

Г.В. Марчук, ст. викладач
В.Л. Левківський, доктор філософії
В.А. Сугоняк, магістрант
І.В. Панаріна, к.т.н.

Державний університет «Житомирська політехніка»

Застосування описової статистики для аналізу результатів тестування студентів

Статистика є важливою складовою у розв'язанні прикладних математичних задач, оскільки вона забезпечує інструменти та методи для аналізу і прийняття обґрунтованих рішень на основі даних. Описова статистика є важливим інструментом для первинного аналізу даних, допомагаючи зрозуміти основні характеристики та тенденції, що є необхідним етапом перед проведенням більш складного статистичного аналізу. Основою описової статистики є міри центральної тенденції, такі як середнє значення, медіана і мода, які використовуються у широкому спектрі прикладних математичних задач. У цій роботі представлено аналіз результатів тестування знань студентів з дисципліни «Програмування» для різних груп факультету інформаційно-комп'ютерних технологій Державного університету «Житомирська політехніка». Тестування є важливим інструментом у навчальному процесі, що допомагає забезпечити якість освіти та сприяє розвитку студентів. Метою дослідження є виявлення академічних груп студентів з високими та низькими результатами, а також груп з великою та малою дисперсією балів. Дослідження показало, що рівень підготовки студентів суттєво відрізняється залежно від групи. Найкращі результати продемонстрували студенти груп КН та КБ, тоді як в групах ІСТ спостерігаються найнижчі середні бали та найбільший розкид балів. Для кращого сприйняття результатів дослідження дані було візуалізовано у вигляді коробчастої діаграми, яка відображає розподіл даних через n 'ять основних числових характеристик (мінімум, перший квартиль, медіана, третій квартиль, максимум). На основі отриманих результатів можна розробити рекомендації для покращення навчальних методів і підходів, що сприятимуть підвищенню якості навчального процесу. Ці кроки є важливими для створення адаптивного та ефективного навчального середовища, яке відповідає сучасним вимогам та викликам освітнього процесу. Результати цього дослідження дозволяють зробити висновок, що статистика в прикладній математиці відіграє критичну роль у різних аспектах аналізу даних, моделювання, оптимізації та прогнозування, забезпечуючи наукову основу для розв'язання практичних задач у різних галузях.

Ключові слова: описова статистика; міри центральної тенденції; мода; середнє значення; медіана; тестування; графічне представлення.

Актуальність теми. У зв'язку з реаліями сьогодення все актуальнішим стає дистанційне навчання, до важливих елементів якого належить моніторинг якості навчання, який має проводитися на всіх рівнях і щаблях цього процесу. Проблема вибору методу дослідження рівня підготовки якості сформованих знань, умінь і навичок має важливе значення. Складовою загального контролю успішності може бути тестування. Під час моніторингових досліджень виявляються такі аспекти, як невідповідність, або відповідність підготовки заявленому рівню завдань, можливі прогалини в проходженні якихось тем, а також оцінювання прогресу навчання.

Одним з найважливіших аспектів роботи з результатами моніторингових досліджень є можливість їх опису, узагальнення і візуального представлення. Для цього можна застосовувати описову статистику або дескриптивну (англ. descriptive statistics), яка займається обробкою емпіричних даних, їх систематизацією, наочним поданням у формі графіків і таблиць, а також їх кількісним описом за допомогою основних статистичних показників. Міри центральної тенденції – це статистичні методи, які використовуються для опису центральної точки набору даних. Вони відіграють важливу роль у прикладній математиці, оскільки їх можна використовувати для розв'язання різноманітних задач. Міри центральної тенденції можуть допомогти зрозуміти розподіл та порівняти різні набори даних при аналізі. Також вони можуть використовуватися для прогнозування майбутніх значень або допомогти приймати обґрунтовані рішення на основі даних.

Аналіз останніх досліджень та публікацій, на які спираються автори. Описова статистика – це розділ статистики, який займається збором, аналізом, узагальненням та представленням даних. Вона дозволяє описати основні характеристики набору даних за допомогою числових показників та графічних методів. У [1, 2] авторами застосовано описову статистику для підготовки набору даних з метою проведення подальшого аналізу. Одним з методів описової статистики є міри центральної тенденції, які

