

and the pharmaceutical industry, some destructive phenomena have emerged: the existing tendencies of dehumanization of medicine, ignoring the moral problems of patients in favor of economic interests, the formal attitude of pharmaceutical workers to pharmacy visitors and the lack of trust between them. One of the key tasks of vocational training in medical colleges is the formation of a qualified future pharmacist on the basis of ideological and moral ideals, norms of professional behavior, which ensure the readiness of the subject to perform a professional duty with the optimal combination of value-humanistic and technological components. In this context, there is an urgent problem of humanizing medical education, personal and professional development of future pharmaceutical workers, including pharmacist students, taking into account ethical-moral imperatives and professional-ethical ideals and values of medical activity. The set of pedagogical conditions is substantiated: psychological and pedagogical support of formation of professional training of future pharmacists at different stages of studying; formation of the deontological outlook of future pharmacists by enriching the content of the disciplines with information of interdisciplinary nature; constructing a professional and moral environment in the period of training and production practice; construction of the professional-moral environment in the period of training and production practice; organization of reflexive and creative educational activity of students for the development of professional deontologically significant qualities in the educational process of medical college. The level of formation of these qualities, their rootedness in the personality of future pharmaceutical workers is determined by the level of their professional component, which is the result of a specially organized process of involving students in the norms and values of the professional pharmaceutical community, the formation of a sustainable interest in the professional activity that is possible through the use of.

**Key words:** vocational training, pharmacists, deontological approach, pedagogical conditions, ethics.

УДК 378.147DOI

DOI href="https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series5.2020.72-1.51">https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series5.2020.72-1.51

Козяр М. М., Кривцов В. В., Парфенюк О. В., Кривцов В. В.

## СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ТЕСТІВ, ЩО МІСТЯТЬ РИСУНКИ І БЕЗ НИХ

Стаття присвячена окремим аспектам сформованості графічної компетентності майбутніх фахівців технічних спеціальностей у закладах вищої освіти за допомогою тестів. Тестування як форма контролю та діагностики знань здобувачів вищої освіти набуває все більшого розповсюдження в навчальному процесі закладів вищої освіти. Аналіз стану досліджуваної проблеми в теорії та практиці професійної освіти засвідчує, що в науковому дискурсі широко висвітлено питання тестування здобувачів вищої освіти. Втім, ціла низка питань щодо проблеми тестування графічних дисциплін залишається не вирішеною. На нашу думку є бажаним в тестах графічних дисциплін разом із завданнями, що містять рисунки, застосовувати завдання без рисунків, де інформацію представлено тільки вербально. Такі завдання розвивають просторове бачення здобувача вищої освіти. Автори прагнули, щоб складені тести були однорідними та однакової складності.

Досліджено зв'язок між часом розв'язування тестових завдань, які містять рисунки, і завдань, складених винятково із використанням вербального опису умов, встановлено зв'язок між балами. Розглянута динаміка змін. Надаються результати анкетування тестових завдань з графічних дисциплін.

Статистичний аналіз досліджуваних ознак свідчить, що на виконання тесту без рисунків витрачається в середньому в 1,2 – 1,3 рази більше часу, ніж на відповіді на аналогічний за змістом, причому ця залежність за часом лінійно пропорційна. Можна припустити, що при рівних за часом умовах проведення тестів, здобувачі вищої освіти за тест з рисунками отримують вищі в 1,2 – 1,3 рази бали, ніж за тест без. Важливим є наявність у тесті не тільки завдань з рисунками, а і без них, то такі тести зі змішаними за формою умовами повинні мати строго однакову пропорцію. Концепція дослідження забезпечується єдністю методологічного, теоретичного та методичного аспектів.

**Ключові слова:** заклад вищої освіти, здобувачі вищої освіти, компетентність, графічні дисципліни, нарисна геометрія, інженерна графіка, тести, завдання, рисунки, статичний аналіз.

Тестування як форма контролю та діагностики знань здобувачів вищої освіти набуває все більшого розповсюдження в навчальному процесі закладів вищої освіти та у сфері педагогічної діяльності. Теоретичні засади педагогічного діагностування знайшли відображення у працях учених-дослідників педагогів, серед яких: В. Аванесов, В. Беспалько, В. Божкова, С. Гончаренко, І. Дичківській, В. Загвязинський, С. Ілляшенко, А. Киверял, А. Кузмінській, О. Майоров, С. Мединська, Е. Михалічев, М. Савчин і ін. 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 статистичний аналіз тестів, що містять рисунки і без них та дослідження зв'язку між часом на розв'язування тестових завдань.

Розглянемо деякі аспекти математично-статистичної обробки результатів тестування та їх інтерпретацію на прикладі аналізу завдань тестового контролю знань з нарисної геометрії та інженерної графіки.

