

УДК 681.324:623.618(06)

І.В. Рубан¹, О.П. Давікоза², В.В. Калачова¹, С.В. Дуденко¹¹ Харківський університет Повітряних Сил імені І. Кожедуба, Харків² Командування Повітряних Сил Збройних Сил України, Вінниця

ВИБІР ПОКАЗНИКІВ ТА КРИТЕРІЮ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІЙ МЕРЕЖІ АСУ АВІАЦІЇ ТА ППО

Підвищення ефективності передачі даних в телекомунікаційній мережі АСУ авіації та ППО є актуальною науково-технічною задачею, вирішення якої дозволить значно підвищити оперативність управління Повітряних Сил Збройних Сил України. Одним з можливих шляхів вдосконалення системи передачі даних є застосування нових технологій та методів управління інформаційними потоками. В роботі розглядаються результати обґрунтованого вибору критерію та показників ефективності передачі даних в телекомунікаційній мережі, формулюється оптимізаційна задача вибору найбільш ефективного мережевого протоколу, що дозволить оцінювати ефективність застосування різноманітних технологій і методів управління та обґрунтовано обрати найбільш ефективний протокол.

Ключові слова: мережевий протокол, критерій ефективності, інформаційне повідомлення, узагальнений показник ефективності.

Вступ

Постановка проблеми. Реформування Збройних Сил (ЗС) України передбачає всебічне використання новітніх електронних та інформаційних технологій в організації злагодженої взаємодії всіх родів і видів військ, що в свою чергу вимагає найскорішого впровадження високошвидкісних каналів цифрового зв'язку. Зв'язок в автоматизованій системі управління (АСУ) авіації та протиповітряної оборони (ППО) базується на орендованих каналах зв'язку мережі Держкомзв'язку, опорній мережі зв'язку Міністерства Оборони і призначений для управління військами (силами) авіації та ППО та організації взаємодії з видами Збройних Сил та державними відомствами. Зв'язок здійснюється засобами радіо, радіорелейного, тропосферного, супутникового, провідного зв'язку, як із застосуванням засобів засекречення, так і без них [1, 3].

АСУ авіації та ППО ЗС України є інтегрованою автоматизованою системою, яка об'єднує в своєму складі на єдиних оперативно-стратегічних і системотехнічних принципах автоматизовані підсистеми управління різних рівнів та функціонального призначення. Її функціонування організується на основі єдиного інформаційного середовища та інформаційно-розрахункового процесу із застосуванням єдиних форм і методів управління [2].

Телекомунікаційна мережа (ТМ) АСУ авіації та ППО ЗС України є комплексом технічних засобів телекомунікацій та споруд, призначених для маршрутизації, комутації, передавання та приймання даних різної природи (аудіо, відео, текстових та т. ін.). Дані між початковим та кінцевим пристроями передаються короткими повідомленнями – пакетами, які

є форматуваними блоками інформації, структура яких визначена відповідним набором правил – протоколом [4].

При використанні пакетного форматування мережа може передавати довгі повідомлення надійно та ефективно [5]. Для взаємодії пристроїв в телекомунікаційній мережі використовуються мережеві протоколи, обов'язкові для дотримання всіма її складовими. Тому ефективність передачі даних в ТМ цілком залежить від ефективності функціонування мережевого протоколу. В зв'язку з цим оцінювання ефективності передачі даних (команд та розпоряджень) в ТМ АСУ авіації та ППО ЗС України доцільно проводити шляхом оцінювання ефективності функціонування мережевих протоколів, використовуючи відповідні для цього показники.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання побудови, функціонування та експлуатації АСУ авіації та ППО ЗС України докладно висвітлено в джерелах [1 – 3]. Основні особливості процесу передачі даних в телекомунікаційних мережах різного призначення надано в [4 – 7]. Шляхи вирішення оптимізаційної задачі вибору найкращого мережевого протоколу досліджено в [8 – 12].

