

УДК 37.012:519

Бондар О.П., к.ф.-м.н., доцент,
завідувач кафедри фізико-математичних дисциплін
Семенюта М.Ф., к.ф.-м.н., доцент,
доцент кафедри фізико-математичних дисциплін
Ковальов Ю.Г., к.т.н., доцент,
доцент кафедри фізико-математичних дисциплін
Задорожна О.В., к.пед.н.,
доцент кафедри фізико-математичних дисциплін
Ковальова О.С.,
помічник начальника академії з громадських зв'язків
Якуніна І.Л.,
викладач кафедри фізико-математичних дисциплін
Якунін Р.П.,
інженер АСУВ
Кіровоградська льотна академія
Національного авіаційного університету

МАТЕМАТИЧНА СТАТИСТИКА ЯК ЕЛЕМЕНТ ПЕДАГОГІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ НАВЧАННЯ У ВИЩІЙ ШКОЛІ

У статті обґрунтовується необхідність застосування математичної статистики в науково-педагогічних дослідженнях і, зокрема, в педагогічних технологіях навчання у вищій школі; розглядається сутність вибіркового методу і організації вибіркового дослідження; дано порівняльну характеристику вибірок різних типів з прикладами можливостей їх застосування в організації і оцінці результатів педагогічного експерименту.

Ключові слова: *методи математичної статистики, вибіркового методу, організація вибіркового дослідження, генеральна сукупність, тип вибірки, науково-педагогічне дослідження, педагогічний експеримент.*

Постановка проблеми. Реалії сучасного життя – інтенсивний розвиток науково-технічного процесу, що супроводжується широким впровадженням інформаційних технологій, посилення дії математизації сучасної науки – змушують вищі навчальні заклади вносити в традиційну систему освіти необхідні зміни, які б зробили випускників краще пристосованими до змін зовнішнього середовища, більш мобільними і гнучкими у конкурентній боротьбі.

Тому на сучасному етапі функціонування вищої школи для організації ефективної та результативної вищої освіти разом зі змістом навчання набуває особливого значення педагогічна технологія навчання, тобто оволодіння викладачами сучасними методами психолого-педагогічних досліджень організації освітнього процесу, а, відтак, – і оволодіння сучасними методами навчання.

Серед методів соціально-педагогічних досліджень виділяються методи, пов'язані, перш за все, з обробкою і аналізом отриманої в ході досліджень інформацією. Вчені минувшини, які проводили педагогічні дослідження, застосовували у своїх працях переважно такі елементи математики, як групування даних, побудову таблиць, розрахунки частот, середніх величин, будували відповідні графіки, тобто застосовували елементарні поняття математичної статистики.

Сучасний загальний розвиток науки і, зокрема, нові поняття, положення і методи математичної статистики викликають сьогодні нагальну потребу в їх застосуванні в педагогіці, тобто потребу у зближенні педагогіки і математичної статистики, як прикладної науки. Відтак, математична статистика сьогодні стає одним з важливих інструментів

організації і експертизи результатів педагогічних досліджень, в яких її актуальність та практична значущість постійно зростають.

Але, незважаючи на це, поняття і методи математичної статистики як прикладної науки використовуються не в повній мірі для розробки і впровадження в навчальний процес нових педагогічних технологій навчання [4]. Застосування методів математичної статистики в педагогічних дослідженнях становить певні труднощі, щонайменше, з двох причин: по-перше, педагогу-гуманітарію іноді досить важко засвоїти математичні методи і, зокрема, методи математичної статистики, по-друге, особливості та проблеми застосування математичної статистики в педагогічних дослідженнях вивчені не достатньо [6].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Зазначеній проблемі було присвячено низку публікацій як у вітчизняній, так і в зарубіжній літературі. Їх аналіз показує, що питання про системний підхід до наукових досліджень з використанням обробки результатів педагогічних досліджень вперше поставили С. І. Архангельський [1] та ін. Пізніше цей підхід до аналізу науково-дослідної діяльності застосовували Н. В. Кузьміна [3], М. І. Махмутов [4] та ін.

