DOI: [10.32702/2307-2105-2021.7.88](https://doi.org/10.32702/2307-2105-2021.7.88)

УДК 658.5.011: 004.89: 005.86

*I. О. Гордєєва,
к. т. н, доцент, експерт з акредитації освітніх програм,
Національне агентство забезпечення якості вищої освіти
ORCID ID: 0000-0002-2019-2527*

ОЦІНКА АДАПТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ ОРГАНІЗАЦІЄЮ МЕТОДОМ АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ ЗА КРИТЕРІЯМИ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА СВОЄЧАСНОСТІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

*I. Hordieieva
PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Expert in accreditation of educational programs,
National Agency for Higher Education Quality Assurance*

ORGANIZATION ADAPTABILITY MANAGEMENT ASSESSMENT BY THE ANALYSIS METHOD OF HIERARCHIES ACCORDING TO THE CRITERIA OF EFFICIENCY AND TIMELINESS OF DECISION MAKING

Мета. Метою статті є розв'язання задачі оцінки адаптивності управління організацією за критеріями ефективності та своєчасності прийняття управлінських рішень із застосуванням методу аналізу ієрархій. **Методика.** Для вирішення поставлених завдань в роботі застосовано метод аналізу ієрархій, системний підхід, теорія рішення винахідницьких задач (ТРВЗ), модель адаптивного управління проектно-орієнтованими організаціями за критеріями ефективності і своєчасності та матриця оцінки спроможності до адаптації проектно-орієнтованої організації. **Результати.** У дослідженні наведено застосування алгоритму розрахунку оцінки спроможності до адаптації та визначення міри адаптивності управління методом аналізу ієрархій на прикладі проекту Міністерства та Комітету цифрової трансформації України «Цифрова трансформація вищої, фахової передвищої та професійної (професійно-технічної) освіти (е-Університет)». Результати розрахунків дозволили дійти до ряду висновків. Спроможність до адаптації в більшій мірі відповідає ефективності та своєчасності прийнятих управлінських рішень і дій, а отже відповідає зоні життєстійкості. Адаптивність розглянутої системи забезпечує її стабільність у середовищі VUCA. Управлінські дії переважно здійснено своєчасно і ефективно. Система керована, адаптивна і конкурентоспроможна. Рекомендовано провести додатковий аналіз ефективності прийняття управлінських дій, які хоч і в незначній мірі, але приймаються не завжди ефективно. **Наукова новизна.** Виконано постановку та розв'язання науково-прикладної задачі оцінки адаптивності управління організацією за критеріями ефективності та своєчасності прийняття управлінських рішень на основі методу аналізу ієрархій. **Практична значимість.** Отримані результати спрямовані на вдосконалення проектної діяльності на основі забезпечення гнучких принципів реалізації портфеля стратегічних проектів, ефективності коригування системи на випадок відхилень з плану. Моніторинг та виявлення на ранніх етапах відхилень та порушень забезпечує збільшення кількості успішно

реалізованих проектів та реалізацію стратегії розвитку організації з меншими втратами. Розроблені підходи можуть бути використані при удосконаленні процедури оцінювання ефективності проектної діяльності будь-якої галузі економіки. Ці підходи дозволять оперативно керувати та забезпечувати адаптацію до руйнівних факторів середовища. Стаття може представляти інтерес керівникам проектів та менеджерам вищої ланки. Використання методу аналізу ієрархій дало змогу оцінити ефективність та своєчасність прийняття управлінських рішень на основі реалізованої проектної діяльності, як інструменту реалізації адаптації до руйнівних факторів середовища.

Object of the article. The main objective of the article is to solve the problem of organization adaptability assessment according to the criteria of efficiency and timeliness of decisions making using the hierarchy analysis method. **Methodology.** To solve the tasks in the work, the method of hierarchy analysis, systematic approach, the theory of inventive problem solving (TIPS), adaptive management model of project-oriented organizations according to the criteria of efficiency and timeliness and the matrix for adaptation capacity assessment of the project-oriented organization were used. **Results.** This study provides the application of an algorithm for the adaptation capacity assessment and the determination of the adaptability degree by analyzing hierarchies on the project example of the Ministry and the Digital Transformation Committee of Ukraine " Digital transformation of higher, professional higher and professional (vocational) education (e-University)". The results of the calculations allowed us to reach a number of conclusions. The ability to adapt to a greater extent corresponds to the efficiency and timeliness of management decisions and actions, and therefore corresponds to the viability zone. The adaptability of the considered system ensures its stability in the VUCA environment. Management actions are mostly carried out in a timely and effective manner. Although the system is manageable, adaptive, and competitive, it is recommended to conduct an additional analysis of the effectiveness of management actions, which, though insignificant, are not always taken effectively. **Scientific novelty.** The formulation and solution of a new scientific and applied problem of assessing the adaptability of management of the organization on the criteria of efficiency and timeliness of management decisions based on the method of analysis of hierarchies. **Practical significance.** The results of the search for improvement of project activities to ensure flexible principles of implementation of the portfolio of strategic projects, the effectiveness of the use of systems in case of deviation from the plan. Monitoring and detection in the early stages of deviations and notifications leads to the success of implemented projects and the implementation of development strategies of the organization with less losses. The developed approaches can be used in improving the adaptability assessment procedure of project activities in any sector of the economy. These approaches will allow you to quickly manage and adapt to the destructive factors of the environment. The article may be of interest to project managers and senior managers. The use of the method of hierarchy analysis made it possible to assess the effectiveness and timeliness of management decisions based on the implemented project activities as a tool for implementing adaptation to destructive environmental factors.

Ключові слова: адаптивність організації; прийняття рішень; метод аналізу ієрархій; управління проектами; руйнівні фактори; ідеальна система; VUCA-середовище.

Keywords: organization adaptability; decision-making; hierarchy analysis method; project management; destructive factors; ideal system; VUCA-environment.

Постановка проблеми

Наразі існує потреба в розробці та впровадженні дієвих методів, моделей та методологій управління в умовах турбулентності середовища VUCA задля забезпечення керованості соціально-економічними системами в різних галузях, і у тому числі в проектній діяльності.

Нині вже недостатньо тільки реагувати на зміни після того, як вони виникають. Для успішної діяльності організації мають застосовувати стратегічний підхід, що передбачає довгострокове планування,

передбачення і навіть створення змін. Пристосування до змін та створення змін описують пасивна та активна адаптації [1].

Глобальні економічні перетворення, спричинені пандемією COVID-19, Індустрією 4.0 та переходом до циркулярної економіки, які наразі відбуваються, як в світі, так і в Україні, роблять не актуальними для застосування ще вчора ефективні методи забезпечення конкурентоспроможності. Ціллю розробки нових методів, моделей та механізмів є забезпечення адаптації організацій до руйнівних факторів глобальних економічних перетворень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

В результаті попередньо проведених досліджень розроблено якісну модель адаптивного управління проектно-орієнтованими організаціями за критеріями ефективності і своєчасності прийняття управлінських рішень та дій та на її основі матрицю оцінки спроможності до адаптації проектно-орієнтованої організації [2, 3].

