

УДК 330.4+519.22

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ МАТЕМАТИЧНОЇ СТАТИСТИКИ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ РЕЗУЛЬТАТІВ СОЦІАЛЬНО-ПЕДАГОГІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

*І. В. Степахно, кандидат фізико-математичних наук, доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України*

e-mail : stir@ukr.net

Анотація. Розглянуто роль і місце методів математичної статистики під час проведення соціально-педагогічних досліджень з урахуванням аналізу особливостей і проблем їх застосування, а також можливості використання методів математичної статистики для перевірки результатів соціально-педагогічного експерименту. Застосування методів математичної статистики в експериментальній частині соціально-педагогічних досліджень пов'язані перш за все з обробкою і аналізом отриманої інформації, з вивченням масових соціально-педагогічних явищ. Сьогодні виникла нагальна необхідність розробки методики застосування математичних і кібернетичних методів у соціально-педагогічних дослідженнях. Розвиток науково-дослідної діяльності, а також інтеграція науки і освіти посідають чільне місце серед основних заходів у галузі освіти. У статті застосовано метод статистичного аналізу, розглянуто визначення ідентифікації математико-статистичної моделі та розраховані коефіцієнти впливу параметрів моделі на потрібні значення характеристик складної системи. Соціально-педагогічні пошуки передбачають проведення пріоритетних фундаментальних і прикладних досліджень, а також розробки з актуальних проблем соціальної роботи та широке запровадження результатів у практичну діяльність.

Ключові слова: *методи математичної статистики, перевірка результатів соціально-педагогічного експерименту*

Актуальність. Спрямованість соціально-педагогічних досліджень полягає перш за все у виявленні ефективності і апробації розроблених умов оптимізації функціонування соціально-педагогічного середовища, національна доктрина розвитку освіти актуалізувала проблему більш широкого запровадження в дослідницькій роботі технологій, які передбачають використання методів математичної статистики для обробки інформації, отриманої в результаті наукових пошуків. Саме методи математичної статистики, як такі, що враховують

ймовірнісний характер соціально-педагогічних явищ і процесів, а також багатофакторність соціально-педагогічного середовища, дозволяють робити найбільш якісні висновки щодо результатів проведеного дослідження.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питання про системний підхід до наукових досліджень з використанням обробки результатів педагогічних досліджень вперше поставили С. І. Архангельський, М. А. Данилов, Ф. Ф. Королев, Е. Г. Юдін. Пізніше цей підхід до аналізу науково-дослідної діяльності застосовували І. І. Андреев, Л. Г. Вяткін, В. С. Ільїн, Л. Б. Ітельсон, Н. В. Кузьміна та ін. [1-3]. Слід відзначити, що не зважаючи на зростання актуальності та практичної значущості, недослідженим залишаються особливості та проблеми застосування методів математичної статистики під час проведення соціально-педагогічних досліджень.

Для другої половини ХХ століття характерним є те, що у вітчизняній педагогічній науці починає формуватися галузь, яка має своїм предметом кількісні дослідження та структурне моделювання. У той же час розвиток інформаційної парадигми активізує проблему застосування методів математичної статистики під час проведення, обробки та аналізу результатів дослідження соціально-педагогічної діяльності. Аналіз літератури переконує нас у тому, що склалися теоретичні передумови для вирішення проблеми щодо застосування методів математичної статистики в соціально-педагогічних дослідженнях. Останнім часом математичні і кібернетичні методи досить широко застосовуються у дослідженнях психолого-педагогічного і соціально-педагогічного спрямування. Мабуть, найбільш широкого застосування набув статистичний метод обробки результатів різних вимірів. Можна назвати багато прикладів плідного використання цього методу для проведення важливих і різноманітних досліджень, однак можна зазначити, на жаль, і чимало прикладів некоректного його застосування. Все це актуалізує проблему обов'язкового коректного застосування методів математичної статистики в експериментальній частині соціально-педагогічних досліджень.

Мета дослідження – визначення ролі і місця методів математичної статистики під час проведення соціально-педагогічних досліджень з урахуванням аналізу особливостей і проблем їх застосування, а також розглянути можливості формування на основі цього аналізу методики використання математичної статистики у соціально-педагогічних дослідженнях.

