

УДК 371.315.7

О.Є. Коноваленко<sup>1</sup>, В.О. Брусенцев<sup>2</sup><sup>1</sup>Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба<sup>2</sup>Харківська державна академія культури

## АДАПТИВНИЙ АВТОМАТИЗОВАНИЙ КОНТРОЛЬ ЗНАНЬ

*Планування і організація проведення контролю, визначення типів питань і відбір завдань для перевірки знань студентів, формування набору питань і завдань для опитування, визначення критеріїв оцінки виконання кожного завдання і контрольної роботи в цілому та інші проблеми складають основу автоматизованого комп'ютерного контролю знань.*

*автоматизовані системи управління, обробка інформації, комп'ютерний контроль*

### Вступ

В Україні у сфері освіти спостерігається посилення інтересу до автоматизації контролю результатів навчання у навчальних закладах. Одним з популярних видів контролю є тестування, яке базується на діалозі обчислювальної системи з користувачем. Зростання швидкодії комп'ютерних систем, зменшення цін на обчислювальну техніку, поява якісних і потужних систем програмування збільшило потребу в системах, що дозволяють об'єктивно, швидко та надійно оцінювати знання учнів, пропонуючи цікаві форми взаємодії.

Застосування методів штучного інтелекту та інженерії знань допоможе побороти суб'єктивність і прямолінійність процесу тестування, піднімаючи рівень оцінювання знань машинними системами. Здійснення автоматизованого контролю знань, умінь студентів, включає рішення проблеми визначення сукупності необхідних якостей знань, без яких критерії оцінки знань та способи визначення рівня їх засвоєння виявити не можна.

Традиційна система оцінювання знань студентів базується на лінгвістичних оцінках: незадовільно, задовільно, добре, відмінно.

При тестуванні за альтернативною ознакою краще користуватися закритою формою тесту, який має наступні характеристики: функція щільності розподілу неправильних відповідей, прийнятний рівень неправильних відповідей, неприйнятний рівень неправильних відповідей, ризик заниженої оцінки знань, ризик завищеної оцінки знань, функція оцінювання знань, обсяг освітньої інформації, обсяг вибірки завдань тесту та критерій прийняття рішень. Перераховані характеристики є взаємозалежними, але не володіють достатньою властивістю чіткості. В умовах їхньої нечіткості для розпізнавання образу рівня знань студентів цілком припустимо для нормально реалізованої освітньої послуги прийняти модель розподілу неправильних відповідей за законом рідких випадкових подій Пуассона та функцію

оцінювання рівня знань сформувавши за цим законом. При цьому нехай завдання тесту однорідні за кількістю освітньої інформації з конкретної навчальної дисципліни, оскільки аналітичних методів класифікації завдань поки що не розроблено. Для розпізнавання образу рівня знань краще скористатися послідовним критерієм Вальда.

При відомій функції оцінювання знань критерій Вальда дозволяє за вибіркою класифікувати студентів за рівнем знань на три підобрази за кількістю областей прийняття рішень. Для того, щоб мати чотири образи необхідно зробити для кожної із трьох областей повторне послідовне тестування.

Система тестування на основі моделі Раша перетворює виміри, зроблені в дихотомічних і порядкових шкалах, у лінійні виміри, у результаті чого якісні дані аналізуються за допомогою кількісних методів, що дозволяє використати широкий спектр статистичних процедур.

Одним з найбільш важливих критеріїв є точність оцінювання, тому вибір теми в значній мірі зумовлений суперечливою інформацією щодо точності системи тестування на основі моделі Раша. У випадку відсутності помилок виміру будь-яка модель з точністю виміру працює ідеально. Для статистичної обробки результатів моделювання виконаємо багатofакторний дисперсійний аналіз.

### Основний матеріал

Для адаптивного контролю використаємо теорію IRT (Item Response Theory) у сполученні з дидактичним принципом індивідуалізації навчання. До найбільш значимих переваг IRT відносять вимір значень параметрів випробуваних і завдань тесту в одній і тій же шкалі, що дозволяє співвіднести рівень знань будь-якого випробуваного з мірою труднощів кожного завдання тесту.

