

УДК 004.89:614.841.4

КОРЕКТНІСТЬ І АДАПТИВНІСТЬ СХЕМ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ В РЕЖИМІ «РЕАЛЬНОГО ЧАСУ»

К. М. Юрченко

Викладач

Кафедра оперативно-тактичної діяльності
Академії пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля
вул. Онопрієнка, 8, м. Черкаси, Україна, 18034
Контактний тел.: 093-387-81-36
E-mail: adunkt@gmail.com

В. Є. Снитюк

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри
Кафедра інформаційних технологій проектування
Черкаський державний технологічний університет
бул. Шевченка, 460, м. Черкаси, Україна, 18006
Контактний тел.: (0472) 73-02-35, 050-313-13-42
E-mail: snytyuk@gmail.com

Виконано аналіз технологій контролю знань. Визначені аспекти коректності схем оцінювання. Наведено принципи адаптивності контролю знань та вказано на їх переваги. Розроблено моделі коригування складності питань в режимі «реального часу»

Ключові слова: контроль знань, оцінювання, адаптивність, моделі

Выполнен анализ технологий контроля знаний. Определены аспекты корректности схем оценивания. Приведены принципы адаптивности контроля знаний и указано на их преимущества. Разработаны модели коррекции сложности вопросов в режиме «реального времени»

Ключевые слова: контроль знаний, оценивание, адаптивность, модели

The analysis of knowledge control technologies is executed. Aspects of evaluation charts correctness are certain. Principles of knowledge control adaptivity are brought and it is indicated on their advantages. Models of questions complication correction are worked out in real-time

Keywords: knowledge control, evaluation, adaptivity, models

1. Вступ

В останні десятиліття значна кількість наукових досліджень присвячується автоматизованим системам навчання і контролю знань.

Такий інтерес пояснюється розвитком комп'ютерної техніки, мережі Інтернет та дистанційного навчання. Ще однією важливою причиною є намагання уникнути значної суб'єктивізації процесів прийняття рішень при оцінюванні знань осіб, що навчаються (ОН).

Майже у кожному вищому і навіть середньому навчальному закладі сьогодні є як мінімум одна автоматизована система контролю знань. В основу їх функціонування покладено тестування ОН. Поряд із певним позитивним ефектом, який полягає в об'єктивізації оцінювання та можливості віддаленого доступу, такі системи мають ряд недоліків, на які майже не звертається увага.

Їх перелік наведено в [1], він включає в себе неструктурованість навчального матеріалу, за яким проводиться контроль знань; його інформаційні надлишковість та недостатність; відсутність можливості використання питань, відмінних від тестових; необґрунтованість методів формування інтегральної оцінки тощо.

Світові освітні процеси визначають у процесах навчання та контролю знань як пріоритетний напрямок орієнтацію на ОН. Складовою такого підходу є реалізація принципу адаптивності у широкому сенсі цього терміну.

2. Аналіз ретроспективних досліджень

Важливу роль у процесі оцінювання відіграє логічна схема контролю знань, важливим елементом якої є форми представлення питань та відповідей. В.С. Аванесов так класифікує питання за варіантами відповідей [2]:

- закриті: вибір одного або декількох варіантів відповідей;
- визначення порядку варіантів відповідей;
- відкриті: числові або текстові відповіді, які конструюються;
- визначення відповідності двох множин.

Деталізація такої схеми наведена в [3], де розв'язується задача визначення компетентності експертів в умовах невизначеності і відповідні питання класифікують за відповідями типу: «Так-Ні», «одна із декількох», «декілька із багатьох», «число», «інтервал», «нечіткий інтервал», «слово», «речення». Така класифікація, на відміну від наведеної в [2], є конструктивною і дозволяє запропонувати методи оцінки відповідей на питання.

І.П. Карпова пропонує здійснювати оцінювання питань, класифікованих в [2], виконуючи вимірювання відхилення множини відповідей, даних (ОН), від множини правильних відповідей [4]. Такий підхід є правильним, але відсутність конструктивізму нівелює його позитивний ефект.

В дисертації [5] досліджена залежність результату контролю знань від форми представлення завдань, а також виявлений зв'язок з індивідуальними психофізичними особливостями ОН.

