Dr Valentina Kiselyova
Klasyczny Prywatny Uniwersytet w Melitopolu, Ukraina

Wykorzystanie metod matematycznych dla ilościowego opracowania rezultatów eksperymentów w badaniach pedagogicznych studentów

WPROWADZENIE

Artykuł ma na celu zwrócenie uwagi studentów, wykładowców i badaczy w dziedzinie pedagogiki na konieczność wykorzystania metod matematycznych dla oceny rezultatów eksperymentu. Prezentuje również ich dostępność w wykorzystaniu przez studentów specjalizacji pozamatematycznych.

Jedną z wymaganych umiejętności absolwentów uczelni pedagogicznych jest zdolność prowadzenia badań pedagogicznych. Tworzenie tej umiejętności odbywa się w procesie wykonywania studenckich ćwiczeń i pisania pracy magisterskiej. Każda z tych prac stanowi badanie pedagogiczne na różnym poziomie trudności, lecz wspólnym dla nich jest sam proces badania.

Podczas badania jest zazwyczaj zbierana znaczna ilość informacji. Lecz studenci nie zawsze racjonalnie je analizują i wykorzystują, najczęściej wykorzystując tylko jakościową ich obróbkę, pomijając ilościową metodę obserwacji i pomiarów. Przyczyną tego są trudności w prowadzeniu badań pedagogicznych, a także brak znajomości odpowiednich działów matematyki albo nieumiejętności posługiwania się odpowiednią wiedzą.

Problem ten jest aktualny nie tylko dla studentów, lecz także dla młodych naukowców. Zadaniem tego artykułu jest pomoc studentom i promotorom w prawidłowym doborze metod matematycznych na różnych etapach badań pedagogicznych.

W badaniach psychologiczno-pedagogicznych zazwyczaj są obserwowane zbiorowiska przypadkowych zjawisk. W ich analizie ważną rolę odgrywa jakościowa analiza empiryczna. Jednak wnioski wyciągnięte na tej podstawie nie zawsze są wiarygodne. Obiektywne wnioski można otrzymać tylko podczas prawidłowego połączenia jakościowych i ilościowych metod analizy materiału. Dla dokonania analizy ilościowej niezbędne jest operowanie analitycznymi pojęciami, które określają prawidła pedagogiki i psychologii. Jest to niełatwe zadanie, ponieważ trzeba liczyć się z naturą przypadkowych zbiorowisk, których tworzenie odbywa się pod wpływem wielkiej ilości przyczyn, których większość albo nie da się kontrolować, albo w ogóle jest nieznana. Jednak w procesie badań pedagogicznych należy mieć na uwadze, że:

