

## СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО АНАЛІЗУ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ СТРУКТУР

*В роботі розглянуто застосування топологічного аналізу під час оцінки оптимальності змодельованої організаційної структури управління факультетом вищого навчального закладу. Пропонується топологічний аналіз взяти за основу при прийнятті рішень щодо удосконалення належної організації навчального процесу, наукової діяльності, а також профорієнтаційної роботи та інформаційної діяльності. Топологічний аналіз дозволяє кількісно оцінити існуючу організаційну структуру, на основі чого провести її оптимізацію.*

*Ключові слова: топологічний аналіз, організаційна структура, моделювання, оптимізація.*

T.V. SICHKO, I.I. RYBAK  
Vasyl Stus Donetsk National University

## SYSTEMIC APPROACH TO THE ANALYSIS OF ORGANIZATIONAL STRUCTURES

*The paper considers the application of topological analysis in assessing the optimality of the simulated organizational management structure of the faculty of higher education. It is proposed to take topological analysis as a basis for decision-making to improve the proper organization of the educational process, research, as well as career guidance and information activities. Topological analysis allows you to quantify the existing organizational structure on the basis of which to optimize it. The analysis of existing organizational structures of modern higher educational establishments is carried out. It is found that problems that study the topological properties of organizational structures can be solved using graph theory. The general management structure of the faculty of the higher educational institution is given. The purpose of topological analysis, its features and advantages are determined. For topological analysis, the organizational structure is shown in the form of a graph. It is proposed to consider the main structural indicators of the system, which allow to quantify the quality of the structure of the system and its elements from the standpoint of the system-wide approach and graph theory. Indicators of connectivity, redundancy, uniformity of distribution of connections, compactness, degree of centralization are considered. The detailed analysis of each calculated indicator from the point of view of information interaction between divisions of the considered organizational structure is carried out. The values of indicators that are beyond the optimality are revealed. It is concluded that it is impossible to obtain an ideal structure that would have optimal values of all structural and topological indicators. The prospect of further research is indicated, which consists in the development of a model of generalized structure estimation according to all criteria and taking into account non-structural information due to the introduction of numerical functions on graphs.*

*Keywords: topological analysis, organizational structure, modelling, optimization.*

### Постановка проблеми

Однією з основних умов успішного функціонування будь-якої організації є відповідність її організаційної структури управління цілям і задачам, які поставлені перед нею. Структура є своєрідним каркасом, навколо якого будуються всі складові підприємства. Керувати структурою, стежити за тим, щоб вона була адекватною до стратегії – складне завдання. Сучасні теоретики менеджменту високо оцінюють значимість організаційних структур і їхній вплив на ефективність діяльності організації, оскільки устрій завжди був одним із головних пріоритетів управління [1]. Формування оптимальної організаційної структури – це той етап в управлінні, через який проходить будь-яке підприємство і саме від нього залежить, на скільки ефективно буде воно функціонувати.

Сучасні вищі навчальні заклади (ВНЗ) характеризуються багаторівневою структурою управління, нерівномірністю розподілу управлінського інформаційного навантаження, різноманітням прийняття рішень.

Аналіз існуючих організаційних структур сучасних ВНЗ та ряду публікацій, зокрема [2, 3], вказують на наступне. Організаційні структури сучасних ВНЗ є лінійно-функціональними, що характеризуються, з одного боку, строгою ієрархічністю, з іншого – структури суттєво відрізняються за числом підрозділів, що, в свою чергу, призводить до нерівномірності розподілу управлінського інформаційного навантаження.

Для аналізу таких структур з метою отримання оцінки їх функціонального стану пропонується застосовуватися методи графової формалізації структури, методи декомпозиції. В роботі пропонується використовувати топологічний підхід. Топологічний аналіз є тим неklasичним методом розв'язання актуальних задач моделювання систем, який дає змогу побачити проблеми та дефекти з математичної точки зору та знайти шляхи їх усунення [4]. Топологічний аналіз дозволяє кількісно оцінити існуючу організаційну структуру на основі чого провести її оптимізацію.