У роботі [6] пропонуються нечіткі моделі для визначення результуючої оцінки за тест, виходячи із оцінок відповідей на кожне питання. Адаптивність автор розуміє як коригування оцінок відповідей на основі коефіцієнтів відсікання для термів «норма», «повільно», «дуже повільно», що значно звужує зміст цього поняття. Майже всі одержані результати є наслідком експертних висновків, що значно суб'єктивізує процес оцінювання.

Підсумовуючи аналіз досліджень, зауважимо, що проблема створення ефективних автоматизованих систем навчання і контролю знань є багатогранною і різні її грані відзначені в багатьох публікаціях. Водночас проблема адекватності схеми оцінювання, правильності її побудови особою, що приймає рішення (ОПР), майже не відображена. Одним із її аспектів є коригування складності питань та їх адаптація до рівня знань групи ОН, що стане як мінімум інформативним фактором для ОПР, або як максимум важливим констатуючим пунктом оцінювання.

Загальна технологія визначення коректності логічної схеми контролю знань запропонована в [7]. Процедура адаптації складності питань для випадку з відповідями типу «Так-Ні» та визначення адекватності схеми контролю здійснюється на основі вже відомого рівня знань ОН та результатів тестування. Для інших типів питань відповідні моделі також розроблені і вони наведені нижче.

3. Моделі для визначення коректності оцінок та адаптивності складності питань

Розглянемо питання другого типу, для яких правильна відповідь вибирається з декількох. Припустимо, що для кожного з m питань є k_i відповідей, де $i = \overline{1, m}$. Вектор можливих відповідей на кожне питання відповідає вектор балів $v_i = (v_{i1}, v_{i2}, \dots, v_{ik_i})$, $v_{il} \in [0; 1]$, $\sum_{l=1}^{k_i} v_{il} = 1, l = \overline{1, k_i}$. Кожне значення v_{il} вказує на рівень правильності відповіді. Якщо $v_{il} = 0$, то l -а відповідь є абсолютно неправильною. Очевидно, що $v_{il} \neq 1 \quad \forall l = \overline{1, k_i} \quad \forall i = \overline{1, m}$, оскільки тоді мав би місце випадок з відповідями типу «Так-Ні».

Відомі складності питань для контролю знань $\delta_i \in [0, 1], i = \overline{1, m}$. Оцінка j -ї ОН визначається у випадку питань другого типу так:

$$\alpha_j = \frac{1}{\sum_{i=1}^m \delta_i} \cdot \sum_{i=1}^m \delta_i \cdot \frac{v_i^j - \min_{l=1, k_i} v_{il}}{\max_{l=1, k_i} v_{il} - \min_{l=1, k_i} v_{il}}, \quad (1)$$

де v_i^j – бал за відповідь j -ї ОН на i -е питання, $j = \overline{1, n}$, n – кількість ОН.

Знаючи рівень успішності ОН $\gamma_j, j = \overline{1, n}$ та обчисливши α_j , можна визначити адекватність логічної схеми оцінювання рівня знань кожної ОН [8].

На початку контролю знань ОПР задає складність питань. Очевидно, що у такому випадку складності питань є суб'єктивізованими. Раніше [8] запропоновано здійснювати адаптацію значень складності питань у режимі реального часу. Відповідна процедура у випадку питань другого типу має певні особливості. Зокрема, із усіх відповідей лише одна є найбільш правильною і їй відповідає максимальна оцінка. Серед інших відповідей є частково правильні та абсолютно неправильні. Тому необхідно здійснити перетворення оцінок до $[0, 1]$ -шкали

$$v_{iq} \rightarrow \frac{v_{iq} - \min_{l=1, k_i} v_{il}}{\max_{l=1, k_i} v_{il} - \min_{l=1, k_i} v_{il}}, \quad q = \overline{1, k_i}, i = \overline{1, m}. \quad (2)$$

Абсолютно правильною є відповідь, для якої $v_{iq} = 1$. Лише в цьому випадку значення складності i -го питання потрібно зменшити. Раціонально застосувати вираз для корекції складності питань із відповіддю типу «Так-Ні», оскільки правильною є лише одна відповідь. Вираз для коригування є таким:

$$\delta_i^j = \delta_i^{j-1} \cdot d^{j-1}, \quad (3)$$

де δ_i^j – значення складності i -го питання, яке встановлюється після проходження тестування $(j-1)$ -ї ОН, d^{j-1} – підсумкова оцінка за весь тест $(j-1)$ -ї ОН. Очевидно, що у цьому випадку складність питань зменшується. Складнішим є випадок, коли перетворене значення $v_{iq} \in [0; 1)$. Оскільки абсолютно правильна відповідь не одержана, то складність питань потрібно збільшити. Здійснимо це за формулою

$$\delta_i^j = \delta_i^{j-1} + d^{j-1} (1 - \delta_i^{j-1}) \cdot (1 - v_{iq}^{j-1}), \quad (4)$$

де v_{iq} – значення, перетворене за (2), яке відповідає q -й відповіді $(j-1)$ -ї ОН на питання, $i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}, q = \overline{1, k_i}$.