Необхідність вирішення цієї проблеми шляхом суттєвого підвищення ролі та зміни місця методів математичної статистики у соціально-педагогічних дослідженнях і визначили мету нашої статті – визначення ролі і місця методів математичної статистики у соціально-педагогічних дослідженнях, а також можливості використання методів математичної статистики для перевірки результатів соціально-педагогічного експерименту

Матеріали та методи дослідження. Останнім часом ефективними знаряддями пізнання, які можуть бути використані і в природничих, і в суспільних науках, є методи математичної статистики, які застосовуються під час збору, аналізу та інтерпретації даних для встановлення тих специфічних закономірностей, котрі діють у конкретних соціально-педагогічних явищах. Відомий англійський статистик У. Дж. Рейхман зауважував: „Ми живемо в час статистики. Майже не в кожному своєму аспекті явища природи, а також людська і будь-яка інша діяльність піддаються зараз вимірюванню за допомогою статистичних показників”.

Важливий етап у розвитку статистичних методів пов'язаний із заснуванням К. Пірсоном журналу „*Biometrika*” (1900 р.). Роботи Ф. Гальтона, К. Пірсона, Р. Фішера та інших учених зумовили розвиток параметричної статистики. Для перевірки гіпотез використовувались критерії Пірсона, Стьюдента, Фішера. У практику дослідниками був запроваджений дисперсійний аналіз, сформульовані основні ідеї планування експерименту.

Нехай статистичний розподіл вибірки задано у вигляді послідовності рівновіддалених варіант і відповідних їм частот:

x_i	x_1	x_2	...	x_k
n_i	n_1	n_2	...	n_k

Для того, щоб при заданому рівні значущості α перевірити гіпотезу про нормальний розподіл генеральної сукупності, необхідно:

- 1) обчислити вибіркове середнє \bar{x}_B і вибіркове середнє квадратичне відхилення σ ;
- 2) визначити теоретичні частоти

$$n'_i = \frac{nh}{\sigma} \varphi(u_i), \quad (1)$$

де n — обсяг вибірки; h — крок (різниця між двома сусідніми варіантами); $\varphi(u)$ — диференціальна функція Лапласа;

$$u_i = \frac{x_i - \bar{x}_B}{\sigma}; \quad (2)$$

3) порівняти емпіричні та теоретичні частоти за допомогою критерію Пірсона. Для цього:

- знаходять спостережуване значення критерію Пірсона

$$\chi^2_{\text{спост}} = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - n'_i)^2}{n'_i}; \quad (3)$$

- за таблицею критичних точок розподілу χ^2 при заданому рівні значущості α і кількості ступенів вільності $k = s - 3$ (s — кількість варіант вибірки) знаходять критичну точку $\chi^2_{\text{кр}}(\alpha; k)$ правосторонньої критичної області. Якщо $\chi^2_{\text{спост}} < \chi^2_{\text{кр}}$, немає підстав відхиляти гіпотезу про нормальний розподіл генеральної сукупності. Іншими словами, емпіричні та теоретичні частоти різняться несуттєво (випадково). Якщо $\chi^2_{\text{спост}} \geq \chi^2_{\text{кр}}$, гіпотезу відхиляють. Іншими словами, емпіричні та теоретичні частоти різняться суттєво.

За даними вибірки, використовуючи критерій Пірсона при рівні значущості $\alpha = 0,05$ можна перевірити, чи справджується статистична гіпотеза про нормальний розподіл генеральної сукупності X :

x_i	2	4	6	8	10	12	14	16	18
n_i	7	16	32	58	91	55	30	15	6

Обчислимо вибіркові середнє і середнє квадратичне відхилення:

$$\bar{x}_B = \frac{2 \cdot 7 + 4 \cdot 16 + 6 \cdot 32 + 8 \cdot 58 + 10 \cdot 91 + 12 \cdot 55 + 14 \cdot 30 + 16 \cdot 15 + 18 \cdot 6}{7 + 16 + 32 + 58 + 91 + 55 + 30 + 15 + 6} \approx 9,91;$$

$$D_B = \left(2^2 \cdot 7 + 4^2 \cdot 16 + 6^2 \cdot 32 + 8^2 \cdot 58 + 10^2 \cdot 91 + 12^2 \cdot 55 + 14^2 \cdot 30 + 16^2 \cdot 15 + 18^2 \cdot 6 \right) - 9,91^2 \approx 10,93;$$