Формулювання мети. Метою проведеного дослідження був визначений обґрунтований вибір показників і критерію ефективності передачі даних в телекомунікаційній мережі АСУ авіації та ППО ЗС України та формулювання оптимізаційної задачі вибору найбільш ефективного мережевого протоколу.

Результати досліджень

Для оцінки ефективності функціонування мережевого протоколу, прийнято використовувати такі показники [4 – 6]:

- середній час затримки при передачі інформаційних повідомлень;
- середній час знаходження інформаційних повідомлень (ПІ) в мережі;
- середня завантаженість мережі;
- середня продуктивність мережі;
- надійнісні показники;
- вартісні показники та ін.

При цьому більшість показників взаємопов'язані, але зустрічаються серед них такі, що протирічать та доповнюють один одного. Відповідно, функція оцінки ефективності, яка встановлює взаємозв'язок між критерієм ефективності та значеннями часткових показників ефективності функціонування мережевого протоколу, є багатопараметричною, тому для спрощення її розрахунку обирається мінімально необхідна кількість непротивічних найбільш важливих показників [8].

Нехай $M = \{M^{(1)}, \dots, M^{(i)}, \dots, M^{(I)}\}$ – множина таких показників, $\dim M = I$, кожний з яких, в свою чергу, визначається сукупністю часткових показників:

$$M^{(i)} = \{M_1^{(i)}, \dots, M_j^{(i)}, \dots, M_{j_i}^{(i)}\}, \quad (1)$$

$$\dim M^{(i)} = j_i; i = \overline{1, I}; j = \overline{1, j_i}.$$

Визначимо функцію оцінки ефективності функціонування мережевого протоколу на підмножині показників:

$$L = L(M_0), M_0 \subset M, \quad (2)$$

де M_0 – підмножина показників, критичних при функціонуванні ТМ.

Некритичні показники з підмножини $M_{\text{НК}} = M \setminus M_0$, оцінимо за допомогою функцій оцінки:

$$L_k = L_k(M_0; M_{\text{НК}}), k = \overline{1, K}. \quad (3)$$

Тоді критерієм вибору найкращого мережевого протоколу ТМ буде вимога до оптимізації підмножини показників M_0 , критичних при функціонуванні мережі:

$$L(M_0) \rightarrow \sup, \quad (4)$$

при цьому оцінки некритичних показників з $M_{\text{НК}}$ визначають обмеження відповідної оптимізаційної задачі [7-10]:

$$L_k(M_0; M_{\text{НК}}) \mathfrak{R} F_k, \quad (5)$$

де \mathfrak{R} - відношення, яке може бути як суворого, так і несуворого порядку та приймати значення з множини $\{“\geq”, “\leq”, “>”, “<”\}$; $k = \overline{1, K}$, F_k – гранична оцінка для k -го некритичного показника.

Враховуючи, що для ТМ АСУ авіації та ППО ЗС України критичними є часові показники, та крім цього необхідно враховувати ряд вимог [1, 2, 4 – 6]:

- висока надійність;
- низька вартість;
- висока захищеність;

- високі вимоги до пропускнув спроможності мережі;

- висока продуктивність;
- достовірність переданих даних;
- стійкість до завад і т. ін.,

визначимо множину M наступним чином:

$$M = \{M_1, M_2, M_3, M_4\}, \quad (6)$$

де M_1 – час затримки ПІ; M_2 – час комутації ПІ; M_3 – розмір ПІ; M_4 – пропускнув спроможність ліній зв'язку, виділених для передачі ПІ.