Розглянемо питання третього типу, тобто такі, для яких вибирається декілька відповідей з багатьох. Відповідні бали такі ж як і у випадку питань другого типу. При контролі знань ОН може вибрати лише правильні відповіді ($v_{il} \neq 0$), лише неправильні відповіді ($v_{il} = 0$) або і такі, й інші. Припустимо, що відповіді на i -е питання впорядковані за зменшенням балів, тобто

$$v_i = (v_{i1}, v_{i2}, v_{iz}, v_{iz+1}, \dots, v_{ik_i}),$$

$$\text{де } v_{i1} \geq v_{i2} \geq \dots \geq v_{iz} \geq v_{iz+1} \geq \dots \geq v_{ik_i}$$

$$\text{і } \forall j \in \{1, \dots, z\} \quad v_{ij} \neq 0, \quad \forall j \in \{z+1, \dots, k_i\} \quad v_{ij} = 0.$$

Таким чином, кількість правильних відповідей $b_p = z$, кількість неправильних – $b_q = k_i - z$.

$$b_p = z, \text{ кількість правильних } - b_q = k_i - z. \quad (5)$$

Якщо задані лише питання третього типу, то оцінка ОН визначається на формулою

У формулі (5) другий доданок визначає штраф за вибір неправильних відповідей. Коригування складності питань третього типу здійснимо, виходячи з та-

ких міркувань. Абсолютно правильною вважатимемо відповідь, якщо вибрані всі варіанти v_{il} , $l=1, z$. Відомо, що $\sum_{l=1}^z v_{il} = 1 \quad \forall i = \overline{1, m}$. У цьому випадку коригування здійснюємо за формулою (3).

Якщо відповідь не є абсолютно правильною, то можливі такі варіанти:

1. Вибрані лише варіанти, що відповідають $v_{il} \neq 0$, тобто $l \in \{1, 2, \dots, z\}$, але $\sum_{l=1}^z v_{il} \neq 1$.

2. Вибрані лише варіанти, для яких $v_{il} = 0$, тобто $l \in \{z+1, \dots, k_i\}$ і $\sum_{l=z+1}^{k_i} \chi(1-a \text{ відповідь вибрана}) \in \{1, \dots, b_q\}$.

3. Вибрані варіанти з правильними і неправильними відповідями, тобто $\exists l: v_{il} \neq 0$ і $\exists q: v_{il} = 0$.

Оскільки у всіх трьох випадках відповідь не є абсолютно правильною, а можливо, є неправильною, складність питань буде збільшено. Таким чином, у першому випадку коригування здійснюємо за формулою

$$\delta_i^j = \delta_i^{j-1} + d^{j-1} (1 - \delta_i^{j-1}) \times \left(1 - \sum_{l=1}^z v_{il} \cdot \chi(1-a \text{ відповідь вибрана}) \right). \tag{6}$$

Якщо вказані лише неправильні відповіді, то коригування виконуємо так:

$$\delta_i^j = \delta_i^{j-1} + d^{j-1} (1 - \delta_i^{j-1}) \times \left(1 - \frac{1}{k_i} \left(b_q - \sum_{l=z+1}^{k_i} \chi(1-a \text{ відповідь вибрана}) \right) \right). \tag{7}$$

Третій випадок є універсальним і тоді коригування відбувається за формулою

$$\delta_i^j = \delta_i^{j-1} + d^{j-1} (1 - \delta_i^{j-1}) \times \left[1 - \sum_{l=1}^z v_{il} \cdot \chi(1-a \text{ відповідь вибрана}) - \frac{1}{k_i} \left(b_q - \sum_{l=z+1}^{k_i} \chi(1-a \text{ відповідь вибрана}) \right) \right]. \tag{8}$$

До четвертого типу належать питання, відповіддю на які є число. Позначимо відповідь, що дала ОН, – z , правильну відповідь – z^* . Для того, щоб мати можливість оцінити відповідь ОН, ОПР вказує відрізок максимальної раціональної довжини $[a, b]$. Абсолютно правильною є відповідь $z = z^*$.

