

УДК 37.016:511.14

**АНАЛІЗ ЯКОСТІ ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ ДЛЯ КОНТРОЛЮ
НАВЧАЛЬНИХ ДОСЯГНЕНЬ ПЕРШОКУРСНИКІВ ПРИ ВИВЧЕННІ
КОМПЛЕКСНИХ ЧИСЕЛ**

Бєлих Олександр, Яременко Людмила

Центральноукраїнський державний педагогічний університет

імені Володимира Винниченка, м. Кропивницький, Україна

Стаття присвячена аналізу якості тестових завдань з алгебри та геометрії (тема «Комплексні числа»), які сконструйовані для тестового контролю навчальних досягнень першокурсників фізико-математичного факультету. Типи тестових завдань для контролю знань студентів визначені на основі аналізу психолого-педагогічної та методичної літератури з проблеми дослідження

Результати тестування студентів проаналізовані за класичною теорією тестів. Апробовані тестові завдання, які пройшли перевірку основних статистичних характеристик й задовольнили вимоги до завдань такого виду, можна використовувати в навчальному процесі при вивченні дисципліни.

Ключові слова: тестування, аналіз якості тестових завдань, математично-статистичні методи.

**ANALYSIS OF THE QUALITY OF TEST TASKS FOR CONTROL OF THE
ACADEMIC ACHIEVEMENTS OF THE FRESHMEN IN THE STUDY OF
COMPLEX NUMBERS**

Belykh Oleksandr, Yaremenko Liudmyla

The Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State Pedagogical University,

Kropyvnytskyi, Ukraine

The article is devoted to analysis of the quality of test tasks on the Algebra and Geometry, designed for test control of academic achievements of the freshmen of Faculty of Physics and Mathematics. Types of test tasks for control of students' knowledge are defined based on the analysis of psychological-pedagogical and methodical literature on the problem of the research.

The testing results of students were analyzed using the Classical Test Theory. Test tasks on the topic «Complex numbers» for the freshmen of Faculty of Physics and Mathematics were designed and probe-tested. They could be used in the educational process once finalized.

Key words: testing, analysis of the quality of test tasks, mathematical-statistical methods.

Постановка проблеми. Тестування як форма контролю за рівнем навчальних досягнень студентів є однією зі складових частин освітнього процесу вищої школи. Систематичне використання тестового контролю дає об'єктивну оцінку знань кожному студенту, можливість бути інформованим щодо його власних навчальних досягнень згідно з його індивідуальним планом саморозвитку.

Актуальність проблеми на даному етапі розвитку освіти й зумовила необхідність розробити тестові завдання для контролю навчальних досягнень студентів I курсу фізико-математичного факультету ЦДПУ спеціальностей 122 Комп'ютерні науки та 112 Статистика з теми «Комплексні числа», яка вивчається в курсі алгебри й геометрії, апробувати їх та проаналізувати якість їх основних статистичних характеристик за класичною теорією тестування.

Аналіз досліджень і публікацій. Питанням організації та проведення тестування приділяється останнім часом значна увага: психологічні основи закладено у працях А. Анастасі, Н.Ф. Тализіної, П. Клайна та ін.; педагогічні – у роботах В.С.Аванесова, І.Є. Булах, М. Р. Мруги, Т. М. Канівець, О.І. Ляшенко, С.А. Ракова та ін. Питання конструювання тестів розглядали у своїх дослідженнях В. С. Аванесов, І. Є. Булах, В. П. Сергієнко, Л. О. Кухар та ін.

Основними методами аналізу якості тестів є методи класичної та сучасної теорії тестування, які розглянуто в працях О. В. Авраменко, В.С. Кіма, Т.В. Лісової, М.Б. Челишкової та ін.

Незважаючи на велику кількість публікацій, актуальним залишається конструювання, апробація та калібрування тестових завдань з математичних дисциплін для контролю навчальних досягнень студентів вишів.

Мета статті: статистичний аналіз результатів тестування студентів для перевірки основних характеристик сконструйованих завдань в тестовій формі для контролю навчальних досягнень першокурсників з теми «Комплексні числа».

