

ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ СИСТЕМИ ТА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ

УДК 621.317

РОЗРОБЛЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ТА МЕТОДИКИ ЯКІСНОЇ ОЦІНКИ ПОРТРЕТА КОРИСТУВАЧА В ОСВІТНІХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

© Леонід Віткін¹, Тетяна Лемешко², 2009

¹ Держспоживстандарт України, Київ

² Національний транспортний університет, Київ

Запропоновано математичну модель та методику комплексної оцінки портрета користувача освітньої інформаційної системи, розроблену на основі експертних оцінок, яка дає змогу визначати індивідуальну траєкторію навчання на кожному етапі.

Предложена математическая модель и методика комплексной оценки портрета пользователя образовательной информационной системы, разработанная на основе экспертных оценок, которая позволяет определять индивидуальную траекторию обучения на каждом ее этапе.

It has been proposed a mathematical model and method of complex estimation to the portrait of user of the educational informative system, developed on the basis of expert estimations, which allows to determine the individual trajectory of learning on every his stage.

Постановка задачі. Необхідність постійного підвищення якості навчання, зумовлена великою конкуренцією на ринку освітніх послуг, вимагає широкого застосування новітніх інформаційних технологій (ІТ), що, своєю чергою, сприяє збільшенню кількості розробок і впроваджень інформаційних систем (ІС) в освіті. До переліку основних вимог до таких систем з погляду забезпечення якості навчального процесу слід зарахувати: функціональність і простоту використання; адекватність до індивідуальних потреб користувача і ринку праці; постійна відповідність сучасному рівню розвитку ІТ завдяки застосуванню передових методик навчання [1–3]. Параметр адекватності залежить від методики і технології реалізації, що визначає стан користувача відносно системи і стан системи відносно ринку праці. Найчастіше відповідальність за адекватність системи перекладається на викладача, навчальний відділ й адміністратора (архітектора) системи, що контролюють її в ручному режимі.

Питання адаптації в освітніх ІС не є новим. Як правило, адаптація реалізується завдяки моделі студента, яка охоплює різні параметри, такі, як програма освіти, спеціальність, характеристики особистості, педагогічні методики навчання тощо [4, 5].

Моделі студента можуть бути розділені на дві основні групи: фіксовані та імітаційні. Фіксовані, своєю чергою, містять скалярні, оверлейні (векторні і мережеві) та генетичні графи. До імітаційних можна віднести моделі обмежень, помилок і фальшправил.

Отже, для відображення інформації про студента використовують різні можливості, наприклад, такі, як граф знань, база знань, мережі Байєса тощо.

Нині найчастіше використовують векторні і мережеві моделі – 45 % і 48 % відповідно. У мережевих моделях інформація про студента відображається, як правило, за допомогою графа знань, вершини якого відповідають квантам навчальної інформації, а дуги показують відношення між ними [6].

Незважаючи на те, що ідеї адаптивного навчання підкріплені великою кількістю фундаментальних праць і прикладами реалізації в інтелектуальних ІС, лише у небагатьох системах електронної освіти широко реалізовано підтримку цієї технології. Причиною тому є трудомісткість і неуніверсальність алгоритмів реалізації цієї задачі для компонентів інтегрованої ІС, а також складність розроблення навчального контенту з урахуванням вимог до його адаптивності.

Широке застосування адаптації для компонентів освітньої ІС можливе лише за умови простоти і універсальності їх реалізації. Одним з варіантів може бути застосування експертних методик [7] для побудови математичних моделей стану компонентів освітньої ІС, зокрема моделі навчального процесу.

Індивідуальна траєкторія навчання для кожного навчального курсу повинна визначатися залежно від значення інтегральної оцінки портрета користувача. Для такої оцінки необхідно розробити комплексну методику, яка давала б можливість враховувати найважливіші параметри кожного користувача освітньої інформаційної системи [8].

Розроблення методики вимагає розв'язання таких основних задач:

1. Розроблення основних концепцій побудови комплексного методу інтегральної оцінки портрета користувача на основі принципу бальної оцінки.

2. Дослідження формування кількісних оцінок параметрів портрета користувача та побудова математичних моделей їх впливу на індивідуальну траєкторію навчання.

3. Розроблення загальної моделі оцінки та методики оцінки портрета користувача для визначення його індивідуальної траєкторії навчання.

Розв'язання задачі. Визначимо параметри портрета користувача, які впливають на траєкторію його навчання (рис. 1), що дає змогу застосувати експертні методи їх оцінки [9, 10].

Для розроблення принципів управління якістю процесу індивідуального навчання необхідно мати кількісну оцінку якості (інтегральну оцінку) портрета користувача.

