

Артамощенко В.С. доктор військових наук, доцент (0000-0002-7734-4210)
Загорка О. М., доктор військових наук, професор (0000-0003-1131-0904)
Гудима О. П., кандидат технічних наук, старший науковий співробітник (0000-0002-3494-8583)
Поліщук С. В. кандидат військових наук, доцент (0000-0001-9050-6918)

Центр воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України, Київ

Застосування нечіткого підходу до визначення складу організаційної структури

Резюме. Викладено методичні положення, на підставі яких розроблено методику визначення складу організаційної структури в умовах дій невизначених факторів, що впливають на створення і застосування (функціонування) організації. Методика ґрунтується на порівнянні варіантів організаційної структури з використанням методу таксономії, вихідними даними для якого є центр ваг нечітких чисел, що відповідають лінгвістичним змінним, які надаються експертами показникам, що характеризують функціонування організації.

Ключові слова: склад організаційної структури; групування завдань; планування експерименту; лінгвістичні змінні; центр ваги нечітких чисел; метод таксономії.

Постановка проблеми. Під час створення або удосконалення будь-якої організації, зокрема військової, виникає потреба у визначенні складу її структури для виконання завдань за призначенням відповідно до місії організації. Організаційна структура повинна забезпечувати потрібну ефективність виконання завдань організації при раціональних витратах на її створення і застосування, що характеризує її збалансованість.

Визначення складу організаційної структури здійснюється з врахуванням як різноманітних завдань, так і невизначеності факторів, внутрішнього і зовнішнього середовища що впливають на їх виконання.

Взагалі, визначення складу організаційної структури можна розглядати як задачу структурного синтезу, для розв'язання якої можна використовувати принципи системного аналізу, зокрема варіантний метод. Це потребує застосування методів багатовимірного порівняльного аналізу в умовах невизначеності факторів, що впливають на виконання завдань організації. При цьому слід вважати, що задача не може бути представлена у формалізованому вигляді у зв'язку з неможливістю отримання однозначних математичних виразів показників (критеріїв) для визначення найкращого варіанту складу організаційної структури.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Методологічні положення синтезу організаційних структур підприємств, які ґрунтуються на застосуванні методу таксономії [1] для порівняльного оцінювання рівня

розвитку їх варіантів, наведено у праці [2]. Проте у праці не враховується вплив невизначеності факторів на створення і застосування організації. Також фрагментарно викладені підходи до формування можливих варіантів складу організаційної структури.

У праці [3] для формування варіантів організаційної структури запропоновано використовувати планування експерименту [4]. Невизначеність факторів, що впливають на створення і застосування організації у праці також не враховується. Слід також відзначити, що методичні підходи до групування завдань організації, що наведені у працях [2,3] потребують найбільшого розкриття, що може позитивно вплинути на обґрунтованість визначення складу організаційної структури.

Варіанти організаційної структури під час визначення її складу розглядаються як альтернативи.

Для ранжирування альтернатив в умовах невизначеності у праці [5] під час прийняття рішень запропоновано використовувати вихідні дані у вигляді функцій приналежності нечітких чисел трикутного виду, лінгвістичні терми яких визначаються експертами. Проте методи ранжирування, що наведено у статті, не дозволяють обґрунтовано визначити найкращу альтернативу за принципами збалансованості через використанням узагальнених показників під час прийняття рішень.

Таким чином, потребують удосконалення питання, що стосуються групування завдань організації та врахування невизначеності дій факторів під час

багатовимірний порівняльний аналіз можливих варіантів складу організаційної структури. Це обумовлює доцільність проведення дослідження, присвяченого розвитку методичних положень визначення складу організаційних структур.

Мета статті – удосконалення методичних положень визначення складу організаційних структур на підставі врахування невизначеності факторів, що впливають на їх створення і застосування.

Виклад основного матеріалу. У теорії організації розглядається багато типів організаційних структур. Найбільш загальною

вважається дивізійна структура [2, 3], яку доцільно прийняти за основу під час удосконалення методичних положень визначення складу організаційних структур як цивільного, так і військового призначення.

Дивізійна організаційна структура (рис. 1) має паралельні гілки, що містять свої підрозділи – виконавці завдань зі своїм керівництвом. Основні завдання організації виконуються підрозділами, які підпорядковані органам функціонального управління, а завдання забезпечення і обслуговування – органу загального керівництва організації [3].



Рис.1 Дивізійна організаційна структура

Оснóву організаційної структури визначають типи і кількість підрозділів, потрібних для виконання завдань організації.

Відповідно до місії (мети діяльності) організації повинна вирішувати m функцій $A_j (j = \overline{1, m})$, для виконання яких визначається n завдань $B_i (i = \overline{1, n})$. Однією з центральних задач синтезу організаційної структури є задача групування завдань [2] з метою визначення потрібних типів підрозділів – виконавців.