Основна частина. Для контролю знань за результатами навчання першокурсників авторами розроблені завдання в тестовій формі, апробовані на

фізико-математичному факультеті ЦДПУ імені В. Винниченка. Метою проведення дослідження була перевірка якості статистичних характеристик розроблених завдань, які передбачали встановлення рівня засвоєння теоретичного матеріалу, уміння його практично застосовувати.

У експериментальному тестуванні взяли участь 20 студентів груп КН 18Б і СТ 18Б. Були сконструйовані завдання в тестовій формі двох видів (всього 24 завдання), за правильне виконання яких можна було отримати до 24 балів:

- ✓ *1-20 завдання* – завдання з вибором однієї правильної відповіді. До кожного завдання такого типу подано 4 варіанти відповідей, серед яких лише один правильний. За виконання кожного такого завдання можна отримати 0 балів або 1 бал.
- ✓ *21-24 завдання* – завдання на встановлення відповідності (логічні пари). Оцінюється все завдання в цілому, тому можна отримати за його виконання 0 балів або 4 бали.

На основі отриманих даних проводилася покрокова математично-статистична обробка результатів тестування за класичною теорією (Classical Test Theory) [1; 2]. Були побудовані матриці результатів тестування (дихотомічна (табл. 1) й упорядкована бінарна) та впорядковані індивідуальні бали у вигляді частотного розподілу (табл. 2). Індивідуальний бал X_i i -го випробовуваного – це кількість правильних відповідей на тестові завдання.

На основі ряду частотного розподілу балів здійснили графічне представлення отриманих результатів в вигляді гістограми розподілу балів (рис. 1).

Аналізуючи частотний розподіл тестових балів за результатами тестування, отримали ряд статистичних показників тесту:

- 1) центральна тенденція (середній тестовий бал – 14,3; мода – 14; медіана – 14);
- 2) варіація тестових балів (стандартне відхилення – 2,77);
- 3) числові характеристики форми розподілу (асиметрія – -0,1 (ліва, близька до 0); ексцес – -0,72 (плосковершинний розподіл)).

Порівнюючи числові характеристики центральної тенденції, бачимо, що мода й медіана однакові, мало відрізняються від середнього значення, тому розподіл тестових балів можна вважати близьким до нормального.

Знайдемо потроєне стандартне відхилення 8,32. Порівнюючи його з середнім вибірковим (14,3), можна сказати, що дисперсія досить велика і розподіл дещо відрізняється від нормального, а тестові завдання потребують доопрацювання.

Таблиця 1

Упорядкована матриця результатів тестування

Номер роботи Учня, i	Номер завдання, j																				Індивідуальний бал учня, X_i
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	9
2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	10
3	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	11
4	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	12
5	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	12
6	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	13
7	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	13
8	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	13
9	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	14
10	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	14
11	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
12	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	14
13	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	16
14	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	16
15	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	16
16	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	17
17	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	17
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	18
19	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	19

К-сть правиль- них відпові- дей (R_j)	13	12	19	19	10	12	15	9	13	17	12	11	19	15	15	14	18	13	16	14	286
--	----	----	----	----	----	----	----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

Таблиця 2

Згрупований ряд

X_i	9	10	11	12	13	14	16	17	18	19
n_i	1	1	1	2	3	4	3	2	2	1



Рис. 1. Гістограма розподілу тестових балів, отриманих

за результатами тестування першокурсників з теми «Комплексні числа»

Асиметрія розподілу балів – близька до нуля, але від’ємна $A=-0,1$, ексцес теж – від’ємний $E=-0,72$, отже, крива розподілу балів трохи відрізняється від нормальної.

За допомогою коефіцієнтів кореляції «фі» ми обчислили й проаналізували показники зв’язку між результатами студентів з окремих завдань тесту. Завдання 1, 3, 5, 12, 13, 18 і 20 мають низькі суми коефіцієнтів «фі», тому для підвищення гомогенності змісту їх краще вилучити з тесту або переробити.

