

УДК 681.5 (07)

О.В. Федусенко, О.О. Рафальська

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ДО ОЦІНКИ ЕЛЕКТРОННИХ НАВЧАЛЬНИХ КУРСІВ, РОЗРОБЛЕНИХ НА БАЗІ ПЛАТФОРМ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Розглянуто проблему оцінювання електронних навчальних курсів з урахуванням критеріїв якості. Запропоновану математичну багатокритеріальну модель можна бути використовувати для оцінювання електронних навчальних курсів будь-якої тематики.

Ключові слова: електронний навчальний курс, багатокритеріальна оптимізація, системний аналіз, методи експертного оцінювання, вагові критерії

Постановка проблеми

Сьогодні якість вищої освіти залежить від рівня впровадження інформаційно-комунікаційних технологій вищого навчального закладу. В Україні йде посилення ролі самостійної роботи студентів, обґрунтоване кредитно - модульною системою навчання. Найбільш ефективною для вирішення цього завдання є використання дистанційних (електронних) навчальних курсів – інформаційних продуктів, які є достатніми для навчання за окремими навчальними дисциплінами.

Принциповою відмінністю електронного навчального курсу (ЕНК) від електронного варіанта навчального посібника є:

- 1) чітка структурованість навчально-методичних матеріалів;
- 2) система інтерактивної взаємодії викладача та студента, студентів між собою, організована з використанням ресурсів ЕНК та дистанційних технологій, протягом усього часу вивчення дисципліни;
- 3) розклад виконання студентами навчального плану;
- 4) система контролю та оцінювання виконання всіх видів навчальної діяльності студентів [1].

Для забезпечення високого рівня навчання з використанням ЕНК необхідно розробити чіткі критерії оцінювання курсу, що дасть змогу забезпечити якісне подання електронних навчальних курсів, розміщених у ЕНК. Критерії мають давати можливість оцінити курс з позиції науковості, змістовності, методики навчання, структурної функціональності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Електронні курси використовуються у процесі дистанційного навчання. Проблемам впровадження дистанційного навчання присвячено роботи О. Андрєєва, В. Кухаренка, В. Солдаткіна, П. Стефаненка, А. Хуторського та ін. Аналіз останніх досліджень і публікацій показує, що для забезпечення ефективності використання ЕНК в навчальному процесі останні мають відповідати ряду вимог. До критеріїв якості ЕНК належать:

- критерії структурно-функціональної оцінки;
- критерії змістовної оцінки якості ЕНК;
- критерії дидактичної оцінки [2].

Формулювання мети статті

Метою статті є розробка математичної моделі оцінювання електронного навчального курсу з урахуванням якісних критеріїв. Використання даної моделі дозволить значно підвищити якість електронних навчальних курсів на базі платформ дистанційного навчання.

1. Критерій якості електронних навчальних курсів

Оцінка електронних навчальних курсів має носити комплексний характер. Розглянемо критерії якості ЕНК.

1.1 Критерії структурно-функціональної оцінки

Для оцінки структурно-функціональних характеристик курсу пропонується прийняти за основу модельну структуру ЕНК, яка чітко відповідає графіку навчання щодо засвоєння навчальної дисципліни:

1. Загальні відомості про курс:
 - візитка курсу;
 - робоча програма;
 - графік навчання;
 - методичні рекомендації щодо роботи з курсом;
 - оцінювання;
 - друковані та електронні джерела;
 - глосарій;
 - оголошення.
2. Модуль1...МодульN:
 - теоретичний матеріал;
 - практичні (лабораторні) роботи;
 - завдання для самостійної роботи;
 - модульний контроль.
3. Підсумкова атестація:
 - контрольні запитання;
 - тести для самоконтролю;
 - підсумковий тест.
4. Консультації:
 - синхронні;
 - асинхронні.

1.2. Критерії змістовної оцінки якості ЕНК

Зміст електронних навчальних матеріалів повинен відповідати потребам Державних стандартів освіти України з відповідних напрямів підготовки фахівців, типовим програмам дисциплін державних стандартів професійного навчання, переліку обов'язкових навчальних видань з дисципліни.