Ефективність прийняття рішень з реалізації проектної діяльності запропоновано оцінювати за двома групами підкритеріїв: прагненню стратегічного портфелю проектів до ідеальності та протидії руйнівним факторам середовища [2].

Прагнення до ідеальності запропоновано визначати через оцінку властивостей ідеальності системи, а руйнівні фактори організації оцінювати за трьома групами: зовнішніми, внутрішніми, ентропійними [2].

Вісім властивостей ідеальності для технічних рішень [4, с. 159], адаптовано для соціально-економічних систем [3]. В результаті адаптації отримано 6 властивостей прагнення до ідеальності соціально-економічних систем [3], а саме: інерційність організації або її головних функціональних підрозділів зменшується та прагне наблизитися до нуля; час обробки функціональних операцій прагне або дорівнює нулю; відношення корисно використаних зусиль для виконання функції до сумарної кількості прикладених зусиль прагне до одиниці, а витрата зусиль – до нуля; всі підрозділи виконують корисні функції тривалий час без порушень, затримок та в повній мірі своїх функціональних можливостей без додаткового втручання; система функціонує без участі людини; не має шкідливого впливу на людину і навколишнє середовище.

Властивості оцінки міри «своечасності – несвоечасності» запропоновано оцінювати за трьома підкритеріями: здійснення в потрібний момент часу з позитивним результатом; синхронності подій того, що виникло і того, що відбувається з необхідною і достатньою його підставою в самій дійсності – станом об'єкта і його оточення [3]; релевантністю подій [5].

Перелічені критерії та підкритерії створюють багатокритеріальність, містять чинники різної природи та розмірності. Інтуїтивно відтворити результати оцінки та дійти до висновків, щодо існуючого потенціалу здійснення або вже здійсненої адаптації не можливо, з причини неповноти вихідних даних. В цьому випадку недостатньо інтуїції чи практичного досвіду управлінця. А отже необхідно застосовувати математичні методи, що задовольняють ці умови здійснення оцінки.

При оцінці різних видів організацій пріоритетність та вплив підкритеріїв може змінюватися. А тому важливо, щоб математичний апарат враховував вагу критеріїв. Це реальні умови невизначеності, одночасного вимірювання об'єктивних та суб'єктивних явищ, неповноти інформації, відсутності статистичної кількісної інформації, де критерії мають різну природу та розмірність.

За даних обмежень цей клас задач є слабо структурованим та неструктурованим. Такі задачі, як правило, вирішують за допомогою стохастичного програмування, кореляційно-регресивного аналізу, теорії ігор, методу аналізу ієрархій (MAI) [6]. Всі вони є перспективними інструментами. Вибір ефективного рішення передбачає можливість чітко структурувати завдання, що аналізуються.

Одним із математичних апаратів, що задовольняє умови застосування і враховує перелічені обмеження щодо вибору математичного апарату є метод аналізу ієрархій [7]. Цей метод, базується на ґрунтовному математичному дослідженні, поєднаному зі знанням практики прийняття рішень у складних невизначених умовах [8]. Серед множини методів аналітичного планування і прогнозування цей метод дає змогу розв'язувати складно структуровані задачі управління [9].

Надійність MAI перевірена вітчизняними та закордонними вченими. MAI застосовується для вирішення різних задач, наприклад, при стратегічному плануванні [10]; вибору інвестиційних проектів з альтернативних варіантів в державному управлінні [11], економіці та промисловості [6, 12], у торгівлі [9, 13]; проектуванні цін [14]; будівництві [15-16]; як інструмент для вимірювання експлуатаційної надійності та якості [17] тощо.

Огляд практики застосування MAI в закордонних дослідженнях сучасних соціально-економічних процесів описано достатньо детально [18-19]. Вітчизняні ж дослідження спрямовані переважно на розвиток принципів побудови і сфер застосування методу [9, 20].

Коректність, переваги і недоліки MAI досить докладно описані в публікаціях [21-22]. Суть MAI полягає у побудові ієрархічної моделі, визначенні власних векторів та власних чисел квадратних обернено симетричних матриць, перевірці узгодженості результатів [7]. Повна процедура методу виглядає наступним чином [7, 23].

Формулювання мети статті

Метою статті є розв'язання задачі оцінки адаптивності управління організацією за критеріями ефективності та своєчасності прийняття управлінських рішень із застосуванням методу аналізу ієрархій.

Методика

Для вирішення поставлених завдань в роботі застосовано метод аналізу ієрархій, експертних оцінок, групування, згортки показників, бальних оцінок, парних порівнянь, системний підхід, теорія рішення

винахідницьких задач (ТРВЗ), модель адаптивного управління проектно-орієнтованими організаціями за критеріями ефективності і своєчасності та матриця оцінки спроможності до адаптації проектно-орієнтованої організації.

Результати дослідження розглянуті на прикладі проекту Міністерства та Комітету цифрової трансформації України «Цифрова трансформація вищої, фахової передвищої та професійної (професійно-технічної) освіти (е-Університет)».

Виклад основного матеріалу

Розглянемо більш детально послідовність оцінки спроможності до адаптації проектно-орієнтованої організації за критеріями ефективності та своєчасності прийняття управлінських рішень. У якості вихідних даних застосуємо відповідні модель адаптивного управління проектно-орієнтованими організаціями (рис. 1) [3] та матрицю оцінки спроможності до адаптації (рис. 2) [2]. В попередніх роботах детально досліджено та описано підкритерії моделі адаптивного управління проектно-орієнтованими організаціями.

Закономірність ідеальності викликає науковий інтерес тим, що вона визначає напрямок в якому має розвиватися будь-яка система задля підвищення її ефективності [24, с. 38].

Рис. 1. Модель адаптивного управління проектно-орієнтованими організаціями за критеріями ефективності і своєчасності

Управлінські рішення і дії	Ефективні	I Зона руйнування	IV Зона життєстійкості
	Неефективні	II Зона не життєстійкості	III Зона руйнування
		Несвоєчасно	Своєчасно

Рис. 2. Матриця оцінки спроможності до адаптації проектно-орієнтованої організації за критеріями ефективності та своєчасності прийняття управлінських рішень

Критерій «своєчасність» має 3 можливі стани: запізнення, своєчасно, випередження (передчасно). Ефективність прийняття управлінських рішень та дій визначається станом «своєчасно», а стани «запізнення» та «випередження (передчасно)» є несвоєчасними, шкідливими та руйнівними для будь-якої економічної системи.

