

## ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕОРІЇ МНОЖИН У СИСТЕМІ ОСВІТНІХ ПРОЕКТІВ

*Стаття присвячена аналізу результатів дослідження системи динамічних чинників, що визначають якість продукту освітнього проекту у ВНЗ. На основі проведених теоретичних досліджень розроблено та описано модель системи оцінки якості продукту освітнього проекту, де виділено місце інноваційним технологіям. На підставі математичної обробки результатів експериментальних досліджень обґрунтовано статистичні методи прогнозування. Одержано адекватні моделі визначення основних компонентів індексу компетенції користувачів освітніх проектів, що дають можливість створити фундаментальний підхід до визначення очікуваної якості продукту в межах фіксованого показника ресурсного забезпечення з метою його подальшого відбору до освітньої програми.*

**Ключові слова:** освітній проект, індекс компетенції, функціонал якості освіти, проектний трикутник, ефективність навчання, факторний простір, ієрархічна модель.

**Постановка проблеми.** Цінність і конкурентоспроможність сучасних фахівців на ринку праці значною мірою залежать від рівня якості його підготовки, кінцевий результат якої виступає продуктом освітнього проекту. До всього цього, якість продукту такого освітнього проекту представляє об'єктивну оцінку діяльності навчального закладу системи вищої освіти України та визначає його місце на ринку освітніх послуг. В теперішній час цим питанням приділяється велика увага в зв'язку з приведенням освітніх програм в Україні до рівня кращих європейських зразків.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Зарубіжні та вітчизняні автори досліджують якість освіти одразу в кількох аспектах: соціально-філософському, освітньому та педагогічному (В. Андрущенко, В. Астахова, Л. Горбунова, М. Култаєва, М. Лукашевич, В. Лутай та інші), філософсько-освітнянському та управлінському (О. Величко, А. Софрон, Т. Гусен, Д. Дзвінчук, Б. Жебровський, М. Кисіль, А. Тайджман), суспільно-економічному, соціокультурному та освітньому (К. Корсак, Р. Браун), соціологічному (В. Кушерець, М. Романенко, О. Скідун, Н. Щипачова). Українські вчені розглядають поняття “якість вищої освіти” у широкому та вузькому сенсі.

У широкому сенсі під “якістю вищої освіти” розуміють збалансовану відповідність вищої освіти (як результату, як процесу, як освітньої системи) різноманітним потребам, цілям, вимогам, нормам, умовам, які відповідають об'єктивним тенденціям прогресивного розвитку людини та суспільства. У вузькому сенсі “якість вищої освіти” є якість підготовки спеціалістів з вищою освітою.

Українські вчені вважають, що якість вищої освіти складається з якості: підготовки випускників вузів, тобто якості результату вищої освіти; державних освітніх стандартів, нормативної бази, освітніх програм; учбово-методичної, лабораторної, матеріально-технічної бази вищої освіти; освітніх технологій; викладацького складу, науково-дослідницьких кадрів; змісту освіти; виховання; управління (керівництва). Насамперед, це розвиток якості навчання, викладацького складу, наукових досліджень, матеріально-технічної бази, досягнень студентів та їх подальше успішне працевлаштування.

Широкий спектр питань, який присвячений якості освітніх проектів вже тривалий час досліджують провідні вчені в даній галузі, а саме Бушуєв С.Д., Бушуєва Н.С., Тесля Ю.М., Рак Ю.П., Рач В.А., Мочалов О.О., Оберемок І.І., Придатко О.В., Ренкас А.Г..

Проведений аналіз робіт з управління якістю та ресурсами в освітніх програмах і проектах, які реалізуються у системі вищої освіти України показує, що значна частина досліджень присвячена організації процесу освіти, а не аналізу його ефективності в умовах обмеженості ресурсів ВНЗ.

**Мета статті** - дослідження ефективності освітніх проектів на основі застосування елементів теорії множин.

**Викладення основного матеріалу дослідження.** Не визиває сумніву той факт, що найголовнішою складовою в процесі становлення майбутнього спеціаліста відіграє практична складова. Проте сучасний стан фінансової підтримки українських ВНЗ зумовлює виникнення ряду проблем, пов'язаних з обмеженням матеріальних, часових та людських ресурсів. При цьому існує явний взаємозв'язок між цими складовими, який представлений на рис.1 у вигляді трикутника.