– po pierwsze, proces edukacyjny jest taką formą działalności, podczas której uczeń zmienia swoje zachowania nie tylko pod wpływem zewnętrznych warunków (obecnego systemu edukacji i wychowania mikrośrodowiska, przypadkowych zjawisk i procesów itp.), ale i wewnętrznych (swoich własnych działań). Te ostatnie w większości zależą od uwarunkowanych genetycznie predyspozycji uczenia się i wychowania, które jednak nie określają do końca ani rezultatów uczenia się i wychowania, ani kierunku rozwoju umysłowego i ujawniających się przy tym zdolności intelektualnych, lecz są podstawą możliwości ewolucyjnych. Rozwój indywidualny jest realizacją i jednocześnie konkretyzacją niektórych z tych możliwości [Воловик П.М., 2003, s. 54-66];
– po drugie, wiedza na temat wielu przyrodniczych, klimatycznych, biologicznych zjawisk i ich wpływu na organizm ucznia i nauczyciela nie jest kompletna. Dlatego podczas opracowywania metodologii wprowadzania nowego systemu (metody) edukacji te wpływy najczęściej nie są brane pod uwagę;
– po trzecie, na proces edukacji wpływa wiele przyczyn zarówno subiektywnych (poziom organizacji procesu edukacyjnego, kwalifikacji nauczyciela, formy i metody pracy), jak i obiektywnych (finansowo-materialny stan placówki edukacyjnej), których nie da się określić precyzyjnie. Można z tego wnioskować, że otrzymane rezultaty charakteryzujące poziom wychowania uczniów i poziom ich osiągnięć w uczeniu się mają charakter względny. Z tego powodu dla ich oceny trzeba wykorzystywać tzw. sposoby matematyczne, formuły, rozliczenia, przy pomocy których rezultaty eksperymentu można uogólniać, ująć w system, zbadać ukryte w nich zjawiska. W tym wypadku mówimy o statystyce zmiennych badanych podczas eksperymentu. Takie metody nazywają się metodami statystycznego opracowania rezultatów eksperymentu, ponieważ oceny zazwyczaj dokonuje się na podstawie wybranej informacji. Na przykład, jeśli do procesu edukacji jest wprowadzana nowa metodyka (technika) albo nowy sposób przyswajania niektórych tematów, wówczas pojawia się problem oceny, jak wpływa to na osiągnięcia uczniów (jakość tworzenia umiejętności i przyzwyczajeń, przebieg procesów myślowych i inne). Rozwiązanie tego problemu polega na porównaniu pewnych zbiorowisk (wariantów ocen). Jeśli nowa metoda nie wpływa na poziom osiągnięć uczniów, to warianty ocen charakteryzujących osiągnięcia uczniów w nauce, którzy uczą się tradycyjną i nową metodą, trzeba odbie-

rać jako należące do jednego zbiorowiska; jeśli ta metoda wpływa na jakość osiągnięć w nauce, to warianty zaobserwowanych ocen trzeba odnieść do różnych zbiorowisk.

Zbiorowiska (warianty ocen) można porównywać przy pomocy kryteriów parametrycznych lub nieparametrycznych. Jeśli sposób podziału badanych zbiorowisk jest znany, to efektywność różnych metod edukacji i wychowania można oceniać przy użyciu kryteriów parametrycznych. Jeśli natomiast w badaniu mamy zbiorowiska przypadkowych danych, których prawidła podziału nie są znane, to w takim wypadku do oceny efektywności nowych metod edukacji i wychowania mają zastosowanie kryteria nieparametryczne.

Niżej pokażemy wzory konkretnych technik oceny efektywności nowych metod (metodyk) według kryteriów parametrycznych, a mianowicie porównanie średnich normalnie skomponowanych zbiorowisk.

PORÓWNANIE ŚREDNICH WEDŁUG KRYTERIUM STUDENT'A

Metoda ta jest wykorzystywana w celu sprawdzania efektywności eksperymentu, czy eksperyment miał wpływ na zmianę jakości. Przypuśćmy, że podczas pedagogicznej praktyki zapadła decyzja o wprowadzeniu nowej metodyki tworzenia twórczych cech osobowości (np. podsystem zdecydowania, do którego należą trzy jakości: pozytywne wyobrażenie o sobie, chęć poznania siebie; twórcze zainteresowania, ciekawość; chęć poszukiwania nowych informacji) w procesie rozwiązywania zadań tekstowych. Oczekuje się, że wpływ tej metodyki będzie pozytywny – zwiększy ona poziom wyżej wymienionych cech. W takim wypadku badany jest związek przyczynowo-skutkowy pomiędzy niezależną stałą tej metodyki i zależnym zjawiskiem – poziomem rozwoju jakości podsystemu zdecydowania. Odpowiednia hipoteza brzmi następująco: „Wprowadzenie nowej metodyki rozwiązywania nowych zadań tekstowych na lekcjach matematyki w szkole podstawowej powinno znacznie zwiększyć poziom twórczych zdolności uczniów w podsystemie zdecydowania".

Są możliwe dwa odmienne warianty przeprowadzenia eksperymentu:

– Wariant A: rezultat oceny zależnego zjawiska w eksperymentalnej grupie, która celowo podlega wpływowi eksperymentu pedagogicznego, porównuje się z rezultatami grupy kontrolnej, w której umiejętność uczniów rozwiązywania zadania tekstowego była kształtowana metodą tradycyjną.
– Wariant B: porównuje się rezultaty oceny zależnego zjawiska otrzymane na początku eksperymentu i po jego zakończeniu, w jednej i tej samej grupie .