Методи кількісної оцінки якості будь-якої продукції розглядаються в кваліметрії. Кваліметрія охоплює два поняття – вимірювання показників та оцінку якості. Основним завданням є комплексна кількісна оцінка різних процесів.

Якість портрета користувача розглянемо як складну властивість, яка являє собою ієрархічну сукупність простих властивостей. Підпорядкованість простіших властивостей складнішим характеризується ієрархічним законом, що визначає модель якості портрета користувача (рис. 2).

Складна властивість на найнижчому нульовому рівні характеризується сукупністю властивостей, що розміщені на вищих рівнях та, як наслідок, являє собою

показник. Узагальнену властивість на нульовому рівні можна охарактеризувати найістотнішими складовими частинами (також узагальненими) 1-го рівня. Своєю чергою, кожна властивість першого рівня характеризується сукупністю властивостей другого рівня і т. д. Отже, властивість i -го рівня якості продукції визначається властивостями вищого $i+1$ -го рівня.

На кожному рівні будь-яка властивість продукції кількісно оцінюється одиничним (диференціальним) показником якості:

$$K_i = P_{ia} / P_{i0} \quad (1)$$

або

$$K_i = P_{i0} / P_{ia} \quad (2)$$

де P_{ia} – абсолютне значення показника; P_{i0} – базове значення показника, прийнятого сьогодні за еталон.

K_i розраховують за формулою, відповідно до якої його збільшенню відповідає покращання якості продукції. Величина K_i являє собою відносну характеристику чи рівень якості. Рівень якості визначається значенням еталонного показника, який, залежно від суспільних вимог до студента, може набувати різних значень. Отже, залежно від базового показника, що приймається, якість на кожному рівні моделі може набувати різного відносного значення незалежно від його абсолютної величини. Отже, важливим є встановлення не лише абсолютних, але і базових показників.

Кожна властивість на будь-якому рівні моделі якості зумовлюється мінливістю різноманітних процесів та явищ і має стохастичну природу. Тому вимірювання абсолютних значень показників та оцінка їх рівня повинні ґрунтуватися на статистико-ймовірнісному принципі.

При оцінці узагальненої властивості на цьому рівні необхідно враховувати значущість (вагомість) кожної простої властивості. Значущість вказує на вплив цієї диференційної властивості на формування комплексної властивості та виражається в процентному відношенні.

Комплексна властивість цього рівня являє собою суму простих властивостей з урахуванням їхньої вагомості.

$$K_k = \sum_{i=1}^n K_i m_i \quad (3)$$

де K_i – диференціальний відносний показник властивості з коефіцієнтом вагомості m_i .

Як видно з формули (3), кожна властивість якості характеризується двома показниками – рівнем якості та коефіцієнтом m_i .

