

УДК 37.091.26:51:311.2

**Яременко Людмила, Харитоненко Олена**  
Центральноукраїнський державний педагогічний університет  
імені Володимира Винниченка

## ГЕНДЕРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНІВ НАВЧАЛЬНИХ ДОСЯГНЕНЬ ПЕРШОКУРСНИКІВ З ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ КІЛЬКІСНИМИ МЕТОДАМИ

*Стаття присвячена дослідженню рівнів навчальних досягнень першокурсників з вищої математики. Порівняльний аналіз успішності студентів зроблено за результатами тестування студентів першого курсу спеціальності 014 Середня освіта (Трудове навчання та технології) фізико-математичного факультету Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка. Апробовані тестові завдання, які пройшли перевірку статистичних характеристик й задовольнили вимоги до завдань такого виду, можна використовувати в навчальному процесі.*

*У статті також піднімається питання вивчення гендерних відмінностей у математичних здібностях юнаків і дівчат, які здобувають вищу освіту. Перевірку непараметричних гіпотез щодо відмінностей рівнів навчальних досягнень юнаків та дівчат з вищої математики виконано за допомогою критеріїв Q-Розенбаума та U-Манна Уїтні.*

*Розглянуті кількісні методи можуть бути використані для аналізу дослідних даних в поведінкових науках під час інших гендерних досліджень.*

**Ключові слова:** *тестування, освітні вимірювання, гендерні дослідження, кількісні методи, критеріїв Q-Розенбаума та U-Манна Уїтні.*

**Постановка проблеми.** Згідно з даними ЮНЕСКО за рівнем грамотності населення Україна посідає одне із провідних місць серед розвинених країн світу. За рівнем освіти й основними освітніми показниками жінки України не поступаються чоловікам [3]. Таким чином, наразі не існує жодних гендерних обмежень у доступі до всіх рівнів освіти для жінок. Виникає питання вивчення гендерних відмінностей у здібностях юнаків і дівчат, які здобувають вищу освіту, зокрема нас цікавлять математичні здібності наших студентів.

Актуальність проблеми на даному етапі розвитку суспільства й визначило тему дослідження, присвяченого виявленню рівнів навчальних досягнень першокурсників з вищої математики кількісними методами та порівняльному аналізу цих рівнів з метою виявлення відмінностей навчальної успішності юнаків та дівчат. Для виявлення рівнів навчальних досягнень студентів I курсу спеціальності 014 Середня освіта (Трудове навчання та технології) фізико-математичного факультету Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка був використаний тестовий контроль згідно вимог модернізації вищої освіти в Україні в контексті Болонського процесу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питанням організації та проведення тестового контролю значну увагу приділяли в своїх дослідженнях педагоги, психологи та методисти: А. Анастасі, В.С. Аванесов, С.А. Раков, О.І. Ляшенко, І.Є. Булах та ін.

Тестові технології є органічною складовою сучасної системи освіти, що займають особливе місце у низці педагогічних засобів, зокрема у системі педагогічних вимірювань [2, с.67]. Їх використання потребує виваженого підходу. У навчальному процесі можна використовувати тестові завдання, які пройшли обов'язкову перевірку статистичних характеристик. Математично-статистична обробка результатів тестування та інтерпретація її результатів описана в роботах багатьох науковців, зокрема у працях Челишковой М.Б., Авраменко О.В. та ін. [1, с. 122-137; 6, с. 219-256]. Слід врахувати й

недоліки тестового контролю, визначені Т.П. Танько [5, с. 16]. Інші методи статистичної обробки емпіричних даних досить широко представлені у працях [1; 4; 6] та ін.

**Мета даної статті:** висвітлення дослідження рівнів навчальних досягнень студентів засобами тестування за допомогою кількісних методів.

**Основна частина.** Для виявлення рівнів навчальних досягнень студентів були сконструйовані й апробовані тестові завдання за програмою вивчення курсу «Вища математика» з таких модулів «*Основи математичного аналізу*», «*Лінійна та векторна алгебра*», «*Елементи аналітичної геометрії на площині та в просторі*», «*Вибрані питання теорії ймовірностей і математичної статистики*». Тестові завдання передбачали перевірку рівня засвоєння теоретичного матеріалу та уміння його практично застосувати. Кількість тестових завдань з кожного модуля варіювалася від 5 до 8, залежно від обсягу матеріалу, що вивчався.

