

РОЗДІЛ І. ПРОБЛЕМИ ЗАГАЛЬНОЇ ПЕДАГОГІКИ

УДК 377:519.22/25]:001.891

Ірина Бойчук

Житомирський базовий фармацевтичний фаховий коледж
Житомирської обласної ради
ORCID ID 0000-0002-8161-0646

Віра Болух

Житомирський базовий фармацевтичний фаховий коледж
Житомирської обласної ради
ORCID ID 0000-0002-8167-1732

Оксана Мельник

Житомирський базовий фармацевтичний фаховий коледж
Житомирської обласної ради
ORCID ID 0000-0001-8804-4312

DOI 10.24139/2312-5993/2021.01/003-016

СТАТИСТИЧНА ОБРОБКА ДАНИХ ПЕДАГОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ МЕТОДОМ ФАКТОРНОГО АНАЛІЗУ ТА ІНТЕРПРЕТАЦІЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

У статті обґрунтовано сутність та прикладне значення в педагогічних дослідженнях багатовимірного методу обробки статистичних даних – факторного аналізу. Наведено коротку історичну довідку про впровадження цього методу в гуманітарні науки, зокрема, педагогіку, подано класифікацію за рівнями; розглянуто математичну сутність факторного аналізу; основні етапи та особливості його проведення. Детально описано приклад застосування факторного аналізу за визначеними етапами для виявлення педагогічних умов професійної підготовки майбутніх фармацевтів. Доведено ефективність використання факторного аналізу для визначення педагогічних умов професійного становлення майбутніх фармацевтів. Перспективи наших досліджень полягають у подальшому аналізі та використанні інших математичних методів для доведення ефективності під час побудови педагогічних моделей.

Ключові слова: математично-статистичні методи, факторний аналіз, педагогічні дослідження, умови професійної підготовки майбутніх фармацевтів.

Постановка проблеми. Пошук та створення ефективних моделей підготовки компетентних, професійно мобільних фахівців вимагає від науковців-педагогів проведення глибоких обґрунтованих досліджень із використанням найбільш достовірних методів обробки фактичного матеріалу. Експериментальна перевірка висунутої гіпотези матиме переконливі об'єктивні характеристики за умови застосування математично-статистичних методів обробки експериментальних даних. Такі методи є апаратом кількісної інтерпретації якісних характеристик, які використовуються для опрацювання даних, діагностики та прогнозування педагогічного процесу, визначення оптимальних умов його управління,

відкриття нових педагогічних явищ. Застосування математичних методів у педагогічних дослідженнях підвищує їх якість та наукову і прикладну цінність.

У сучасній педагогічній науці спостерігається тенденція посилення її математизації, саме тому експериментальні дослідження супроводжуються різноманітними статистичними характеристиками. Насамперед, це застосування критеріїв для статистичного оцінювання та перевірки статистичних гіпотез (найбільш поширені – критерії Пірсона, Фішера, Стьюдента); застосування методів статистики (розрахунки частот, середніх величин, групування даних, шкалювання, графічна та діаграмна інтерпретація даних тощо). Зазначимо, що складні математично-статистичні методи аналізу (регресійний, дисперсійний, дискримінантний, кореляційний) застосовуються досить рідко. Ми погоджуємося з думкою О. Бондар (Бондар, 2017, с. 18), що науковцям-гуманітаріям досить важко опанувати методи математичної статистики, більшість яких реалізуються за допомогою інформаційних прикладних програм, часто англійських, які є ліцензованими і тому ще й дорогі. Проте досить широкої популярності останнім часом набуває пакет прикладних програм обробки статистичних даних STATISTICA, за допомогою якого зручно проводити факторний аналіз.

