

УДК 621.39

DOI: <https://doi.org/10.17721/3041-2323.2024.26-32>

Едуард БОВДА<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доц.  
ORCID ID: 0000-0002-8267-2120  
e-mail: edepig8305@ukr.net

Сергій ЛЮБАРСЬКИЙ<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доц.  
ORCID ID: 0000-0001-8068-1106  
e-mail: lubarsky550@gmail.com

Віктор КЛИМЕНКО<sup>1</sup>, ст. викл.  
ORCID ID: 0000-0001-7834-7213  
e-mail: vklym55@ukr.net

Юрій САМОХВАЛОВ<sup>2</sup>, д-р техн. наук, проф.  
ORCID ID: 0000-0001-5123-1288  
e-mail: yu1953@ukr.net

<sup>1</sup> Військовий інститут телекомунікацій  
та інформатизації імені Героїв Крут, Київ, Україна

<sup>2</sup> Київський національний університет  
імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

## СИНТЕЗ ОРГАНІЗАЦІЙНОЇ СТРУКТУРИ ОРГАНУ УПРАВЛІННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ

*Запропоновано підхід до розв'язання задачі синтезу організаційної структури органу управління інформаційно-телекомунікаційної мережі на основі методу субоптимізації. Наведено постановку задачі синтезу, визначено цільову функцію, обмеження, часткові показники якості та чинники, що впливають на них. Розглянуто питання оптимізації умов діяльності посадових осіб і вибору технічних засобів комунікації.*

**Ключові слова:** *інформаційно-телекомунікаційна мережа, метод субоптимізації, синтез організаційної структури.*

### Вступ

Сучасні інформаційно-телекомунікаційні мережі (ІТМ) належать до складних систем. Управління такими системами здійснюється органом управління (ОУ), до складу якого входять посадові

© Бовда Едуард, Любарський Сергій, Клименко Віктор,  
Самохвалов Юрій, 2024

особи, що безпосередньо впливають на процес функціонування ІТМ (Годлевський, 2020). Щоб підтримувати функціонування мережі на заданому рівні, виникає задача формування такої організаційної структури ОУ, яка забезпечує якісне розв'язання задач управління як у штатних, так і в нештатних умовах функціонування ІТМ.

### Результати

**Постановка задачі.** Введемо необхідні позначення:

$Q = \{q_1, \dots, q_k\}$  – множина варіантів структури органу управління (ОУ);

$B = \{B_1, \dots, B_j\}$  – множина варіантів розподілу посадових осіб ОУ на підрозділи (відділи, служби), де  $j$ -варіант характеризується складом підгруп  $B_j = \{B_{j1}, \dots, B_{ij}\}$ , а кожна підгрупа характеризується також кількістю посадових осіб  $b_{ij} = \{b_{1ij}, \dots, b_{pij}\}$ , де  $i$  – номер підгрупи;  $p$  – номер посадової особи в підгрупі;

$L = \{L_1, \dots, L_r\}$  – множина варіантів розподілу функцій між посадовими особами.

Кожен  $r$ -й варіант характеризується множиною функцій, що виконуються кожною підгрупою  $L_r = \{L_1, \dots, L_r\}$  і множиною функцій, що виконуються кожною посадовою особою  $i$ -ї групи  $L_r = \{b_{1ijr}, \dots, b_{pijr}\}$ .

При введених позначеннях задача синтезу організаційної структури органу управління колективної діяльності полягає у виборі такого варіанта  $\omega_0$  серед усіх можливих варіантів  $\Omega$ , де множина  $\Omega$  однозначно задається множинами  $Q, B, L$ :

$$\Omega = Q \times B \times L, \quad (1)$$

в якому досягають максимуму ефективності системи, тобто

$$E\omega_0 = \max_{\omega \in \Omega} E\omega; \quad \omega_0 = \{Q_0, B_0, L_0\}, \quad (2)$$

Розв'язання задачі (2) в загальному вигляді неможливе через складність і обчислювальну трудомісткість. Тому в доповіді для її розв'язання запропоновано метод субоптимізації.

**Розв'язання задачі методом субоптимізації.** Найважливішим і найскладнішим питанням у розв'язанні поставленої задачі методом субоптимізації є питання вибору загального критерію субоптимізації.

Група посадових осіб як елемент системи управління має забезпечувати виконання основної задачі системи, що полягає у виборі та підтримці оптимального режиму функціонування системи. Для цього необхідно своєчасне і якісне розв'язання задач управління, що відображають такі зміни станів елементів системи, які вимагають видачі керуючих впливів.