У експериментальному тестуванні 2016 року брали участь 29 студентів фізико-математичного факультету КДПУ імені Володимира Винниченка.

На виконання тесту було відведено 45 хвилин. Тест містив 25 завдань закритої форми з вибором однієї правильної відповіді. До кожного завдання цієї форми подано 4 варіанти відповідей, серед яких лише один вірний. За виконання кожного завдання цієї форми можна отримати 1 бал (якщо відповідь правильна) чи 0 балів (якщо відповідь неправильна або відсутня). Таким чином, максимальна кількість балів, яку можна було отримати правильно розв’язавши всі завдання тесту, – 25 балів.

На основі отриманих даних проводилася покрокова математично-статистична обробка результатів тестування [1], були побудовані матриці результатів тестування та впорядковані індивідуальні бали у вигляді частотного розподілу (табл. 1). Індивідуальний бал  $X_i$   $i$ -го випробовуваного – це кількість правильних відповідей на тестові завдання. У дихотомічній матриці для аналізу результатів тестування були вилучені 6, 11 стовпці, які містили тільки 1 та 12 стовпець, який містив одні 0, тому тестові завдання 6, 11 та 12 треба переглянути та переробити.

Таблиця 1

Згрупований ряд

$x_i$	15	16	17	18	19	20	21	22
$n_i$	1	3	4	5	8	4	2	2

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

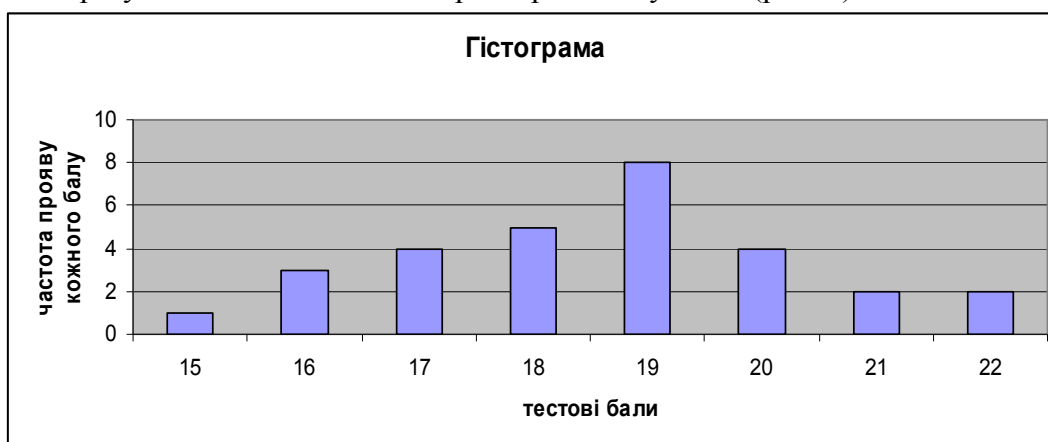


Рис. 1. Гістограма розподілу тестових балів, отриманих першокурсниками, з дисципліни «Вища математика»

Здійснюючи покрокову математично-статистичну обробку результатів тестування, отримали ряд статистичних показників тесту, які наведені нижче в таблиці 2.

Як видно з таблиці, числові характеристики центральної тенденції (середнє значення, мода, медіана) приблизно однакові, тому розподіл тестових балів можна вважати близьким до нормального.

Знайдемо потроєне стандартне відхилення 5,34. Порівнюючи його з середнім вибірковим (18,586), можна сказати, що дисперсія досить низька і розподіл відрізняється від нормального досить суттєво, а тестові завдання потребують доопрацювання.

Асиметрія розподілу балів додатна  $A = 0,03$ , а ексцес від'ємний  $E = -0,37$ , обидва показники близькі до нуля, отже, крива розподілу балів близька до нормальної.

