

УДК 378:311

**Кувачов В.П., к.т.н, доцент, Чорна Т.С., к.т.н, доцент, Мітков В.Б., к.т.н.,
доцент, Шульга О.В., асистент, Демко В.С., магістр з фінансів
Таврійський державний агротехнологічний університет**

ВИКОРИСТАННЯ СТАТИСТИЧНИХ МЕТОДІВ АНАЛІЗУ ДЛЯ АДЕКВАТНОЇ ІНТЕРПРЕТАЦІЇ РЕЗУЛЬТАТІВ УСПІШНОСТІ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Анотація – В роботі на прикладі t-критерію Ст'юдента розглянуто методологію застосування статистичних методів аналізу для адекватної інтерпретації результатів успішності здобувачів вищої освіти.

Ключові слова: вища школа, успішність, методологія, статистика, метод аналізу, середній бал.

Постановка проблеми. В сучасній Вищій школі велике значення приділяється оцінці якості освіти. Під останнім розуміють певний рівень знань, умінь, навичок, інших компетентностей, отриманих здобувачами вищої освіти, що відображає їх компетентність відповідно до стандартів вищої освіти [1]. Як правило, кількісними характеристиками результатів освоєння навчальної програми групою здобувачів вищої освіти є: успішність, якість знань та середній бал. За кредитною технологією навчання для розрахунку вказаних показників використовують оцінки, отримані здобувачами вищої освіти за змістовні модулі та іспит. Останні два показники за своєю абсолютною величиною виступають критеріями в якісному аналізі результатів їх навчання з відповідних дисциплін. Звичайно, різниця в абсолютному значенні цих показників гарантує якість освіти при аналізі результатів успішності з дисциплін трактується як відповідна ступінь отриманих ними знань, умінь, навичок, інших компетентностей з наступними висновками. Але, чи можна певний розкид показників успішності трактувати як помилку вибіркового середнього і вважати, що він визначений лише збігом випадкових обставин? З цієї точки зору для адекватної інтерпретації результатів якості освіти доцільно звернутися до методів статистичного аналізу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Статистичний аналіз, як дослідницька процедура, має давню традицію застосування. Розробкою мето-

дичного апарату статистичного аналізу здійснює спеціальна наукова дисципліна - математична статистика. Немає потреби заглиблюватися в проблематику цієї науки - вона складна, а проблематика її різноманітна. Важливіше усвідомити логічний зміст основних методів статистичного аналізу, зрозуміти, як ці методи можна використовувати при оцінці результатів успішності здобувачів вищої освіти.

Останнім часом інтерес до методів статистичного аналізу при оцінці результатів успішності здобувачів вищої освіти істотно зріс. Аналіз публікацій у цьому напрямку [2-5] показав переваги такого методологічного підходу, що дозволяє виявляти особливості Вищої школи, як об'єкта статистичного дослідження; аналізувати соціально-педагогічні проблеми Вищої школи; сформулювати систему статистичних показників, що характеризують орієнтації здобувачів на цінності вищої освіти та їх професійні орієнтації і т.п.

Формулювання цілей статті. Метою даної науково-методичної роботи є ознайомлення з методологією перевірки статистичних гіпотез (на прикладі t-критерію Ст'юдента) для адекватної інтерпретації результатів успішності здобувачів вищої освіти з метою виявлення причин достовірної та не достовірної різниці між показниками успішності.

Виклад основного матеріалу досліджень. Постановку задачі представимо в такій спосіб. Положимо, що необхідно порівняти статистичну значимість результатів здачі іспитів здобувачами вищої освіти з однієї дисципліни двох академічних груп, середній бал відповідно дорівнює для першої групи $B(1)=4,18$ і другої – $B(2)=3,81$. Причому очевидно, що за своїм абсолютним значенням $B(1)>B(2)$.

Перевірка рівності вибірових середніх значень здійснюється за t-критерієм Ст'юдента [6]. Вибірковим середнім може бути не тільки середній бал, а і якість знань у відсотках за результатами сесії і т.п.

t-критерій Ст'юдента – загальна назва для класу методів статистичної перевірки гіпотез (статистичних критеріїв), заснованих на розподілі Ст'юдента. Найбільш уживані випадки застосування t-критерію пов'язані з перевіркою рівності середніх значень у двох вибірках. Цей критерій був розроблений Вільямом Госсетом для оцінки якості пива в компанії «Гіннес». У зв'язку із зобов'язаннями перед компанією по нерозголошуванню комерційної таємниці (якою керівництво «Гіннесу» вважало таке використання статистичного апарату в своїй роботі), стаття Госсета вийшла в 1908 році в журналі «Біометрика» під псевдонімом «Student» (Студент) [6].