Сутність групування полягає у визначенні сукупності взаємопов'язаних завдань, що можуть виконуватися сумісно, за установленними принципами (ознаками) відповідно до функцій організації.

Під час оцінювання взаємозв'язку виконання завдань можуть враховуватися ознаки, які характеризують:

- мету і результати виконання завдань;
- протікання процесу виконання завдань, зокрема за часом;
- професію фахівців для виконання завдань;
- оснащеність підрозділів потрібним обладнанням, засобами;
- райони (зони) місцевості застосування підрозділів тощо.

Ступінь взаємозв'язку i -го та v -го завдання кількісно визначається експертами з урахуванням F ознак ($f = \overline{1, F}$), за формулою:

$$a_{iv} = \sum_{f=1}^F w_f a_{ivf}, \quad (1)$$

де w_f – коефіцієнт значущості f -ої ознаки;

a_{ivf} – ступінь взаємозв'язку i -го та v -го завдання за f -ою ознакою.

Далі складається матриця коефіцієнтів $[a_{iv}]_n$, яка є основою для формалізації задачі групування завдань.

Відповідно до методу розбивання елементів кінцевої множини на групи, що наведено у праці [1], з матриці $[a_{iv}]_n$ визначається критичний ступінь взаємозв'язку завдань за формулою:

$$\rho = \bar{a} + \xi \sigma \quad (2),$$

$$\text{де } \bar{a} = \frac{2}{n(n-1)} \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{v=i+1}^n a_{iv},$$

$$\sigma = \left[\frac{2}{n(n-1)} \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{v=i+1}^n (a_{iv} - \bar{a})^2 \right]^{1/2};$$

ξ – коефіцієнт (дійсне невід'ємне число, визначається експертом).

Порядок групування завдань полягає у наступному:

- для кожного завдання $B_i (i = \overline{1, n})$ з матриці $[a_{iv}]_n$, визначаються завдання B_μ , для яких виконується умова:

$$B_\mu = \{B_\mu \in n: a_{iv} \geq \rho\}, i, v = \overline{1, n} \quad (3);$$

- підраховується кількість завдань b_i , для яких виконується вимога (3);

- визначається перша група завдань, для якої $b_i = \max b_i$;

- з матриці $[a_{iv}]_n$ виключаються завдання, які належать визначеній групі.

Таким же чином визначається наступна група завдань. Процедура продовжується до повного вичерпання завдань.

Кількість груп $K(k = \overline{1, K})$ і кількість завдань у кожній k -й групі b_k залежить від коефіцієнта ξ . Частіше приймається $\xi=1$ [1,3]. Кількість груп може збільшуватися як при збільшенні, так і при зменшенні коефіцієнта ξ . У першому випадку це пояснюється зменшенням кількості завдань у складі перших груп, у другому випадку – їх збільшенням, що викликає зниження можливостей формування наступних груп.

Під час визначення складу організаційної структури доцільно розглядати декілька варіантів групування завдань, які відрізняються коефіцієнтами ξ . За показник для порівняння варіантів групування завдань можна використати сумарну величину ступенів взаємозв'язку завдань A , яка визначається за формулою [2]

$$A = \sum_{k=1}^K A_k = \sum_k \sum_{i,v \in b_k} a_{iv} \quad (4)$$

де A_k – сумарна величина ступенів взаємозв'язку k -ої групи завдань.

Кращим вважається варіант групування завдань, для якого показник A максимальний.

Відповідно до загальних принципів системного аналізу для визначення складу організаційної структури, як і у праці [3], використовується варіантний метод. Варіанти організаційної структури відрізняються кількістю підрозділів – виконавців, типи яких визначені шляхом групування завдань.

Для формування варіантів організаційної структури пропонується використати планування багатофакторного експерименту [4,5]. За фактори (параметри) приймаються типи підрозділів – виконавців завдань. Звичайно використовуються три рівні варіювання параметрів: нульовий (початковий), мінімальний, максимальний. Рівні варіювання параметрів (кількості підрозділів – виконавців) призначаються, виходячи з досвіду створення подібних організаційних структур та потрібної кількості підрозділів за типами для виконання завдань, що визначається експертами. Ураховується також припустима кількість фахівців у підрозділах для виконання завдань. Таким чином складається матриця планування.

Вважається, що в матриці планування повинні бути вичерпані всі можливі сполучення кількісних рівнів підрозділів – виконавців завдань. Кількість варіантів складу організаційної структури залежить від кількості типів підрозділів – виконавців

завдань і кількості рівнів їх варіювання. Під час формування варіантів організаційної структури доцільно використовувати вже готові плани експериментів [7].

