшого вузла зв'язку (в інтересах якої здійснюється оцінка системи) до підлеглих вузлів зв'язку. Розрахункам підлягають

всі інформаційні напрямки, а висновок щодо їх функціонування робиться окремо.

Інформаційна пропускна спроможність цифрових каналів (мереж) на інформаційних напрямках повинна забезпечувати інформаційний обмін всіх користувачів телекомунікаційних сервісів, які використовують даний канал (під сервісами розуміється телефонія, передача даних від АРМ, відеоконференцзв'язок). Вимоги щодо забезпечення необхідної (заданої) якості зв'язку виконуються у випадку підтримання мінімальної швидкості передачі інформації для даного сервісу.

Крім того, з урахуванням специфіки роботи цифрових каналів та мереж (чутливість до перевантажень), для забезпечення надійності роботи мережі та передавання службової (мережевої) інформації авторами пропонується мати 20 % запас пропускної спроможності.

Середня швидкість передачі даних користувачів телекомунікаційних сервісів абонентів інформаційно-телекомунікаційних вузлів визначається як відношення максимальної швидкості передачі даних сервісу до пачечності даного виду сервісу (під пачечністю розуміється відношення між максимальною та середньою пропускною спроможністю, необхідною для забезпечення сервісу).

Значення пропускної спроможності для певного сервісу визначається як добуток середнього значення швидкості передачі даних сервісу C_i і кількості терміналів (робочих місць) даного сервісу K_i . Сумарна необхідна пропускна спроможність $C_{\text{необх}}$ визначається як сума добутоків пропускних спроможностей для кожного з n сервісів:

$$C_{\text{необх}} = \sum_{i=1}^n C_i \times K_i, \quad i = 1, \dots, n.$$

Необхідна пропускна спроможність цифрових каналів зв'язку первинної мережі (ліній зв'язку) визначається як добуток сумарної пропускної спроможності і поправочного коефіцієнту 1,2, що враховує 20 % запас.

У Таблиці 1 наведені орієнтовні характеристики телекомунікаційних сервісів, що надаються службовим особам пунктів управління.

Таблиця 1

Орієнтовні характеристики телекомунікаційних сервісів для службових осіб пунктів управління

Сервіс	Максимальна пропускна спроможність	Пачечність	Середня пропускна спроможність
IP телефонія	32 Кбіт/с	1	32 Кбіт/с
IP відеотелефонія	652 Кбіт/с	2	326 Кбіт/с
IP відеоконференція	1024 Кбіт/с	2	512 Кбіт/с
Передача даних	512 Кбіт/с	5	102,4 Кбіт/с
Надання цифрових каналів зв'язку	В залежності від типу каналу	1	В залежності від типу каналу
Передача даних у віртуальній приватній мережі	В залежності від типу віртуальної приватної мережі	10	В залежності від типу віртуальної приватної мережі

Для оцінки пропускної спроможності напрямку зв'язку визначається двополіусник – пара вузлів зв'язку (від старшого до підлеглого) та лінії зв'язку між ними та опорними вузлами зв'язку.

При послідовному з'єднанні елементів

пропускна спроможність двополіусної мережі C_{ij} між вузлами i та j дорівнює пропускній спроможності елементу, що володіє мінімальною експлуатаційною пропускною спроможністю:

$$C_{ij} = \min C_s, \quad s = 1, \dots, n.$$

При паралельному з'єднанні каналів (ліній) у двополосній мережі пропускна спроможність підсумовується:

$$C_{\Sigma} = \sum_{i=1}^s C_i, i = 1, \dots, s.$$

Вимоги щодо значення пропускної спроможності визначаються з розрахунку забезпечення роботи необхідної кількості сервісів для абонентів пункту управління. Крім того, вимоги щодо значення пропускної спроможності можуть визначатися в керівних документах, бойових наказах (розпорядженнях зі зв'язку).