Критерії змісту матеріалу ЕНК:

- достатня глибина;
- коректність та наукова достовірність викладання навчального матеріалу;
- спрямованість змісту на застосування набутих знань у практичній діяльності;
- доступність викладання у відповідності до вікових та індивідуальних особливостей студентів.

1.3. Критерії методичної оцінки

Серед критеріїв методичної оцінки виділяються дидактичні оцінки якості навчальних матеріалів та оцінка методики навчання з використанням ЕНК:

Дидактичні вимоги:

- науковість навчання;
- доступність навчання;
- проблемність навчання;
- наочність навчання;
- свідомість;
- систематичність і послідовність.

Методичні вимоги:

- ЕНК повинен будуватися на основі взаємозв'язку понятійних, образних та дійових компонентів мислення;
- надання студенту різноманітних контролюючих можливостей;
- відображення системи наукових понять у ієрархічній структурі;
- відповідність компонентів ЕНК психологічним принципам та вимогам.

2. Оцінка електронних навчальних курсів

Для оцінки якості ЕНК пропонується використання методів безпосереднього оцінювання та згортки критеріїв.

Розглядатимемо ЕНК як складну систему, стан якої можна оцінити за множиною критеріїв. Нехай оцінювана система описується заданою множиною критеріїв:

$$F = \{f_1, \dots, f_i, \dots, f_n\}, \quad (1)$$

де f_i – значення i -го критерію; n – кількість критеріїв. Тоді система оцінки ЕНК за запропонованими критеріями описується наступним чином:

$$F = \{\{f_{\text{сф.о.}}\}, \{f_{\text{з.о.}}\}, \{f_{\text{м.о.}}\}\}, \quad (2)$$

$f_{\text{сф.о.}}$ – критерій структурно-функціональної оцінки; $f_{\text{з.о.}}$ – критерії змістовної оцінки якості ЕНК; $f_{\text{м.о.}}$ – критерії методичної оцінки.

У свою чергу:

$$f_{\text{сф.о.}} = \{\{f_{\text{к}}\}, \{f_{\text{м}}\}, \{f_{\text{п.а.}}\}, \{f_{\text{кон}}\}\}, \quad (3)$$

де $f_{\text{к}}$ – загальні відомості про курс; $f_{\text{м}}$ – модуль1...модульN; $f_{\text{п.а.}}$ – підсумкова атестація; $f_{\text{кон}}$ – консультації.

$$f_{\text{к}} = \{f_{\text{в}}, f_{\text{рп}}, f_{\text{гр}}, f_{\text{рек}}, f_{\text{оц}}, f_{\text{дж}}, f_{\text{гл}}, f_{\text{ог}}\}, \quad (4)$$

де $f_{\text{в}}$ – візитка курсу, $f_{\text{рп}}$ – робоча програма, $f_{\text{гр}}$ – графік навчання, $f_{\text{рек}}$ – методичні рекомендації по роботі з курсом, $f_{\text{оц}}$ – оцінювання, $f_{\text{дж}}$ – друковані та електронні джерела, $f_{\text{гл}}$ – глосарій, $f_{\text{ог}}$ – оголошення.

$$f_{\text{м}} = \{f_{\text{т.м.}}, f_{\text{п.р.}}, f_{\text{с.м.}}, f_{\text{м.к.}}\}, \quad (5)$$

де $f_{\text{т.м.}}$ – теоретичний матеріал; $f_{\text{п.р.}}$ – практичні (лабораторні) роботи; $f_{\text{с.м.}}$ – завдання для самостійної роботи; $f_{\text{м.к.}}$ – модульний контроль.

$$f_{\text{п.а.}} = \{f_{\text{к.з.}}, f_{\text{т.}}, f_{\text{л.т.}}\}, \quad (6)$$

де $f_{\text{к.з.}}$ – контрольні запитання; $f_{\text{т.}}$ – тести для самоконтролю; $f_{\text{л.т.}}$ – підсумковий тест.

$$f_{\text{кон}} = \{f_{\text{син}}, f_{\text{асин}}\}, \quad (7)$$

де $f_{\text{син}}$ – синхронні консультації, $f_{\text{асин}}$ – асинхронні консультації.