Таблиця 2

Статистичні показники тесту

Характеристика	Кількісне значення характеристики
Середній набраний бал	18,586 бала
Мода	19
Медіана	19
Розмах	7
Дисперсія	3,18
Середнє квадратичне відхилення	1,78
Асиметрія	0,03 (додатна, близька до 0)
Ексцес	-0,37 (плосковершинний розподіл)

Обчислимо показники зв'язку між результатами студентів з окремих завдань тесту за допомогою коефіцієнтів кореляції «фі». Аналіз їх значень дозволяє виділити 1, 4, 8, 16, 17, 18, 21, 23, 24 і 25 завдання, які від'ємно корелюють з більшістю тестових завдань, 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 слабко підготовлених першокурсників [1].

Аналіз значень коефіцієнтів точково-бісеріальної кореляції в табл. 3 вказує на досить невдалі тестові завдання.

Таблиця 3

Значення коефіцієнтів точково-бісеріальної кореляції 22 завдань тесту

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Завдання	5	19	3	2	14	9	13	22	20	15	7
$r_{pbis}$	0,57	0,55	0,44	0,40	0,37	0,31	0,29	0,27	0,27	0,23	0,21

Продовження таблиці 3

Значення коефіцієнтів точково-бісеріальної кореляції 22 завдань тесту

№	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Завдання	10	18	8	25	16	23	24	17	21	1	4
$r_{pbis}$	0,20	0,17	0,17	0,16	0,14	0,04	-0,02	-0,05	-0,05	-0,13	-0,90

Завдання можна вважати валідним, якщо значення  $(r_{pbis})_j \approx 0,5$ , але так як вибірка у нас невелика, то будемо вважати завдання валідним, якщо значення  $(r_{pbis})_j$  перевищує 0,3. Як видно з таблиці, завдання тесту 1, 4, 8, 16, 17, 18, 21, 23, 24 і 25 досить невдалі. Ці завдання потрібно вилучити або переробити. Завдання 7, 10, 13, 15, 20, 22 мають не досить високу валідність, тому ми вважаємо, що їх можна не вилучати, але треба переглянути і переробити. Удосконалений тест можна використовувати в освітньому процесі.

Розглянемо відмінності у статистичних показниках за результатами тестування юнаків і дівчат (табл. 4). На перший погляд, статистичні характеристики центральної тенденції і варіації тестових індивідуальних балів юнаків мало відрізняються від таких же статистичних характеристик тестових індивідуальних балів дівчат, що говорить про не значимі гендерні відмінності у навчанні першокурсників вищої математики. Але помітні суттєві відмінності у числових характеристиках форми.

Таблиця 4

Статистичні показники тесту

Характеристика	Кількісне значення характеристики для юнаків	Кількісне значення характеристики для дівчат
Середній набраний бал	18,846	18,375
Мода	19	19,5
Медіана	19	19
Розмах	6	6
Дисперсія	3,47	3,05
Середнє квадратичне відхилення	1,86	1,75
Асиметрія	0,537	- 0,491
Ексцес	- 0,389	- 0,747

Більш показовими щодо оцінки відмінностей між рівнем навчальних досягнень з вищої математики юнаків та рівнем навчальних досягнень дівчат є, на нашу думку, перевірка непараметричних гіпотез за допомогою критерію Q-Розенбаума [4].

Критерій Розенбаума ґрунтується на роботі із порядковими даними та передбачає ранжування кількісних даних. Цей критерій призначений для оцінювання відмінностей між двома вибірками за рівнем певної ознаки, яка кількісно може бути виміряною. Перевагою непараметричних методів є те, що достатньо знати лише залежність розподілу частот із метою визначення зв'язку між ними.

Сформулюємо гіпотези дослідження:

*основна:*  $H_0$  рівень навчальних досягнень з курсу «Вища математика» юнаків не перевищує рівень навчальних досягнень з цього курсу дівчат.

*альтернативна:*  $H_a$ : рівень навчальних досягнень з курсу «Вища математика» юнаків перевищує рівень навчальних досягнень з цього курсу дівчат.

Виконаємо упорядкування даних експериментального дослідження за спаданням ознаки та їх ранжування, заповнимо таблицю 5, не вказуючи з етичних міркувань прізвища студентів.

