

УДК 372.8:378.02

З. В. Бондаренко

РОЗРОБЛЕННЯ ТЕСТІВ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ І УМІНЬ СТУДЕНТІВ ТЕХНІЧНОГО ВНЗ З ТЕМИ «ДИФЕРЕНЦІЙНІ РІВНЯННЯ»

Будь-яка повноцінна діяльність, у тому числі і навчання, складається з трьох частин: орієнтовної, виконавчої і контрольної. Таким чином, контроль — це частина процесу навчання.

З погляду внутрішньої сутності контроль — це виявлення і порівняння (на певному етапі навчання) результату навчальної діяльності з вимогами, які задаються до цього результату програмою (інакше це — співвідношення досягнутих результатів із запланованою метою навчання).

Основна мета контролю знань і умінь полягає у виявленні досягнень, успіхів студентів, через призму яких розглядаються недоліки у здійсненні навчальної діяльності, прогалини в знаннях; у виявленні шляхів вдосконалення, поглиблення знань і умінь для подальшого активного навчання.

Встановлення конкретного змісту контролю залежить від цілей вивчення даної частини навчального матеріалу і пов'язане з визначенням, по-перше, інформаційно-наочного складу того знання, яке повинне бути сформованим (поняття, факти, теореми, алгоритми, методи), тобто з виділенням об'єкту контролю; по-друге, операційного складу цього знання, тобто з визначенням тих дій, в процесі виконання яких студентами і повинно виявлятися засвоєння того або іншого об'єкту контролю.

Кажучи про засоби контролю, передбачається завдання або декілька завдань, які пропонуються студентам з метою виявлення відповідних поставленим цілям результатів навчання.

Виникає питання про те, яка мета тестування. Введемо поняття загальної мети, у вигляді якої може формуватися кінцева мета. В загальній меті даються лише загальні риси дії і його змісту, або предмету. Досягнення загальної мети не тестується, тобто досягнення її практично неможливо перевірити. Загальна мета реалізує функцію управління. Її місія полягає в тому, що на її основі формулюються конкретні цілі. Досягнення конкретних цілей вже контролюється, вони можуть тестуватись [2].

Виділяють декілька типів тестових завдань: закритого типу, відкритого типу, на відповідність, на правильну послідовність [1].

На кафедрі вищої математики розроблений тест закритого типу з курсу «Диференційні рівняння». Інформаційний простір курсу «Диференційні рівняння» повинен містити так зване «занурення

в інформаційне середовище», яке повинне познайомити студентів з основними поняттями, ввести його в тему, показати структуру навчального матеріалу і, таким чином, сприяти виникненню пізнавального інтересу і мотивації до вивчення пропонованої інформації. І саме на цьому етапі необхідно забезпечити студенту контроль його знань, який є невід'ємною частиною навчання.

Мета даної статті:

1) описати цілі і зміст розробленого тесту, який пов'язаний з визначенням тих якостей, які повинні бути сформованими в результаті навчання студентів: повнота, глибина, узагальненість, усвідомленість.

2) провести розрахунок основних показників тесту.

Завдання тесту супроводжуються інструкцією «Вкажіть правильну відповідь». Будуються завдання у вигляді ствердження, закінчення якого є варіанти відповіді. Всі варіанти правдоподібні і рівноправні, але тільки один з них — правильний. Відповіді будуються за правилами сполучення, або розташовані довільним чином. Нижче наведені два тестових завдання з відповідною побудовою відповідей.

Приклад 1.

Вказати, як розташовані інтегральні криві лінійного однорідного диференціального рівняння $y' + p(x)y = 0$.

- перетинають вісь Ox і перетинають вісь Oy ;
- перетинають вісь Ox і не перетинають вісь Oy ;
- не перетинають вісь Ox і перетинають вісь Oy ;
- не перетинають вісь Ox і не перетинають вісь Oy .

Приклад 2.