Розглянемо процес обробки інформаційних повідомлень у телекомунікаційній мережі. Для n -го інформаційного повідомлення ($n = \overline{1, N}$), що обробляється m -м каналом (K) мережі ($m = \overline{1, M}$) введемо булеву функцію

$$B(n; m) = \begin{cases} 1, & \text{якщо канал } m \text{ обслуговує ПІ } n; \\ 0, & \text{в іншому випадку.} \end{cases} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} M_1 &= \{t_{n,m}^{(\varphi)}\}; \\ M_2 &= \{t_{n,m}^{(k)}\}; \\ M_3 &= \{V_n\}; \\ M_4 &= \{C_{n,m}\}. \end{aligned} \quad (8)$$

Крім цього, визначимо обмеження на час доставки ПІ - T_n та доступну попускнув спроможність мережі - F_m .

Тоді узагальнений показник ефективності - сумарний час обробки інформаційних повідомлень на фіксованому часовому інтервалі, можна визначити наступним чином:

$$L(M_0) = \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N B(n, m) \cdot (t_{n,m}^{(\varphi)} + t_{n,m}^{(k)} + \frac{V_n}{C_{n,m}}). \quad (9)$$

Часткові показники з множин M_1 , M_2 та M_4 залежать від вибору мережевого протоколу S , інакше кажучи, їх можна розглядати як функції на множині мережевих протоколів, що аналізуються. Тоді оптимізаційна задача вибору найбільш ефективного мережевого протоколу може бути сформульована наступним чином:

критерій вибору найкращого мережевого протоколу ТМ АСУ авіації та ППО ЗС України є вимога щодо мінімізації узагальненого показника ефективності - сумарного часу обробки інформаційних повідомлень на фіксованому часовому інтервалі:

$$L(M_0, S) \xrightarrow{S} \min, \quad (10)$$

при об'єктивних обмеженнях, що накладаються характеристиками ТМ, яка експлуатується:

$$\sum_{n=1}^N B(m, n) \cdot C_{n,m}(S) \leq F_m, m = \overline{1, M}. \quad (11)$$

та обмеження накладених тактико-технічними характеристиками (ТТХ) АСУ авіації та ППО ЗС України, що експлуатується:

$$\sum_{m=1}^M B(m, n) \cdot (t_{n,m}^{(3)}(S) + t_{n,m}^{(k)}(S) + \frac{V_n}{C_{n,m}(S)}) \leq \quad (12)$$

$$\leq T_n, n = \overline{1, N}.$$

Висновки

Таким чином, в результаті дослідження:

1. Здійснено вибір показників ефективності передачі даних в телекомунікаційній мережі АСУ авіації та ППО ЗСУ, в якості яких обрано показники ефективності функціонування мережевого протоколу - час затримки інформаційного повідомлення; час комутації інформаційного повідомлення; розмір інформаційного повідомлення; пропускна спроможність ліній зв'язку для передачі інформаційних повідомлень.

2. Визначено критерій вибору найкращого мережевого протоколу ТМ АСУ авіації та ППО ЗС України в якості якого виступає вимога щодо мінімізації узагальненого показника ефективності – сумарного часу обробки інформаційних повідомлень на фіксованому часовому інтервалі при обмеженнях на час доставки та на доступну пропускну спроможність мережі, накладених згідно з характеристиками телекомунікаційної мережі та тактико-технічними характеристиками АСУ.

3. Сформульовано оптимізаційну задачу вибору найбільш ефективного мережевого протоколу.

Список літератури

1. Довідник з протиповітряної оборони / А.Я. Торопчин, І.О. Романенко, Ю.Г. Даник, Р.Е. Пащенко та ін. – К.: МО України, Х.: ХВУ, 2003. – 368 с.
2. Шевченко В.О. Системный подход к разработке методологических основ исследования телекоммуникационных сетей военного назначения. / В.О. Шевченко, Ю.М. Доленко // Наука и оборона. – 2004. - № 4. – С. 42-46.

3. Меньков А.В. Теоретические основы автоматизированного управления: учебн. для вузов / А.В. Меньков, В.А. Острейковский. – М.: Оникс, 2005. – 640 с.

4. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 3-е изд. – СПб.: Питер, 2006. – 958 с.