Оцінимо валідність окремих завдань тесту за допомогою підрахунку значень коефіцієнтів точково-бісеріальної кореляції (табл. 3). Оцінка валідності завдання дозволяє судити про те, наскільки завдання придатне для роботи у відповідності з загальною метою створення тесту. Якщо ця мета – диференціація студентів за рівнем підготовки, то валідні завдання повинні чітко відділяти добре підготовлених від слабо підготовлених першокурсників [1]. Аналіз значень коефіцієнтів точково-бісеріальної кореляції в табл. 2 вказує на досить невдалі тестові завдання.

Таблиця 3

Значення коефіцієнтів точково-бісеріальної кореляції 20-ти завдань тесту

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Завдання	2	11	17	8	4	7	15	9	6	10
r_{pbis}	0,62	0,62	0,59	0,53	0,45	0,45	0,45	0,39	0,35	0,31

Продовження таблиці 3

Значення коефіцієнтів точково-бісеріальної кореляції 20-ти завдань тесту

№	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Завдання	19	1	3	14	16	5	12	13	18	20
r_{pbis}	0,29	0,28	0,28	0,28	0,27	0,26	0,21	0,03	-0,11	-0,09

Завдання можна вважати валідним, якщо значення $r_{pbis} \approx 0,5$, але так як вибірка у нас невелика, то будемо вважати завдання валідним, якщо значення r_{pbis} перевищує 0,3. Як видно з таблиці, завдання тесту 13 і, особливо, 18, 20 досить невдалі. Ці завдання потрібно вилучити або переробити. Завдання 19, 1, 3, 14, 16, 5 і 12 мають не достатню валідність, але ми вважаємо, що їх можна не вилучати, а переглянути і вдосконалити.

Визначимо трудність і дискримінативність тестових завдань.

Трудність тестових завдань обчислюється в процентах за формулою:

$$p_j = \frac{R_j}{N} \cdot 100\% , \quad (1)$$

де p_j – доля правильних відповідей на j -те завдання, R_j – кількість учнів, які правильно виконали j -те завдання, N – кількість учнів у групі випробовуваних.

Зауважимо, що у рамках класичної теорії трудність завдань тим більша, чим більше учасників тестування його виконали правильно, що протирічить загальноприйнятому тлумаченню поняття «трудності».

Для нашого тесту трудність тестових завдань у процентах матиме значення, наведені у таблиці 4.

Дисперсія для кожного завдання тесту обчислюється за формулою:

$$\sigma_j^2 = p_j \cdot q_j, \quad (j = 1, 2, \dots, N) \quad (2)$$

де $q_j = 1 - p_j$.

Таблиця 4

Трудність у процентах

№ завдання, j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Трудність тестових завдань у процентах, p_j , %	65	60	95	95	50	60	75	45	65	85

Продовження таблиці 4

Трудність у процентах

№ завдання, j	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Трудність тестових завдань у процентах, p_j , %	60	55	95	75	75	70	90	65	80	70

Дисперсія для кожного завдання тесту наведена у таблиці 5.

Таблиця 5

Дисперсія тестових балів

j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
p_j	0,65	0,6	0,95	0,95	0,5	0,6	0,75	0,45	0,65	0,85
q_j	0,35	0,4	0,05	0,05	0,5	0,4	0,25	0,55	0,35	0,15
σ_j^2	0,23	0,24	0,05	0,05	0,25	0,24	0,19	0,25	0,23	0,13

Дисперсія тестових балів

j	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
p_j	0,6	0,55	0,95	0,75	0,75	0,7	0,9	0,65	0,8	0,7
q_j	0,4	0,45	0,05	0,25	0,25	0,3	0,1	0,35	0,2	0,3
σ_j^2	0,24	0,25	0,05	0,19	0,19	0,21	0,09	0,23	0,16	0,21

Максимальний внесок у загальну дисперсію тесту роблять завдання 5, 8 і 12, а також 1, 2, 6, 9, 11 і 18. Ці дев'ять завдань знаходяться у центральній частині ряду, саме вони є найвдалішими для нормативно-орієнтованих тестів. Дисперсія за результатами завдань 3, 4, 13 і 17 є невисокою. Такі завдання рекомендується включати у невеликій кількості в збалансований за трудністю тест. Середній рівень трудності наших тестових завдань: $\mu_p = 0,72$, що досить сильно відрізняється від 0,5 – це означає, що в тесті мало завдань високої трудності.