використовуються на сьогодні у різних сферах. У [3] розглядається важлива проблема стресостійкості як критерію готовності майбутніх прикордонників до прийняття рішень у критичних ситуаціях. На основі різних критеріїв і показників наведено опис рівнів готовності майбутніх прикордонників до прийняття рішень у екстремальних обставинах: низький, середній, високий; і визначено шкалу оцінювання згідно з характеристиками. Автори, використовуючи результати статистичного аналізу, зокрема мір центральної тенденції, експериментально підтвердили, що рівень стресостійкості як критерію готовності майбутніх прикордонників до прийняття рішень у критичних ситуаціях є недостатнім, що вимагає розробки та впровадження інновацій у процес навчання та виховання. Також міри центральної тенденції використовуються для аналізу ринкових даних, таких як курси валют, цінні папери, прибутки та витрати. Для дослідження ринку нерухомості та встановлення загальних тенденцій його розвитку авторами [4] доведено необхідність і важливість використання статистичних показників, що характеризують усю сукупність одиниць спостереження за мірами центральної тенденції та мінливості (варіації), в оцінчій практиці. Для оцінки загальної згоди між оцінювачами в кількох групах використано міри центральної тенденції. Дослідники визначили параметри для узгодження середньої групи та побудували початкові довірчі інтервали навколо середніх параметрів [5]. У [6] описано розробку методу та одне чисельне застосування методу для визначення центральної тенденції кожного річного максимуму та річного мінімуму температури повітря на поверхні в Гувахаті. Теорія категоризації лідерів припускає, що підлеглі сприймають лідерів на тлі когнітивно представленого прототипу лідера. Відповідність між ними, зрештою, визначає, наскільки прихильно підлеглі реагують на лідерів. Загалом ця робота вирішує певну невизначеність у сфері імпліцитних теорій лідерства, зокрема щодо прототипів лідерів у процесі їхньої категоризації. Це перше емпіричне дослідження, в якому порівнюється релевантність різних лідерських прототипів у прогнозуванні реакції підлеглих на своїх лідерів з використанням мір центральних тенденцій [7]. У [8] нелінійні методи, міри центральної тенденції і графік різниці другого порядку застосовуються до аналізу варіабельності серцевого ритму з використанням послідовної різниці інтервалів варіабельності серцевого ритму у часовому ряді. Загалом аналізується 170 тахограм, зібраних монітором Polar, які потім класифікуються. Цей підхід ідентифікував тахограми з високою та низькою варіабельністю, що демонструє здатність мір центральної тенденції класифікувати та кількісно характеризувати інтервали варіабельності серцевого ритму. Метою дослідження [9] було вивчити розуміння студентами старших курсів мір центральної тенденції з точки зору прийняття рішень. Для отримання даних було застосовано якісні методи, а саме інтерв'ю та тестування для отримання даних. У ньому взяли участь 93 студенти старших курсів, які раніше вивчали базову та прикладну статистику. У дослідженні [10] було виявлено, що середнє арифметико-геометричне значення, яке було отримане з двох піфагорійських середніх, а саме середнього арифметичного та середнього геометричного, може вимірювати центральну тенденцію числових даних на додаток до трьох існуючих мір, а саме середнього арифметичного, середнього геометричного та середнього гармонійного. У [11] середнє арифметичне було застосовано до числових даних про співвідношення статей у контексті Індії з метою оцінки величини центральної тенденції цих даних. Розроблено аналітичний метод для визначення справжнього значення центральної тенденції кожного з річного максимуму та річного мінімуму температури навколишнього повітря в місці. Крім того, значення центральної тенденції кожного річного максимуму та річного мінімуму температури навколишнього повітря в Сільчарі було визначено шляхом застосування методу, розробленого на основі даних, починаючи з 1969 року. Визначення цих двох значень базується на припущенні, що зміна температури протягом років за період, за який доступні дані, відбувається лише через причину зміни, але не через будь-яку, яку можна призначити. Було встановлено, що значення цих двох рівнів 370,00 (в 0,1 градуса Цельсія) і 86,00 (в 0,1 градуса Цельсія) відповідно.

Метою статті є дослідження результатів тестування студентів для підвищення ефективності навчального процесу та оцінки знань і навичок студентів.

Для досягнення поставленої мети дослідження необхідно:

- визначити центральну тенденцію результатів;
- оцінити мінливість результатів;
- порівняти результати по різних групах;
- провести візуальне представлення результатів дослідження;
- розробити рекомендації для покращення якості навчального процесу.

Викладення основного матеріалу. Міри центральної тенденції, такі як середнє арифметичне, медіана та мода, можуть бути корисними інструментами для аналізу результатів тестування студентів. Вони можуть допомогти зрозуміти розподіл балів, визначити сильні та слабкі сторони студентів і порівняти результати різних груп.

У контексті аналізу результатів тестування студентів міри центральної тенденції можуть бути корисними для порівняння результатів. Наприклад, використовувати середнє значення або медіану, щоб порівняти результати тестування студентів з різних груп. Можна виявити студентів, які потребують додаткової допомоги, наприклад, використовувати стандартне відхилення, щоб визначити студентів, чий

результати тестування значно відрізняються від середнього. Можна відстежувати прогрес студентів з часом, наприклад, використовувати середнє значення або медіану, щоб відстежувати, як результати тестування студентів змінюються протягом семестру або року.

Наведемо основний математичний апарат, який буде використано в цьому дослідженні. Мода – це значення, що трапляється найчастіше в сукупності спостережень, яка є найбільш значущим фактором, що формує середнє значення. Також вона може бути корисною для наборів з категоріальними даними. Мода розраховується за формулою (1):

$$Mo = x_0 + h \times \frac{f_{Mo} - f_{Mo-1}}{(f_{Mo} - f_{Mo-1}) + (f_{Mo} - f_{Mo+1})}, \quad (1)$$

де x_0 – значення початку модального інтервалу; h – розмір модального інтервалу, тобто нижня межа та ширина модального інтервалу; f_{Mo} – частота модального інтервалу; f_{Mo-1} – частота інтервалу, що знаходиться перед модальним; f_{Mo+1} – частота інтервалу, що знаходиться після модального.