Якщо задані лише питання четвертого типу, то оцінка ОН може бути визначена за формулою

$$\alpha_j = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \left(1 - \frac{|z_i - z_i^*|}{b_i - a_i} \right) \cdot \chi(z_i \in [a_i, b_i]), j = \overline{1, n}. \tag{9}$$

Якщо на i -е питання ($j-1$ -а ОН дала правильну відповідь, то коригування складності i -го питання здійснюємо за формулою (3). Якщо ж $z_i \neq z_i^*$, то коригування складності питань здійснюємо так:

$$\delta_i^j = \delta_i^{j-1} + d^{j-1} (1 - \delta_i^{j-1}) \cdot \frac{|z_i^{j-1} - z_i^*|}{b_i - a_i} \cdot \chi(z_i^{j-1} \in [a_i, b_i]), \tag{10}$$

де z_i^{j-1} – відповідь ($j-1$)-ї ОН на i -е питання (число), $i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}$. Очевидно, що максимальна корекція

здійснюється у випадку відповіді, максимально віддаленої від правильної. Тоді $z_i^{j-1} \in [a_i, b_i]$ і $\frac{|z_i^{j-1} - z_i^*|}{b_i - a_i} = 1$.

Остання умова найчастіше не виконується у т.ч. і внаслідок зміщеності правильної відповіді z_i^* від середини відрізка $[a_i, b_i]$. Скоригуємо формулу (10) і одержимо такий вираз:

$$\delta_i^j = \delta_i^{j-1} + d^{j-1} \cdot (1 - \delta_i^{j-1}) \times \frac{1}{b_i - a_i} \cdot \max_{z_i \in [a_i, b_i]} |z_i^{j-1} - z_i^*| \cdot \chi(z_i^{j-1} \in [a_i, b_i]). \tag{11}$$

У п'ятому випадку відповіддю на питання є інтервал. Позначимо відповідь ОН – $[z_1, z_2]$, правильна відповідь – $[a, b]$. Тоді є такі можливі варіанти (рис. 1):

1. $z_1 = a, z_2 = b$ (рис. 1а).
2. $[z_1, z_2] \cap [a, b] \neq \emptyset$ (рис. 1б).
3. $([z_1, z_2] \cup [a, b] \neq \emptyset) \& [z_1, z_2] \cup [a, b] \neq [z_1, z_2] \vee [a, b]$ (рис. 1с, 1д).
4. $[z_1, z_2] \subset [a, b]$ (рис. 1е).
5. $[a, b] \subset [z_1, z_2]$ (рис. 1ф).

Раніше, у роботі [8] вказано, що визначення рівня успішності та коригування рівня складності залежить від величин

$$L([z_1, z_2] \cap [a, b]) \vee L(([z_1, z_2] \cup [a, b]) / ([z_1, z_2] \cap [a, b])),$$

де $L(A)$ – довжина відрізка A .

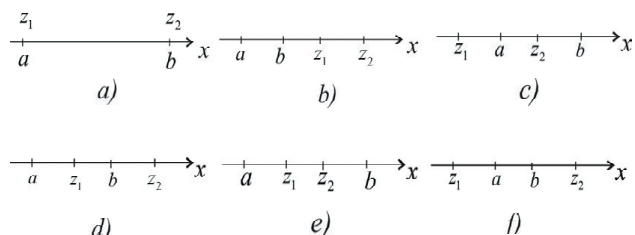


Рис. 1. Варіанти можливих відповідей – інтервали

Перший варіант вказує на абсолютно правильну відповідь, другий – на абсолютно неправильну, третій, четвертий і п'ятий варіанти визначають частково правильні відповіді. Якщо задані лише питання п'ятого типу, то оцінка ОН здійснюється за формулою

$$\alpha_j = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{\min\{z_2^i, b^i\} - \max\{z_1^i, a^i\}}{\max\{z_2^i, b^i\} - \min\{z_1^i, a^i\}} \cdot \chi(\min\{z_2^i, b^i\} \geq \max\{z_1^i, a^i\}), j = \overline{1, n}. \tag{12}$$