Таблиця 5

Таблиця упорядкування індивідуальних тестових балів  
з вищої математики юнаків та дівчат

Юнаки		Дівчата	
№	Кількість тестових балів	№	Кількість тестових балів
1.	22		
2.	22		
3.	21	1.	21
		2.	20
		3.	20
		4.	20
		5.	20
4.	19	6.	19
5.	19	7.	19
6.	19	8.	19
7.	19	9.	19
8.	18	10.	18
9.	18	11.	18
10.	18		
11.	17	12.	17
12.	17	13.	17
13.	16	14.	16
		15.	16
		16.	15

Експериментальне значення критерію обчислимо за формулою:

$$Q_{екс} = S_1 + S_2, \text{ де} \quad (1)$$

$S_1$  і  $S_2$  – значення для зон розбіжностей.  $Q_{екс} = 2 + 1 = 3$ .

Критичне значення критерію шукаємо за спеціальними таблицями, враховуючи рівень значущості  $p=0,05$ .  $Q_{кр} = 7$ .

Так як  $Q_{екс} < Q_{кр}$ , то ми приймаємо нульову гіпотезу дослідження  $H_0$ : Рівень навчальних досягнень студентів юнаків з вищої математики не перевищує рівень навчальних досягнень студенток дівчат.

Проаналізуємо рівень навчальних досягнень студентів з вищої математики за допомогою критерія  $U$ -Манна-Уїтні.

Сформулюємо гіпотези дослідження:

*основна*  $H_0$ : рівень навчальних досягнень з курсу «Вища математика» дівчат не нижче рівня навчальних досягнень з цього курсу юнаків.

*альтернативна*  $H_a$ : рівень навчальних досягнень з курсу «Вища математика» дівчат нижче рівня навчальних досягнень з цього курсу юнаків.

Упорядкуємо дані експериментального дослідження за спаданням ознаки спочатку для кожної із вибірок обсягом  $n_1 = 13$  та  $n_2 = 16$  відповідно (табл. 6), а потім спільно для обох вибірок за результатами тестування. Потім проведемо ранжування даних ознаки (рівня навчальних досягнень студентів) обох вибірок, тобто присвоїмо кожному значенню ознаки ранг. Найменшому із значень присвоюється ранг 1. Найвищий ранг має дорівнювати сумі ( $n_1 + n_2$ ), тобто 29. Якщо значення ознаки повторюються, то ранг кожному із значень призначається як середнє із послідовних рангів. Загальна сума рангів повинна співпадати з розрахунковою.

Емпіричне значення критерію обчислимо за формулою:

$$U = n_1 \cdot n_2 + \frac{n_{\max} \cdot (n_{\max} + 1)}{2} - T_{\max}, \quad (2)$$

де  $n_1, n_2$  - обсяги незалежних вибірок,  $n_{\max}$  - обсяг більшої із вибірок,  $T_{\max}$  - більша із рангових сум.

Перевіримо правильність виконання ранжування:

$$\sum R_1 + \sum R_2 = 435, \quad \sum R = 1 + 2 + \dots + 28 + 29 = 435.$$

Обчислимо за формулою (2) емпіричне значення критерію

$$U_{\text{екс}} = 13 \cdot 16 + \frac{16 \cdot (16 + 1)}{2} - 232,5 = 111,5.$$

За таблицею критичних точок критерію *U-Манна-Уїтні* знаходимо: для рівня значущості  $p=0,05$ ,  $U_{кр} = 65$ .

Так як  $U_{екс} > U_{кр}$ , то ми приймаємо нульову гіпотезу дослідження *Ho*: рівень навчальних досягнень з курсу «Вища математика» дівчат не нижче рівня навчальних досягнень з цього курсу юнаків.