Середнє арифметичне – сума всіх фіксованих значень набору, поділена на кількість елементів набору. Вона дає загальне уявлення про результати тестування, але може бути чутливою до крайніх значень. Середнє арифметичне розраховується за формулою (2):

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{1}{n} (x_1 + \dots + x_n), \quad (2)$$

де n – кількість елементів вибірки; x_i – окреме значення.

Медіана – величина ознаки, що розташована посередині ранжованого ряду вибірки. Медіана розраховується за формулою (3):

$$M_e = X_{Me} + i_M \frac{\sum f - S_{Me-1}}{f_{Me}}, \quad (3)$$

де X_{Me} – нижня межа медіанного інтервалу; i_M – медіанний інтервал; S_{Me-1} – сума значень, яка була накопичена до початку медіанного інтервалу; $\sum f$ – сума значень в медіанному інтервалі; f_{Me} – кількість значень у медіанному інтервалі.

Дисперсія – це міра розкиду даних навколо середнього значення. Дисперсія розраховується за формулою (4):

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}, \quad (4)$$

де S^2 – дисперсія, розрахована за спостереженнями; x_i – окреме значення; \bar{x} – середнє значення.

Стандартне відхилення дає уявлення про те, наскільки далеко в середньому є значення від середнього значення. Чим більше стандартне відхилення, тим більше розкидані дані. Стандартне відхилення розраховується за формулою (5):

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}, \quad (5)$$

Коефіцієнт асиметрії описує симетрію розподілу даних, що розраховується за формулою (6):

$$A = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^3}{nS^3}, \quad (6)$$

де A – коефіцієнт асиметрії; x_i – окреме значення; \bar{x} – середнє значення; n – кількість елементів вибірки; S – стандартне відхилення.

Необхідно зазначити, що міри центральної тенденції не дають повної картини результатів тестування. Тому інші статистичні показники, такі як стандартне відхилення, дисперсія, максимум, мінімум, також можуть бути корисними для аналізу результатів тестування. Крім того, важливо враховувати контекст результатів тестування при їх інтерпретації. Наприклад, якщо тест був складним, середня арифметична може бути нижчою, ніж зазвичай.

У цьому дослідженні використані результати тестування груп студентів за різні роки з дисципліни «Програмування». У тестуванні брали участь 32 групи студентів з різних спеціальностей. Шифри груп наведено згідно зі спеціальностями:

КБ – студенти спеціальності «Кібербезпека»;

КІ – студенти спеціальності «Комп’ютерна інженерія»;

КН – студенти спеціальності «Комп’ютерні науки»;

ІСТ – студенти спеціальності «Інформаційні системи та технології»;

ПІЗ – студенти спеціальності «Інженерія програмного забезпечення», освітня програма «Інженерія програмного забезпечення»;

ВТ – студенти спеціальності «Інженерія програмного забезпечення», освітня програма «Вебтехнології».

Тест складається з 30 питань, кожна правильна відповідь оцінюється у 0,33 бала. Зразок джерела даних зазначено на рисунку 1.

| Прізвище | Ім'я | Відділ | Стан | Розпочато | Завершено | Затрачений час | Оцінка/10,00 | Пит.1 / 0,33 | Пит.2 / 0,33 | ... | Пит.21 / 0,33 | Пит.22 / 0,33 | Пит.23 / 0,33 | Пит.24 / 0,33 | Пит.25 / 0,33 | |
|----------|-----------|--------|---------|-----------|-------------------------|-------------------------|--------------|--------------|--------------|------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------|
| 0 | Венгель | Максим | ПЗ-20-2 | Завершено | 16 листопада 2020 18:00 | 16 листопада 2020 18:19 | 19 хв 22 сек | 9,33 | 0,33 | 0,33 | ... | 0,33 | 0,00 | 0,33 | 0,33 | 0,33 |
| 1 | Бомбюк | Максим | КН-20-1 | Завершено | 16 листопада 2020 18:00 | 16 листопада 2020 18:08 | 8 хв 4 сек | 9,33 | 0,33 | 0,33 | ... | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,33 |
| 2 | Галицький | Нікіта | КН-20-2 | Завершено | 16 листопада 2020 18:00 | 16 листопада 2020 18:16 | 16 хв 4 сек | 8,67 | 0,33 | 0,33 | ... | 0,33 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,33 |
| 3 | Тконов | Максим | КН-20-2 | Завершено | 16 листопада 2020 18:00 | 16 листопада 2020 18:21 | 20 хв 56 сек | 9,00 | 0,33 | 0,33 | ... | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,00 | 0,33 |
| 4 | Шевченко | Максим | КН-20-2 | Завершено | 16 листопада 2020 18:00 | 16 листопада 2020 18:16 | 16 хв 11 сек | 8,33 | 0,33 | 0,33 | ... | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,00 | 0,00 |