Для характеристики спроможності організації до адаптації, її адаптивності до руйнівних факторів середовища визначено чотири квадранти (рис. 2) [25]:

I квадрант – управлінські дії здійснені ефективно, але несвоєчасно (запізнення або випередження). Життєстійкість характеризується зоною руйнування. Стан, при якому організація здатна протистояти кожному з руйнівних впливів зовнішнього середовища, але сумарний вплив на неї є критичним і призводить до її руйнування і адаптація не відбувається або відбувається не ефективно. Адаптація не відбувається або відбувається не так, як це потрібно. Адаптивність системи не забезпечує її стабільність у середовищі VUCA. Організація втрачає керованість, тобто можливість змінювати властивості так, як це потрібно тому, хто керує. Зниження конкурентоспроможності, а адаптація не відбувається або відбувається не так, як це потрібно.

II квадрант – управлінські дії здійснені неефективно та несвоєчасно (запізнення або випередження). Зона нежиттєстійкості. Стан при якому система не здатна протистояти кожному з руйнівних впливів зовнішнього середовища і тим паче їх сумарному впливу. Сумарний вплив шкідливих факторів середовища на неї є критичним і призводить до повного руйнування. Адаптація не відбувається або відбувається не так, як це потрібно. Організація втратила керованість. Загроза банкрутства. Неефективність менеджменту, падіння конкурентоспроможності, «костність» системи, не готовність до будь-яких змін, особливо, коли «неефективність» та «несвоєчасність» повторюються.

III квадрант – управлінські дії здійснено своєчасно, але неефективно. Життєстійкість характеризується зоною руйнування. Стан при якому система здатна протистояти кожному з руйнівних впливів зовнішнього середовища, але сумарний вплив на неї є критичним і призводить до її руйнування. Адаптація не відбувається або відбувається не так, як це потрібно. Адаптивність системи не забезпечує її стабільність у середовищі VUCA. Організація втрачає керованість, що визначає можливість змінювати властивості так, як це потрібно тому, хто керує. Відбувається зниження конкурентоспроможності, менеджмент не достатньо ефективний.

IV квадрант – управлінські дії здійснено своєчасно і ефективно. Найбажаніший стан. Зона життєстійкості. Стан при якому система протистоїть сумарному впливу руйнівних впливів зовнішнього середовища та ефективно і своєчасно здійснює адаптацію. Адаптивність системи забезпечує її стабільність у середовищі VUCA. Організація керована, адаптивна і конкурентоспроможна.

Процес оцінки адаптивності управління організацією за критеріями ефективності та своєчасності прийняття управлінських рішень на основі МАІ можна представити наступним алгоритмом.

1 етап. Представлення проблеми у вигляді ієрархії. На верхньому рівні основними критеріями оцінки спроможності до адаптації проектно-орієнтованої організації (А) являються: протидія руйнівним факторам впливу (R), прагнення до ідеальності системи (I), своєчасність (T).

Далі для кожного критерію виділимо підкритерії. Підкритеріями прагнення до ідеальності (I) приймемо 6 властивостей прагнення до ідеальності соціально-економічних систем. Підкритеріями протидії руйнівним факторам (R) приймемо зовнішні, внутрішні та ентропійні фактори впливу середовища. Підкритеріями своєчасності (T): здійснення в потрібний момент, синхронність, ступінь релевантності. Зведемо декомпозицію задачі в наступну ієрархію (рис. 3).

Рис. 3. Ієрархічне дерево оцінки спроможності до адаптації проектно-орієнтованої організації за критеріями ефективності та своєчасності прийняття управлінських рішень

На другому етапі після побудови ієрархічного дерева оцінки спроможності до адаптації проектно-орієнтованої організації експертами заповнювалася матриця парних порівнянь порядку n . Експертами

встановлюються пріоритети критеріїв і оцінюється кожна з альтернатив за критеріями, визначаються найбільш важливі з них.

Застосування алгоритму розрахунку спроможності до адаптації та оцінки міри адаптивності управління МАІ розглянуто на прикладі проекту, що реалізує Міністерство та Комітет цифрової трансформації України «Цифрова трансформація вищої, фахової передвищої та професійної (професійно-технічної) освіти (е-Університет)» [26]. Головні задачі та деталі проекту представлено на офіційному сайті [26].

Далі будується матриця попарних порівнянь за визначеними критеріями (рівень 2 в декомпозиції задачі) (табл. 1).

Компоненти власного вектору локальних пріоритетів ($\bar{u}_i$) обчислюються за формулою (1):

$$\bar{u}_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}}; i = \overline{1, n}; \quad (1)$$

де a_{ij} – i -й елемент j -го стовпця матриці попарних порівнянь критеріїв; n – кількість критеріїв.

Під час визначення бальної оцінки використаємо шкалу попарних порівнянь [23, с. 53].

Таблиця 1.
Матриця попарних порівнянь для елементів рівня 2

Елементи порівняння рівня 2	Номера елементів			Локальні пріоритети, u_i
	I	R	T	
Протидія руйнівним факторам (R)	1	4	1/5	0,2118
Прагнення до ідеальності (I)	1/4	1	1/6	0,0791
Своєчасність (T)	5	6	1	0,7091
Σ	6,25	11	1,37	
$\lambda_{max}=3,16; IU=0,08; VU=0,14$				

Компонентами нормалізованого вектору пріоритетів є відносини геометричної суми рядків на загальну суму (2):

$$u_i = \frac{\bar{u}_i}{\sum_{i=1}^n \bar{u}_i}; i = \overline{1, n}; \quad (2)$$

Відповідні обчислення для нашого прикладу становлять:

$$\begin{aligned} n &= 3; \bar{u}_1 = \sqrt[3]{1 \cdot 4 \cdot 1/5} = 0,93; \\ \bar{u}_2 &= \sqrt[3]{1/4 \cdot 1 \cdot 1/6} = 0,35; \bar{u}_3 = \sqrt[3]{5 \cdot 6 \cdot 1} = 3,11 \\ \sum_{i=1}^3 0,93 + 0,35 + 3,11 &= 4,39 \\ u_1 &= \frac{0,93}{4,39} = 0,21; u_2 = \frac{0,35}{4,39} = 0,08; u_3 = \frac{3,11}{4,39} = 0,71; \end{aligned}$$

Значення вектору локальних пріоритетів наведені у останньому стовбці табл. 1.

Максимальне власне значення обернено-симетричної матриці λ_{max} попарних порівнянь визначається за формулою (3):

$$\lambda_{max} = \sum_{i=1}^n u_i \left(\sum_{j=1}^n a_{ij} \right) \quad (3)$$

Відповідні обчислення для нашого прикладу:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n a_{i1} &= 1 + \frac{1}{4} + 5 = 6,25; \\ \sum_{i=1}^n a_{i2} &= 4 + 1 + 6 = 11; \\ \sum_{i=1}^n a_{i3} &= \frac{1}{5} + \frac{1}{6} + 1 = 1,37. \end{aligned}$$

$$\lambda_{\max}=6,25\cdot0,21+11\cdot0,08+1,37\cdot0,71=3,16.$$

Оцінки відносної важливості елементів, що порівнюються, повинні бути узгоджені, тому визначимо відповідно індекс (ІУ) та відношення (ВУ) узгодженості, відповідно формул (4) та (5):

$$IU = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}, \quad (4)$$

Чим ближче значення $\lambda_{\max}$ до порядку матриці n , тим вище буде її значення узгодженості ($\lambda_{\max} \geq n$) [17].

