

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ. МАТЕМАТИКА. ФІЗИКА

УДК (159.938+613.954):373.2

Н.Буняк, доктор психологічних наук

Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

КОМП'ЮТЕРНА ОЦІНКА РІВНЯ РОЗВИТКУ ТЕХНІЧНОГО МИСЛЕННЯ

Запропонована комп'ютерна оцінка рівня розвитку технічного мислення, алгоритм якої базується на основі графів. Для оцінки використано орієнтовані графи типу "дерево". Це дозволить збільшити пропускну здатність психологічної діагностики, достовірність отриманих результатів.

Психодіагностика – це розділ психології, що вивчає принципи, методичні прийоми і засоби побудови та використання діагностичних процедур з метою визначення значень деяких психологічних феноменів, що дозволяють встановити діагноз [1].

Практично психодіагностика використовується у найрізноманітніших галузях діяльності психолога: і коли він є автором чи учасником прикладних психолого-педагогічних експериментів, і коли він зайнятий психологічним консультуванням і психологічною корекцією. Але найчастіше психодіагностика є окремою, самостійною сферою діяльності. Її метою є оцінка притаманного людині психологічного стану.

За допомогою психологічної діагностики оцінюється розвиток психологічних властивостей [2].

Предметом наукового психологічного дослідження є деякі особливості мислення людини – такі, що існують і змінюються за певними законами та залежать від різних змінних. Одна з них - тест Беннета, що служить для оцінки технічного мислення людини, зокрема вміння читати креслення, розбиратися в схемах технічних пристроїв та їх роботі, розв'язувати прості фізико-технічні задачі.

У даному тесті клієнт отримує 70 технічних рисунків із завданнями та варіантами можливих відповідей на них. Мета запропонованих завдань – до кожного з рисунків знайти правильний розв'язок задачі, зображеної на ньому.

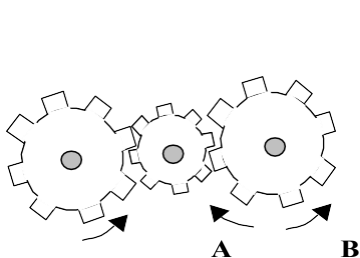


Рис.1.

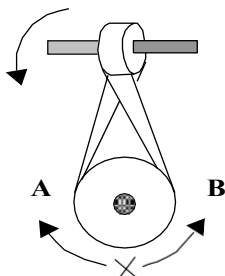


Рис.2.

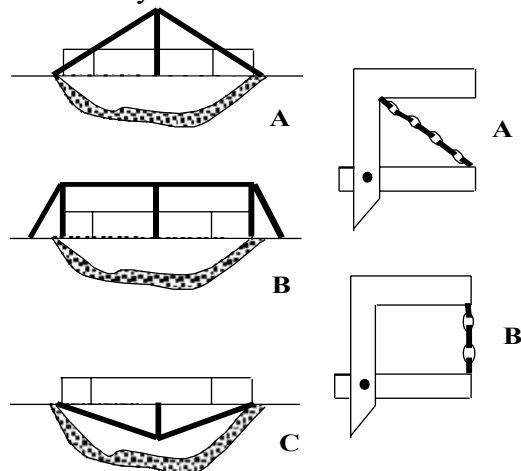


Рис.3.

Рис.4.

Під кожним із запитань, у свою чергу, дано три варіанти можливих відповідей на нього, причому лише один варіант правильний. Для прикладу, розглянемо чотири задачі.

Задача 1 (рис.1). Якщо ліва шестерня обертається у вказаному напрямі, то в якому напрямі буде обертатися права шестерня?

Варіанти відповідей: 1. У напрямі стрілки А. 2. У напрямі стрілки В. 3. Не знаю.

Задача 3 (рис.2). Якщо верхнє колесо обертається в напрямі, вказаному стрілкою, то в якому напрямі обертається нижнє колесо?

Варіанти відповідей: 1. В напрямі А. 2. В обох напрямках. 3. В напрямі В.

Задача 69 (рис.3). Коли необхідно підтримати стальним тросом міст, збудований через ріку, то як доцільніше закріпити його?

Варіанти відповідей: 1. Як показано на рис. А. 2. Як показано на рис. В. 3. Як показано на рис. С.

Задача 70 (рис.4). Який із ланцюгів менш напружений?