Niech eksperyment odbywa się według wariantu B. Jego przeprowadzenie na grupie 10 respondentów dało następujące rezultaty (patrz tabela 1).

Tabela 1. Wyniki wprowadzenia nowej metodyki rozwiązywania zadań tekstowych

Nr próby	Respondenci	Ogólna ocena rozwoju twórczych cech osobowości podsysytemu zdecydowania	
		Na początku eksperymentu	Na końcu eksperymentu
1.	A B	2	4
2.	A C	4	5
3.	A D	5	6
4.	B B	3	3
5.	B C	2	4
6.	B D	1	2
7.	C B	3	5
8.	B D	2	2
9.	B A	6	7
10.	B B	4	4

Widzimy dwie kolejności, które zapiszemy rzędami wariantów i zbadamy, czy one są rzędami normalnego podziału.

Przed eksperymentem

Stopnie: 1 **2** 3 4 5 6

Częstość: 1 3 2 2 1 1

Modalna: 2, ten stopień spotyka się najczęściej w wariantach ocen.

Mediana dla parzystych stopni różnych znaczeń równa się (n_1=10): $\left(\frac{x_5 + x_6}{2}\right) =$

$$\frac{3+3}{2} = 3$$

$\bar{x}_1$ – arytmetyczna średnia

$$\bar{x}_1 = \frac{1}{10}\sum_{k=1}^{10} x_k \cdot f_k = \frac{1}{10}(1\cdot1 + 2\cdot3 +$$

Po eksperymencie

Stopnie: 2 3 **4** 5 6 7

Częstość: 2 1 3 2 1 1

Modalna: 4

Mediana – $\frac{4+4}{2} = 4$

$$\bar{x}_{2_1} = \frac{1}{10}\sum_{k=1}^{10} x_k \cdot f_k = \frac{1}{10}(2\cdot2 + 3\cdot1 +$$

$$4\cdot3 + 5\cdot2 + 6\cdot1 + 7\cdot1) = \frac{42}{10} = 4{,}2;$$

$4 = 4 \approx 4{,}2$

$3 \cdot 2 ++ 4 \cdot 2 + 5 \cdot 1 + 6 \cdot 1) = \dfrac{32}{10} = 3{,}2;$

$2 \neq 3 \approx 3{,}2$

Wniosek: rząd wariantów zbliża się do normalnego.

Wniosek: jest normalnym rządem.

Średnia tworzenia zdolności twórczych podsystemu zdecydowania przed eksperymentem i po eksperymencie znacznie się różni (odpowiednio: 3,2 oraz 4,2). Lecz czy jest to różnica istotna statystycznie? Odpowiedz na to pytanie możemy uzyskać po wykorzystaniu t-kryterium Student'a. Jego formuła podstawowa jest następująca:

$$t = \frac{\left|\bar{x}_1 - \bar{x}_2\right|}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}} \quad (1),$$

gdzie:

$\bar{x}_1$ i $\bar{x}_2$ – średnia wartości zmiennych w pierwszym i drugim zbiorze danych;
m_1 i m_2 – zintegrowane wskaźniki odchyleń wartości od średnich z dwóch porównywanych zbiorów.

m_1 i m_2 są wyznaczane przez następujące formuły:

$$m_1^2 = \frac{\sigma_1^2}{n_1}; \quad m_2^2 = \frac{\sigma_2^2}{n_2} \qquad (2),$$

gdzie:

σ_1^2 i σ_2^2 – odpowiednie odchylenia dla pierwszego i drugiego zbioru,
n_1 i n_2 – liczba wszystkich wartości zmiennej z każdego zbioru ($n_1 = n_2 = 10$).