На сьогоднішній день практичне використання топологічного аналізу структур не надто поширене, проте слід зауважити, що він вирішує проблеми, які мають відношення до оптимізації управлінської й господарської діяльності в цілому, що є досить актуальними. За допомогою здійснення такого аналізу можна вирішити ряд питань: покращення зв'язності системи; усунення надлишкових ланок, якщо вони присутні; зробити систему ефективнішою та гнучкішою тощо. Все це необхідне для існування будь-якої системи.

### Аналіз останніх джерел

Вагомий внесок в розробку проблеми проектування та розвитку організаційних структур управління внесли такі закордонні вчені П. Друкер, І. Ансофф, А. Гарднер, М. Вебер, Д. Гібсон, Т. Коно, Р. Холл, А. Хоскінс та інші. Вони досліджували взаємодію процесів проектування та практичного перетворення організаційних структур, розкрили зв'язок стратегії підприємства з його організаційною структурою,

систематизували фактори, що обумовлюють її тощо. Аналіз сучасних методів визначення структури та топології висвітлено у багатьох українських виданнях, авторами яких є Подчасова, Т.П., Сергєєва, Л.Н., Бондар Н.М.

Проведені дослідження вказують на те, що досить багато чинних організаційних структур управління мають нераціональну будову, порушення зворотних зв'язків від підлеглих до керівників, характеризуються дублюванням функцій структурних підрозділів і окремих посадових осіб. Аналіз останніх джерел дозволяє стверджувати, що проблема полягає в недостатній розвиненості науково обгрунтованого методико-прикладного інструментарію щодо формування і використання організаційних структур управління підприємствами [5, 9].

Метою дослідження є застосування топологічного аналізу при оцінці оптимальності змодельованої організаційної структури управління факультетом ВНЗ, на основі якого приймаються рішення щодо удосконалення належної організації навчального процесу, наукової діяльності, а також профорієнтаційної роботи та інформаційної діяльності.

#### Виклад основного матеріалу

Мета топологічного аналізу – відображення можливостей структури для реалізації функцій, виходячи з наявних елементів та відношень між ними, не вникаючи у їх змістовний опис [4].

Наведемо загальну структуру управління факультетом, яка організована за лінійно-функціональним принципом (рис. 1).

Існує група показників топологічних властивостей організаційних структур, які визначають їх оптимальність, а саме [6]:

- керованість організаційної структури, яка може бути оцінена наступними показниками: інформаційним навантаженням елементів структури та неоднорідністю інформаційного навантаження;
- компактність організаційної структури (діаметр графа, радіус графа, висота дерева, збалансованість дерева);
- стійкість організаційної структури (число зовнішньої стійкості, число внутрішньої стійкості).

В науковій літературі виділяють різні методи та моделі формування структур управління підприємства.

Розглянемо основні структурні показники системи, які дозволяють оцінити кількісно якість структури системи та її елементів з позицій загальносистемного підходу та теорії графів, а саме: зв'язності, надлишковості, рівномірності розподілу зв'язків, компактності, ступеню централізації.