Отже, оцінювана система описується наступним чином:

$$F = \left\{ \left\{ \{f_{\text{в}}, f_{\text{рп}}, f_{\text{зр}}, f_{\text{рек}}, f_{\text{оц}}, f_{\text{дож}}, f_{\text{за}}, f_{\text{оц}}\} \right. \right. \\ \left. \left\{ f_{\text{т.м.}}, f_{\text{п.р.}}, f_{\text{с.м.}}, f_{\text{м.к.}} \right\}, \left\{ f_{\text{к.з.}}, f_{\text{м.з.}}, f_{\text{л.м.}} \right\}, \right. \\ \left. \left\{ f_{\text{син}}, f_{\text{асин}} \right\}, \left\{ f_{\text{з.о.}} \right\}, \left\{ f_{\text{м.о.}} \right\} \right\}. \quad (8)$$

Значення $f_{\text{сф}}$ отримуємо в результаті проведення анкетування студентів (експертів). Для цього студентам пропонується заповнити анкету (Табл.1). В даному випадку оцінювання курсу за структурно-функціональним критерієм є суб'єктивним. Відповідно до навчальної програми дисципліни кількість підкритеріїв може змінюватися залежно від наявності їх в курсі. Отримані дані заносимо до таблиці 2 та розраховуємо значення критерію $f_{\text{сф}}$. За формулою (9) знаходимо результат обробки думок експертів методом безпосереднього оцінювання:

$$f'_{j(A_i)} = \frac{\sum_{j=1}^s f_j(A_i)}{s}, \quad (9)$$

де $f'_{j(A_i)}$ – оцінка критерію f_j за властивістю A_i .

Для знаходження значення підкритеріїв $f_k, f_m, f_{\text{п.а.}}, f_{\text{кон}}$, та критерію $f_{\text{сф}}$ використовуємо метод згортки критеріїв:

- приводимо критерії до безрозмірного вигляду;
- визначаємо функцію корисності - оцінку критеріїв.

$$f''_{j(A_i)} = \frac{f_j^{\text{max}} - f'_{j(A_i)}}{f_j^{\text{max}} - f_j^{\text{min}}}, \quad (11)$$

де $f''_{j(A_i)}$ – оцінка критерію f'_j за властивістю A_i , f_j^{min} , f_j^{max} – мінімальне і максимальне значення критерію.

$$f'''_k = \sum_{i=1}^8 f''_{j(A_i)}, \quad (12)$$

де f'''_k – оцінка критерію f_k .

$$f'''_m = \sum_{i=9}^{12} f''_{j(A_i)}, \quad (13)$$

де f'''_m – оцінка критерію f_m .

$$f'''_{\text{п.а.}} = \sum_{i=13}^{15} f''_{j(A_i)}, \quad (14)$$

де $f'''_{\text{п.а.}}$ - оцінка критерію $f_{\text{п.а.}}$.

$$f'''_{\text{кон}} = \sum_{i=16}^{17} f''_{j(A_i)}, \quad (15)$$

де $f'''_{\text{кон}}$ – оцінка критерію $f_{\text{кон}}$.

