interest in language learning. A special argument for the use of an interactive whiteboard in the classroom is the interest of modern students to new technical inventions. The influence of the interactive whiteboard and multimedia on the educational process was investigated. The authors concluded: the success of the students who used interactive means of study has increased significantly. While using the interactive whiteboards in the educational process, data of time economy reaches 25–30%, which ultimately improves the efficiency of the classroom work and improves student outcomes. Electronic media serve as a source of learning, systematization, consolidation, and control of students' academic achievements. The use of a multimedia board greatly diversifies the learning process, causes students' desire to work with such a tool and, as a consequence, an interest in learning English. Thus, the use of a multimedia board facilitates learning of the material, which proves the need to implement this powerful technical tool in the learning process. The psychological and pedagogical aspects of the formation of a creative, informationally competent personality are considered. In order for the process of formation of knowledge to have a successful outcome, it is very important that all basic sensory systems of the person – visual, auditory and kinesthetic – were used in the training. The kinesthetic system operates with the phenomenon of motor memory and the ability to bring skills to automatism. Children are best at listening and distinguishing sounds, mastering intonation and pronunciation. The more people listen to audio recordings in a foreign language, the more it seems familiar. Clush visibility illustrates the emotional expressiveness of the written image, plays a significant role in the formation of a certain image, its understanding. It helps to create semantic emphasis and corrects pronunciation, rhythmic and intonational design of individual words and phrases. The effective ways and methods of active perception and study of a foreign language by means of using interactive technologies and multimedia means of studying are determined. Interactive exercises aimed at forming interest and enhancing cognitive activity of students to language have been analyzed. Positive and negative consequences using of innovative technologies in studying are described.

Key words: interactive whiteboard; innovative technologies; modern teaching methods.

УДК 378.147

Микола КОЗЯР
доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри теоретичної механіки, інженерної графіки та машинознавства Національного університету водного господарства та природокористування, м. Рівне, Україна
e-mail: nikolaynuvgp@ukr.net

Валерій КРІВЦОВ
кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теоретичної механіки, інженерної графіки та машинознавства Національного університету водного господарства та природокористування, м. Рівне, Україна
e-mail: krivtsov.valeriy@gmail.com

Олексій ПАРФЕНЮК
пошуковець кафедри теоретичної механіки, інженерної графіки та машинознавства Національного університету водного господарства та природокористування, м. Рівне, Україна
e-mail: servisnikp@gmail.com

З ДОСВІДУ МАТЕМАТИЧНО-СТАТИСТИЧНОЇ ОБРОБКИ РЕЗУЛЬТАТІВ ТЕСТУВАННЯ ТА ЇХ ІНТЕРПРЕТАЦІЯ

У даній статті висвітлено досвід впровадження тестового контролю знань здобувачів вищої освіти з дисципліни «Інженерна графіка», визначено специфічні характеристики тестів, обґрунтовані переваги і недоліки, розроблені рекомендації для науково-педагогічних працівників.

Ключові слова: здобувачі вищої освіти, інженерна графіка, тест, контроль, перевірка знань, результативність.

В умовах приєднання України до Болонської декларації постійно вдосконалюється модульно-рейтингова система, в основі якої лежить тестовий контроль рівня підготовки здобувачів вищої освіти з метою отримання ними глибоких знань та вміння оперувати цими знаннями. Тестування як форма контролю та діагностики знань здобувачів вищої освіти набуває все більшого розповсюдження в навчальному процесі закладів вищої освіти та у сфері професійної педагогічної діяльності, оскільки має певні переваги над іншими формами контролю знань та умінь, зокрема можливість охоплення великого обсягу матеріалу. Однак тестування не повинно бути панацеєю, що варто застосовувати без будь-яких застережень, адже його недоліки можуть нівелювати переваги за відсутності аналізу доцільності використання тестування в кожній конкретнійситуації та прогнозування похибок, що можуть мати вплив на об'єктивність результатів індивідуального та групового оцінювання.

Науково-теоретичні засади педагогічного діагностування знайшли відображення у працях учених-дослідників у галузі педагогіки, серед яких: В. Аванесов, В. Беспалько, В. Божкова, С. Гончаренко, І. Дичківськíй, В. Загвязинський, С. Ілляшенко, А. Киверялг, А. Кузмінськíй, О. Майоров, С. Мединська, Е. Михаличев, М. Савчин, Л. Сагер, Л. Паращенко, М.Скаткін, О. Ханіна та ін. Вагомим є вклад у розв'язання означеної проблеми американських науковців, зокрема: Р. Берка *(R. Berk)*, Б. Блума (*B. Bloom*), В. Вілсона *(V. Willson)*, Дж. Мілмана *(J. Millman)*, Б. Врайта *(B. Wright)* та ін.

Однак, не знижуючи здобутки вітчизняних та зарубіжних науковців, слід зазначити, що в сучасних умовах професійної освіти України все більшого значення набуває можливість автоматизованої перевірки результатів тестування та об'єктивність оцінювання і реалізація диференційованого підходу при використанні тестових завдань з градацією рівня складності. Пошук оптимальних шляхів педагогічного діагностування в сфері освіти і педагогічної науки в даний час привертає підвищену увагу науково-педагогічних працівників закладів вищої освіти.

