

ПИЛИПЕНКО ВЛАДИСЛАВ

Київський національний університет технологій та дизайну

<https://orcid.org/0000-0002-2761-4817>e-mail: pylypenko.vi@knutd.edu.ua**СКІДАН ВЛАДИСЛАВА**

Київський національний університет технологій та дизайну

<https://orcid.org/0000-0002-8358-9759>e-mail: skidan.vv@knutd.edu.ua**ВОЛІВАЧ АНТОНІНА**

Київський національний університет технологій та дизайну

<https://orcid.org/0000-0002-7119-7774>e-mail: volivach.ap@knutd.edu.ua

АНАЛІЗ ОПИТУВАННЯ ЩОДО ВПРОВАДЖЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОГНОЗУВАННЯ УСПІШНОСТІ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

У роботі було проведено розрахунок критерія Фішера (F-Test) для визначення різниці в потребах здобувачів першого та третього курсу в створенні та впровадженні програмного забезпечення прогнозування успішності здобувачів вищої освіти. Опитування було проведено серед здобувачів кафедри Інформаційних та комп'ютерних технологій Київського національного університету технологій та дизайну. У ньому взяли участь 53 здобувача першого курсу та 55 здобувачів третього курсу.

Розрахунки, обробка та аналіз даних здійснювались за допомогою мови програмування C# у середовищі Microsoft Visual Studio. Для обчислень було використано бібліотеку MathNet, а для побудови графіків і таблиць – бібліотеку OxyPlot. Візуальний інтерфейс завантаження файлів та відображення графіків було розроблено на платформі WindowsForms.

За результатами опитування, було визначено, що 63,21% здобувачів потребують створення програмного забезпечення для прогнозування успішності, а 36,79% не мають такої потреби. Для проведення тесту та аналізу вибірок було виконано розрахунки значень f-статистики, p-значення, ступенів свободи для двох груп та значення функції розподілу.

Результати дослідження підтвердили альтернативну гіпотезу, що свідчить про наявність статистично значущої різниці між середніми значеннями двох груп – здобувачів першого та третього курсів. Це вказує на те, що здобувачі старших курсів більш активно потребують додаткової інформації для прогнозування своєї успішності в освітньому процесі, що може сприяти досягненню кращих результатів у навчанні.

Розроблене програмне забезпечення буде використовуватися для аналізу результатів подальших опитувань з метою прогнозування успішності здобувачів вищої освіти.

Ключові слова: критерій Фішера (F-Test), опитування, здобувачі вищої освіти, мова програмування C#, Moodle, програмне забезпечення.

PYLYPENKO VLADYSLAV, SKIDAN VLADYSLAVA, VOLIVACH ANTONINA

Kyiv National University of Technologies and Design

ANALYSIS OF A SURVEY ON THE IMPLEMENTATION OF SOFTWARE FOR PREDICTING THE SUCCESS OF HIGHER EDUCATION STUDENTS

The work conducted an F-Test (calculation of Fisher's exact test) to determine the difference in the need of the first and third year students in the creation and implementation of software for predicting student success. The survey was conducted among students of the "Kyiv National University of Technologies and Design". Department of Information and Computer Technologies. 53 first-year students and 55 third-year students participated in the survey. The test, breakdown and data analysis were carried out in the C# programming language in the Microsoft Visual Studio development environment. The MathNet library was used for calculations, and the OxyPlot library was used to build the graph. The visual interface for loading files and displaying the graph was developed on the basis of WindowsForms. The overall percentage of the needs of the surveyed students in creating software was determined: 63.21% need it, 36.79% do not need it. To conduct the test and analyze the samples, the following calculations were performed to obtain the values: f-statistics, p-values, degrees of freedom for the two groups, and the value of the distribution function. In the study, confirmation of the alternative hypothesis means that there is a statistically significant difference between the mean values of the two groups (data from the first and third years). This result is important in the context of the study, as it indicates that in the process of studying, senior students (3rd year) need more additional information about their success and its prediction in the educational process in order to achieve better results in learning. The developed application will be used to analyze further surveys that will be conducted at the university.

Keywords: Fisher's test; C#; Learning management system; Moodle, software.