Вони зазначають, що найбільш слабким аспектом якості наукових досліджень до сьогодні залишається їх методологічна невідповідність, зокрема, некомпетентне використання засобів математичної статистики для підтвердження вірогідності здобутих результатів. Науковцями [2; 5] підтверджується думка про те, що мало розробленим напрямом залишається застосування методів математичної статистики в педагогічних дослідженнях. Тому сучасне наукознавство зосереджує останнім часом на цій проблемі значну увагу (А. А. Греков, В. І. Загвязінський, Н. В. Кузьміна [3] та ін.), стверджуючи, що застосування математичних засобів у гуманітарних дослідженнях повинно бути адекватним і коректним.

Мета статті. Нашою метою є розгляд застосування деяких методів математичної статистики, а саме, вибіркового методу і організації вибірових досліджень, для узгодження відповідності мети і змісту дослідницьких завдань, розв'язуваних, в першу чергу, педагогами-гуманітаріями, з можливостями математико-статистичних процедур, використовуваних в педагогічних технологіях навчання у вищій школі.

Виклад основного матеріалу. Математична статистика займається розробкою методів отримання, опису і обробки експериментальних даних з метою вивчення закономірностей випадкових масових явищ. Висновки, зроблені на основі статистичної інформації, повинні правильно відображати загальні ймовірнісні характеристики процесу, що досліджується. Зокрема, математична статистика розробляє способи визначення числа необхідних випробувань до початку дослідження (планування експерименту), а в ході досліджень вказує, як проводити послідовний аналіз даних.

В будь-якому дослідженні об'єктивність результатів залежить від точності виміру явищ, їх аналізу і обробки. Статистичні методи дозволяють систематизувати, науково опрацювати і подати матеріали дослідження, перевірити їх наукову достовірність [1]. Серед цих методів розглянемо вибіровий метод, що є найбільш розповсюдженим в багатьох прикладних і, зокрема, педагогічних дослідженнях.

Для організації вибірових досліджень необхідно: окреслити або розробити концепцію збирання інформації; визначити генеральну сукупність об'єктів дослідження; обрати метод вибірки; оцінити необхідний обсяг вибірки.

Концепція збирання інформації повністю визначається метою педагогічного дослідження.

Базовими поняттями математичної статистики є генеральна сукупність і вибірка. Генеральна сукупність – це множина елементів, що підлягають дослідженню і мають наперед визначені загальні ознаки. Наприклад, при вивченні організації навчального процесу у вищих навчальних закладах усі студенти і курсанти перших курсів можуть утворювати

генеральну сукупність, «елементи» якої підлягають дослідженню, наприклад, того, як швидко вони адаптуються до вимог вищої школи.

Дослідити всі елементи генеральної сукупності, як правило, досить важко або просто неможливо, тому, що їх число може бути досить великим, а іноді – нескінченним, і для дослідження було б потрібно витратити значні ресурси – часові, грошові, людські, тощо. Відтак, з генеральної сукупності вибирають певним чином таку частину елементів, яка дозволила б за результатами їх дослідження зробити висновки про всю генеральну сукупність. Цю частину називають вибіркою. У згаданому вище прикладі вибіркою може бути множина студентів перших курсів двох чи трьох вищих навчальних закладів одного географічного регіону і одного часового проміжку навчання – фіксованого навчального року.

Вибірковий метод – метод математичного дослідження, що полягає в отриманні висновку про генеральну сукупність на основі дослідження вибірки з неї. Генеральну сукупність Γ можна умовно подати як множину

$$\Gamma = \{e_i, v(\{вч\}, \{зч\})\}, i=1, \dots, k$$

скінченного або нескінченного числа k елементів e_i , які досліджуються за властивостями $v(\{вч\}, \{зч\})$, що можуть змінюватись завдяки множині внутрішніх $\{вч\}$ і зовнішніх $\{зч\}$ відносно взаємодії елементів e_i чинників.

Тоді вибірку B об'єму s з генеральної сукупності Γ можна подати як підмножину

$$B = \{e_j, v(\{вч\}, \{зч\})\} \subset \Gamma, \text{ де } j=1, \dots, s, s \leq k.$$

Згідно з теорією ймовірностей вибірка буде правильно відображати властивості генеральної сукупності, якщо вибір елементів e_j відбувається випадково, тобто так, що будь-яка з можливих вибірок об'єму s має однакову ймовірність бути фактично вибраною. Іншими словами, вибірка повинна бути представницькою або репрезентативною.