Метою даної статті є висвітлення досвіду впровадження тестового контролю знань здобувачів вищої освіти у навчальному процесі, виокремлення умов об'єктивного оцінювання рівня навчальних досягнень з дисципліни «Інженерна графіка».

Розглянемо деякі аспекти математично-статистичної обробки результатів тестування та їх інтерпретацію на прикладі аналізу підсумків тестового контролю знань з навчальної дисципліни «Інженерна графіка» здобувачів вищої освіти спеціальностей: «Галузеве машинобудування», «Автомобільний транспорт», «Теплоенергетика», «Гірництво» яку використовують автори для визначення об'єктивності результатів тестування та якості тестових завдань.

Так, 98 здобувачів вищої освіти, які взяли участь у тестуванні, отримали від 1 до 19 балів (максимально можлива кількість балів – 20) за результатами перевірки їх відповідей. Жоден із здобувачів вищої освіти не відповів правильно на всі тестові завдання, тестування також не виявило здобувачів вищої освіти, які б не справилися з жодним із завдань, тому результати всіх 98 здобувачів вищої освіти будуть брати участь у математично-статистичній обробці.

Для встановлення характерних особливостей варіювання тестових балів здобувачів вищої освіти об'єднаємо в групи, у яких величина інтервалу отриманих балів відрізняється на певну кількість, тобто побудуємо інтервальний варіаційний ряд. Це дозволить виявити закономірності розподілу здобувачів вищої освіти за інтервалами набраних балів [1]. Визначення оптимального інтервалу h, за яким побудований інтервальний ряд не був би занадто громіздким і водночас дозволяв би виявити його характерні особливості, можна здійснити за формулою Стерджеса:

$$h = (x_{\max} - x_{\min}) / (1 + 3{,}322 \lg n), \tag{1}$$

де $x_{\max}$ і $x_{\min}$ – відповідно максимальний та мінімальний бали, набрані здобувачами вищої освіти; n – кількість здобувачів вищої освіти, результати тестування яких підлягають математично-статистичній обробці (n = 98).

Маємо:

$$h = (19 - 1) / (1 + 3{,}322 \lg 98) \approx 2{,}37.$$

За величину інтервалу приймаємо найближче ціле число, тобто інтервал отриманих балів дорівнює 2.

Згруповані дані за інтервалом у 2 бали представлено в таблиці 1, де m_i – кількість здобувачів вищої освіти (інтервальні частоти), які набрали бали, що належать тому або іншому інтервалу.

Таблиця 1 – **Згруповані бали, отримані за навчальним модулем**

Кількість балів, набраних здобувачами вищої освіти	Кількість здобувачів вищої освіти m_i (інтервальні частоти)	Частка здобувачів вищої світи p_i (частість)	Нагромаджена частота $m_i^{\text{наг}}$	Нагромаджена частість $p_i^{\text{наг}}$
0–2	2	0,020	2	0,020
2–4	8	0,082	10	0,102
4–6	18	0,184	28	0,286
6–8	22	0,224	50	0,510
8–10	18	0,184	68	0,694
10–12	12	0,122	80	0,816
12–14	9	0,092	89	0,908
14–16	5	0,051	94	0,959
16–18	3	0,031	97	0,990
18–20	1	0,010	98	1
Сума	98	1		

Середньо арифметичну величину $\overline{X}$ балів, набраних здобувачами вищої освіти під час тестового контролю, визначаємо за формулою:

$$\overline{X} = \frac{x_1 m_1 + \ldots + x_\nu m_\nu}{m_1 + \ldots + m_\nu} = \frac{\sum_{i=1}^{\nu} x_i m_i}{\sum_{i=1}^{\nu} m_i} = \frac{\sum_{i=1}^{\nu} x_i m_i}{n}, \quad (2)$$

де $x_1, \ldots x_\nu$ – значення величини балів, що припадає на середину i-го інтервалу; $m_1, \ldots m_\nu$ – відповідні інтервальні частоти, n – кількість здобувачів вищої освіти, результати тестування яких підлягають математично-статистичній обробці.

Формулу (2) можна перетворити у формулу (3):

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{\nu} x_i m_i}{n} = \sum_{i=1}^{\nu} x_i \frac{m_i}{n} = \sum_{i=1}^{\nu} x_i p_i, \quad (3)$$

де p_i – відповідні інтервальні частості.

За формулою (2) маємо:

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{\nu} x_i m_i}{n} = (1{\cdot}2 + 3{\cdot}8 + 5{\cdot}18 + 7{\cdot}22 + 9{\cdot}18 + 11{\cdot}12 + 13{\cdot}9 + 15{\cdot}5 + 17{\cdot}3 + 19{\cdot}1) / 98 \approx 8{,}43$$

За формулою (3):

$$\overline{X} = \sum_{i=1}^{\nu} x_i p_i = 1{\cdot}0{,}02 + 3{\cdot}0{,}082 + 5{\cdot}0{,}184 + 7{\cdot}0{,}224 + 9{\cdot}0{,}184 + 11{\cdot}0{,}122 + 13{\cdot}0{,}092 + 15{\cdot}0{,}051 + 17{\cdot}0{,}031 + 19{\cdot}0{,}01 \approx 8{,}43.$$

Разом з середніми величинами для опису характеристик варіаційного ряду балів застосовують медіану та моду.