Відомий загальний розв'язок однорідного диференціального рівняння другого порядку із сталими коефіцієнтами $y = C_1 \cos 2x + C_2 \sin 2x$. Записати диференціальне рівняння, яке відповідає цьому розв'язку.

- $y'' + 4y' = 0$;
- $y'' + 4y = 0$;
- $y'' + 4y = 0$;
- $y'' - 4y' = 0$.

В процесі оброблення тесту визначився порядок, в якому розташовуються завдання. Цей порядок фіксований і не залежить від того, як відповідає студент. Процес контролю припускає, що студент повинен відповідати на всі завдання, тобто вибір наступного завдання не залежить від відповіді на попереднє. Кожне завдання тесту органічно пов'язано з рештою завдань. Контролю піддаються всі необхідні елементи знань і уміння. Декілька завдань тесту пов'язані з виявленням рівня засвоєння істотних ознак загальних понять. Нижче наведений *приклад тестового завдання, пов'язаний з формуванням поняття «ізокліна»*.

Приклад.

Що називається ізокліною?

- Ізокліною називається пряма, в кожній точці якої напрямок поля однаковий.
- Ізокліною називається крива, в кожній точці якої напрямок поля однаковий.
- Ізокліною називається крива, в одній точці якої напрямок поля однаковий.
- Ізокліною називається крива, в кожній точці якої напрямок поля різний.

Декілька завдань тесту спрямовані на *виявлення уміння застосовувати зміст поняття до розв'язування задач*.

Приклад.

Визначити геометричний зміст граничних умов $y(0) = 1$, $y(2) = 3$ для рівняння $y'' + y = 2x$.

- З геометричної точки зору це означає, що необхідно знайти інтегральну криву, яка проходить через точки $M(0,1)$, $P(2,3)$.
- З геометричної точки зору це означає, що необхідно знайти інтегральну криву, яка перетинає прямі $x = 0$, $x = 2$ під заданими кутами $\alpha = \arctg 1$ і $\alpha = \arctg 3$.
- З геометричної точки зору це означає, що необхідно знайти інтегральну криву, яка не перетинає прямі $x = 0$, $x = 2$.
- З геометричної точки зору це означає, що необхідно знайти інтегральну криву, яка перетинає прямі $x = 1$, $x = 3$.

Відомо, що психологи виділяють такі рівні засвоєння знань:

- запам'ятовування, відтворення матеріалу;
- розуміння і використання в схожій з вже розглянутою ситуацією;
- самостійне перетворення матеріалу, перенесення знань на розв'язання широкого кола задач в нових ситуаціях.

Нижче наведені відповідні *приклади завдань, які характеризують цілі вивчення певної частини навчального матеріалу, пов'язаного з визначенням рівня засвоєння знань і відповідних їм видів діяльності.*

Приклад 1.

Записати лінійне диференційне рівняння першого порядку.

- $y' + p(x)y = q(x)$;
- $(y')^2 + p(x)y = q(x)$;
- $y' + p(x)y^2 = q(x)$;
- $(y')^2 + p(x)y^2 = q(x)$;

Приклад 2.

Серед усіх розв'язків диференційного рівняння $y' = 4x^3$ знайти розв'язок, який задовольняє початкову умову $y(0) = 1$.

- $y = x^4 + 2$;
- $y = x^4$;
- $y = x^4 + 3$;
- $y = x^4 + 1$.

Приклад 3.

З експерименту відомо, що швидкість розмноження бактерій при достатньому запасі їжі пропорційна до їх кількості. Записати функцію, яка описує кількість бактерій у будь який момент часу.

- $x = Ce^{-kt}$;
- $x = Ce^{kt}$;
- $x = Ce^{\frac{k}{t}}$;
- $x = Ce^{-\frac{k}{t}}$.

Використовуються різні підходи до вибору видів контролю.

- контроль за кінцевим результатом* (звертається увага не на хід, склад діяльності, а на її ре-

зультат). Розроблений тест містить декілька таких завдань.