$$\sigma = \sqrt{10,93} \approx 3,31.$$

За формулою (21) знайдемо u_i , $i = 1, 2, \dots, 9$:

$$u_1 = \frac{2 - 9,91}{3,31} \approx -2,39 \quad ; u_2 = \frac{4 - 9,91}{3,31} \approx -1,79 \quad ; u_3 = \frac{6 - 9,91}{3,31} \approx -1,18;$$

$$u_4 = \frac{8 - 9,91}{3,31} \approx -0,58 \quad ; u_5 = \frac{10 - 9,91}{3,31} \approx -0,03 \quad ; u_6 = \frac{12 - 9,91}{3,31} \approx 0,63;$$

$$u_7 = \frac{14 - 9,91}{3,31} \approx 1,24 \quad ; u_8 = \frac{16 - 9,91}{3,31} \approx 1,84 \quad ; u_9 = \frac{18 - 9,91}{3,31} \approx 2,45.$$

Враховуючи, що різниця між двома сусідніми варіантами $h = 2$, обсяг вибірки $n = 7 + 16 + 32 + 58 + 91 + 55 + 30 + 15 + 6 = 310$, за формулою (20) визначимо теоретичні частоти:

$$n'_1 = \frac{310 \cdot 2}{3,31} \varphi(-2,39) \approx 4,28 \quad ; n'_2 = \frac{310 \cdot 2}{3,31} \varphi(-1,79) \approx 15,15;$$

$$n'_3 = \frac{310 \cdot 2}{3,31} \varphi(-1,18) \approx 37,18 \quad ; n'_4 = \frac{310 \cdot 2}{3,31} \varphi(-0,58) \approx 63,31;$$

$$n'_5 = \frac{310 \cdot 2}{3,31} \varphi(-0,03) \approx 74,77 \quad ; n'_6 = \frac{310 \cdot 2}{3,31} \varphi(0,63) \approx 61,25;$$

$$n'_7 = \frac{310 \cdot 2}{3,31} \varphi(1,24) \approx 34,80 \quad ; n'_8 = \frac{310 \cdot 2}{3,31} \varphi(1,84) \approx 13,72;$$

$$n'_9 = \frac{310 \cdot 2}{3,31} \varphi(2,45) \approx 3,75.$$

За формулою (22) знайдемо спостережуване значення критерію Пірсона:

$$\begin{aligned} \chi_{\text{спост}}^2 &= \frac{(7 - 4,28)^2}{4,28} + \frac{(16 - 15,15)^2}{15,15} + \frac{(32 - 37,18)^2}{37,18} + \frac{(58 - 63,31)^2}{63,31} + \\ &+ \frac{(91 - 74,77)^2}{74,77} + \frac{(55 - 61,25)^2}{61,25} + \frac{(30 - 34,80)^2}{34,80} + \frac{(15 - 13,72)^2}{13,72} + \frac{(6 - 3,75)^2}{3,75} \approx \\ &\approx 9,24. \end{aligned}$$

За таблицею критичних точок розподілу χ^2 при заданому рівні значущості $\alpha = 0,05$ і кількості ступенів вільності $k = 9 - 3 = 6$ знайдемо критичну точку $\chi_{\text{кр}}^2(0,05;6)$ правосторонньої критичної області:

$$\chi_{\text{кр}}^2(0,05;6) \approx 12,59.$$

Оскільки $\chi_{\text{спост}}^2 < \chi_{\text{кр}}^2$, немає підстав відхилити гіпотезу про нормальний розподіл генеральної сукупності. Тобто емпіричні і теоретичні частоти різняться несуттєво (випадково).

Соціально-педагогічні явища та процеси за своїм характером є дуже складними, історично зумовленими, комплексно виявляються та підпорядковуються різним факторам – простим і складним, загальним і частковим, необхідним і випадковим, суттєвим та несуттєвим, об'єктивним і суб'єктивним. Тому важливою проблемою залишається пошук і обґрунтування методів одержання достовірних наукових знань про соціально-педагогічні явища (вираження тих реальних процесів, що ми сприймаємо, спостерігаємо, описуємо). Згодом педагогічні явища перетворюються у педагогічні факти при умові включення в певну систему наукових знань і можуть бути представлені у словесній формі, у формі логічного судження, у вигляді повідомлення, а також графічно чи мовою математики і

статистики. Основою розробки будь-якого наукового дослідження є сукупність пізнавальних засобів, методів, прийомів і їх певна послідовність. Оскільки соціальна педагогіка має справу з даними, отриманими в результаті збору досить різноманітного матеріалу, дослідник у галузі соціально-педагогічних проблем повинен засвоїти ряд операцій: вибірка, програма обробки даних, аналіз залежностей і т. ін. Кожна з цих операцій використовується на різних стадіях дослідження.