Медіаною (M_E) називають величину бала, який припадає на середину ранжированого ряду. В загальному випадку медіана для інтервального варіаційного ряду визначається за формулою:

$$M_E = a_e + h\,(n/2 - m_e^{\text{наг}}) / m_e, \quad (4)$$

де a_e – початок медіанного ряду, якому відповідає перша з накопичених частот, що дорівнює або є більшою за половину кількості тестованих здобувачів вищої освіти; $m_e^{\text{наг}}$ – частота, яка накопичена до початку медіанного інтервалу; m_e – частота медіанного ряду.

Для даних таблиці 1 за рядом нагромаджених частот знаходимо першу нагромаджену частоту, що дорівнює або є більшою за $n / 2 = 98 / 2 = 49$. Вона дорівнює 50. Тому медіаним є інтервал 6 – 8 і $a_e = 6$; $h = 2$; $m_e^{\text{наг}} = 28$; $m_e = 22$.

За формулою (4) знаходимо:

$$M_E = 6 + 2{\cdot}(49–28) / 22 \approx 7{,}9.$$

Модою (M_0) називають така величина бала, яка спостерігається найбільш часто. Для інтервального варіаційного ряду мода визначається за формулою:

$$M_0 = a_0 + h\,(m_0 - m_0^{/}) / (2m_0 - m_0^{/} - m_0^{//}), \quad (5)$$

де a_0 – початок модального інтервалу, якому відповідає найбільша частота; m_0 – частота модального інтервалу; $m_0^{/}$ – частота інтервалу, що передує модальному; $m_0^{//}$ – частота інтервалу, який слідує за модальним.

Для даних таблиці 1 модальним є інтервал від 6 до 8, якому відповідає найбільша частота, що дорівнює 22. Тому, підставляючи у формулу (5) $a_0 = 6$; $h = 2$; $m_0 = 22$; $m_0^{/} = 18$; $m_0^{//} = 18$, отримаємо:

$$M_0 = 6 + 2{\cdot}(22 – 18) / (2{\cdot}22 – 18 – 18) = 7,$$

тобто бал з оцінкою 7 отримала найбільша кількість тестованих здобувачів вищої освіти.

Далі визначаємо емпіричну дисперсію для даних таблиці 1, яка дозволить знайти інтервал, на якому «сконцентровано» величини балів, які зустрічаються найбільш часто. Дисперсією DX називають середню арифметичну квадратів відхилень величин балів, отриманих здобувачами вищої освіти, від їхньої середньої арифметичної. Для інтервального варіаційного ряду DX визначають за формулою:

$$DX = \frac{\sum_{i=1}^{\nu} (x_i - \overline{X})^2 m_i}{n} = \sum_{i=1}^{\nu} (x_i - \overline{X})\, p_i. \quad (6)$$

Дисперсію DX також можна знайти за формулою, яка зменшує кількість розрахунків:

$$DX = \overline{X}^2 - (\overline{X}^2), \quad (7)$$

де $\overline{X}^2 = \sum_{i=1}^{\nu} x_i^2 p_i$.

Для даних таблиці 1 за формулою (6) знаходимо:

$$DX = (1–8{,}43)^2{\cdot}0{,}02 + (3–8{,}43)^2{\cdot}0{,}082 + (5–8{,}43)^2{\cdot}0{,}184 + (7–8{,}43)^2{\cdot}0{,}224 + (9–8{,}43)^2{\cdot}0{,}184 + (11–8{,}43)^2{\cdot}0{,}122 + (13–8{,}43)^2{\cdot}0{,}092 + (15–8{,}43)^2{\cdot}0{,}051 + (17–8{,}43)^2{\cdot}0{,}031 + (19–8{,}43)^2{\cdot}0{,}01 \approx 14{,}51.$$

За формулою (7) маємо:

$$DX = (1^2{\cdot}0{,}02 + 3^2{\cdot}0{,}082 + 5^2{\cdot}0{,}184 + 7^2{\cdot}0{,}224 + 9^2{\cdot}0{,}184 + 11^2{\cdot}0{,}122 + 13^2{\cdot}0{,}092 + 15^2{\cdot}0{,}051 + 17^2{\cdot}0{,}031 + 19^2{\cdot}0{,}01) – 8{,}43^2 \approx 14{,}51.$$

Тоді середнє квадратичне відхилення $\sigma_x = \sqrt{14{,}51} \approx 3{,}8$. В інтервалі ($\overline{X} - \sigma_x$; $\overline{X} + \sigma_x$) «сконцентровано» величини балів, які зустрічаються найбільш часто. Для даних таблиці 1 це інтервал (8,4 – 3,8; 8,4 + 3,8) або (4,6; 12,2).