Будемо вважати, що освітній продукт – це здобуті в процесі освіти знання, вміння, навички у формі сформульованої компетенції випускника у межах встановлених вимог.  
персонал

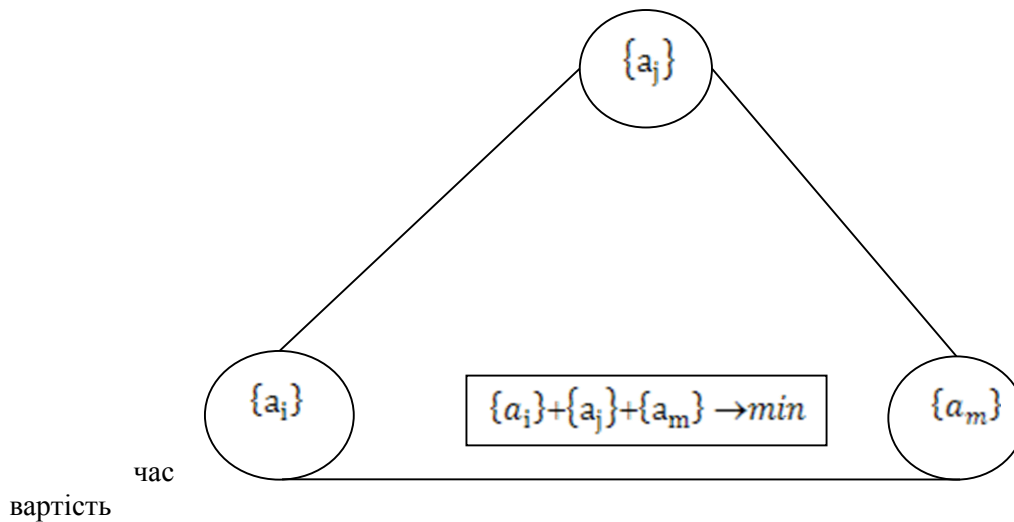


Рис. 1. Взаємозв'язок ресурсів представлений у вигляді проектного трикутника

Якість освітнього продукту визначається рівнем відповідності сукупності підсумкових характеристик випускника, а саме знань, умінь, навичок, здобутих у процесі реалізації освітнього проекту, згідно встановленим заздалегідь до них вимогам.

Для оцінювання якості освітнього продукту в межах досліджуваної освітньої галузі [1] введемо поняття індексу компетенції споживачів освітніх проектів:

$$i_K = \frac{1}{3} (i_Z + i_v + i_d), \quad (1)$$

де  $i_Z$  – знання,  $i_v$  – навички,  $i_d$  – досвід.

Індекс компетенції для ВНЗ визначається у діапазоні  $0 \div 10$ .

Методом експертних оцінок [2] виявлено п'ять основних показників, які впливають на рівень  $i_K$ : А – кількість відпрацювань на підприємствах; В – кадровий потенціал та їх компетентність; С – інтелектуальні здібності осіб, які навчаються; D – рівень теоретичної підготовки перед початком практичних відпрацювань; Е – інноваційні засоби практичної підготовки.

Представлені чинники описуються наступними множинами:

$$A = \{a_i, a_j, a_k, a_m\}, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, c}, k = \overline{1, r}, m = \overline{1, e}; \quad (2)$$

$$B = \{b_i, b_j, b_k, b_m\}, i = \overline{1, z}, j = \overline{1, x}, k = \overline{1, v}, m = \overline{1, s}; \quad (3)$$

$$C = \{c_i, c_j\}, i = \overline{1, g}, j = \overline{1, h}; \quad (4)$$

$$D = \{d_i, d_j, d_k, d_m, d_p, d_t\}, i = \overline{1, l}, j = \overline{1, q}, k = \overline{1, w}, m = \overline{1, f}, p = \overline{1, b}, t = \overline{1, a}; \quad (5)$$

$$E = \{e_i, e_j, e_k, e_m\}, i = \overline{1, y}, j = \overline{1, u}, k = \overline{1, o}, m = \overline{1, e}, \quad (6)$$

де  $n$  – кількість матеріальних ресурсів;  $c$  – чисельність людських ресурсів;  $r$  – кількість обладнання та агрегатів;  $e$  – тривалість виділених часових ресурсів;  $z$  – тривалість роботи в практичних підрозділах;  $x$  – кількість застосованих методик;  $v$  – тривалість практики;  $s$  – наявність наукового ступеня та вченого звання;  $g$  – рівень фундаментальних знань;  $h$  – рівень свідомості;  $l$  – кількість методичного забезпечення, технічних засобів та рівень залучених методик викладання;  $q$  – рівень інтелектуального потенціалу лектора;  $w$  – рівень самостійної підготовки студента;  $f$  – рівень

аудиторного фонду;  $b$  - кількість консультацій та індивідуальних занять;  $a$  - рівень компетентності викладачів практичних занять;  $y$  - кількість персональних комп'ютерів;  $u$  - рівень програмного забезпечення;  $o$  - обсяг фонду інноваційних засобів підготовки.