На етапі постановки теоретичної проблеми та на етапі формулювання гіпотез слід зафіксувати передбачуване протиріччя між знаннями про потреби людей у будь-якій діяльності і незнанням шляхів, засобів і методів реалізації цієї діяльності, тобто встановити обсяг невирішених завдань. Вихідні дані про об'єкт соціально-педагогічного дослідження можна отримати, застосовуючи такі методи як багатомірний статистичний аналіз, який спрямований на виявлення характеру і структури взаємозв'язків між компонентами досліджуваної проблеми: аналіз факторний, який дає змогу подати в компактній формі узагальнену інформацію про структуру зв'язків між ознаками досліджуваного соціально-педагогічного явища; контент-аналіз для систематизованої фіксації і квантифікації одиниць змісту в досліджуваному матеріалі; математичне моделювання, що передбачає використання математичного апарату для опису і наступного аналізу основних властивостей соціальних явищ і процесів.

На стадії теоретичного аналізу проблеми (уточнення понять) вводяться функціональні залежності, відбираються критерії, за якими класифікуються, оцінюються (та одержують оцінки) відповідним індикатором соціально-педагогічні явища дії або діяльність, зокрема при їхній формалізації. Так, наприклад, при дослідженні соціально-педагогічних умов самоосвіти дорослих доцільно розглянути різні фактори, які впливають на ставлення дорослої людини до неперервної освіти в цілому і до самоосвіти зокрема. Можна проаналізувати функціональні залежності між сімейним станом, умовами життя, матеріальним становищем, місцем роботи дорослої людини, її соціальним статусом та її вибором у галузі освіти. Кожен із

факторів слід інтерпретувати і перевести на мову логічних завдань у відповідності з гіпотезами дослідження.

Перевірка істинності гіпотез передбачає здійснення ряду процедур, пов'язаних із доведенням недосконалості даних про структуру об'єкта, аналізом основних факторів, які впливають на нього, перевіркою встановлених раніше зв'язків. Для цього можуть бути застосовані такі методи, як:

– факторний аналіз, який дає змогу виявити приховані (латентні) ознаки, а також причини їхнього виникнення і внутрішні закономірності. Факторний аналіз спрямований на перетворення вихідного набору ознак у більш просту і змістовну форму. Центральне завдання методу – перехід від сукупності безпосередньо вимірюваних ознак досліджуваного явища до комплексних узагальнених факторів, за яких цінними є комбінації вихідних ознак, виділених на основі їхніх внутрішніх закономірностей, що відбивають структуру досліджуваної галузі явищ;

– дисперсійний аналіз, який дає можливість аналізувати вплив факторів (ознак) на досліджувану (залежну) змінну. Суть дисперсійного аналізу полягає у розкладанні (дисперсії) вимірюваної ознаки на незалежні складові, кожна з яких характеризує вплив того чи іншого фактора їхньої взаємодії.

Наступне порівняння таких складових дає можливість оцінити значущість кожного фактора, який вивчається, а також комбінації цих складових. Застосування дисперсійного і факторного аналізу в соціально-педагогічних дослідженнях полегшується тим, що існують відповідні комп'ютерні програми для цих методів.

Метою будь-якого соціально-педагогічного експерименту є емпіричне підтвердження (або навпаки спростування) гіпотези дослідження та справедливості теоретичних результатів, тобто обґрунтування того, що соціально-педагогічний вплив, який пропонується (наприклад, новий зміст, форми, методи, засоби, технології соціалізації та ін.) більш ефективний (або навпаки менш ефективний). Для цього необхідно переконатися у тому, що після його застосування по відношенню до того ж об'єкта дослідження, він дає інші результати у порівнянні з традиційними впливами. Для цього виділяється експериментальна група, яка

порівнюється з контрольною групою. Різниця результатів соціально-педагогічних впливів буде виправданою, якщо ці дві групи, які на початку експерименту співпадали за своїми характеристиками, відрізняються після реалізації відповідних технологій. Відповідно, потрібно провести два порівняння і показати, що до початку соціально-педагогічного експерименту характеристики експериментальної і контрольної груп співпадають, а після закінчення експерименту – відрізняються. Оскільки об'єктом соціального експерименту, як правило, є люди (діти, молодь, інваліди, військовослужбовці, пенсіонери, соціальні працівники та ін.), а кожна людина – це індивідуальність, то говорити про збіги чи розбіжності в характеристиках експериментальної і контрольної груп можна лише у суто формальному, статистичному сенсі.

