

*Юрій Юхимович Сінякін
Володимир Вікторович Куцаєв
Євгеній Іванович Нартов
Сергій Єгорович Михайлов*

ОБГРУНТУВАННЯ ВИМОГ ДО ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ВІЙСЬКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ

Постановка проблеми та її зв'язок з важливими науковими і практичними завданнями

Існуюча система зв'язку і автоматизації Збройних Сил України не повною мірою відповідає постійно зростаючим вимогам до системи управління військами, а також стандартам Єдиної національної системи зв'язку України та НАТО. Для досягнення європейських стандартів у питаннях управління військами Збройні Сили України, як невід'ємна частина держави, мають удосконалювати свою систему управління з урахуванням світової тенденції глобальної інформатизації процесів на основі стрімкого розвитку й конвергенції телекомунікаційних та інформаційних технологій. Ефективне, невідкладне й неперервне впровадження цих технологій разом з удосконаленням систем управління всіх ланок є одним з актуальних напрямів національного військового будівництва [1-3].

Система зв'язку і автоматизації функціонує в рамках більшої системи – системи управління військами (силами) і тому впливає на якість управління й ефективність бойових дій [4].

Із цим пов'язана принципова можливість оцінки результатів функціонування системи зв'язку і автоматизації на різних рівнях [5]:

- по показниках бойової ефективності;
- по показниках ефективності системи управління військами;
- по показниках власної (внутрішньої) ефективності.

Взаємозв'язок різних рівнів оцінки знаходить висвітлення в сформованій системі оперативних вимог, що включає:

- вимоги до системи управління військами в сучасній операції;

- вимоги до зв'язку, як процесу забезпечення інформаційного обміну в системі управління військами;

- вимоги до системи зв'язку і автоматизації як матеріального об'єкту, що реалізує процес інформаційного обміну.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Формулювання мети статті

Система військового зв'язку є одним з елементів системи управління військами і призначена для забезпечення в ній різних видів зв'язку. Ефективність системи військового зв'язку має бути такою, щоб в системі управління

військами циркулював обсяг повідомлень, достатній для здійснення управління військами в повному об'ємі.

На цей час відсутні методики обґрунтування вимог до ефективності системи військового зв'язку. У відомій нам літературі та у керівних документах [6] приводяться вимоги до показників якості зв'язку (своєчасності, достовірності та скритності), як результату функціонування системи військового зв'язку, та до окремих показників системи військового зв'язку (стійкості, мобільності, пропускнув спроможності та інших). При цьому, по-перше, відсутнє обґрунтування цих вимог і, по-друге, відсутній зв'язок між вимогами до показників якості зв'язку і вимогами до показників якості системи військового зв'язку. Крім того, не відомо, в якій мірі виконання цих вимог забезпечує якість управління військами.

На наш погляд, обґрунтування вимог до ефективності системи військового зв'язку має виконуватися в такій послідовності. Виходячи з вимог системи управління військами до необхідного загального обсягу повідомлень в ній та вимог до необхідних обсягів повідомлень різних пріоритетів, обґрунтовуються вимоги до допустимих втрат замовлень з передавання повідомлень на напрямках зв'язку різних груп важливості. На підставі цих вимог обґрунтовуються вимоги до якості різних видів зв'язку. Це надасть можливість обґрунтувати вимоги до якості системи військового зв'язку.

Початковим кроком обґрунтування вимог до ефективності системи військового зв'язку є обґрунтування вимог до допустимих втрат в ній замовлень з передавання повідомлень на напрямках зв'язку різних груп важливості. Тому метою статті має бути розгляд методики обґрунтування вимог до допустимих втрат замовлень з передавання повідомлень в системі військового зв'язку, при яких в системі управління військами буде циркулювати обсяг повідомлень, достатній для забезпечення управління військами в повному об'ємі.