Взаємозв'язок множин чинників в межах учбового закладу має вигляд:

$$A \subseteq P; B \subseteq P; C \subseteq P; D \subseteq P; E \subseteq P; \\ P = \bigcup_{i=1}^n (A, B, C, D, E) \quad (7)$$

Зазначимо, що в нашому випадку  $P \neq \emptyset$ , де  $\emptyset$  - пуста множина.

Таким чином, множину  $P$  можна визначити як функціонал якості освіти та завдання підвищення якості навчання сформулювати як задачу оптимального проектування у наступному вигляді:

$$X^* = \max (X, \Phi); \quad (8)$$

$$P \leq P^*,$$

де  $P^*$  - множина граничних параметрів;  $X$  - множина альтернативних варіантів освітнього проекту;  $X^*$  - множина максимальних значень;  $\Phi$  - ефективність навчання.

Для конкретизації такої задачі необхідно розділити загальну мету на сукупність більш часткових та простих другорядних задач. Високу ефективність при цьому дає ієрархічний підхід, який передбачає розподіл системи на вертикально підпорядковані підсистеми різних рівнів [3]. При цьому, кожна підсистема, у свою чергу, розділяється на нові підсистеми, якщо забезпечено вертикальне підпорядкування, яке призводить в результаті до формування ієрархічної системи.

Важливим принципом під час створення багаторівневої ієрархічної презентації системи є принцип декомпозиції, згідно якого структура моделі відповідає фізичній структурі об'єкта.

Морфологічне зображення об'єкта дозволяє отримати зображення законів взаємодії елементів, а також інформаційних зв'язків як системи з оточуючим середовищем, так і підсистем всередині неї [4].

Припустимо, що досліджувана система зображується факторним простором, який складається з множини вхідних параметрів  $\{x_i\}$ , множини виходів  $\{w_i\}$  і множини обмежень  $\{\Omega_i\}$ . Критерії життєздатності об'єкта та його елементів виражено множиною  $\{x_{mi}\}$ ; параметри призначення - множиною  $\{w_{ki}\}$ ; показники освітнього рівня - множиною  $\{w_{ei}\}$ . Вказані множини, власне, являються підмножинами елементів факторного простору:

$$\{x_{mi}\} \subset \{x_i\};$$

$$\{w_{ki}\} \subset \{w_i\};$$

$$\{w_{ei}\} \subset \{\Omega_i\}, \text{ де } i=1, 2, \dots, n - \text{число рівнів.}$$

На рис 2. показана схема факторного простору для побудови ієрархічного уявлення об'єкта. У такому вигляді для кожного рівня можна розглядати самостійну модель підсистеми, яка відповідає

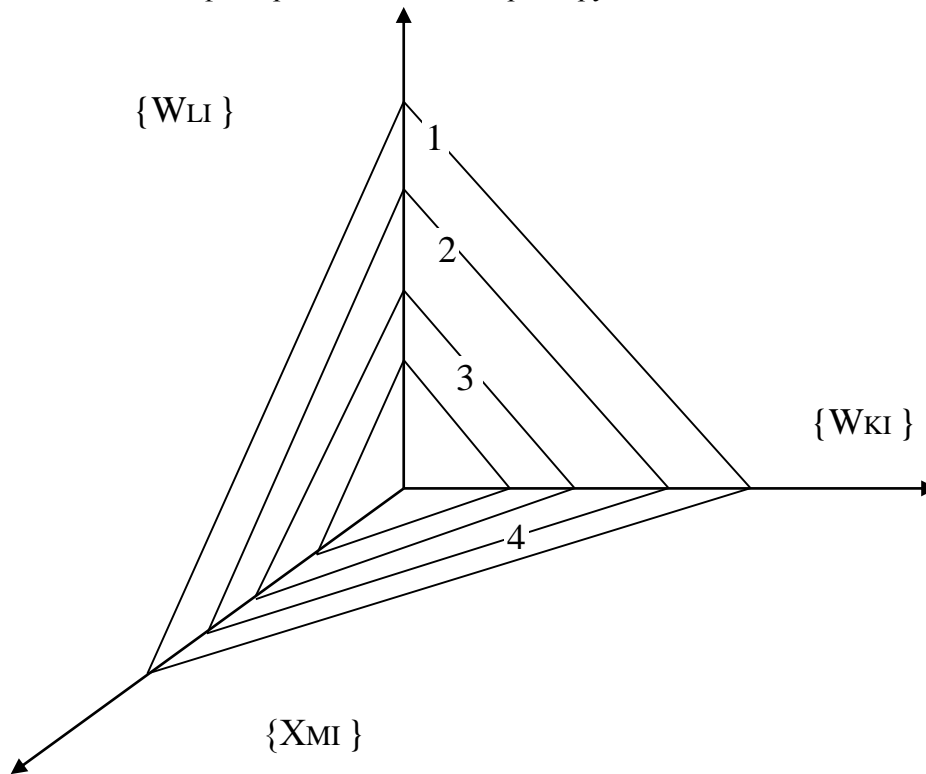


Рис. 2. Схема факторного простору ієрархічної моделі проектування об'єкта.