Дискримінативністю називається здатність завдання диференціювати учнів на сильніших і слабших. Один з показників дискримінативності (розпізнавальна здатність) застосовується тільки для дихотомічного оцінювання завдань і обчислюється за формулою:

$$D_j = (p_1)_j - (p_0)_j, \quad (3)$$

де D_j – індекс дискримінативності для j -того завдання тесту, $(p_1)_j$ – доля учнів, які правильно виконали j -те завдання серед 27% сильніших учнів за результатами виконання тесту, $(p_0)_j$ – доля учнів, які правильно виконали j -те завдання серед 27% слабших учнів за результатами виконання тесту.

З двадцяти учнів виділимо п'ять учасників тестування (робота № 1, 2, 3, 4 і 5), які показали слабкий результат, та п'ять учнів (робота № 16, 17, 18, 19 і 20), які показали кращий результат (у табл. 1 виділено кольором).

Розрахункові дані для знаходження розпізнавальної здатності за формулою 3 представлені в таблиці 6:

Дискримінативність (розпізнавальна здатність) тестових завдань

j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$(p_1)_j$	0,6	0,8	1	1	0,8	0,8	1	0,8	1	1
$(p_0)_j$	0,2	0	0,8	0,8	0,4	0,4	0,4	0	0,6	0,8
D_j	0,4	0,8	0,2	0,2	0,4	0,4	0,6	0,8	0,4	0,2

Продовження таблиці 6

Дискримінативність (розпізнавальна здатність) тестових завдань

j	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$(p_1)_j$	1	0,8	1	0,8	1	0,8	1	0,8	1	0,8
$(p_0)_j$	0,2	0,6	1	0,6	0,4	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8
D_j	0,8	0,2	0	0,2	0,6	0,2	0,4	0	0,2	0

З таблиці 6 видно, що завдання 2, 7, 8, 11 і 15 мають високу розпізнавальну здатність; 1, 5, 6, 9 і 17 функціонують задовільно; завдання 3, 4, 10, 12, 14, 16 і 19 потрібно переглянути, а завдання 13, 18 і 20 потрібно вилучити з тесту або повністю переробити, так як вони мають досить низьку розпізнавальну здатність.

Висновки та перспективи подальших пошуків у напрямі дослідження.

Статистичний аналіз результатів тестування першокурсників дав можливість визначити основні характеристики сконструйованих тестових завдань з теми «Комплексні числа». З двадцяти завдань закритої форми з вибором однієї правильної відповіді слід вилучити 13-те, 18-те і 20-те завдання, які мають низьку розпізнавальну здатність, тобто слабо диференціюють студентів за рівнем підготовки, мають дуже низький або від'ємний коефіцієнт точково-бісеріальної кореляції та від'ємно корелюють з більшістю тестових завдань. Завдання 19, 1, 3, 14, 16, 5 і 12 треба переглянути і удосконалити. Всі інші завдання можна внести до банку тестових завдань і використовувати в навчальному процесі. Удосконалені тестові завдання потрібно апробувати, визначити знову їх основні характеристики й аналізувати тест загалом. У перспективі статистичний аналіз результатів тестування за сучасною теорією.

Список використаної літератури

1. Авраменко О. В. Статистичні методи в освітніх вимірюваннях. Частина 1. Класична теорія тестування: Навчально-методичний посібник / О. В. Авраменко, Г. Ю. Павличенко, С. Д. Паращук. – Кіровоград : Лисенко В.Ф., 2012. – 120 с.
2. Вимірювання в освіті: підручник / за редакцією О. В. Авраменко. – Кіровоград : «КОД», 2011. – 360 с.