Як і у попередніх випадках, коригування складності питання для абсолютно правильної відповіді ($j-1$)-ї ОН на i -е питання здійснюється за формулою (3). Для усіх інших варіантів відповідей коригування складності питань здійснюється ітеративно за формулою

$$\delta_i^j = \delta_i^{j-1} + d^{j-1}(1 - \delta_i^{j-1}) \times \left(1 - \frac{\min\{z_2^{ij-1}, b^{ij-1}\} - \max\{z_1^{ij-1}, a^{ij-1}\}}{\max\{z_2^{ij-1}, b^{ij-1}\} - \min\{z_1^{ij-1}, a^{ij-1}\}}\right) \times \chi(\min\{z_2^{ij-1}, b^{ij-1}\} \geq \max\{z_1^{ij-1}, a^{ij-1}\}). \quad (13)$$

Формула (13) є коректною, оскільки внаслідок коригування рівень складності питання не перевищить одиниці. Крім того, максимальний рівень корекції відповідатиме випадку абсолютно неправильної відповіді.

Для питань шостого типу відповідями є нечіткі множини із відповідними функціями належності. Як відомо, найчастіше використовуються трикутні, трапецієподібні та гаусівські функції належності, які визначаються певною сукупністю параметрів.

Розглянемо такі випадки детальніше.

1. Припустимо, що функція належності є симетричною і трикутною (рис. 2). Позначимо її $\mu(x)$, $\max_{x \in \Omega} \mu(x) = 1$, де Ω – область визначення функції. Оскільки $\mu(x)$ є симетричною, то вона визначається двома параметрами – c і a , де c є координатою проекції вершини трикутника на вісь абсцис, а – довжина півстороні основи трикутника.

Нехай $\mu(x) = \mu(x, c, a)$ є правильною відповіддю, а ОН визначила $\mu(x, c_1, a_1)$.

Такі функції належності обмежують області – трикутники D і D_1 .

Якщо задані лише питання шостого типу, то оцінка ОН визначається за формулою

$$\alpha_j = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \left[\frac{S(D^i \cap D_1^i)}{\max\{S(D^i), S(D_1^i)\}} \times \chi(C^i = C_1^i) + \frac{S(D^i \cap D_1^i)}{S(D^i) + S(D_1^i)} \cdot \chi(C^i \neq C_1^i) \right], \quad j = \overline{1, n}, \quad (14)$$

де $S(\Xi)$ – площа області Ξ .

Так, наприклад, для випадку, зображеного на рис. 2с, оцінка ОН буде такою ($a = a_1$):

$$\alpha = \frac{\alpha \cdot \left(1 + \frac{c_1 - c}{a_1 + a}\right)^2}{2(a_1 - a)} = \frac{a \cdot \left(1 + \frac{c_1 - c}{2a}\right)}{4a} = \frac{1}{4} \cdot \left(1 + \frac{c_1 - c}{2a}\right)^2. \quad (15)$$

На рис. 2а зображений варіант, що є абсолютно правильною відповіддю, і корекцію складності питання у цьому випадку здійснюємо за формулою (3).

Якщо ж маємо абсолютно неправильну відповідь (рис. 2b) або частково неправильну відповідь, (рис. 2с–2f), то корекцію здійснюємо за формулою:

$$\delta_i^j = \delta_i^{j-1} + d^{j-1}(1 - \delta_i^{j-1}) \left[1 - \frac{S(D_i^{j-1} \cap D_{ii}^{j-1})}{\max\{S(D_i^{j-1}), S(D_{ii}^{j-1})\}}\right] \times \chi(c_i^{j-1} = c_{ii}^{j-1}) - \frac{S(D_i^{j-1} \cap D_{ii}^{j-1})}{S(D_i^{j-1}) + S(D_{ii}^{j-1})} \cdot \chi(c_i^{j-1} \neq c_{ii}^{j-1}), \quad j = \overline{1, n}. \quad (16)$$

Відомо, що трапецієподібна функція належності визначається п'ятьма параметрами, тобто $\mu(x) = \mu(x, m, n, \alpha, \beta, h)$ [9]. Якщо параметр висоти h має однакове значення і для відповіді ОН, і для правильної відповіді, то можна скористатись формулами (3), (14) і (16). Якщо ж висоти є різними, то для визначення оцінки ОН і коригування рівня складності питання потрібно користуватись додатковими міркуваннями і не виключено, що потрібно здійснювати зважену дефазифікацію.