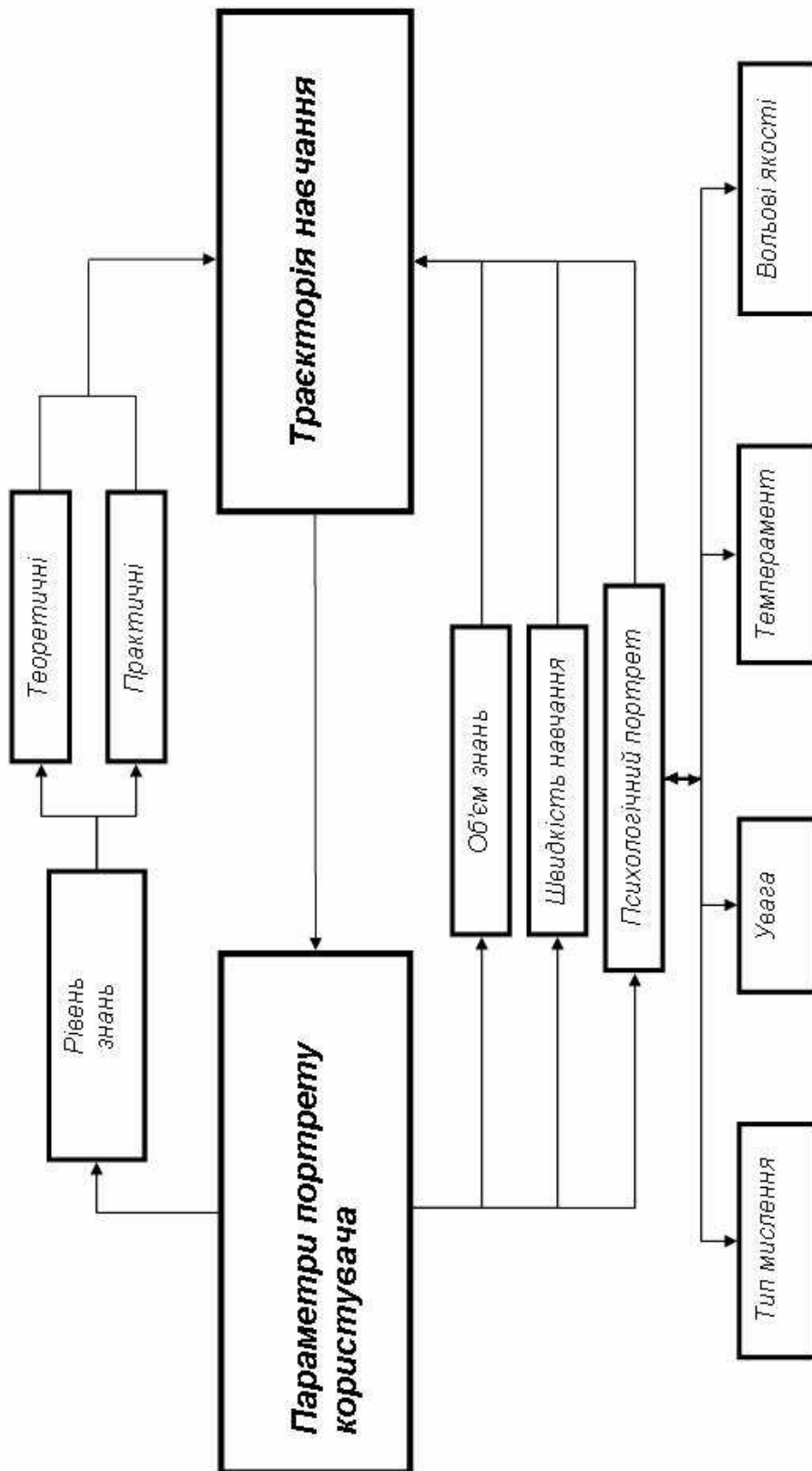


Рис. 1. Залежність траєкторії навчання від параметрів портрету користувача

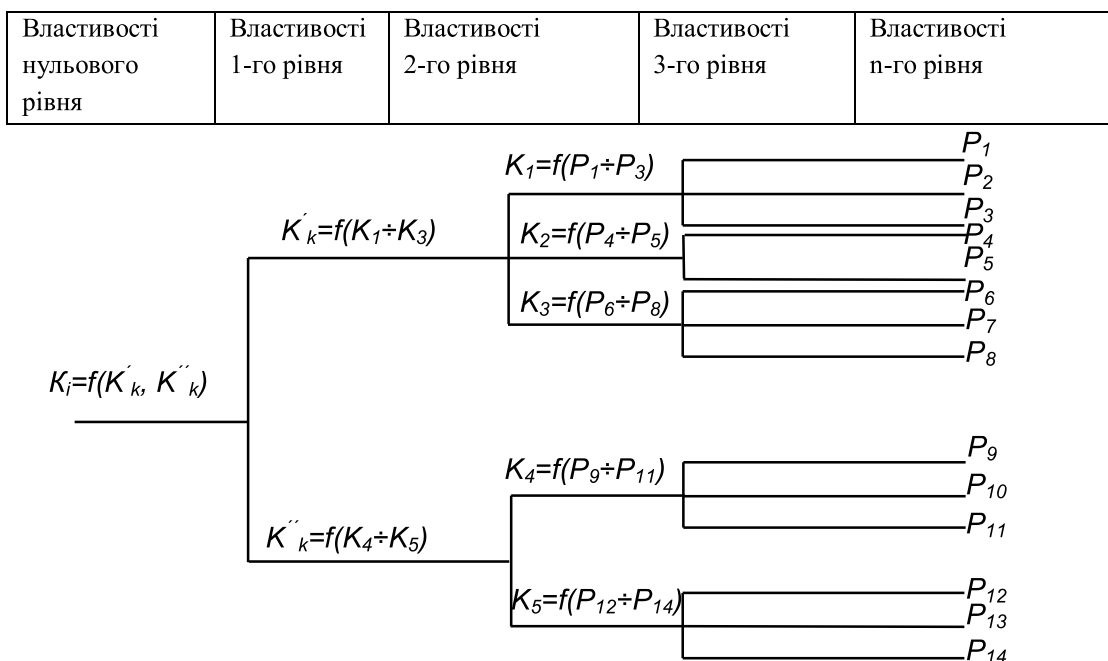


Рис. 2. Модель якості портрета користувача освітньої ІС (K_i – інтегральна якість; K_k – комплексна якість; $P_1 \div P_m$ – прості властивості якості)

Властивості кожного рівня взаємно впливають один на одного, а узагальнені властивості одного рівня впливають на узагальнені властивості другого рівня. Як наслідок, між комплексним показником якості та і-ю властивістю р-го рівня є певна кількісна залежність.