Далі величина ІУ порівнюється з величинами середньої узгодженості (СУ). Середня узгодженість визначається по матриці порядку від 1 до 15 (табл. 2) [23].

Таблиця 2.
Величини випадкової узгодженості [23]

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
СУ	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Відношення ІУ до СУ називається відношенням узгодженості (ВУ) (5):

$$BU = \frac{IU}{CU}, \quad (5)$$

У разі, коли значення величин ІУ і ВУ менші або дорівнюють 0,1, то матриця є узгодженою. Але в системах з великою кількістю критеріїв допускається величина $BU \leq 0,2$ [17, 23]. Якщо $IU \leq 0,2$ та $BU \leq 0,2$, переходимо до наступного етапу, інакше – повертаємося на попередній.

Відповідні обчислення для нашого прикладу складають:

$$IU = \frac{3,16 - 3}{3 - 1} = 0,08; \quad BU = \frac{0,08}{0,58} = 0,14;$$

де ІУ – індекс узгодженості та ВУ – відношення узгодженості.

Значення $\lambda_{\max}$, ІУ, ВУ заносимо у останній рядок табл. 1.

3 етап. Проводимо аналіз усіх підкритеріїв рівня 3 відносно кожного елемента-критерію рівня 2 (табл. 3–5).

Таблиця 3.
Матриця попарних порівнянь для елементів рівня 3 ієрархічної моделі за критерієм «Протидія руйнівним факторам»

Елементи порівняння рівня 3	Номера елементів			Локальні пріоритети, v_i
	R ₁	R ₂	R ₃	
R ₁ . Протидія зовнішнім факторам	1	5	5	0,7007
R ₂ . Протидія внутрішнім факторам	1/5	1	3	0,2021
R ₃ . Протидія ентропійним факторам	1/5	1/3	1	0,0972
Σ	1,4	6,33	9	
$\lambda_{\max}=3,15$; $IU=0,075$; $BU=0,13$				

Таблиця 4.
Матриця попарних порівнянь для елементів рівня 3 за критерієм «Прагнення до ідеальності»

Елементи порівняння рівня 3	Номера елементів						Локальні пріоритети, v_i
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	I ₆	
I ₁ . Інерційність організації або її головних функціональних підрозділів зменшується та прагне наблизитися до нуля	1	1/5	1/6	1/6	1/2	1/6	0,0329
I ₂ . Час обробки функціональних операцій прагне або дорівнює нулю	5	1	1/3	3	1/2	1/2	0,1229
I ₃ . Відношення корисно використаних зусиль для виконання функції до сумарної кількості прикладених зусиль прагне до одиниці, а витрата зусиль – до нуля	6	3	1	9	7	2	0,4292
I ₄ . Всі підрозділи виконують корисні функції тривалий час без порушень, затримок та в повній мірі своїх функціональних можливостей без додаткового втручання	6	1/3	1/9	1	1/5	1/4	0,0559
I ₅ . Функціонує без участі людини	2	2	1/7	5	1	1/3	0,1175
I ₆ . Не має шкідливого впливу на людину і навколишнє середовище	6	2	1/2	4	3	1	0,2415
Σ	26	8,53	2,25	22,17	12,2	4,25	
$\lambda_{max}=6,57$; IV=0,114; BV=0,2							

Таблиця 5.
Матриця попарних порівнянь для елементів рівня 3 ієрархічної моделі за критерієм «Своєчасність»

Елементи порівняння рівня 3	Номера елементів			Локальні пріоритети, v_i
	T ₁	T ₂	T ₃	
T ₁ . Здійснюється в потрібний момент часу	1	4	3	0,6301
T ₂ . Синхронність того, що виникло і того що відбувається;	1/4	1	2	0,2184
T ₃ . Ступінь релевантності	1/3	1/2	1	0,1515
Σ	1,58	5,50	6,00	
$\lambda_{max}=3,11$; IV=0,055; BV=0,09.				

4 етап. Із застосуванням принципу синтезу визначаємо глобальні пріоритети (Z_i) елементів рівня 3 ієрархічної моделі (6):

$$Z_i = v_{ij} \cdot u_i \quad (6)$$

де v_{ij} – локальний пріоритет (ваговий коефіцієнт) i -го елемента рівня 3 ієрархічної моделі по відношенню до j -го підкритерія рівня 2.

Обчислення за формулою (6) складають:

$$\begin{aligned} Z_1 &= 0,2118 \cdot 0,7007 = 0,1484; & Z_2 &= 0,2118 \cdot 0,2021 = 0,0428; & Z_3 &= 0,2118 \cdot 0,0972 = 0,0206; \\ Z_4 &= 0,0791 \cdot 0,0329 = 0,0026; & Z_5 &= 0,0791 \cdot 0,1229 = 0,0097; & Z_6 &= 0,0791 \cdot 0,4292 = 0,0339; \\ Z_7 &= 0,0791 \cdot 0,0559 = 0,0044; & Z_8 &= 0,0791 \cdot 0,1175 = 0,0093; & Z_9 &= 0,0791 \cdot 0,2415 = 0,0191; \\ Z_{10} &= 0,7091 \cdot 0,6301 = 0,4468; & Z_{11} &= 0,7091 \cdot 0,2184 = 0,1549; & Z_{12} &= 0,7091 \cdot 0,1515 = 0,1074. \end{aligned}$$

5 етап. Визначаємо локальні пріоритети для рівня 4 відносно кожного підкритерію рівня 3 ієрархічної моделі. Нижче представлено результати розрахунків для кожного підкритерію (табл. 6–8).

Таблиця 6.
Локальні пріоритети елементів рівня 4 відносно підкритеріїв R_1, R_2, R_3
рівня 3 «Протидія руйнівним факторам (R)»

