ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ
ІМЕНІ ІВАНА БОБЕРСЬКОГО

Кафедра інформатики, кінезіології та кіберспорту

Ільків О.С.

ЛЕКЦІЯ №7
на тему: **«СТАТИСТИЧНІ ГІПОТЕЗИ»**

з дисципліни
«ІНФОРМАЦІЙНО-ЦИФРОВА ГРАМОТНІСТЬ ТА ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ»

для студентів за спеціальністю: А7 Фізична культура і спорт,
17 Терапія та реабілітація,
А4 Середня освіта,
В6 Перформативні мистецтва.
І, ІІ семестр (денна форма навчання),
І-ІІ семестр (заочна форма навчання).

ЛЬВІВ - 2026

Тема 4. Статистичні гіпотези

1. Основні поняття і значення.
2. Загальний порядок перевірки статистичної гіпотези.
3. Гіпотеза про рівність вибіркового середнього і заданого числа.
4. Гіпотези про рівність середніх двох незалежних сукупностей.
5. Гіпотези про рівність середніх двох зв'язаних сукупностей.

Поняття гіпотези, з яким має справу математична статистика, більш вузьке, ніж загальне поняття наукової гіпотези. Наприклад, висуваються наукові гіпотези про походження Всесвіту, про відвідування інопланетянами Землі кілька тисячоліть тому назад чи про існування нафти на глибині 15 км під поверхнею Землі. Хоча подібні гіпотези заслуговують особливої уваги, їх неможливо піддати перевірці з допомогою методів математичної статистики.

Статистичні гіпотези торкаються перевірки спостережуваних випадкових величин або випадкових подій. Середній зріст юнаків за останні 20 років збільшився на 10 см; або: в місті спостерігається епідемія грипу; або: недоліки при виготовленні болтів на двох станках, які спостерігалися, однакові – це приклади статистичних гіпотез. Їх перевірка здійснюється шляхом співставлення з результатами спостережень.

Але результати спостережень залежать від випадку. Тому статистичні гіпотези носять не категоричний, однозначний характер, а характер правдоподібного твердження, яке теж має цілком визначену ймовірність.

І так завжди: всі висновки про правильність чи помилковість статистичних гіпотез, які можна висловити на основі кінцевого числа спостережень носять ймовірнісний, а не детермінований, однозначний характер. Тому, якщо не знайдено протиріч, на основі яких гіпотеза повинна бути відхилена, то статистична гіпотеза відкрита для подальшої перевірки.

Статистична гіпотеза – це твердження про характер розподілу параметрів генеральної сукупності, яке перевіряється математичними методами.

Гіпотези є: *нульова* і *альтернативна.*

Нульову гіпотезу прийнято позначати H_0, а альтернативну гіпотезу – H_A.

Прийнято нульову гіпотезу вважати початковою.

Нульова гіпотеза передбачає, що між параметрами генеральних сукупностей немає очікуваних розбіжностей. Запис нульової гіпотези має, наприклад, вигляд H_0: $(\bar{x}=\bar{y})$ що означає: між сукупностями X і У статистично немає відмінностей варіацій.

Альтернативна гіпотеза передбачає протилежне твердження до нульової гіпотези, наприклад, H_A: $(\bar{x}\neq\bar{y})$, тобто варіації генеральних сукупностей статистично неоднакові.

Точність перевірки гіпотези вибирається з практичних міркувань. Відповідна похибка визначається рівнем значущості α.

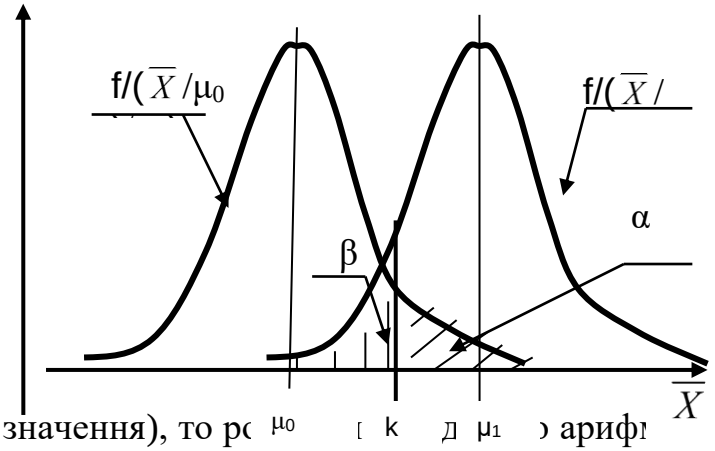
Імовірність прийняття правильної гіпотези називають **вірогідністю** β і визначають за формулою $\beta = (1 - \alpha) \cdot 100$ %.