5. Коначович Г.Ф. Сети передачи пакетных данных / Г.Ф. Коначович, В.М. Чуприн. – К.: МК-Пресс, 2006. – 272 с.

6. Таненбаум Э.С. Компьютерные сети. 5-е изд. / Э.С. Таненбаум, Д. Уэзеролл. – СПб.: Питер, 2012. – 960 с.

7. Кучук Г.А. Управление ресурсами инфотелекоммуникаций: монография / Г.А. Кучук, Р.П. Гахов, А.А. Пашичев. – М.: Физматлит, 2006. – 220 с.

8. Поликашин В.С. Основы управления и принятия решений в военном деле. – Ч. 2. Организационное и управленческое искусство военного менеджмента: учеб. пос. / В.С. Поликашин, О.В. Поликашин. – Х.: ХУВС, 2010. – 248 с.

9. Городнов В.П. Выбор показателей и критериев для оценки эффективности ведения воздушной разведки по выявлению незаконных вооруженных формирований / В.П. Городнов, Е.Б. Смирнов, А.В. Тристан, О.Е. Чернавина // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2012. – № 1 (7). – С. 58 – 62.

10. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений / В.А. Тарасов, Б.М. Герасимов, И.А. Левин, В.А. Корнийчук. – К.: МАКНС, 2007. – 336 с.

11. Кучук Г.А. Метод визначення моментів зміни характеристик трафікового процесу / Г.А. Кучук // Системи озброєння і військова техніка : науковий журнал. – 2008. – № 4(16). – С. 151-155.

12. Федорович О.Е. Методы и модели принятия решений при управлении сложными комплексами: учебное пособие / О.Е. Федорович, Н.В. Нечипорук, А.В. Прохоров. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2005. – 235 с.

Надійшла до редколегії 17.01.2013

Рецензент: д-р техн. наук проф. Ю.В. Стасєв, Харківський університет Повітряних Сил імені І. Кожедуба, Харків.

ВЫБОР ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В ТЕЛЕКОМУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ АСУ АВИАЦИИ И ПВО

И.В. Рубан, А.П. Давикоза, В.В. Калачова, С.В. Дуденко

Повышение эффективности передачи данных в телекоммуникационной сети АСУ авиации и ПВО – актуальная научно-техническая задача, решение которой позволит значительно повысить оперативность управления Воздушных Сил Вооруженных Сил Украины. Один из возможных путей совершенствования системы передачи данных – применение новых технологий и методов управления информационными потоками. В работе рассматриваются результаты обоснованного выбора критерия и показателей эффективности передачи данных в телекоммуникационной сети, формулируется оптимизационная задача выбора сетевого протокола, который позволит оценивать эффективность применения разнообразных технологий и методов управления и обоснованно выбрать наиболее эффективный протокол.

Ключевые слова: сетевой протокол, критерий эффективности, информационное сообщение, обобщенный показатель эффективности.

CHOICE OF INDEXES AND CRITERION OF EFFICIENCY OF COMMUNICATION OF DATA IN TELECOMMUNICATION NETWORK TO ACE OF AVIATION AND AIR DEFENCE

I.V. Ruban, A.P. Davikoza, V.V. Kalachova, S.V. Dudenko

Increase of efficiency of transmission information in a telecommunication network to ACE of aviation and air defence is a actual scientific and technical task the decision of which will allow considerably to promote the operationability of management of Aircrafts of Military Powers of Ukraine. From the possible ways of perfection of the system of communication of data is application of new technologies and methods of management informative streams. The results of the grounded choice of criterion and indexes of efficiency of transmission are in-process examined information in a telecommunication network, the optimization task of choice of network protocol which will allow to estimate efficiency of application of various technologies and management methods and grounded to choose the most effective protocol is formulated.

Keywords: network protocol, criterion of efficiency, information message, generalized index of efficiency.