Вагомість властивостей на будь-якому рівні чи в групі цього рівня підпорядковується залежності:

$$\sum_{i=1}^n m_i = q = const, \tag{4}$$

де q – постійна величина, що приймається такою, що дорівнює 1 при дробових значеннях m_i та такою, що дорівнює 100 при поданні m_i у процентах.

Враховуючи цей зв'язок, можливо визначити вплив будь-якої властивості останнього рівня на комплексний показник якості (на нульовому рівні)

$$K_{in} = K_{i1} K_{i2} K_{i3}, \dots, K_{in}. \tag{5}$$

Аналогічно, таку саму кількісну оцінку можливо дати для будь-якого рівня. Так, при n-рівневій моделі якості, якщо необхідно виявити вплив і-ї властивості рівня на комплексний показник, маємо:

$$K_{ip} = K_{i1} K_{i2} K_{i3}, \dots, K_{ip} \tag{6}$$

За комплексний показник приймаємо інтегральну якість портрета користувача, що визначається параметрами рівня наявних знань з курсу, обсягом знань,

швидкістю вивчення матеріалу та психологічним портретом, що визначає рівень сприйняття матеріалу.

Своєю чергою, на рівень знань впливають такі властивості, як складність матеріалу, насиченість, структурованість, інтерактивність та методика навчання. На обсяг знань найбільше впливає складність матеріалу, насиченість і методика навчання. Швидкість вивчення матеріалу залежить від складності матеріалу, рівня його насиченості, інтерактивності, структурованості та методики навчання. Рівень сприйняття істотно залежить від інтерактивності матеріалу, його структурованості, методики навчання і складності.

Отже, схема побудови методу матиме вигляд, зображений на рис. 3.

Наступним кроком є експертне дослідження впливу параметрів портрета користувача на його траєкторію навчання.

З цією метою задіємо групу експертів у кількості 12 осіб, зокрема 6 наукових співробітників, 3 розробники курсів та 3 студенти. Перед експертами поставимо завдання чітко проранжувати і визначити роль параметрів портрета користувача у формуванні індивідуальної траєкторії навчання. Результати опитування і відповідних розрахунків зведемо у табл. 1.