Функціонування організаційної структури, як правило, оцінюється сукупністю багатьох показників. Тому для визначення кращого варіанта організаційної структури потрібно використовувати методи багатовимірного порівняльного аналізу. Одним з таких методів, який отримав широке застосування під час розв'язання подібних задач, є метод таксономії [1]. Метод дозволяє врахувати під час порівняння альтернативних варіантів велику кількість різномірних ознак (параметрів), які різним чином впливають на стан або функціонування об'єкта чи процесу дослідження.

Виконання завдань організацією здійснюється в умовах невизначеності дій факторів зовнішнього і внутрішнього середовища, вплив яких на функціонування організаційної структури породжує неоднозначність оцінювання показників, що є одним з видів невизначеності [8]. Одним з таких факторів є змінювання прогнозованих умов функціонування організаційної структури за період її створення. Можна вважати, що невизначеність притаманна вихідним даним, які використовуються під час розв'язання задачі визначення складу організаційної структури.

Традиційно під час розв'язання задач в умовах невизначеності застосовуються імовірно-статистичні методи [8]. Проте отримання законів розподілу чисельних значень показників, що характеризують функціонування організаційної структури, під час її створення не завжди можливе. Такі показники вважаються стохастично невизначеними.

Це обумовлює доцільність застосування під час визначення складу організаційної структури нечіткого множинного підходу, при використанні якого оцінювання показників здійснюється експертами.

Пропоновано значення показників розглядати, як терми таких лінгвістичних змінних: дуже низький (ДН), низький (Н), середній (С), високий (В), дуже високий (ДВ).

Для представлення лінгвістичних змінних (фазифікації) використовуються трикутні терми, які описуються триплетами.

Коли дві сторони трикутників рівні, вказаним лінгвістичним змінним відповідають нечіткі числа (триплети): ДН (0; 0; 0,25); Н (0;

0,25; 0,50); С (0,25; 0,50; 0,75); В (0,50; 0,75; 1,00); ДВ (0,75; 1,00; 1,00).

Слід відзначити, що інтервали нечітких чисел, які відповідають лінгвістичним змінним, можуть відрізнятися за розміром, а триплети відповідати трикутникам, сторони яких розрізняються.

Кожний l -ий показник ($l = \overline{1, L}$) r -го варіанта організаційної структури ($r = \overline{1, R}$) оцінюється експертами з використанням наведених вище лінгвістичних змінних. Нечіткі числа (триплети), що надаються

$$\chi_{rl_1} = \sum_{q=1}^Q w_q \chi_{rl_1}^q \quad \chi_{rl_2} = \sum_{q=1}^Q w_q \chi_{rl_2}^q \quad \chi_{rl_3} = \sum_{q=1}^Q w_q \chi_{rl_3}^q \quad (6)$$

де w_q – коефіцієнт значущості q -го експерта.

Таким чином за результатами експертного оцінювання визначається функція приналежності $\mu(\chi_{rl})$ трикутного виду l -го показника для r -го варіанта організаційної структури з нечіткими числами $\chi_{rl_1}, \chi_{rl_2}, \chi_{rl_3}$.

Для визначення кращого варіанта організаційної структури з використанням методу таксономії необхідно нечіткі числа [6] перетворити в чіткі – здійснити дефазифікацію. Для цього пропонується розраховувати центри ваг нечіткого числа [9] відповідних функцій належності $\mu(\chi_{rl})$.

Залежність для визначення центра ваги нечіткого числа функції належності трикутного виду має вигляд [5].

$$C_{rl} = \frac{(x_{rl_3} - x_{rl_1}) + (x_{rl_2} - x_{rl_1})}{3} + x_{rl_1} \quad (7)$$

Коли терми лінгвістичних змінних описуються трикутниками з двома рівними сторонами, нечіткі числа, що визначаються за формулами (6), відповідають умові $\chi_{rl_3} - \chi_{rl_2} = \chi_{rl_2} - \chi_{rl_1}$. У цьому випадку центр ваги нечіткого числа визначається медіаною отриманого трикутника, тобто $C_{rl} = \chi_{rl_2}$.

Під час визначення складу організаційної структури експертами розглядаються показники, які характеризують ефективність (результативність) застосування організації за призначенням, а також витрати на її створення та функціонування. Звичайно розглядається тріада характеристик [3]: ефективність, час виконання завдань, витрати (вартість). Як варіант до таких показників належать:

- ефективність функціонування (застосування) організації;
- ефективність виконання завдань підрозділами визначеного типу;
- час виконання завдань;
- вартість створення організації;

кожним q -м експертом ($q = \overline{1, Q}$) l -му показнику r -го варіанта організаційної структури, можна записати у такому вигляді:

$$\widetilde{\chi}_{rl}^q = (\chi_{rl_1}^q, \chi_{rl_2}^q, \chi_{rl_3}^q), \quad (5)$$

де $\chi_{rl_1}^q, \chi_{rl_2}^q, \chi_{rl_3}^q$ – мінімальне, найбільш імовірне, максимальне нечітке число лінгвістичної змінної, що надається l -му показнику r -го варіанта організаційної структури q -м експертом.