Елементи порівняння рівня 4	Номера елементів				Локальні пріоритети, κ_{il}
	K_1	K_2	K_3	K_4	
Локальні пріоритети κ_{i1} елементів рівня 4 відносно підкритерія R_1 рівня 3					
I квадрант «ефективно - несвоєчасно» (K_1)	1	4	1/3	1/7	0,1
II квадрант «неефективно - несвоєчасно» (K_2)	1/4	1	1/3	1/9	0,047
III квадрант «неефективно - своєчасно» (K_3)	3	3	1	1/7	0,16
IV квадрант «ефективно - своєчасно» (K_4)	7	9	7	1	0,693
Σ	11,25	17	8,667	1,397	
$\lambda_{max}=4,28$; $IY=0,093$; $BY=0,16$					
Локальні пріоритети κ_{i2} елементів рівня 4 відносно підкритерія R_2 рівня 3					
I квадрант «ефективно - несвоєчасно» (K_1)	1	5	1/3	1/7	0,106
II квадрант «неефективно - несвоєчасно» (K_2)	1/5	1	1/3	1/9	0,044
III квадрант «неефективно - своєчасно» (K_3)	3	3	1	1/7	0,16
IV квадрант «ефективно - своєчасно» (K_4)	7	9	7	1	0,691
Σ	11,2	18	8,667	1,397	
$\lambda_{max}=4,33$; $IY=0,11$; $BY=0,19$					
Локальні пріоритети κ_{i3} елементів рівня 4 відносно підкритерія R_3 рівня 3					
I квадрант «ефективно - несвоєчасно» (K_1)	1	5	3	1/7	0,181
II квадрант «неефективно - несвоєчасно» (K_2)	1/5	1	1/3	1/9	0,043
III квадрант «неефективно - своєчасно» (K_3)	1/3	3	1	1/7	0,091
IV квадрант «ефективно - своєчасно» (K_4)	7	9	7	1	0,685
Σ	8,533	18	11,333	1,397	
$\lambda_{max}=4,31$; $IY=0,103$; $BY=0,18$					

Таблиця 7.
Локальні пріоритети елементів рівня 4 відносно підкритеріїв $I_1, I_2, I_3, I_4, I_5, I_6$
рівня 3 «Прагнення до ідеальності (I)»

Елементи порівняння рівня 4	Номера елементів				Локальні пріоритети
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	
Локальні пріоритети κ_{i4} елементів рівня 4 відносно підкритерія I ₁ рівня 3					
I квадрант «ефективно - несвоєчасно» (K ₁)	1	3	1/5	1/7	0,083
II квадрант «неефективно - несвоєчасно» (K ₂)	1/3	1	1/5	1/9	0,044
III квадрант «неефективно - своєчасно» (K ₃)	5	5	1	1/5	0,229
IV квадрант «ефективно - своєчасно» (K ₄)	7	9	5	1	0,644
Σ	13,333	18	6,4	1,454	
$\lambda_{max}=4,3$; IY=0,1; BY=0,17					
Локальні пріоритети κ_{i5} елементів рівня 4 відносно підкритерія I ₂ рівня 3					
I квадрант «ефективно - несвоєчасно» (K ₁)	1	2	1/5	1/5	0,085
II квадрант «неефективно - несвоєчасно» (K ₂)	1/2	1	1/5	1/9	0,051
III квадрант «неефективно - своєчасно» (K ₃)	5	5	1	1/5	0,241
IV квадрант «ефективно - своєчасно» (K ₄)	5	9	5	1	0,622
Σ	11,5	17	6,4	1,511	
$\lambda_{max}=4,33$; IY=0,11; BY=0,19					
Локальні пріоритети κ_{i6} елементів рівня 4 відносно підкритерія I ₃ рівня 3					
I квадрант «ефективно - несвоєчасно» (K ₁)	1	3	3	1/3	0,221
II квадрант «неефективно - несвоєчасно» (K ₂)	1/3	1	1/2	1/9	0,062
III квадрант «неефективно - своєчасно» (K ₃)	1/3	2	1	1/7	0,094
IV квадрант «ефективно - своєчасно» (K ₄)	3	9	7	1	0,622
Σ	4,667	15	11,5	1,587	
$\lambda_{max}=4,03$; IY=0,01; BY=0,02					
Локальні пріоритети κ_{i7} елементів рівня 4 відносно підкритерія I ₄ рівня 3					
I квадрант «ефективно - несвоєчасно» (K ₁)	1	3	4	1/6	0,187
II квадрант «неефективно - несвоєчасно» (K ₂)	1/3	1	1/3	1/9	0,052
III квадрант «неефективно - своєчасно» (K ₃)	1/4	3	1	1/6	0,093
IV квадрант «ефективно - своєчасно» (K ₄)	6	9	6	1	0,668
Σ	7,583	16	11,333	1,444	

$\lambda_{max}=4,27; IU=0,09; BU=0,16$					
Локальні пріоритети κ_{i8} елементів рівня 4 відносно підкритерія I_5 рівня 3					
I квадрант «ефективно - несвоєчасно» (K_1)	1	3	2	1/5	0,175
II квадрант «неефективно - несвоєчасно» (K_2)	1/3	1	1/3	1/9	0,055
III квадрант «неефективно - своєчасно» (K_3)	1/2	3	1	1/5	0,124
IV квадрант «ефективно - своєчасно» (K_4)	5	9	5	1	0,646
Σ	6,833	16	8,333	1,511	
$\lambda_{max}=4,09 IU=0,03; BU=0,05$					
Локальні пріоритети κ_{i9} елементів рівня 4 відносно підкритерія I_6 рівня 3					
I квадрант «ефективно - несвоєчасно» (K_1)	1	3	2	1/5	0,177
II квадрант «неефективно - несвоєчасно» (K_2)	1/3	1	3	1/9	0,098
III квадрант «неефективно - своєчасно» (K_3)	1/2	1/3	1	1/5	0,073
IV квадрант «ефективно - своєчасно» (K_4)	5	9	5	1	0,653
Σ	6,833	13,333	11	1,511	
$\lambda_{max}=4,31; IU=0,103; BU=0,18$					

Таблиця 8.

Локальні пріоритети елементів рівня 4 відносно підкритеріїв T_1, T_2, T_3 рівня 3 «Своєчасність (Т)»

Елементи порівняння рівня 4	Номера елементів				Локальні пріоритети
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	
Локальні пріоритети κ_{i10} елементів рівня 4 відносно підкритерія T ₁ рівня 3					
I квадрант «ефективно - несвоєчасно» (K ₁)	1	2	1/3	1/5	0,099
II квадрант «неефективно - несвоєчасно» (K ₂)	1/2	1	1/4	1/9	0,056
III квадрант «неефективно - своєчасно» (K ₃)	3	4	1	1/5	0,205
IV квадрант «ефективно - своєчасно» (K ₄)	5	9	5	1	0,64
Σ	9,5	16	6,583	1,511	
$\lambda_{max}=4,15$; IU=0,05; BU=0,09					
Локальні пріоритети κ_{i11} елементів рівня 4 відносно підкритерія T ₂ рівня 3					
I квадрант «ефективно - несвоєчасно» (K ₁)	1	3	1/3	1/6	0,108
II квадрант «неефективно - несвоєчасно» (K ₂)	1/4	1	1/4	1/9	0,049
III квадрант «неефективно - своєчасно» (K ₃)	3	4	1	1/3	0,239
IV квадрант «ефективно - своєчасно» (K ₄)	6	9	3	1	0,604
Σ	10,25	17	4,583	1,611	
$\lambda_{max}=4,01$; IU=0,003; BU=0,01					
Локальні пріоритети κ_{i12} елементів рівня 4 відносно підкритерія T ₃ рівня 3					
I квадрант «ефективно - несвоєчасно» (K ₁)	1	3	1/3	1/6	0,11
II квадрант «неефективно - несвоєчасно» (K ₂)	1/3	1	1/5	1/9	0,05
III квадрант «неефективно - своєчасно» (K ₃)	3	5	1	1/2	0,284
IV квадрант «ефективно - своєчасно» (K ₄)	6	9	2	1	0,555
Σ	10,333	18	3,533	1,778	
$\lambda_{max}=4,03$; IU=0,01; BU=0,02					