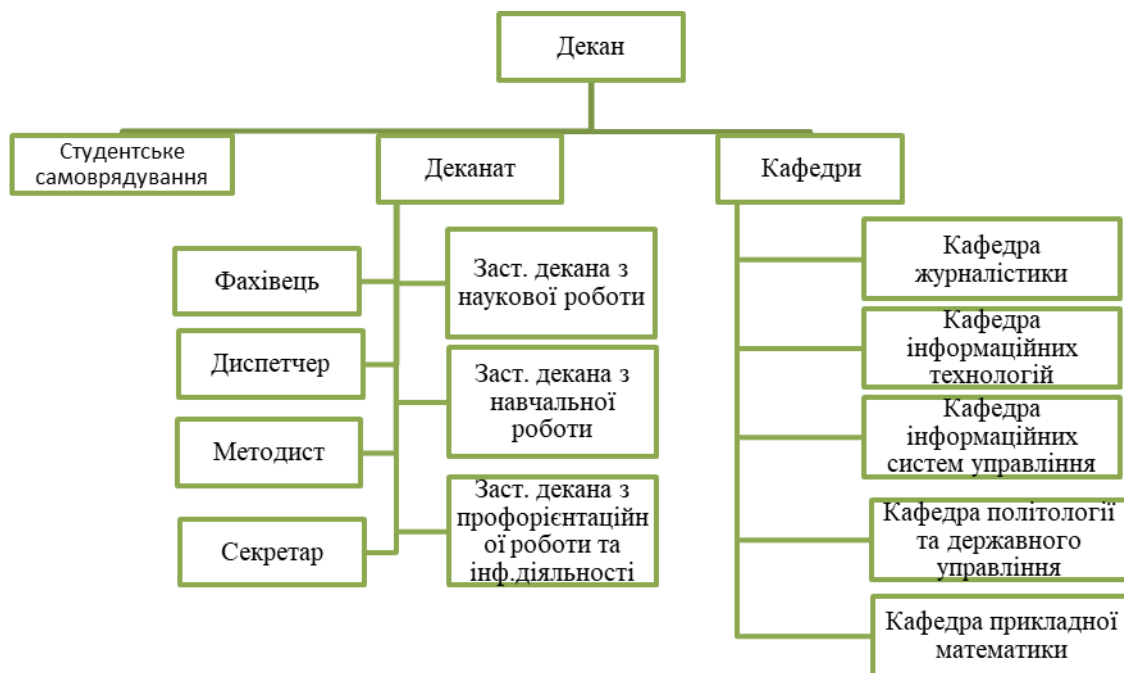


Рис. 1. Організаційна структура факультету інформаційних і прикладних технологій

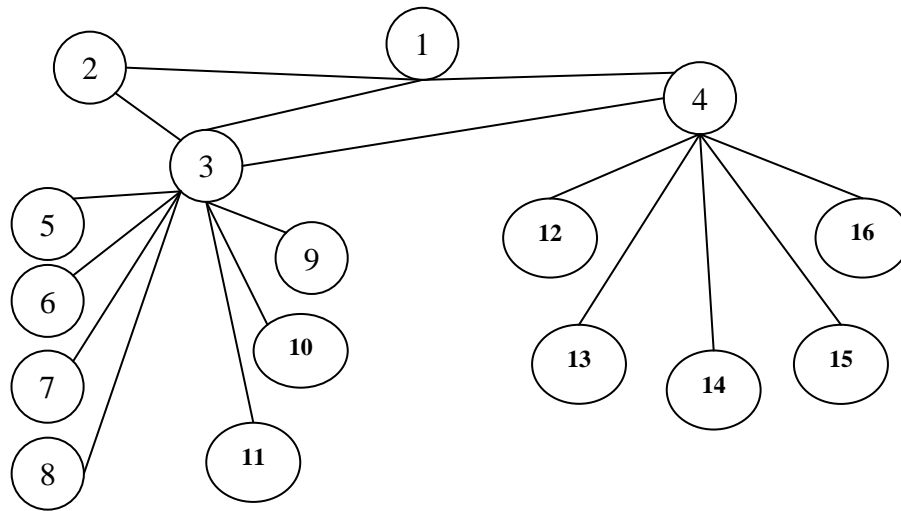


Рис. 2. Дерево графа системи управління факультетом

Показник зв'язності структури дозволяє виявити наявність ізольованих вершин, тобто обривів. В нашому випадку ми оцінюємо інформаційну зв'язність структури, тобто здатність здійснювати гарантований обмін інформацією між будь-якою парою вершин. Розраховується за формулою:

$$S = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}^k \geq n - 1, \quad i \neq j \tag{1}$$

У співвідношенні (1)  $a_{ij}^k$  – елемент матриці суміжності вершин. Права частина (1) визначає необхідну мінімальну кількість зв'язків в структурі неорієнтованого графа, що містить  $n$  вершин. Коефіцієнт 0,5 береться в силу того, що один і той же зв'язок враховується двічі. Очевидно, що для незв'язної структури ця характеристика не має смислу. Для розрахунку, відповідно до побудованого графа, приймемо:  $n$  (вершини) = 16;  $m$  (ребра) = 17.

