

УДК 378.147:303.71

©Павленко Л.В.

## ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ АНАЛІЗУ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ ДЛЯ ЗАСТОСУВАННЯ ДИСПЕРСІЙНОГО АНАЛІЗУ ПРИ НАВЧАННІ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ-ПЕДАГОГІВ

**Постановка проблеми.** Знання та вміння використовувати різноманітні статистичні методи аналізу експериментальних даних є необхідною умовою підготовки майбутніх інженерів-педагогів. Упровадження статистичних методів аналізу експериментальних даних на підприємствах і організаціях, а також у педагогічній діяльності дає можливість підвищити ефективність та конкурентоспроможність організацій, отримати додаткові прибутки та підвищити якість навчання. До підготовки інженерів-педагогів висуваються нові вимоги, майбутні фахівці повинні вміти швидко орієнтуватися в досліджуваних експериментальних даних та вміти обирати адекватні статистичні методи аналізу. Постає актуальна проблема, яка стосується розробки методики навчання проведення аналізу досліджуваних даних та вибору відповідного статистичного критерію для здійснення аналізу та отримання вірних розрахунків.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Існує ряд методик, в яких йдеться про педагогічні дані, або про економічні, або технічні дані. Зокрема проблемою аналізу психолого-педагогічних даних займалися Г. Гроленко, В. Захожай, М. Єфімова, О. Лугініна, С. Білоусова, напрямку статистичного аналізу економічних явищ і процесів приділяли увагу такі автори: Є. Равікевич, Н. Білова, І. Елесеєва, М. Юзбашенва, А. Волкова, С. Лисенко, І. Дмитреєва, А. Мармоза. В галузі статистичного аналізу технічних даних працювали такі автори: Р. Моторин, Е. Чекотовський, Я. Опря, В. Захожая, О. Акімова, О. Маркевич, В. Бек, А. Гончарук, у цих джерелах аналіз даних і вибір методу описуються фрагментарно та неповно, і враховуються особливості тільки якоїсь однієї предметної галузі. Нами обґрунтована і розроблена узагальнена ознакова модель аналізу експериментальних даних із різних предметних галузей діяльності майбутніх інженерів-педагогів [3, 123]. Ця модель передбачає визначення таких елементів: встановлення причинно-наслідкових зв'язків між даними, опису даних на основі шкал виміру, закону розподілу даних та аналізу постановки умови задачі.

**Постановка завдання.** Перевірка методики створення ознакової моделі даних на основі узагальненого алгоритму аналізу експериментальних даних та порівняння ознакової моделі досліджуваних даних і ознакових моделей статистичних методів із метою вибору адекватного статистичного методу аналізу на прикладі задачі аналізу експериментальних даних із розділу "дисперсійний аналіз" для подальшого використання в навчанні інженерів-педагогів.

**Виклад основного матеріалу.** Для застосування однофакторного дисперсійного аналізу досліджувані дані повинні бути нормально розподілені, вибірки повинні бути незалежними одна від одної, всі сукупності повинні мати однакову дисперсію [2]. В задачах з усіх розглянутих предметних галузей рівень дисперсійного аналізу обмежується трьома-чотирма категоріями факторів

Проведемо аналіз експериментальних даних в умові задачі з економічним змістом, запропоновану С. Валєєвим та В. Клячкіним [1], яка має тестовий характер з точки зору перевірки розробленої методики навчання комп'ютерних технологій статистичного опрацювання експериментальних даних.

Умова задачі: вивчається вплив типу магазину на товарообіг. У магазинах трьох типів фіксується товарообіг за 8 місяців роботи (у тис. грн.). Перевірити припущення про вплив типу магазину на обсяг товарообігу.

Таблиця 1

Товарообіг магазинів

Місяць	Магазин першого типу	Магазин другого типу	Магазин третього типу
1	19	20	16
2	23	20	15
3	26	32	18
4	18	37	26
5	20	40	19
6	20	24	17
7	18	22	19
8	35	18	18

Відповідно до першого етапу методики, розв'язання задачі слід розпочати з аналізу експериментальних даних.

У праці [4, 113] був розроблений алгоритм аналізу даних, чітке проходження кожного модулю алгоритму (та відпрацювання кожного кроку у відповідному модулі) дозволить побудувати ознакову модель аналізу даних.

Перейдемо до відпрацювання кроків алгоритму.

Проаналізуємо експериментальні дані відповідно до *першого модулю* алгоритму – визначення факторної і результативної ознак.

Блок 1.1 –  $z_1(X)$  – "Тип магазину".

Блок 1.2 –  $d = \{z_1(X)\}$ .

Блок 1.3 –  $z_2(Y)$  – "Товарообіг".

Блок 1.4 –  $d = \{z_1(X), z_2(Y)\}$ .

