
injection. Conducting research performance engine 4F7,6/6,6 with different power systems and new angles ignition speed and load conditions.

Experimental research engine with various system of feed have shown that changing the base ignition timing angles in the program control engine fuel injection system contributed to decrease in of fuel consumption on characteristics of idling by 11%, the specific fuel consumption average and loading ($n=2000 \text{ min}^{-1}$) characterization of the injection system decreased by 5%. Engine power of the fuel injection system at full load increased by 6,6%.

Keywords: *indicators of work the engine, angles of ignition timing, system of injection of petrol, carburetor system.*

УДК 004.383

Андрій Васильович ІВАНОВ,
старший викладач кафедри зв'язку, автоматизації та захисту інформації Національної академії Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького, м. Хмельницький

ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО СКЛАДУ ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Постановка проблеми у загальному вигляді. Аналіз факторів, що впливають на функціонування компонентів інформаційно-телекомунікаційних систем (далі – ІТС), побудову системи зв'язку та автоматизації різних рівнів управління впливає на важливість застосування телекомунікаційного обладнання, компонентів ІТС, комплексного використання засобів зв'язку й автоматизації, постійної їх готовності до застосування, організації чіткої взаємодії всіх сил і засобів, ефективності, безперервності, оперативності і прихованості управління ними.[3]

Все це вказує на те, що у теперішній час забезпеченість необхідними засобами зв'язку та автоматизації (компонентами ІТС) не в повній мірі відповідає вимогам, що пред'являються до управління в різних умовах обстановки, в особливості під час виконання завдань з охорони кордону на загрозливих напрямках. Закономірно висувається задача підвищення ефективності системи зв'язку та визначення раціонального складу компонентів ІТС з метою досягнення їх відповідності зростаючим оперативно-службовим [3] і оперативно-бойовим вимогам по управлінню підпорядкованими органами та підрозділами охорони державного кордону.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У відповідності з методологією дослідження складних систем, якою є система управління органу Державної прикордонної служби України, оцінку її ефективності по всім показникам, які її характеризують, провести в цілому не є можливим. Тому виникає необхідність використання таких показників, які з достатнім ступенем точності дозволили б охарактеризувати складові ІТС, що розглядається.

Мета статті. В даній статті розглядаються важливі питання підвищення якості управління в різних умовах обстановки на державному кордоні. На даний час виникла нагальна необхідність вирішення важливого для забезпечення ефективного функціонування системи управління наукового завдання – визначення раціонального складу необхідних компонентів інформаційно-телекомунікаційних систем, зокрема під час проектування програмно-технічних комплексів та спеціальних комплексних інформаційно-телекомунікаційних апаратних.

Виклад основного матеріалу дослідження. Розглянемо конкретні фактори, що впливають на визначення раціонального складу ІТС, а саме:

1) технічні фактори (тип; діапазон робочої швидкості обміну інформацією та її обробки; ефективна потужність системи; питома витрата ресурсу експлуатації; експлуатаційна вага; надійність; кінематичні характеристики);

2) техніко-економічні фактори (балансова вартість; річне завантаження; система ТО і ремонту; відрахування на ТО і ремонт; кількість обслуговуючого персоналу);

3) технологічні фактори (обробка інформації; норма засобів захисту; ефективність використаної інформації в управлінні, її стан);

4) природно-виробничі фактори (стан ІТС; стан окремого компоненту; обсяг технічного забезпечення складових компонентів ІТС; конфігурація програмного забезпечення ІТС; наявність перешкод в обміну інформацією).[2]

Відомо, що одну і ту ж операцію можуть виконувати різні за складом компоненти ІТС із властивими тільки їм показниками роботи. На виконанні кожної операції може бути використано m варіантів засто-

сування. Технологічний процес обробки інформації складається із закінченого числа операцій, кількість яких виражається числом p . Тоді прямокутна матриця розміром $p \times t$ являє собою множину можливих варіантів використання складових ІТС.