В автоматизованій системі контролю знань пропонуємо використати ланцюжкову систему питань: коли кілька питань поєднуються у фіксовану

послідовність (ланцюжок) за деякою ознакою, зумовленою викладачем, а кожному питанню в ланцюжку надається деякий коефіцієнт важливості питання в ланцюжку. Цей коефіцієнт змінюється від 0 і сума коефіцієнтів питань у ланцюжку нехай дорівнює 1. Зміст коефіцієнта розкривається при обробці результатів тестування: оцінка за відповіді на питання, об'єднані у ланцюжок, виставляється залежно від важливості питань, на які були дані правильні відповіді. Ланцюжок може містити необмежену кількість питань, об'єднаних за семантичною ознакою у середині обраної теми тестування.

Відносна важливість заданих питань визначається їхніми ваговими коефіцієнтами, що враховують при підведенні результатів тестування. При підготовці до тестування викладач має можливість визначати або коректувати відносну важливість кожного питання, встановлювати обсяг тесту  $N$ , задавати час і підготувати оцінну шкалу. Кожне питання в ланцюжку задається тільки після одержання відповіді на попереднє питання. Чергове питання в ланцюжку може пред'являтися до першої помилки або надається можливість демонструвати максимум знань, відповідаючи на всі питання даної тематичної послідовності.

Кожному  $j$ -му питанню в  $i$ -му ланцюжку приписується ваговий коефіцієнт  $K_{ij}$ , що характеризує його відносну важливість у рамках цього ланцюжка. Сума значень всіх коефіцієнтів у середині кожного ланцюжка повинна дорівнювати 1. У ланцюжок може поєднуватися необмежена кількість тематично близьких питань.

Процедура кількісного оцінювання знань, виявлених у ході тестування, складається із трьох етапів. На першому етапі розраховуються бали, набрані за правильні відповіді в рамках кожної окремої тематичної послідовності:

$$S_i = \sum_{j=1}^{L_i} K_{ij} Z_{ij} j,$$

де  $S_i$  – бал, що виставляється за відповіді на  $i$ -у тематичну послідовність;  $K_{ij}$  – ваговий коефіцієнт  $j$ -го питання в  $i$ -му ланцюжку;  $Z_{ij} = 1$ , якщо на  $j$ -е питання в  $i$ -му ланцюжку отримана правильна відповідь та  $Z_{ij} = 0$  – у протилежному випадку;  $L_i$  – кількість питань в  $i$ -му ланцюжку.

На другому етапі обчислюється сумарний бал  $S_\Sigma$  за відповіді на всі питання тесту з урахуванням кількості ланцюжків питань, на які студент встиг відповісти за відведений час:

$$S_\Sigma = \sum_{i=1}^N S_i * K_t / N^2,$$

де  $N$  – обсяг тесту;  $K_t$  – кількість ланцюжків питань, на які студент встиг відповісти за відведений час  $t$ .

На третьому етапі визначається підсумкова

оцінка знань студента, для чого набраний сумарний бал  $S_\Sigma$  проектується на оцінну шкалу  $[0; I_1; I_2; I_3; 1]$ , де  $0 < I_1 < I_2 < I_3 < 1$  – границі діапазонів оцінок, що задає викладач при організації тестування.

Підсумкова оцінка за тест  $O_T$  виводиться за правилами:

$$\exists S_\Sigma \in [0; I_1] \rightarrow O_T = \text{"незадовільно"};$$

$$\exists S_\Sigma \in (I_1; I_2] \rightarrow O_T = \text{"задовільно"};$$

$$\exists S_\Sigma \in (I_2; I_3] \rightarrow O_T = \text{"добре"};$$

$$\exists S_\Sigma \in (I_3; 1] \rightarrow O_T = \text{"відмінно"}.$$

При екзаменаційному тестуванні за сумою балів, набраної студентом при виконанні тесту, розраховуємо підсумкову оцінку знань студента, для чого суму балів проектуємо на застосовувану оцінну шкалу. Дослідження дозволяють говорити про як мінімум три рівні складності тестів – стандартний, підвищений та знижений.