Блок 1.5 –  $d = \{z(X, Y) = \{z_1(X), z_2(Y)\}\}$ .

Перейдемо до аналізу даних відповідно до *другого модулю* алгоритму – аналіз даних в залежності від ознак виміру (типу шкали) для змінної  $X$  – "Тип магазину".

Блок 2.1 –  $h_{1,1,1}(X)$  – виконується (так).

Блок 2.2 –  $h = \{h_{1,1,1}(X)\}$ .

Блок 2.3 –  $h_{1,1,2}(X)$  – виконується (так).

Блок 2.4 –  $h = \{h_{1,1,1}(X), h_{1,1,2}(X)\}$ .

Блок 2.5 –  $h_{1,1,3}(X)$  – виконується (так).

Блок 2.6 –  $h = \{h_{1,1,1}(X), h_{1,1,2}(X), h_{1,1,3}(X)\}$ .

Блок 2.7 –  $h_{1,1,4}(X)$  – виконується (так).

Блок 2.8 –  $h = \{h_{1,1,1}(X), h_{1,1,2}(X), h_{1,1,3}(X), h_{1,1,4}(X)\}$ .

Блок 2.9 –  $h_{1,1,5}(X)$  – виконується (так).

Блок 2.13 –  $h_{1,1} = \{h_{1,1,1}(X), h_{1,1,2}(X), h_{1,1,3}(X), h_{1,1,4}(X)\}$ .

Блок 2.14 –  $h_1(X) = h_{1,1}(X)$ .

В результаті роботи з другим модулем побудували модель, що характеризує змінну  $X$  як таку, що відповідає ознакам шкали найменувань та належить до якісного типу даних.

Перейдемо до аналізу даних в умові задачі відповідно до *третього модулю* алгоритму – аналіз даних у залежності від ознак виміру (типу шкали) для змінної  $Y$  – "Товарообіг".

Блок 3.1 –  $h_{1,1,1}(Y)$  – не виконується (ні).

Блок 3.15 –  $h_{1,2,1}(Y)$  – не виконується (ні).

Блок 3.27 –  $h_{2,1,1}(Y)$  та  $h_{2,2,1}(Y)$  – виконується (так).

Блок 3.28 –  $h = \{h_{2,1,1}(Y)\}$ ,  $h = \{h_{2,2,1}(Y)\}$ .

Блок 3.29 –  $h_{2,1,2}(Y)$  та  $h_{2,2,2}(Y)$  – виконується (так).

Блок 3.30 –  $h = \{h_{2,1,1}(Y), h_{2,1,2}(Y)\}$ ,  $h = \{h_{2,2,1}(Y), h_{2,2,2}(Y)\}$ .

Блок 3.31 –  $h_{2,1,3}(Y)$  – виконується (так).

Блок 3.32 –  $h = \{h_{2,1,1}(Y), h_{2,1,2}(Y), h_{2,1,3}(Y)\}$ .

Блок 3.33 –  $h_{2,1,4}(Y)$  – виконується (так).

Блок 3.34 –  $h = \{h_{2,1,1}(Y), h_{2,1,2}(Y), h_{2,1,3}(Y)\}$ .

Блок 3.35 –  $h_{2,1} = \{h_{2,1,1}(Y), h_{2,1,2}(Y), h_{2,1,3}(Y)\}$ .

Блок 3.36 –  $h_2(X) = h_{2,1}(X)$ .

У результаті роботи з третім модулем побудували модель, що характеризує змінну  $Y$  як таку, що відповідає всім ознакам інтервальної шкали та належить до кількісного типу даних.

Перейдемо до аналізу даних відповідно до *четвертого модулю* алгоритму визначення закону розподілу для змінних  $X$  та  $Y$ .

Блок 4.1 –  $h_{1,2} \in X$  або  $h_{1,1} \in X$  – виконується (так).

Блок 4.8 –  $g(X) = g_2(X)$ .

Блок 4.9 –  $h_{1,2} \in Y$  або  $h_{1,1} \in Y$  – не виконується (ні).

Блок 4.10 –  $g_{1,1}(Y)$  – не виконується (ні).

Блок 4.13 –  $g_{1,2}(Y)$  – виконується (так).

Блок 4.14 –  $g = \{g_{1,2}(Y)\}$ .

Блок 4.15 –  $g(Y) = g_1(Y) = \{g_{1,2}(Y)\}$ .

У результаті роботи з *четвертим модулем* побудували моделі, що характеризують закони розподілу змінних  $X$  та  $Y$ . Визначено, що дані змінної  $X$  не підпорядковуються нормальному закону розподілу, а дані змінної  $Y$  підпорядковуються нормальному закону розподілу.