Критеріями раціоналізації можуть бути приведені:

-витрати ($C \rightarrow \min$)

-затрати робочого часу ($H \rightarrow \min$)

-витрата ресурсу ІТС ($\Pi \rightarrow \min$)

-коефіцієнт використання різних складових ІТС ($K_p \rightarrow \max$)

-матеріаломісткість ($M \rightarrow \min$)

-капітальні вкладення ($K_v \rightarrow \min$)

Показники використання машинних агрегатів виражаються через $a_{ij} (i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n)$

Множина варіантів використання компонентів ІТС у річному періоді виконання завдань ОСД виражається матрицею:

$$S = \|a_{ij}\| = \{\theta_{ij}, L_{ij}, K_{cy}, U_{ij}, W_{ij}, C_{ij}, K_p, Q_{ij}, X_{ij}, I_{ij}\}, \quad (1)$$

де θ_{ij} - обсяг інформації, що обробляється; L_{ij} - коефіцієнт складності умов виконання завдань; K_{cy} - норми на обробку інформації для прийняття рішення; U_{ij} - коефіцієнт змінності; W_{ij} - продуктивність компоненту ІТС; C_{ij} - експлуатаційні витрати; K_p - коефіцієнт використання телекомунікаційної мережі; Q_{ij} - витрата ресурсу експлуатації; X_{ij} - кількість (структура) підрозділу, що застосовує ІТС; I_{ij} - інтенсивність надходження інформаційного потоку.

У свою чергу підмножина $X_{ij} S$ включає елементи, у які входять типи засобів компонентів ІТС $t (t = 1, 2, \dots, T)$, самі компоненти ІТС $\zeta (\zeta = 1, 2, \dots, E)$ та їх кількість у комплексі $z\zeta$ тобто:

$$X_{ij} = \{t, \zeta, z\zeta\} \quad (2)$$

Якщо застосувати один із критеріїв ефективності, можна визначити найбільш «вигідні» компоненти ІТС для виконання кожної окремої операції технологічного процесу. Для цього необхідно перетворити прямокутну матрицю $p \times t$ у матрицю-вектор так, що:

$$A = opt_{n_j} = \begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} & \dots & A_{1m} \\ A_{21} & A_{22} & \dots & A_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_{n1} & A_{n2} & \dots & A_{nm} \end{pmatrix} = 1 \quad (3)$$

Матриця А являє собою систему компонентів ІТС, які можуть виконувати відповідні операції технологічного процесу. З метою пошуку оптимального складу комплексів ІТС для виконання завдань ОСД необхідно розглянути дану систему з урахуванням періоду функціонування ІТС і загальним річним завантаженням.

Почергово розглядаючи завдання, які виконують складові ІТС (далі – технологічні операції) з урахуванням тривалості їх виконання за основною операцією у межах $j = 1, 2, \dots, n$, визначається реальна тривалість виконання кожного циклу, уточнюється необхідна кількість компонентів ІТС на основних, допоміжних та суміжних технологічних операціях. Знаючи початок D_j тривалість d_j виконання j -ї технологічної операції, визначаються терміни закінчення робіт:

$$D_{kj} = D_j + d_j + 1 \text{ дн}, \quad (4)$$

де D_{kj} – термін закінчення j -ї технологічної операції

Оскільки X_{ij} залежить від тривалості виконання технологічної операції (далі – операції), відповідно, знайшовши суму кількості компонентів ІТС за строками функціонування l ($l = D_j, D_j+1, \dots, 365$) і операціями j ($j = 1, 2, \dots, n$) по кожному засобу i ($i = 1, 2, \dots, T$), одержимо:

$$\|X_i\| = \begin{pmatrix} X_{11} & X_{11} & \dots & X_{1T} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2T} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{365.1} & X_{365.2} & \dots & X_{365.T} \end{pmatrix} = \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^n \sum_{l=D_j}^{D_{kj}} X_{l(j)} \quad (5)$$

У виразі (4) D_j – фіксований термін початку виконання операції, визначений наперед в циклі планування ОСД.

В залежності від умов, які склались на даний момент, початок виконання операції j може перенесений на більш ранню або пізню дату. Нехай маємо відрізок з умов ОСД $[D_j - \delta, D_j + \gamma]$, де δ – кількість днів, на які раніше виконується технологічна операція; γ – кількість днів, на які пізніше виконується технологічна операція. Введемо у вираз (4) замість фіксованих чисел D_j змінну величину α , таку, що $D_j - \delta \leq \alpha \leq D_j + \gamma$, тобто $\alpha \in [D_j - \delta, D_j + \gamma]$.