Після цього робиться висновок відповідності оціненої пропускної спроможності напрямку зв'язку вимогам, що висуваються, за виразом:

$$C_{\Sigma} \geq C_{\text{необх}} \times 1,2.$$

Пропускна спроможність всієї системи військового зв'язку визначається як сума пропускних спроможностей (швидкостей підключення) всіх напрямків зв'язку між всіма вузлами зв'язку (інформаційно-телекомунікаційними вузлами – ІТВ), що входять у склад системи зв'язку, що оцінюється.

Для штабних розрахунків доцільно використовувати можливості щодо забезпечення зв'язку типовим модулем, сили і засоби якого дозволяють забезпечити зв'язок із визначеного розрахунку службових осіб пункту управління (оперативного та стратегічного рівнів). При необхідності забезпечення зв'язку для більшої кількості оперативного складу, можливості відповідного вузла зв'язку (ІТВ) збільшуються кратно можливостям одного модуля.

У разі прийняття рішення щодо зміни структури та можливостей типових модулів, а також впровадження додаткових сервісів (послуг) та можливостей (інформаційних та інформаційно-аналітичних систем, автоматизованих систем управління, тощо), розраховані пропускні спроможності повинні уточнюватись.

Приклад розрахунку пропускної спроможності для одного вузла зв'язку на інформаційному напрямку системи військового зв'язку.

Вихідні дані:

кількість терміналів ІР-телефонії – 10;

кількість терміналів ІР-відеотелефонії – 3;

кількість робочих місць, які використовуються для передачі даних – 6;

наявні два паралельних підключення вузла зв'язку – до телекомунікаційної мережі спеціального призначення зі швидкістю – 5 Мбіт/с, до мережі оператора DataGroup – 2 Мбіт/с.

Визначення середньої швидкості передачі даних для кожного з сервісів.

Середня швидкість передачі даних визначається із використанням даних наведених у Табл. 1, як відношення максимальної швидкості передачі даних для даного сервісу до показника пачечності.

Середня швидкість передачі даних від терміналів ІР-телефонії – 32 кбіт/с.

Середня швидкість передачі даних від терміналів ІР-відеотелефонії – 326 Кбіт/с.

Середня швидкість передачі даних від робочих місць – 102,4 кбіт/с.

Визначення пропускної спроможності для кожного сервісу.

Значення трафіку від терміналів певного сервісу визначається як добуток середньої швидкості передачі даних від терміналів (робочих місць) і кількості терміналів (робочих місць).

Пропускна спроможність для ІР-телефонії – 320 кбіт/с.

Пропускна спроможність для ІР-відеотелефонії – 978 кбіт/с.

Пропускна спроможність для робочих місць – 614,4 кбіт/с.

Визначення пропускної спроможності цифрового каналу мережі.

Пропускна спроможність цифрового каналу мережі від ІТВ визначається як добуток від суми пропускних спроможностей необхідних для кожного сервісу і поправочного коефіцієнту 1,2.

Сумарна пропускна спроможність – 1912,4 кбіт/с.

Необхідна пропускна спроможність цифрового каналу мережі – 2,29488 Мбіт/с.

Визначення пропускної спроможності на інформаційному напрямку від вузла зв'язку:

$$C_{\Sigma} = 5 + 2 = 7 \text{ Мбіт/с.}$$

Оцінка результатів, висновок.

Швидкість підключення до операторів телекомунікацій (7 Мбіт/с) є більшою за розраховану необхідну пропускну спроможність. Таким чином, вимога щодо пропускної спроможності виконується, підключення вузла зв'язку (ІТВ) до системи військового зв'язку є ефективним.

Висновки й перспективи подальших досліджень

Розроблена авторами методика дозволяє здійснювати оцінку систему військового зв'язку за характеристикою пропускна спроможність.

Запропонована методика може бути використана для дослідження і оцінки засобів, напрямків і системи військового зв'язку в цілому.

Методика відрізняється від відомих урахуванням використання цифрових каналів (мереж), простотою використання, що дозволяє використовувати її для штабних розрахунків.

Для автоматизації та прискорення часу на проведення обчислень авторами пропонується використовувати спеціалізоване програмне забезпечення, яке здійснюватиме відповідні розрахунки за математичним апаратом моделі розробленої методики.