З огляду на це цільову функцію роботи колективу посадових осіб можна записати у вигляді

$$E = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_i n_{ij} P_{kri} P_{ij}, \quad (3)$$

де  $i = 1, 2, \dots, n$  – тип задач управління;  $j = 1, 2, \dots, m$  – посадові особи системи;  $C_i$  – вага (або важливість)  $i$ -го типу задач управління, яка визначається мірою впливу результату розв'язання задачі на загальний показник ефективності системи ( $E$ ):

$$C_i = f(\Delta E_i); \Delta E_i = E_i - E,$$

де  $E_i, E$  – значення показника ефективності з урахуванням, і без урахування  $i$ -го типу задач;  $n_{ij}$  – кількість задач управління  $i$ -го типу, що поступили до  $j$ -ї посадової особи ( $n_{ij} = \lambda_{ij} T$ ), де  $\lambda_{ij}$  – щільність надходження задач  $i$ -го типу до  $j$ -ї посадової особи за час  $T$ ;  $P_{kri}$  – імовірність обслуговування  $i$ -го типу задач управління з певною якістю  $K_r$ , що залежить від організації роботи колективу, інформаційної моделі, часу прийняття рішення ( $t_{іріш}$ ) тощо;  $P_{ij}$  – імовірність розв'язання  $i$ -го типу задач управління  $j$ -ю посадовою особою, яка залежить від щільності потоку задач  $\Delta_j$ , що поступають до  $j$ -ї посадової особи ( $\Delta_j = \sum_{i=1}^n \lambda_{ij}$ ), від часу рішення  $t_{іріш}$  і часу існування задачі  $t_{ідоп}$ : де  $t_{ідоп}$  – час існування, що визначається проміжком часу, протягом якого затримка в розв'язанні задачі не приведе до наслідків, небажаних для системи (аварії, значного зниження ефективності тощо).

Обмеженнями задачі (2) виступають, зазвичай, умови роботи посадових осіб. Узагальнюювальною характеристикою цих умов, з погляду тимчасових співвідношень, вважають завантаження посадової особи. Під завантаженням посадової особи  $\rho_j$  звичайно розуміють відношення сумарного часу, необхідного для розв'язання всіх задач, що виникають, до часу роботи посадової особи (Ladiieva, 2023).

У загальному вигляді обмеження щодо завантаження для будь-якої  $j$ -ї посадової особи можна записати так:

$$\rho_{j\min} \leq \rho_j \leq \rho_{j\max}. \quad (4)$$

Гранично допустимі норми: завантаження  $\rho_{j\min}$ ,  $\rho_{j\max}$  залежать від характеру задач, що розв'язуються посадовою особою, і визначаються вимогами ергономіки.

Розв'язання задачі синтезу організаційної структури органу управління ІТМ проводять на основі максимізації показника ефективності  $E(\Omega)$  або мінімізації витрат  $C(\Omega)$ , тобто задача може мати дві постановки:

$$\max \{E(\Omega)/C(\Omega) \leq C_{\text{дод}}; \quad G(\Omega) \leq G_{\text{дод}}\}; \quad (5)$$

$$\min \{C(\Omega)/E(\Omega) \leq E_{\text{дод}}; \quad G(\Omega) \leq G_{\text{дод}}\}, \quad (6)$$

де  $G(\Omega)$  – характеристики умов роботи посадових осіб.

Сформульована задача може бути розв'язана варіантним методом. Суть методу полягає в тому, що за допомогою попереднього аналізу колективної діяльності намічають кілька варіантів організації діяльності. Для кожного з них знаходять значення функції  $E(\Omega)$  і  $\rho(\Omega)$  і вибирають варіант, що забезпечує максимум  $E(\Omega)$  або мінімум  $C(\Omega)$  за виконання обмежень  $\rho(\Omega)$ .

Для кількісного оцінювання величин  $E(\Omega)$  і  $\rho(\Omega)$  можливе використання аналітичних і експериментальних методів, а також методу моделювання.

Як частковий критерій оптимізації діяльності посадової особи зручно використати критерій вигляду (5), або критерій, що характеризує якість розв'язання задач управління. Цей критерій може мати вигляд

$$\bar{P}_{j0} \leq \bar{P}_j \leq 1 \quad \text{для всіх } j = 1, \dots, m, \quad (7)$$

де  $\bar{P}_j$  – середня якість роботи  $j$ -ї посадової особи;  $\bar{P}_{j0}$  – задана якість роботи  $j$ -ї посадової особи.

Або його інший вигляд

$$P_{ij0} \leq P_{ij} \leq 1 \quad \text{для всіх } j = 1, \dots, m; \quad i = 1, \dots, n, \quad (8)$$

де  $P_{ij}$  – імовірність правильного і своєчасного рішення  $i$ -ї задачі  $j$ -ю посадовою особою;  $P_{ij0}$  – задана якість розв'язання  $i$ -ї задачі  $j$ -ю посадовою особою.