Позначення: 1 - перший рівень; 2 - другий рівень; 3 - і-тий рівень; 4 - n-ий рівень.

Оптимізаційну задачу (8) слід розв'язувати методом скорочення інтервалів, який застосовується для задач з обмеженнями та змінними різних типів. В них задаються деякими вихідними інтервалами невідомі, та інтервали скорочують шляхом обліку існуючих обмежень. Скорочені інтервали у явному вигляді визначаються прямими обмеженнями виду  $x_{min} \leq x_i \leq x_{max}$ , де  $x_i$  - контрольований параметр, а  $x_{min}, x_{max} \in X$  - його гранично допустимі мінімальне та максимальне значення. Поширення обмежень виражається в збільшенні нижчих й у зменшенні верхніх меж інтервалів і призводить до скорочення списку можливих варіантів структури.

Виходячи з цього, оцінити освітній проект можливо, використовуючи метод ієрархій. Після побудови ієрархічної моделі починається перший етап аналізу, який складається з дослідження впливу кожної групи показників ефективності на загальну ефективність проекту. У формальному вигляді цей етап виражається в аналізі впливу факторів першого рівня ієрархії на мету аналізу – нульовий рівень.

На другому етапі аналізу досліджується вплив показників всередині кожної групи (часткових показників) на показники групи (узагальнені показники ефективності). У формальному вигляді цей етап складається з аналізу впливу факторів другого рівня ієрархії на перший рівень.

На наступному етапі проводиться синтез локальних пріоритетів всередині груп показників, тобто визначається пріоритетність проектів всередині груп показників. Виконати його просто: складаючи множення ваг показників на оцінки проектів згідно відповідним показникам.

Відповідним чином, обчислюючи відповідні зважені суми на наступному, останньому етапі, проводимо синтез глобальних пріоритетів.

$$\text{Перший рівень} - w_1: X_1 \times \Omega_1 \times Z_1 \Rightarrow W_1; \quad (9)$$

$$\text{Другий рівень} - w_2: X_2 \times \Omega_2 \times Z_2 \times U_2 \Rightarrow W_2;$$

$$\text{I - тий рівень} - w_i: X_i \times \Omega_i \times Z_i \times U_i \Rightarrow W_i;$$

$$\text{N - ий рівень} - w_n: X_n \times \Omega_n \times Z_n \times U_n \Rightarrow W_n,$$

де  $U_i, Z_i$  ( $i = 1, n$ ) – множина зв'язків  $i$ - того рівня з сусідніми рівнями:

$$u_i: W_i \Rightarrow V_{i+1}; Z_i: W_i \Rightarrow Z_{i-1}. \quad (10)$$

Співвідношення (9) і (10) показує зв'язок моделей – підсистем різних рівнів між собою й фактично визначають межі їх незалежності. Саме тому, вимоги до системи на вищих рівнях виступають як обмеження на нижчих.

Кожна система може розглядатися як самостійна модель у вигляді виразу:

$$W_{iK}: X_{iK} \times \Omega_{iK} \times H_{iK} \times Z_{iK} \times V_{iK} \Rightarrow W_{iK},$$

де  $H_{iK}$  - множина внутрішніх рівневих зв'язків.

До першого рівня відносяться підсистеми або моделі на їх основі, для яких може бути виділений один домінуючий процес, визначаючий принцип роботи всієї системи.

Як правило, перший рівень не допускає подальшої декомпозиції і має найбільшу точність і достовірність.

Принцип роботи системи проектування визначає комплекс властивостей, у вигляді підмножин  $\{X_{mi}\}$ , а також базові показники підмножиною  $\{W_{ei}\}$ . В умовах ринкової економіки підмножина вихідних параметрів  $\{W_{Ki}\}$  визначається не можливостями освітніх послуг, а потребами створюваного маркетингом ринку праці, який формується на основі об'єктивної номенклатури показників якості й освіти майбутніх фахівців.