Wyliczmy znaczenie σ_1^2 i σ_2^2:

$$\sigma_1^2 = \frac{1}{10}\sum_{k=1}^{10}(x_{k_1} - \bar{x}_1)^2 = \frac{1}{10}((3{,}2-1)^2 + (2-3{,}2)^2 \cdot 3 + (3-3{,}2)^2 \cdot 2 + (4-3{,}2)^2 \cdot 2 + (5-3{,}2)^2 + (6-3{,}2)^2) = \frac{1}{10}((2{,}2)^2 + 3 \cdot (-1{,}2)^2 + 2 \cdot (-0{,}2)^2 + +2 \cdot (0{,}8)^2 + (1{,}8)^2 + (2{,}8)^2) \approx 2{,}2;$$

$$\sigma_2^2 = \frac{1}{10}\sum_{k=1}^{10}(x_{k_2} - \bar{x}_2)^2 = \frac{1}{10}((2\text{-}4{,}2)^2\cdot 2 + (3\text{-}4{,}2)^2\cdot + (4\text{-}4{,}2)^2\cdot 3 + (5\text{-}4{,}2)^2\cdot 2$$

$$+ (6\text{-}4{,}2)^2 + (7\text{--}4{,}2)^2) = \frac{1}{10}(2\cdot(-2{,}2)^2 + (-1{,}2)^2 + 3\cdot(-0{,}2)^2 + 2\cdot(0{,}8)^2 +$$

$$(1{,}8)^2 + (2{,}8)^2) \approx 2{,}4;$$

Podstawiając uzyskane wyniki do formuły (1) wyliczamy wartość t:

$$t = \frac{|3{,}2 - 4{,}2|}{\sqrt{\frac{2{,}2}{10} + \frac{2{,}4}{10}}} = \frac{1\cdot\sqrt{10}}{\sqrt{4{,}6}} \approx 1{,}47$$ - nazwiemy go t eksperymentalne (t_e)

Wykorzystamy tabelę krytycznych wartości t-kryterium Student’a dla zadanej liczby stopni swobody, który się równa $n_1+n_2-2=10+10-2=18$, i wybraną wartością dopuszczalnej pomyłki (np. $\alpha = 0{,}05$), i porównamy znalezioną wartość $t_e = 1{,}47$ z tabelą $t_t=2{,}10$ (patrz podkreślone w tabeli 2 liczby). Jak widzimy, $t_e < t_t$, a to znaczy, że średnie wartości, w naszym wypadku równe 3,2 i 4,2, statystycznie nie różnią się istotnie. Nasz eksperyment pokazał więc z dokładnością do 95%, że ta hipoteza nie jest prawdziwa, ponieważ według t-kryterium Student’a hipoteza jest prawdziwa, jeśli $t_e \geq t_t$.

Tabela 2. Krytyczne znaczenie t-kryterium Student’a dla zadanej liczby stopnia swobody i możliwość dopuszczalnej pomyłki równej: 0,05; 0,01 i 0,001

Liczba stopni swobody	Możliwość dopuszczenia pomyłki		
	0,05	0,01	0,001
	Krytyczne wartości wskaźnika		
1	2	3	4
4	2,78	5,60	8,61
5	2,58	4,03	6,87
6	2,45	3,71	5,96
7	2,37	3,50	5,41
8	2,31	3,36	5,04
9	2,26	3,25	4,78
10	2,23	3,17	4,59
11	2,20	3,11	4,44
12	2,18	3,05	4,32
13	2,16	3,01	4,22
14	2,14	2,98	4,14
15	2,13	2,96	4,07
16	2,12	2,92	4,02
17	2,11	2,90	3,97

18	2,10	2,88	3,92
19	2,09	2,86	3,88
20	2,09	2,85	3,85
21	2,08	2,83	3,82
22	2,07	2,82	3,79
23	2,07	2,81	3,77
24	2,06	2,80	3,75
25	2,06	2,79	3,73
26	2,06	2,78	3,71
27	2,05	2,77	3,69
28	2,05	2,76	3,67
29	2,05	2,76	3,66
30	2,04	2,75	3,65
40	2,02	2,70	3,55
50	2,01	2,68	3,50
60	2,00	2,66	3,46
80	1,99	2,64	3,42
100	1,98	2,63	3,39

Wyżej opisany sposób zastosowania t-kryterium podziału Student'a jest wykorzystywany dla dwóch zbiorów małej liczności. W wypadku eksperymentu z dwoma wielkimi zbiorami można wykorzystać kryterium χ^2.