Під час проведення тестування з нарисної геометрії та інженерної графіки у закладах вищої освіти переважно використовують завдання, які містять рисунки. Аналізуючи представлену на рисунках інформацію, здобувачі вищої освіти (ЗВО) визначають ті з них, які правильно виконано відповідно до умов завдання.

Оскільки зазначені дисципліни є графічними, тому застосування тестів, що включають рисунки, є логічним, виправданим та беззаперечним, бо вміння читати креслення є однією з компетентностей, якою повинен володіти фахівець технічного профілю.

З другого боку, здатність виконувати креслення, за якими можна виготовити виріб або побудувати споруду, є також важливою компетентністю майбутніх фахівців. Тому є бажаним в тесті разом із завданнями, що містять рисунки, застосовувати завдання без рисунків, де інформацію представлено тільки вербально. Такі завдання розвивають просторове бачення, оскільки здобувач вищої освіти, не маючи перед собою готового рисунка, змушений його спочатку уявити (за потребою і накреслити), а потім за уявленим рисунком вибрати потрібні відповіді.

Цікаво дослідити зв'язок між часом розв'язування тестових завдань, які містять рисунки, і завдань, складених винятково із використанням вербального опису умов, а також установити зв'язок між балами, отриманими здобувачами вищої освіти, за зазначені тести. Автори прагнули, щоб складені тести – тест  $X_p$  (з рисунками) та тест ХВ(вербальний, без рисунків) були однорідними та однакової складності. Кожний тест з 30 запропонованих варіантів містив 10 завдань. Умови цих завдань в тесті  $X_p$  та тесті  $X_B$  для одного варіанту однакові. Різниця полягала в тому, що в тесті  $X_p$  для правильної відповіді потрібно зазначити номер відповідного рисунку, а у тесті  $X_B$  – указати номер запропонованої відповіді у вербальній формі. За кожне правильно виконане завдання здобувач вищої освіти отримував 1 бал. Час виконання тестів не регламентувався, але він не повинен перевищувати академічну годину.

Вихідні дані для виявлення щільності та статистичної значущості кореляційного зв'язку між часом, витраченим для надання відповідей на завдання тесту з рисунками ( $X_p$ ) та без рисунків ( $X_B$ ), а також між кількістю балів, набраних здобувачами вищої освіти за тест з рисунками ( $X_{PB}$ ) та без рисунків ( $X_{BB}$ ), зведено у таблицю 1.

Таблиця 1

## Результати тестових випробувань

Порядковий номер ЗВО	$X_p$ , хвилини та секунди	$X_B$ , хвилини та секунди	$X_{PB}$ , бали	$X_{BB}$ , бали
1	20 хв	26 хв	10	9
2	23 хв 20 с	29 хв	4	5
3	21 хв 10 с	27 хв 30 хв	6	6
4	24 хв	29 хв 30 хв	4	6
5	23 хв	27 хв 20 с	6	6
6	21 хв 40 с	30 хв 30 с	8	5
7	26 хв	30 хв 30 с	3	6
8	22 хв 30 с	28 хв 10 с	6	6
9	24 хв 40 с	30 хв 10 с	5	5
10	28 хв	34 хв	1	1
11	25 хв 10 с	32 хв	3	3
12	22 хв	28 хв 30 с	7	7
13	26 хв 20 с	32 хв 10 с	3	3
14	24 хв 20 с	28 хв 20 с	5	5

Для встановлення особливостей варіювання  $X_p$ ,  $X_B$ ,  $X_{PB}$ ,  $X_{BB}$  визначаємо їх середню арифметичну величину  $\bar{X}_p$ ,  $\bar{X}_B$ ,  $\bar{X}_{PB}$ ,  $\bar{X}_{BB}$  та емпіричну дисперсію  $\sigma_p^2$ ,  $\sigma_B^2$ ,  $\sigma_{PB}^2$ ,  $\sigma_{BB}^2$ .

Для спрощення розрахунків для  $X_p$ ,  $X_B$  побудуємо інтервальний варіаційний ряд, використовуючи формулу Стерджеса [1]:

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

де  $h$  – інтервал часу, витрачений здобувачем вищої освіти для надання відповідей на завдання тесту;  $x_{\max}$  і  $x_{\min}$  – відповідно максимальний та мінімальний час в хвилинах;  $n$  – кількість здобувачів вищої освіти, які брали участь у тестуванні ( $n = 14$ ).

Для  $X_p$  за формулою (1) маємо:

$$h_p = (28 - 20) / (1 + 3,322 \lg 14) = 1,67.$$

Для ХВ за формулою (1) маємо:

$$h_B = (34 - 26) / (1 + 3,322 \lg 14) = 1,67.$$

За величину інтервалу приймаємо найближче ціле число, тобто інтервал часу складатиме 2 хвилини. Згруповані дані за інтервалом у 2хв представлено у таблиці 2.