Існують різні методи вибору з генеральної сукупності елементів e_j , в залежності від чого розрізняють вибірки різних типів. Розглянемо ті з них, які широко використовуються в педагогічних дослідженнях.

Приклад *простої* або випадкової вибірки без повернення можна отримати при дослідженні швидкості адаптації випускників середньої школи до вимог вищої школи, шляхом проведення Інтернет-анкетування першокурсників, список яких може бути сформовано із занумерованого заздалегідь списку всіх першокурсників, за допомогою генератора випадкових чисел, з якого треба вилучити числа, що повторюються і числа, більші за об'єм вибірки.

Але такий вибір не завжди зручний, хоча б тому, що занумерувати елементи, а потім шукати їх за номерами є часто трудомістким і нерациональним процесом, а організація вибору, ідентичного генератору випадкових чисел, потребує, як правило, доведення випадковості вибору.

Механічна вибірка, хоча й складається з елементів занумерованої сукупності, але вибирати їх простіше, бо номер кожного наступного елемента вибірки більший за номер попереднього на наперед задане число. Наприклад, при дослідженні взаємозв'язку технології навчання в заданому вищому навчальному закладі з потребами роботодавців можна опрацювати відгуки роботодавців про роботу, наприклад, 20% випускників – кожного п'ятого з загального списку випускників відповідного року. Але, наприклад, якщо один роботодавець надав роботу кількості випускників, значно більшій за кількість випускників, взятих на підприємства інших роботодавців, то при такому способі вибору ми ризикуємо отримати оцінку тільки цього роботодавця, відтак, подібна механічна вибірка не буде репрезентативною.

Типова вибірка може усунути зазначене протиріччя, оскільки для такої вибірки множину елементів генеральної сукупності попередньо розбивають на підмножини, що не перетинаються, і з кожної з підмножин вибирають елементи одним із раніше зазначених способів. Наприклад, для визначення оптимальної кількості можливих відповідей на кожне з питань комп'ютерного тесту елементи генеральної сукупності можна розглядати як множину

символів (букв чи цифр), яка позначає послідовно всі відповіді. Цю множину природньо розбити на підмножини символів, що відповідають різним питанням тесту.

Тоді вибірка, що складається з елементів, взятих по одному з кожної підмножини, буде типовою в зазначеному сенсі, а її застосування дозволяє, зокрема, визначити ймовірність отримання певної кількості правильних відповідей, якщо відповіді даються навмання; оптимальну кількість варіантів відповідей в тесті, яка забезпечила б ймовірність відгадування правильних відповідей, меншу наперед заданого числа.

Серійна вибірка схожа на типову тим, що множину елементів генеральної сукупності також попередньо розбивають на серії – підмножини, що не перетинаються, але беруться тільки окремі серії, і з кожної з них вибирають елементи одним із раніше зазначених способів. Така вибірка використовується у випадках, коли властивості $v(\{vч\}, \{зч\})$ елементів в різних серіях майже не змінюються. Прикладом серійної вибірки може бути множина студентів, навчання яких здійснюється невеликими групами – бригадами, в кожній з яких досліджувані властивості, наприклад, успішність і якість навчання, практично однакові. А вибірка складається зі студентів, взятих, наприклад, по одному з окремих бригад. В педагогічних дослідженнях, як і в більшості інших наукових досліджень, використовуються, як правило, комбіновані вибірки, тобто вибірки, в яких комбінуються різні способи вибору елементів e_j .

Для оцінки необхідного обсягу вибірки використовують різні методи. Наприклад, якщо досліджувана випадкова величина підпорядкована нормальному закону, то об'єм вибірки визначається формулою, в яку входить дисперсія і середнє значення генеральної сукупності, обчислені за вибіркою.

Властивості $v(\{vч\}, \{зч\})$ генеральної сукупності, що досліджуються вибірковою методом, можуть бути якісними і кількісними. Їх оцінка є важливою складовою організації педагогічного експерименту, який може бути призначений для впровадження нової методики навчання у вищому навчальному закладі. Для цього, як правило, беруться контрольна (KB_0) і експериментальна (EB_0) групи студентів з практично однаковими досліджуваними характеристиками або зафіксованою різницею характеристик, що досліджуються (рис. 1).

