

УДК 709.4; 710.5

Тмєнова Н.П.¹, к.ф.-м.н.,
Сусь Б.Б.², к.ф.-м.н.

N.P. Tmyenova¹, PhD,
B.B. Suse², PhD.

Алгоритм комп'ютерного тестування математичних завдань в віртуальних начальних середовищах

Computer-based testing algorithm of mathematical expressions in virtual e-learning systems

¹ Київський національний університет імені
Тараса Шевченка, 03680, м. Київ, пр-т Глушкова
4д, e-mail: lysak@unicyb.kiev.ua

¹ Taras Shevchenko National University of Kyiv,
03680, Kyiv, Glushkova av., 4d,
e-mail: lysak@unicyb.kiev.ua

² Київський національний університет імені
Тараса Шевченка, 03680, м. Київ, пр-т Глушкова
4г, e-mail: bensuse@gmail.com

² Taras Shevchenko National University of Kyiv,
03680, Kyiv, Glushkova av., 4g,
e-mail: bensuse@gmail.com

Пропонується методика перевірки завдань з математичних дисциплін під час проведення тестування в електронних навчальних середовищах. Розроблено алгоритм компонентного аналізу формульних виразів та їх індексування для автоматичної обробки. Запропонований підхід дає можливість урізноманітнити типи тестових запитань та реалізувати їх перевірку в комп'ютерних системах.

Ключові слова: автоматичний аналіз, тестування, формульні вирази.

According to the Bologna process a significant time of students' learning activities focused on independent work. Independent learning activities require proper organization and didactic support. E-Learning environments can simplify the process and widely used in the independent learning. Despite the problems of obtaining educational information in e-learning were successfully resolved, the testing of obtained knowledge still requires a solution. Principles of knowledge examination of mathematical subject testing in e-learning environments have been developed. Component analysis and formula expression indexing algorithm for automatic analysis is suggested. This approach allows to diversify the types of questions for consequent verification and implementation in computer systems. Modification of the formula editor provides the creation of templates for entering formulae and indexing algorithm using elements of expression that allows to avoid ambiguity with the interpretation of student answers. The tasks of verifying the analytical computer symbolic expression can be used for automation of the verification of test answers of the natural sciences through appropriate modification of the template.

Key Words: automatic analysis, testing, formula expressions.

Вступ

З урахуванням позицій Болонського процесу значна частина навчальної діяльності студентів орієнтована на самостійну роботу. Самостійна діяльність студентів потребує відповідної організації і дидактичного забезпечення. Електронні навчальні середовища (ЕНС) значно спрощують цей процес, тому останнім часом почали широко використовуватися в навчальному процесу.

Якщо проблеми отримання навчальної інформації при електронному навчанні успішно вирішуються, то перевірка засвоєного матеріалу залишається актуальною проблемою. Серед способів проведення тестування можна виділити

як найбільш вживані паперовий та комп'ютерний. При паперовому способі тестування студенти отримують аркуші паперу, на яких надруковані тестові завдання, знаходять правильні відповіді й відмічають їх позначками. Більшість паперових тестів розроблені так, що перегляд аркушів, перевірка правильності відповідей та підрахунок кількості набраних балів може виконуватись комп'ютерними засобами. При комп'ютерному тестуванні студент взаємодіє тільки з комп'ютером, а контролюючий викладач практично відсторонений як від роздавання завдань, так і від оцінювання їх виконання. Вважається, що завдяки суб'єктивізму комп'ютерне тестування є

найбільш об'єктивним та технологічним засобом оцінювання знань. ЕНС мають функцію тестування знань, але, як показує практика, її можливості досить обмежені і мають ряд недоліків. Практично в усіх навчальних системах існують стандартні форми тестових завдань. Найбільш поширеними при комп'ютерному тестуванні знань є форми тестових завдань закритого типу: множинний вибір (multiple choice), вибір правильної відповіді (відповідей) з декількох, та питання на відповідність [1].

Тестування знань з математичних дисциплін

Засоби комп'ютерного тестування можуть значно полегшити монотонну перевірку розв'язків великої кількості математичних прикладів при роботі з широкою аудиторією студентів [2]. Але при тестуванні знань з природничих наук форм закритого типу виявляється недостатньо, оскільки вони не передбачають перевірки цілого ряду завдань, які в якості кінцевого результату мають формульний вираз. Більш того, в ряді випадків при використанні питань закритого типу правильну відповідь досить легко знайти шляхом підстановки варіантів відповідей в умову задачі.