Вважається [2, 3], що якісний нормативно-орієнтований тест забезпечує нормальний розподіл індивідуальних балів репрезентативної вибірки тестованих здобувачів вищої освіти. Нормальну криву розподілу використовують для розрахунку теоретичної кривої розподілу, яка відповідає даному емпіричному ряду. Оскільки нормальна крива є симетричною дзвоноподібною кривою, то важливо оцінити асиметрію емпіричного розподілу величини, що досліджується, з теоретичною, а також наскільки гостровершинною або плосковершинною є крива емпіричного розподілу порівняно з теоретичною. Такий порівняльний аналіз теоретичної кривої з емпіричним розподілом вказує шляхи удосконалення запропонованого для аналізу тесту.

Тому для подальшого аналізу отриманих під час тестування результатів розглянемо моменти варіаційного ряду розподілу балів, оскільки середньо арифметичне та дисперсія варіаційного ряду є частковим випадком цих моментів.

Початковим моментом ν порядку k називають середньо арифметичне k ступенів значень випадкової величини (балів), що спостерігаються:

$$\nu_k = \frac{\sum_{i=1}^{l} x_i^k m_i}{\sum_{i=1}^{l} m_i} = \sum_{i=1}^{l} x_i^k p_i, \qquad (8)$$

де $\sum_{i=1}^{l} m_i = n;\ p_i = \dfrac{m_i}{n}.$

Центральним моментом μ_k порядку k називають середньо арифметичне k ступенів відхилень значень випадкової величини (балів), що спостерігаються, від їх середньо арифметичного:

$$\mu_k = \frac{\sum_{i=1}^{l} (x_i - \bar{X})^k m_i}{\sum_{i=1}^{l} m_i} = \sum_{i=1}^{l} (x_i - \bar{X})^k p_i. \qquad (9)$$

Для подальших розрахунків будуть використані формули, що виражають центральні моменти різних порядків через початкові:

$$\mu_2 = \nu_2 - \nu_1^2;\ \mu_3\ \mu_3 = \nu_3 - 3\nu_1\nu_2 + 2\nu_1^3;$$
$$\mu_4 = \nu_4 - 4\nu_1\nu_3 + 6\nu_1^3\nu_2 - 3\nu_1^4. \qquad (10)$$

Для характеристики «скошеності» або асиметрії розподілу випадкової величина слугує коефіцієнт асиметрії. Коефіцієнтом асиметрії A називають відношення центрального моменту третього порядку до кубу середньо квадратичного відхилення:

$$A = \mu_3 / \sigma_x^3. \qquad (11)$$

Для характеристики гостровершинності або плосковершинності розподілу випадкової величини слугує ексцес. Ексцесом E називають зменшене на 3 одиниці відношення центрального моменту четвертого порядку до четвертого ступеню середньо квадратичного відхилення:

$$E = \mu_4 / \sigma_x^4 - 3. \qquad (12)$$

Розрахуємо коефіцієнт асиметрії та ексцес за даними таблиці 1, перетворюючи інтервальний ряд у дискретний. Результати проміжних розрахунків розміщуємо у таблиці 2.

За визначенням початкових моментів маємо:

$$\nu_1 = \Sigma\, x_i m_i / \Sigma\, m_i = 826 / 98 \approx 8{,}43;$$
$$\nu_2 = \Sigma\, x_i^2 m_i / \Sigma\, m_i = 8386 / 98 \approx 85{,}57;$$
$$\nu_3 = \Sigma\, x_i^3 m_i / \Sigma\, m_i = 97354 / 98 \approx 993{,}41;$$
$$\nu_4 = \Sigma\, x_i^4 m_i / \Sigma\, m_i = 1249570 / 98 \approx 12750{,}71.$$

Використовуючи формули (10), отримуємо такі значення центральних моментів:

$$\mu_2 = \nu_2 - \nu_1^2;\ \mu_3 = \nu_3 - 3\,\nu_1\nu_2 + 2\,\nu_1^3 =$$
$$= 993{,}41 - 3\cdot 8{,}43\cdot 85{,}57 + 2\cdot 8{,}43^3 \approx 27{,}49;$$
$$\mu_4 = \nu_4 - 4\nu_1\nu_3 + 6\nu_1^2\nu_2 - 3\nu_1^4 =$$
$$= 12750{,}71 - 4\cdot 8{,}43\cdot 993{,}41 +$$
$$+ 6\cdot 8{,}43^2\cdot 85{,}57 - 3\cdot 8{,}43^4 = 588{,}4.$$

За формулами (11) та (12) розрахуємо значення коефіцієнта асиметрії та ексцесу:

$$A = \mu_3 / \sigma_x^3 = 27{,}49/3{,}8^3 \approx 0{,}5;$$
$$E = \mu_4 / \sigma_x^4 - 3 = 588{,}4/3{,}8^4 - 3 \approx -0{,}18.$$

Слід зазначити, що під час розрахунку коефіцієнта асиметрії та ексцесу можна визначити середньо арифметичну величину $\bar{X}$, оскільки $\nu_1 = \bar{X} \approx 8{,}43$, а також дисперсію DX, оскільки $\mu_2 = DX \approx 14{,}51$, та середньо квадратичне відхилення

Таблиця 2 – **Результати проміжних розрахунків коефіцієнта асиметрії та ексцесу**