При перевірці гіпотез похибки є двох родів.

Похибка першого роду – відхилення істинного припущення.

Похибка другого роду – прийняття помилкового твердження.

Процедура перевірки гіпотез зводиться до обчислення за вибірковими даними величини, яку наз. **статистичним критерієм.**



Якщо $\bar{X} \geq$k -(деякого значення), то р(μ0 [k д μ1) арифм ого

– якщо вірна гіпотеза **H₀: (** $\bar{X}$ =

Рис. 7. Похибка першого і другого роду.

Розподіл середнього арифметичного – якщо вірна

гіпотеза $\mathbf{H_A:(}\overline{X}\mathbf{=\mu_1);}$

де μ_0 – параметр генерального середнього за традиційною формою;

μ_1 – параметр генерального середнього за нововведеннями;

α – (коса штриховка) – рівень значущості відповідає площі критичної області критерія;
β – (вертикальна штриховка) – ймовірність похибки другого роду – площа під кривою розподілу.

Критерій – це математичний метод, який дозволяє перевірити статистичну гіпотезу і забезпечує прийняття істинної і відхилення невірної гіпотези з наперед заданою імовірністю.

Статистичні критерії значущості бувають трьох типів:

1. Параметричні критерії, які оперують фізичними величинами (м, кг, с).
2. Непараметричні критерії, в яких використовують величини, що не мають розмірностей фізичних величин (наприклад, місця, ранги, спортивні розряди).
3. Критерії узгодженості, які використовують для перевірки узгодженості розподілу генеральної сукупності з прийнятою раніше теоретичною моделлю (наприклад, з нормальним розподілом).

Етапи перевірки статистичної гіпотези:

1. Формулювання нульової та альтернативної гіпотез.
2. Розрахунок необхідних статистичних характеристик.
3. Вибір рівня значущості α.
4. Вибір та обчислення розрахункового значення критерію для перевірки гіпотез.

Критичне значення t-критерію Стьюдента визначається за таблицею.

5. Порівняння розрахункового і табличного значень критерію, на основі чого робиться висновок про прийняття чи відхилення гіпотези.

Статистичні гіпотези в спорті використовуються:

- при порівнянні вибіркового середнього арифметичного з середнім значенням генеральної сукупності;
- при перевірці однаковості результатів в різних групах (незв'язані вибірки). При порівнянні припускають, що і перша і друга вибірки належать до однієї генеральної сукупності, і їх вибіркові значення не відрізняються;
- при перевірці результатів одних і тих же спортсменів на різних етапах підготовки (перевіряють, чи змінився стан спортсменів). В цьому випадку вибірки рівнозначні, а результати можуть бути з'єднані в пари (кожна пара – це результат вимірів на одній людині на початку та в кінці експерименту).

Порівняння середнього арифметичного із заданим числом.

Завдання: Визначити, чи відповідає рівень фізичного розвитку школярів певного віку загальноприйнятій нормі.

Вихідні дані:

1. Результати вимірювань рівня фізичного розвитку школярів (вибірка обсягом n).

2. (μ – норма фізичного розвитку школярів.

Порядок виконання обчислень:

1. Сформулювати нульову гіпотезу про рівень фізичного розвитку школярів.

2. Визначити вибіркові числові характеристики, а саме:

а) середнє арифметичне значення:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \cdots x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$$

б) оцінку значення дисперсії генеральної сукупності:

$$D = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2$$

в) стандартну похибку середнього арифметичного:

$$S_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

3. Обчислити розрахункове значення статистичного t-критерію Стьюдента за формулою:

$$t_p = \frac{\bar{x} - \mu}{S_{\bar{x}}}$$

4. Обрати рівень значущості, наприклад, α = 0,05, що відповідає вірогідності $\beta = (1 - \alpha) \cdot 100\ \% = 95\ \%$.

5. Визначити значення t-критерію Стьюдента $t(\alpha, \nu)$ згідно таблиці при $\nu = n-1$, де ν – число ступенів свободи, n – обсяг вибірки.

6. Порівняти табличні значення t – критерію з розрахунковими і зробити висновок про прийняття чи відхилення гіпотези:

а) якщо $t_P < t_\alpha$, то з вірогідністю $\beta = (1 - \alpha) \cdot 100\ \% = 95\ \%$. можна стверджувати, що нульова гіпотеза приймається і рівень фізичного розвитку школярів відповідає нормі;

б) якщо $t_P > t_\alpha$, то з вірогідністю $\beta = (1 - \alpha) \cdot 100\% = 95\%$. можна стверджувати, що нульова гіпотеза відхиляється і рівень фізичного розвитку школярів не відповідає нормі.