Виклад основного матеріалу

Виходячи з загального визначення ефективності будь-якої системи, під ефективністю системи військового зв'язку будемо розуміти ступінь її відповідності цільовому призначенню. Кількісною мірою ефективності є показник ефективності. Таким чином, обґрунтування вимог до ефективності мережі військового зв'язку є,

практично, обґрунтування вимог до показника її ефективності.

Виходячи з призначення системи військового зв'язку та враховуючи властивості, які мають бути притаманні показнику ефективності будь-якої системи [7] (обчислювальність, повнота, чутливість, вимірність), показником ефективності системи військового зв'язку доцільно вважати ступінь забезпечення зв'язку на напрямках зв'язку певної групи важливості.

При розробці математичної моделі були враховані особливості забезпечення зв'язку системою військового зв'язку, які відображаються в моделі наступними обмеженнями:

необхідний об'єм повідомлень, передавання якого має забезпечити система військового зв'язку, визначається необхідними мінімальною і максимальною частками загального обсягу повідомлень та обсягу повідомлень кожного пріоритету;

всі напрямки зв'язку розподіляються на групи за їх важливістю;

повідомлення, що передаються на напрямках зв'язку, розподіляються на групи за їх пріоритетами;

повідомлення всіх пріоритетів можуть передаватися на напрямках зв'язку будь-якої групи важливості. При цьому, якість передавання повідомлень одного пріоритету має бути однаковою на всіх напрямках зв'язку;

загальний обсяг повідомлень, що передаються на напрямках зв'язку, розподіляється на частки в залежності від групи важливості напрямку зв'язку і пріоритету повідомлень.

Розроблена авторами математична модель обґрунтування вимог до ефективності системи військового зв'язку має вид:

$$\sum_{j=1}^m c_j p_j \Rightarrow \text{extr} \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} \sum_{j=1}^m d_{ij} p_j &\leq 1 - \alpha, i = \overline{1, n} \\ \sum_{j=1}^m d_{ij} p_j &\geq 1 - \beta, i = \overline{1, n} \\ p_j &\leq 1 - \omega_j, j = \overline{1, m} \\ p_j &\geq 1 - \nu_j, j = \overline{1, m} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

$$h_i = 1 - \sum_{j=1}^m d_{ij} p_j, i = \overline{1, n} \quad (3)$$

де n – кількість груп важливості напрямків зв'язку;
 m – кількість пріоритетів повідомлень в системі управління військами;

p_j – ймовірність втрати замовлень з передавання повідомлень j -го пріоритету;

α, β – необхідні мінімальне та максимальне значення ймовірності обслуговування замовлень з передавання повідомлень на напрямках зв'язку;

ω, ν – необхідні мінімальне та максимальне значення ймовірності обслуговування замовлень з передавання повідомлень j -го пріоритету;

h_i – ймовірність обслуговування замовлень на напрямках зв'язку i -ї групи важливості;

d_{ij} – частка обсягу повідомлень j -го пріоритету на напрямках зв'язку i -ї групи важливості

Рішенням такої системи є ймовірності $p_j, j = \overline{1, m}$. Область рішень системи лінійних нерівностей може складатися з нескінченної або зі скінченної множини рішень, або зовсім не мати рішень. Для нас представляє інтерес другий випадок, коли система лінійних нерівностей має скінчену множину рішень. Критерієм вибору оптимального рішення серед скінченної множини рішень доцільно обрати ступінь забезпечення зв'язку, який є функцією ймовірностей $p_j, j = \overline{1, m}$. У зв'язку з тим, що ступінь забезпечення зв'язку приймає значення з діапазону від α до β , задача з визначення ймовірностей $p_j, j = \overline{1, m}$ має вирішуватися два рази.