Кількість балів, набраних здобувачами вищої освіти	Середина інтервалу, x_i	Частота, m_i	$x_i m_i$	$x_i^2 m_i$	$x_i^3 m_i$	$x_i^4 m_i$
0–2	1	2	2	2	2	2
2–4	3	8	24	72	216	648
4–6	5	18	90	450	2250	11250
6–8	7	22	154	1078	7546	52822
8–10	9	18	162	1458	13122	118098
10–12	11	12	132	1452	15972	175692
12–14	13	9	117	1521	19773	257049
14–16	15	5	75	1125	16875	253125
16–18	17	3	51	867	14739	250563
18–20	19	1	19	361	6859	130321
Сума		98	826	8386	97354	1249570

$$\sigma_x = \sqrt{\mu_2} = \sqrt{DX} \approx 3{,}8.$$

Розрахуємо теоретичну криву нормального розподілу за двома відомими характеристиками $\overline{X} \approx 8{,}43$ і $\sigma_x \approx 3{,}8$ емпіричного ряду розподілу балів відповідно до даних таблиці 1. Розрахунок, який наведено у таблиці 3, виконано за нормованою щільністю нормального розподілу

$$f(t) = (1/\sqrt{2\pi})e^{-t^2/2},$$

де $t = x_i - \overline{X}\ /\sigma_x$ – нормоване відхилення випадкової величини (балів).

Інтервальний ряд замінюємо на дискретний, припускаючи, що частоти відносяться до середини інтервалів. Після обрахування нормованих відхилень t знаходимо значення нормованої щільності $f(t)$ за таблицею значень функції щільності стандартної нормальної величини. Щільність розподілу випадкової величини x можна представити у вигляді

$$f(x) = \frac{1}{\sigma_x} \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-t^2/2} = \frac{1}{\sigma_x} f(t).$$

Добуток $(1/\sigma_x) \cdot f(t)$ є теоретичною частістю, що припадає на середину інтервалу. Для визначення частоти, що розподілена на всю ширину інтервалу, цю величину слід помножити на ширину інтервалу h ($h = 2$) і на загальну кількість частот $\sum_{i=1}^{l} m_i = n$, де $n = 98$. При заокругленні обчислених значень теоретичних частот потрібно, щоб дотримувалася рівність сум емпіричних та теоретичних частот.

Оскільки розрахунки, наведені у таблиці 3, ведуться по серединах інтервалів, то цей спосіб вважається недостатньо точним.

За іншим способом розрахунку теоретичної кривої нормального розподілу ймовірність потрапляння випадкової величини у кожний інтервал розподілу обраховується за формулою

$$P\ (a < X < b) = ½\{\Phi\ (t_2) - \Phi\ (t_1)\},$$

де a і b – початок та кінець інтервалу; $t_1 = a - \overline{X}\ / \sigma_x$ і $t_2 = b - \overline{X}\ / \sigma_x$ – нормовані відхилення початку та кінця інтервалу.

За таблицею значень функції Лапласа знаходимо для обчислених нормованих відхилень значення функції розподілу $\Phi(t)$. Відповідні обчислення наведено у таблиці 4. В результаті отримуємо теоретичну частоту, що відноситься до всієї ширини інтервалу.

З метою дотримання рівності сум емпіричних та теоретичних частот останні для інтервалів 10 – 12, 18 – 20 заокруглено відповідно до 17 і 1. Результати розрахунків, які наведено у таблицях 3 і 4, виявилися однаковими. Це непрямо свідчить про те, що емпіричний розподіл частот близький до нормального. Про це також свідчать невеликі числові значення коефіцієнта асиметрії ($A \approx 0{,}5$) та ексцесу ($E \approx -0{,}18$).

Найбільш просто це припущення підтвердити, розрахувавши помилки репрезентативності для асиметрії (t_A) та ексцесу (t_E) [4]:

$$t_A = |A| / M_A, \text{ де } M_A = \sqrt{6/n},\ n - \text{сума частот};$$

$$t_E = |E| / M_E, \text{ де } M_E = 2 \cdot \sqrt{6/n}.$$

Обчислюємо:

$$t_A = 0{,}5 \cdot \sqrt{98/6} \approx 2;$$

$$t_E = 0{,}18 \cdot 1/2\sqrt{98/6} \approx 0{,}36.$$

Оскільки $t_A \approx 2 < 3$ і $t_E \approx 0{,}36 < 3$, то вважається [4], що емпіричний розподіл відповідає нормальному.

Нагромаджені теоретичні частості можна обчислити за допомогою інтегральної функції

Таблиця 3 – **Розрахунок теоретичної частоти за емпіричними даними таблиці 1 (спосіб 1)**

Інтервали	Середина інтервалу, x_i	Емпірична частота, m_e	$t = x_i - \overline{X}\ /\sigma_x$	$f(t)$	$(h/\sigma_x) \cdot f(t)$	$n(h/\sigma_x) \cdot f(t)$	Теоретична частота, m_T
0–2	1	2	–1,96	0,0584	0,0307	3,00	3
2–4	3	8	–1,43	0,1435	0,0755	7,39	7
4–6	5	18	–0,90	0,2661	0,1401	13,73	14
6–8	7	22	–0,38	0,3712	0,1954	19,15	19
8–10	9	18	0,15	0,3945	0,2076	20,35	20
10–12	11	12	0,68	0,3166	0,1666	16,33	17
12–14	13	9	1,20	0,1942	0,1022	10,02	10
14–16	15	5	1,73	0,0893	0,0470	4,61	5
16– 18	17	3	2,26	0,0310	0,0163	1,59	2
18–20	19	1	2,78	0,0084	0,0044	0,43	1
Сума		98					98