Функцію включення величини $\alpha \in [D_j - \delta, D_j + \gamma]$ введемо таким чином:

$$\alpha = \mu(k) = D_j - \delta + k[D_j + \gamma - (D_j - \delta)] = (D_j - \delta) + k(\gamma + \delta), \text{ тобто}$$

$$\alpha = \mu(k) = (D_j - \delta) + k(\gamma + \delta) \quad k \in [0, 1].$$

При такому означенні функції $\mu(k)$ матимемо:

$$\text{при } k = 0: \alpha = \mu(0) = D_j - \delta;$$

$$\text{при } k = \frac{\delta}{\delta + \gamma}: \alpha = \mu\left(\frac{\delta}{\delta + \gamma}\right) = D_j - \delta + \frac{\delta}{\delta + \gamma} * (\gamma + \delta) = D_j - \delta + \delta = D_j;$$

$$\text{при } k = 1: \alpha = \mu(1) = D_j - \delta + \delta + \gamma = D_j + \gamma.$$

Для даної задачі достатньо надавати такі значення k :

$$0, \frac{1}{\delta + \gamma}, \frac{2}{\delta + \gamma}, \frac{3}{\delta + \gamma}, \dots, \frac{\delta - 1}{\delta + \gamma}, \frac{\delta}{\delta + \gamma}, \dots, \frac{\delta + 1}{\delta + \gamma}, \dots, \frac{\delta + \gamma - 1}{\delta + \gamma}, \frac{\delta + \gamma}{\delta + \gamma} = 1.$$

Після вибірки конкретного значення k із наведеної вище множини значень величини k , знаходиться конкретне $\alpha_k = \mu(k)$.

Далі, підставивши у вираз (4) отримані перетворення знаходимо число D_{kj}

$$D_{kj} = \alpha_k + d_j + 1 \text{ дн}, \quad (6)$$

де $\alpha_k = \mu(k)$.

Таким чином, матриця (5) набирає вигляду

$$\|X_u\| = \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^n \sum_{l=\alpha_k}^{\alpha_k + d_j + 1} X_{l(j)}, \quad (7)$$

$$\text{або } \|X_u\| = \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^n \sum_{l=\mu(k)}^{\mu(k) + d_j + 1} X_{l(j)}, \quad (8)$$

для будь-якого значення k із вищенаведеної множини значень k . [1]

Далі дослідуючи матрицю (5) на максимум для кожного t по l , одержимо матрицю-вектор кількості засобів t -го типу:

$$x_t^{max} = \max_{t=1}^T \|X_{it}\| \quad (9)$$

Загальна кількість засобів компонентів ІТС типу t протягом року під час виконання завдань ОСД знаходиться за залежністю:

$$H_t = \left| \begin{matrix} T \\ t=1 \end{matrix} \sum_{j=1}^n (x_{t(j)}, d_j T) \right. \quad (10)$$

Відповідно річне завантаження одиночного засобу компоненту ІТС кожного типу:

$$H_t = \left| \begin{matrix} T \\ t=1 \end{matrix} \left(\frac{\sum_{j=1}^n (x_{t(j)}, d_j T)}{x_t^{max}} \right) \right. \quad (11)$$

З аналізу залежності встановлено, що зменшення кількості засобів компонентів ІТС x_t^{max} за рахунок перерозподілу обов'язків і функцій між ними та персоналом призводить до збільшення річного завантаження, а отже, до зменшення приведених витрат на виконання завдань та зниження капітальних вкладень. Для пошуку шляхів зменшення значення x_t^{max} необхідно ввести поняття «відсікаюча змінна» - δ_t , початкове значення якої дорівнює:

$$\delta_t = X_t^{max} - 1 \quad (12)$$

Розглядаючи елементи матриці (11) по кожному t ($t = 1, 2, \dots, T$), знаходять значення l , для якого $X_{it} > \delta_t$. У цьому випадку із множини для даного t і l знаходять таке значення, для якого справедлива нерівність