Застосуємо принцип синтезу для визначення глобальних пріоритетів елементів рівня 4. Глобальні пріоритети елементів рівня 4 визначаються, як сума додатків локальних пріоритетів кожного елементу рівня 4 (k_{ij}) на глобальні пріоритети елементів рівня 3 (7):

$$K_i = \sum_{j=1}^n k_{ij} \cdot Z_j \quad (7)$$

Для квадрантів 1-4 отримаємо (рис. 4):

$K_1=0,1 \cdot 0,1484+0,106 \cdot 0,0428+0,181 \cdot 0,0206+0,083 \cdot 0,0026+0,085 \cdot 0,0097+0,221 \cdot 0,0339+0,187 \cdot 0,0044+0,175 \cdot 0,0093+0,177 \cdot 0,0191+0,099 \cdot 0,4468+0,108 \cdot 0,1549+0,11 \cdot 0,1074 \approx 0,11$;

$K_2 \approx 0,053$; $K_3 \approx 0,201$; $K_4 \approx 0,636$.

Рис. 4. Діаграма важливості критеріїв рівня 4

Інтерпретація та аналіз результатів. Відповідно до загального вектору критеріїв рівня 4 можна зробити висновок, що спроможність до адаптації (ціль рівня 1) в більшій мірі відповідає IV квадранту «ефективно-своєчасно» ($K_4=0,636$), а отже і зоні життєстійкості. Таким чином, можна підсумувати, що адаптивність розглянутої системи забезпечує її стабільність у середовищі VUCA. Управлінські дії переважно здійснено своєчасно і ефективно. Стан при якому команда протистоїть сумарному впливу руйнівних факторів зовнішнього середовища та ефективно і своєчасно здійснює адаптацію. Система керована, адаптивна і конкурентоспроможна.

Значення векторів I та II квадрантів (відповідно $K_1 \approx 0,11$ та $K_2 \approx 0,053$) представлені в незначній мірі, скоріш випадкові та епізодичні, а тому практично не впливають на життєстійкість. Але значення вектору II квадранту представлено в більшій мірі ($K_3 \approx 0,201$), тому менеджери повинні звернути увагу на те, що управлінські дії хоч і в незначній мірі, але приймаються не завжди ефективно і це потребує додаткового аналізу.

Висновки

Запропоновано алгоритм оцінки адаптивності управління організацією за критеріями ефективності та своєчасності прийняття управлінських рішень на основі методу аналізу ієрархій.

Чотирирівневе ієрархічне дерево розроблено на основі моделі адаптивного управління проектно-орієнтованими організаціями та матриці оцінки спроможності до адаптації організації за критеріями ефективності і своєчасності. Аналіз результатів дає змогу наглядно оцінити спроможність організації до адаптації по отриманій діаграмі важливості критеріїв рівня 4, що включає чотири квадранти, які формуються відповідно до комбінації критеріїв ефективності та своєчасності прийняття управлінських рішень і дій.

Запропонований алгоритм розв'язання задачі розглядається як основа методики оцінки адаптивності, яка заснована на врахуванні властивостей прагнення до ідеальності систем, протидії руйнівним факторам середовища та своєчасності. Перевагою застосованого методу аналізу ієрархій є те, що він дозволив оцінити багатокритеріальну ієрархічну задачу із критеріями рідної природи.

Дану методику оцінки апробовано на прикладі оцінки адаптаційної здатності проекту Міністерства та Комітету цифрової трансформації України «Цифрова трансформація вищої, фахової передвищої та професійної (професійно-технічної) освіти (е-Університет)». Отримані результати розрахунків дозволили дійти ряду висновків. Спроможність до адаптації в більшій мірі відповідає ефективності та своєчасності прийнятих управлінських рішень і дій, а отже і зоні життєстійкості. Адаптивність розглянутої системи забезпечує її стабільність у середовищі VUCA. Управлінські дії переважно здійснено своєчасно і ефективно. Стан при якому команда протистоїть сумарному впливу руйнівних факторів зовнішнього середовища та ефективно і своєчасно здійснює адаптацію. Система керована, адаптивна і конкурентоспроможна.

Проведена оцінка дозволила сформулювати подальші рекомендації щодо прийняття управлінських рішень. Рекомендовано провести додатковий аналіз ефективності прийняття управлінських дій, які хоч і в незначній мірі, але приймаються не завжди ефективно.

Без проведеної оцінки до перелічених висновків і рекомендацій дійти логічним або інтуїтивним шляхом не можливо.

Отримані результати спрямовані на вдосконалення проектної діяльності на основі забезпечення гнучких принципів реалізації портфеля стратегічних проектів, ефективності коригування системи на випадок відхилень від плану.

Перспективами подальших досліджень є розробка оцінки адаптивності управління організацією за критеріями ефективності та своєчасності прийняття управлінських рішень із застосуванням інших математичних апаратів, що відповідають умовам багатокритеріальності різної природи.

Література.