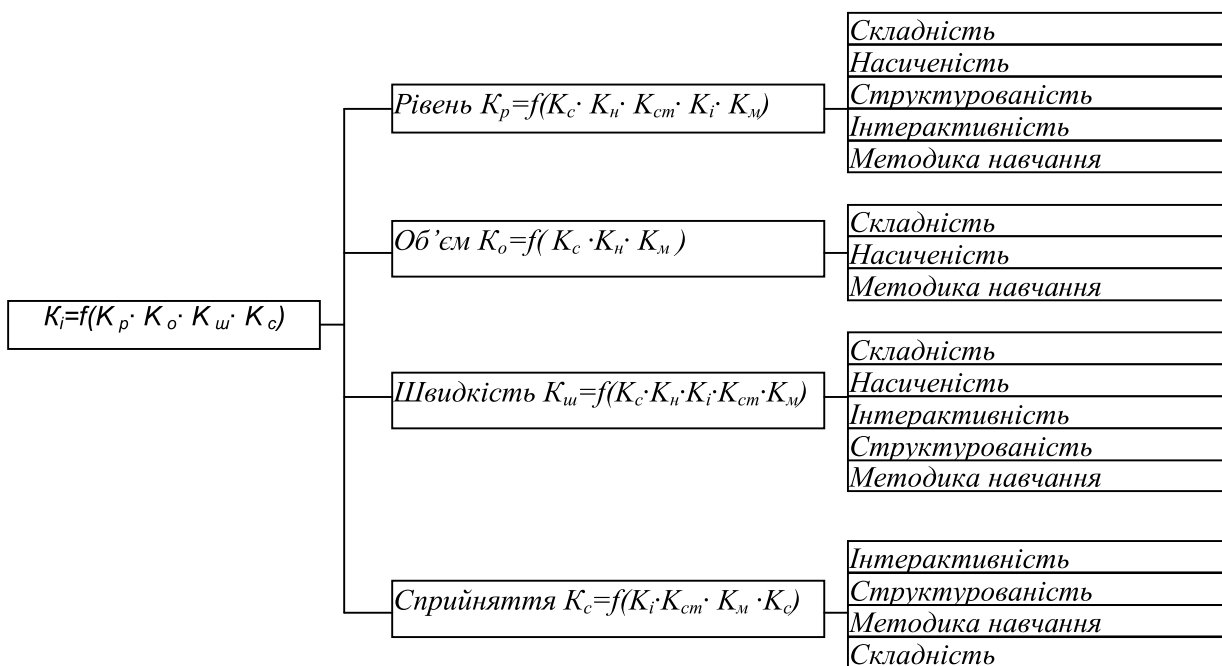


Рис. 3. Схема побудови методу

Таблиця 1

Ранжування параметрів портрета користувача

Категорії експертів	№ з/п	Параметри портрета користувача				$T_i = \Sigma(t_i^3 - t_i)$
		Рівень знань X_1	Об'єм знань X_2	Швидкість навчання X_3	Рівень сприйняття X_4	
1	2	3	4	5	6	7
Науковці	1	1	2	3	4	0
	2	1	2	3	4	0
	3	1	2,5	2,5	4	6
	4	1	2	3	4	0
	5	1	2	3	4	0
	6	1	2	3	4	0
Розробники курсів	7	2	3	1	4	0
	8	1	2	3	4	0
	9	1	2	3	4	0
Студенти	10	1	2	3	4	0
	11	1	2,5	2,5	4	6
	12	1	2	3	4	0
Σa_{ij}		13	26	33	48	$\Sigma T_j = 12$
M		30	30	30	30	
Δ_i		-17	-4	3	18	
Δ_i^2		289	16	9	324	
S		638	638	638	638	
a_{cp}		1,08	2,17	2,75	4	
Z_{xi}		3,92	2,83	2,25	1	

Дамо пояснення параметрам, що входять до табл. 1, і порядку їх розрахунку:

a_{ij} – ранг кожного i -го фактора у j -го експерта;

Σa_{ij} – сума рангів за факторами;

$\Sigma a_{x1}=1+1+1+1+1+1+2+1+1+1+1=13$;

$\Sigma a_{x2}=2+2+2,5+2+2+2+3+2+2+2+2,5+2=26$;

$\Sigma a_{x3}=3+3+2,5+3+3+3+1+3+3+3+2,5+3=33$;

$\Sigma a_{x4}=4 \cdot 12=48$;

M – середня сума рангів:

$$M = \frac{\sum a_{ij}}{k} = \frac{13+26+33+48}{4} = 30 \quad (7)$$

Δ_i – різниця між сумою рангів та середньою сумою рангів:

$$\Delta_i = \sum a_{ij} - T_i \quad (8)$$

$\Delta_{x1}=13-30=-17$;

$\Delta_{x2}=26-30=-4$;

$\Delta_{x3}=33-30=3$;

$\Delta_{x4}=48-30=18$;

$\Delta_{x1}^2=-17^2=289$;

$\Delta_{x2}^2=-4^2=16$;

$\Delta_{x3}^2=3^2=9$;

$\Delta_{x4}^2=18^2=324$;

S – сума квадратів відношень:

$$S = \sum_{i=1}^m \Delta_i^2 = 289+16+9+324 = 638 \quad (8)$$

a_{cp} – середнє значення рангів за кожним з факторів:

$$a_{cp\ x1} = \frac{1+1+1+1+1+1+2+1+1+1+1+1}{12} = 1,08$$

$$a_{cp\ x2} = \frac{2+2+2,5+2+2+2+3+2+2+2+2,5+2}{12} = 2,17$$

$$a_{cp\ x3} = \frac{3+3+2,5+3+3+3+1+3+3+3+2,5+3}{12} = 2,75$$

$$a_{cp\ x4} = \frac{4 \cdot 12}{12} = 4$$

Z_{xi} – умовне значення кожного фактора:

$$Z_{xi} = K \cdot a_{cp} + 1 \quad (9)$$

$Z_{x1}=4-1,08+1=3,92$

$Z_{x2}=4-2,17+1=2,83$

$Z_{x3}=4-2,75+1=2,25$

$Z_{x4}=4-4+1=1$

Визначимо значення середньої суми рангів:

$$T_i = \frac{1}{12} \sum (t_i^3 - t_i) = T_i = \frac{1}{12} \left[(2^3 - 2) + (2^3 - 2) \right] = 1 \quad (10)$$

На основі даних табл. 1 розрахуємо значення W – коефіцієнта узгодженості думок експертів (коефіцієнт конкордації) за формулою:

$$W = \frac{S}{\frac{1}{12} (m^2 (k^3 - k) - m T_i)} = \frac{638}{\frac{1}{12} (12^2 (4^3 - 4) - 12 \cdot 1)} = 0,89 \quad (11)$$

де m – кількість досліджуваних, що належать ранжуванню, $m=12$; k – кількість факторів, що підлягають ранжуванню, $k=4$.