$$X_{it} \geq X_t^{max} - \delta_t \quad (13)$$

Такий пошук проводиться для всіх t по всіх l . Якщо нерівність (13) не підтверджується, то перемінна δ_t для всіх t зменшується на 1 до того моменту, поки нерівність (13) буде справедлива. Відповідно для одержаного j планується використання іншого компоненту ІТС, близького за критерієм ефективності до вибраного раніше за умови, що тип засобу t цього ІТС ввійшов до складу ІТС на інших операціях. Тимчасово знявши з j -ї роботи попередній компонент, тобто частково звільнивши матрицю (5) від раніше прийнятого значення t по D_j , D_{j+1}, \dots, D_j^k , перевіряють її стан з новим t . Якщо нерівність (13) справедлива, то перебудовується матриця A з урахуванням нововведеного компоненту. Кожний перерозподіл стану системи, яка розглядається, викликає нове значення матриці A . Тому на кожному етапі перерозподілу аналізується ця матриця для визначення випадку збільшення D_j . При цьому тимчасово зняті компоненти ІТС повністю виключаються із системи. У іншому випадку вони залишаються для продовження корегування згаданої матриці.

Коли знімається один із типів компонентів ІТС із основної операції, то визначаються нові строки виконання робіт й уточняється кількість компонентів ІТС на допоміжних і суміжних операціях. При заміні компонентів ІТС на допоміжних і суміжних операціях одночасно визначається їх необхідна кількість.

Процес перерозподілу робіт продовжується до моменту, коли «відсікаюча змінна» δ_t для всіх t набуває значення $\delta_t = 0$.

Остаточне значення елементів матриці (13) являє собою матрицю використання раціонального складу компонентів ІТС по днях календарного періоду робіт.

Кількісний склад компонентів ІТС раціонального комплексу визначається із залежності:

$$X_t^e = \left| \begin{matrix} MAX \\ l \end{matrix} \right|_{t=1}^T \sum_{j=1}^n \sum_{l=\mu(k)}^{\mu(k)+d_j+1} X_{t(j)} \quad (14)$$

Кількісний і структурний склад компонентів ІТС залежить від складу ІТС, у яких використовуються засоби раціонального парку:

$$X_{\xi}^c = \underset{l}{\text{MAX}} \left| \Xi = 1 \sum_{j=1}^n \sum_{l=\mu(k)}^{\mu(k)+d_j+1} (x_{l(j)} z_{\xi}) \right. \quad (15)$$

Виділивши із набору технологічних операцій ті, що виконуються при змінах в обстановці, і прийнявши, що α - номер першої операції і β - кількість операцій по даній обставині, визначають раціональні комплекси для виконання спектру визначених завдань ОСД. Для цього необхідно, використавши (14) і (15), взяти суму по i так, що $i = \alpha, \beta + 1, \dots, \alpha + \beta$.

Розкривши множину S і використавши (14) і (15), одержимо технологічний процес збирання, обробки інформації і надання пропозицій щодо прийняття рішення, який дає можливість ефективно використовувати техніку зв'язку та автоматизовані системи управління з врахуванням отриманих строків виконання завдань.

Цільову функцію розглянутої вище системи цілісних математичних моделей визначення структури компонентів ІТС у загальному вигляді можна позначити залежністю:

$$F = f(A(d_i^0)) \rightarrow \text{opt}(K_{r_e}),$$

де K_{r_e} - критерій ефективності; $A(d_i^0)$ - динамічний стан системи (компоненти ІТС - терміни виконання завдань).

Висновки. Аналіз існуючої складової інтегрованої ІТС Державної прикордонної служби України та запропонованої методики результатів якісної їх оцінки, дозволяє зробити наступні висновки:

- 1) основний принциповий момент зосереджується на сталості та захищеності складових ІТС від різного роду впливу.
- 2) одержана методика визначення оптимального складу компонентів ІТС в структурі системи «Гарт», які є його складовою частиною і їх робота взаємозв'язана з роботою всієї інтегрованої ІТС.