Зважені середні нечіткі числа визначаються за формулами:

вартість створення підрозділів визначеного типу – виконавців завдань;
вартість витрат на виконання завдань.

Наведена сукупність показників дозволяє з використанням методу таксономії визначити збалансований склад організаційної структури.

За результатами експертного оцінювання лінгвістичних змінних кожного l -го показника r -го варіанта організаційної структури для використання методу таксономії за формулою (7) розраховується центр ваги нечіткого C_{rl} . Для оцінювання показників можуть залучатися математичні моделі і аналітичні методики. Таким чином, складається матриця центрів ваг $[C_{rl}]_{RL}$ для порівняння варіантів організаційної структури з використанням методу таксономії.

Відповідно до процедури застосування методу таксономії [1] здійснюється стандартизація центрів ваг нечітких чисел за формулою

$$C_{*rl} = \frac{C_{rl} - \bar{C}_l}{\sigma_l}, \quad (8)$$

$$\text{де } \bar{C}_l = \frac{1}{R} \sum_{r=1}^R C_{rl}; \quad \sigma_l = \left[\frac{1}{R} \sum_{r=1}^R (C_{rl} - \bar{C}_l)^2 \right]^{1/2}.$$

Під час використання методу таксономії для порівняння альтернатив часто враховується важливість (значущість) показників, що сприяє отриманню збалансованого результату. Для оцінювання важливості показників доцільно використовувати експертний метод ранжирування [10].

Відповідно до цього методу експерт має розставити показники у порядку їх значущості і приписати кожному показнику числа натурального ряду. Показнику, що має найбільший вплив на створення організаційної структури, надається перший ранг, показнику, який є найменш впливовим – останній ранг.

Метод ґрунтується на використанні гіпотези про лінійну залежність між

коефіцієнтом S_{lq} , що визначає відносну значущість l -го показника, і рангом P_{lq} , що надається показнику q -м експертом. Коефіцієнт S_{lq} визначається за формулою:

$$S_{lq} = 1 - \frac{P_{lq}-1}{L}. \quad (9)$$

Далі коефіцієнти S_{lq} масштабуються за формулою:

$$b_{lq} = \frac{S_{lq}}{\sum_{l=1}^L S_{lq}}, \sum_{l=1}^L b_{lq} = 1. \quad (10)$$

Коли компетентність експертів однакова, коефіцієнт важливості l -го показника визначається як $b_l = \frac{1}{Q} \sum_{q=1}^Q b_{lq}$

Коли компетентність q -го експерта оцінюється коефіцієнтом φ_q

$$\sum_{q=1}^Q \varphi_q = 1, \text{ то } b_l = \sum_{q=1}^Q \varphi_q b_{lq}. \quad (11)$$

Вірогідність отриманих коефіцієнтів важливості показників оцінюється з використанням коефіцієнта конкордації

$$W = \frac{12D}{Q^2(L^3-L)} \quad (12)$$

$$\text{де } D = \sum_{l=1}^L \left(\sum_{q=1}^Q S_{lq} - \frac{1}{Q} \sum_{l=1}^L \sum_{q=1}^Q S_{lq} \right)^2 \quad (13)$$

Вірогідність отриманих результатів вважається достатньою, коли $W \geq 0,7$.

У нашому випадку метод таксономії ґрунтується на використанні відстаней у багатомірному просторі між центрами ваг $C *_{rl}$, що характеризують показники варіантів організаційної структури, і еталонного варіанта $C *_{0l}$. Для визначення еталонного варіанта організаційної структури показники розподіляють на стимулятори і дестимулятори. Показники, збільшення яких спричиняє зростання ефекту застосування організації, відносять до стимуляторів, на відміну від дестимуляторів, зростання яких спричиняє зменшення такого ефекту. Відповідно до наведеної вище сукупності показників до стимуляторів належать показники, що характеризують ефективність, до дестимуляторів – час виконання завдань і вартість.

Еталонному варіанту організаційної структури відповідають значення центрів ваг

$$C *_{01}, C *_{02}, \dots, C *_{0l}, \dots, C *_{0L} \quad (14)$$

де $C *_{0l} = \max C *_{rl}$, коли $l \in \Phi$; $C *_{0l} = \min C *_{rl}$, коли $l \in \Psi$;

Φ, Ψ - стимулятори і дестимулятори відповідно.