Порівняння **середніх арифметичних** 2-х незв'язаних сукупностей.

Завдання: порівняти рівень фізичного розвитку студентів 2-х спеціалізацій.

Вихідні дані:

1. Вибіркові параметри x, які характеризують рівень фізичного стану студентів 1-ї спеціалізації.

2. Вибіркові параметри *y,* які характеризують рівень фізичного стану студентів 2-ї спеціалізації.

Порядок виконання обчислень:

1. Сформулювати нульову гіпотезу про рівність фізичного стану студентів 2-х спеціалізацій.

2. Визначити вибіркові числові характеристики:

а) середні арифметичні значення кожної вибірки:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n_x} x_i}{n_x} \qquad \bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^{n_y} y_i}{n_y}$$

б) оцінки дисперсії для кожної вибірки:

$$D_x = \frac{1}{n_x} \sum_{i=1}^{n_x} (x_i - \bar{x})^2 \qquad D_y = \frac{1}{n_y} \sum_{i=1}^{n_y} (y_i - \bar{y})^2$$

3. Визначити стандартну похибку різниці середніх арифметичних незв'язаних сукупностей:

$$S_{\bar{x}-\bar{y}} = \sqrt{\frac{D_x}{n_x} + \frac{D_y}{n_y}}$$

4. Обчислити розрахункове значення статистичного t-критерію Стьюдента за формулою:

$$t_p = \frac{|\bar{x} - \bar{y}|}{S_{\bar{x}-\bar{y}}}$$

5. Обрати рівень значущості α, що відповідає $\beta = (1 - \alpha) \cdot 100\ \% = 95\ \%$., і визначити табличне значення t-критерію Стьюдента. Число ступенів свободи ν розраховується за формулою:

$$\nu = (n_x - 1) + (n_y - 1)$$

6. Порівняти розрахункове значення t-критерію Стьюдента з табличним і зробити висновок про прийняття чи відхилення нульової гіпотези:

а) якщо розрахункове значення t-критерію менше за табличне, то фізичний стан цих 2-х груп є однаковий і нульова гіпотеза приймається;

б) якщо розрахункове значення t-критерію більше або рівне табличному, то фізичний стан цих двох груп не є однаковий і нульова гіпотеза відхиляється.

Порівняння середніх арифметичних 2-х зв'язаних сукупностей.

Завдання: визначити, чи відбуваються зміни спортивних показників студентів за час тренувань, що проходять за даним методом.

Вихідні дані:

1. Результати спортивних показників студентів:

   x_1 – значення показника першого виміру (початок експерименту);

   x_2 – значення показника другого виміру (кінець експерименту).

Порядок виконання обчислень:

1. На основі припущення про нормальний розподіл різниці $d_i = x_{1i} - x_{2i}$ сформулювати нульову гіпотезу про рівність двох середніх арифметичних спортивних показників.

2. Визначити вибіркові характеристики:

   а) різницю між результатами першого і другого вимірів

   $$d_i = x_{1i} - x_{2i}$$

   б) середню арифметичну різницю

   $$\bar{d} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} d_i$$

   в) дисперсію різниці

   $$D_d = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(d_i - \bar{d})$$

   г) стандартну похибку середньої різниці

   $$S_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{D_d}{n}}$$

3. Обчислити розрахункове значення статистичного t-критерію Стьюдента за формулою:

$$t_p = \frac{|\bar{d}|}{S_{\bar{d}}}$$

4. Обрати рівень значущості, наприклад, α = 0,05, що відповідає вірогідності β = 95 % і визначити табличне значення t-критерію Стьюдента t_{ay} де $\nu = n$-1 – число ступенів свободи.

5. Порівняти розрахункове значення t-критерію з табличним і зробити висновок про суттєві зміни спортивних показників студентів:

а) якщо $t_P < t_\alpha$ суттєвих змін за час тренувань не сталося;

б) якщо $t_P \geq t_\alpha$ спортивний рівень або покращився, або погіршився.