Література

1. Алтухов П. К. Основы теории управления войсками / П. К. Алтухов, И. А. Афонский, И. В. Рыболовский, А. Е. Татарченко // М. : Воениздат, 1984. – 220 с.
2. Боговик А.В., Игнатов В.В. Эффективность систем военной связи и методы ее оценки // Спб.: ВАС, 2006. – с. 182. 3. ДСТУ В 3265—95 “Зв’язок військовий. Терміни та визначення”. 4. Методики по расчету и оценке полевых систем связи // Курс лекций. – Л. : ВАС, 1985. 5. Щербина Л. П. Основы теории сетей военной связи / Л. П. Щербина // Л.: ВАС, 1984. – 170 с.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ КАК ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМЫ ВОЕННОГО СВЯЗИ

¹*Виктор Николаевич Остапчук*
¹*Сергей Иванович Фараон*
²*Леонид Александрович Бондаренко*

¹*Главное управление связи и информационных систем Генерального штаба Вооруженных Сил Украины, Киев, Украина*

²*Военный институт телекоммуникаций и информатизации, Киев, Украина*

Представлена методика расчета пропускной способности системы военной связи при планировании и боевом применении системы военной связи. Методика отличается от известных учетом использования цифровых каналов (сетей), простотой использования, что позволяет применять ее для штабных расчетов в органах военного управления (пунктах управления связью). Для расчетов учтены типичные скорости, необходимые для обеспечения качественной работы видов связи (сервисов, услуг) в интересах должностных лиц на пунктах управления. Приведен пример расчета пропускной способности для отдельного узла связи. Предложенная методика может быть использована для исследования и оценки как узлов, так и направлений военной связи. Вместе с методиками оценки других характеристик системы военной связи, методика может использоваться для комплексной оценки качества (эффективности) системы военной связи в целом.

Ключевые слова: система военной связи; характеристики системы военной связи; пропускная способность.

METHODOLOGY OF ESTIMATION OF CAPACITY ABOVE AS THE CHARACTERISTICS OF THE MILITARY COMMUNICATION SYSTEM

¹*Viktor M. Ostapchuk*
¹*Sergiy I. Pharaon*
²*Leonid O. Bondarenko*

¹*The Main Communications and Information Systems Department of the General Staff of the Armed Forces of Ukraine, Kiev, Ukraine*

²*Military Institute of Telecommunications and Information, Kyiv, Ukraine*

A methodology for calculating the capacity of a military communications system for the planning and combat application of a military communications system is presented. The methodology differs from the known ones taking into account the use of digital channels (networks), the ease of use, which makes it possible to use it for staff calculations in military control bodies (communication control points). The calculations take into account the typical speeds necessary to ensure the high-quality operation of the types of communication (services). An example of the calculation of the capacity for an individual communication node is given. The proposed methodology can be used for research and evaluation of both units and directions of military communications. Together with the methods for evaluating other characteristics of the military communications system, the methodology can be used to comprehensively assess the quality (effectiveness) of the military communications system as a whole.

Keywords: the military communications system; the characteristics of the military communications system; the capacity.

References

1. Altukhov P.K. The fundamentals of the theory of control of troops. [Osnovy teorii upravleniya voyskami] / P.K. Altukhov, I.A. Afonsky, I.V. Rybolovsky, A.E. Tatarchenko // M.: Military Publishing, 1984. - 220 p. 2. Bogovik A.V., Ignatov V.V. Efficiency of military communication systems and methods for its evaluation. [Effektivnost' sistem voyennoy svyazi i metody yeye otsenki] // St. Petersburg: MCA, 2006. - p. 182. 3. DSTU V 3265-95 "Military communication. Terms and definitions" [Zv'yazok viys'koviy. Termini ta viznachennya] 4. Methods for the calculation and evaluation of field communication systems. [Metodiki po raschetu i otsenke polevykh sistem svyazi] / Course of lectures. - L.: MCA, 1985. 5. Shcherbina L.P. The fundamentals of the theory of military communications networks / [Osnovy teorii setey voyennoy svyazi] / L.Shcherbina // L.: MCA, 1984. - 170 p.