Для розв'язання необхідно будувати матрицю суміжностей вершин.

Розрахований показник зв'язності даної структури:

$$S = 17 \geq 15$$

Отже, існуюча організаційна структура здатна здійснювати гарантований інформаційний обмін між підрозділами факультету.

Показник структурної надмірності показує перевищення загального числа зв'язків над мінімально необхідним. Показник оцінює міру надмірності структури по зв'язках. Визначається наступним чином:

$$R = \frac{m}{n-1} - 1 \tag{2}$$

Для системи з мінімальною надмірністю  $R=0$ ; для незв'язних систем  $R$  може бути негативним; система з великим  $R$  потенційно більш надійна. Дана характеристика використовується для непрямой оцінки економічності і надійності досліджуваних систем. У випадку розглядуваної структури факультету цей показник характеризує гарантований інформаційний обмін між підрозділами. Відповідно до нашої системи:

$$R = 0,13$$

Проведені розрахунки вказують на те, що досліджувана структура має надмірність, але не високу, а отже, не потребує оптимізації з точки зору даного показника.

Показник рівномірності розподілу зв'язків у структурі неорієнтованого графа, що має  $m$  ребер і  $n$  вершин і вказує на недовикористання можливостей заданої структури в досягненні максимальної зв'язності. Визначається за формулою:

$$\epsilon^2 = \sum_{i=1}^n \rho_i^2 - \frac{4m^2}{n} \tag{3}$$

де  $\epsilon^2$  – квадратичне відхилення заданого розподілу вершин від рівномірного розподілу;

$\rho_i$  – степінь вершини  $i$ ;

$m$  – число дуг;

$n$  – число вершин системи управління.

Визначимо рівномірність розподілу зв'язків нашого графа:

$$\begin{aligned} p &= 174 \\ \epsilon^2 &= 101,75 \end{aligned}$$

Проведені розрахунки вказують на те, що структура має нерівномірно розподілені зв'язки, що вказує на інформаційне переважання керівників вищої ланки.

Показник структурної компактності вказує на близькість елементів між собою з точки зору, наприклад обміну інформацією між елементами:

$$Q = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} \tag{4}$$

$d_{i,j}$  – мінімальна довжина ланцюга між вершинами  $i, j$ . Тобто сума всіх мінімальних шляхів (ланцюгів) становить структурну компактність системи. В нашому випадку  $Q = 526$ .

Часто структурна компактність характеризується відносним показником:

$$Q_{\text{відн.}} = \frac{Q}{n(n-1)} - 1$$

За умови максимально можливої структурної компактності  $Q_{\text{відн.}} = 0$ .

Стосовно нашої структури:

$$Q_{\text{відн.}} = 1,192$$

Досліджувана структура некомпактна, оскільки показник вищий за нормативний, тобто структура досить інерційна з точки зору інформаційної взаємодії між підрозділами факультету.

Відомо, що чим компактніша структура, тим легше центру керувати нею. Тому вводиться новий параметр  $G$ , який зростає з ростом компактності.

Розглянемо показник, що характеризує ступінь централізації структури.

Введемо поняття індексу центральності, визначивши за формулою:

$$G = (n-1)(2 * Z_{\text{max}} - n) * \frac{1}{Z_{\text{max}}(n-2)}; \quad (5)$$

де  $Z_{\text{max}}$  – ступінь централізації, який визначається за формулою:

$$Z_{\text{max}} = \max_i \left[ \frac{Q}{2} \cdot \left( \sum_{j=1}^n d_{i,j} \right)^{-1} \right] \quad (6)$$

Індекс центральності змінюється в діапазоні від 0 до 1.