PORÓWNANIE CZĘSTOŚCI WARTOŚCI ZA POMOCĄ KRYTERIUM χ^2

Jego formuła jest następująca: $\chi^2 = \sum_{k=1}^{m} \frac{(V_k - P_k)^2}{P_k}$ (3)

gdzie:
P_k – częstość rezultatów badania przed eksperymentem;
V_k – częstość rezultatów badań po eksperymencie;
m – ogólna liczba grup, na które są podzielone rezultaty badań.

Dla dwóch dużych zbiorów można wykorzystać również metodę porównywania wyjątków normalnie podzielonych zbiorów. Tę metodę najlepiej wykorzystywać w wypadkach, kiedy eksperyment ma na celu sprawdzenie hipotezy następującej treści: nowy program (nowa metodyka) zapewnia jednakowo pomyślne przyswajanie wiedzy przez uczniów z różnymi zdolnościami, podczas gdy inny program (inna metodyka) nie posiada takich właściwości. Test wiarygodności tak sformułowanej hipotezy udowadnia, że indywidualna luka ocen uczniów, którzy uczą się według pierwszego programu jest większa (mniejsza), niż indywidualna luka ocen uczniów, którzy uczą się według drugiego programu (drugiej metodyki).

PORÓWNANIE DYSPERSJI NORMALNIE PODZIELONYCH ZBIOROWISK WEDŁUG KRYTERIUM FISHER'A

Jego formuła jest następująca:

$$F(n_1\text{-}1, n_2\text{-}1) = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2} \quad (4),$$

gdzie:
n_1 – liczba wartości w pierwszym zbiorze,
n_2 – liczba wartości w drugim zbiorze,
(n_1-1, n_2-1) – liczba stopni swobody,
$m_1 = n_1 – 1$; $m_2 = n_2 – 1$,
σ_1^2 – dyspersja pierwszego zbioru,
σ_2^2 – dyspersja drugiego zbioru.

Istota tej metody polega na tym, że wyliczone przy pomocy formuły (4) znaczenie F–kryterium porównuje się z tym, które znajduje się w tabeli (patrz. tab. 3) i jeśli ono przewyższa to, które jest w tabeli możliwością pomyłki i zadanej liczby stopnia swobody, to na tej podstawie wnioskujemy, że hipoteza na temat różnicy dyspersji zbiorów się potwierdza. A kiedy dyspersje są jednakowe, hipotezę należy odrzucić.

Tabela 3. Krańcowe wartości F-kryterium dla możliwości popełnienia pomyłki 0,05 i liczby stopni swobody m_1 i m_2

m_2 \ m_1	3	4	5	6	8	12	16	**24**	50
3	9,28	9,91	9,01	8,94	8,84	8,74	8,69	8,64	8,58
4	6,59	6,39	6,26	6,16	6,04	5,91	5,84	5,77	5,70
5	5,41	5,19	5,05	4,95	4,82	4,68	4,60	4,58	4,44
6	4,76	4,53	4,39	4,28	4,15	4,00	3,92	3,84	3,75
8	4,07	3,84	3,69	3,58	3,44	3,28	3,20	3,12	3,03
12	3,49	3,26	3,11	3,00	2,85	2,69	2,60	2,50	2,40
16	3,24	3,0	2,85	2,74	2,59	2,42	2,33	2,24	2,13
24	3,01	2,78	2,62	2,51	2,36	2,18	2,09	**1,98**	1,86
50	2,79	2,56	2,40	2,29	2,13	1,95	1,85	1,74	1,60

Jeśli podczas liczenia F-kryterium według formuły (4) otrzymamy $\frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2}$ <1, wtedy trzeba zamienić miejscami pierwszy i drugi człon i znów znaleźć znaczenie tego kryterium. Trzeba zaznaczyć, że tabela 4 dla krańcowych wartości F-kryterium jest przedstawiona w skrócie – jest to wystarczające dla przykładu stosowania F-kryterium w badaniach pedagogicznych. Jej pełny wariant można znaleźć w podręcznikach do statystyki matematycznej.