Список використаної літератури:

1. Журавель В.Г. Модель визначення ймовірності виникнення збройного конфлікту на державному кордоні та успішної протидії йому силами Дер-

жприкордонслужби / В. Г. Журавель // Труды університету. - К.: НУОУ, 2012. - Вип. 7 (113). - С. 258-266.

2. Собченко В. А. Методика визначення раціонального складу сил та засобів підрозділу з ремонту та обслуговування тепловізійних комплексів прикордонного загону / В. А. Собченко // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки і оборони. Науково-практичний журнал / за редакцією О. Ю. Пермякова. - К.: Вид-во НУОУ, 2013. - Вип. 1(16). - С. 56-59.

3. Катеричнук І. С., Мул Д. А., Рачок Р. В., Волинець Д. О., Прокопенко Є. В. Програмно-технічні комплекси підрозділів охорони кордону / Навч. посібник. - Хмельн.: В-во НАДПСУ, 2011.

Рецензент: кандидат технічних наук, доцент Мул Д. А.

Іванов А. В. «Визначення раціонального складу інформаційно-телекомунікаційних систем».

В статті досліджуються питання розробки методу визначення раціонального складу інформаційно-телекомунікаційних систем. Отримані математичні вирази кількісного складу компонентів ІТС раціонального комплексу, кількісного і структурного складу компонентів ІТС в залежності від складу ІТС, у яких використовуються засоби раціонального парку та цільова функція системи цілісних математичних моделей визначення структури компонентів ІТС у загальному вигляді. Дослідження показало, що одержаний метод забезпечує визначення оптимального складу компонентів ІТС в структурі системи «Гарт», які є його складовою частиною і їх робота взаємопов'язана з роботою всієї інтегрованої ІТС.

Ключові слова: інформаційно-телекомунікаційна система, раціональний склад, раціональний парк, оптимальний склад, обсяг інформації, технологічний процес.

Іванов А. В. «Определение рационального состава информационно-телекоммуникационных систем».

В статье исследуются вопросы разработки метода определения рационального состава информационно-телекоммуникационных систем. Полученные математические выражения количественного состава компонентов ИТС рационального комплекса, количественной

структурного состава компонентов ИТС в зависимости от состава ИТС, у которых используются средства рационального парка и целевая функция системы целостных математических моделей определения структуры компонентов ИТС в общем виде. Исследование показало, что полученный метод обеспечивает определение оптимального состава компонентов ИТС в структуре системы «Гарт», которые являются его составной частью и их работа взаимосвязана с работой всей интегрированной ИТС.

Ключевые слова: *информационно-телекоммуникационная система, рациональный состав, рациональный парк, оптимальный состав, объем информации, технологический процесс.*

A. Ivanov. "A determination of the rational structure of information and telecommunication systems". In the article investigates questions develop a method for determining the composition of the rational information and telecommunication systems.

Analysis of factors influencing the functioning of the components of information and telecommunication systems (further – ITS), building communication and automation systems and different levels of management affect the importance of telecommunications equipment, components ITS, integrated use of communication and automation, constant readiness of their to use, clear organization of interaction of capabilities, performance, continuity, efficiency and secrecy management.

All this has points to the fact that the present provision of the necessary tools of communication and automation (ITS components) do not fully meet the requirements of the management of the situation in different conditions, especially when performing tasks on the border threatening directions.

It is natural put forward task efficiency communications and determination of rational structure of ITS components to achieve their compliance increasing operational performance and operational requirements of combat management subordinate agencies and departments of the state border.

In accordance with the methodology for complex systems research, which is a system management authority of the State Border Service of

Ukraine, evaluation of its effectiveness on all aspects that characterize it, to make a whole is not possible.

Therefore, there is necessity of using such indicators, with reasonable accuracy would describe the components of ITS in question.

At present has arisen is an urgent need to address important for the effective functioning of the system of scientific problem - determining the necessary components of rational structure of information and telecommunication systems, particularly in the design of software and hardware complex and specialized information and telecommunication of hardware.

The research showed that the resulting method provides for determining the optimal composition of components in the structure ITS systems «Gart», which is an integral part of their work and linked to the work of all the integrated ITS.

Keywords: information and telecommunication system, rational composition, rational park of, optimal composition, volume of information, procedure.