Таблиця 4 – **Розрахунок теоретичної частоти за емпіричними даними таблиці 1 (спосіб 2)**

Інтервали	Емпірична частота, m_e	$t_1 = (a - \overline{X})/\sigma_x$	$t_2 = (b - \overline{X})/\sigma_x$	$½\Phi(t_1)$	$½\Phi(t_2)$	$P\ (a<X<b)$	$n \cdot P$	Теоретична частота, m_T
0–2	2	–2,22	–1,69	–0,4868	–0,4545	0,0323	3,17	3
2–4	8	–1,69	–1,17	–0,4545	–0,3790	0,0755	7,39	7
4–6	18	–1,17	–0,64	–0,3790	–0,2390	0,1400	13,72	14
6–8	22	–0,64	–0,11	–0,2390	–0,0440	0,1950	19,11	19
8–10	18	–0,11	0,41	–0,0440	0,1591	0,2031	19,90	20
10–12	12	0,41	0,94	0,1591	0,3264	0,1673	16,39	17
12–14	9	0,94	1,47	0,3264	0,4292	0,1028	10,07	10
14–16	5	1,47	1,99	0,4292	0,4767	0,0475	4,66	5
16–18	3	1,99	2,52	0,4767	0,4942	0,0175	1,72	2
18–20	1	2,52	3,04	0,4942	0,4988	0,0046	0,45	1
Сума	98							98

$$F(b) = 1/2 + 1/2\ \Phi(t),$$

де t – нормоване відхилення верхніх меж інтервалів $t = b - \overline{X} / \sigma_x$. В таблиці 5 отримано нагромаджену частість, яку віднесено до верхніх меж інтервалів.

На рис. 1 побудовано теоретичну нормальну криву розподілу частот та емпіричну диференціальну функцію розподілу частот у вигляді полігону за даними таблиці 3 або таблиці 4. Оскільки коефіцієнт асиметрії емпіричного ряду частот є позитивним ($A \approx 0{,}5$), то крива розподілу 2 має правобічну асиметрію, для якої $M_O < M_E < \overline{X}$ (для даних таблиці 1: 7 < 7,9 < 8,43). Це означає, що у запропонованому для аналізу тесті незначна перевага завдань, що є важкими для студентів, які підлягали тестуванню. Слід зазначити, що тест із більшим коефіцієнтом *А*, недостатньо точно диференціює випробувальників з низьким рівнем знань, умінь та навичок.

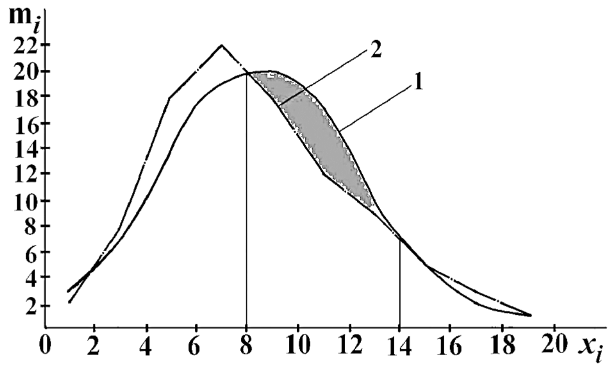

Рисунок 1 – Теоретична нормальна крива (1) та емпірична диференціальна функція (2) розподілу частот

Відзначимо, що здобувачам вищої освіти, які підлягали тестування, було запропоновано тест, що містить 300 завдань, які розділено на 3 групи: легкі (*Л*), середньої важкості (*СВ*) та важкі (*В*) у пропорції відповідно 20%, 60% та 20%. Тести середньої важкості у свою чергу поділено на 2 підгрупи: середньої важкості, які наближені за змістом до легких (*СВЛ*), та середньої важкості, які наближені за змістом до важких (*СВВ*), у рівних частинах. Таким чином, 300 завдань тесту поділено на 60 завдань *Л*, 90 завдань *СВЛ*, 90 завдань *СВВ* і 60 завдань *В*. Кожний студент отримав тест, що містить 20 завдань, які складаються з 4 завдань *Л*, 6 завдань *СВЛ*, 6 завдань *СВВ* і 4 завдань *В*.