Приклад.

Знайти загальний розв'язок диференційного рівняння $y''' = x$.

a) $y = \frac{x^4}{24} + C_1x^2 + C_2x + C_3$;

b) $y = \frac{x^4}{6} + C_1x^2 + C_2x + C_3$;

c) $y = \frac{x^4}{24} + C_1x^2 + 2C_2x + C_3$;

d) $y = \frac{x^4}{24} + C_1x^2 + C_2x + 2C_3$;

2) поетапний контроль (звертається увага на виконання окремих операцій, які визначають ту або іншу дію). Нижче наведений *приклад завдання поетапного контролю*.

Приклад.

2. Які функції є однорідними виміру 2?

a) $f(x, y) = y^2 + xy$;

b) $f(x, y) = y + xy$;

c) $f(x, y) = y + x^2y$;

d) $f(x, y) = y^2 + xy^2$.

Завдання такого типу спрямовані на виконання операції виявлення однорідних функцій. Дана операція є складовою частиною дії визначення типу диференціальних рівнянь першого порядку.

В тестуванні, яке містило 52 питання, брало участь 150 студентів в результаті декількох випробувань. Оброблення тесту почалося з побудови матриці результатів.

Наведемо приклад, коли 10 студентів контролювалися за допомогою тесту, що містив 12 завдань (перша частина тесту по темі). В таблиці 1 показана відповідна цьому випадку матриця результатів. Матриця має розмірність $M \times N$, де M — число завдань, N — число випробовуваних. Як видно, елементами матриці x_{ij} , де i — номер випробовуваного (рядки), j — номер завдання (стовпця), є нулі і одиниці; 1 означає, що відповідь правильна, 0 — відповідь не правильна.

Таблиця 1

Матриця результатів тестування

№	Прізвище	Номер завдання в тесті, j												X_j
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	Антохов	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	5
2	Головчук	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	7
3	Карпенко	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	8
4	Доброневська	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	8
5	Міщенко	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
6	Поліщук	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	8
7	Загородній	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	10
8	Павлішин	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	6
9	Гаврилова	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	7
10	Борисов	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	7
R_j		9	7	6	8	6	5	7	4	8	5	6	7	
W_j		1	3	4	2	4	5	3	6	2	5	4	3	

Для кожного студента визначений сумарний бал $X_j = \sum_{i=1}^M x_{ij}$, що визначає успішність, а для кожного завдання — кількість правильних відповідей $R_j = \sum_{i=1}^N x_{ij}$ і кількість неправильних відповідей $W_j = N - R_j$. Величина W_j визначає міру складності j -го завдання.

Описані данні дозволили побудувати упорядковану матрицю (таблиця 2), в якій студенти розташовуються за їх успішністю (зверху вниз), а завдання за їх складністю (зліва направо).

Як видно, упорядкована матриця є сукупністю двох трикутних матриць, що складаються з великими відхиленнями, одна — з нулів, інша — з одиниць. Всі завдання спроможні, тобто, немає випадкових правильних відповідей і випадково неправильних.

Далі проводився розрахунок показників зв'язку завдань між собою і з сумою балів студентів. Основу цього складає коефіцієнт кореляції Пірсона r_{yz} , який визначався за формулою

$$r_{yz} = \frac{SP_{yz}}{\sqrt{SS_y SS_z}} \quad (1)$$

де y і z — параметри, зв'язок між якими обчислюється; SP_{yz} — сума добуток відхилень y і z від їх середніх значень; SS_y або SS_z — сума квадратів відхилень по y або z від його середнього значення.