Значення W може лежати у межах: $0 \leq W \leq 1$. Оскільки $0 \leq 0,89 \leq 1$, то число 0,89 відповідає поставленій умові.

Значущість отриманої величини коефіцієнта конкордації перевіряємо за χ^2 – критерієм. Розрахунок здійснюємо за такою формулою:

$$\chi^2 = \frac{S}{\frac{1}{12} \left[mk(k+1) - \frac{1}{k-1} \sum T_i \right]} = \frac{638}{\frac{1}{12} \left[12 \cdot 4(4+1) - \frac{1}{4-1} 12 \right]} = 32,44 \quad (12)$$

Далі знаходимо табличне значення $\chi^2_{табл}$ залежно від ступеня свободи f для прийнятого рівня значущості p ($0,01 < p < 0,2$). Порівнюємо χ^2 з $\chi^2_{табл}$.

$$f = k - 1 = 4 - 1 = 3 \quad (13)$$

Оскільки $\chi^2_{табл}=16$, а рівень значущості $p=0,05$, умова $\chi^2_{табл} < \chi^2$ виконується ($16 < 32,44$).

Отже, доведено збіг думки експертів. На основі цього маємо право стверджувати, що думки експертів збігаються і дані соціологічного опитування можна використовувати для подальшої роботи, тобто для побудови математичної моделі комплексної бальної оцінки портрета користувача.

Параметри портрета користувача за значущістю розподіляються так:

1. Рівень знань.
2. Обсяг знань.
3. Швидкість навчання.
4. Рівень сприйняття.

Як бачимо, рівень знань займає перше місце, а вплив рівня сприйняття на індивідуальну траєкторію навчання – останнє.

Крім того, результати дослідження уможливили ранжування чинників за їх значущістю. Умовні значення факторів наведено у табл. 2.

Таблиця 2

Умовні значення факторів

Рівень знань	Обсяг знань	Швидкість навчання	Рівень сприйняття
3.92	2.83	2.25	1

На основі умовних значень будуюмо діаграму рангів (рис. 4).

Оскільки рівень сприйняття має невелике значення при визначенні індивідуальної траєкторії навчання, було прийняте рішення обмежитися використанням трьох чинників без урахування параметра рівня сприйняття. Проте це не виключає можливості врахувати його у загальній математичній кваліметричній моделі.

На підставі наявних даних можна побудувати загальну математичну модель бальної оцінки портрета користувача.

Модель оцінки – це вираз, який кількісно пов'язує вплив різноманітних факторів на комплексний показник оцінки.

Як комплексний показник доцільно використати бальну оцінку. Загальна формула комплексної бальної оцінки портрета користувача буде мати такий вигляд:
 $Z = K_p f_1(H_p) + K_o f_2(H_o) + K_u f_3(H_u) + K_c f_4(H_c)$, (14)
де K_p, K_o, K_u, K_c – відповідно коефіцієнти вагомості за кожним із параметрів портрета користувача; $f_i(H_i)$ – середньозважена величина оціночної характеристики параметра портрета користувача.

Для реалізації методики якісної оцінки портрета користувача в освітній ІС необхідно виконати такий алгоритм (рис. 5).

Розглянемо окремі етапи методики. Встановлення вагомості здійснюємо на основі експерименту для кожного окремо взятого параметра портрета користувача. Далі аналізуємо дію цих параметрів та встановлюємо допустимі значення параметрів портрета користувача. Потім визначаємо оціночні характеристики параметрів портрета користувача. На основі цих даних будуюмо формулу для комплексної оцінки портрета користувача і визначаємо оціночні значення портрета користувача.

Після цього визначимо вагомість параметрів портрета користувача.

Коефіцієнти вагомості параметрів портрета користувача визначаємо експертним методом. Оскільки вже було доведено узгодженість оцінок експертів, то дані з табл. 1 можна використовувати для кількісної оцінки відповідності факторів. Складаємо табл. 3 – кількісну оцінку відповідності параметрів.