Перейдемо до аналізу даних в умові задачі відповідно до *п'ятого модулю* алгоритму – визначення постановки завдання в умові задачі.

Блок 5 –  $v =$  "перевірити припущення про впливу типу магазину на обсяг товарообігу"

Перейдемо до аналізу даних в умові задачі відповідно до *шостого модулю* алгоритму – узагальнена модель ознак даних умови задачі. Відповідно до проведеного аналізу даних одержали таку модель:

$$d = \{z(X,Y) = \{z_1(X), z_2(Y)\}; h_1(X) = h_{1,1}(X) = \{h_{1,1,1}(X), h_{1,1,2}(X), h_{1,1,3}(X), h_{1,1,4}(X)\};$$

$$h_2(Y) = h_{2,1}(Y) = \{h_{2,1,1}(Y), h_{2,1,2}(Y), h_{2,1,3}(Y), h_{2,1,4}(Y)\};$$

$$g(X) = g_2(X); g(Y) = g_1(Y) = \{g_{1,2}(Y)\}; v\}.$$

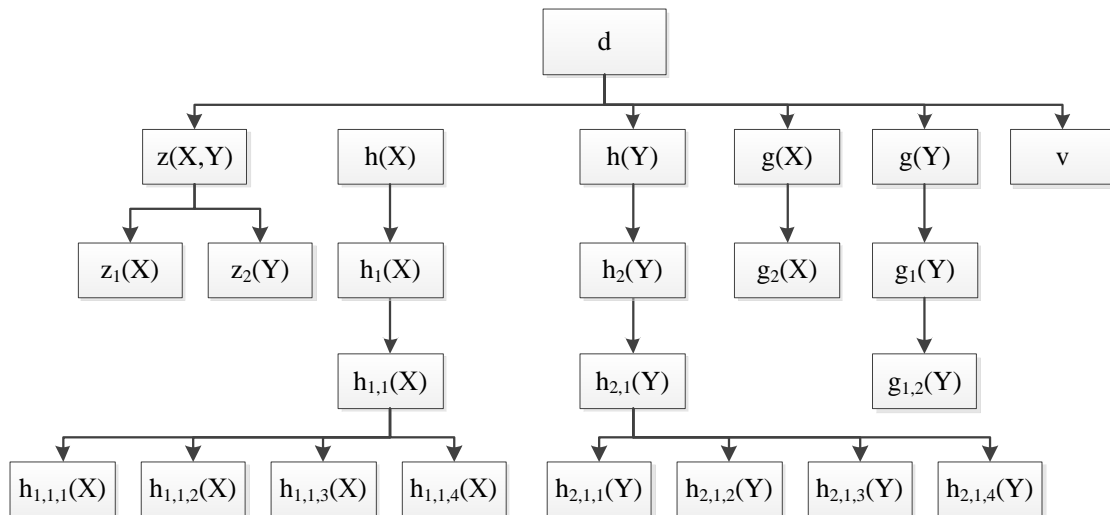


Рис. 1. Ознакова модель експериментальних даних тестової задачі

Відповідно до другого етапу методики навчання комп'ютерних технологій статистичного опрацювання експериментальних даних розглянемо використання способу вибору адекватного статистичного методу шляхом попарного логічного порівняння ознак моделі експериментальних даних та ознак моделей статистичних методів.

Наведемо результати порівняння лише, для методу, який є адекватним для розв'язання даної задачі. У таблиці порівняння використаємо такі позначення:

- "=" – знак "дорівнює" свідчить про повний збіг ознак;

- "≠" – знак "не дорівнює" свідчить про відмінність ознак;
- "≤" – знак "менше або дорівнює" свідчить про неповний збіг ознак, але це є достатньою умовою для прийняття рішення про збіг ознак.

Порівняємо ознакову модель експериментальних даних з ознаковою моделлю методу дисперсійного аналізу.

Таблиця 2

Покроковий порівняльний аналіз ознакової моделі експериментальних даних та ознакової моделі методу дисперсійного аналізу

Номер етапу	Ознаки моделі аналізу експериментальних даних	Результати порівняння ознак	Ознаки моделі статистичного методу дисперсійного аналізу
1	$z(X, Y) = \{z_1(X); z_2(Y)\}$	=	$Z(X, Y) = \{Z_1(X); Z_2(Y)\}$
2	$h(X) = \{h_1(X) = \{h_{1,1}(X)\}\}$	≤	$H(X) = \{H_1(X) = \{H_{1,1}(X) \text{ або } H_{1,2}(X)\}\}$
3	$h(Y) = \{h_2(Y) = \{h_{2,1}(Y)\}\}$	≤	$H(Y) = \{H_2(Y) = \{H_{2,1}(Y) \text{ або } H_{2,2}(Y)\}\}$
4	$g(X) = \{g_2(X)\}$	≤	$G(X) = \{G_2(X)\}$
5	$g(Y) = \{g_1(Y)\}$	=	$G(Y) = \{G_1(Y)\}$
6	v	=	$I_{ODA}$
<b>Висновок</b>	<b>d</b>	=	$MD_{ODA}$

Отже, порівнявши ознакові моделі аналізу даних та статистичного методу, можна зробити висновок, що ознаки співпадають і метод однофакторного дисперсійного аналізу є адекватним для розв'язання даної задачі.