Результати досліджень та їх обговорення. Для того, щоб з'ясувати характер збігів і розбіжностей характеристик, використовуються статистичні методи, які дозволяють на основі даних, отриманих у результаті експерименту, прийняти виважене рішення. Загальний алгоритм використання статистичних критеріїв досить простий: до початку і після закінчення експерименту на основі інформації про результати спостережень (характеристик членів експериментальної і контрольної груп) обраховується емпіричне значення критерію. Це число порівнюється з табличним числом (критичним значенням критерію). Якщо емпіричне значення критерію виявляється менше або рівне критичному, то можна стверджувати, що „характеристики експериментальної і контрольної груп співпадають з рівнем значущості 0,05 за статистичним критерієм . У протилежному випадку (якщо емпіричне значення критерію виявляється строго більше критичного) можна стверджувати, що достовірність розбіжностей характеристик експериментальної і контрольної груп за статистичним критерієм ... дорівнює 95%“. Отже, якщо характеристики експериментальної і контрольної груп до початку експерименту співпадають з рівнем значущості 0,05, і одночасно з цим достовірність розбіжностей у характеристиках експериментальної і контрольної груп після експерименту дорівнює 95%, то можна зробити висновок, що „застосування

запропонованого соціально-педагогічного впливу (наприклад, нових технологій соціалізації) приводить до статистично значущих (на рівні 95% за критерієм) результатів”.

Висновки та перспективи. Сучасні методи математичної статистики, покликані з максимальною точністю і достовірністю опрацювати результати соціальних досліджень, передбачають використання як параметричних, так і непараметричних методів, орієнтованих на експериментальні дані. Отже, дослідникові необхідні знання ряду найпростіших понять математичної статистики та уміння з ними працювати.

Список літератури

1. Добренъков В. И. Методы социологического исследования / В. И. Добренъков, А. И. Кравченко. – М.:ИНФА – М., 2006. – 768 с.
2. Гласс Д. Статистические методы в педагогике и психологии / Д. Гласс, Д. Стенли. – М.: Прогресс, 1976. – 495 с.
3. Ительсон Л. Б. Математические и кибернетические методы в педагогике / Л. Б. Ительсон. – М.: Просвещение, 1964. – 268 с.

References

1. .Dobrenkov, V. I, .Kravchenko, A. I. (2006). Metodu sociologicheckogo iccledovania. [Methods of sociological research]. Moskow: INFA, 768.
2. Glass, D., Ctenli, D. (1976). Staticticheckie metodu v pedagogike i psihologii [Statistical methods in pedagogy and psychology]. – Moskow: Progrecc, 495.
3. Itelson, L.B. (1964). Matematicheckie I kiberneticheckie metodu v pedagogike [Mathematical and cybernetic methods in pedagogy]. Moskow: Procveshenie, 268.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ ДЛЯ ПРОВЕРКИ РЕЗУЛЬТАТОВ СОЦИАЛЬНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

И. В. Степахно

Аннотация. В статье рассматривается роль и место методов математической статистики при проведении социально-педагогических исследований, а также возможности использования методов математической статистики для проверки результатов социально-педагогического эксперимента.

Ключевые слова: *методы математической статистики, проверка результатов социально-педагогического результата*

APPLICATION OF METHODS OF MATHEMATICAL STATISTICS FOR CHECKING THE RESULTS OF SOCIAL-PEDAGOGICAL EXPERIMENTAL

I. Stepakhno

Abstract. *The article reveals the role and the place of methods of mathematic statistics in holding of social and pedagogical explorations; also it shows the possibility of usage of methods of mathematic statistics for result checking of social and pedagogic experiment.*

Keywords: *methods of mathematic statistics, result checking of social and pedagogic experiment*