Факторний аналіз, на нашу думку, є доцільним, ефективним, із досить високим ступенем об'єктивності емпіричним прогностичним математично-статистичним методом (Шроль, 2011, с. 348). На процеси формування майбутніх фахівців різних виробничих та невиробничих сфер у закладах освіти впливають безліч факторів, серед яких можуть бути й випадкові та непередбачувані, діагностувати які буває дуже складно. Саме факторний аналіз надає можливість виділити та дослідити такі умови (чинники, причини) об'єктивними методами й надати результатам більшої вірогідності, структурованості, науковості.

Аналіз актуальних досліджень. Методологічні основи та доцільність використання математичних і статистичних методів аналізу впродовж обробки результатів педагогічних досліджень обґрунтовано у працях В. Беспалько, О. Бондар, Л. Вяткіної, В. Ільїної, О. Кравчук, Н. Кузьміної, В. Малихіної, М. Махмутової, М. Семенюти, Н. Тализіної, І. Хомюк, Т. Шроль. Сутність та особливості використання методу факторного аналізу викладені у працях Н. Бурєєвої, П. Воловика, С. Герасименко, В. Руденка, С. Тищенка. Аналіз наукової літератури засвідчив, що факторний аналіз достатньо розроблений та застосовний для аналізу економічних досліджень (І. Венецький, Р. Завадяк, О. Загородна, А. Кваско, В. Костюк, В. Серединська, Р. Федорович та інші) та фінансово-господарської діяльності (М. Загреба,

В. Ковальов, О. Лігоненко, О. Мельник, І. Посохов, О. Роїк); використовується у психологічних дослідженнях (В. Климчук, О. Мітіна, І. Михайлівська, Г. Суходольський, Р. Тугушев), у соціології (О. Добриніна, В. Любімов, В. Максименко, А. Орлов, Г. Петришин, Н. Харченко). Зростає актуальність факторного аналізу і в педагогічних дослідженнях (О. Адаменко, С. Архіпова, О. Дубасенюк, А. Греков, Т. Лясота, Н. Кузьміна, Є. Мамчур, Л. Панченко, І. Самокіш, А. Федоров, В. Щирба). Проте особливості застосування факторного аналізу для обробки масиву даних у педагогіці є недостатньо дослідженими, конкретних прикладів його значущості в науковій літературі наведено недостатньо.

Метою статті є обґрунтування факторного аналізу як багатовимірного статистичного методу обробки даних педагогічних досліджень та демонстрація його застосування для визначення педагогічних умов професійної підготовки майбутніх фармацевтів.

Методи дослідження: аналіз, синтез, узагальнення, групування, анкетування, факторний аналіз, графічна інтерпретація даних.

Виклад основного матеріалу. Теоретичні основи факторного аналізу та його реалізація за допомогою програмного продукту STATISTICA доступно представлені в навчально-методичному матеріалі Н. Бурєєвої (Бурєєва, 2007).

У загальному розумінні факторний аналіз являє собою сукупність моделей та методів, необхідних для виявлення, побудови та аналізу внутрішніх факторів за інформацією про їх так звані «зовнішні» прояви. На практиці зручніше тлумачити факторний аналіз як сукупність методів виявлення гіпотетичних факторів, мета яких полягає в поясненні кореляційної матриці кількісних змінних, які отримані експериментально.

Під факторами розуміють невимірні, приховані (латентні) змінні, які тим чи іншим способом пов'язані з вимірними (кількісними) характеристиками – проявами цих факторів. Головна ідея факторного аналізу полягає в тому, що існує сукупність величин, які заздалегідь невідомі досліднику, але які впливають на появу різних співвідношень між певними змінними. Тобто структуру зв'язку між p ознаками (змінними), які дослідник аналізує, може бути обґрунтовано тим, що всі ці змінні залежать (лінійно або якимось по-іншому) від меншої кількості інших, безпосередньо невимірних факторів f_i , де $1 \leq i \leq k$, $k < p$. Такі невимірні фактори називають загальними. Цю взаємозалежність прийнято тлумачити як основу взаємозв'язку між змінними, що досліджуються.