Для розрахунку загальної структурно-функціональної оцінки врахуємо вагу кожного підкритерію, оцінюючи значущість кожної складової курсу. Отже, маємо:

- $\alpha_k = 0,2$ - вага f_k ;
- $\alpha_m = 0,35$ - вага f_m ;
- $\alpha_{\text{п.а.}} = 0,3$ - вага $f_{\text{п.а.}}$;
- $\alpha_{\text{кон.}} = 0,15$ - вага $f_{\text{кон}}$;

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1, \quad (16)$$

$$f'_k = \frac{f'''_{\text{max}_k} - f'''_k}{f'''_{\text{max}_k} - f'''_{\text{min}_k}}, \quad (17)$$

$$f'_i = \frac{f'''_{\text{max}_i} - f'''_i}{f'''_{\text{max}_i} - f'''_{\text{min}_i}}, \quad (18)$$

$$f'_{\text{п.а.}} = \frac{f'''_{\text{max}_{\text{п.а.}}} - f'''_{\text{п.а.}}}{f'''_{\text{max}_{\text{п.а.}}} - f'''_{\text{min}_{\text{п.а.}}}}, \quad (19)$$

$$f'_{\text{кон}} = \frac{f'''_{\text{max}_{\text{кон}}} - f'''_{\text{кон}}}{f'''_{\text{max}_{\text{кон}}} - f'''_{\text{min}_{\text{кон}}}}, \quad (20)$$

$$f_{\text{сф.о.}} = \sum_{i=1}^4 f'_i \times \alpha_i. \quad (21)$$

Оцінка якості змістовності та методичності ЕДК здійснюється групою фахівців – фахівцем з предметної області та фахівцем з методики організації навчання. При опрацюванні даних оцінки критеріїв змістовності та методичності курсу також враховується вага оцінки даного експерта (фахівця) відповідно до його компетентності

$$\left(\sum_{i=1}^k \gamma_i = 1 \text{ та } \sum_{i=1}^p \gamma_i = 1 \text{ де } \gamma_i - \text{вага оцінки } i\text{-го експерта} \right).$$

Отже, для знаходження f_3 та f_m використовуємо формули:

$$f_3 = \frac{\sum_{i=1}^k f_{3i} \cdot \gamma_i}{k}, \quad (22)$$

$$f_m = \frac{\sum_{i=1}^p f_{mi} \cdot \gamma_i}{p}. \quad (23)$$

Для оцінки якості ЕДК приводимо критерії до безрозмірного вигляду, за формулами:

$$f_{\text{сф}} = \frac{f_{\text{сф}} - f_{\text{сф}}^{\text{min}}}{f_{\text{сф}}^{\text{max}} - f_{\text{сф}}^{\text{min}}}, \quad (24)$$

Структурно-функціональна оцінка ЕНК в 3-бальній системі у вигляді анкети

Критерій	Складова критерію	Характеристика критерію	Оцінка
Загальні відомості про курс	Візитка курсу	Анотація дисципліни, наведена у візитці курсу змістовно відповідає описанню ключових тем курсу	
	Робоча програма	Наявність програми, що відповідає типовій навчальній програмі або анотації освітнього стандарту	
	Графік навчання	Наявність графіка навчання, що відповідає робочій навчальній програмі	
	Методичні рекомендації щодо робіт з курсом	Наявність методичних рекомендацій щодо роботи з навчальним курсом, яка полегшує роботу з ними	
	Оцінювання	Наявність критеріїв оцінювання знань, умінь навичок	
	Друковані та електронні джерела	Запропоновані друковані та електронні джерела містять основні та додаткові навчально-методичні матеріали з дисципліни	
	Глосарій	Основні терміни з дисципліни представлені у глосарії до курсу та подані у коректній формі	
	Оголошення	Наявність оголошень та форумів, в яких подані актуальні питання для обговорення	
Модуль 1... Модуль N	Теоретичний матеріал	Кожна тема, що подається, висвітлена в обсязі достатньому для оволодіння навчальним матеріалом. Матеріал підкріплений графікою, мультимедіа, відео- та аудіофрагментами	
	Практичні (лабораторні) роботи	Зміст практичних (лабораторних) робіт, вказівки, що дають повне пояснення щодо порядку виконання роботи	
	Завдання для самостійної роботи	Додаткові навчальні матеріали для виконання завдань для самостійної роботи або посилання на зовнішні інформаційні ресурси подані в обсязі достатньому для самостійного оволодіння навчальним матеріалом	
	Модульний контроль	Завдання або тест охоплює весь матеріал з модуля та відповідає вимогам до знань, умінь та навичок, якими необхідно оволодіти під час вивчення модуля	
Підсумкова атестація	Контрольні запитання	Зміст контрольних запитань відповідає знанням, умінням та навичкам	
	Тести для самоконтролю	Тестові завдання сформовані у тест таким чином, щоб охопити навчальний матеріал всіх модулів курсу	
	Підсумковий тест	Тест відповідає умовам валідності (об'єктивність контролю)	
Консультації	Синхронні (одночасні)	Одночасна консультація (on-line сультація)	
	Асинхронні	Консультація із затримкою в часі (off-line консультація)	