Згруповані дані для  $X_p$  і  $X_B$

Час $X_p$ у хвиликах, витрачений на виконання тесту	Кількість ЗВО $m_i$ (інтервальні частоти)	Час $X_B$ у хвиликах, витрачений на виконання тесту	Кількість ЗВО $m_i$ (інтервальні частоти)
19 – 21	1	25 – 27	1
21 – 23	4	27 – 29	4
23 – 25	5	29 – 31	6
25 – 27	3	31 – 33	2
27–29	1	33 – 35	1

$\bar{X}_p, \bar{X}_B$  визначаємо за формулою:

$$\bar{X} = \frac{x_1 m_1 + \dots + x_v m_v}{m_1 + \dots + m_v} = \frac{\sum_{i=1}^v x_i m_i}{\sum_{i=1}^v m_i} = \frac{\sum_{i=1}^v x_i m_i}{n}, \quad (2)$$

де  $x_1, \dots, x_v$  – величини часу, що припадають на середину  $i$  – го інтервалу;  $m_1, \dots, m_v$  – відповідні інтервальні частоти,  $n$  – кількість здобувачів вищої освіти, результати тестування яких підлягають математично-статистичній обробці.

Для  $\bar{X}_p$  за формулою (2):

$$\bar{X}_p = \frac{20 \cdot 1 + 22 \cdot 4 + 24 \cdot 5 + 26 \cdot 3 + 29 \cdot 1}{14} = 23,86 \text{ хв.}$$

Для  $\bar{X}_B$  за формулою (2):

$$\bar{X}_B = \frac{26 \cdot 1 + 28 \cdot 4 + 30 \cdot 6 + 32 \cdot 2 + 34 \cdot 1}{14} = 29,71 \text{ хв.}$$

$\sigma_p^2, \sigma_B^2$  визначаємо за формулою:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^v (x_i - \bar{X})^2 \cdot m_i}{n}. \quad (3)$$

Для  $\sigma_p^2$  за формулою (3):

$$\sigma_p^2 = \left[ (20 - 23,86)^2 \cdot 1 + (22 - 23,86)^2 \cdot 4 + (24 - 23,86)^2 \cdot 5 + (26 - 23,86)^2 \cdot 3 + (28 - 23,86)^2 \cdot 1 \right] / 14 = 4,26 \text{ хв.}$$

Тоді середнє квадратичне відхилення  $\sigma_p = \sqrt{4,26} = 2,06$  хв.

Для  $\sigma_B^2$  за формулою (3):

$$\sigma_B^2 = \left[ (26 - 29,71)^2 \cdot 1 + (28 - 29,71)^2 \cdot 4 + (30 - 29,71)^2 \cdot 6 + (32 - 29,71)^2 \cdot 2 + (34 - 29,71)^2 \cdot 1 \right] / 14 = 3,94 \text{ хв.}$$

Тоді середнє квадратичне відхилення  $\sigma_B = \sqrt{3,94} = 1,98$  хв.

Для визначення  $\bar{X}_{pB}, \bar{X}_{BB}$  та, згрупуємо дані для  $X_{pB}$  і  $X_{BB}$  у таблицю 3, де  $m_i$  – кількість здобувачів вищої освіти (частота), які отримали певну величину балів  $X_{pB}$  і  $X_{BB}$ .

Таблиця 3

**Згруповані дані для ХРБ і ХВБ**

ХРБ	Кількість ЗВО $m_i$ (частоти)	$X_{ВБ}$	Кількість ЗВО $m_i$ (частоти)
10	1	9	1
8	1	7	1
7	1	6	5
6	3	5	4
5	2	3	2
4	2	1	1
3	3		
1	1		

Середнє арифметичне визначаємо за формулою (2), де  $x_i$  відповідає  $X_{РБ}$  і  $X_{ВБ}$ :

$$\bar{X}_{РБ} = \frac{10 \cdot 1 + 8 \cdot 1 + 7 \cdot 1 + 6 \cdot 3 + 5 \cdot 2 + 4 \cdot 2 + 3 \cdot 3 + 1 \cdot 1}{14} = 5,07 \text{ бала.}$$

$$\bar{X}_{ВБ} = \frac{9 \cdot 1 + 7 \cdot 1 + 6 \cdot 5 + 5 \cdot 4 + 3 \cdot 2 + 1 \cdot 1}{14} = 5,21 \text{ бала.}$$

Дисперсію, визначаємо за формулою (3):

$$\sigma_{РБ}^2 = \left[ \begin{aligned} & (10 - 5,07)^2 \cdot 1 + (8 - 5,07)^2 \cdot 1 + (7 - 5,07)^2 \cdot 1 + (6 - 5,07)^2 \cdot \\ & \cdot 3 + (5 - 5,07)^2 \cdot 2 + (4 - 5,07)^2 \cdot 2 + (3 - 5,07)^2 \cdot 3 + (1 - 5,07)^2 \cdot 1 \end{aligned} \right] / 14 = 5,06 \text{ бала.}$$

$$\sigma_{ВБ}^2 = \left[ (9 - 5,21)^2 \cdot 1 + (7 - 5,21)^2 \cdot 1 + (6 - 5,21)^2 \cdot 5 + (5 - 5,21)^2 \cdot 4 + (3 - 5,21)^2 \cdot 2 + (1 - 5,21)^2 \cdot 1 \right] / 14 = 3,45 \text{ бала.}$$

Середнє квадратичне відхилення  $\sigma_{РБ} = \sqrt{5,06} = 2,25$  бала,  $\sigma_{ВБ} = \sqrt{3,45} = 1,86$  бала .