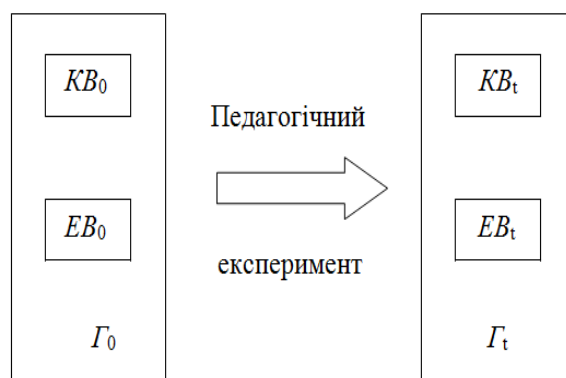


Рис.1. Роль вибіркового методу в педагогічному експерименті

В результаті педагогічного експерименту досліджувані характеристики студентів контрольної (KB_t) і експериментальної (EB_t) груп порівнюються і робиться висновок щодо ефективності нової методики і доцільності її впровадження в навчальний процес вищого навчального закладу.

При цьому в багатьох наукових працях прийнято вважати досліджувані характеристики контрольної групи незмінними в ході експерименту або такими, що мають настільки незначні зміни, що вони не впливають на результат. Але для об'єктивного відображення педагогічного процесу доцільно розглядати організацію і проведення педагогічного експерименту в динаміці, тобто в порівнянні характеристик початку експерименту з відповідними дискретними або

неперервними їх змінами в ході експерименту.

Вибірковий метод математичної статистики дає підґрунтя для подібного порівняння, якому планується присвятити окреме дослідження.

Висновки. Таким чином, нами розглянуто поняття генеральної сукупності і вибірки; в залежності від мети і змісту педагогічного дослідження визначено методологію вибору видів вибірок, яка забезпечує правильне відображення ймовірнісних характеристик генеральної сукупності. Описано вибірковий метод математичної статистики і організації вибіркових досліджень на прикладах педагогічних завдань. Це повинно спонукати викладачів вищої школи до отримання необхідних знань і понять математичної статистики, отримання вмінь застосовувати їх, дозволить педагогам з максимальною точністю і достовірністю аналізувати інформацію, ефективно та результативно застосовувати набуті знання та вміння в педагогічних технологіях навчання.

Список використаних джерел

1. Архангельский С. И. Учебный процесс в высшей школе, его основные закономерности и методы / Архангельский С. И. – М. : Высшая школа, 1980. – 368 с.
2. Зінченко В. П. Навчально-дослідна робота у вищих навчальних закладах / Зінченко В. П., Коренева І. М., Харламенко В. Б. – Глухів : РВВ ГДПУ, 2006. – 78 с.
3. Кузьмина Н. В. Фундаментальная акмеология как важнейший ресурс процесса повышения продуктивности образования / Кузьмина Н. В. // Проблемы освіти: збірник наукових праць. – Житомир-Київ, 2015. – Вип. 84. – С. 14–19.
4. Махмутов М. И. Проблемное обучение: основные вопросы теории / Махмутов М. И. – М., 1975. – 368 с.
5. Тютюнник В. І. Основи психолого-педагогічного дослідження творчої роботи учнів / Тютюнник В. І. – М., 1992. – 176 с.
6. Архипова С. П. Використання методів математичної статистики для перевірки результатів соціально-педагогічного експерименту [Електронний ресурс] / Архипова С. П. // е-журнал "Педагогическая наука: история, теория, практика, тенденции развития" – 2009. – №1. – Режим доступа до журн. : http://intellect-invest.org.ua/rus/pedagog_editions_e-magazine_pedagogical_science_arhiv_pn_n1_2009_st_6/