Відстані визначаються за правилами аналітичної геометрії. Частіше для визначення відстаней використовується залежність [1]

$$Z_{r0} = \left[\sum_{l=1}^L b_l^2 (C *_{rl} - C *_{0l})^2 \right]^{1/2} \quad (15)$$

Ступінь переваги r -го варіанта організаційної структури визначається за формулою

$$\delta_r = 1 - \frac{Z_{r0}}{Z_0}, \quad (16)$$

де $Z_0 = \overline{Z_0} + 2\sigma_0$; $\overline{Z_0} = \frac{1}{R} \sum_{r=1}^R Z_{r0}$;

$$\sigma_0 = \left[\frac{1}{R} \sum_{r=1}^R (Z_{r0} - \overline{Z_0})^2 \right]^{1/2}$$

Кращому варіанту складу організаційної структури відповідає варіант, для якого показник $\delta_r = \max_r \delta_r$.

Обраний варіант складу організаційної структури перевіряється на відповідність вимогам за встановленим критерієм, зокрема щодо ефективності функціонування (застосування) організації. Коли вимоги не виконуються, можливе удосконалення групування завдань та планування експериментів, що обумовлює повторення розрахунків.

Структурна схема методики визначення складу організаційної структури показана на рис. 2.

Методикою визначається склад підрозділів – виконавців завдань організації. Склад органів загального керівництва і функціонального управління може визначатися на підставі врахування існуючих нормативів та досвіду створення подібних організацій.

При цьому враховуються функції A_j , які плануються вирішувати відповідно до мети діяльності організації.

Наведені методичні положення є подальшим розвитком праці [3], у якій під час визначення складу організаційної структури використовуються однозначні кількісні оцінки показників. Особливістю розроблених методичних положень є врахування невизначеності шляхом надання експертами показникам, що характеризують варіанти складу організаційної структури, лінгвістичних змінних для використання методу таксономії. Застосування такого підходу доцільно на етапі проєктування, коли кількісне оцінювання показників, що характеризують створення і функціонування (застосування) організаційної структури, скрутне, а у деяких випадках і зовсім неможливе.

Застосування методики визначення складу організаційної структури показано на ілюстративному прикладі. Розглядається 10 завдань, які повинна виконувати організація. Потрібна ефективність функціонування організації повинна бути не нижче 0,8.

Ступені взаємозв'язку завдань, що визначені експертами, наведені у Табл. 1.

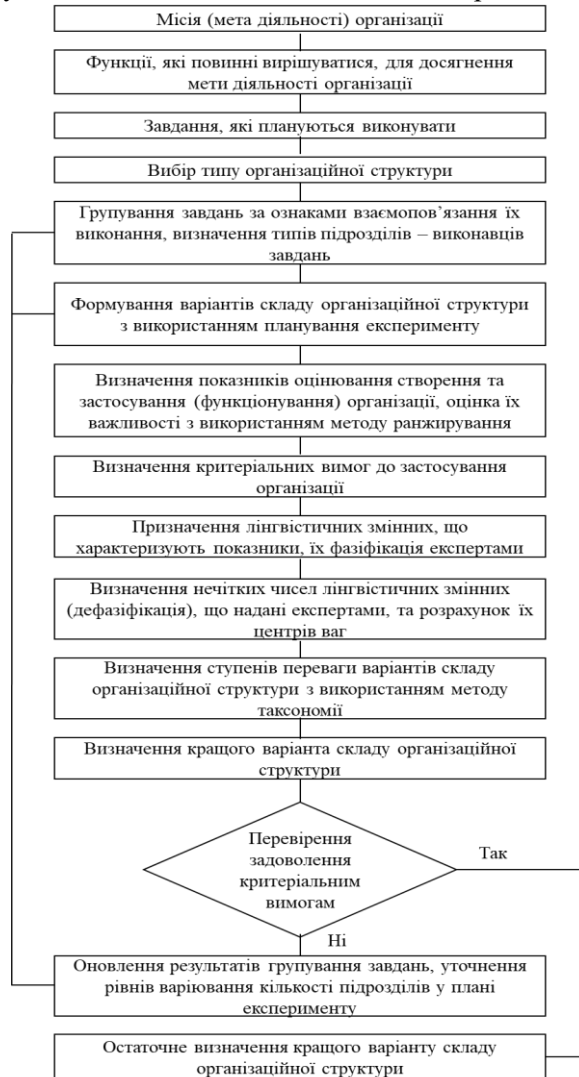


Рис. 2. Структурна схема методики визначення складу організаційної структури

Таблиця 1.

Ступені взаємозв'язку завдань

Номери завдань	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		0,75	0,28	0,32	0,40	0,31	0,79	0,82	0,64	0,42
2			0,34	0,51	0,65	0,41	0,30	0,70	0,82	0,50
3				0,83	0,78	0,30	0,25	0,68	0,15	0,35
4					0,56	0,78	0,20	0,35	0,42	0,81
5						0,62	0,31	0,84	0,71	0,62
6							0,16	0,50	0,83	0,74
7								0,14	0,10	0,15
8									0,63	0,18
9										0,20
10										

За результатами розрахунків середній ступінь взаємозв'язку завдань $\bar{a} = 0,49$, середнє квадратичне відхилення $\sigma = 0,25$. Звідки для коефіцієнта $\xi=1$ критичний ступінь взаємозв'язку завдань $\rho=0.74$.