Величини  $P_{j0}$  і  $P_{ij}$  визначають з урахуванням важливості посадової особи і задачі, що розв'язується, і звичайно вони мають значення від 0,8 до 0,95.

Далі визначають чинники, що впливають на часткові показники якості. Тимчасові ймовірнісні характеристики виконання операцій визначаються такими чинниками: рівень підготовки посадової особи, конструкція робочого місця, параметри інформаційної моделі тощо. Якість розв'язання задач визначається при заданих характеристиках елементарних операцій алгоритмом розв'язання задачі. Тому оптимізація розв'язання задачі полягає в знаходженні найраціональнішого алгоритму її розв'язання. Якість роботи посадової особи за заданих характеристик розв'язання задач визначається тим, як організується розв'язання "потоків" задач управління (дисципліна обслуговування). Нарешті, показник (3) якості роботи колективу визначається чинниками, що характеризують організацію роботи колективу: структурою колективу, кількістю і кваліфікацією посадових осіб, розподілом функцій між ними.

Заключним етапом розв'язання задачі синтезу організаційної структури органу управління ІТМ є оптимізація умов діяльності та вибору технічних засобів комунікації. На цьому етапі вирішують питання розміщення посадових осіб, розрахунку необхідної кількості автоматизованих і неавтоматизованих робочих місць вузла ІТМ, вибирають технічні засоби комунікації, задають ергономічні вимоги до середовища взаємодії посадових осіб тощо.

#### **Дискусія і висновки**

Синтез організаційної структури органу управління інформаційно-телекомунікаційної мережі доцільно здійснювати на основі методу субоптимізації, що дозволяє врахувати складність і багатфакторність задачі. Ефективність структури залежить від правильного вибору цільової функції, обґрунтованих обмежень та оцінювання часткових показників якості з урахуванням впливових чинників. Раціональна організація умов діяльності посадових осіб і застосування оптимальних технічних засобів комунікації є критичними для забезпечення високої якості управління.

#### **Список використаних джерел**

Годлевський, І. М. (2020). *Моделі, методи та інформаційна технологія синтезу організаційної структури системи управління логістикою дистрибуції*.

[Дис. канд. техн. наук] Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут".

Ладієва, Л. Р. (2023). *Методи оптимізації та пошуку оптимальних рішень*. КПІ ім. Ігоря Сікорського.

#### References

Godlevskiy, I. M. (2020). *Models, methods, and information technology for synthesizing the organizational structure of the logistics distribution management system*. [Doctoral dissertation] National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute" [in Ukrainian].

Ladiieva, L. R. (2023). *Methods of optimization and search for optimal solutions*. Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute [in Ukrainian].

**Отримано редакцією журналу / Received: 16.09.24**

**Прорецензовано / Revised: 26.09.24**

**Схвалено до друку / Accepted: 01.10.24**

**Eduard BOVDA<sup>1</sup>, Phd (Engin.), Assoc. Prof.**

**ORCID ID: 0000-0002-8267-2120**

**e-mail: edepig8305@ukr.net**

**Serhii LIUBARSKYI<sup>1</sup>, Phd (Engin.), Assoc. Prof.**

**ORCID ID: 0000-0001-8068-1106**

**e-mail: lubarsky550@gmail.com**

**Viktor KLYMENKO<sup>1</sup>, Senior Lecturer**

**ORCID ID: 0000-0001-7834-7213**

**e-mail: vklym55@ukr.net**

**Yurii SAMOKHVALOV<sup>2</sup>, DSc (Engin.), Prof.**

**ORCID ID: 0000-0001-5123-1288**

**e-mail: yu1953@ukr.net**

<sup>1</sup>Kruty Heroes Military Institute of Telecommunications and Information Technology, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

### **SYNTHESIS OF THE ORGANIZATIONAL STRUCTURE OF THE MANAGEMENT BODY OF THE INFORMATION AND TELECOMMUNICATION NETWORK**

*An approach to solving the problem of synthesizing the organizational structure of the management body of the information and telecommunications network based on the suboptimization method is proposed. The statement of the synthesis problem is presented, the objective function, limitations, partial quality indicators and factors influencing them are defined. The issue of*

*optimizing the working conditions of officials and the choice of technical means of communication was also considered.*

**Keywords:** *information and telecommunication network, suboptimization method, synthesis of organizational structure.*

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів. Спонсори не брали участі в розробленні дослідження; у зборі, аналізі чи інтерпретації даних; у написанні рукопису; в рішенні про публікацію результатів.

The authors declare no conflicts of interest. The funders had no role in the design of the study; in the collection, analyses or interpretation of data; in the writing of the manuscript; or in the decision to publish the results.