Варіанти відповідей: 1. Ланцюг А. 2. Ланцюг В. 3. Обидва ланцюги напружені однаково.

Таблиця 1

Правильні відповіді на тестові завдання

Номер завдання	Правильна відповідь	Номер завдання	Правильна відповідь	Номер завдання	Правильна відповідь	Номер завдання	Правильна відповідь	Номер завдання	Правильна відповідь	Номер завдання	Правильна відповідь	Номер завдання	Правильна відповідь
1	2	11	2	21	2	31	3	41	1	51	2	61	2
2	2	12	2	22	1	32	2	42	2	52	1	62	1
3	1	13	2	23	3	33	1	43	2	53	2	63	3
4	3	14	3	24	3	34	3	44	1	54	1	64	2
5	2	15	2	25	2	35	1	45	3	55	1	65	1
6	2	16	2	26	2	36	3	46	1	56	2	66	2
7	3	17	2	27	1	37	2	47	1	57	1	67	3
8	3	18	3	28	3	38	3	48	1	58	1	68	1
9	2	19	2	29	2	39	1	49	2	59	2	69	2
10	3	20	3	30	1	40	2	50	3	60	1	70	1

За правильно розв'язану задачу клієнт отримує 1 бал. За загальною сумою набраних балів можна робити висновок про рівень розвитку технічного мислення (див. табл.2).

Таблиця 2

Середні показники рівня розвитку технічного мислення

Групи осіб	Рівень розвитку технічного мислення				
	дуже низький	низький	середній	високий	дуже високий
Юнаки кількість балів	< 26	27-32	33-38	39-47	> 47
Дівчата кількість балів	< 17	18-22	23-27	28-34	> 35

Такий підхід до оцінки технічного мислення має низку суттєвих недоліків:

1. Вимагає значного часу для обробки інформації, що зменшує перепусткову здатність психологічного діагностування на психологічну діагностику. Так, для однієї особи відводиться 25хв. Якщо врахувати, що подібно діагностуються студенти, навчальної групи з 25 осіб, то виконати тестування та дати оцінку за одне заняття неможливо.

2. При обчисленні суми балів можливі помилки, що знижує достовірність тестування, особливо коли сума балів перебуває на межі визначення рівнів, наприклад, якщо кількість балів – 32 , то це низький рівень, 33 – середній; 38 – середній, а 39 – високий.

Для підвищення перепусткової здатності психодіагностування, збільшення достовірності оцінки рівня розвитку технічного мислення, ми запропонували комп'ютерне тестування, алгоритм якого базується на основі граф [3].

За К.Бержем, маємо пару граф $G = (X, U)$, утворених множиною X (вершин) та сімейством U ребер (дуг), що складаються з упорядкованих пар вершин, причому одна й та сама пара може фігурувати в U скільки завгодно разів [4].

У роботі використані орієнтовані (орграфі) типу “дерева”. В орграфі такого типу до кожної вершини належить лише одне ребро, за винятком однієї вершини, яку називають коренем дерева. Такі графи ще називають зв'язними без циклів, тобто у них не можна створити замкнених маршрутів так, щоб не повторювалися ребра.

Збудуємо скорочений варіант структурного орграфу $G (X, U)$ типу “дерева” тесту Беннета (рис.5), що ґрунтується на даних зведеної таблиці 1.