За цільовим призначенням тестування тестові завдання можна розділити на теоретичні (перевірка знань) та практичні (перевірка вмінь та навичок).

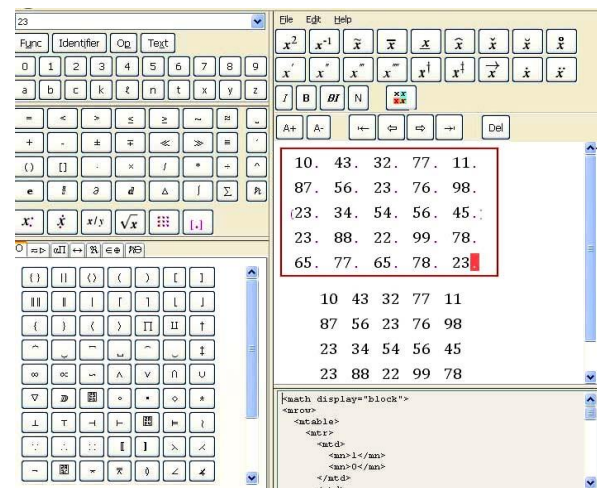
Якість тестового іспиту залежить від упорядкування тестових завдань, їх глибини і повноти охоплення матеріалу, що підлягає контролю. За допомогою правильно складених тестів можна оцінювати не тільки уміння відтворювати певну інформацію, але також зіставляти, аналізувати та інтерпретувати факти.

При визначенні рівня підготовки студентів з математичних дисциплін основна увага приділяється перевірці вмінь та навичок. Основним типом запитань при цьому є завдання, відповідь на які задається у вигляді формули. Також при використанні запитань відкритого типу виникає проблема неоднозначності форм представлення відповідей, кожна з яких є правильною.

Особливістю більшості ЕНС (наприклад, Moodle) та візуальних редакторів формульних виразів є те, що вони написані на основі відкритого коду, тому їх досить легко модифікувати [3]. Це можна зробити власними силами навчального закладу. Більш того, до виконання таких проектів можна залучити студентів, що володіють відповідними навичками програмування.

У запропонованому підході модифікація редактора формул передбачає створення шаблонів для введення формул та використання індексації елементів виразу [4]. Вікно введення формул зображено на рисунку 1.

Алгоритм перевірки даних (володіння матеріалом) дає можливість здійснювати перевірку знань і у випадку неоднозначності при введенні відповіді студентами. Основними етапами роботи алгоритму є виконання таких кроків, як індексування елементів масиву по групах, перевірка комутативних, асоціативних та дистрибутивних операцій. Запропонований алгоритм передбачає формалізацію введеного матеріалу, тобто представлення елементів формульного виразу у структурованому, придатному для комп'ютерного опрацювання вигляді, для подальшої обробки та порівняння з еталонним значенням (із використанням імовірнісного підходу до оцінки рівня знань студента).



Роботу алгоритму перевірки даних можна зобразити у вигляді розгорнутої схеми, що зображена на рисунку 2.

Результат відповіді, введений за допомогою розширеного шаблону (1), надходить до блоку попередньої обробки (2), де відбувається класифікація групи завдань (напр. алгебра, аналітична геометрія, математичний аналіз, диференціальні рівняння та ін.) за допомогою аналізу проіндексованих значень візуального редактора та перевірки мітки викладача (в якій міститься інформація про однозначність чи неоднозначність введеної відповіді).

За результатами аналізу однозначні відповіді проходять спрощену перевірку на порівняння з еталоном (7). В залежності від імовірності

співпадіння (8) виставляється оцінка (10) або пропонується додаткова перевірка проміжних результатів (9). При цьому до результуючої оцінки додається відповідний штрафний коефіцієнт. У випадку неоднозначності відповіді відбувається класифікація за допомогою блоку (5) та бібліотеки системи комп'ютерної математики (СКМ), що розташована на локальному сервері (6). При створенні тестів викладач може поставити відповідні мітки у формі введення щодо необхідності детального аналізу (5) та надсилання сумнівних результатів на зовнішній сервер. Також викладач може вказати, до якої галузі належить запитання. Це спрощує подальшу автоматизовану перевірку у випадку неоднозначності, оскільки завдання одразу надходить у відповідну бібліотеку блоку (6). Далі результати надходять до блоку (7) або надсилаються на зовнішній сервер більш детального аналізу. Ця функція є опціональною, оскільки такий аналіз зазвичай потребує потужних обчислювальних ресурсів і може зайняти тривалий час при тестуванні великих груп студентів.

