

<https://doi.org/10.31891/2219-9365-2024-77-29>

УДК 004.67

ПИЛИПЕНКО Владислав

Київський національний університет технологій та дизайну

<https://orcid.org/0000-0002-2761-4817>

e-mail: pylypenko.vi@knutd.edu.ua

СТАЦЕНКО Володимир

Київський національний університет технологій та дизайну

<https://orcid.org/0000-0002-3932-792X>

e-mail: statsenko.v@knutd.edu.ua

ВИКОРИСТАННЯ ТЕСТУ СТЬЮДЕНТА ДЛЯ СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ ОПИТУВАННЯ КОРИСТУВАЧІВ MOODLE

В роботі проведено статистичний тест (T-Test) Стьюдента, для визначення різниці у потребі першого та третього курсу в створенні додаткового програмного забезпечення для визначення активності студентів у LMS Moodle та прогнозування успішності. Опитування проводилося серед студентів «Київського національного університету технологій та дизайну», кафедри Інформаційних та комп'ютерних технологій. В опитуванні приймали участь 47 студентів з першого курсу та 64 студенти з третього курсу. Виконання тесту, розбивки і аналізу даних проводилося на мові програмування Python в середовищі розробки PyCharm з використанням бібліотек: *scipy*, *pandas* та *numpy*. Визначено відсоткове співвідношення потреби опитаних студентів у створенні додаткового програмного забезпечення, потребує 74,32%, не потребує 25,68%. Для проведення тесту та аналізу вибірок було виконано наступні розрахунки по отриманню значень: *t*-статистики, *p*-значення, середнього значення вибірки, стандартної помилки середнього, довірчого інтервалу, ефекту розміру та ступені свободи. В ході дослідження підтвердження альтернативної гіпотези означає, що є статистично значуща різниця між середніми значеннями двох груп (даних першого та третього курсів). Даний результат має важливе значення в контексті дослідження, оскільки вказує на те що в процесі навчання студенти старших курсів більше потребують додаткової інформації про свою успішність і активність у освітньому процесі для досягнення кращих результатів у навчанні.

Ключові слова: Тест Стьюдента; Python; Система управління навчанням; Moodle.

PYLYPENKO Vladyslav, STATSENKO Volodymyr

Kyiv National University of Technologies and Design

USING STUDENT'S TEST FOR STATISTICAL ANALYSIS OF MOODLE USER SURVEY DATA

In the work, a statistical test (T-Test) of the Student was carried out to determine the difference in the need of the first and third year in the creation of additional software for determining the activity of students in LMS Moodle and predicting success. Student data were obtained by conducting a survey, which was created in the Google Forms service. The survey was conducted among students of the "Kyiv National University of Technology and Design", Department of Information and Computer Technologies. 47 students from the first year and 64 students from the third year took part in the survey. The obtained data were downloaded into a csv file and analyzed by courses and the corresponding question with answers. The test, breakdown and data analysis were performed in the Python programming language in the PyCharm development environment using the following libraries: *scipy*, *pandas* and *numpy*. The percentage ratio of the surveyed students' need to create additional software was determined: 74,32% need it, 25,68% do not need it. To conduct the test and analyze the samples, the following calculations were performed to obtain the values: *t*-statistics, *p*-value, sample mean, standard error of the mean, confidence interval, effect size and degrees of freedom. In the course of the study, the confirmation of the alternative hypothesis means that there is a statistically significant difference between the average values of the two groups (first and third year data). The results of the test showed that the means of these two groups are different from each other, and this difference cannot be explained by random variation in the data. This result is important in the context of the study, as it indicates that in the process of study, senior students need more information about their success and activity in the educational process in order to achieve better results in study.

Keywords: Student's *t* test; Python; Learning management system; Moodle.

Постановка проблеми у загальному вигляді

та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

Із розвитком інформаційних та комп'ютерних технологій навчання поступово трансформується в змішане або онлайн-навчання, яке ще називають електронним навчанням (E-Learning) [1]. Використання систем управління навчанням (LMS) стає необхідною вимогою, особливо для вищих навчальних закладів. Однією з найпопулярніших у світі платформ для навчання та викладання, що використовується в більш ніж 200 країнах є Moodle. Вона є основою систем управління навчанням багатьох університетів та шкіл, що використовують її для проведення навчання, онлайн-курсів та взаємодії між студентами і викладачами.