Відповідно до порядку групування, що викладено вище, з матриці (табл. 1) визначено три групи завдань: (1, 2, 7, 8); (3, 4, 5); (6, 9, 10). Тому організаційна структура для

виконання завдань повинна мати три типи підрозділів. Ураховуючи варіювання кількістю підрозділів на трьох рівнях, план експерименту містить 10 варіантів організаційної структури [7].

Початковими рівнями (0) під час складання плану експерименту визначено: для підрозділів першого типу – 4 підрозділи; для підрозділів другого і третього типу – 3

підрозділи. Мінімальний (-1) і максимальний (+1) рівні варіювання для підрозділів першого типу складають 2 і 6 підрозділів, для другого і

третього типу – 2 і 4 підрозділи відповідно. План обчислювального експерименту наведено у Табл. 2.

Таблиця 2.

План обчислювального експерименту

Номер варіанту організаційної структури	Позначення рівня варіювання та кількість підрозділів – виконавців завдань		
	першого типу	другого типу	третього типу
1	(-1) / 2	(+1) / 4	(-1) / 2
2	(-1) / 2	(+1) / 4	(+1) / 4
3	(-1) / 2	(0) / 3	(0) / 3
4	(+1) / 6	(-1) / 2	(0) / 3
5	(-1) / 2	(-1) / 2	(-1) / 2
6	(0) / 4	(0) / 3	(+1) / 4
7	(-1) / 2	(-1) / 2	(+1) / 4
8	(+1) / 6	(0) / 3	(-1) / 2
9	(+1) / 6	(+1) / 4	(+1) / 4
10	(0) / 4	(+1) / 4	(0) / 3

Для визначення складу організаційної структури використовуються показники:

E_r - ефективність функціонування (застосування) r -го варіанта організаційної структури;

E_{rk} - ефективність виконання завдань підрозділами k -го типу r -го варіанта організаційної структури;

B_r - вартість створення r -го варіанта організаційної структури;

B_{rk} - вартість створення підрозділів k -го типу r -го варіанта організаційної структури.

Лінгвістичні змінні, що надані експертами показникам, наведені у Табл. 3.

Таблиця 3.

Лінгвістичні змінні, що надані експертом показникам оцінювання організаційної структури

Варіант організаційної структури	Показники оцінювання організаційної структури							
	E_r	E_{r1}	E_{r2}	E_{r3}	B_r	B_{r1}	B_{r2}	B_{r3}
1	С	ДН	ДВ	Н	С	ДН	ДВ	ДН
2	В	Н	В	В	В	Н	В	В
3	С	ДН	С	С	С	Н	С	С
4	В	ДВ	ДН	С	В	ДВ	ДН	С
5	ДН	Н	Н	ДН	ДН	Н	Н	Н
6	В	С	С	ДВ	В	С	С	ДВ
7	С	ДН	Н	В	С	ДН	Н	В
8	В	ДВ	С	Н	В	ДВ	С	Н
9	ДВ	ДВ	В	В	ДВ	В	В	В
10	В	С	ДВ	С	В	С	ДВ	С

Таким же чином надаються показникам лінгвістичні змінні іншими експертами. Результати розрахунків центрів ваг C_{rl} нечітких чисел функцій приналежності, що відповідають показникам ($l = 1, \bar{L}$), які характеризують створення і функціонування (застосування) організаційної структури, наведено у Табл. 4.

Таблиця 4.

Центри ваг нечітких чисел функцій приналежності показників

Варіанти організаційної структури	Центри ваг нечітких чисел, C_{rl}							
	$C_{r1}(E_r)$	$C_{r2}(E_{r1})$	$C_{r3}(E_{r2})$	$C_{r4}(E_{r3})$	$C_{r5}(B_r)$	$C_{r6}(B_{r1})$	$C_{r7}(B_{r2})$	$C_{r8}(B_{r3})$
1	0,58	0,08	0,83	0,08	0,41	0,17	0,91	0,17
2	0,66	0,17	0,66	0,66	0,66	0,33	0,83	0,66
3	0,41	0,17	0,41	0,41	0,58	0,33	0,41	0,58
4	0,83	0,83	0,17	0,33	0,66	0,91	0,08	0,33
5	0,08	0,33	0,33	0,17	0,08	0,17	0,17	0,17
6	0,66	0,50	0,58	0,91	0,83	0,50	0,50	0,83
7	0,33	0,08	0,17	0,66	0,41	0,17	0,33	0,66
8	0,83	0,91	0,41	0,08	0,66	0,83	0,58	0,33
9	0,83	0,83	0,75	0,83	0,91	0,83	0,83	0,66
10	0,75	0,41	0,83	0,41	0,75	0,41	0,91	0,58
Коефіцієнти важливості b_l	0,19	0,18	0,17	0,16	0,09	0,08	0,06	0,07

У Табл. 4 також наведені коефіцієнти важливості показників b_l ($l = 1, \bar{L}$), що визначені з використанням методу ранжирування.