На відміну від вищерозглянутих функцій, область визначення гаусівської функції належності є інтервал $[-\infty; \infty)$ і вона має два параметри, тобто $\mu(x) = \mu(x, \bar{x}, \sigma)$. Площа, обмежена такими функціями належності відома і дорівнює $\sqrt{2\pi}\sigma$. Формули (3), (14) і (16) для такого випадку є застосовними. Певну складність для аналізу становить випадок, коли середньоквадратичні відхилення, що визначають функції належності відповіді ОН та правильної відповіді, значно відрізняються, оскільки тоді виникають проблеми визначення площі перерізу $S(D_1 \cap D)$.

У питаннях сьомого типу відповідями є слова або словосполучення.

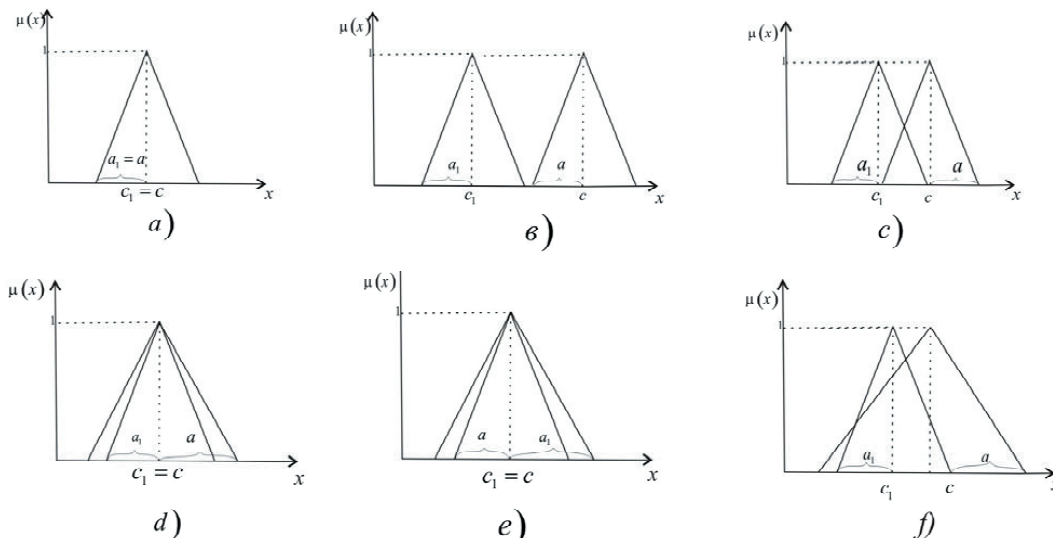


Рис. 2. Варіанти відповідей – трикутні функції належності

Для ОН пропонується вибрати один із декількох варіантів. Правильність усіх відповідей визначається векторами $v_i = (v_{i1}, v_{i2}, \dots, v_{ki})$, де k_i – кількість відповідей на i -е питання.

Серед усіх відповідей існує одна відповідь, така, що $v_{iq} = 1$, усі інші $v_{iq} \in [0;1)$, $q \in \{1, 2, \dots, k_i\}, q \neq i$. Якщо для q -ї відповіді $v_{iq} \neq 0$, то це означає, що така відповідь синонімічно чи змістовно близька до i -ї відповіді, а бал v_{iq} вказує на міру близькості.

Пронормувавши бали так, щоб виконувалась умова $\sum_{p=1}^{k_i} v_{ip} = 1 \forall i = \overline{1, n}$, зводимо задачу до розглянутої раніше (питання другого типу).

Останній тип питань – питання, відповідями на які є речення. У такому випадку визначення оцінки ОН, як і коригування складності питань для сучасного рівня інтелектуалізації та автоматизації процесу контролю знань ще не може бути здійсненим. Тому ОПР виконує ці процедури особисто. Результати його оцінювання ОН та коригування складності питань надалі вважатимемо відомими.

4. Аспекти інтегральної оцінки коректності логічної схеми контролю знань

Узагальнимо одержані результати. Нехай n – кількість питань, які містяться в базі даних і можуть використовуватись при контролі знань. Питання належать до різних типів, зокрема $n = \sum_{i=1}^8 n_i$, де n_i – кількість питань i -го типу. Припустимо, що j -й ОН було задано K питань, причому $K = \sum_{i=1}^8 k_i$, де k_i – кількість заданих питань i -го типу. Всі питання мають однакову складність.