ЛІТЕРАТУРА

Основна:

1. Ільків О. Інтеграція технологій штучного інтелекту у розвиток інформаційно-цифрової грамотності фахівців галузей фізичної культури та охорони здоров'я: навч.-метод. посіб. – Львів:. 2026. – 185с.
2. Ільків О.С. Матвіїв В.І. Інформатика та комп'ютерна техніка (з елементами математичної статистики): Навч. посіб. –Львів: ЛДУФК, 2010.
3. Бакушевич Я.М., Капаціла Ю.Б. Інформатика та комп'ютерна техніка. 2-ге вид., -Львів: «Магнолія 2006», 2025.
4. Ільків О.С., Огірко І.В., Матвіїв В.І. Використання можливостей штучного інтелекту для статистичного аналізу цифрової інформації в фізичній культурі та спорті// Науковий часопис Українського державного університету імені Михайла Драгоманова. Серія 15. Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (фізична культура і спорт): зб. наук. праць. –Київ: Вид-во УДУ ім. М. Драгоманова, 2026. № 6(206). с. 58-66. DOI: https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2026.06(206).10
5. Бойко Н.І., Якимович О.Н. Методологія застосування штучного інтелекту та віртуальної реальності для оцінки когнітивного стану здобувачів освіти// III Міжнародна науково-практична конференція "Наука та освіта в епоху нових викликів та можливостей", 3 червня 2026. Житомир. – С. 26-30. https://doi.org/10.64076/ihrc260603.01
6. Буйницька О. Інформаційні технології та технічні засоби навчання. Навч. посіб. -К: цент навч. лі-ри, 2019.
7. Рибак О. Ю. Ільків О.С. Завацька Л. А. Рибак Л. І. Матвіїв В.І. Використання інформаційно-цифрових технологій при викладанні біомеханіки// Науковий часопис Українського державного університету імені Михайла Драгоманова. Серія15. Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (фізична культура і спорт): зб. наук. праць. –Київ: Вид-во УДУ імені Михайла Драгоманова, 2025. –Випуск 11(198). –с.177-185. DOI: https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2025.11(198).36
8. Васильків І.М. Основи теорії ймовірностей і математичної статистики: Навч. посібник. – Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2020.
9. Глинський Я.М. Інформатика: підручник.- Львів: Львівська політехніка, 2023.

10. С.О. Доценко, В.В. Ворожбіт-Горбатюк, Т.М. Собченко, М.М. Корнієнко «Штучний інтелект — асистент сучасного вчителя», навчальний посібник, видавництво «Ранок», 2025

11. Качан О.В. Упровадження інноваційних технологій у фізкультурнооздоровчу та спортивну діяльність закладів освіти: навчально-методичний посібник Слов'янськ: Витоки, 2022.

Допоміжна:

1. Ільків О.С., Матвіїв В.І. Професійна спрямованість курсу «інформаційно-цифрова грамотність» у формуванні професійних компетентностей здобувачів освіти// Progressive Opportunities and Solutions of Advanced Society: Proceedings of the 3-rd International Scientific and Practical Internet Conference, November 6-7, 2025, Dnipro, Ukraine, 80-83p.

2. Ахметов Р. Ф. Основи наукових досліджень у фізичному вихованні та спорті: навч. посіб. – Житомир: Видавець О. О. Євенок, 2018.

3. Руденко В.М. Математична статистика. Навч. посіб. -К: цент навч. лі-ри, 2019.

4. Сорока П.М., Харченко В.В., Харченко Г.А. Інформаційні системи і технології в управлінні організацією: Навч. посіб. – К.: ЦП «Компринт», 2019.

5. Ільків О.С., Матвіїв В.І., Ясінський А.М. «Комп'ютерна техніка і математична статистики» як засіб інноваційної компетентності у ЗВО галузі фізичної культури і спорту// Науковий часопис Українського державного університету ім. Михайла Драгоманова. Серія 15. 2025. – Вип. 5К (191). – С. 89-96. https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2025.05k(191).18

6. Бойко Н., Левицький Б. Алгоритми тренування та оцінки моделей машинного навчання для структурованого набору даних. Information Technology: Computer Science, Software Engineering and Cyber Security, Вип. 3 (2023), 3-12. https://doi.org/10.32782/IT/2023-3-1

7. С. П. Паламар, М. С. Науменко Штучний інтелект в освіті: використання без порушення принципів академічної чесності, Освітологічний дискурс, № 1 (44), 2025.

8. Г. Кармелюк Теорія ймовірностей та математична статистика. Навч. посіб. –К.: центр навч. лі-ри, 2019.

Інформаційні ресурси інтернет

1. Закон України Про фізичну культура і спорт. – Режим доступу: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/3808-12/page
2. http://www.nbuv.gov.ua – Національна бібліотека України ім. В.І. Вернадського.
3. Закон України «Про доступ до публічної інформації» (2022). Вилучено з https://ips.ligazakon.net/document/T112939
4. Основні положення статистичних досліджень у спорті. – Режим доступу: https://vseosvita.ua/library/embed/001w3y-1037.doc.html