1. Гордеева И. А. Теоретические основы адаптивных систем в управлении проектами. Вісник Академії митної служби України. Серія: Технічні науки. Випуск 1. 2011. С. 71-76. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vamsutn_2011_1\(45\)__13](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vamsutn_2011_1(45)__13) (дата звернення 1.07.2021).
2. Гордеева И. О. Прийняття управлінських дій з адаптації проектно-орієнтованих організацій за критеріями «ефективність-своєчасність». Управління розвитком складних систем. Випуск 46, 2021 (прийнято до друку).
3. Котко О.К., Шаровара О.М., Маланчій С.О., Гордеева І.О. Модель адаптивного управління проектно-орієнтованими організаціями за критеріями ефективності і своєчасності. Review of transport economics and management. № 5(21). 2021 (прийнято до друку).
4. Половинкин А. И. Основы инженерного творчества: Учеб. пособие. М.: Машиностроение, 1988. 368 с.
5. Гордеева И. О., Калінько І. В. Оцінка релевантності стратегічних цілей організації та проектної діяльності задля забезпечення адаптації. Review of transport economics and management. № 4(20). 2020. С. 128-135. URL: <http://pte.dit.edu.ua/article/view/228816/228537> (дата звернення 1.07.2021). doi: <https://doi.org/10.15802/rtem2020/228816>.
6. Кульчицька Х. Б., Предко Л. С. Застосування методу аналізу ієрархій при виборі проекту в поліграфії. Поліграфія і видавнича справа. № 1. 2018. С. 51–60. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pivs_2018_1_7 (дата звернення 4.07.2021).
7. Saaty R.W. The Analytic Hierarchy Process – What It Is and How It Is Used. Mathematical Modelling, Vol. 9, №3-5, 1987, pp. 161-176. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0270-0255\(87\)90473-8](http://dx.doi.org/10.1016/0270-0255(87)90473-8).
8. Финогенов А. Д., Ладогубец Т. С., Залевский С. В. Метод анализа иерархий: тестовые примеры расчета для анализа программного обеспечения. Сучасні проблеми моделювання. Випуск 11. 2018. С. 159-164. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/cpm_2018_11_28 (дата звернення 3.07.2021).
9. Гладун Т. М. Застосування методу аналізу ієрархій для вибору франчайзингової мережі. Вісник Національного університету "Львівська політехніка": Проблеми економіки та управління. № 554. 2006. С. 109–115. URL: http://ena.lp.edu.ua/bitstream/ntb/36011/1/19_109-115.pdf (дата звернення 3.07.2021).
10. Корнілова І. М., Соболев О. О. Методичний інструментарій обґрунтування вибору стратегії інтелектуальної власності підприємства. Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія: Економічні науки. Випуск 23(2). 2017. С. 43-49. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvkhdu_en_2017_23\(2\)_11](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvkhdu_en_2017_23(2)_11) (дата звернення 4.07.2021).
11. Дорош М. С., Калінько І. В., Ребенок А. В. Управління процесом формування програм інноваційного розвитку регіонів. Управління проектами та розвиток виробництва: зб. наук. праць. №1. 2006. С. 129–136.
12. Іпполітова І. Я. Сорокотяженко К. С. Використання методу аналізу ієрархій під час реалізації стратегії енергозбереження. Глобальні та національні проблеми економіки. Випуск 14. 2016. С. 370–376. URL: <http://global-national.in.ua/archive/14-2016/77.pdf> (дата звернення 4.07.2021).
13. Фандеева Е. А, Харченко В. В. Применение метода анализа иерархий для выбора рекламной сети в интернете. Радиоелектроніка, інформатика, управління. № 1. 2014. С. 89-95. doi: 10.15588/1607-3274-2014-1-13.
14. Пасенченко Ю. А., Назаренко О. І. Методологія вибору бізнес партнерів у ланцюгу створення вартості товарів комбінацією методів Topsis і ahp.methods. Економіка: теорія та практика. № 2. 2013. С. 88-94. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/econom_2013_2_15 (дата звернення 4.07.2021).
15. Socaciu L. G., Unguresan P. V. Using the Analytic Hierarchy Process to prioritize and select phase change materials for comfort application in buildings. Mathematical Modelling in Civil Engineering. Vol. 10. 2014. P. 25–32.
16. Маргасов Д. В., Сахно Е. Ю., Скітер І. С. Розробка моделі та модифікація методу аналізу ієрархій для оцінки рівня енергоефективності. Восточно-Европейский журнал передовых технологий. № 5(2). 2015. С. 26-32. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vejpte_2015_5\(2\)__5](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vejpte_2015_5(2)__5) (дата звернення 5.07.2021). doi: 10.15587/1729-4061.2015.51027.
17. Однокопылов Г. И., Дементьев Ю. Н., Шевчук В. А. Применение системного анализа для обеспечения эксплуатационной надёжности электрических машин в алмазодобывающей промышленности. Известия Томского политехнического университета: Инжиниринг георесурсов. Т. 330. № 5. 2019. С. 131–140. doi <https://doi.org/10.18799/24131830/2019/5/271>.
18. Sipahi S., Timor M. The Analytic Hierarchy Process and Analytic Network Process: An Overview of Applications. Management Decision. Vol. 48. 2010. № 5. pp. 775–808. doi: 10.1108/00251741011043920.
19. Иом Дин Г. Применение метода анализа иерархий в российских и зарубежных исследованиях: обзор. Известия Уфимского научного центра РАН. № 3. 2015. С. 120–128.

20. Ус С. А., Коряшкіна Л. С. Моделі й методи прийняття рішень: навч. посіб. М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. Д. : НГУ, 2014. 300 с. URL: [https://sau.nmu.org.ua/ua/osvita/metod/Models_and_decision-making_techniques\(Us_Koryashkina\)_NMU_SAU.pdf](https://sau.nmu.org.ua/ua/osvita/metod/Models_and_decision-making_techniques(Us_Koryashkina)_NMU_SAU.pdf) (дата звернення 7.07.2021).
21. Коробов В. Б., Тугин А. Г. Преимущества и недостатки метода анализа иерархий. Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена. № 122. 2010. С. 108-115.
22. Подиновский В. В., Подиновская О. В. О некорректности метода анализа иерархий. Проблемы управления. № 1. 2011. С. 8-13. URL: <http://pu.mtas.ru/archive/Podinovski.pdf> (дата звернення 7.07.2021).
23. Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М. : Радио и связь. 1993. 226 с. URL: <http://pqm-online.com/assets/files/lib/books/saaty.pdf> (дата звернення 8.07.2021).
24. Альтшуллер Г. С., Злотин Б. Л., Зусман А. В., Филатов В. И. Поиск новых идей: от озарения к технологии. Кишинев, Картя Молдовеняскэ. 1989. URL: https://www.rdit.kg/files/books/%d1%82%d1%80%d0%b8%d0%b7/poisk_novih1.pdf (дата звернення 2.07.2021).
25. Molokanova V. M., Hordieieva I. O. Study of the organization adaptivity rate correlation in relation to its internal integrity. Scientific journal herald of advanced information technology. Vol. 3. №.4. 2020. pp. 292–304. doi: 10.15276/hait.04.2020.7.
26. Проекти цифрової трансформації. Офіційний сайт Міністерства та Комітету з цифрової трансформації України: Цифрова держава. URL: <https://plan2.diia.gov.ua/> (дата звернення 1.07.2021).

References.