Здійснимо оцінювання за відповідями на кожен тип питань згідно формул (1), (5), (9), (12) і (14). Нагадаємо, що перший тип питань оцінюється за формулою (2) [8], сьомий тип – за формулою (1), восьмий тип – емпірично.

Одержані оцінки – $\alpha_j^{k_1}, \alpha_j^{k_2}, \dots, \alpha_j^{k_8}$ для j -ї ОН, $j = \overline{1, m}$. Тоді загальна оцінка j -ї ОН визначається за формулою

$$\alpha_j = \frac{1}{\sum_{i=1}^8 k_i} \cdot \sum_{i=1}^8 \alpha_j^{k_i} \cdot k_i, j = \overline{1, m}. \tag{17}$$

Припустимо, що всі питання мають відкориговану за формулами (3), (4), (6-8), (10), (11), (13) та (16) складність $\delta_i^{n_i}$, де i – номер питання, $i \in \left\{1, 2, \dots, \sum_{i=1}^8 n_i\right\}$. Оцінка успішності j -ї ОН визначається так:

$$\alpha_j = \frac{1}{\sum_{i=1}^8 \sum_{i=1}^{k_i} \delta_i^{n_i}} \cdot \sum_{i=1}^8 \sum_{i=1}^{k_i} \delta_i^{n_i} \times (1 - \chi(\text{відповідь на } i\text{-е питання } p\text{-го типу неправильна})), \tag{18}$$

$j = \overline{1, m}$.

Формули (17) і (18) дають підстави для визначення адекватності схеми контролю знань та складності питань і вказують на можливість їх використання для оцінювання ОН. Якщо ОПР за результатами обчислень (17) і (18) робить висновок про неадекватність логічної схеми контролю знань, то тоді необхідно здійснювати коригування складності питань, яке виконується для кожного типу за відповідною формулою в режимі реального часу, що дозволяє зменшити суб'єктивізм процесу оцінювання.

5. Висновки

Розроблені та наведені вище моделі для визначення адекватності логічної схеми контролю знань та адаптації складності питань дозволяють зробити ще один крок до об'єктивізації та оптимізації процесів навчання та оцінювання. Одержані з їх використанням результати раціонально використовувати для формування плану навчання з урахуванням переваг і пропозицій осіб, що навчаються або проходять професійну підготовку.

Література

1. Снитюк, В.Е. Элементы знаниеориентированных систем профессиональной подготовки адаптивного типа [Текст]/В.Е. Снитюк, К.Н. Юрченко // Вестник ХНТУ. – 2010. – № 2(38). – С. 180-186.
2. Аванесов, В.С. Научные проблемы тестового контроля знаний / В.С. Аванесов. – М.: Иссл. центр проблем качества подготовки спец-в, 1994. – 135 с.
3. Снитюк, В.Е. Модели и методы определения компетентности экспертов на базе аксиомы несмещенности / В.Е. Снитюк, Рифат Мохаммед Али // Вісник ЧПІ. – 2000. – № 4. – С. 121-126.
4. Карпова, И.П. Исследование и разработка подсистемы контроля знаний в распределенных автоматизированных обучающих системах [Текст]: дисс. ... канд. техн. наук / И.П. Карпова. – М., 2002. – 200 с.
5. Пучнин, С.С. Индивидуально-ориентированная мультимедийная программная система контроля знаний и методика ее практического применения [Текст] : дисс. ... канд. техн. наук / С.С. Пучнин. – Курск, 1994. – 154 с.
6. Ноздренков, В.С. Модели та засоби оцінювання знань за допомогою гібридної нечітко-нейронної інформаційної технології [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.06 / В.С. Ноздренков; [НТУ «Харківський політехнічний інститут»]. – Харків, 2007. – 17 с.
7. Юрченко, К.М. Об'єктивізація процесу визначення професійної підготовленості фахівців на основі адаптивних технологій [Текст] / К.М. Юрченко // Вісник ЧДТУ. – 2011. – № 1. – С.17-22.
8. Юрченко, К.М. Проектування бази даних комп'ютерної системи професійної підготовки [Текст] / К.М. Юрченко, В.Е. Снитюк // Вісник ВПІ. – 2011. – № 1(94). – С. 102-107.
9. Дюбуа, Д. Теория возможностей / Д. Дюбуа, А. Прад. – М.: Радио и связь, 1990. – 286 с.