Rozpatrzymy następujący przykład (realizacja wariantu A). W klasie, gdzie jest przeprowadzany eksperyment, jest 25 uczniów, w kontrolnej klasie jest również 25 uczniów. Klasa, w której jest przeprowadzany eksperyment, nie podlega zamierzonym wpływom, przyswaja ona temat według nowej metody, a klasa kontrolna według metody tradycyjnej. Według rezultatów testów na temat poziomu osiągnięć uczniów wyznaczone są dwa zbiory dla eksperymentalnej klasy (5) i dla klasy kontrolnej (6).

Ocena w stopniach:	11	8	6	3	
Częstość:	7	12	5	1	(5)

Zbiór (5) trzeba rozumieć następująco: z 24 respondentów 7 uczniów otrzymało 11 stopni, 12 uczniów – 8 stopni, 5 uczniów – 6 stopni, 1 uczeń – 3 stopnie. Dlatego mamy następujący ciąg wariantów:

3, 6,6,6,6,6, 8,8,8,8,8,8,8,8,8,8,8,8, 11,11,11,11,11,11,11

Ten ciąg jest normalnym podziałem wtedy, kiedy: modalna jest równa 8, mediana $x_{13} = 8$ (ponieważ ciąg ma w sobie nieparzystą liczbę znaczeń) i średnia:

$$\bar{x}_1 = \frac{1}{25}\sum_{k=1}^{25} x_k \cdot f_k = \frac{1}{25}(3\cdot 1 + 6\cdot 5 + 8\cdot 12 + 11\cdot 7) = \frac{1}{25}(3 + 30 + 96 + 77)$$

$$= \frac{1}{25}\cdot 206 = 8{,}24$$

więc: 8,24≈8=8.

Dla klasy kontrolnej:

Ocena w stopniach:	11	8	6	3	
Częstość:	3	9	10	3	(6)

Ten ciąg też jest normalnym podziałem, ponieważ:
modalna jest równa 6,
mediana: $x_{13} = 6$
i średnia:

$$\bar{x}_2 = \frac{1}{25}\sum_{k=1}^{25} x_k \cdot f_k = \frac{1}{25}(3\cdot 3 + 6\cdot 10 + 8\cdot 9 + 11\cdot 3) = \frac{1}{25}(9 + 60 + 72 + 33)$$

$$= \frac{1}{25}\cdot 174 = 6{,}96$$

Zatem 6,96 ≈ 6 = 6 – jest to warunek normalnego podziału.

Jeśli porównywać zbiory (5) i (6), to można zauważyć, że wprowadzanie nowej metody zwiększyło liczbę uczniów ze stopniem 11, a także liczbę uczniów, którzy mają stopień 8 i zmniejszyło liczbę uczniów, którzy mają 6 (z 10 do 5) i liczbę uczniów, którzy mają 3 (z 3 do 1). Czy można wnioskować o wiarygodności wprowadzonej metodyki? Żeby odpowiedzieć na to pytanie policzymy dyspersje normalnie podzielonych zbiorów (5) i (6).