Таблиця 5 – **Розрахунок нагромадженої теоретичної частості за емпіричними даними**

Інтервали	Емпірична частість, p_i	Нагромаджена емпірична частість, $p_i^{наг}$	$t = b - \overline{X} / \sigma_x$	$½\Phi(t)$	$F(b)$
0–2	0,020	0,020	–1,69	–0,4545	0,0455
2–4	0,082	0,102	–1,17	–0,3790	0,1210
4–6	0,184	0,286	–0,64	–0,2390	0,2610
6–8	0,224	0,510	–0,11	–0,0440	0,4560
8–10	0,184	0,694	0,41	0,1591	0.6591
10–12	0,122	0,816	0,94	0,3264	0,8264
12–14	0,092	0,908	1,47	0,4292	0,9292
14–16	0,051	0,959	1,99	0,4767	0,9767
16–18	0,031	0,990	2,52	0,4942	0,9942
18–20	0,010	1,000	3,04	0,4988	0,9988
Сума	1,000				

Емпірична крива 2 розподілу частот відрізняється від теоретичної 1 областю, яка на рис. 1 затемнена. При зміщенні кривої 2 вправо вона наблизиться до теоретичної кривої нормального розподілу. Для того, щоб це відбулося при тестуванні аналогічного контингенту здобувачів вищої освіти, потрібно більш легкими за змістом скласти завдання *СВ*, оскільки затемнена область потрапляє у діапазон набраних балів від 8 до 14. Авторами припускалося, що за легкі завдання можна набрати 4 бали, за завдання *СВЛ* + *Л* – від 4 до 10 балів, за завдання *СВВ* + *СВО* + *Л* – від 10 до 16 балів, за завдання *В* + *СВВ* + *СВО* + *Л* – від 16 до 20 балів. Завдання, за якими теоретично можна набрати від 8 до 14 балів, включають *Л* + 2/3*СВЛ* (максимум 8 балів) та *Л* + *СВЛ* + 2/3*СВВ* (максимум 14 балів), тобто потрібно змінити у бік змістової легкості частину з 1/3 завдань *СВЛ* та частину з 2/3 завдань *СВВ*.

Для того, щоб виявити кількість завдань, зміст яких підлягає змінам, будуємо (рис. 2) інтегральну теоретичну криву 1 та емпіричну кумулятивну криву 2 нагромадження частостей за даними таблиці 5. По рис. 2 можна встановити, що фактично від 8 до 14 балів набрали 32 % тестованих здобувачів вищої освіти, а відповідно до інтегральної теоретичної кривої їх повинно бути 48%, тобто у затемнену область «потрапило» 16% здобувачів вищої освіти. Якщо б 16% здобувачів вищої освіти набрали під час тестування більш високі бали, то емпірична крива розподілу частот наблизилася б до теоретично нормальної, враховуючи, що незначним ексцесом емпіричного розподілу ($E \approx -0{,}18$) можна знехтувати. Враховуючи вище сказане, потрібно змінити у запропонованому тесті у бік більш легких за змістом 5 завдань *СВЛ* (90·0,16·1/3) і 10 завдань *СВВ* (90·0,16·2/3).

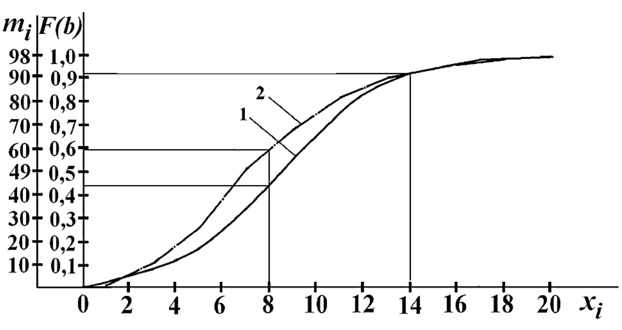

Рисунок 2 – Інтегральна крива (1) та кумулятивна крива (2) нагромадження відповідно теоретичних та емпіричних частостей та частот

За лівобічною асиметрією ($A < 0$), для якої $M_O > M_E > \overline{X}$, у представленому тесті переважають більш легкі за змістом завдання. Для наближення емпіричної кривої розподілу до нормальної потрібно тестові завдання скласти більш важкими для пошуку відповідей на них.

Ексцес, заданий формулою (12), дозволяє порівняти емпіричний розподіл з нормальним, у якого ексцес дорівнює нулю. Якщо для даного розподілу ексцес додатній ($E > 0$), то це означає, що емпірична крива розподілу більш гостровершинна порівняно з кривою нормального розподілу. Розподіл з від'ємним ексцесом ($E < 0$) має більш плосковершинні криві розподілу порівняно з нормальним.

Гостровершинна крива розподілу свідчить, що переважна кількість отриманих за тестування балів сконцентрована біля вершини кривої розподілу, тобто левову частку балів отримано за відповіді на тестові завдання *СВ*. Для того, щоб емпірична крива наблизилася до нормальної, потрібно диференціювати зміст завдань *СВ*: ускладнити для надання відповідей завдання *СВЛ* та зробити більш легкими завдання *СВВ*. Плосковершинна крива емпіричного розподілу свідчить, що тестові завдання слабо диференційовані за складністю, тобто переважають або легкі завдання, або складні. Для наближення емпіричної кривої до нормальної потрібно у разі переваги у тесті легких завдань ускладнити, в першу чергу, завдання *СВВ* та *В*, а за перевагою у тесті важких завдань полегшити, у першу чергу, завдання *СВВ* та *В*.

Зважаючи на це, необхідно розробляти методики, які б підвищували ефективність тестового контролю. Крім того, тестування доцільно поєднувати з іншими традиційними і нетрадиційними формами і методами контролю. Завжди слід пам'ятати, що будь-яка форма контролю знань здобувачів вищої освіти повинна зумовлюватися передусім особливостями навчального предмета і контингенту здобувачів вищої освіти.

