

## АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВ СТВОРЕННЯ ТЕСТІВ З МАТЕМАТИКИ В СЕРЕДОВИЩІ СИСТЕМ СИМВОЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ

**Вступ.** Предметні тести за останні декілька років буквально увірвалися у вітчизняний простір і стали реалією сучасної освіти. Кількість робіт, що присвячено різним аспектам розробки та використання тестів напевно уже вимірюється не менш ніж чотиризначним числом. І незважаючи на серйозні критичні зауваження в численних публікаціях тестова форма контролю, яка на заході, особливо в США, використовується достатньо давно, набирає обертів щороку і в нашій вітчизняній освіті. І хоч підготовка та робота з тестовими формами навчання та контролю не є новиною для переважної більшості досвідчених викладачів, такого масового, цілеспрямованого та системного переходу до тестових перевірок раніше не спостерігалось. На думку авторів це процес в значній мірі об'єктивний і викликаний такими обставинами. Перехід до модульної системи навчання, впровадження цілого ряду заходів по інтеграції в європейський освітній простір передбачає постійний поточний контроль і самоконтроль знань студентів та можливість багаторазового складання іспитів одним й тим самим учнем. До цього слід додати, що з появою нових знань і предметів години на традиційні предмети зменшуються. А програма залишається. Природно, що при цьому навантаження і на викладача і на учня зашкалює за критичну межу. Тому тестова форма тут з'являється як «палочка-виручалочка». Тим не менше нерідко можна почути критичні зауваження щодо масового впровадження тестів.

**Мета** даної роботи полягає в аналізі можливих причин здобуття негативного досвіду використання тестів та з'ясування способів їх усунення.

**Основна частина.** Як правило, тести використовуються як зручний, технічно простий засіб перевірки і оцінки знань. І нерідко забувається інше не менш важливе призначення тестів – як засіб навчання. Типовою є ситуація, коли викладач, провівши тестовий контроль ремствує з приводу того, що тести спрощені до критичної межі, а відповіді студентів все рівно не задовільні. Як правило, подібні ситуації є наслідком неправильної методології використання тестів. Якщо студент з тестами вперше зустрічається при написанні контрольної роботи або здачі іспиту, то об'єктивності від такої форми контролю очікувати марно. Щоб забезпечити об'єктивність та ефективність тестового контролю потрібно створити умови для постійної роботи студента з тестами в період навчання. І тут виникає інше питання. Студент може просто «натаскатися» на цих тестах і успішно здавати їх не освоївши в достатній мірі вивчений курс. Дійсно, якщо тестових завдань буде небагато, або вони будуть однотипні, така проблема може існувати. То які ж повинні бути тести, щоб

забезпечити ефективність навчання студентів та об'єктивність контролю їх знань? Насамперед очевидно - якщо тестових завдань 4 – 8 варіантів на групу, то відповіді можна просто завчити. Отже завдань повинно бути багато. Це умова необхідна, але далеко не достатня.

Як показує досвід, тести є значно більш об'єктивний та якісний порівняно із традиційними способів оцінювання. Але за умови, що тестові завдання відповідають вимогам надійності, валідності, трудності та ефективності.

Надійність - фундаментальна характеристика тесту, яка показує, в якій мірі стабільні результати тестування при не однократному обстеженні.

Валідність тесту - його придатність для досягнення поставленої мети: придатність по змісту, придатність до застосування в конкретних умовах, придатність за певним критерієм. Валідність тесту по змісту може бути визначена досвідченим викладачем-експертом, який відмічає, що завдання тесту: відповідають навчальній програмі; охоплюють всю програму; мають високу імовірність того, що учень, успішно відповівши на завдання тесту, знає предмет у відповідності з отриманою оцінкою. Тест може вважатися валідним, якщо, крім інших вимог, середні результати відповідають більшій частині учнів групи, а саме дані розподіляються за нормальним законом. Є й інші способи визначення валідності тестів [1].