Скористаємося загальновідомою процедурою перевірки статистичних гіпотез. Для чого, стосовно до нашого випадку, послідовно виконаємо всі етапи такої процедури.

Перший етап – перевірка відповідності вимог до вихідних даних.

Для застосування даного критерію необхідно, щоб вихідні дані були підпорядковані закону нормального розподілу.

Припустимо, що результати іспиту для кожної розглянутої академічної групи підпорядковані закону нормального розподілу (про що пізніше докладніше буде сказано нами в інших науково-методичних публікаціях).

Другий етап – формулювання гіпотези.

Статистична гіпотеза, як відомо, – твердження для якого можна, на основі експериментальних даних або підтверджень, визначити дійсність ймовірності або спростувати її. Висунуту гіпотезу називають основною або нульовою (H_0). Гіпотезу, яка суперечить нульовій і є її логічним запереченням, називають конкуруючою або альтернативною (H_1). Традиційно, якщо гіпотеза підтверджується, говорять про підтвердження нульової гіпотези (істинність або помилковість висунутої гіпотези).

Нехай H_0 – нульова гіпотеза про статистичну рівність значень середнього балу за іспит з дисципліни для двох академічних груп $\{A: B(1)=B(2)\}$; а H_1 – конкуруюча гіпотеза про істотну статистичну різницю середнього балу за іспит з дисципліни для двох академічних груп $\{H_1: B(1) > B(2)\}$.

Третій етап – розраховується статистичний критерій, т.б. спостережуване значення деякої випадкової величини («статистика критерію»), який має відомий розподіл (у нашому випадку це розподіл Ст'юдента).

Спостережуване значення t-критерію Ст'юдента визначають за відомою формулою [6]:

$$t = \frac{|M_1 - M_2|}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}}, \quad (1)$$

де M_1 і M_2 – середні арифметичні, в нашому випадку $M_1=B(1)=4,18$; $M_2=B(2)=3,81$;

N_1 і N_2 – розміри вибірок, що відповідають кількості здобувачів вищої освіти, які складали іспити в розглянутих групах. Стосовно до вихідних даних поставленого завдання $N_1 = 27$, $N_2 = 26$;

σ_1 і σ_2 – стандартні відхилення результатів середнього балу за іспит для першої та другої академічної групи. Розрахунок цієї величини дозволяє ви-

конати функція СТАНДОТКЛОН програмного середовища Microsoft Excel. Стосовно до вихідних даних завдання були визначені стандартні відхилення $\sigma_1=0,786$ і $\sigma_2=0,895$.

Тоді спостережуване значення t-критерію Ст'юдента за (1) дорівнює:

$$t = \frac{|4,18 - 3,81|}{\sqrt{\frac{0,786^2}{27} + \frac{0,895^2}{26}}} = 1,6286.$$

Четвертий етап – обирається рівень значущості α критерію.

Рівень значущості – ймовірність відхилити гіпотезу H_0 , якщо насправді вона вірна (рішення, відоме як помилка першого роду, або хибнопозитивне рішення) [7]. Як правило, рівнями значущості є значення 0,1, 0,05, 0,01 і 0,001. Різні значення α -рівня мають свої переваги і недоліки. Менші α -рівні дають більшу впевненість у тому, що альтернативна гіпотеза значуща. Але при цьому є більший ризик не відкинути помилкову нульову гіпотезу (помилка другого роду), і таким чином менша статистична потужність. Вибір α -рівня неминуче вимагає компромісу між значущістю і потужністю, і отже між ймовірностями помилок першого і другого роду.

На нашу думку, для адекватної інтерпретації результатів успішності здобувачів вищої освіти достатній рівень значущості $\alpha=0,05$.

П'ятий етап – обчислюється критична зона і межа прийняття гіпотези. Тобто знаходять критичне (граничне) значення критерію при обраному рівні значущості.

Чисельну величину критичного значення t-критерію Ст'юдента дозволяє визначити функція СТ'ЮДРАСПОБР програмного середовища Microsoft Excel. Зазначена величина є функцією рівня значущості α критерію і кількості ступенів вільності f , яка визначається наступним чином [6]:

$$f = N_1 + N_2 - 2. \quad (2)$$

В результаті визначення критичного значення t-критерію Ст'юдента для двосторонньої критичної зони його величина склала

$$t_{кр}(0,05, 51) = 2,007.$$

Шостий етап – порівнюється спостережуване значення t-критерію Ст'юдента з критичним і за результатами порівняння робиться висновок: підтвердити або спростувати висунуту гіпотезу. Якщо обчислене спостережуване значення t-критерію Ст'юдента менше за критичне, то нульову гіпотезу H_0 не відкидають на заданому рівні значимості α :

якщо $t < t_{кр}$ – H_0 гіпотеза приймається, тобто різниця між вибірковими середніми випадкова (статистично не значуща);

якщо $t \geq t_{кр}$ – H_0 гіпотеза відкидається на користь гіпотези H_1 , тобто різниця між вибірковими середніми не випадкова. В цьому випадку спостережувану відмінність генеральних сукупностей вже не можна пояснити тільки випадковістю і кажуть, що її значимість (статистичну значимість) на обраному рівні значущості.