Згрупуємо у таблицю 4 розраховані значення  $\bar{X}_{РБ}$ ,  $\bar{X}_{ВБ}$ ,  $\bar{X}_{РБ}$ ,  $\bar{X}_{ВБ}$  та  $\sigma_{РБ}^2$ ,  $\sigma_{ВБ}^2$ , для  $X_{РБ}$ ,  $X_{ВБ}$ ,  $X_{РБ}$ ,  $X_{ВБ}$ .

Таблиця 4

**Розрахункові значення середньоарифметичних та дисперсій досліджуваних ознак**

Для $X_{РБ}$	Для $X_{ВБ}$	Для $X_{РБ}$	Для $X_{ВБ}$
$\bar{X}_{РБ} = 23,86$ хв	$\bar{X}_{ВБ} = 29,71$ хв	$\bar{X}_{РБ} = 5,07$ бала	$\bar{X}_{ВБ} = 5,21$ бала
$\sigma_{РБ} = 2,06$ хв	$\sigma_{ВБ} = 1,98$ хв	$\sigma_{РБ} = 2,25$ бала	$\sigma_{ВБ} = 1.86$ бала

Для встановлення характеру розподілу  $X_{РБ}$ ,  $X_{ВБ}$ ,  $X_{РБ}$ ,  $X_{ВБ}$  визначаємо чи наближається їх розподіл до нормального, оскільки вважається, що нормативно-орієнтований тест забезпечує нормальний розподіл досліджуваних ознак [2].

Таблиця 5

**Розрахунок теоретичного розподілу частоти для  $X_{РБ}$  за емпіричними даними таблиці 2 ( $\bar{X}_{РБ} = 23,86$  хв,  $\sigma_{РБ} = 2,06$  хв)**

Інтервали в хвиликах	Емпірична частота, $m_e$	$t_1 = \frac{a - \bar{X}}{\sigma_x}$	$t_2 = \frac{b - \bar{X}}{\sigma_x}$	$\frac{1}{2}\Phi(t_1)$	$\frac{1}{2}\Phi(t_2)$	$P(a < X < b)$	$n \cdot P$	Теоретична частота, $m_T$
19 – 21	1	-2,36	-1,39	-0,4908	-0,4177	0,0731	1,02	1
21 – 23	4	-1,39	-0,42	-0,4177	-0,1628	0,2549	3,57	4
23 – 25	5	-0,42	0,55	-0,1628	0,2089	0,3717	5,20	5
25 – 27	3	0,55	1,52	0,2089	0,4358	0,2269	3,18	3
27 – 29	1	1,52	2,49	0,4358	0,4036	0,0578	0,81	1
Сума	14							14

Побудову теоретичної нормальної кривої для  $X_{РБ}$  і  $X_{ВБ}$  за емпіричними даними здійснюємо способом, за яким ймовірність потрапляння випадкової величини у кожний інтервал розподілу обраховується за формулою

$$P(a < X < b) = \frac{1}{2} \{ \Phi(t_2) - \Phi(t_1) \},$$

де  $a$  і  $b$  – початок та кінець інтервалу;  $t_1 = a - \bar{X} / \sigma_x$  і  $t_2 = b - \bar{X} / \sigma_x$  – 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 таблицях 5 і 6. В результаті отримуємо теоретичну частоту, що відноситься до всієї ширини інтервалу.

Таблиця 6

**Розрахунок теоретичного розподілу частоти для  $X_B$  за емпіричними даними таблиці 2 ( $\bar{X}_B = 29,71$  хв,  $\sigma_B = 1,98$  хв)**

Інтервали в хвилинах	Емпірична частота, $m_e$	$t_1 = \frac{a - \bar{X}}{\sigma_x}$	$t_2 = \frac{b - \bar{X}}{\sigma_x}$	$\frac{1}{2}\Phi(t_1)$	$\frac{1}{2}\Phi(t_2)$	$P(a < X < b)$	$n \cdot P$	Теоретична частота, $m_T$
25–27	1	-2,38	-1,36	-0,4914	-0,4131	0,0783	1,09	1
27–29	4	-1,36	-0,36	-0,4131	-0,1406	0,2725	3,82	4
29–31	6	-0,36	0,65	-0,1406	0,2422	0,3828	5,36	5
31–33	2	0,65	1,66	0,2422	0,4516	0,2094	2,93	3
33–35	1	1,66	2,67	0,4516	0,4962	0,0446	0,62	1
Сума	14							14

На рис. 1 побудовано теоретичну нормальну криву розподілу частот та емпіричну диференціальну функцію розподілу частот для  $X_P, X_B$  у вигляді полігону за даними таблиць 5 і 6.