Обробка даних анкетування студентів

Критерій	Експерти			$f'_{j(A_i)}$	$f''_{j(A_i)}$	$f'''_{к}$	$f'''_{м}$	$f'''_{п.а.}$	$f'''_{кон}$	α_i	f'_i	$f_{с.ф.о.}$
	1	...	s									
$f_{к}$	$A_1 = f_{в}$						—	—		0,2		
	$A_2 = f_{рп}$						—	—				
	$A_3 = f_{гр}$						—	—				
	$A_4 = f_{рек}$						—	—				
	$A_5 = f_{оц}$						—	—				
	$A_6 = f_{дж}$						—	—				
	$A_7 = f_{гл}$						—	—				
	$A_8 = f_{ог}$						—	—				
$f_{м}$	$A_9 = f_{т.м.}$					—		—		0,3 5		
	$A_{10} = f_{п.р.}$					—		—				
	$A_{11} = f_{с.м.}$					—		—				
	$A_{12} = f_{м.к.}$					—		—				
$f_{п.а.}$	$A_{13} = f_{к.з.}$					—	—			0,3		
	$A_{14} = f_{т.}$					—	—					
	$A_{15} = f_{п.т.}$					—	—					
$f_{кон}$	$A_{16} = f_{син}$					—	—	—		0,1 5		
	$A_{17} = f_{асин}$					—	—	—				

де $f_{сф}^{min}$, $f_{сф}^{max}$ – мінімальне і максимальне значення критерію структурно-функціональної оцінки,

$$f_3 = \frac{f_3 - f_3^{min}}{f_3^{max} - f_3^{min}}, \quad (25)$$

де f_3^{min} , f_3^{max} – мінімальне і максимальне значення критерію змістовної оцінки,

$$f_M = \frac{f_M - f_M^{min}}{f_M^{max} - f_M^{min}}, \quad (26)$$

де f_M^{min} , f_M^{max} – мінімальне і максимальне значення критерію методичної оцінки.

Для знаходження загальної оцінки ЕДК розраховуємо функцію користності:

$$V_i = \sum_{i=1}^n f_i \times \lambda_i, \quad (27)$$

де λ_i – відносний коефіцієнт важливості i -го критерію, $\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$.

Для визначення критерію важливості пропонуємо експертам проранжувати критерії оцінки ЕНК. Для цього експерт присвоює ранг (номер) критерію, що підвищуються зі спадом оцінки даного критерію (табл. 3).

Таблиця 3

Ранжування критеріїв

Критерій	Експерти			X^1
	1	...	m	
Структурно-функціональна оцінка				
Змістовна оцінка				
Методична оцінка				

У результаті опитування експертів будемо матрицю X^1 , що відображає результати оцінок m експертів n критеріїв. Елементом матриці буде значення X^1_{ij} - ранг i критерію j -го варіанта в оцінці i -го експерта. Сума рангів у ранжуванні i -го експерта:

$$X'_j = \sum_{j=1}^n X'_{ij} = 0,5n(n+1). \quad (28)$$

Визначаємо середній ранг критеріїв

$$X_{сер} = 0,5m(n+1). \quad (29)$$

Визначаємо дисперсію думок експертів S та значення $\sum_{m=1}^M T_i$ за формулами:

$$S^1 = \sum_{j=1}^n d^1_j; \quad (30)$$

$$d^1_j = (X^1_j - X_{сер})^2; \quad (31)$$

$$T^1_i = \sum_{\mu=1}^M (t^3_{\mu_i} - t_{\mu_i}), \quad (32)$$

де t_{μ_i} – число повторень μ -рангу ранжування i -го експерта.