Стимуляторами є показники E_r , E_{r1} , E_{r2} , E_{r3} , дестимуляторами – B_r , B_{r1} , B_{r2} , B_{r3} .

Стандартизовані значення центрів ваг C_{*rl} наведені у Табл. 5.

Таблиця 5.

Варіант організаційної структури	Стандартизовані значення центрів ваг								Відстань Z_{r0}
	C_{*r1}	C_{*r2}	C_{*r3}	C_{*r4}	C_{*r5}	C_{*r6}	C_{*r7}	C_{*r8}	
1	-0,08	-1,17	1,33	-1,32	-0,86	-1,04	1,24	-1,50	0,656
2	0,25	-0,87	0,62	0,75	0,33	-0,46	0,96	0,73	0,602
3	-0,79	-0,87	-0,42	-0,14	-0,05	-0,46	-0,48	0,36	0,738
4	0,96	1,33	-1,41	-0,43	0,33	1,61	-1,62	-0,77	0,662
5	-2,17	-0,33	-0,75	-1,00	-2,43	-1,04	-1,31	-1,50	0,882
6	0,25	0,23	0,29	1,64	1,14	0,14	-0,17	1,50	0,524
7	-1,12	-1,17	-1,41	0,75	-0,86	-1,04	-0,76	0,73	0,817
8	0,96	1,60	-0,42	-1,32	0,33	1,32	0,10	-0,77	0,651
9	0,96	1,33	1,00	1,36	1,52	1,32	0,96	0,73	0,467
10	0,62	-0,07	1,33	-0,14	0,76	-0,18	1,24	0,36	0,556

Еталонному варіанту організаційної структури відповідають такі значення центрів ваг:

$C_{*01}=0.96$; $C_{*02}=1.60$; $C_{*03}=1.55$; $C_{*04}=1.64$;

$C_{*05}=-2.43$; $C_{*06}=-1.04$; $C_{*07}=-1.62$; $C_{*08}=-1.50$.

Відстані Z_{r0} між центрами ваг C_{*rl} , що характеризують показники варіантів організаційної структури і еталонного варіанта C_{*0l} , які розраховані за формулою (15), також наведені у Табл. 5.

Результати розрахунків ступенів переваги варіантів складу організаційної структури δ_r наведено на рис. 3.

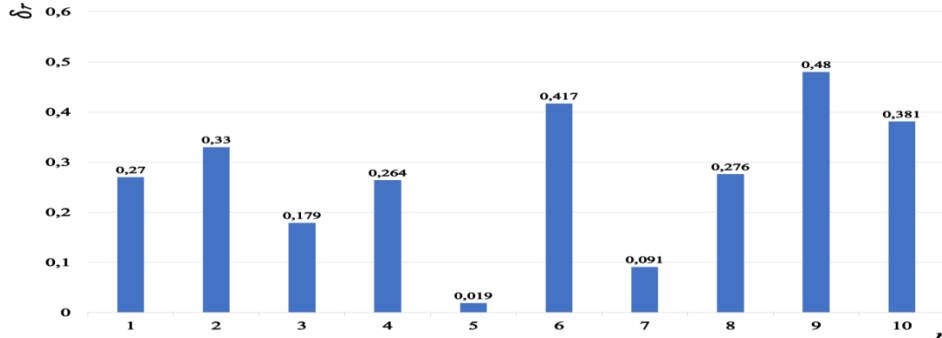


Рис.3. Ступені переваги варіантів складу організаційної структури

Найбільшу перевагу має дев'ятий варіант організаційної структури у складі шістьох підрозділів для виконання завдань (1, 2, 7, 8), чотирьох підрозділів для виконання завдань (3, 4, 5) та чотирьох підрозділів для виконання завдань (6, 9, 10). Слід відзначити, що дев'ятому варіанту відповідала максимальна кількість підрозділів – виконавців кожного типу (табл. 2).

Центр ваги нечіткого числа можна вважати як середнє значення відповідного показника. Тому ефективність застосування дев'ятого варіанта складу організаційної структури дорівнює 0.83 (Табл. 4), що відповідає заданому критерію. При цьому ефективність виконання завдань підрозділами становить 0.75-0.91.

Найближчим за ступенем переваги є шостий варіант складу організаційної структури. Проте цей варіант не відповідає заданому критерію ефективності застосування організації.

Враховуючи кількість підрозділів дев'ятого варіанта, що вважається кращим (раціональним), у складі організаційної

структури доцільно мати чотири функціональних органи управління.