Теоретичну криву нормального розподілу частот  $m_T$  для  $X_{PB}, X_{BB}$  побудуємо безпосередньо за формулою нормального розподілу:

$$m_T = k \frac{1}{\sigma} \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}(X_i - \bar{X})^2 / \sigma^2}, \quad (4)$$

де  $m_T$  – теоретична частота;  $X_i$  – індивідуальний бал;  $\bar{X}$  і  $\sigma$  – середнє арифметичне та дисперсія для  $X_{PB}$  і  $X_{BB}$ ;  $k$  – коефіцієнт пропорційності.

Результати розрахунків  $m_T$  для  $X_{PB}$  і  $X_{BB}$  за формулою (4) наведено в таблиці 7 (значення для  $\bar{X}$  і  $\sigma$  взяли з таблиці 4).

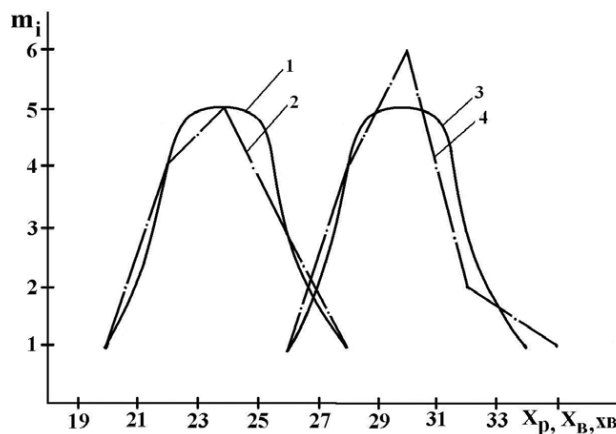


Рис. 1. Теоретичні нормальні криві (1), (3) та емпіричні диференціальні функції (2), (4) розподілу частот відповідно для  $X_P$  і  $X_B$

Таблиця 7

**Значення розрахункової частоти  $m_T$  для  $X_{PB}$  і  $X_{BB}$**

$m_e$ для $X_{PB}$	$X_i$ (бали) для $X_{PB}$	$m_e$ для $X_{PB}$	$m_e$ для $X_{BB}$	$X_i$ (бали) для $X_{BB}$	$m_T$ для $X_{BB}$
1	1	0,6	1	1	0,3
3	3	1,8	2	3	2,1
2	4	2,5	4	5	4,2
2	5	2,8	5	6	3,9
3	6	2,6	1	7	2,8
1	7	1,9	1	9	0,54
1	8	1,2			
1	10	0,3			

На рис. 2 знаком «●» зазначено емпіричні дані частот  $m_e$ , що відповідають  $X_i$  для  $X_{PB}$ , а на рис. 3 – емпіричні дані частот  $m_e$ , що відповідають  $X_i$  для  $X_{BB}$ . Криві лінії на рис. 2 і 3 визначають теоретичний нормальний розподіл частот, який мав би місце при  $\bar{X}_{PB} = 5,07$ ,  $\sigma_{PB} = 2,25$  для  $X_{PB}$  і  $\bar{X}_{BB} = 5,21$ ,  $\sigma_{BB} = 1,86$  для  $X_{BB}$ . Можна зазначити, що побудовані криві лінії вдало апроксимують емпіричні дані.

Враховуючи, що розподіл частот для  $X_P, X_B, X_{PB}, X_{BB}$  наближається до нормального, визначаємо щільність та статистичну значущість змінних, які порівнюються, використовуючи критерій (коефіцієнт) кореляції Пірсона  $\rho_{xy}$ , обчислення якого виконаємо за формулою [3]:

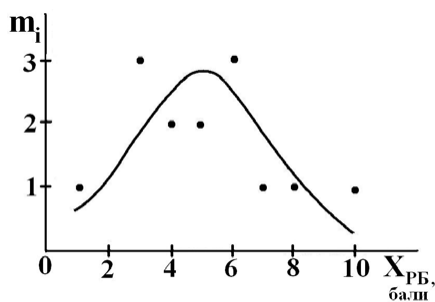


Рис. 2. Теоретична нормальна крива та емпіричні дані для  $X_{PB}$

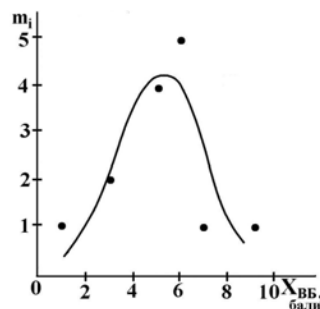


Рис. 3. Теоретична нормальна крива та емпіричні дані для  $X_{BB}$

$$\rho_{xy} = \frac{\sum (X_i - \bar{X}) \cdot (Y_i - \bar{Y})}{n \cdot \sigma_x \cdot \sigma_y}, \tag{4}$$

де  $X_i, Y_i$  – значення, що приймають змінні  $X$  та  $Y$ ;  $\bar{X}, \bar{Y}$  – середні арифметичні значення змінних  $X$  та  $Y$ ;  $\sigma_x, \sigma_y$  – дисперсії змінних  $X$  та  $Y$ ;  $n$  – частота.