Таблиця 6

Таблиця упорядкування та ранжування індивідуальних тестових балів з вищої математики юнаків та дівчат

Юнаки			Дівчата		
№	Кількість тестових балів	Ранг, $R_1$	№	Кількість тестових балів	Ранг, $R_2$
1.	22	28,5			
2.	22	28,5			
3.	21	26,5	1.	21	26,5
			2.	20	23,5
			3.	20	23,5
			4.	20	23,5
			5.	20	23,5
4.	19	17,5	6.	19	17,5
5.	19	17,5	7.	19	17,5
6.	19	17,5	8.	19	17,5
7.	19	17,5	9.	19	17,5
8.	18	11	10.	18	11
9.	18	11	11.	18	11
10.	18	11			
11.	17	6,5	12.	17	6,5
12.	17	6,5	13.	17	6,5
13.	16	3	14.	16	3
			15.	16	3
			16.	15	1
		$\sum R_1 = 202,5$			$\sum R_2 = 232,5$

**Висновки.** Порівняльний аналіз успішності юнаків та дівчат за результатами тестування студентів першого курсу спеціальності 014 Середня освіта (Трудове навчання та технології) фізико-математичного факультету ЦДПУ імені Володимира Винниченка показав, що відмінності не значимі.

Таким чином, щоб з'ясувати тенденції у поведінці людини, в поведінкових дослідженнях слід використовувати математично-статистичні методи для обробки емпіричних даних, отриманих методами опитування й експерименту (у нашому випадку – тестування), а також для встановлення кількісних залежностей між досліджуваними

явищами. Вони допомагають оцінити результати експерименту, сприяють підвищенню надійності висновків, створюють основу для теоретичних узагальнень.

Однак практичне використання цих методів наштовхується на певні труднощі. Пояснюється це багато в чому тим, що дослідники у сфері поведінкових наук, як правило, не володіють спеціальними математичними знаннями, а математики, що їм допомагають, – знанням предмета дослідження.

Ефективність і результативність роботи щодо реалізації завдань гендерної політики на державному і місцевому рівнях залежить насамперед не від кількості фахівців, а від їх підготовки і рівня компетенції. Тому, для підготовки якісних спеціалістів, здатних використовувати кількісні, математично-статистичні методи в гендерних дослідженнях за підтримки проекту «*Gender Studies Curriculum: A Step for Democracy and Peace in EU-neighboring countries with different traditions*» до магістерської програми підготовки фахівців з освітніх вимірювань в Україні були включені нові дисципліни, зокрема передбачено вивчення курсу «Кількісні методи в поведінкових науках». Після вивчення дисципліни студенти зможуть застосувати статистичний аналіз для розв'язування практичних задач, що потребують кількісних гендерних досліджень, з якими вони будуть стикатися як в їх особистому та і професійному житті. Це сприятиме формуванню нових компетенцій і нового мислення українців в області гендерної рівності.

*Стаття підготовлена у рамках проекту Еразмус+ «Гендерні студії: крок до демократії та миру у сусідніх до ЄС країнах з різними традиціями», № 561785-EPP-1-2015-1-LT-EPPKA2-SVNE-JP. Стаття відображає погляди виключно авторів, Європейська Комісія не несе відповідальності за будь-яке використання наданої інформації.*

#### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Вимірювання в освіті: Підручник / За ред. О.В. Авраменко. – Кіровоград: КОД, 2011. – 360 с.
2. Ляшенко О.І., Раков С.А. Тестові технології і моніторинг в системі освіти України: стан і перспективи розвитку / С.А. Раков, О.І.Ляшенко // Вісник. Тестування і моніторинг в освіті. – 2008. – №11-12. – С.67-70.
3. Основи теорії гендеру : навч. посіб. / редкол. : Агеева В. П. та ін. – К. : К.І.С., 2004. – 535 с.
4. Руденко В. М. Математичні методи в психології : підручник / В. М. Руденко, Н. М. Руденко. – К. : Академвидав, 2009. – 384 с.
5. Танько Т.П. Тестовий контроль знань студентів як умова модернізації освіти в Україні / Т.П. Танько // Витоки педагогічної майстерності. Серія: Педагогічні науки 7. – 2010. – С.14-18.
6. Чельшкова М.Б. Теория и практика конструирования педагогических тестов: учебное пособие / М.Б. Чельшкова. – Москва: Логос, 2002. – 432 с.

**Yaremenko Liudmyla, Kharytonenko Olena**

*Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State Pedagogical University*

#### **THE GENDER RESEARCH OF LEVELS OF FRESHMEN'S EDUCATIONAL ACHIEVEMENTS IN HIGHER MATHEMATICS BY QUANTITATIVE METHODS**

The paper is focused on the research of levels of freshmen's educational achievements in higher mathematics. The comparative analysis of students' progress was made on the basis of the results of the tests done by the first-year students of the specialty 014 Secondary Education (Labor Studies and Technology), the Department of Physics and Mathematics, Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State Pedagogical University. Proven test tasks that have been verified through statistical characteristics, and satisfied the requirements for such tasks can be used in the educational process.