Основоположником факторного аналізу вважають англійського дослідника, географа, антрополога, психолога та статистика, засновника диференціальної психології та психометрики Френсіса Гальтона, одним із основних здобутків якого стало впровадження в психологію основних методів та законів статистики, серед яких загальноприйняті способи обчислення кореляції (взаємозв'язку) між досліджуваними змінними. У статті авторського колективу на чолі з Т. Онищенко (Оніщенко, 2011, с. 66) зазначається: «... Ф. Гальтон «озброїв» психологію прийомами варіаційної статистики й обчисленням кореляції між змінними. Цей метод, удосконалений Пірсоном та іншими послідовниками Ф. Гальтона, вніс у психологічну науку цінні математичні методики, унаслідок виконання яких виник факторний аналіз...».

Протягом першої половини ХХ ст. над ідеями використання та вдосконалення факторного аналізу працювали психологи Спірмен, Терстон, Кетелл і Хотелінг. Починаючи з 50-х років, факторний аналіз, окрім психології, почав широко використовуватися в соціології та інших областях дослідження. Очевидно, що він привернув увагу й відомих фахівців математичної статистики, таких як Кеңделл, Бартлет, Лоулі, які активно почали вивчати та досліджувати математичне підґрунтя даного методу. На сьогодні факторний аналіз – це чітко і логічно розроблена математична теорія.

Використання факторного аналізу потребує від дослідника ґрунтовних знань із лінійної алгебри (особливо, з питань побудови матриць та їх алгебраїчних перетворень), математичного аналізу, математичної статистики і теорії ймовірностей.

Розрізняють два рівня факторного аналізу (Буреєва, 2007):

- експлораторний, коли не відомо ні кількість чинників, ні структура зв'язку;
- конфірматорний, під час якого здійснюється перевірка гіпотези про вплив факторів.

Побудова більшості моделей базується на принципі некорельованості загальних факторів. При цьому в загальному випадку не постулюється можливість однозначного відновлення значень кожної зі спостережуваних ознак за відповідним значенням загальних факторів f_i ($1 \leq i \leq k$, $k < p$): допускається, що будь-яка з вихідних ознак залежить також і від деякої своєї специфічної залишкової випадкової компоненти – характерного фактору, який і обумовлює статистичний характер зв'язку між ознакою з одного боку і сукупністю факторів f_i з іншого. Зауважимо, що остаточною завданням статистичного дослідження, що здійснюється з використанням факторного аналізу, є

виявлення та інтерпретація загальних латентних факторів із одночасним бажанням мінімізувати їх число та степінь залежності ознак, що досліджуються, від своїх характерних факторів.

Загалом, доцільно вважати, що факторний аналіз був проведений успішно, якщо велику кількість змінних вдалося пояснити малою кількістю факторів. У статті В. Климчука (Климчук, 2006) стверджується, що для психології використання факторного аналізу відбувається у чотирьох напрямках: зменшення кількості змінних (редукція даних); групування, класифікація та компактна візуалізація даних; пошук прихованих змінних; генерація нових ідей. Очевидно, що для педагогічних досліджень ці напрями використання факторного аналізу також будуть актуальними. Окремо звернемо увагу на цілі факторного аналізу – окрім скорочення кількості змінних, важливим для дослідника залишається визначення типу взаємозв'язку між цими змінними (функціонального, кореляційного тощо), а також непряме оцінювання тих ознак, які не підлягають безпосередньому вимірюванню.

Зауважимо, що факторний аналіз як метод статистичного дослідження, містить такі основні етапи (Буреева, 2007):

1. Формування цілей дослідження (дослідницької; прикладної).
2. Вибір сукупності ознак та об'єктів.
3. Побудова вихідної факторної структури.
4. Внесення коректив до вихідної факторної структури в залежності від цілей дослідження.
5. Виявлення факторів другого порядку (більш загальні і змістовні категорії досліджуваного явища).
6. Інтерпретація та використання результатів.