Розраховуємо  $\rho_{xy}$  для змінних  $X_p$  і  $X_B$ , де  $X_i$  – це  $X_p$ ,  $Y_i$  – це  $X_B$ . Вихідні дані та результати розрахунків наведено у таблиці 8.

Таблиця 8

**Результати розрахунків коефіцієнта кореляції Пірсона для  $X_p$  і  $X_B$**

Порядковий номер студента	$X_p$ , хвилини	$X_B$ , хвилини	$(X_p - \bar{X}_p)$	$(X_B - \bar{X}_B)$	$(X_p - \bar{X}_p) \cdot (X_B - \bar{X}_B)$
1	20	26	-3,86	-3,71	14,32
2	23,33	29	-0,86	-0,71	0,38
3	21,16	27,5	-2,7	-2,21	5,97
4	24	29,5	0,14	-0,21	-0,03
5	23	27,33	-0,86	-2,38	2,05
6	21,66	30,5	-2,2	0,79	-1,74
7	26	30,5	2,14	0,79	1,69
8	22,5	28,16	-1,36	-1,55	2,11
9	24,66	30,16	0,8	0,45	0,36
10	28	34	4,14	4,29	17,76
11	25,16	32	1,3	2,29	2,98
12	22	28,5	-1,86	-1,21	2,25
13	26,33	32	2,47	2,29	5,66
14	24,33	28,33	0,47	-1,38	-0,65
$\bar{X}_p = 23,86$ хв; $\sigma_p = 2,06$ хв; $\bar{X}_B = 29,71$ хв; $\sigma_B = 1,98$ хв; $\Sigma 53,11$					

Коефіцієнт кореляції для змінних  $X_p$  і  $X_B$  за формулою (4):

$$\rho_{PB} = \frac{\sum (X_p - \bar{X}_p) \cdot (X_B - \bar{X}_B)}{n \cdot \sigma_p \cdot \sigma_B} = \frac{53,11}{14 \cdot 2,06 \cdot 1,98} = 0,93.$$

Розраховуємо  $\rho_{xy}$  для змінних  $X_{PB}$  і  $X_{BB}$ , де  $X_i$  – це  $X_{PB}$ ,  $Y_i$  – це  $X_{BB}$ . Вихідні дані та результати розрахунків наведено у таблиці 9.

Результати розрахунків коефіцієнта кореляції Пірсона для  $X_{PB}$  і  $X_{VB}$

Порядковий номер студента	$X_{PB}$ , бали	$X_{VB}$ , бали	$(X_{PB} - \bar{X}_{PB})$	$(X_{VB} - \bar{X}_{VB})$	$(X_{PB} - \bar{X}_{PB}) \cdot (X_{VB} - \bar{X}_{VB})$
1	10	9	4,93	3,79	18,68
2	4	5	-1,07	-0,21	0,22
3	6	6	0,93	0,79	0,73
4	4	6	-1,07	0,79	-0,85
5	6	6	0,93	0,79	0,73
6	8	5	2,93	-0,21	-0,62
7	3	6	-2,07	0,79	-1,64
8	6	6	0,93	0,79	0,73
9	5	5	-0,07	-0,21	0,02
10	1	1	-4,07	-4,21	17,31
11	3	3	-2,07	-2,21	4,57
12	7	7	1,93	1,79	3,45
13	3	3	-2,07	-2,21	4,57
14	5	5	-0,07	-0,21	0,02

$\bar{X}_{PB} = 5,07$  б;  $\sigma_{PB} = 2,25$  б;  $\bar{X}_{VB} = 5,21$  б;  $\sigma_{VB} = 1,98$  б;  $\Sigma 47,74$

Коефіцієнт кореляції для змінних  $X_{PB}$  і  $X_{VB}$  за формулою (4):

$$\rho_{PBVB} = \frac{\sum (X_{PB} - \bar{X}_{PB}) \cdot (X_{VB} - \bar{X}_{VB})}{n \cdot \sigma_{PB} \cdot \sigma_{VB}} = \frac{47,74}{14 \cdot 2,26 \cdot 1,86} = 0,81.$$

Для оцінки щільності (сили) кореляційного зв'язку скористаємося критеріями, наведеними у таблиці Чеддока, де  $\rho_{PBVB}$  потрапляє в зону високої щільності, а  $\rho_{PB}$  – в зону дуже високої щільності.