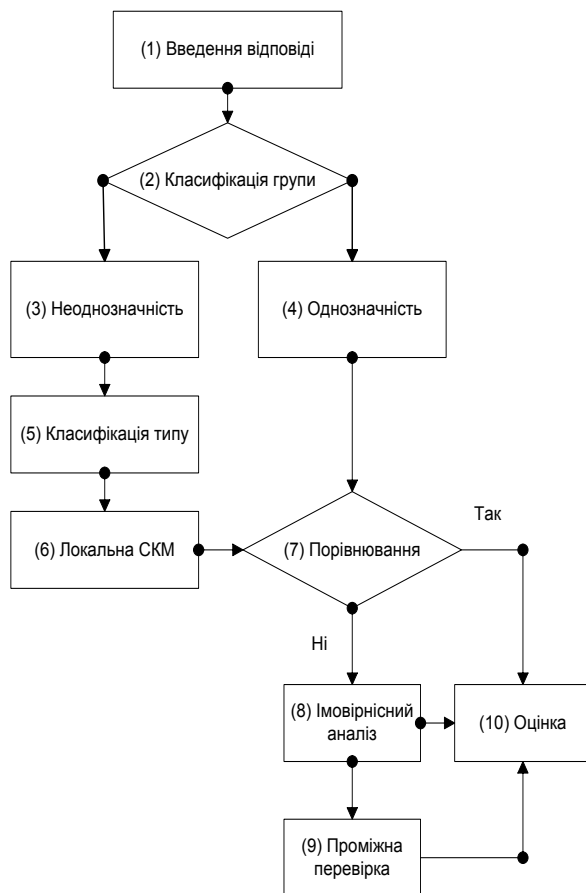


Рис. 2. Схеми роботи алгоритму
Структура блоку (6) показана на рисунку 3.

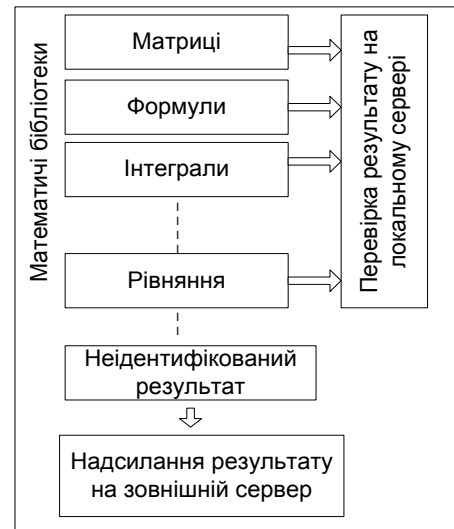


Рис. 3. Структура блоку (6) "Локальна СКМ"

Можливість адаптивного навчання студентів реалізована за схемою, що зображена на рисунку 4.