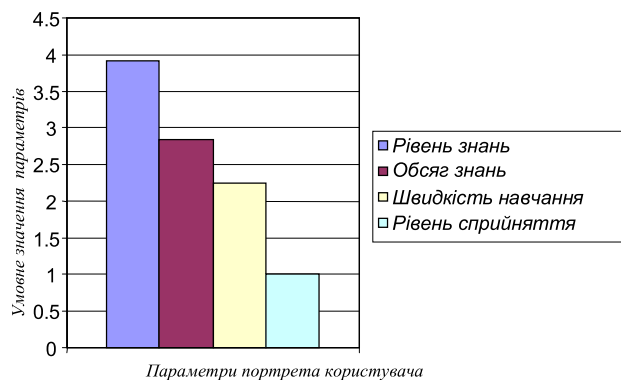


Рис. 4. Діаграма рангів

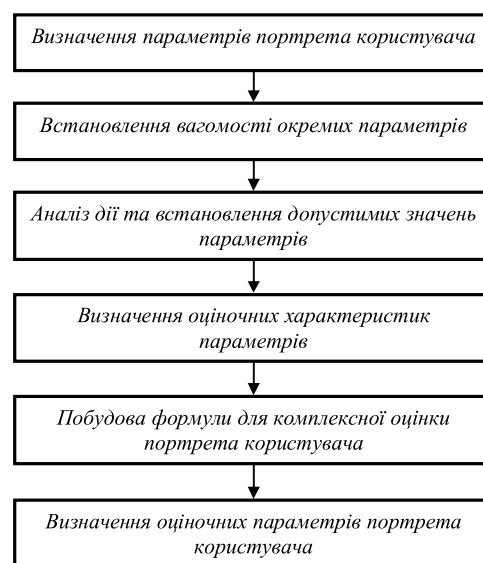


Рис. 5. Алгоритм побудови методики якісної оцінки портрета користувача в освітній ІС

На основі оцінок експертів ΣK_i знаходимо середні бальні оцінки K_{xi} за кожним із параметрів портрета користувача за виразом:

$$K_{xi} = \frac{\sum K_i}{m} \quad (15)$$

Результати розрахунків за (15) показали, що:

$$K_p = \frac{7,30}{12} = 0,61 \quad (16)$$

$$K_o = \frac{2,45}{12} = 0,20$$

$$K_u = \frac{1,65}{12} = 0,14$$

$$K_c = \frac{0,60}{12} = 0,05$$

Таблиця 3

Кiлькiсна оцiнка вiдповiдностi параметрiв

Категорiї експертiв	№ з/п	Коефiцiєнти вагомостi			
		Рiвень знань X ₁	Обсяг знань X ₂	Швидкiсть навчання X ₃	Рiвень сприйняття X ₄
Науковцi	1	0,65	0,20	0,10	0,05
	2	0,70	0,15	0,10	0,05
	3	0,60	0,15	0,15	0,10
	4	0,65	0,20	0,10	0,05
	5	0,70	0,15	0,10	0,05
	6	0,65	0,20	0,10	0,05
Розробники курсiв	7	0,40	0,15	0,45	0,00
	8	0,65	0,20	0,10	0,05
	9	0,55	0,30	0,10	0,05
Студенти	10	0,50	0,30	0,15	0,05
	11	0,65	0,20	0,10	0,05
	12	0,60	0,25	0,10	0,05
ΣK _i		7,30	2,45	1,65	0,60
K _{xi}		0,61	0,20	0,14	0,05

Отже, враховуючи (14), загальна формула комплексної бальної оцінки портрета користувача буде мати такий вигляд:

$$Z = A \frac{\sum_1^n H_{pi} \cdot l_i}{\sum_1^n l_i} + B \frac{\sum_1^n H_{oi} \cdot l_i}{\sum_1^n l_i} + C \frac{\sum_1^n H_{ui} \cdot l_i}{\sum_1^n l_i} + D \frac{\sum_1^n H_{ci} \cdot l_i}{\sum_1^n l_i}, \quad (17)$$

де l_i – об’єм i-го модуля курсу; H_{pi}, H_{ui}, H_{oi}, H_{ci} – оціночні характеристики параметрів портрета користувача.

Враховуючи дані, знайдені за (16), та формулу (17), математичну модель комплексної бальної оцінки портрета користувача за розробленою методикою опишемо формулою:

$$Z = 0,61 \frac{\sum_1^n H_{pi} \cdot l_i}{\sum_1^n l_i} + 0,20 \frac{\sum_1^n H_{oi} \cdot l_i}{\sum_1^n l_i} + 0,14 \frac{\sum_1^n H_{ui} \cdot l_i}{\sum_1^n l_i} + 0,05 \frac{\sum_1^n H_{ci} \cdot l_i}{\sum_1^n l_i} \quad (18)$$

Застосування розробленого експрес-методу якісної оцінки можливе не лише для визначення портрета користувача і формування його індивідуальної траєкторії навчання, але і для побудови інших математичних моделей стану компонентів освітньої ІС, зокрема, для визначення попиту ринку праці і формування найзатребуваніших спеціальностей, що складаються з необхідних важливих навчальних курсів, структура кожного з яких формується з актуальних модулів.