Таким чином, тестовий контроль розглядається нами як механізм об'єктивної педагогічної оцінки з метою визначення результатів графічної діяльності здобувачів вищої освіти і їх навчальних досягнень. При цьому слід наголосити, що результати поточного тестування не можуть бути використані для офіційної оцінки рівня сформованості графічних вмінь здобувача вищої осіти, оскільки поточний контроль спрямовується на визначення проміжних, а не кінцевих результатів. Подальші дослідження будуть присвячені аналізу тестів з нарисної геометрії та комп'ютерної графіки.

Список використаних джерел

1. Иванова В. М. Математическая статистика: Учебник / В.М. Иванова, В.Н. Калинина, Л.А. Нешумова, И.О. Решетникова. М.: Высш. школа, 1981. 371 с.
2. Челышкова М. Б. Теория и практика конструирования педагогических тестов: Учебное пособие. М.: Логос, 2002. 432 с.
3. Опря А. Т. Статистика (модульний варіант з програмованою формою контролю знань). Навч. посібник. К.: Центр навчальної літератури, 2012. 448 с.
4. Сидоренко Е. В. Методы математической обработки в психологии. СПб. : ООО «Речь», 2000. 350 с.

References

1. Ivanova V. M. Mathematical statistics: Textbook / V. M. Ivanova, V. N. Kalinina, L. A. Neshumova, I. O. Reshetnikova. M.: Higher. school, 1981. 371 p.
2. Chelyshkova M. B. Theory and practice of designing pedagogical tests: Tutorial. M : Logos, 2002. 432 p.
3. Oprya A. T. Statistics (modular variant with programmed control knowledge). Heads guest. K.: Center for Literature Literature, 2012. 448 p.
4. Sidorenko E.V. Methods of mathematical processing in psychology. SPb.: Rech LLC, 2000. 350 p.

Николай Козяр, Валерий Кривцов, Алексей Парфенюк. Из опыта математико-статистической обработки результатов тестирования и их интерпретация

В данной статье отражен опыт внедрения тестового контроля знаний соискателей высшего образования по дисциплине «Инженерная графика», определены специфические характеристики тестов, обоснованные преимущества и недостатки, разработаны рекомендации для научно-педагогических работников.

Ключевые слова: соискатели высшего образования, инженерная графика, тест контроль, проверка знаний, результативность.

Mykola Koziar, Valerii Krivtsov, Oleksii Parfenyuk. With the experience of mathematical and statistical processing test results and their interpretation

This article covers the experience of introducing the test control of the knowledge of applicants of higher education in the discipline "Engineering Graphics", specifies the specific characteristics of the tests, justified the advantages and disadvantages, developed recommendations for scientific and pedagogical workers.

Key words: applicants of higher education, engineering graphics, test, control, knowledge testing, performance.

УДК 316.776.23

Дар'я КОНОНОВИЧ
аспірант кафедри соціальної роботи
Державного закладу «Луганський національний університет
імені Тараса Шевченка», м. Старобільськ, Україна
e-mail: 27dr.kononovich@gmail.com

УЧНІВСЬКА МОЛОДЬ ЯК ОБ'ЄКТ МАНІПУЛЯЦІЇ СВІДОМІСТЮ В СУЧАСНОМУ ІНФОРМАЦІЙНОМУ СУСПІЛЬСТВІ

У статті здійснено аналіз соціально-психологічних особливостей учнівської молоді як об'єкта маніпуляції свідомістю. Дається характеристика засобів масової інформації як інституту сучасного суспільства. Розглядаються фактори, що впливають на зростання ролі ЗМІ в соціалізації особистості та форми їх впливу на масову свідомість. Також автор зосереджується на особливостях та специфічних властивостях молоді як соціальної групи, що робить її ідеальною метою для дій маніпуляторів. Виявляється роль мас-медіа в сучасному суспільстві і в процесі соціалізації молоді.

Ключові слова: учнівська молодь, маніпуляція свідомістю, соціалізація, засоби масової інформації, інформаційне суспільство.

Сучасна молодь, як одна з найбільш слабозахищених і уразливих категорій населення, в силу відсутності у неї відповідних знань, досвіду і економічної залежності, часто виступає об'єктом для різного роду маніпуляцій, а також апробацій на ній політичних, соціально-психологічних технологій і експериментів. Яскравими прикладами практичного втілення подібного роду соціальних дослідів та інженерії є «молодіжні бунти», «молодіжна», «сексуальна» і «кольорові» революції, виникнення і життєдіяльність різного роду молодіжних субкультур, контркультур.

До числа вітчизняних та зарубіжних авторів, чиї праці присвячені проблемам впливу на індивідуальну і масову свідомість, відносяться В. А. Ачкасова, В. В. Балабін, О. Т. Баришполець, Ю. П. Битяк, О. Г. Василевич, В. В. Застольська, С. О. Зелинський, В. П. Колісник, О. В. Кононенко, В. О. Лісічкін, П. М. Лісовський, С. А. Лозниця, М. К. Мамардашвили, О. В. Сидоренко, Т. В. Юхтовська, Н. Г. Яценко.