1. Hordieieva, I. O. (2011), "Theoretical foundations of adaptive systems in project management", *Bulletin of the Academy of Customs Service of Ukraine. Series: Technical Sciences*, vol. 1, pp. 71–76, available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vamsutn_2011_1\(45\)__13](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vamsutn_2011_1(45)__13) (Accessed 1 June 2021).
2. Hordieieva, I. O. (2021), "Adoption of management actions for adaptation of project-oriented organizations according to the criteria of "efficiency-timeliness", *Management of complex systems development*, vol. 46, to appear.
3. Kotko, O. K. Sharovara, O. M. Malanchiy, S. O. and Hordieieva, I. O. (2021), "Model of adaptive management of project-oriented organizations according to the criteria of efficiency and timeliness", *Review of transport economics and management*, vol. 5(21), to appear.
4. Polovinkin, A. I. (1988), *Osnovy inzhenernogo tvorchestva [Fundamentals of engineering creativity]*, Engineering, Moscow, Russian.
5. Hordieieva, I. O. and Kalinko, I. V. (2020), "Assess the relevance of the strategic goals of the organization and project activities to ensure adaptation", *Review of transport economics and management*, vol. 4(20), pp. 128–135, available at: <http://pte.diit.edu.ua/article/view/228816/228537> (Accessed 1 June 2021). doi: 10.15802/rtem2020/228816.
6. Kulchytska, H. B. and Predko, L. S. (2018), "Application of the method of analysis of hierarchies when choosing a project in printing", *Printing and publishing*, vol. 1, pp. 51–60. available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pivs_2018_1_7 (Accessed 4 June 2021).
7. Saaty, R.W. (1987), "The Analytic Hierarchy Process – What It Is and How It Is Used", *Mathematical Modelling*, vol. 9, no. 3-5, pp. 161-176, doi: 10.1016/0270-0255(87)90473-8.
8. Phinogenov, A. D. Ladogubets, T. S. and Thalevskiy S. V. (2018), "Hierarchy analysis method: examples of test calculations for software analysis", *Modern problems of modeling*, vol. 11, pp. 159–164, available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/cpm_2018_11_28 (Accessed 3 June 2021).
9. Gladun, T. M. (2006), "Application of the method of hierarchy analysis for the selection of the franchise network", *Bulletin of the National University "Lviv Polytechnic": Problems of economics and management*, vol. 554, pp. 109–115, available at: http://ena.lp.edu.ua/bitstream/ntb/36011/1/19_109-115.pdf (Accessed 3 June 2021).
10. Kornilova, I. M. and Sobolev O. O. (2017), "Methodical tools of substantiation of choice of strategy of intellectual property of the enterprise", *Scientific Bulletin of Kherson State University: Economic sciences*, vol. 23, no 2, pp. 43–49, available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvkhdu_en_2017_23\(2\)__11](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvkhdu_en_2017_23(2)__11) (Accessed 4 June 2021).
11. Dorosh, M. S. Kalinko, I. V. and Rebenok, A. V. (2006), "Management of the process of formation of programs of innovative development of regions", *Project management and production development*, vol. 1, pp. 129–136, available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/upravlinnya-protsesom-formuvannya-program-innovatsiynogo-rozvitku-regionu> (Accessed 3 June 2021).
12. Ippolitova, I. Y. and Sorokotiagenko, K. S. (2016), "Using the method of hierarchy analysis during the implementation of energy saving strategy", *Global and national economic problems*, vol. 14, pp. 370–376, available at: <http://global-national.in.ua/archive/14-2016/77.pdf> (Accessed 4 June 2021).
13. Phandeeva, E. A. and Harchenko, V. V. (2014), "Application of the method of analysis of hierarchies for the choice of the advertising network on the Internet", *Radio electronics, computer science, management*, vol. 1, pp. 89–95, doi: 10.15588/1607-3274-2014-1-13.
14. Pasenchenko, U. A. and Nazarenko, O. I. (2013), "Methodology of choosing business partners in the chain of value creation of goods by a combination of methods Topsis i ahp", *Methods, Economics: theory and practice*, vol. 2, pp. 88–94, available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/econom_2013_2_15 (Accessed 4 June 2021).
15. Socaciu, L. G. and Unguresan, P. V. (2014), "Using the Analytic Hierarchy Process to prioritize and select phase change materials for comfort application in buildings", *Mathematical Modelling in Civil Engineering*, vol. 10, pp. 25–32, doi: 10.2478/mmce-2014-0003.

16. Margasov, D. V. Sakhno, E. Yu. and Skeeter, I. S. (2015), "Development of a model and modification of the method of hierarchy analysis for energy efficiency assessment", *Eastern European Journal of Advanced Technology*, vol. 5(2), pp. 26–32, available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vejpte_2015_5\(2\)_5](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vejpte_2015_5(2)_5) (Accessed 5 June 2021), doi: 10.15587/1729-4061.2015.51027.
17. Odnokopylov, G. I. Dementyev, Y. N. and Shevchuk, V. A. (2019), "Application of system analysis to ensure operational reliability of electric machines in the diamond industry", *Izvestia Tomsk Polytechnic University: Georesource engineering*, vol. 5(330), pp. 131–140, doi: 10.18799/24131830/2019/5/271.
18. Sipahi, S. and Timor, M. (2010), "The Analytic Hierarchy Process and Analytic Network Process: An Overview of Applications", *Management Decision*, vol. 48, no. 5, pp. 775–808, doi: 10.1108/00251741011043920.
19. Iom Dean, G. (2015), "Application of the method of analysis of hierarchies in Russian and foreign research: a review", *Proceedings of the Ufa Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, vol. 3, pp. 120–128.
20. Us, S. A. and Koriachkina, L. S. (2014), *Modeli y metody pryiniattia rishen* [Models and methods of decision making], State University "NMU", Dnipro, Ukraine, available at: [https://sau.nmu.org.ua/ua/osvita/metod/Models_and_decision-making_techniques\(Us_Koryashkina\)_NMU_SAU.pdf](https://sau.nmu.org.ua/ua/osvita/metod/Models_and_decision-making_techniques(Us_Koryashkina)_NMU_SAU.pdf) (Accessed 7 June 2021).
21. Korobov, V. B. and Tutugin, A. G. (2010), "Advantages and disadvantages of the method of analysis of hierarchies", *Proceedings of the Herzen Russian State Pedagogical University*, vol. 122, pp. 108–115, available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/preimuschestva-i-nedostatki-metoda-analiza-ierarhiy> (Accessed 7 June 2021).
22. Podinovskiy, V. V. and Podinovskaia, O. V. (2011), "On the incorrectness of the method of analysis of hierarchies", *Management problems* vol. 1, pp. 8–13, available at: <http://pu.mtas.ru/archive/Podinovski.pdf> (Accessed 7 June 2021).
23. Saati, T. L. (1993), *Prinyatie resheniy. Metod analiza ierarhiy* [Decision making. Hierarchy analysis method], Radio and communication, Moscow, Russian, available at: <http://pqm-online.com/assets/files/lib/books/saaty.pdf> (Accessed 8 June 2021).
24. Altshuller, G. S. Zlotin, B. L. Zusman, A. V. and Filatov, V. I. (1989), *Poisk novyih idey: ot ozareniya k tehnologii* [Search for new ideas: from enlightenment to technology], Kartya Moldoveneaske, Chisinau, Moldova, available at: https://www.rdata.kg/files/books/%d1%82%d1%80%d0%b8%d0%b7/poisk_novih1.pdf (Accessed 2 June 2021).
25. Molokanova V. M. and Hordieieva I. O. (2020) Study of the organization adaptivity rate correlation in relation to its internal integrity, *Scientific journal herald of advanced information technology*, vol. 3 no. 4, pp. 292–304, doi: 10.15276/hait.04.2020.7.
26. Digital transformation projects. Official site of the Ministry and the Committee for Digital Transformation of Ukraine: Digital State, available at: <https://plan2.diia.gov.ua/> (Accessed 1 June 2021).

Стаття надійшла до редакції 16.07.2021 р.