Однак, із зростанням кількості користувачів на платформі, що використовується освітнім закладом, часто з'являється потреба в аналізі потреб користувачів для оптимізації освітнього процесу. Зокрема, важливим фактором є визначення активності студентів у освітньому процесі та прогнозування успішності. Завдяки такому функціоналу в LMS можна зрозуміти, наскільки ефективно студенти працюють над

виконанням навчальних завдань, які навчальні матеріали користуються попитом та отримати прогрес їх успішності. Отримані дані будуть корисні як студентам так і викладачам навчального закладу. Оскільки дозволять планувати зміни в навчальних програмах та матеріалах, а також освітньому процесі в цілому.

Аналіз досліджень та публікацій

Аналіз літературних джерел показав, що прогнозування успішності є важливим напрямом, який постійно удосконалюється за рахунок використання комп'ютерних засобів та допомагає на ранній стадії виявити потенційні проблеми з успішністю. А моніторинг активності користувачів в LMS дає можливість відслідковувати ступінь залучення студента до освітнього процесу в рамках роботи з LMS.

Згідно [2] прогнозування активності користувачів Moodle можна виконувати на базі методів машинного навчання, використовуючи метод випадкового лісу (Random Forest) в задачах класифікації. Розрахована точність прогнозування склала - 83%.

Згідно [3] проведено оцінювання моделі прогнозування успішності на базі методів машинного навчання показало, що дані моделі можуть мати високу ефективність, і можуть бути використані в прикладних задачах. У дослідженні загальна ефективність моделі склала - 89%, а точність прогнозування успішності склала - 84%.

Формулювання цілей статті

Метою роботи є: перевірити отримані результати опитування студентів за рахунок статистичного тесту (T-Test) Стьюдента. Щоб визначити чи є різниця у потребі 1 та 3 курсу по впровадженню додаткового функціоналу в LMS Moodle по визначенню активності студентів у освітньому процесі та прогнозуванні успішності.

Виклад основного матеріалу

Для аналізу потреби студентів у створенні додаткового програмного забезпечення (ПЗ) в LMS Moodle та було проведено опитування. Опитування проводилося серед студентів «Київського національного університету технологій та дизайну», кафедри ІКТ. В опитуванні приймали участь 47 студентів з першого курсу та 64 студенти з третього курсу. Дані з опитування збиралися через сервіс Google Forms, потім були вивантажені в окремий csv файл. Далі дані були розібрані по курсам і відповідному питанню з відповідями ('Так' та 'Ні'). Виконання тесту, розбивки і аналізу даних проводилося на мові програмування Python в середовищі розробки PyCharm з використанням бібліотек: scipy, pandas та numpy. Для виведення графіків та таблиць використовувалася бібліотека matplotlib.pyplot.

Для переведення даних у числові (1 для 'так', 0 для 'ні') було написано метод `convert_to_numeric`, програмний код представлено у листингу 1:

Лістинг 1. Метод для переведення відповідей у числові значення (1 для 'так', 0 для 'ні').

```
def convert_to_numeric(data):
    numeric_data = []
    for item in data:
        if item.lower() == 'так':
            numeric_data.append(1)
        elif item.lower() == 'ні':
            numeric_data.append(0)
    return numeric_data
```

Для перевірки статистичної значущості різниці між середніми значеннями двох груп, перша група відповідає даним першого курсу, а друга група даним третього курсу виконано t-тест (статистичний тест Стьюдента) [4]. Він перевіряє, чи є ця різниця в середніх значеннях статистично значущою, тобто чи є ймовірність такої різниці випадковою. Таким чином можна перевірити чи є різниця у потребі даного ПЗ серед студентів 1 та 3 курсів. Для цього виконано формулювання гіпотез:

- Нульова гіпотеза (H0): Немає різниці у потребі студентів 1 та 3 курсу щодо необхідності створення додаткового програмного забезпечення для визначення та прогнозування успішності.
- Альтернативна гіпотеза (H1): Існує різниця у потребі студентів 1 та 3 курсу щодо необхідності створення додаткового програмного забезпечення для визначення активності студентів у LMS та прогнозуванні успішності.