Визначаємо коефіцієнт конкордації для оцінки узгодженості думок експертів:

$$K^1 = \frac{12S^1}{m^2(n^3 - n) - m} \sum_{i=1}^m T^1_i, \quad (33)$$

при цьому $0 \leq K^1 \leq 1$. Думки експертів вважати

узгодженими, якщо $K^1 > 0,55$.

Визначається сумарний ранг кожного критерію X'_1 . Ступінь важливості критерію розраховується за формулою:

$$\lambda_1 = \frac{X'_1}{\sum_{l=1}^L X'_1}, \quad (34)$$

де X'_1 – перетворений сумарний ранг критерію l ; $X'_1 = nm - X_1$.

3. Схема проведення оцінювання курсу

Процес проведення оцінювання електронного навчального курсу представимо у вигляді загальної схеми проведення оцінювання курсу за розробленою математичною моделлю (див. рисунок).

Висновки

В статті розглянуто критерії оцінки електронних навчальних курсів – інформаційних продуктів, які є достатніми для навчання за окремими навчальними дисциплінами, а також розроблено математичну багатокритеріальну

модель, що може бути використана для оцінювання електронних навчальних курсів будь-якої тематики.

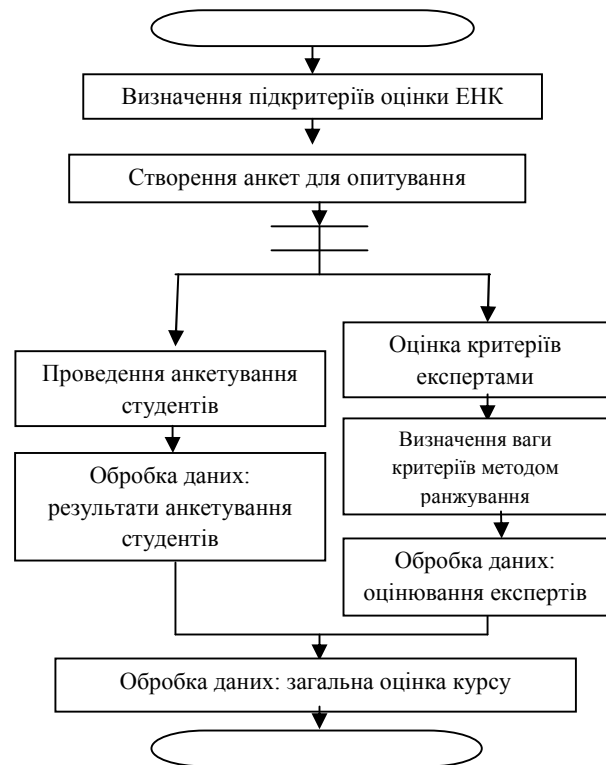


Рисунок. Загальна схема проведення оцінювання курсу за розробленою математичною моделлю

Список літератури

1. Морзе Н.В. Структура електронного навчального курсу на базі платформи дистанційного навчання. // Комп'ютер у школі та сім'ї. – 2008. – № 5. – С. 11 – 18.
2. Морзе Н.В., Глазунова О.Г. Критерії якості електронних навчальних курсів, розроблених на базі платформ дистанційного навчання// Інформаційні технології в освіті. – 2009. – №4. – С. 63 – 76.
3. Кини Л.Р., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения: Пер. с англ./Под ред.И.Ф. Шахнова. – М.:Радио и связь,1981. – 560 с.

Стаття надійшла до редколегії 02.07.2011

Рецензент: д-р техн.наук, проф., С.В. Цюцюра, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