Результати вибору статистичного методу аналізу співпадають з обраним методом у праці С. Валеева та В. Клячкина [1], що підтверджує ефективність розробленої методики навчання комп'ютерних технологій статистичного опрацювання експериментальних даних.

**Висновки.** Методика навчання комп'ютерних технологій статистичного опрацювання експериментальних даних для розділу "Дисперсійний аналіз" дозволяє набутти практичних навичок розв'язання задач прикладного характеру з різних галузей діяльності майбутніх інженерів-педагогів.

**Перспективи подальших досліджень.** У подальших дослідженнях планується на основі обраного адекватного статистичного методу аналізу провести дослідження за допомогою програмного засобу Statistica та навчити студентів проводити аналіз отриманих результатів.

#### Список використаних джерел

1. Валеев С. Г. Практикум по прикладной статистике : учебное пособие / С. Г. Валеев, В. Н. Клячкин. – Ульяновск : УлГТУ, 2008. – 129 с. : ил.
2. Гончар О. В. Забезпечення якості статистичної інформації : методологія та організація : монографія / Гончар О. В. – К. : Формат, 2011. – 369 с.
3. Павленко Л. В. Методика створення ознакових моделей аналізу психолого-педагогічних, економічних та технічних даних в умовах задач / Л.В. Павленко // Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. – 2011. – № 4. – С. 123-129.
4. Павленко Л. В. Розробка узагальненого методу аналізу експериментальних даних для адекватного вибору статистичного методу / Л. В. Павленко, М. П. Павленко // Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. – 2013. – № 11. – С. 113-120.

*Павленко Л.В.*

*Особливості проведення аналізу експериментальних даних для застосування дисперсійного аналізу при навчанні майбутніх інженерів-педагогів*

У статті розглянуто особливості проведення аналізу експериментальних даних для застосування дисперсійного аналізу та створення ознакової моделі експериментальних даних на основі узагальненого алгоритму аналізу експериментальних даних та порівняння ознакової моделі експериментальних даних і ознакових моделей статистичних методів з метою вибору адекватного статистичного методу аналізу. Розроблена методика навчання комп'ютерних технологій статистичного опрацювання експериментальних даних для розділу "Дисперсійний аналіз" дозволяє набути практичних навичок розв'язання задач прикладного характеру з інженерної, економічної та психолого-педагогічної галузей діяльності майбутніх інженерів-педагогів.

**Ключові слова:** інженери-педагоги, методика навчання, ознакові моделі опису даних, статистичні методи аналізу, експериментальні дані, програмні засоби.

**Павленко Л.В.**

*Особенности проведения анализа экспериментальных данных для использования дисперсионного анализа при обучении будущих инженеров-педагогов*

В статье рассмотрены особенности проведения анализа экспериментальных данных для использования дисперсионного анализа и создание признаковых моделей экспериментальных данных на основе обобщенного алгоритма анализа экспериментальных данных и сравнения признаковой модели экспериментальных данных и признаковых моделей статистических методов с целью выбора адекватного статистического метода анализа. Разработана методика обучения компьютерным технологиям статистической обработки экспериментальных данных для раздела "Дисперсионный анализ" позволяет получить практические навыки решения задач прикладного характера из инженерной, экономической и психолого-педагогической отраслей деятельности будущих инженеров-педагогов.

**Ключевые слова:** инженеры-педагоги, методика обучения, признаковые модели описания данных, статистические методы анализа, экспериментальные данные, программные средства.

**L. Pavlenko**

*Features of Analysis Realization of Experimental Data for Using of Variance Analysis for Future Engineers-Teachers Educating*

The article discusses the features of analysis realization of experimental data for using of variance analysis and creation of indicative models on experimental data base on the generalized algorithm analysis of experimental data and model comparison of the experimental data and indicative models of statistical methods in order to choose an adequate statistical method of analysis. Methodology of educating to computer technologies of the statistical processing of experimental data is worked out for a division the "analysis of variance " which allows to get practical skills of decision of tasks of the applied character from an engineer, economic, psychological and pedagogical department of activity of future engineers-teachers.

**Key words:** engineers-teachers, teaching methods, feature models describe the data, statistical methods of analysis, experimental data, software.

*Стаття надійшла до редакції 21.03.2014р.*