Перший раз визначається такий набір ймовірностей $p_j, j = \overline{1, m}$, який гарантує мінімальне значення ступеня забезпечення зв'язку на напрямках зв'язку. Мінімальне значення ступеня забезпечення зв'язку буде мати місце при максимальному значенні ймовірності втрати замовлень з передавання повідомлень на напрямках зв'язку i -ї групи важливості

$$P_i = \sum_{j=1}^m d_{ij} p_j \Rightarrow \max, i = \overline{1, n}.$$

При другому вирішенні задачі, навпаки, визначається такий набір ймовірностей $p_j, j = \overline{1, m}$, який гарантує максимальне значення ступеня забезпечення зв'язку на напрямках зв'язку. Максимальне значення ступеня забезпечення зв'язку буде мати місце при мінімальному значенні ймовірності втрати замовлень з передавання повідомлень на напрямках зв'язку i -ї групи важливості

$$P_i = \sum_{j=1}^m d_{ij} p_j \Rightarrow \min, i = \overline{1, n}.$$

Після визначення ймовірностей втрати замовлень з передавання повідомлень кожного пріоритету ($p_j, j = \overline{1, m}$) можна визначити ступінь забезпечення зв'язку на напрямках зв'язку всіх груп важливості ($h_i, i = \overline{1, n}$).

Основу математичної моделі складають вирази (1) та (2), з використанням яких визначаються ймовірності втрати замовлень з передавання повідомлень всіх пріоритетів ($p_j, j = \overline{1, m}$).

За структурою (наявність цільової функції та системи обмежень) і за видом змінних (змінні $p_j, j = \overline{1, m}$ входять до цільової функції та системи обмежень в першій степені) вирази (1) та (2) утворюють математичну модель задачі лінійного програмування (ЛП), найбільш розповсюдженим методом вирішення якої, як відомо, є симплексний метод [8]. Процес вирішення задачі ЛП з використанням симплексного методу легко формалізується. Це надає можливість розробити алгоритм, на його підставі скласти програму, з використанням якої задача з обґрунтування вимог до ступеня забезпечення зв'язку може вирішуватися на ПЕОМ.

В якості алгоритму обґрунтування вимог до ефективності мережі військового зв'язку був обраний алгоритм вирішення задачі лінійного програмування на основі симплексного методу.

Згідно цього алгоритму процес обґрунтування вимог включає наступні етапи:

- увід початкових даних;
- перетворення математичної моделі задачі до канонічного виду;
- формування симплексної таблиці;
- розробка оцінок вільних змінних;
- перевірка опорного плану на оптимальність;
- якщо опорний план не оптимальний, виконується його оптимізація;
- якщо план оптимальний, розраховуються допустимі значення ймовірностей втрати замовлень з передавання повідомлень кожного пріоритету;
- використовуючи отримані значення ймовірностей втрати замовлень з передавання повідомлень кожного пріоритету, розраховуються допустимі значення ймовірностей втрати замовлень з передавання повідомлень на напрямках зв'язку кожної групи важливості;
- вивід розрахованих допустимих значень ймовірностей втрати замовлень.

Висновки та перспективи подальших досліджень

Будь-яка математична модель має наукову й практичну цінність, якщо вона адекватно відображає процес, що моделюється. З огляду на це, була виконана оцінка адекватності розробленої математичної моделі обґрунтування вимог до допустимих втрат замовлень з передавання повідомлень в системі військового зв'язку. Оцінка адекватності виконувалася з використанням вимог системи управління військами до необхідних об'ємів повідомлень різних пріоритетів.

Результати оцінки вказують на те, що:

задані системою управління військами вимоги

до часток загального обсягу повідомлень будуть забезпечені при більш жорстких вимогах до значень ймовірностей втрати замовлень з передавання повідомлень деяких пріоритетів. Так, для того, щоб забезпечити заданий загальний обсяг повідомлень в системі управління військами, при якому управління військами здійснюється в повному об'ємі, необхідно забезпечити ймовірність втрати замовлень з передавання повідомлень 3-го пріоритету не більш, ніж 0,29, а не 0,50, як того вимагає система управління військами;

визначені значення ймовірностей втрати замовлень з передавання повідомлень не суперечать важливостям напрямків зв'язку (чим вище важливість напрямку зв'язку, тим меншою має бути на ньому ймовірність втрати замовлень з передавання повідомлень);

визначені значення ймовірностей втрати замовлень з передавання повідомлень на напрямках зв'язку не суперечать вимогам до їх живучості (вимоги до показників живучості перевищують визначені значення ймовірностей втрати замовлень з передавання повідомлень).