Для структур з максимальним ступенем централізації (радіальна)  $G=1$ , для структур з рівномірним розподілом зв'язків (кільцева і повний граф)  $G=0$ . Нуль відповідає абсолютно децентралізованій системі.

Отже, ступінь централізації в структурі заданої системи:

$$Z_{\text{max}} = 12,275$$

$$G = 0,839$$

Структура має високий ступінь централізації, оскільки показник наближується до 1, що вказує на негнучкість системи та залежність від прийняття рішень безпосередньо найвищим керівництвом.

### Висновки

За результатами розрахованих структурно-топологічних показників приходимо до висновку, що неможливо отримати «ідеальну» структуру системи, коли усі структурно-топологічні показники мають оптимальні значення. Тому, зазвичай, розставляють пріоритети серед структурно-топологічних показників згідно із технологічними, технічними, функціональними та іншими вимогами. Далі з усіх можливих структур системи обирають структури із оптимальним значенням структурно-топологічного показника, який має найвищий пріоритет. Потім із обраних варіантів обирають структури системи із мінімальним значенням структурно-топологічного показника з другим пріоритетом і т. ін.

Розглянутий підхід до аналізу організаційних структур дозволяє сформулювати безліч допустимих по оптимальності ієрархій. Це пов'язано з тим, що отримані локальні оцінки за рядом критеріїв, характеризують різні аспекти досліджуваних структур. Тому перспектива подальших досліджень полягає в розробці моделі, яка дозволить отримати узагальнену оцінку ієрархій за всіма критеріями.

Розглянуті вище структурні характеристики були отримані тільки на основі інформації про склад елементів та їхні зв'язки. Подальший розвиток методології структурних параметрів для розв'язання задач структурного аналізу може бути оснований на врахуванні неструктурної інформації за рахунок введення числових функцій на графах. Це дозволяє, поряд зі складом елементів і спрямованістю їх взаємодії, враховувати під час розв'язання задач інші сторони їх функціонування (часові, надійнісні, вартісні і т. ін.).

### Література

1. Моделирование организационных структур управления [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [https://tourlib.net/books\\_ukr/nechauk31.htm](https://tourlib.net/books_ukr/nechauk31.htm)
2. Шарата Н. До питання організаційної структури управління інноваційно-педагогічною діяльністю у ВНЗ [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://library.vdpu.org.ua/library\\_files/zbirnik\\_nayk\\_praz/2015/2/52.pdf](http://library.vdpu.org.ua/library_files/zbirnik_nayk_praz/2015/2/52.pdf)
3. Виноградня В.М. Організаційно-економічні аспекти управління вищими навчальними закладами України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [www.irbis-nbuv.gov.ua/cgiirbis\\_64/Npndfi\\_2010\\_1\\_13.pdf/](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgiirbis_64/Npndfi_2010_1_13.pdf/)
4. Січко Т.В. Прикладні аспекти розрахунку структурно-топологічних характеристик систем / Т. В. Січко, К.В. Смоктьї, А.О. Ткачук // Системи та технології. – 2019. – № 1 (57). – С. 141–153.
5. Вільгуцька Р.Б. Моделирование организационных структур управления предприятий / Р.Б. Вільгуцька // Бізнес інформ – 2014. – № 5. – Режим доступу : [http://www.business-inform.net/pdf/2014/5\\_0/titul.pdf](http://www.business-inform.net/pdf/2014/5_0/titul.pdf).
6. Коваленко И.И. Системный анализ сложных организационных структур управления предприятиями / И.И. Коваленко, Е.С. Пугаченко, Л.С. Чернова, Е.А. Антипова // Управление развитием сложных систем. – 2015. – № 22. – С. 61–68.
7. Подчасова Т.П. Організаційно-функціональні аспекти створення віртуального підприємства

[Електронний ресурс] / Т.П. Подчасова // Екон.-мат. моделювання соц.-екон. систем. – 2008. – Вип. 13. – С. 5–16. – Режим доступу : <http://dspace.nbu.gov.ua/handle/123456789/11453>

8. Сергеева Л.Н. Моделирование структуры життєздатних соціально-економічних систем : монографія / Л.Н. Сергеева, А.В. Бакурова, В.В. Воронцов, С.О. Зульфугарова. – Запоріжжя : КПУ, 2009. – 200 с. – [Сер. Життєздатні системи в економіці = Жизнеспособные системы в экономике].