5 rows x 38 columns

Рис. 1. Джерело даних

Максимальна оцінка за тест 10 балів, тому аналіз буде проведено за стовпцем «Оцінка/10,00». На рисунку 2 представлено загальну характеристику набору даних за обраним стовпцем.

| Оцінка/10,00 | |
|--------------|------------|
| count | 511.000000 |
| mean | 8.368258 |
| std | 1.724695 |
| min | 0.000000 |
| 25% | 7.670000 |
| 50% | 9.000000 |
| 75% | 9.670000 |
| max | 10.000000 |

Рис. 2. Результати за стовпцем «Оцінка/10,00»

У тестуванні взяли участь 511 студентів. Мінімальний результат серед всіх студентів, склав 0 балів, максимальний – 10 балів, а середнє значення – 8,37 бала. Стандартне відхилення 1,72 свідчить про те, що є значний розкид у результатах.

Зведені статистичні дані по кількості студентів та отриманих балах представлено графічно на рисунку 3.

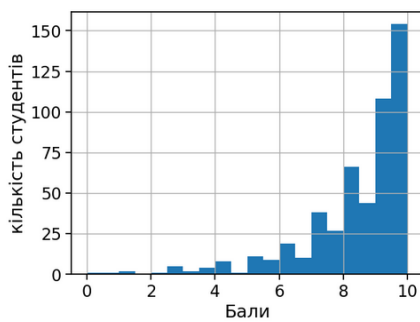


Рис. 3. Відношення кількості студентів та отриманих балів

Зведені статистичні дані за результатами тестування по групах студентів представлено в таблиці 1.

Таблиця 1

Результати тестування по групах студентів

| | count | mean | std | min | 25 % | 50 % | 75 % | max |
|----------|-------|----------|----------|------|--------|--------|---------|-------|
| ПЗ-20-1 | 2 | 8.500000 | 2.121320 | 7.00 | 7.7500 | 8.500 | 9.2500 | 10.00 |
| ПЗ-20-2 | 2 | 5.000000 | 6.123545 | 0.67 | 2.8350 | 5.000 | 7.1650 | 9.33 |
| ПЗ-20-3 | 7 | 8.858571 | 0.856785 | 7.67 | 8.3350 | 8.670 | 9.5000 | 10.00 |
| ІСТ-21-1 | 12 | 6.194167 | 2.137754 | 2.67 | 5.7475 | 6.500 | 7.0825 | 10.00 |
| ІСТ-22-1 | 13 | 7.847692 | 1.797856 | 3.67 | 6.6700 | 8.670 | 8.6700 | 10.00 |
| ІСТ-23-1 | 4 | 9.585000 | 0.419881 | 9.00 | 9.5025 | 9.670 | 9.7525 | 10.00 |
| ВТ-21-1 | 20 | 7.617000 | 2.214726 | 2.33 | 7.0000 | 8.000 | 9.3300 | 10.00 |
| КІ-20-1 | 2 | 6.665000 | 3.768879 | 4.00 | 5.3325 | 6.665 | 7.9975 | 9.33 |
| КІ-21-1 | 19 | 9.017368 | 0.764932 | 7.67 | 8.5000 | 9.330 | 9.5000 | 10.00 |
| КІ-21-2 | 10 | 8.801000 | 0.670513 | 7.67 | 8.4150 | 8.835 | 9.2475 | 9.67 |
| КІ-22-1 | 19 | 7.666842 | 1.304552 | 4.00 | 7.0000 | 7.670 | 8.5000 | 9.33 |
| КІ-23-1 | 12 | 9.000000 | 0.766871 | 7.33 | 8.5850 | 9.165 | 9.6700 | 10.00 |
| КБ-20-1 | 2 | 8.170000 | 2.121320 | 6.67 | 7.4200 | 8.170 | 8.9200 | 9.67 |
| КБ-20-2 | 1 | 6.330000 | NaN | 6.33 | 6.3300 | 6.330 | 6.3300 | 6.33 |
| КБ-21-1 | 22 | 8.651818 | 2.020134 | 1.00 | 8.4150 | 9.165 | 10.0000 | 10.00 |
| КБ-21-2 | 15 | 8.800000 | 1.463635 | 5.00 | 8.1650 | 9.330 | 9.6700 | 10.00 |
| КБ-22-1 | 22 | 8.378636 | 1.445839 | 4.33 | 8.0825 | 8.330 | 9.5025 | 10.00 |
| КБ-22-2 | 26 | 6.795385 | 1.898754 | 2.67 | 5.6700 | 7.000 | 8.2475 | 9.67 |
| КБ-22-3 | 8 | 8.748750 | 0.583032 | 8.00 | 8.2475 | 8.835 | 9.3300 | 9.33 |
| КБ-23-1 | 16 | 9.292500 | 1.127833 | 5.67 | 9.1650 | 9.670 | 10.0000 | 10.00 |
| КБ-23-2 | 26 | 9.628846 | 0.655392 | 7.00 | 9.6700 | 10.000 | 10.0000 | 10.00 |
| КН-20-1 | 11 | 7.605455 | 3.688103 | 0.00 | 7.1650 | 9.330 | 9.8350 | 10.00 |
| КН-20-2 | 15 | 7.510667 | 1.750455 | 4.00 | 6.8300 | 8.330 | 8.6700 | 9.00 |
| КН-21-1 | 28 | 8.060357 | 1.595214 | 3.67 | 7.2475 | 8.165 | 9.4150 | 10.00 |
| КН-21-2 | 20 | 8.332500 | 1.261256 | 5.33 | 7.8325 | 8.670 | 9.3300 | 10.00 |
| КН-21-3 | 13 | 8.615385 | 1.276255 | 5.67 | 8.3300 | 8.670 | 9.6700 | 10.00 |
| КН-22-1 | 30 | 7.844667 | 2.003949 | 3.33 | 6.9200 | 8.500 | 9.2475 | 10.00 |
| КН-22-2 | 24 | 8.223333 | 1.106171 | 5.67 | 7.6700 | 8.330 | 9.0000 | 10.00 |
| КН-22-3 | 28 | 8.297857 | 1.505743 | 4.33 | 7.9175 | 8.835 | 9.3300 | 10.00 |
| КН-23-1 | 25 | 9.534000 | 0.500283 | 8.33 | 9.3300 | 9.670 | 10.0000 | 10.00 |
| КН-23-2 | 29 | 9.425172 | 0.684813 | 7.33 | 9.3300 | 9.670 | 10.0000 | 10.00 |
| КН-23-3 | 240 | 8.514167 | 1.486750 | 3.67 | 7.8325 | 9.000 | 9.4150 | 10.00 |