Таблиця 2

Упорядкована матриця результатів тестування

№	Прізвище	Номер завдання в тесті, j												X_j
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	Антохов	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	5
2	Павлішин	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	6
3	Головчук	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	7
4	Гаврилова	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	7
5	Борисов	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	7
6	Карпенко	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	8
7	Доброневська	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	8
8	Поліщук	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	8
9	Загородній	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	10
10	Міщенко	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
W_j		1	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	6	
Старий номер завдання		1	4	9	2	7	12	3	5	11	6	10	8	

Для визначення вказаних величин використані формули:

$$SS_y = SS_{x_{ik}} = \sum_{i=1}^N x_{ik}^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^N x_{ik}\right)^2}{N} \quad (2)$$

Для зв'язку між k -м завданням і сумою балів

$$SS_z = SS_{X_i} = \sum_{i=1}^N X_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^N X_i\right)^2}{N}. \quad (3)$$

Для зв'язку між k -м і m -м завданням

$$SS_z = SS_{x_{im}} = \sum_{i=1}^N x_{im}^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^N x_{im}\right)^2}{N}. \quad (4)$$

Величина SP_{yz} обчислюється таким чином:

$$SP_{yz} = SP_{x_{ik}} = \sum_{i=1}^N x_{im}z - \frac{\sum_{i=1}^N x_{im} \sum_{i=1}^N z}{N} \quad (5)$$

На підставі результатів розрахунків побудована кореляційна матриця (таблиця 3), компонентами якої є коефіцієнти зв'язків між завданнями. Крім того, розраховані коефіцієнти зв'язків всіх завдань з сумою балів для кожного студента.

Таблиця 3

Кореляційна матриця

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	r_{x_{ij}, X_i}
1	1,00	0,71	-0,12	-0,23	-0,23	-0,22	-0,33	-0,32	0,44	0,34	0,31	0,34	0,22
2	0,71	1,00	-0,32	0,22	0,22	-0,31	-0,41	-0,41	0,14	0,00	0,00	0,44	0,21
3	-0,12	-0,32	1,00	0,23	-0,33	0,72	0,64	0,64	0,41	0,52	0,45	-0,12	0,34
4	-0,23	0,22	0,23	1,00	0,76	0,58	0,42	-0,11	0,52	0,63	0,75	0,89	0,39
5	-0,23	0,22	-0,33	0,76	1,00	-0,41	-0,12	-0,12	-0,12	0,25	-0,13	0,26	0,05
6	-0,22	-0,31	0,72	0,58	-0,41	1,00	0,87	0,49	0,52	0,64	0,27	0,44	0,37
7	-0,33	-0,41	0,64	0,42	-0,12	0,87	1,00	0,66	0,47	0,38	0,56	-0,23	0,46
8	-0,32	-0,41	0,64	-0,11	-0,12	0,49	0,66	1,00	0,89	0,30	0,80	0,36	0,57
9	0,44	0,14	0,41	0,52	-0,12	0,52	0,47	0,89	1,00	0,86	0,30	0,79	0,74
10	0,34	0,00	0,52	0,63	0,25	0,64	0,38	0,30	0,86	1,00	-0,22	0,84	0,71
\bar{r}_j	0,10	0,08	0,34	0,40	0,09	0,30	0,36	0,30	0,51	0,49	0,30	0,40	

В таблиці обчислений середній коефіцієнт кореляції завдання з усіма завданнями. Нормою вважається значення коефіцієнта кореляції не нижче 0,3. В цьому випадку тест валідний за здатністю диференціювати студентів. Видно, що цьому критерію не відповідають завдання № 1, № 2, № 5. Ці завдання були виключені з тесту. В таблиці 4 наведена матриця після чистки, яка отримана з матриці 3 шляхом видалення завдань № 1, № 2, № 5.

Таблиця 4

Видно, що всі коефіцієнти кореляції збільшили свої значення.

Для визначення точності вимірювання рівня підготовленості студентів відповідно до контрольованих параметрів була проведена оцінка надійності тесту за коефіцієнтом кореляції.