Визначаємо критичні значення для отриманих коефіцієнтів кореляції  $\rho_{PB}$  і  $\rho_{PBVB}$  за таблицею критичних значень кореляції Пірсона. Число ступенів свободи розраховуємо як  $k = n - 2$ . Для нашого випадку  $n = 14$ , тому  $k = 14 - 2 = 12$ . У стовпці « $k = n - 2$ » таблиці в рядку, позначеному числом 12, знаходимо  $r_{кр}$ :  $r_{кр} = 0,53$  для ймовірної похибки  $P \leq 0,05$  та  $r_{кр} = 0,66$  для ймовірної похибки  $P \leq 0,01$ .

Оскільки величини розрахункових коефіцієнтів кореляції  $\rho_{PB}$  і  $\rho_{PBVB}$  потрапили у зону значущості, то нульова гіпотеза  $H_0$  відхиляється і приймається альтернативна гіпотеза  $H_1$ . Це означає, що між  $X_P$  і  $X_V$ ,  $X_{PB}$  і  $X_{VB}$  існує пропорційна залежність, тобто, якщо час на виконання тесту  $X_P$  збільшиться, то ймовірно, що і час на виконання тесту  $X_V$  пропорційно збільшиться, а також, якщо студент за тест  $X_P$  отримав певну суму балів, то існує велика ймовірність, що і за тест  $X_V$  він отримає таку ж суму балів або близьку до неї.

Для наочного відображення зв'язку між  $X_P$  і  $X_V$ ,  $X_{PB}$  і  $X_{VB}$  на рис. 4 і 5 побудовано діаграми розсіювання зазначених змінних величин із зображеною на ній лінійною регресії – прямої лінії, яка найкраще апроксимує представлену залежність.

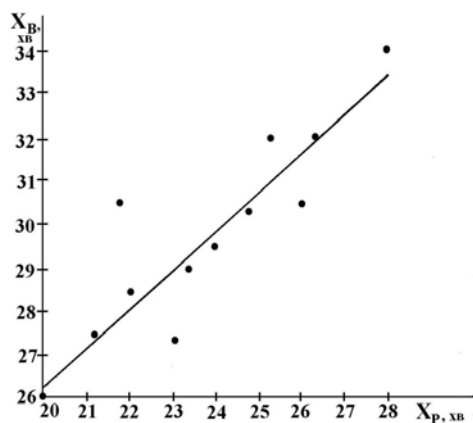


Рис. 4. Діаграма розсіювання, що показує зв'язок між  $X_V$  і  $X_P$

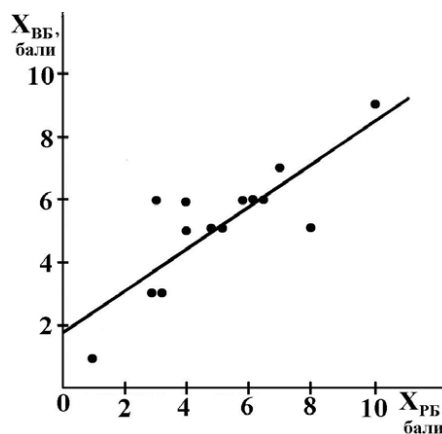


Рис. 5. Діаграма розсіювання, що показує зв'язок між  $X_{VB}$  і  $X_{PB}$

Ці прямі лінії побудовано за рівнянням, отриманим методом найменших квадратів [3]:

$$Y' = vx \cdot y \cdot X + c, \quad (5)$$

де  $Y'$  – передбачене значення змінної  $Y$  за відомою величиною змінної  $X$ ;  $v_{x,y} = \rho_{xy} \cdot \sigma_y / \sigma_x$  – коефіцієнт регресії;  $c = -v_{x,y} \cdot \bar{X} + \bar{Y}$  – інтерсепт по осі  $y$ .

Щоб отримати рівняння регресії для апроксимації зв'язку між  $X_B$  і  $X_P$ , визначаємо коефіцієнт регресії  $v_{B,P}$  за  $\rho_{PB} = 0,93$ ,  $\sigma_B = 1,98$  хв,  $\sigma_P = 2,06$  хв:

$v_{B,P} = \rho_{PB} \cdot \sigma_B / \sigma_P = 0,93 \cdot 1,98 / 2,06 = 0,89$ . Обчислюємо інтерсепт  $c$  за  $\bar{X}_P = 23,86$  хв і  $\bar{X}_B = 29,71$  хв:  $c = -v_{B,P} \cdot \bar{X}_P + \bar{X}_B = -0,89 \cdot 23,86 + 29,71 = 8,47$ .