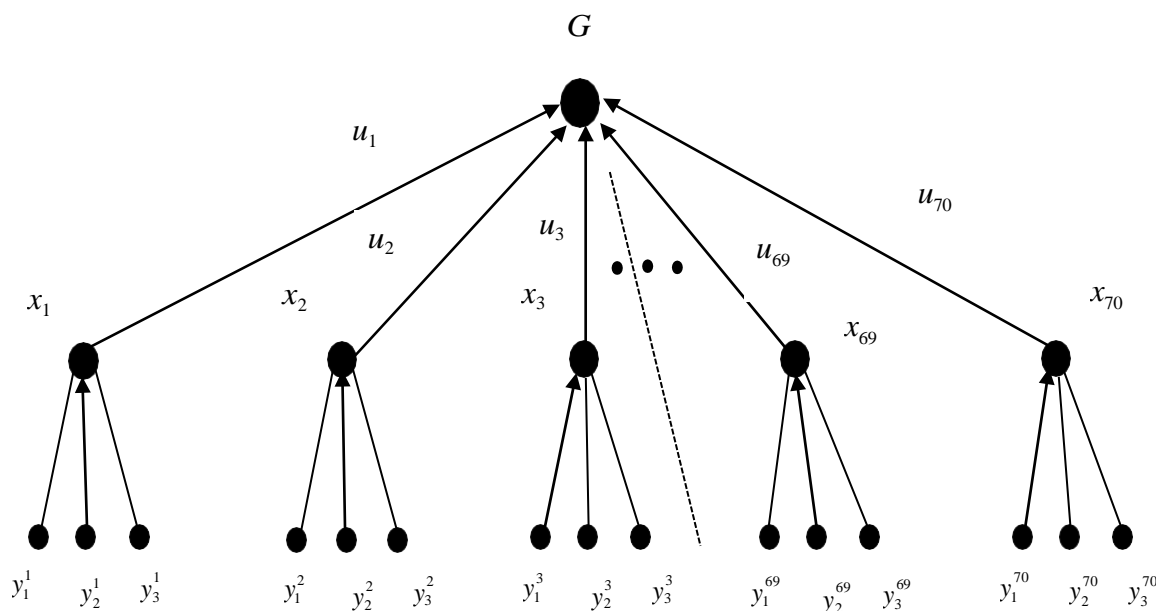


Рис. 5. Структурний граф зведеної таблиці 1.

Для даного графа можна записати такі співвідношення:

$$X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_{69}, x_{70}\} \text{ – множина задач;}$$

$$U = \{u_1, u_2, u_3, \dots, u_{69}, u_{70}\} \text{ – множина дуг, що з'єднують вершини графа.}$$

У свою чергу $x_i = \{y_1^i, y_2^i, y_3^i\}$; $x_2 = \{y_1^2, y_2^2, y_3^2\}$; ... $x_{69} = \{y_1^{69}, y_2^{69}, y_3^{69}\}$; $x_{70} = \{y_1^{70}, y_2^{70}, y_3^{70}\}$; - відповідно варіанти відповідей. Кінцеві дуги $y_1^i, y_2^i, y_3^i \dots y_1^{69}, y_2^{69}, y_3^{69}$ із стрілками уособлюють правильні відповіді (див. табл. 1).

Граф, у якого обидві множини $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ і $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ скінченні (скінчений граф) і $U \neq \emptyset$, можна задати матрицю суміжності (r_{ij}) , у якої рядки і стовпчики відповідають вершинам графа $(i, j = 1, 2, \dots, n)$, причому для графа Бержа $G = (X, U)$ слід взяти $r_{ij} = 1$ при $x_j \in U_{xi}$ і $r_{ij} = 0$ при $x_j \notin U_{xi}$.

Знехтувавши верхніми індексами кінцевих вершин складаємо матрицю суміжності для графа, зображеного на рис.5.

	x_1	x_2	x_3	...	x_{69}	x_{70}	$\sum_{i=1}^{70} y_i$
y_1	0	0	1	...	0	1	22
y_2	1	1	0	...	1	0	30
y_3	0	0	0	...	0	0	28
$\sum_{i=1}^{70} x_j$	1	1	1	...	1	1	70

Загальний обсяг інформації з графа, поданого на рис.5 визначається як сума обсягів інформації з кожного шляху від кінцевої вершини до кореня дерева G :

$$Q = \sum_{i=1}^k q_i \tag{1}$$

де Q – загальний обсяг інформації; q_i – обсяг інформації з шляху від i -ої вершини; k – кількість кінцевих вершин.

Для випадку графа G (рис.5), де відзначені лише правильні відповіді, $Q = 70$. На графі подані тільки три перші та дві останні задачі з правильними відповідями (на кінцевих дугах проставлені стрілки). Для визначення повного обсягу інформації треба будувати граф та складати матрицю суміжності для всіх задач, тобто для $n = 70$.

Зрозуміло, що створена після тестування клієнта матриця суміжності буде відрізнятися від матриці R . Комп'ютер, відповідно до програми, видасть відхилення обсягу інформації від $Q = 70$ у відсотках і графік оцінки рівня розвитку технічного мислення клієнта. Такий графік подано на рис.6.а – для юнаків і на рис. 6.б – для дівчат.