Групи з високими балами (бали вище 9): ПЗ-23-1, КБ-23-1, КБ-23-2, КН-23-1, КН-23-2, КН-23-3. Групи з низькими балами (бали нижче 7): ПЗ-20-2, КБ-20-2, КН-20-1. Групи з великою дисперсією балів (відхилення вище 2): КІ-20-1, КБ-21-1, КН-20-1, КН-21-2, КН-22-1, КН-22-3. Групи з невеликою дисперсією балів (відхилення нижче 1): КБ-20-2, КБ-21-2, КН-22-2.

Середні бали свідчать про те, що більшість груп показали задовільні результати, з середнім балом близьким до 8. Проте є значний розкид у результатах, як між групами, так і всередині них. Середні бали для груп варіюються від 6.19 (ІСТ-21-1) до 9.62 (КБ-23-2). Деякі групи (наприклад, КН-23-1, КН-23-2, КБ-23-1, КБ-23-2) показали дуже високі результати, з середнім балом понад 9. Найвищі середні бали спостерігаються у групах КБ та КН. Інші групи (наприклад, КІ-20-1, КБ-20-2) показали значно гірші результати, з середнім балом менше 7. Найнижчі середні бали спостерігаються у групах ІСТ.

Стандартні відхилення також свідчать про значний розкид у результатах, вони варіюються від 0.42 (КІ-23-1) до 3.77 (КН-20-1). Найвище стандартне відхилення спостерігається в групі КН-20-1, що може свідчити про неоднорідність підготовки студентів у цій групі. Найменший розкид оцінок спостерігається у групах КІ та КБ. Найбільший розкид оцінок спостерігається у групах КН.

Квантілі та медіана свідчать про те, що розподіл оцінок у більшості груп близький до нормального. В деяких групах (наприклад, КН-20-1, КН-22-2) спостерігається асиметрія розподілу, що може свідчити про наявність факторів, які впливають на результати тестування.

Зупинимося більш детально на групах кафедри комп'ютерних наук ІСТ та КН. На основі даних, зазначених у таблиці 1, можна зробити висновок, що група ІСТ-23-1 має найкращі результати тестування. Їхні результати мають найвище середнє значення, найменше стандартне відхилення та найменшу різницю між мінімальним та максимальним значеннями. Бали студентів групи ІСТ-23-1 розподілені дуже щільно, з мінімальним розривом між мінімальним та максимальним балами. Це може свідчити про те, що всі студенти цієї групи мають подібний рівень підготовки. Групи ІСТ-21-1 та ІСТ-22-1 мають подібні результати тестування, але з деякими відмінностями. Група ІСТ-22-1 має більшу концентрацію значень, тоді як група ІСТ-21-1 має більший розподіл значень.

За результатами проведеного дослідження для груп ІСТ-21-1 та ІСТ-22-1 рекомендується провести додатковий аналіз результатів тестування, щоб визначити причини низьких результатів деяких студентів. Для групи ІСТ-23-1 рекомендується продовжувати використовувати ті ж методи навчання та підготовки, які призвели до їхніх високих результатів.