Стрімкий розвиток інформаційно-комунікаційних технологій суттєво змінює підходи до організації освітнього процесу закладів вищої освіти (ЗВО). Для створення більш гнучкого та адаптивного освітнього середовища заклади вищої освіти все більше впроваджують змішане та електронне навчання (E-Learning) [1]. Такий підхід потребує використання спеціальних платформ та систем управління навчанням (LMS). Однією з найпопулярніших платформ у світі є – Moodle. За статистичними даними [2] платформа використовується більше ніж у 200 країнах та охоплює понад 400 мільйонів користувачів з усього світу. При цьому ЗВО використовують Moodle для проведення навчання, онлайн-курсів, взаємодії між здобувачами освіти й викладачами тощо. Зростання кількості користувачів на платформах Moodle потребує створення додаткового програмного забезпечення (ПЗ) для прогнозування успішності здобувачів вищої освіти. Такий підхід

дозволить відстежувати рівень знань здобувачів та якість їх навчання через набутий прогрес і контроль успішності в продовж семестру, що є актуальним і своєчасним завданням.

Аналіз останніх джерел

Аналіз літературних джерел показав, що одним із ефективних інструментів для перевірки статистичної значущості та різниці між середніми значеннями двох вибірок даних є критерій Фішера (F-Test). А використання інформаційних технологій в поєднанні з системним аналізом, аналітикою даних, об'єктно-орієнтованим підходом та математичним апаратом значно спростили його впровадження для досліджень та використання.

У статті [3] представлені класичні підходи для тестування дослідницьких даних. Показана методика проведення тестів значущості, які розробив Фішер, тести статистичних гіпотез, розроблені Нейманом і Пірсоном та перевірка значущості нульової гіпотези (NHST). Наведено використання підходу тестування Фішера, та перехід до складного тестування Неймана та Пірсона. Розглянуто неконгруентний гібридний підхід, представлений NHST (Gigerenzer, 2004; Hubbard, 2004).

У статті [4] проведено перевірку рівності векторів середніх двох вибірок великої розмірності з можливо, різними коваріаційними матрицями та двовимірною проблемою Беренса–Фішера (БФ) для великої кількості вибірок. В ході роботи було встановлено асимптотичну потужність запропонованого критерію. Хороші показники запропонованого тесту проти кількох існуючих конкурентів продемонстровано за допомогою кількох симуляційних досліджень та проілюстровано прикладом реальних даних.

У статті [5] визначено, що застосування рандомізаційного тесту Фішера (FRT) роблять його привабливим інструментом для оцінки причинно-наслідкових ефектів втручань, шляхом встановлення зв'язку з довірчими розподілами. Такий зв'язок призводить до розробки однозначної процедури для інверсії FRT, генерації довірчих інтервалів із гарантованим покриттям, нових уявлень про вплив розміру вибірки Монте-Карло на оцінку кривої р-значення, загальні та спеціальні методи поєднання FRT. Наведені приклади демонструють переваги застосування критерію Фішера.

Метою роботи є: оцінювання результатів опитування здобувачів вищої освіти щодо потреби впровадження програмного функціоналу в LMS Moodle або окремих програмних рішень прогнозування успішності, з використанням критерію Фішера (F-Test).

Виклад основного матеріалу

Для аналізу потреб щодо необхідності створення програмного забезпечення (ПЗ) прогнозування успішності, проводилося опитування з використанням сервісу Google Forms серед здобувачів вищої освіти кафедри інформаційних та комп'ютерних технологій Київського національного університету технологій та дизайну, які користуються LMS Moodle. В опитуванні брало участь 53 здобувача першого курсу та 55 здобувачів третього курсу. Отримані результати було вивантажено в окремий csv-файл, відсортовано за курсами та питаннями з відповідями («так», «ні»). Виконання тесту, розбиття та аналіз даних проводилися з використанням мови програмування C# в середовищі розробки Microsoft Visual Studio. Для проведення обчислень використано бібліотеку MathNet, а для виведення графіків та таблиць бібліотеку OxyPlot. Розроблено інтерфейс додатку розрахунку критерія Фішера з використанням Windows Forms (рис. 1).