Кореляційна матриця після чистки

i	3	4	6	7	8	9	10	11	12	r_{x_{ij}, X_i}
3	1,00	0,23	0,72	0,64	0,64	0,41	0,52	0,45	-0,12	0,34
4	0,23	1,00	0,58	0,42	-0,11	0,52	0,63	0,75	0,89	0,39
6	0,72	0,58	1,00	0,87	0,49	0,52	0,64	0,27	0,44	0,37
7	0,64	0,42	0,87	1,00	0,66	0,47	0,38	0,56	-0,23	0,46
8	0,64	-0,11	0,49	0,66	1,00	0,89	0,30	0,80	0,36	0,57
9	0,41	0,52	0,52	0,47	0,89	1,00	0,86	0,30	0,79	0,74
10	0,52	0,63	0,64	0,38	0,30	0,86	1,00	-0,22	0,84	0,71
\bar{r}_j	0,59	0,47	0,68	0,63	0,55	0,66	0,61	0,41	0,42	

$$r_i = \frac{M\bar{R}}{1 + (M-1)\bar{R}}, \quad (6)$$

де \bar{R} — середнє значення середніх коефіцієнтів кореляції завдань тесту між собою

$$\bar{R} = \frac{\sum_{j=1}^M r_j}{M}. \quad (7)$$

Для надійності тесту коефіцієнт кореляції повинен перевищувати 0,8.

Для почищеного тесту (матриця таблиці 4) формули (6) і (7) дають значення $r_i = 0,92$. Для неочищеного тесту (матриця таблиці 3) значення r_i менше: $r_i = 0,85$. Таким чином, чистка тесту підвищила його надійність.

Висновки

Використання тестування на заняттях з вищої математики показують, що цей вид контролю відрізняє технологічність і об'єктивність. Тестування дозволяє швидко та якісно оцінювати знання студентів і, за необхідністю вносити корективи в навчальний процес. Це, безумовно, не означає, що традиційні методи навчання (лекції, семінари, лабораторні заняття) і контролю (іспити і заліки) втрачають своє значення і не можуть бути використані. Більш того, можна використовувати сучасні технології навчання, які повинні забезпечувати кожного студента індивідуальною програмою, відповідною його рівню знань і психоемоційних характеристик. І тут інструмент для вимірювання результатів педагогічної роботи (тест) набуває особливого значення, оскільки без нього індивідуальну роботу з кожним студентом організувати надзвичайно важко.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Аванесов В. С. Основы научной организации педагогического контроля в высшей школе. — М.: Изд-во МИСиС, 1989. — С. 38—57.
2. Атанов Г. А., Пустынникова И. Н. Обучение и искусственный интеллект или основы современной дидактики высшей школы. — Донецк: Изд-во ДООУ, 2002. — 504 с.
3. Алексейчук И. С. Особенности создания систем контроля в высшей школе // Современные проблемы дидактики высшей школы: Сб. избр. трудов Междунар. конф. — Донецк: Изд-во ДонГУ, 1997. — С. 121—130.
4. Клочко В. І. Нові інформаційні технології навчання математики в технічній вищій школі: Дис. ... докт. пед. наук: 13.00.02. — Вінниця, 1998. — 396 с.
5. Машбиц Е. И. Психологические основы управления учебной деятельностью. — К.: Вища школа, 1987. — С. 78—92.
6. Сеница Е. М. Вероятностные модели тестирования знаний обучаемого // Интеллектуализация компьютерных технологий обучения. — К.: АН Украины, Ин-т кибернетики им. В. Глушкова, 1993. — С. 39—41.
7. Brachman J., Levesqua H. J., Reiter R. Knowledge representation // MIT Press, 1992. — P. 56—57.
8. Зайцева Л. В. Некоторые аспекты контроля знаний в дистанционном обучении. — Образование и виртуальность — 2000. Сборник научных трудов 4-й Международной конференции. — Харьков — Севастополь: УАДО, 2000. — С. 126—131.

Рекомендована кафедрою вищої математики

Надійшла до редакції 16.07.03
Рекомендована до друку 30.10.03

Бондаренко Злата Василівна — асистент кафедри вищої математики.

Вінницький національний технічний університет