Трудність тесту – це ступінь складності сукупності завдань, що містяться в тесті. В процесі створення тесту міра трудності регулярно перевіряється на випадковій вибірці із того контингенту, для якого тест призначається. В збалансованому тесті автори звичайно легко добиваються нормальності розподілу. Відпрацьовано і подальше вдосконалення тестів [2].

Ефективність тесту визначається творчим підходом укладачів до розробки системи завдань, що відповідають конкретним цілям тестування [2].

Але ж, як правило, в кожному навчальному закладі на кожній кафедрі, майже кожен викладач сам розробляє завдання для організації індивідуальної роботи студентів та проведення контрольних заходів, зокрема в тестовій формі. Виникає питання: чи здатний середньостатистичний викладач в реальних умовах розробити тести, що відповідають зазначеним умовам? Швидше за все - ні. Та це і недоцільно.

Можливо вихід у розробці єдиних міністерських тестів? Навряд чи така ідея знайде підтримку більшості фахівців. В той же час, наприклад, в [3] відмічається, що процеси побудови тестів – вельми трудомістка задача, що вимагає високої кваліфікації розробника і до сьогодні слабо автоматизована. Одна з головних причин полягає у відсутності відповідного інструментарію, за допомогою якого можна б було створювати тести на основі візуальної розробки без програмування або з програмуванням в мінімальному об'ємі.

Дослідження авторів показують, що сучасні програмні засоби можуть допомогти у вирішенні вказаної проблеми. Авторами пропонується підхід, в якому система символічної математики використовується, і як середовище для навчання, і як засіб для створення тестових завдань, і як оболонка для проведення тестового контролю. Цей підхід є природним продовженням ідеї створення навчально-контролюючого комплексу [4-7].

Отже, один із перспективних напрямів суттєвого підвищення ефективності використання тестів є розробка методики створення тестів за допомогою середовища системи символічної математики Maple. Методика повинна передбачати створення та поповнення бази даних для формування тестів різної складності по окремих розділах математики.

Основні переваги використання системи символічної математики полягають в наступному:

1. Програмне середовище системи дозволяє не тільки накопичувати банк статичних завдань, але й математичні моделі для генерування різноманітних задач.
2. Система дозволяє створити унікальну автоматизовану перевірку відповідей на тестові завдання.
3. Сама система Maple є засобом навчання.

4. Тестові завдання можуть включати якісно інший тип, що передбачає використання для здобуття розв'язків застосування системи символічної математики.

Далі мова йтиме про унікальну автоматизовану перевірку відповідей та її реалізацію.

Як відомо, при складанні тестових завдань виникає проблема яка полягає в тому, що одна й та сама відповідь може бути здобута в різних формах. І перехід від одної форми до іншої може викликати у студента додаткові, іноді нездоланні труднощі. В результаті, правильна відповідь студенту може бути і не зарахована. Щоб уникнути подібних ситуацій потрібно ретельно підбирати задачі для тестових завдань. Це накладає додаткові обмеження на, і без цього, непросту роботу та звужує різноманітність завдань.

Що ж стосується системи Maple, то вона не тільки сама може знаходити розв'язки типових задач, але й **порівнювати відповіді, що подані в різних формах!** Система Maple має широкий набір інструментів для роботи з аналітичними виразами. Цей інструментарій можна використати для виконання порівнянь аналітичних виразів на предмет з'ясування їх тотожності. Розглянемо деякі приклади.