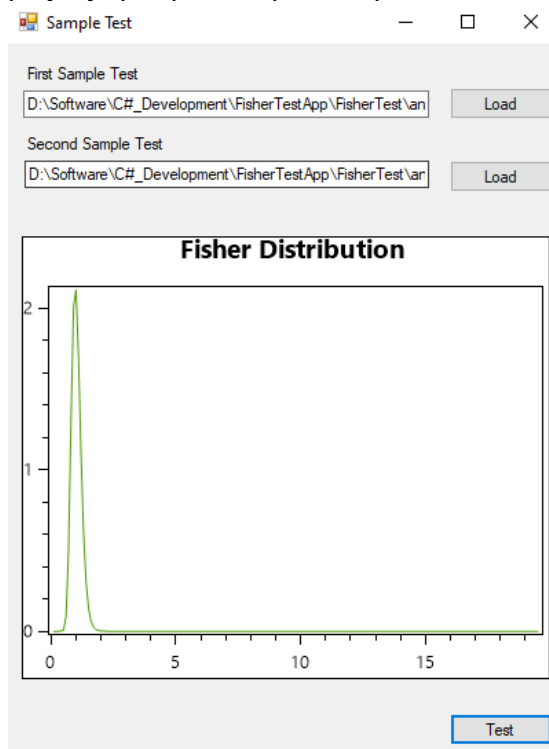


Рис.1 – Інтерфейс додатку розрахунку критерія Фішера

Для зчитування результатів отриманих даних відповідей із файлу та переведення їх у числові

значення (1 - «так», 0 - «ні») було розроблено метод `ReadDataFromCsv`, програмний код якого представлено у лістингу 1.

Лістинг 1. Метод для зчитування даних відповідей із файлу з розширенням *.csv та переведення відповідей у числові значення.

```
private int[] ReadDataFromCsv(string filePath, string columnName) {
    try{
        List<int> columnValues = new List<int>();
        using (StreamReader reader = new StreamReader(filePath)){
            string headerLine = reader.ReadLine();
            string[] headers = headerLine.Split(',');
            int columnIndex = Array.IndexOf(headers, columnName);

            if (columnIndex == -1) return null;

            while (!reader.EndOfStream) {
                string line = reader.ReadLine();
                string[] parts = line.Split(',');
                if (columnIndex >= parts.Length) return null;

                string value = parts[columnIndex].Trim().ToLower();

                if (value == "так"){ columnValues.Add(1);}
                else if (value == "ні") { columnValues.Add(0); }
                else { return null; }
            }
            return columnValues.ToArray();
        }
        catch (Exception ex) { return null; }
    }
}
```

Загальне відсоткове співвідношення відповідей («так», «ні»), що відповідають потребі опитаних здобувачів вищої освіти у створенні програмного забезпечення, складає 63,21/36,79%. З яких 63,21% потребують, а 36,79% не потребують. Для обчислення значення розподілу Фішера було розроблено метод `FisherDistribution`, програмний код якого представлено у лістингу 2.

Лістинг 2. Метод обчислення значення розподілу Фішера.

```
static double FisherDistribution(double x, int df1, int df2)
{
    double numerator = Math.Pow(df1, df1 / 2.0) * Math.Pow(df2, df2 / 2.0) * Math.Pow(x, (df1 / 2.0) - 1);
    double denominator = SpecialFunctions.Beta(df1 / 2.0, df2 / 2.0) * Math.Pow((df1 * x) + df2, (df1 + df2) / 2.0);
    return numerator / denominator;
}
```

Такий підхід дає змогу перевірити статистичну значущість різниці між середніми значеннями двох груп. Перша група представляє дані здобувачів першого курсу, друга – здобувачів третього курсу. Для цього був застосований критерій Фішера (F-тест) [6], який дозволяє визначити, чи є різниця між середніми значеннями статистично значущою, тобто чи можна вважати цю різницю випадковою. Результати досліджень дозволяють оцінити потребу в розробці відповідного програмного забезпечення серед здобувачів вищої освіти.

В ході досліджень сформульовано наступні гіпотези:

- Нульова гіпотеза (H0): Немає потреби у створенні додаткового програмного забезпечення для прогнозування успішності.
- Альтернативна гіпотеза (H1): Існує потреба у створенні додаткового програмного забезпечення для прогнозування успішності.

Наступним етапом було виконано розрахунки по отриманню значень: f-статистики, ступенів свободи для двох груп, функції розподілу f-статистики та r-значення.