Вивчення методик проведення залікових та екзаменаційних опитувань показав, що можна говорити про 4 різні рівні строгості оцінювання відповідей на тестові завдання (строгий контроль; виявлення важливих знань; виявлення найпростіших знань; виявлення наявних знань).

Користуючись адаптивною моделлю тестування знань, що буде базуватися на процедурі вибору та подання студенту чергового тестового завдання на кроці  $(n + 1)$ , і яка буде визначатися за попередніми відповідями запропонуємо наступну математичну модель [1].

Нехай  $U = \{u_j\}$ ,  $j = \overline{1: N_{\max}}$  – набір тестових завдань, що будемо використовувати для формування тесту,  $U_T = \{u_i\}$ ,  $U_T \subseteq U$ ,  $i = \overline{1: N}$  – тестові завдання, відібрані для перевірки знань конкретного тестуемого, причому  $N \ll N_{\max}$ . Позначимо  $S_t$  нормовану щодо кількості заданих питань суму балів, накопичену тим, кого навчають, за відповіді на 1, 2, ...,  $n$ -м кроках тесту, причому  $n \leq N$ , а  $0 \leq S_t \leq 1$ . Шкалу підсумкового оцінювання знань  $Z_1$  спрощено представимо у вигляді  $Z_1 = [0; I_1/O_1; I_2/O_2; \dots; I_n/O_n; 1/O_{n+1}]$ , де  $0 < I_1 < I_2 < \dots < I_n < 1$  – границі оцінних інтервалів;  $O_i$ ,  $i = \overline{1: n+1}$  – оцінка, якою характеризуються знання тестуемого, коли накопичена їм сума балів  $S_t$  попадає в інтервал  $(I_{i-1}, I_i]$ . Процес тестування планується відповідно до бажаного графіку навчання.

Оскільки  $N \ll N_{\max}$ , відповідно до теорії ймовірностей, сума балів  $S_t$  може використовуватись для оцінювання знань студента з довірчою ймовірністю  $P_t < 1$  при виведенні підсумкової оцінки знань за результатами  $t \leq N$  кроків тестування необхідно враховувати ненульовий інтервал невизначеності  $\pm \Delta I > 0$ , у якому з ймовірністю  $P_t$  перебуває істинне значення  $S_t^m$ :  $S_t^m \in [S_t - \Delta I; S_t + \Delta I]$ . З практичної точки зору це означає, що при проектуванні значення  $S_t$  на

шкалу  $Z_i$  варто брати до уваги не тільки сегмент цієї шкали  $(I_i, I_{i+1}]$ , у який попадає значення  $S_i$ , але і його зонування з урахуванням інтервалу невизначеності  $\Delta I$ .

При влученні суми балів в інтервал  $I_i + \Delta I \leq S_N < I_{i+1} - \Delta I$  сума балів  $S_N^n$  ні при яких умовах не попадає в зони невизначеності  $(I_i \pm \Delta I)$  і  $(I_{i+1} \pm \Delta I)$ . У цій ситуації є досить підстав для виставлення оцінки  $O_{i+1}$  відразу по завершенні першого етапу тестування, тому подальше пред'явлення додаткових або уточнюючих питань недоцільно.

### Висновок

Тестування за методом ланцюжків питань не є «інтелектуалізацією» процесу контролю знань, а є першим кроком до створення системи, що дозволяє викладачеві проводити поточний і фінальний контроль більш швидко, об'єктивно та ефективно.

Реалізація методів адаптивного тестування, використання нечіткої логіки та інженерії знань дозволить досягти більших результатів у цій області.

### Список літератури

1. Коноваленко О.Є., Брусенцев В.О. Використання автоматизованих систем управління в навчальному процесі // Системи обробки інформації. – 2007. – Вип. 1 (59). – С. 154-156.
2. Изотова Н.В. Повышение качества обучения в вузе средствами корректирующего контроля // Развитие внутривузовской системы обеспечения качества образования. – Армавир: АГПУ, 2004. – С. 96-100.

Надійшла до редколегії 5.02.2007

**Рецензент:** д-р фіз.-мат. наук, проф. О.О. Коноваленко, радіоастрономічний інститут НАНУ, Харків.