The paper also raises the question of studying gender differences in mathematical abilities of boys and girls who get higher education. The verification of nonparametric hypotheses regarding the differences in educational achievement levels of boys and girls in higher mathematics was performed with the help of Q-Rosenbaum and U-Mann Whitney criteria. In our research the comparative analysis of students' success performed on the basis of statistical methods shows that the level of boys' achievements in «Higher mathematics» does not exceed the level of girls' educational achievements in this course. So, the differences are not significant.

To find out tendencies in human behavior behavioral studies should use mathematical-statistical methods for processing empirical data received through questioning and experiment (in our case – testing), and for

determining quantitative dependences between the studied phenomena. They help to evaluate the results of the experiment, contribute to increasing the reliability of the findings, provide the basis for theoretical generalizations.

However, the practical application of these methods appears to be rather difficult. This is due largely to the fact that researchers in behavioral Sciences, as a rule, have no special mathematical knowledge, and mathematicians who help them do not have knowledge of the subject of the research.

Efficiency and effectiveness in achieving goals of gender policy at the state and local levels depends primarily not on the number of specialists but on their training and level of competence. So, to prepare qualified specialists who are able to use quantitative, mathematical-statistical methods in gender studies, with the support of the project «Gender Studies Curriculum: A Step for Democracy and Peace in EU-neighboring countries with different traditions» into Master's program in Educational Measurement in Ukraine new disciplines have been introduced, the course «Quantitative methods in behavioural Sciences» in particular. After studying the course students will be able to apply statistical analysis to solve practical problems that require quantitative gender research which they will face both in personal and professional life. This will contribute to the formation of new competencies and new thinking of the Ukrainians in the area of gender equality.

Studied quantitative methods can be used to analyze experimental data in Behavioral Sciences taking into account other Gender Studies.

**Key words:** testing, educational measurements, gender studies, quantitative methods, Q-Rosenbaum and U-Mann Whitney criteria.

**Яременко Людмила, Харитоненко Олена**

*Центральноукраїнський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка*  
**ГЕНДЕРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УРОВНЕЙ УЧЕБНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ ПЕРВОКУРСНИКОВ  
ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ КОЛИЧЕСТВЕННЫМИ МЕТОДАМИ**

**Аннотация.** Статья посвящена исследованию уровней учебных достижений первокурсников по высшей математике. Сравнительный анализ успеваемости студентов сделано по результатам тестирования студентов первого курса специальности 014 Среднее образование (Трудовое обучение и технологии) физико-математического факультета Центральноукраинского государственного педагогического университета имени Владимира Винниченка. Апробированные тестовые задания, которые прошли проверку статистических характеристик и удовлетворили требования к заданиям такого вида, можно использовать в учебном процессе.

В статье также поднимается вопрос изучения гендерных различий в математических способностях студентов, которые получают высшее образование. Проверку непараметрических гипотез относительно различий уровней знаний юношей и девушек по высшей математике выполнено с помощью критериев Q-Розенбаума и U-Манна Уитни.

Рассмотренные количественные методы могут быть использованы для анализа исследовательских данных в поведенческих науках при других гендерных исследованиях.

**Ключевые слова:** тестирование, образовательные измерения, гендерные исследования, количественные методы, критерии Q-Розенбаума и U-Манна Уитни.

**ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ:**

**Яременко Людмила Іванівна** – кандидат педагогічних наук, доцент кафедри прикладної математики, статистики та економіки Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.

**Коло наукових інтересів:** методика навчання математики, освітні вимірювання, статистичний аналіз даних, гендерні дослідження.

**Харитоненко Олена Володимирівна** – студентка I курсу магістратури за спеціальністю 011 Науки про освіту (Освітня програма: Освітні вимірювання. Гендерні студії: науковий аспект) фізико-математичного факультету Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.

**Коло наукових інтересів:** методика навчання дошкільнят, освітні вимірювання, гендерні дослідження.