9. Січко Т.В. Моделі і методи автоматизованої системи управління регіонального університетського центру / Т.В. Січко, В.М. Михайленко. – Вінниця : ПП «ТД «Едельвейс і К», 2014. – 183 с.

#### References

1. Modeliuvannia orhanizatsiinykh struktur upravlinnia [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu : [https://tourlib.net/books\\_ukr/nechauk31.htm](https://tourlib.net/books_ukr/nechauk31.htm)
2. Sharata N. Do pytannia orhanizatsiinoi struktury upravlinnia innovatsiino-pedahohichnoiu diialnistiu u VNZ [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu : [http://library.udpu.org.ua/library\\_files/zbirnik\\_nayk\\_praz/2015/2/52.pdf](http://library.udpu.org.ua/library_files/zbirnik_nayk_praz/2015/2/52.pdf)
3. Vynohradnia V.M. Orhanizatsiino-ekonomichni aspekty upravlinnia vyshchymy navchalnymy zakladamy Ukrainy [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu : [www.irbis-nbu.gov.ua/cgiirbis\\_64/Npndfi\\_2010\\_1\\_13.pdf/](http://www.irbis-nbu.gov.ua/cgiirbis_64/Npndfi_2010_1_13.pdf/)
4. Sichko T.V. Prykladni aspekty rozrakhunku strukturno-topolohichnykh kharakterystyk system / T. V. Sichko, K.V. Smoktii, A.O. Tkachuk // Systemy ta tekhnolohii. – 2019. – № 1 (57). – S. 141–153.
5. Vilhutska R.B. Modeliuvannia orhanizatsiinykh struktur upravlinnia pidpriemstv / R.B. Vilhutska // Biznes inform – 2014. – № 5. – Rezhym dostupu : [http://www.business-inform.net/pdf/2014/5\\_0/titul.pdf](http://www.business-inform.net/pdf/2014/5_0/titul.pdf).
6. Kovalenko I.I. Sistemnyj analiz slozhnykh organizacionnykh struktur upravleniya predpriyatiyami / I.I. Kovalenko, E.S. Pugachenko, L.S. Chernova, E.A. Antipova // Upravlinnya rozvitkom skladnih sistem. – 2015. – № 22. – S. 61–68.
7. Podchasova T.P. Orhanizatsiino-funktsionalni aspekty stvorennia virtualnoho pidpriemstva [Elektronnyi resurs] / T.P. Podchasova // Екон.-мат. моделювання sots.-екон. систем. – 2008. – Вип. 13. – С. 5–16. – Режим доступу : <http://dspace.nbu.gov.ua/handle/123456789/11453>
8. Serhieieva L.N. Modeliuvannia struktury zhyttiezdnykh sotsialno-ekonomichnykh system : monohrafiia / L.N. Serhieieva, A.V. Bakurova, V.V. Vorontsov, S.O. Zulfuharova. – Zaporizhzhia : KPU, 2009. – 200 s. – [Ser. Zhyttiezdni systemy v ekonomitsi = Zhyznospobnyye systemy v ekonomyye].
9. Sichko T.V. Modeli i metody avtomatyzovanoi systemy upravlinnia rehionalnoho universytetskoho tsentru / T.V. Sichko, V.M. Mikhailenko. – Vinnytsia : PP «TD «Edelweis i K», 2014. – 183 s.

Рецензія/Peer review : 13.09.2020 р.

Надрукована/Printed : 02.11.2020 р.