$$\sigma_1^2 = \frac{1}{25}\sum_{k=1}^{4}(x_{k_1} - \bar{x}_1)^2 = \frac{1}{25}((3\text{-}8{,}24)^2\cdot 1 + (6\text{-}8{,}24)^2\cdot 5 + (8\text{-}8{,}24)^2\cdot 12 + (11\text{-}8{,}24)^2\cdot 7) = \frac{1}{25}((-5{,}24)^2\cdot 1 + (-2{,}24)^2\cdot 5 + (0{,}24)^2\cdot 12 + (2{,}76)^2\cdot 7) = \frac{1}{25}(27{,}46+25{,}09+ +0{,}69+53{,}32) = \frac{1}{25}\cdot 106{,}56 = 4{,}26$$

$$\sigma_2^2 = \frac{1}{25}\sum_{k=1}^{4}(x_k - \bar{x}_2)^2 = \frac{1}{25}((3\text{-}6{,}96)^2\cdot 3 + (6\text{-}6{,}96)^2\cdot 10 + (8\text{-}6{,}96)^2\cdot 9 + (11\text{-}6{,}96)^2\cdot 3) = \frac{1}{25}((-3{,}96)^2\cdot 3 + (-0{,}96)^2\cdot 10 + (1{,}04)^2\cdot 9 + (4{,}04)^2\cdot 3) = \frac{1}{25}(47{,}04 +9{,}22+ +9{,}73+48{,}96) = \frac{1}{25}\cdot 113{,}95 = 4{,}54.$$

Ponieważ $\sigma_2^2 > \sigma_1^2$, to znajdziemy znaczenie F-kryterium według formuły:

$$F = \frac{\sigma_2^2}{\sigma_1^2} = \frac{4{,}54}{4{,}26} \approx 1{,}07$$

Według tabeli 3 możliwość dopuszczenia pomyłki α = 0,05 i zadanej liczby stopni swobody m_1=m_2=24, gdzie m_1=m_2= 25–1 = 24, znajdziemy F_t =1,98. Ponieważ 1,07<1,98 (F_e< F_t), to rozbieżność w dyspersjach podziału nie istnieje i wygłoszona hipoteza na temat wiarygodności wprowadzonej metodyki może być odrzucona z wiarygodnością do 95%.

Dla tych dwóch zbiorów niewielkiej pojemności z normalnym podziałem zbiorów można zastosować kryterium Snedeckor'a. Szczegółowo o tym mówi artykuł P. Wołowika [Воловик П.М., 1969].

LITERATURA

Білоусова Л.І., Колгатін О.Г., Колгатіна Л.С. [2006], *Інформаційні технології математичної обробки статистичних даних /Інформаційні технології в освіті*: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (24-26 травня 2006р.). –Мелітополь: МДПУ.

Воловик П.М. [2003], *Педагогічна технологія оцінювання ефективності нових методів (методик) навчання //Педагогічний процес: теорія і практика*. Зб. наук. пр. –К.: ЕКМО, №1.

Воловик П.М. [2002], *Проблеми порівняння результатів педагогічних експериментів //Неперервна професійна освіта: теорія і практика*, Випуск 1(5).

Воловик П.М. [1969], *Теорія імовірностей і математична статистика в педагогіці*. –К.

Журавлев В.И. [1988], *Обработка и интерпретация научных данных в педагогическом исследовании //Введение в научное исследование по педагогике*: Учеб. пособие для студентов пед. ин-тов /Ю.К. Бабанский, В.И. Журавлев, В.К. Розов и др.; Под ред. В.И. Жеравлева. –М.: Просвещение.

Нодельман В.С. [1981], *Математика в помощь педагогу: Метод. Рекомендации для студентов педагогического института*. –Куйбышев.

Streszczenie

Celem niniejszego artykułu jest zwrócenie uwagi studentów pedagogiki, szczególnie kierunków pozamatematycznych i badaczy w dziedzinie pedagogiki na znaczenie metod parametrycznych dla oceny efektywności nowych metod edukacji i wychowania. Zaprezentowano szczegółowy opis podstawowych pojęć oraz podano przykłady technik statystycznej analizy danych empirycznych w badaniach pedagogicznych.

Using Mathematical Methods for Quantitative Calculations of Data in Students Pedagogical Research Papers

Summary

The article attempts to attract the attention of students, MAS and scientific supervisors to the necessity of using mathematical methods for evaluating the results of the experiment in their pedagogical investigations. It also shows possible ways of using it by those who are specialist in mathematics.