Для проведення аналізу було виконано наступні розрахунки по отриманню значень: t-статистики, р-значення, середнього значення вибірки, стандартної помилки середнього, довірчого інтервалу, ефекту розміру та ступені свободи.

Формула для обчислення t-статистики [5] для двох вибірок, має наступний вигляд:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad (1)$$

де \bar{X}_1 і \bar{X}_2 - вибіркові середні значення двох груп;

S_p - об'єднане стандартне відхилення, що поєднує мінливість обох груп;

n_1 і n_2 - розміри вибірки двох груп.

Після обчислень значення t-статистики складає: -2,25, а р-значення складає: 0,027.

Формула для обчислення середнього значення вибірки має наступний вигляд:

$$\bar{X}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (2)$$

де \bar{X}_1 - середнє значення вибірки;

X_i - кожне спостереження в вибірці;

n - кількість спостережень у вибірці.

Обчислена для кожної вибірки, вона допомагає зрозуміти, чи є різниця між середніми значеннями двох вибірок. Для першої вибірки середнє значення складає: 0,63, для другої вибірки: 0,82. Середнє значення першої вибірки менше, ніж середнє значення другої.

Формула для обчислення стандартної помилки середнього (Standard Error of the Mean, SEM) [6] має наступний вигляд:

$$SEM = \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (3)$$

де s - стандартне відхилення вибірки;

n - розмір вибірки.

Дана формула використовується для оцінки точності середнього значення вибірки. Чим менше стандартна помилка середнього, тим більш точно середнє значення відображає справжнє середнє значення генеральної сукупності. Отримані значення вказують на точність оцінки середнього значення вибірки. Для першої вибірки значення складає: 0,071, для другої вибірки: 0,048. Стандартна похибка першої вибірки більша, ніж стандартна другої.

Формула для обчислення довірчого інтервалу для середнього вибірки має наступний вигляд:

$$ci = \bar{X} \pm t_{\alpha/2} * \frac{SEM}{\sqrt{n}} \quad (4)$$

де \bar{X} - середнє значення вибірки;

$t_{\alpha/2}$ - критичне значення розподілу для вказаного довірчого рівня і ступенів свободи $\alpha/2$;

SEM - стандартна помилка середнього;

n - розмір вибірки.

Критичне значення $t_{\alpha/2}$ визначається на основі обраного довірчого рівня і кількості ступенів свободи. Для 95% довірчого рівня $\alpha=0.05$, тому $\alpha/2=0.025$.

Довірчий інтервал зазвичай позначається як інтервал з двома числами, які вказують на межі діапазону, у якому, з деякою ймовірністю, знаходиться параметр генеральної сукупності. Позначення довірчого інтервалу зазвичай виглядає як: довірчий інтервал = [нижня межа, верхня межа]. Нижня межа - нижня границя інтервалу, яка представляє менше значення в межах діапазону, верхня межа - верхня границя інтервалу, яка представляє більше значення в межах діапазону. Зазвичай довірчий рівень виражається у відсотках і позначає ймовірність того, що довірчий інтервал містить справжнє значення параметра. Отримане значення вказує де, з обраною вірогідністю, буде знаходитися реальне середнє значення параметра. Для першої вибірки значення нижньої границі складає: 0,485, а верхньої: 0,775. Для другої вибірки значення нижньої границі складає: 0,729, а верхньої: 0,921. Довірчий інтервал першої вибірки Sample1 ширший, ніж довірчий інтервал другої Sample2. Діаграма порівняння середніх з довірчими інтервалами представлена на рис. 2.