Середнє значення результатів тестування для всіх груп коливається від 7.51 до 9.53. Найвище середнє значення у групі КН-23-1 (9.53), а найнижче – у групі КН-20-2 (7.51). Стандартне відхилення коливається від 0.50 до 2.00. Найнижче стандартне відхилення у групі КН-23-1 (0.50), а найвище – у групі КН-22-1 (2.00). Це свідчить про те, що результати тестування для групи КН-23-1 більш однорідні, ніж для групи КН-22-1. Розподіл результатів тестування можна проаналізувати за допомогою 25-го, 50-го та 75-го перцентилів. Для більшості груп медіана (50-й перцентиль) близька до середнього значення, що свідчить про симетричний (нормальний) розподіл. Мінімальні значення результатів тестування для всіх груп коливаються від 0.00 до 5.67. Максимальні значення коливаються від 9.00 до 10.00.

В середньому групи ПЗ та КН показали найкращі результати, за ними йдуть групи ІСТ та КБ. Групи КІ показали найгірші результати. Проте важливо зазначити, що це лише загальні тенденції, і в кожній спеціальності є групи з високими та низькими результатами.

Необхідно звернути увагу на кількість студентів у кожній групі, які писали тест (табл. 1). Більша чисельність може призвести до більш точних результатів тестування, оскільки вона дає змогу краще представити результати, також може призвести до більшої статистичної потужності, що означає, що тест буде з більшою ймовірністю виявляти статистично значущі відмінності, якщо вони існують. З іншого боку, занадто мала чисельність може призвести до неточних результатів тестування та низької статистичної потужності. Більша чисельність групи може призвести до зменшення впливу випадкової помилки на результати тестування. Випадкова помилка – це випадкові варіації в результатах тестування, які не пов'язані з фактичними знаннями чи навичками тестованих. Більша чисельність групи може допомогти згладити ці випадкові варіації та отримати більш точну оцінку істинних здібностей тестованих.

Результати тестування свідчать про те, що рівень підготовки студентів у різних групах відрізняється. Найкращі результати тестування показали студенти груп КБ та КН. У групах ІСТ спостерігаються найнижчі середні бали та найбільший розкид оцінок.

Загалом результати тестування є задовільними, з середнім балом 8.37. Деякі групи показали значно вищі результати, ніж інші. В деяких групах результати студентів були більш розбіжними, ніж в інших. Щоб визначити причини різниці в балах, необхідно провести більш детальний аналіз результатів за групами. Для груп з низькими балами можна провести додаткові заняття або консультації. Для груп з великою дисперсією балів потрібно проаналізувати причини цієї різниці та вжити відповідних заходів. Продовжувати відстежувати результати тестування в динаміці, щоб оцінювати ефективність вжитих заходів.

Для кращого сприйняття дані, на основі яких проведено дослідження, представимо за допомогою коробчастої діаграми (рис. 4), що візуалізує розподіл між числовими і категоріальними змінними, відображаючи інформацію за кватрилями.

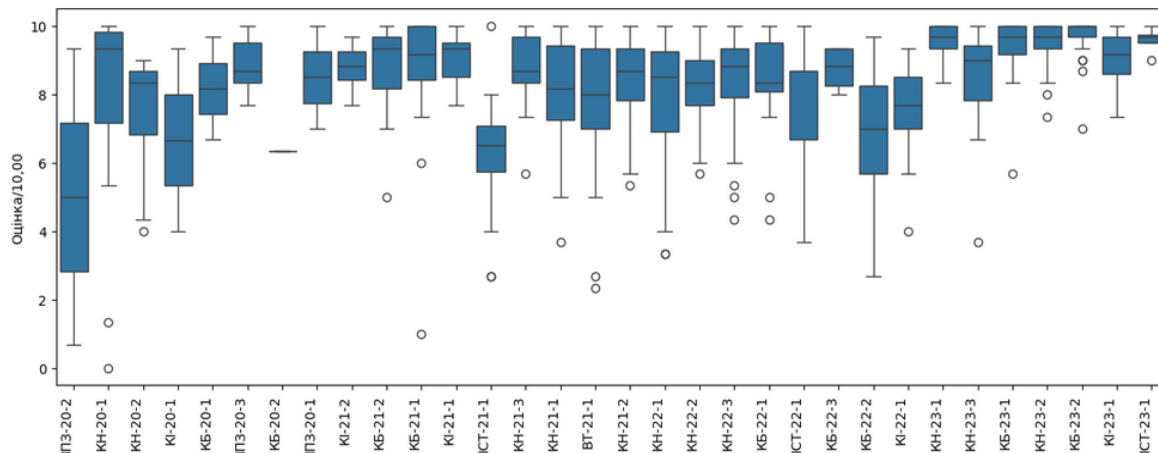


Рис. 4. Діаграма розмаху результатів тестування по групах

Результати тестування свідчать про те, що загальний рівень знань у всіх групах знаходиться на досить високому рівні. Спостерігається незначна різниця в результатах між різними групами. Найбільша різниця спостерігається в середніх значеннях результатів (від 7.51 до 9.53) та стандартних відхиленнях (від 0.50 до 2.00).

Висновки та перспективи подальших досліджень. Дослідження результатів тестування студентів дозволяє комплексно оцінити ефективність навчального процесу та знання і навички студентів. У дослідженні було використано результати тестування студентів факультету інформаційно-комп'ютерних технологій різних спеціальностей. Виконання завдань, поставлених у статті, дозволить порівняти результати різних груп студентів, що проходили тестування. Для кращого сприйняття аналіз наведено за допомогою графічних методів.