References

1. Arhangelskiy S. I. Uchebnyiy protsess v vyisshey shkole, ego osnovnyie zakonomernosti i metodyi [The educational process in higher education, its main laws and methods]. Moscow, 1980, 368 p. [in Russian].
2. Zinchenko V. P., Koreneva I. M., Harlamenko V. B. Navchalno-doslidna robota u vischyh navchalnyh zakladah [Educational work in higher educational establishments]. Gluhiv, RVV GDPU Publ., 2006, 78 p. [in Ukrainian].
3. Kuzmina N. V. Fundamentalnaya akmeologiya kak vazhneyshiy resurs protsessa povyisheniya produktivnosti obrazovaniya [The fundamental acmeology as the most important resource of the process of increasing the productivity of education]. Problemi osvity: zbirnik naukovih prats [Problems of education: a collection of scientific works], 2015, issue no. 84, pp.14–19. [in Russian].
4. Mahmutov M.I. Problemnoe obuchenie: osnovnyie voprosy teorii [Problem training: the main issues of theory]. Moscow, 1975, 368 p. [in Russian].
5. Tyutyunnik V.I. Osnovy psihologo-pedagogichnogo doslidzhennya tvorchoyi roboti uchniv [Fundamentals of psychological and pedagogical study of students' creative work]. Moscow, 1992, 176 p. [in Ukrainian].
6. [Electronic source] Arhipova S. P. Vikoristannya metodiv matematichnoyi statistiki dlya perevirki rezultativ sotsialno-pedagogichnogo eksperimentu [Use of methods of mathematical statistics to verify the results of a socio-pedagogical experiment]. E-zhurnal "Pedagogicheskaya

nauka: istoriya, teoriya, praktika, tendentsii razvitiya" [E-journal "Pedagogical Science: History, Theory, Practice, Trends of Development"], 2009, issue no. 1. – Access mode : URL : http://intellect-invest.org.ua/rus/pedagog_editions_e-magazine_pedagogical_science_arhiv_pn_n1_2009_st_6/

Bondar O.P., Ph. D. (Physics and Mathematics), Associate Professor, Department of Physics and Mathematics Subjects, Kirovograd Flight Academy of National Aviation University;

Semenyuta M.F., Ph. D. (Physics and Mathematics), Associate Professor, Department of Physics and Mathematics Subjects, Kirovograd Flight Academy of National Aviation University;

Kovalov Y.G., Ph. D. (Engineering), Associate Professor, Department of Physics and Mathematics Subjects, Kirovograd Flight Academy of National Aviation University;

Zadorozhna O.V., Ph. D. (Pedagogica), Associate Professor, Department of Physics and Mathematics Subjects, Kirovograd Flight Academy of National Aviation University;

Kovalova O.S., Kirovograd Flight Academy of National Aviation University;

Yakunina I.L., Head of the laboratory, Department of Physics and Mathematics Subjects, Kirovograd Flight Academy of National Aviation University;

Yakunin R.P., Programmer-engineer, Department of Automated Control Systems, Kirovograd Flight Academy of National Aviation University.

Mathematical statistics as an element of teaching technology in higher education.

Abstract

The purpose of the article is to consider the application of some methods of mathematical statistics, namely, the sampling method and the organization of sampling analysis, for reconciling the relevance of the purpose and content of research tasks with the capabilities of mathematical and statistical procedures used in Pedagogical technologies in high school and solved by educators of humanitarian disciplines

In any study, the result's objectivity depends on the measurement's accuracy, data analyzing and processing. Statistical methods allow to systematize, to adapt scientifically and to submit the research materials, to verify their scientific validity. Among these methods, we consider the sampling method, which is the most widespread in many applications and, in particular, pedagogical research.

Because of the pedagogical experiment, the under study student's characteristics of control and experimental groups are compared and a conclusion is made about the effectiveness of the new methodology and the advisability of its implementation into the educational process in high school.

Usually, the characteristics of the control group unchanged during the experiment or characteristics have so slight changes that it does not affect the result. But for the objective researching of the pedagogical process, it is expedient to consider the organization and conduct of the pedagogical experiment in dynamics, that is, comparing the characteristics on the beginning of the experiment with the corresponding discrete or continuous changes during the experiment's course.

The sampling method in mathematical statistics provides the basis for above-mentioned comparison. It is planned to devote another article to this.

The concepts of the statistical population and the sampling are considered; depending on the purpose and content of the pedagogical research, the methodology of selecting the types of samples is determined, which ensures the correct representation of the probabilistic characteristics of the statistical population. The sampling method in mathematical statistics and the organization of sampling research on examples of pedagogical tasks are described. This should encourage higher school educators to acquire the necessary knowledge and understanding of mathematical statistics, to obtain skills to apply them. Although it will allow teachers to analyze information with the

maximum accuracy and reliability, to use effectively acquired knowledge and skills in pedagogical technologies.

Key words: methods of mathematical statistics, sampling method, organization of sample research, general population, sample type, scientific and pedagogical research, pedagogical experiment.

Стаття надійшла до редакції: 18.08.2017 р.