Обчислення f-статистики [7] для двох вибірок, має наступний вигляд:

$$f = \frac{MS_{between}}{MS_{within}} \quad (1)$$

де $MS_{between}$ - середньоквадратичне міжгрупове відхилення (mean square between);

MS_{within} - середньоквадратичне внутрішньо групове відхилення (mean square within).

Після обчислень значення f-статистики складає 1.635; значення ступеня свободи – 0,9609. Отримані результати обчислень за допомогою бібліотеки `MathNet`, мають наступний вигляд:

```
double fDistribution = FisherSnedecor.CDF(53 - 1, 55 - 1, 1.635);
```

Обчислене р-значення складає: $1 - 0,9609 = 0,039$.

Обчислення середньоквадратичного міжгрупового відхилення має наступний вигляд:

$$MS_{between} = \frac{SS_{between}}{df_{between}} \quad (2)$$

де $SS_{between}$ - сума квадратів міжгрупових відхилень (sum of squares between);

$df_{between}$ - ступені свободи міжгрупових відхилень ($k-1$, де k – кількість груп) .

Після обчислень значення середньоквадратичного міжгрупового відхилення складає: 0,251.

Обчислення середньоквадратичного внутрішньо групового відхилення має наступний вигляд:

$$MS_{within} = \frac{SS_{within}}{df_{within}} \quad (3)$$

де SS_{within} - сума квадратів міжгрупових відхилень (sum of squares between);

df_{within} - ступені свободи міжгрупових відхилень ($N-k$, де N – кількість спостережень).

Після обчислень значення середньоквадратичного міжгрупового відхилення складає 0,153.

Обчислення сума квадратів міжгрупових відхилень $SS_{between}$ має наступний вигляд:

$$SS_{between} = \sum_{i=1}^k n_i (\bar{x}_i - \bar{x})^2 \quad (4)$$

де k - кількість груп;

n_i - кількість спостережень у групі i ;

\bar{x}_i - середнє значення у групі i ;

\bar{x} - загальне середнє значення по всіх групах.

Обчислення суми квадратів міжгрупових відхилень SS_{within} має наступний вигляд:

$$SS_{within} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2 \quad (5)$$

де k - кількість груп;

n_i - кількість спостережень у групі i ;

x_{ij} - значення спостережень j групі i ;

\bar{x}_i - середнє значення у групі i .

За результатами оцінки впливу факторів побудовано графік розподілу Фішера (рис. 2).

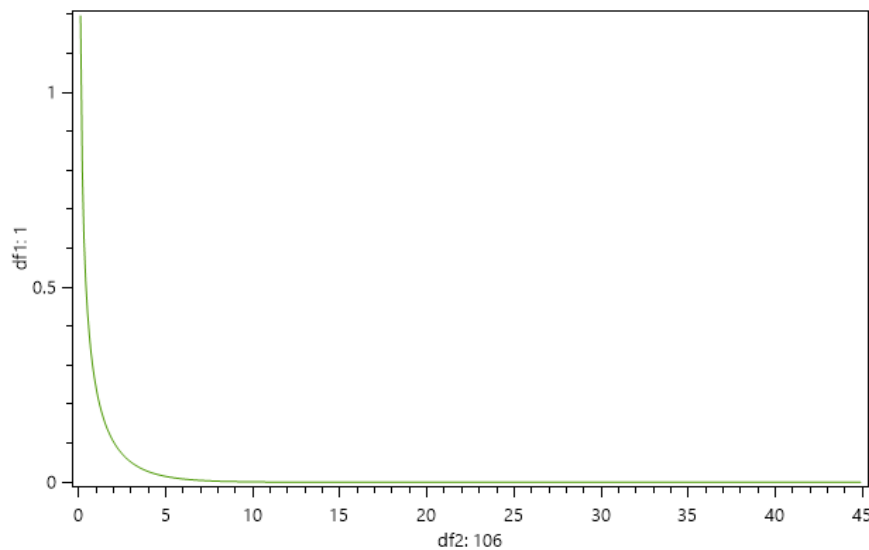


Рис.2 – Графік розподілу Фішера

Для перевірки нульової гіпотези (H_0) було використано умову: якщо р-значення більше за α – нульова гіпотеза відхиляється. У нашому випадку р-значення складає 0,039, що є меншим за $\alpha = 0,05$ тобто нульова гіпотеза відхиляється і приймається альтернативна гіпотеза (H_1). Отриманий результат підтверджує необхідність створення додаткового програмного забезпечення для прогнозування успішності.