У результаті проведеного дослідження можна зробити висновок, що рівень знань по групах є досить високим, середній бал близько 8. Найчастіше значення, яке зустрічається, – це 9,7 балів, яке отримали близько 150 учнів. Наявна значна мінливість, яка змінюється в проміжку від 0,419881 до 6,123545. Окремо було звернено увагу на групи спеціальностей КН та ІСТ. Група КН-23-1 продемонструвала більш кращі та однорідні результати, з мінливістю 0,500283. В результаті дослідження в групах, які показали невисокі результати рекомендується проведення додаткового аналізу для визначення факторів негативного впливу. А в групах, які показали стабільні високі результати, – продовжувати застосовувати ті ж підходи до навчання, які було використано.

Перспективним напрямом подальшої роботи вважаємо більш глибокий аналіз, який містив би дослідження по окремих питаннях тесту.

Список використаної літератури:

1. *Levkivskiy V.* Research of algorithms of Data Mining / *V.Levkivskiy, N.Lobanchykova, D.Marchuk* // The International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters. – 2020. – Vol. 166. – P. 1–6. DOI: 10.1051/e3sconf/202016605007.
2. *Марчук Г.В.* Інтелектуальний аналіз даних / *Г.В. Марчук, В.Л. Левківський, С.С. Каліберда* // Біоніка інтелекту : наук.-техн. журнал. – 2019. – № 1 (92). – С. 65–70. DOI: 10.30837/bi.2019.1(92).11.
3. *Олексієнко Б.М.* Стресостійкість як критерій готовності майбутніх прикордонників до прийняття рішень у екстремальних ситуаціях / *Б.М. Олексієнко* // Вісник Національної академії Державної прикордонної служби України. Серія : Психологія. – 2019. – Вип. 2 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vnadpn_2019_2_5.
4. *Губар Ю.* Інструментарій дослідження ринку нерухомості та встановлення загальних тенденцій його розвитку / *Ю.Губар, Ю.Хавар, Н.Мошовська* // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2020. – № 2. – С. 102–116.
5. Central tendency and matched difference approaches for assessing interrater agreement / *M.J. Burke, A.Cohen, E.Doveh, K.Smith-Crowe* // Journal of Applied Psychology. – 2018. – Vol. 103, № 11. – P. 1198–1229. DOI: 10.1037/apl0000325.
6. *Chakrabarty D.* Arithmetic-Harmonic Mean: Evaluation of Parameter from Observed Data Containing Itself and Random Error / *D.Chakrabarty* // International journal of electronics and applied research. – 2020. – Vol. 7. – P. 29– 45. DOI: 10.33665/IJEAR.2020.v07i01.002.

7. Van Quaquebeke N. What do leaders have to live up to? Contrasting the effects of central tendency versus ideal-based leader prototypes in leader categorization processes / N. Van Quaquebeke, M.M. Graf, T. Eckloff // *Leadership*. – 2014. – Vol. 10, Issue 2. – P. 191–217. DOI: 10.1177/1742715013476081.
8. Assessment of heart rate variability by application of central tendency measure / L. dos Santos, J.J. Barroso, E.E.N. Macau and other // *Med Biol Eng Comput*. – 2015. – Vol. 53. – P. 1231–1237. DOI: 10.1007/s11517-015-1390-8.
9. Rosidah R. Measure of central tendency: undergraduate students' error in decision-making perspective / R. Rosidah, F.Z. Ikram // *International Journal of Education*. – 2021. – Vol. 14, № 1. – P. 39–47.
10. Chakrabarty D. AHM as a measure of central tendency of sex ratio / D. Chakrabarty // *Biom Biostat Int J*. – 2021. – Vol. 10, Issue 2. – P. 50–57. DOI: 10.15406/bbij.2021.10.00330.
11. Bordoloi R.S. Central Tendency of Annual Extremum of Ambient Air Temperature at Silchar / R.S. Bordoloi, D. Chakrabarty, M.P. Kashyap // *Kalyan Bharati*. – 2021. – Vol. 37, № IX. – P. 32–45.

References:

1. Levkivskiy, V., Lobanchykova, N. and Marchuk, D. (2020), «Research of algorithms of Data Mining», *The International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters*, Vol. 166, pp. 1–6, doi: 10.1051/e3sconf/202016605007.
2. Marchuk, H.V., Levkivskiy, V.L. and Kaliberda, S.S. (2019), «Intelektualnyi analiz danykh», *Bionika intelektu, nauk.-tekhn. zhurnal*, No. 1 (92), pp. 65–70, doi: 10.30837/bi.2019.1(92).11.
3. Oleksienko, B.M. (2019), «Stresostiiikist yak kryterii hotovnosti maibutnykh prykordonnykhiv do pryiniattia rishen u ekstremalnykh sytuatsiiakh», *Visnyk Natsionalnoi akademii Derzhavnoi prykordonnoi sluzhby Ukrainy. Serii. Psiholohiia*, Issue 2, [Online], available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vnadpn_2019_2_5
4. Hubar, Yu., Khavar, Yu. and Moshovska, N. (2020), «Instrumentarii doslidzhennia rynku nerukhomosti ta vstanovlennia zahalnykh tendentsii yoho rozvytku», *Suchasni dosiahnennia heodezychnoi nauky ta vyrobnytstva*, No. 2, pp. 102–116.
5. Burke, M.J., Cohen, A., Doveh, E. and Smith-Crowe, K. (2018), «Central tendency and matched difference approaches for assessing interrater agreement», *Journal of Applied Psychology*, Vol. 103, No. 11, pp. 1198–1229, doi: 10.1037/apl0000325.
6. Chakrabarty, D. (2020), «Arithmetic-Harmonic Mean: Evaluation of Parameter from Observed Data Containing Itself and Random Error», *International journal of electronics and applied research*, Vol. 7, pp. 29–45, doi: 10.33665/IJEAR.2020.v07i01.002.
7. Van Quaquebeke, N., Graf, M.M. and Eckloff, T. (2014), «What do leaders have to live up to? Contrasting the effects of central tendency versus ideal-based leader prototypes in leader categorization processes», *Leadership*, Vol. 10, Issue 2, pp. 191–217, doi: 10.1177/1742715013476081.
8. dos Santos, L., Barroso, J.J., Macau, E.E.N. et al. (2015), «Assessment of heart rate variability by application of central tendency measure», *Med Biol Eng Comput*, Vol. 53, pp. 1231–1237, doi: 10.1007/s11517-015-1390-8.
9. Rosidah, R. and Ikram, F.Z. (2021), «Measure of central tendency: undergraduate students' error in decision-making perspective», *International Journal of Education*, Vol. 14, No. 1, pp. 39–47.
10. Chakrabarty, D. (2021), «AHM as a measure of central tendency of sex ratio», *Biom Biostat Int J*, Vol. 10, Issue 2, pp. 50–57, doi: 10.15406/bbij.2021.10.00330.
11. Bordoloi, R.S., Chakrabarty, D. and Kashyap, M.P. (2021), «Central Tendency of Annual Extremum of Ambient Air Temperature at Silchar», *Kalyan Bharati*, Vol. 37, No. IX, pp. 32–45.

Марчук Галина Вікторівна – старший викладач кафедри комп'ютерних наук Державного університету «Житомирська політехніка».

<https://orcid.org/0000-0003-2954-1057>.

Наукові інтереси:

– аналіз даних.

Левківський Віталій Леонідович – доктор філософії з інженерії програмного забезпечення, доцент кафедри комп'ютерних наук Державного університету «Житомирська політехніка».

<https://orcid.org/0000-0002-1643-0895>.

Наукові інтереси:

– аналіз даних.

Сугоняк Владислав Андрійович – магістрант Державного університету «Житомирська політехніка».

<https://orcid.org/0009-0005-1576-2555>.

Наукові інтереси:

– аналіз даних.

Панаріна Ірина Володимирівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерних наук Державного університету «Житомирська політехніка».

<https://orcid.org/0000-0003-4783-2587>.

Наукові інтереси:

– аналіз даних.

Marchuk H.V., Levkivskiy V.L., Suhoniak V.A., Panarina I.V.

Application of descriptive statistics for the analysis of student test results

Statistics is an important component in solving applied mathematical problems because it provides tools and methods for analyzing and making rational decisions based on data. Descriptive statistics is an important tool for primary data analysis, helping to understand underlying characteristics and trends, which is a necessary step before performing more sophisticated statistical analysis. Descriptive statistics is based on measures of central tendency, such as mean, median, and mode, which are used in a wide range of applied mathematical problems. This work presents the analysis of the results of testing the knowledge of students in the discipline "Programming" for different groups of the Faculty of Information and Computer Technologies of Zhytomyr Polytechnic State University. Testing is an important tool in the educational process that helps ensure quality education and promotes student development. The purpose of the study is to identify academic groups of students with high and low results, as well as groups with large and small dispersion of scores. The study showed that the level of preparation of students differs significantly depending on the group. The best results were demonstrated by the students of the specialities of Computer Science and Cybersecurity, while the students of the speciality of Information Systems And Technologies have the lowest average scores and the largest spread of scores. For a better understanding of the results of the study, the data was visualized in the form of a box diagram, which displays the distribution of data through five main numerical characteristics (minimum, first quartile, median, third quartile, maximum). Based on the obtained results, it is possible to develop recommendations for improving educational methods and approaches that will contribute to improving the quality of the educational process. These steps are important for creating an adaptive and effective learning environment that meets the modern requirements and challenges of the educational process. The results of this study allow us to conclude that statistics in applied mathematics plays a critical role in various aspects of data analysis, modeling, optimization and forecasting, providing a scientific basis for solving practical problems in various fields.

Keywords: descriptive statistics, measures of central tendency, mode, mean, median, testing, graphical representation.

Стаття надійшла до редакції 20.05.2024.