В результаті отримуємо узагальнений (глобальний) вектор пріоритетів Проекту 1, Проекту 2, Проекту 3 по відношенню до кінцевої мети – ефективності проекту. Цей вектор представлено в таблиці 1.

Таблиця 1. Матриця глобальних порівнянь проектів за ефективністю

Проекти	Ефективність проекту
Проекту 1	0,361
Проекту 2	0,287
Проекту 3	0,352

В результаті застосування системного підходу формується ієрархічне дерево задач проектування, в якому другорядні під-задачі попереднього рівня створюють ряд вихідних параметрів для наступного. При цьому, кожний етап проектування розглядається як послідовність операцій з визначення показників якості навчання [5]. На ранніх стадіях це дозволяє підвищити освітній рівень об'єкта проектування, тому що при розгляданні підсистем, які визначають основи функціонування, за вихідні дані можна приймати значення базових показників якості всієї системи. Запропонована схема значно скорочує час розробок, через те, що скорочується кількість варіантів, які розглядаються у наступних задачах синтезу.

#### Висновки

1. Розглянуто побудову системи динамічних чинників, що визначають якість продукту освітнього проекту у ВНЗ.
2. На основі проведених теоретичних досліджень розроблено та описано модель системи оцінки якості продукту освітнього проекту, де виділено місце інноваційним технологіям.
3. Введено поняття індексу компетенції продукту освітнього проекту, який включає в себе суму чинників (знання, навички, досвід).
4. На підставі математичної обробки результатів експериментальних досліджень обґрунтовано статистичні методи прогнозування.
5. Одержано адекватні моделі визначення основних компонентів індексу компетенції користувачів освітніх проектів, що дають можливість створити фундаментальний підхід до визначення очікуваної якості продукту в межах фіксованого показника ресурсного забезпечення з метою його подальшого відбору до освітньої програми.
6. Використовуючи одержані моделі та статистичні методи прогнозування, доведено гарантовану ефективність інноваційних підходів до процесу формування професійної компетенції майбутніх фахівців, що дає підстави для їх використання в освітніх програмах мережі навчальних установ системи вищої освіти України.

### Список використаних джерел:

1. Придатко О. В, Ренкас А.Г. Управління якістю освітніх проєктів в системі цивільного захисту.
2. Креативные технологии управления проектами и программами: Монография / Бушуев С.Д., Бушуева Н.С., Бабаев И. А. – К.: «Саммит-Книга», 2010. – 768 с.
3. Малі друкарські системи: прогнозування, аналіз, синтез: Монографія / Рак Ю.П. – К.: «Наукова думка», 1999. -256с.
4. Чуйн Р. К. Методы математического моделирования летательных аппаратов. – М.: Машиностроение, 1988.-288с.
5. Михалёв А. И., Алпатов А.П., Баклан И.В. Структурный синтез систем управления проектами: учебное пособие, 2013, -144 стр.

*Т. М. Кадильникова,*

*Е. Д. Лазарева*

### ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕОРИИ МНОЖЕСТВ В СИСТЕМЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ

*Резюме.* Стаття посвящена анализу результатов исследования системы динамических факторов, определяющих качество продукта образовательного проекта в вузах. На основе проведенных теоретических исследований разработаны и описаны модель системы оценки качества продукта образовательного проекта, где выделено место инновационным технологиям. На основании математической обработки результатов экспериментальных исследований обосновано статистические методы прогнозирования. Получены адекватные модели определения основных компонентов индекса компетенции пользователей образовательных проектов, позволяющих создать фундаментальный подход к определению ожидаемого качества продукта в пределах фиксированного показателя ресурсного обеспечения с целью его дальнейшего отбора к образовательной программе.

*Ключевые слова:* образовательный проект, индекс компетенции, функционал качества образования, проектный треугольник, эффективность обучения, факторный пространство, иерархическая модель.

*Т. Kadylnykova,*

*Е. Lazarev*

### APPLICATION OF MULTITUDE THEORY ELEMENTS IN EDUCATIONAL PROJECTS

*Summary.* The article analyzes the results of the research of a system of dynamic factors, that determine product quality of an educational project in university. On the basis of theoretical researches the model of evaluation of product quality of an educational project stressing the place allocated to innovative technologies was developed and described. Based on mathematical processing of experimental results statistical forecasting methods were proved. Adequate models for determining the main components of the index competencies of users of educational projects, that make it possible to create a fundamental approach to the estimation of quality of the product within the fixed rate of resource support for its further selection to the educational program, were obtained.

*Keywords:* educational project, the index of competence, functional quality of education, project triangle, learning efficiency, factor space, hierarchical model.