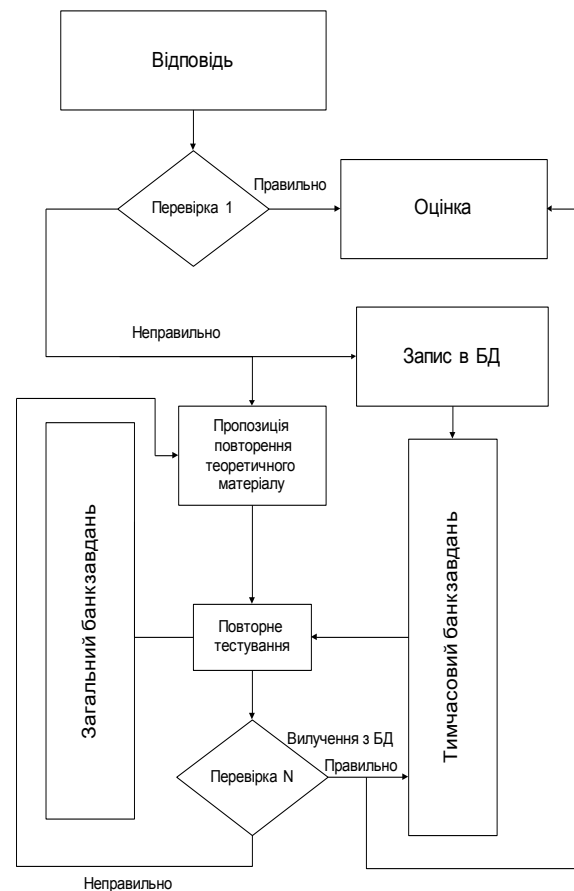


Рис. 4. Схеми адаптивного навчання студентів

Ідея полягає в тому, що питання, на які студент дав неправильну відповідь, записуються в базу даних для наступного тестування. Після опрацювання теоретичного матеріалу ці питання (разом з іншими питаннями з банку завдань у відповідному співвідношенні, що задається викладачем) повторно пропонуються для тестування. Після правильної відповіді завдання з банку даних вилучається. Кількість можливих тестувань залежить від оцінки за попередній тест.

Висновки

Засоби комп'ютерного тестування широко використовуються для контролю знань студентів як на етапі самоперевірки, так і під час рубіжного контролю, та значно полегшують перевірку розв'язків великої кількості математичних прикладів при роботі з широкою аудиторією студентів. На практиці переважно застосовують кілька стандартних форм комп'ютерних тестових завдань. При підготовці тестових завдань важливе значення має правильний вибір типу завдань, який буде використовуватися при перевірці знань стосовно того чи іншого об'єкта вивчення. Вибір типу тестового завдання

визначається характером структурних компонентів умінь, що є об'єктом контролю.

Загальноживаних форм, що передбачають завдання з вибором однієї чи кількох правильних варіантів відповідей, завдання на встановлення відповідностей, виявляється недостатньо для об'єктивного оцінювання правильності виконання завдань з математичних дисциплін. Взагалі, краще віддавати перевагу завданням з вільним складанням відповідей, коли відповідь має вигляд: терміна, символу, формули або запису, введення яких з клавіатури не потребує багато часу і високого рівня підготовки до роботи; цифри або числа.

У запропонованому підході модифікація редактора формул передбачає створення шаблонів для введення формул та використання алгоритму індексації елементів виразу, що дає можливість уникнути неоднозначності при введенні відповіді студентами. Завдання з комп'ютерною перевіркою аналітичного символічного виразу можуть бути застосовані для автоматизації перевірки вмінь і знань з природничих дисциплін шляхом відповідної модифікації шаблону.

Список використаних джерел

1. *Аванесов В.С.* Научные проблемы тестового контроля знаний / В. Аванесов. – Москва: Исслед. центр, 1994. – 135 с.
2. *Жарких Ю.С.* Комп'ютерні технології в освіті. Навчальний посібник / Ю.С. Жарких, С.В. Лисоченко, Б.Б. Сусь, О.В. Третяк. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2012. – 239 с.
3. *Firemath* – The MathML Editor. [Електронний ресурс]. – Доступний з: <http://www.firemath.info/> – 2013.
4. *Тменова Н.П.* Особливості комп'ютерного тестування з математичних дисциплін в електронних навчальних середовищах / Н.П. Тменова, Б.Б. Сусь // Матеріали 5-ї науково-практичної конференції "Інноваційні комп'ютерні технології у вищій школі" – 19-21 Листопада 2013, НУЛП Львів (Україна). – 2013. – Р. 52-55.

References

1. AVANESOV, V. (1994) *Scientific problems of test knowledge control*. – Moscow: Research center.
2. ZHARKIH, YU., LYSOCHENKO, S., SUS, B. and TRETJAK, O. (2012) *Computer Technologies in Education*. – Kyiv. Taras Shevchenko University.
3. FIREMATH. (2013) – *The MathML Editor*. [Electronic Resource]. – Available from: <http://www.firemath.info/> – Title from the screen. [Accessed: 19th November 2013].
4. TMYENOVA N.P., SUSE B.B. (2013) Features of computer mathematics testing in e-learning environments // *5th Scientific Conference Preceedings "Innovative computer technologies in higher education"*, Tuesday 19th to Thursday 21st November 2013. NULP Lviv (Ukraine), pp. 52-55.

Надійшла до редколегії 24.04.2014