Підтвердження альтернативної гіпотези вказує на статистично значущу різницю між середніми значеннями двох груп. Це підтверджує, що середні значення цих двох груп відмінні одне від одного, за рахунок варіації випадкових даних. Отримані результати дослідження вказують на те що в процесі навчання здобувачі старших курсів більш зацікавлені в отриманні додаткової інформації для досягнення кращих результатів у навчанні. Такий підхід підтверджує, що створення програмного рішення для прогнозування успішності є досить корисним та актуальним.

Висновки

Оцінювання результатів опитування здобувачів вищої освіти з використанням критеріїв Фішера (F -Test) показало необхідність в розробленні програмного функціоналу в LMS Moodle або окремих програмних рішень прогнозування успішності та, за потреби, вносити зміни в робочі програми дисциплін та наповнювати їх необхідною інформацією.

Література

1. Liu, M., & Yu, D. (2023). Towards intelligent E-learning systems. *Education and Information Technologies*, 28(7), 7845-7876.
2. Athaya, H., Nadir, R. D. A., Indra Sensuse, D., Kautsarina, K., & Suryono, R. R. (2021, September). Moodle implementation for e-learning: A systematic review. In *Proceedings of the 6th International Conference on Sustainable Information Engineering and Technology* (pp. 106-112).
3. Perezgonzalez, J. D. (2015). Fisher, Neyman-Pearson or NHST? A tutorial for teaching data testing. *Frontiers in psychology*, 6, 223.
4. Zhang, J. T., Zhou, B., Guo, J., & Zhu, T. (2021). Two-sample Behrens–Fisher problems for high-dimensional data: A normal reference approach. *Journal of Statistical Planning and Inference*, 213, 142-161.
5. Luo, X., Dasgupta, T., Xie, M., & Liu, R. Y. (2021). Leveraging the Fisher randomization test using confidence distributions: Inference, combination and fusion learning. *Journal of the Royal Statistical Society Series B: Statistical Methodology*, 83(4), 777-797.
6. Zhu, Tianming & Wang, Pengfei & Zhang, Jin-Ting. (2023). Two-sample Behrens–Fisher problems for high-dimensional data: a normal reference F-type test. *Computational Statistics*. 1-24. 10.1007/s00180-023-01433-6.
7. Sureiman, Onchiri & Mangera, CallenMoraa. (2020). F-test of overall significance in regression analysis simplified. *Journal of the Practice of Cardiovascular Sciences*. 6. 116. 10.4103/jpcs.jpcs_18_20.

References

1. Liu, M., & Yu, D. (2023). Towards intelligent E-learning systems. *Education and Information Technologies*, 28(7), 7845-7876.
2. Athaya, H., Nadir, R. D. A., Indra Sensuse, D., Kautsarina, K., & Suryono, R. R. (2021, September). Moodle implementation for e-learning: A systematic review. In *Proceedings of the 6th International Conference on Sustainable Information Engineering and Technology* (pp. 106-112).
3. Perezgonzalez, J. D. (2015). Fisher, Neyman-Pearson or NHST? A tutorial for teaching data testing. *Frontiers in psychology*, 6, 223.
4. Zhang, J. T., Zhou, B., Guo, J., & Zhu, T. (2021). Two-sample Behrens–Fisher problems for high-dimensional data: A normal reference approach. *Journal of Statistical Planning and Inference*, 213, 142-161.
5. Luo, X., Dasgupta, T., Xie, M., & Liu, R. Y. (2021). Leveraging the Fisher randomization test using confidence distributions: Inference, combination and fusion learning. *Journal of the Royal Statistical Society Series B: Statistical Methodology*, 83(4), 777-797.
6. Zhu, Tianming & Wang, Pengfei & Zhang, Jin-Ting. (2023). Two-sample Behrens–Fisher problems for high-dimensional data: a normal reference F-type test. *Computational Statistics*. 1-24. 10.1007/s00180-023-01433-6.
7. Sureiman, Onchiri & Mangera, CallenMoraa. (2020). F-test of overall significance in regression analysis simplified. *Journal of the Practice of Cardiovascular Sciences*. 6. 116. 10.4103/jpcs.jpcs_18_20.