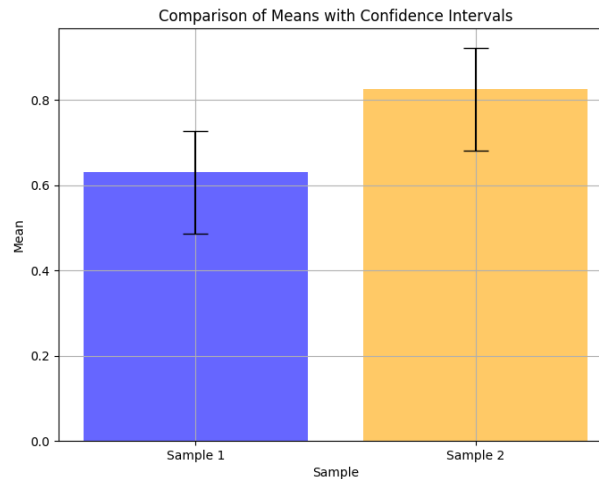


Рис. 2. Порівняння середніх з довірчими інтервалами

Обчислення ефекту розміру часто використовується для визначення величини впливу або відмінності між двома групами. Один з найпоширеніших показників ефекту розміру - це Cohen's d [7]. Формула для обчислення Cohen's d має наступний вигляд:

$$d = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_{pooled}} \quad (5)$$

де \bar{X}_1 та \bar{X}_2 - середні значення першої та другої груп відповідно;

S_{pooled} - пуловане стандартне відхилення.

Формула для обчислення пулованого стандартного відхилення, має наступний вигляд:

$$S_{pooled} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1) * s_1^2 + (n_2 - 1) * s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \quad (6)$$

де s_1 та s_2 - стандартні відхилення першої та другої груп відповідно;

n_1 та n_2 - розміри першої та другої груп відповідно.

Цей показник дозволяє оцінити величину впливу виходячи зі стандартного відхилення. Зазвичай, значення Cohen's d 0.2 вважається невеликим, 0.5 - середнім, а 0.8 і більше - великим ефектом розміру. Та є мірою різниці між групами вибірок, виражена в стандартних одиницях, яка допомагає визначити практичну значущість результатів. Отримане значення складає: 0,457, і каже про те що величина впливу є середньою, оскільки досить наближена до границі 0,5.

Формула для обчислення ступені свободи (Degrees of freedom, Df) [8] у двовибірковому t-тесті з різними розмірами вибірок обчислюється за меншим з двох розмірів вибірок і має наступний вигляд:

$$df = \min (n_1 - 1, n_2 - 1) \quad (7)$$

де n_1 та n_2 - кількості спостережень у першій та другій вибірках відповідно.

Після обчислень, значення ступеня свободи складає: 107. Це означає, що при проведенні t-тесту для незалежних вибірок було враховано 107 незалежних спостережень з обох груп. Більше значення ступеня свободи вказує на більшу точність оцінки параметрів розподілу і забезпечує більш точне визначення критичних значень. Зазвичай, чим більше ступінь свободи, тим менше впливають випадкові варіації на результати тесту, що дозволяє зробити більш точне статистичне узагальнення.

Згідно отриманих результатів виконуємо перевірку нульової гіпотези (H0): Немає різниці у потребі студентів 1 та 3 курсу щодо необхідності створення додаткового програмного забезпечення для визначення та прогнозування успішності. Для цього порівнюємо отримане р-значення з рівнем значущості α ($\alpha = 0.05$). У випадку якщо р-значення менше за α , то відхиляємо нульову гіпотезу і приймаємо альтернативну гіпотезу, а якщо р-значення більше за α , то немає достатніх доказів для відхилення нульової гіпотези.

Оскільки отримане р-значення складає: 0,027 і є меншим за 0,05 то нульова гіпотеза відхиляється і приймається альтернативна гіпотеза (H1): Існує різниця у потребі студентів 1 та 3 курсу щодо необхідності створення додаткового програмного забезпечення для визначення активності студентів у LMS та прогнозуванні успішності. Підтвердження альтернативної гіпотези означає, що є статистично значуща різниця між середніми значеннями двох груп. Результати тесту показали, що середні значення цих двох груп відмінні одне від одного, і ця різниця не може бути пояснена випадковими варіаціями в даних. Даний результат має важливе значення в контексті дослідження, оскільки вказує на те що в процесі навчання студенти старших курсів більше потребують додаткової інформації про свою успішність і активність у освітньому процесі для досягнення кращих результатів у навчанні.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі

1. У роботі проведено статистичний тест (Т-Test) Стьюдента та визначено основні метрики для оцінки результатів опитування серед студентів 1 та 3 курсу.
2. Визначено, що студенти третього курсу (старших курсів) потребують більше додаткової інформації про свою успішність і активність у освітньому процесі ніж студенти першого курсу.
3. Отриманий результат показує, що створення додаткового ПЗ для LMS Moodle може бути корисно студентам для досягнення кращих результатів у навчанні.
4. Дослідження показало, що прогнозування успішності та відслідковування активності на платформі Moodle є актуальними питаннями серед студентів університету.

Література

1. Liu, M., & Yu, D. (2023). Towards intelligent E-learning systems. *Education and Information Technologies*, 28(7), 7845-7876.
2. Прогнозування активності користувачів платформи Moodle на базі методів машинного навчання / В. І. Пилипенко, В. В. Стаценко. // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2023. – №4. – С. 257–261.
3. Оцінювання ефективності моделі прогнозування успішності методами машинного навчання / В. В. Стаценко, В. І. Пилипенко. // Вісник Хмельницького національного університету. – 2024. – №1. – С. 271–276.
4. Metsämuuronen, J. (2023). Note on the radical deflation in t-test statistic, some consequences, and deflation-corrected t-test statistic. Preprint at [http://dx. doi. org/10.13140/RG. 2\(25033.62564\)](http://dx.doi.org/10.13140/RG.2(25033.62564)).
5. Al-kassab, Mowafaq. (2022). The Use of One Sample t-Test in the Real Data. *JOURNAL OF ADVANCES IN MATHEMATICS*. 21. 134-138. 10.24297/jam.v21i.9279.
6. Andrade, Chittaranjan. (2020). Understanding the Difference Between Standard Deviation and Standard Error of the Mean, and Knowing When to Use Which. *Indian Journal of Psychological Medicine*. 42. 025371762093341. 10.1177/0253717620933419.
7. Rajput, D., Wang, W. J., & Chen, C. C. (2023). Evaluation of a decided sample size in machine learning applications. *BMC bioinformatics*, 24(1), 48.
8. Mark, Howard & Workman, Jerome. (2018). How to Select the Appropriate Degrees of Freedom for Multivariate Calibration. 10.1016/B978-0-323-91164-1.00117-1.

References

1. Liu, M., & Yu, D. (2023). Towards intelligent E-learning systems. *Education and Information Technologies*, 28(7), 7845-7876.
2. Prohnozuvannya aktyvnosti korystuvachiv platformy Moodle na bazi metodiv mashynnoho navchannia / V. I. Pylypenko, V. V. Statsenko. // Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. – 2023. – №4. – S. 257–261.
3. Otsiniuvannya efektyvnosti modeli prohnozuvannya uspishnosti metodamy mashynnoho navchannia / V. V. Statsenko, V. I. Pylypenko. // Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. – 2024. – №1. – S. 271–276.
4. Metsämuuronen, J. (2023). Note on the radical deflation in t-test statistic, some consequences, and deflation-corrected t-test statistic. Preprint at [http://dx. doi. org/10.13140/RG. 2\(25033.62564\)](http://dx.doi.org/10.13140/RG.2(25033.62564)).
5. Al-kassab, Mowafaq. (2022). The Use of One Sample t-Test in the Real Data. *JOURNAL OF ADVANCES IN MATHEMATICS*. 21. 134-138. 10.24297/jam.v21i.9279.
6. Andrade, Chittaranjan. (2020). Understanding the Difference Between Standard Deviation and Standard Error of the Mean, and Knowing When to Use Which. *Indian Journal of Psychological Medicine*. 42. 025371762093341. 10.1177/0253717620933419.
7. Rajput, D., Wang, W. J., & Chen, C. C. (2023). Evaluation of a decided sample size in machine learning applications. *BMC bioinformatics*, 24(1), 48.
8. Mark, Howard & Workman, Jerome. (2018). How to Select the Appropriate Degrees of Freedom for Multivariate Calibration. 10.1016/B978-0-323-91164-1.00117-1.