Висновки Запропонована математична модель та методика комплексної бальної оцінки портрета користувача, розроблена на основі експертних методик, дає змогу визначати індивідуальну траєкторію навчання на кожному його етапі. Залежно від значення інтегральної оцінки користувача (параметрів портрета) йому має пропонуватись навчальний матеріал, сформований відповідно до його індивідуальної траєкторії навчання. Індивідуальна траєкторія навчання узгоджується із структурою навчального курсу. Розроблена методика дає змогу враховувати індивідуальні особливості користувача для отримання ним тільки тих знань, які йому необхідні на певному етапі навчання в зручній для нього формі. Крім того, можливо забезпечити адаптацію навчального контенту під індивідуальну траєкторію залежно від прогресу або успішності навчання, завдяки наявності інтегральної картини

портрета користувача в кожний момент часу. Ця модель є доволі гнучкою і легко змінюється залежно від кон'юнктури ринку освітніх послуг на основі оцінок експертів, а також вигідно відрізняється простою реалізації від решти аналогів.

1. Brusilovsky P. *Intelligent learning environments for programming: The case for integration and adaptation* // In: J. Greer (ed.) *Proceedings of AI-ED'95, 7th World Conference on Artificial Intelligence in Education, Washington, DC, 16-19 August 1995, AACE, pp. 1-8.* 2. Віткін Л.М., Лемешко Т.А. *Корпоративна інформаційна система управління віртуальним університетом на основі принципів менеджменту якості відповідно до міжнародних стандартів ISO серії 9000* // *Системи управління, навігації та зв'язку*. – 2008. – № 2(6). – С. 89-95. 3. Віткін Л.М., Лемешко Т.А. *Розроблення ефективної методики створення адаптивних навчальних курсів в рамках освітньої корпоративної інтегрованої системи управління* // *Системи обробки інформації* – 2009. – № 1. 4. Brusilovsky P. *Student model centered architecture for intelligent learning environments* / In *Proc. of Fourth international conference on User Modeling, 15-19 August,*

Hyannis, MA, USA. User Modeling Inc, 1994. 31-36. 5. Волков О.І., Віткін Л.М., Хімічева Г.І., Зенкін А.С. *Системи якості ВНЗ: теорія і практика* // *Монографія*. – Київ: Наукова думка, 2006. – С. 300. 6. Буль Е.Е. *Обзор моделей студента для компьютерных систем. обучения.* Рижский технический университет, Рига, Латвия. / *Educational Technology & Society* 6(4) 2003 ISSN 1436-4522 pp. 245-250. 7. Орлов А.И. *Экспертные оценки. Учебное пособие.* М., 2002. 8. Никифоров А.Ю., Русаков В.А. *Проблемы аутентичности и формирования профиля обучаемого в программном комплексе поддержки лабораторных занятий* // *Научная сессия МИФИ–2003. Сб. науч. тр. В 14 т. М.: МИФИ, 2003. Т. 3.* 9. Бордовская Н.В., Реан А.А. *Педагогика. Учебник для вузов* – СПб: Питер, 2000. – 304 с. – (Серия «Учебник нового века»). 10. Николаенко В.М., Залесов Г.М., Андриюшина Т.В. и др. *Психология и педагогика. Учебное пособие.* – М.: ИНФРА-М; Новосибирск: НГАЭиУ, 2000. – 175 с. 11. Орлов А.И. *Допустимые средние в некоторых задачах экспертных оценок и агрегирования показателей качества* // В сб. "Многомерный статистический анализ в социально-экономических исследованиях". – М.: Наука, 1974. – С. 388–393.

УДК 621.317

ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

© Володимир Погребенник, Анатолій Романюк, 2009

Національний університет "Львівська політехніка", кафедра захисту інформації,
вул. С. Бандери, 12, 79013, Львів, Україна

Запропоновано засади побудови інформаційно-вимірювальної системи для оперативного екологічного моніторингу водного середовища.

Предложены принципы построения информационно-измерительной системы для оперативного экологического мониторинга водной среды.

Principles of construction of informational-measuring system for operative ecological monitoring of the water environment are offered.

Вступ. Відомі нині засоби та інформаційно-вимірювальні системи (ІВС) контролю вод мають низьку оперативність, часову та просторову роздільну здатність, точність, чутливість та надійність. Все це зумовлює необхідність розроблення автоматизованих ІВС з покращеними метрологічними характеристиками

для оперативного визначення параметрів водного середовища.

Новизна запропонованого підходу полягає у можливості оперативно визначати як органічні, так і неорганічні забруднення за допомогою однієї вимірювальної системи. Такого класу вимірювальні