Приклад 1. Знайти похідні функцій

$$y = \ln(\cos(x)), \quad f(x) = \frac{\sin(x)}{\cos(x)}$$

Похідну  $y'$  можна подати у вигляді  $-\frac{\sin(x)}{\cos(x)}$  або подати як  $\text{tg}(x)$ , похідна  $f'(x) = \frac{1}{\cos^2(x)} = 1 + \text{tg}^2(x)$

Незалежно від того, яку форму відповіді вибрав учень система зможе ідентифікувати її на тотожність з будь-якою іншою формою правильної відповіді. Зокрема, за допомогою надзвичайно потужної команди **simplify** Maple легко справляється з приведеними задачами

```
> y[1]:=sin(x)/cos(x)-tg(x);
y1 :=  $\frac{\sin(x)}{\cos(x)} - \text{tg}(x)$ 
> simplify(y[1]);
0
> y[2]:=1/cos(x)^2-1-tg(x)^2;
y2 :=  $\frac{1}{\cos(x)^2} - 1 - \text{tg}(x)^2$ 
simplify(y[2]);
0.
```

Приклад 2. Знайти невизначений інтеграл

$$\int \sqrt{1-x^2} dx$$

Якщо використати заміну змінної  $x=\sin(t)$ , дістанемо відповідь

$$\int \sqrt{1-x^2} dx = \frac{1}{2} \arcsin(x) + \frac{x\sqrt{1-x^2}}{2} + C$$

при використати заміни  $x=\cos(t)$ , матимемо відповідь у іншій формі:

$$\int \sqrt{1-x^2} dx = -\frac{1}{2} \arccos(x) + \frac{x\sqrt{1-x^2}}{2} + C$$

В подібних випадках порівнювати самі відповіді не має сенсу, оскільки різні первісні одної і тої самої функції відрізняються між собою на невизначену сталу. Вихід простий: потрібно знайти похідну від відповіді, спростити її, та за допомогою команди **simplify** порівняти знайдену похідну з підінтегральною функцією. Знайдемо похідну

>  $d(1/2*x*(1-x^2)^{(1/2)}+1/2*\arcsin(x)+C)/dx=\text{diff}(1/2*x*(1-x^2)^{(1/2)}+1/2*\arcsin(x)+C,x);$

$$\frac{d\left(\frac{x\sqrt{1-x^2}}{2} + \frac{1}{2}\arcsin(x) + C\right)}{dx} = \frac{\sqrt{1-x^2}}{2} - \frac{x^2}{2\sqrt{1-x^2}} + \frac{1}{2\sqrt{1-x^2}}$$

Знайдемо різницю між знайденою похідною та підінтегральною функцією

> **rhs(%) - sqrt(1-x^2);**

$$-\frac{\sqrt{1-x^2}}{2} - \frac{x^2}{2\sqrt{1-x^2}} + \frac{1}{2\sqrt{1-x^2}}$$

Спростимо останній результат

> **simplify(%);**

0.

Аналогічний результат одержимо, якщо ті ж самі операції проведемо над виразом

$$-\frac{1}{2}\arccos(x) + \frac{x\sqrt{1-x^2}}{2} + C$$

Отже, команда **simplify** легко справляється не тільки з наведеними, але й з аналогічними набагато складнішими задачами. І в той же час може не спрацювати у відносно простих ситуаціях.

Приклад 3. Вибрати правильну відповідь

- |  |  |
|--|--|
| 1. $\sin(x-y) = \sin x \cos y - \cos x \sin y$ | 2. $\sin(x-y) = \sin x \cos y + \cos x \sin y$ |
| 3. $\sin(x-y) = \sin x \cos x - \cos y \sin y$ | 4. $\sin(x-y) = \cos x \sin y - \sin x \cos y$ |
| 5. $\sin(x-y) = \sin x \sin y - \cos x \cos y$ | 6. $\sin(x-y) = \sin x \sin y + \cos x \cos y$ |
| 7. $\sin(x-y) = \sin^2 x - \cos^2 y$           | 8. $\sin(x-y) = \sin^2 x + \cos^2 x$           |

Правильною є перша відповідь. В Maple немає потреби обов'язково в програмі указувати номер правильного варіанта. Система сама може перевірити правильність запропонованого варіанта.