Ці факти свідчать про адекватність розробленої математичної моделі і доцільність її використання для обґрунтування вимог до ступеня забезпечення зв'язку на напрямках зв'язку різних груп важливості. В подальшому необхідно розробити методики обґрунтування вимог до показників якості зв'язку та показників якості системи військового зв'язку. Наявність такого комплексу методик надасть можливість обґрунтовувати вимоги до ефективності системи військового зв'язку з урахуванням вимог системи управління військами до необхідних обсягів повідомлень.

Література

1. Біла книга 2011: Збройні Сили України // За ред. Центру Розумкова. – Київ. – 2012. – 88 с.
 2. Малирчук М. В. Сучасні проблеми інформаційного забезпечення автоматизованих систем управління тактичної ланки Збройних Сил України / М. В. Малирчук, С. П. Колачов, Ю. П. Недайбіда, О. В. Драглюк // Збірник наукових праць ВІПІ НТУУ "КПІ". – 2009. – Вип. № 3. – С. 40–44.
 3. Указ Президента України від 17 листопада 2010 року № 1119/2010 "Про рішення Ради національної безпеки і оборони України про виклики та загрози національній безпеці України у 2011 році".
 4. Алтухов П. К. Основы теории управления войсками / П. К. Алтухов, И. А. Афонский, И. В. Рыболовский, А. Е. Татарченко // М.: Воениздат, 1984. – 220 с.
 5. Стороженко О. В. Перспективи розвитку автоматизованих та

інформаційних систем, системи безпеки зв'язку та інформатизації в ЗСУ. Перспективи щодо переозброєння ЗСУ на сучасні засоби зв'язку / О. В. Стороженко // Збори керівного складу військ зв'язку, 30.05–01.06 2007 р.: тези виступу: – Севастополь, 2007.
 6. Шевченко В. О. Системний підхід до розроблення методологічних основ дослідження телекомунікаційних мереж військового призначення / В. О. Шевченко // Наука і оборона. – 2004. – № 4. – С. 42–46.
 7. Барабаш Ю. Л. Основы теории оценивания эффективности сложных систем (Методология військово-наукових досліджень): Навчальний посібник. – Київ: Вид. НАОУ, 1999. – 38с.
 8. Вентцель Е. С. Исследование операций. – М.: Советское радио, 1972. – 552с.

В статье рассматривается методика обоснования требований к эффективности системы военной связи. Обоснование требований осуществляется с использованием разработанной авторами математической модели. Показано, что задача обоснования требований сводится к задаче линейного программирования. Задача обоснования требований решается симплексным методом. На основе этого метода разработан алгоритм и программа в среде DELPHI. С использованием разработанного программного обеспечения выполняется обоснование требований к эффективности системы военной связи в диалоговом режиме.

Ключевые слова: система военной связи, эффективность системы военной связи, математическая модель обоснования требований к системе военной связи, степень обеспечения военной связи.

The article touches justification upon the method of the performance requirements of military communications. Justification of requirements by using the authors' mathematical model. It is shown that the problem of justification of requirements is reduced to a linear programming. Substantiate claims problem is solved by the simplex method. Algorithms and programs are among DELPHI, based on the method. Its runs justification requirements for of efficiency of a military communications in interactive mode with the used of the developed software.

Key words: military communications, effectiveness of the military communications system, a mathematical model justify requirements of military communications system, the extent of military communications.