На прикладі докладно показано застосування розробленої методики для визначення складу організаційної структури в умовах дій невизначених факторів, що впливають на виконання завдань організації. Результати, що отримуються з використанням методики, дозволяють обґрунтовано аналізувати можливі варіанти складу організаційної структури і вибирати з них кращий з врахуванням збалансованості за ефективністю виконання завдань, часом їх виконання і вартістю.

Висновки. Розроблено методику визначення складу організаційної структури в умовах невизначеності, яка ґрунтується на використанні:

групування завдань організації для визначення потрібних типів підрозділів – виконавців;

планування експерименту для формування варіантів складу організаційної структури;

нечіткого підходу для визначення лінгвістичних змінних при оцінюванні

експертами показників, що характеризують створення і застосування організації;

методу таксономії для вибору кращого варіанта організаційної структури.

Застосування нечіткого підходу дозволяє визначити склад організаційної структури в умовах неможливості отримання кількісних значень показників, що характеризують створення і застосування (функціонування) організації.

Особливістю методики є застосування у якості вихідних даних під час використання методу таксономії центрів ваг нечітких чисел, що відповідають трикутним функціям приналежності показників.

Застосування методики показано на ілюстративному прикладі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Плюта В. Сравнительный многомерный анализ в экономических исследованиях: методы таксономии и факторного анализа / пер. с польск. В.В. Иванова ; научн. ред. В.М. Жуковской. Москва : Статистика, 1980. 151 с.
2. Городнов В.П., Фык О.В. Математическое моделирование, оценка эффективности и синтез организационных структур предприятий. Київ : Изд-во МЭУ, 2005. 192 с.
3. Загорка О.М., Поліщук С.В., Загорка І.О., Фреган Н.М. Методичні положення обґрунтування

складу організаційних структур . Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. 2024. № 1 (49). С. 5–15.

4. Барабашук В.И., Креденцер Б.П., Мирошниченко В.И. Планирование эксперимента в технике / под ред. Б. П. Креденцера. Київ : Техніка, 1984. 200 с.
5. Balezentis A., Balezentis T., Brauers W.K. MULTIMOORA-FG: A Multi-Objective Decision Making Method for Linguistic Reasoning With an Application to Personnel Selection . Informatics, Lith. Acad. Sci. 2012. 23. P. 173–190.
6. Ашмарин И.П., Васильев Н.Н., Амбросов В.А. Планирование экспериментов. Москва : Изд-во Моск. ун-та, 1974. 76 с.
7. Бродский В.З. и др. Таблицы планов эксперимента для факторных и полиномиальных моделей : Справочное изд. / Москва : Металлургия, 1982. 350 с.
8. Герасимов Б.М., Локазюк В.М., Пономарьова О.Г., Поморова О.В. Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень : Навч. посібник. Київ : Вид-во Європ. ун-ту, 2007. 335 с.
9. Свешников С.В., Бочарников В.П. Основы нечеткой технологии и примеры решения аналитических задач в государстве и бизнесе. Москва : ДМК Пресс, 2014. 408 с.
10. Денисов А.А., Колесников Д.Н. Теория больших систем управления : Учебное пособие для вузов. Ленинград : Энергоиздат, Ленингр. отд-ние, 1982. 288 с.

Стаття надійшла до редакції 24.11.2025

Applying a fuzzy approach to determining the composition of the organizational structure

Annotation

When creating or improving any organization, particularly a military one, there is a need to determine its structural composition to fulfill designated tasks in accordance with the organization's mission. Determining the composition of an organizational structure can be viewed as a structural synthesis problem, which can be addressed using systemic analysis principles, specifically the variant method. This requires the application of multidimensional comparative analysis techniques under conditions of uncertainty regarding factors that influence the fulfillment of organizational tasks.

The purpose of the article is to improve the methodological provisions for determining the composition of organizational structures by accounting for the uncertainty of factors affecting their creation and application.

A methodology for determining the composition of an organizational structure under conditions of uncertainty has been developed, based on the following:

- grouping organizational tasks to identify the required types of executing units;
- design of experiments to formulate variants of the organizational structure's composition;
- a fuzzy approach to define linguistic variables for expert evaluation of indicators characterizing the creation and application of the organization;
- the taxonomy method for selecting the optimal variant of the organizational structure.

The application of a fuzzy approach allows for determining the organizational structure's composition when it is impossible to obtain quantitative values for indicators characterizing the creation and functioning of the organization. A specific feature of this methodology is the use of the centers of gravity of fuzzy numbers, corresponding to triangular membership functions of the indicators, as input data for the taxonomy method. The practical application of the proposed methodology is demonstrated through an illustrative example.

Keywords: organizational structure composition; task grouping; experimental design; linguistic variables; center of gravity of fuzzy numbers; taxonomy method.