У нашому випадку $1,6287 < 2,007$ – H_0 гіпотеза приймається, тобто – різниця значень середнього балу за іспит з дисципліни для двох академічних груп випадкова. Іншими словами – їх абсолютна різниця викликана випадковими факторами. А це означає те, що при повторному перескладанні згаданих іспитів середній бал для двох академічних груп з довірчою ймовірністю 95% може бути однаковий.

Сьомий етап – іноді уточнюють конкуруючу гіпотезу і підтверджують (або відкидають) підстави прийняття нульової гіпотези. Для цього при визначенні критичного значення t-критерію Ст'юдента розглядається вже не двостороння, а одностороння (ліва або права) критична зона розподілу Ст'юдента.

Більш точніше це виглядає наступним чином. Положимо, що конкуруюча гіпотеза $H_1: B(1) > B(2)$. Далі знаходимо критичне значення t-критерію Ст'юдента для його правобічної критичної зони. Для чого скористаємося функцією програмного середовища Microsoft Excel. В результаті маємо $t_{кр.пр.}(0,05, 51) = 1,6752$.

Далі порівнюється спостережуване значення t-критерію Ст'юдента з критичним. У нашому випадку $1,6287 < 1,6752$ – тобто, немає підстав відкидати нульову гіпотезу.

У випадку, коли нульова гіпотеза відкидається, тобто різниця в результатах успішності здобувачів вищої освіти з дисциплін не випадкова, необхідний детальний аналіз, який дозволяє виявити причини такої суттєвої різниці. На що, звичайно, необхідно зосередити всі зусилля, з метою усунення виявлених причин.

Висновки. Використання методів статистичного аналізу для адекватної інтерпретації результатів успішності здобувачів вищої освіти дозволяє підвищити якість освіти. За допомогою методів статистичного аналізу можна оцінити: ефективність навчально-виховного процесу, як з окремих дисциплін, так і в цілому на факультеті або університеті; достовірність результатів

сесії, державної атестації тощо; ефективність засобів діагностики, тестових комплексів, контрольно-кваліфікаційних робіт, екзаменаційних білетів і т.д.

На прикладі порівняння результатів середнього бали за іспит двох академічних груп у 4,18 і 3,81 було доведено, що статистична різниця їх абсолютного значення не суттєва, тобто підпорядкована випадковим збігом обставин.

Бібліографічний список:

1. Закон Про вищу освіту [Електронний ресурс]. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon.rada.gov.ua/>.
2. Применение статистических методов в исследовании успеваемости студентов ВУЗа как составляющей качества образования [Электронный ресурс] / Н.Н. Подольная, М.В. Лещайкина, М.А. Еремеева [та ін.]. – 2009. – Режим доступа до ресурса: http://sisupr.mrsu.ru/2009-1/pdf/31_Podolnay.pdf.
3. Сосницький В.Н. Проблемы статистического анализа средней успеваемости студентов / Сосницький В.Н., Потанин Н.И., Шевелева Л.В. // PHYSICAL AND MATHEMATICAL SCIENCES. – 2013. – №10. – С. 316-320.
4. Сосницький В.Н, Вероятностный подход к анализу успеваемости студентов / В.Н. Сосницький, Н.И. Потанин // FUNDAMENTAL RESEARCH. – 2014. – № 8. – С.734-738.
5. Грабар М.И. Применение математической статистики в педагогических исследованиях. Непараметрические методы / М.И. Грабар, К.А. Краснянская. – М.: Педагогика, 1977. – 136 с.
6. t-критерій Стьюдента [Електронний ресурс]. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: http://uk.wikipedia.org/wiki/T-критерій_Стьюдента.
7. Статистическая значимость [Електронний ресурс]. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: http://uk.wikipedia.org/wiki/Статистическая_значимость.

The use of statistical methods of analysis for appropriate interpretation of the results academic performance of student's

Summary. In article on the example student's t-test methodology of application of statistical methods of analysis for appropriate interpretation of the results academic performance of student a considered.

Key words: academic performance, methodology, statistics, method of analysis, t-test.