

реальності в освітньому процесі й сьогодні завдяки їхнім розробкам можна використовувати в навчанні учнів вже вітчизняні додатки, такі як «LiCo.Organic», «LiCo.SolarSystem» (Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, м. Івано-Франківськ); «Da Vinci Machines AR», «Electricity AR», «Bridges AR», «Skyscrapers AR», «Crystal AR» (Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, м. Харків) тощо.

Сучасні технології не можуть замінити реальності, проте вони можуть перенести нас в інший час, до іншого місця, допомогти візуалізувати навчальну інформацію, деталізувати якесь явище, віртуально провести дослідження тощо.

Національний центр «Мала академія наук України»

Горбурков Вячеслав, Франчук Олег

**ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-
ПРАКТИЧНИХ ДОСЯГНЕНЬ УЧНІВ ТА НАДАННЯ
РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ЇХ ВДОСКОНАЛЕННЯ**

Застосування методології STEM дозволяє ефективно інтегрувати в процес навчання широкий спектр природничо-технічних дисциплін, сприяє набуттю учнями корисних практичних і технічних навичок, підвищує інтерес учнів до нових технологій, математичних, комп'ютерних та інженерних дисциплін. Разом з тим, розвиток STEM-освіти вимагає також і нових методичних рішень, зокрема таких, які на основі отриманих оцінок результатів виконання учнями науково-дослідних або технічних проєктів дозволяли б надавати певні рекомендації стосовно найоптимальніших напрямів вдосконалення своїх теоретичних знань та практичних навичок.

Розглянемо випадок, коли оцінювання навчальної діяльності учнів відбувається як результат розв'язання задачі ранжування альтернатив за сукупністю показників [1,2]. Математично такі задачі описуються набором альтернатив $x \in X = \{A_1, \dots, A_n\}$, для кожної з яких задаються значення m певних показників (критеріїв). В даному випадку альтернативами будуть або учні, або конкретні проекти, над якими вони працюють. Розв'язком такої задачі вважається альтернатива, яка має найкращі за сукупністю значення критеріїв (коректність та обґрунтованість мети проекту, повнота використаної інформації, різноманіття джерел інформації, відповідність обраних засобів змісту роботи, творчий та аналітичний підхід і т.п.).

У загальному випадку критерієм можна вважати деяку функцію $(f_j(x), j \in J = \{1 \dots m\})$, визначену на множині альтернатив. Значення цієї функції належать до наперед визначеної множини Q_j або обраховуються у відповідності з певними математичними правилами. У першому випадку множина значень може задаватись бальною чи лінгвістичною шкалою, прикладом другого випадку є синтез локальних пріоритетів у методі аналізу ієрархій [3]. Найкращим вважається результат, що відповідає максимальному або мінімальному значенню функції $f_j(x), j \in J$ в залежності від напрямку оптимізації критерію. Будемо вважати, що кожний критерій максимізується, а значення $f_j(x)$ належать спільному числовому інтервалу $[q_{min}; q_{max}] \subset \mathbb{R}$ – множини дійсних чисел. У більшості випадків при розгляді багатокритеріальних задач вводиться вектор $W = (\omega_1, \dots, \omega_m)$, кожна компонента ω_j якого характеризує важливість j -го критерія, причому $\sum_{j=1}^m \omega_j = 1, \omega_j > 0$.

Таким чином, задача ранжування альтернатив $x \in X = \{A_1, \dots, A_n\}$ за сукупністю показників

$f(x) = (f_1(x), \dots, f_m(x))$ полягає у встановленні певного порядку

$$A_{i_1} > A_{i_2} > \dots > A_{i_n} \quad (1)$$

на основі обчислення значень деякого узагальненого показника $G(x)$ для кожного елемента множини X :

$$G(x) = G(f(x), W) = G((f_1(x), \dots, f_m(x)), (\omega_1, \dots, \omega_m)), \quad (2)$$

$$x \in X = \{A_1, \dots, A_n\},$$

де значення $G(A_i)$ обчислюються за певним правилом (алгоритмом), що визначається математичним методом, який використовується в кожному конкретному випадку, причому

$$G(A_{i_1}) \geq G(A_{i_2}) \geq \dots \geq G(A_{i_n}). \quad (3)$$

В задачі ранжування альтернатив найкращою вважається альтернатива A_{i_1} , яка у порядку (1) займає перше місце, відповідно, найгіршою – альтернатива A_{i_n} .

Проте, на практиці після отримання розв'язку задачі (1) – (3) для окремого учня або науково-технічного проекту (альтернативи A') може виникнути необхідність в аналізі того місця k' , яке він посів у порядку (1). Таким аналізом може бути проведення дослідження – при яких відхиленнях від існуючих значень $f_j(A')$, $j \in J$ альтернатива A' зайняла б інше, наперед визначене та вище від k' місце?

Отже, розглянемо такий випадок. Нехай після розв'язання задачі ранжування (1) – (3) виникла необхідність, щоб альтернатива A' посіла у порядку (1) деяке місце, не нижче ніж p ($p < k'$), і особі, що приймає рішення, надаються повноваження визначити підмножину критеріїв $J' \subseteq J$, для яких дозволяється змінювати значення $f_j(A')$, $j \in J'$. Задамо множину векторів-параметрів $\theta = (\theta_1 \times \dots \times \theta_m)$, $\theta \subset \mathbb{R}^m$ наступим чином:

$$\theta_j = \bigcup_{q_j \in Q_j} (q_j - f_j(A')), j \in J', \quad \theta_j = \{0\}, j \in J \setminus J',$$

де кожна множина $\theta_j, j \in J'$ представляє собою всі можливі відхилення значень $q_j \in Q_j$ від $f_j(A')$. Математична модель задачі, що розглядається, буде мати такий вигляд:

$$H(A', \theta, p, W) = (G(f(A', \theta), W) - G(f(A_{i_p}), W)) \quad (4)$$

$\rightarrow \min$

$$G(f(A', \theta), W) \geq G(f(A_{i_p}), W), \quad (5)$$

$$\theta = (\theta_1, \dots, \theta_m) \in \Theta = (\theta_1 \times \dots \times \theta_m), \theta \subset \mathbb{R}^m, \quad (6)$$

де $f(A', \theta) = (f_1(A') + \theta_1, f_2(A') + \theta_2, \dots, f_m(A') + \theta_m)$, $\theta \in \Theta$.

Для розв'язання задачі (4) – (6) розроблений алгоритм, що базується на ідеології методу послідовного аналізу та відсіву варіантів [4].

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Емельянов С. В., Ларичев О. И. Многокритериальные методы принятия решений. Москва : Знание. 1985. 32 с.
2. Ларичев О. И. Теория и методы принятия решений. Москва : Логос, 2003. 392 с.
3. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. Москва : Радио и связь, 1993. 278 с.
4. Михалевич В. С., Волкович В. Л. Вычислительные методы исследования и проектирования сложных систем. Москва : Наука, 1982. 286 с.

Ізмаїльський державний гуманітарний університет

Грамастик Надія

**STEM-ОСВІТА ЯК ЧИННИК РОЗВИТКУ ФАХОВО-
БІОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ
БАКАЛАВРІВ ПРИРОДНИЧИХ НАУК**

На сучасному етапі розвитку шкільної природничої науки все більшу відчутну роль відіграє моделювання як