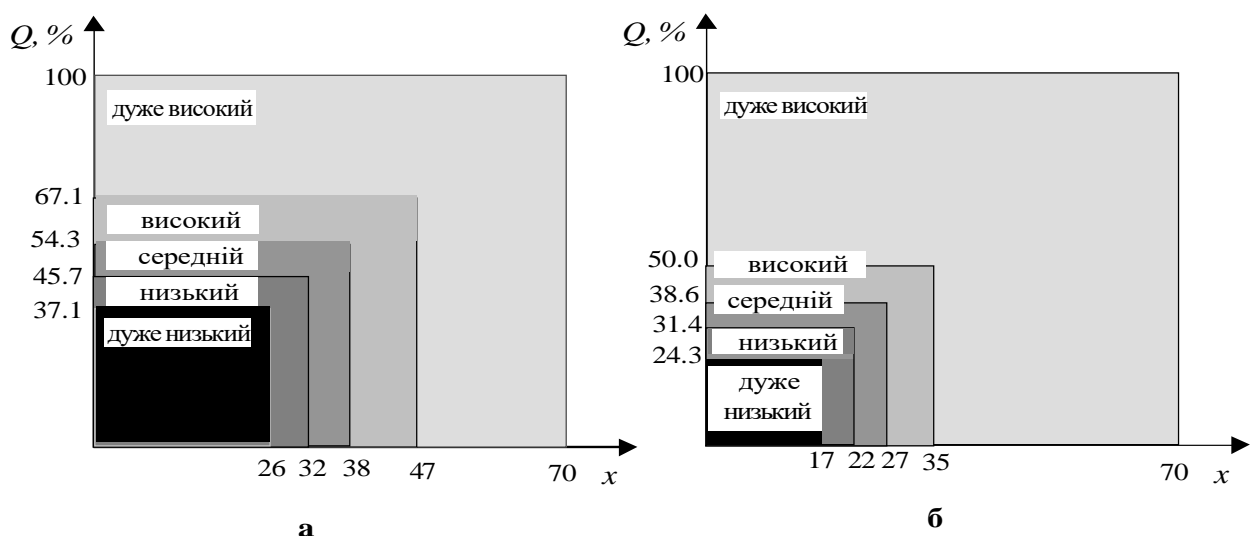


Рис.6. Графік оцінки рівня розвитку технічного мислення:
а – юнаків; б – дівчат.

Таким чином, оцінка технічного мислення за запропонованим алгоритмом полягає у наступному:

1. Ознайомлення клієнта з текстом задач.
2. Розставлення “мишкою” комп’ютера стрілок на графі монітора (правильних відповідей) на кінцевих дугах (див.рис.5). До цього програма в пам’ять комп’ютера заносить порожній граф.
3. Всі даліші операції виконуватимуться на комп’ютері, а саме: обчислення обсягу інформації клієнта з матриці суміжності; обчислення результатів оцінки у вигляді графіка (рис.6.а,б). Для поглибленої оцінки рівня розвитку технічного мислення можна обчислити матрицю суміжності.

Висновки

1. Запропонована комп’ютерна оцінка рівня розвитку технічного мислення дозволить визначити рівень його розвитку у студентів. На основі запропонованого алгоритму на кафедрі психології у виробничій сфері ТДТУ розробляються подібні програми для кабінету психологічної діагностики.
2. Алгоритм запропонованого комп’ютерного тестування може застосовуватися для оцінки рівня загального інтелектуального розвитку особистості людини.

The computer estimation of a level of development of technical thinking is offered, the algorithm is based which one on the basis of graphs. For an estimation the digraphs of a type "tree" are used. It will allow to increase bandwidth of psychological diagnostic, reliability of the obtained outcomes.

Література

1. Немов Р.С. Психология: Учебник для студентов высших пед. учеб. заведений: У 3 кн: Психодиагностика. Введение в научное психологическое исследование с элементами математической статистики. 3-е изд. – М.: Гуманит. изд. Центр ВЛАДОС, 1998. – 632 с.
2. Шевандрин Н.И. Психодиагностика, коррекция и развитие личности. – М.: Гуманит. изд. Центр ВЛАДОС, 1999. – 512 с.
3. Басакер Р., Саоти Т. Конечные графы и сети. /Пер. с англ. – М.: Наука, 1974. – 366 с.
4. Берж К. Теория графов и ее применения. /Пер. из франц. – М.: Наука, 1989. – С. 293-302.

Одержано 15.05.2001 р.