Формула (5) для випадку апроксимації зв'язку між  $X_B$  і  $X_P$  має вигляд:

$$Y' = 0,89 \cdot X + 8,47 \text{ або } X_B' = 0,89 \cdot X_P + 8,47.$$

Щоб отримати рівняння регресії для апроксимації зв'язку між  $X_{BB}$  і  $X_{PB}$ , визначаємо коефіцієнт регресії  $v_{BB,P}$  за  $\rho_{PB} = 0,81$ ,  $\sigma_{BB} = 1,86$  бала  $\sigma_{PB} = 2,25$  бала:  $v_{BB,P} = \rho_{PB} \cdot \sigma_{BB} / \sigma_{PB} = 0,81 \cdot 1,86 / 2,25 = 0,67$ . Обчислюємо інтерсепт  $c$  за  $\bar{X}_{PB} = 5,07$  бала і  $\bar{X}_{BB} = 5,21$  бала:  $c = -v_{BB,P} \cdot \bar{X}_{PB} + \bar{X}_{BB} = -0,67 \cdot 5,07 + 5,21 = 8,51$ .

Формула (5) для випадку апроксимації зв'язку між  $X_B$  і  $X_P$  має вигляд:

$$Y' = 0,67 \cdot X + 8,51 \text{ або } X_{BB}' = 0,67 \cdot X_{PB} + 8,51.$$

**Висновок.** Статистичний аналіз досліджуваних ознак свідчить, що на виконання тесту без рисунків витрачається в середньому в 1,2 – 1,3 рази більше часу, ніж на відповіді на аналогічний за змістом тест з рисунками, причому ця залежність за часом лінійно пропорційна. Бали, отримані за зазначені тести, приблизно однакові з приблизно однаковими дисперсіями. Можна припустити, що при рівних за часом умовах проведення тестів, здобувачі вищої освіти за тест з рисунками отримують вищі в 1,2 – 1,3 рази бали, ніж за тест без рисунків. Оскільки важливим є наявність у тесті не тільки завдань з рисунками, а і без них, то такі тести зі змішаними за формою умовами повинні мати строго однакову пропорцію між кількістю завдань з рисунками та без них. Недотримання визначеної пропорції приведе до необ'єктивної оцінки результатів тесту.

Перспективу подальших досліджень вбачаємо у дослідженні тестових завдань з комп'ютерної графіки, спрямованих на формування графічних компетентностей.

#### Використана література:

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. Чельшкова М.Б. Теория и практика конструирования педагогических тестов : Учебное пособие / М.Б. Чельшкова. М. : Логос, 2002. 432 с.
3. Крокер Л. Введение в классическую и современную теорию тестов: учебник / Л. Крокер, Дж. Алгина. М. : Логос, 2010. 668 с.

#### References:

4. Ivanova V.M., Kalinina V.N., Neshumova L.A., Reshetnikova I.O. (1981). Matematicheskaya statistika [Mathematical statistics] : Textbook M. : Higher. School [in Russian].
5. Chelyshkova M.B. (2002). Teoria i praktika konstruyirovaniya pedagogicheskikh testov [Theory and practice of constructing pedagogical tests] : Textbook M. : Logos [in Russian].
6. Crocker L., & Algina J. (2010). Vvedenie v klassicheskuyu i sovremennuyu teoriyu testov [Introduction to the classical and modern theory of tests: a textbook] : Logos. [in Russian].

#### Koziar M. M., Krivtsov V. V., Parfeniuk O. V., Krivtsov V. V. Statistical analysis of drawings and without them

The article is devoted to certain aspects of formation of graphic competence of future specialists of technical specialties in the institutions of higher education by means of tests. Testing as a form of control and diagnostics of knowledge of the candidates for higher education is becoming more widespread in educational process of higher education institutions. Analysis of the condition of the problem under study in the theory and practice of vocational education shows that in scientific discourse is widely discussed the issue of testing of applicants for higher education. However, a number of questions on the problems of testing graphic disciplines remains unresolved. In our opinion, is preferable in tests, graphic disciplines along with the problems involving drawings, to apply a task without pictures, where the information presented only verbally. Such tasks develop spatial vision of the applicant higher education. The authors sought to composed tests were homogeneous and of equal complexity.

We investigated the relationship between time of decision of test tasks which contain pictures, and tasks using only verbal descriptions of the conditions, the relation between the points. The dynamics of change. Are the survey results of tests on graphic disciplines.

Statistical analysis the studied characteristics show that the test without pictures spent an average of 1.2 – 1.3 times longer than the answers to the same meaning, and this dependence on time is linear. It can be assumed that under the same time conditions of the test, applicants of higher education for test patterns get higher 1.2 – 1.3 times the points than the test without. Important is the presence in the test task not only with pictures, but without them, these tests with mixed form, should be strictly the same proportion. The concept of the research is ensured by the unity of methodological, theoretical and methodical aspects.

**Key words:** institutions of higher education, candidates for higher education, expertise, graphic disciplines descriptive geometry, engineering graphics, tests, assignments, drawings, static analysis.