> **f:=sin(x)\*cos(y)-cos(x)\*sin(y)-sin(x-y);**

**f:=sin(x)cos(y)-cos(x)sin(y)-sin(x-y)**

> **simplify(f);**

**sin(x)cos(y)-cos(x)sin(y)-sin(x-y)**

Але, як бачимо, команда **simplify** виявилася безсилою. Якщо ж натомість застосувати команду **combine** одержимо позитивний результат

> **combine(f);**

0.

Команди **simplify** та **combine** мають багато опцій [8], які посилюють потужність цих команд в окремих випадках. До того ж, крім цих команд в Maple існує багато інших засобів для подібних перевірок. Отже важливою задачею є **розробка процедури або комплексу процедур для здійснення численних перевірок**. Такі відлагоджені процедури можуть поширюватися разом із базами даних по тестам і використовуватися всіма бажаними.

Наявність продемонстрованих інтелектуальних перевірок розширює різноманітність тестових завдань. Адже відпадає необхідність подавати разом із запитанням варіанти відповіді. Так, завдання прикладу 3 можна подати у такому вигляді

Приклад 4. Розкрити дужки

$$\sin(x - y)$$

Правильна відповідь може бути подана у різних формах, наприклад  $\sin x \cos y - \cos x \sin y$ ,  $\sin x \cos y + \cos x \sin(-y)$ ,  $\sin x \cos(-y) - \cos x \sin y$

і т.д. І яку б форму відповіді не обрав учень система зможе ідентифікувати її на правильність.

Приведений приклад торкається надзвичайно важливих концепцій стосовно змісту і форми тестових завдань. Тестові завдання у формі прикладу 4, на відміну від прикладу 3, передбачають **уміння учня писати математичною мовою**. Крім того, при вказанні можливих варіантів відповідей часто указують **типові неправильні відповіді**. Але ж давно доведено, що такий методичний прийом - хибний, оскільки ці типові неправильні відповіді осідають в підсвідомості учня.

**Висновок.** Використання системи символічної математики Maple відкриває нові перспективи в створенні та використанні тестових завдань з математики. Інтелектуальні можливості системи дозволяють розробити унікальну автоматизовану перевірку відповідей на тестові завдання, наслідком чого є поява можливості усунення ряду типових принципових недоліків існуючих тестів.

### Література:

1. Анастаси А., Урбина С. Психологическое тестирование. - СПб.: Питер, 2002. – 688 с.
2. Подласый, И.П. Педагогика. М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС. 1999. – Кн.1:Общие основы. Процесс обучения.– 576 с.
3. Башмаков А.И., Башмаков И.А. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем. - М.: Информационно-издательский дом «Филинь», 2003. - 616 с.
4. Михалевич В.М. Ключові проблеми створення навчально-контролюючого комплексу з дисциплін математичного спрямування// Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми// Зб. наук. прац. – Випуск 10 / Редкол.: І.А. Зязюн (голова) та ін. Київ-Вінниця: ДОВ «Вінниця», 2006, С.391-197.
5. Михалевич В.М. Навчально-контролюючий Maple – комплекс з вищої математики //Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2004. - № 1. – С.74-78.
6. Михалевич В.М. Реалізації технології «живих сторінок» в Maple, MathCad, Excel // Вісник ВПІ. – 2004. - № 3. – С. 90-95.
7. Михалевич В.М., Шевчук О.І., Буга Н.Л. Математичні системи комп'ютерної алгебри як засіб підвищення ефективності і якості освітнього процесу з вищої математики // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми// Зб. наук. прац. – Випуск 14 / Редкол.: І.А. Зязюн (голова) та ін. Київ-Вінниця: ДОВ «Вінниця», 2007, С.357-360.
8. Матросов А.В. Maple 6. Решение задач высшей математики и механики. – СПб.: БХВ-Петербург, 2001. – 528 с.

*The analysis of possible reasons of tests using negative experience has been studied in this work and the ways of their exclusion have been found out. The advantages and possibilities of Maple system use by creating and using test tasks in mathematics have been indicated and a range of demonstrative examples have been presented.*