Про особливості підготовки даних для проведення факторного аналізу акцентує увагу науковець В. Климчук (Климчук, 2006).

На практиці проведення факторного аналізу ґрунтується на здійсненні класифікації об'єктів дослідження за допомогою численних обчислювальних процедур. У результаті цього утворюються «факторні групи» або типові групи дуже схожих між собою об'єктів. На відміну від інших методів, цей вид аналізу дає можливість класифікувати об'єкти за однією ознакою. Громіздкі та досить складні розрахунки значно спрощуються з використання спеціальних статистичних програм, таких як STATIST1CA. На першому кроці процедури факторного аналізу визначається кореляційна матриця, де по кожному фактору визначаються кореляційні коефіцієнти між ними. Далі власні значення сортуються в порядку

зменшення, для чого відбирається стільки типових груп, скільки є власних значень змінних, більших за одиницю. На останньому кроці будується факторне навантаження з кожної типової групи, що виступає коефіцієнтами кореляції між даними змінними, прокладеними в основу групування та вибраними факторами (Мельник, 2017).

Дослідження чинників (факторів) навчання, тобто тих причин, які зумовлюють перебіг і результати дидактичного процесу, було й залишається вирішальним завданням педагогічної теорії. Продемонструємо важливість використання факторного аналізу для педагогічних досліджень виявлення педагогічних умов професійної підготовки майбутніх фармацевтів на прикладі наукових доробок І. Бойчук (Бойчук, 2010).

Для визначення умов, які є вирішальними в якійсь професійній підготовці фармацевта, на першому етапі дослідження було проведено опитування викладачів фармацевтичного коледжу та фармацевтичних відділень, у тому числі заступників директорів, директорів коледжів, фахівців фармацевтичної галузі (усього 116 осіб). Заздалегідь було запропоновано 48 чинників, які визначають специфіку професійної підготовки й можуть активізувати потреби, зусилля для одержання якісної професійної підготовки.

Для прогнозування навчального процесу й наукового керування ним важливим є питання про ієрархію (співвідношення) факторів навчання, розв'язуючи його, треба встановити, які з факторів навчання мають найбільший вплив і на які передусім треба звертати увагу.

На другому етапі дослідження респонденти провели експертну оцінку відібраних чинників за дванадцятибальною шкалою.

Для обробки результатів проведеного анкетування було використано пакет прикладних статистичних програм STATISTICA (Бурєєва, 2007).

Зауважимо також, що важливим у факторному аналізі є рішення про кількість виділених факторів. У модулі програми STATISTICA автоматично включений критерій Кайзера. Він полягає в тому, що відбираються лише фактори, власні значення яких більше одиниці. Як бачимо, програма автоматично виділила 12 факторів (табл. 1).

Таблиця 1

Власні значення факторів

№	Дисперсія	% від загальної дисперсії	Накопичена дисперсія	Накопичений % від загальної дисперсії
1	8,237185	17,16080	8,23718	17,16080
2	5,530894	11,52270	13,76808	28,68350
3	4,652696	9,69312	18,42077	38,37661
4	2,937933	6,12069	21,35871	44,49731
5	2,621886	5,46226	23,98059	49,95957

Продовження Таблиці 1

6	2,536113	5,28357	26,51671	55,24314
7	2,100247	4,37551	28,61695	59,61865
8	1,797446	3,74468	30,41440	63,36333
9	1,786632	3,72215	32,20103	67,08548
10	1,608026	3,35005	33,80906	70,43554
11	1,214074	2,52932	35,02313	72,96486
12	1,098247	2,28801	36,12138	75,25287

Програма також дає можливість застосувати графічний критерій, уперше описаний Р. Б. Кеттелом. На графіку (рис. 1) в порядку спадання зображують власні значення кожного виділеного фактору.

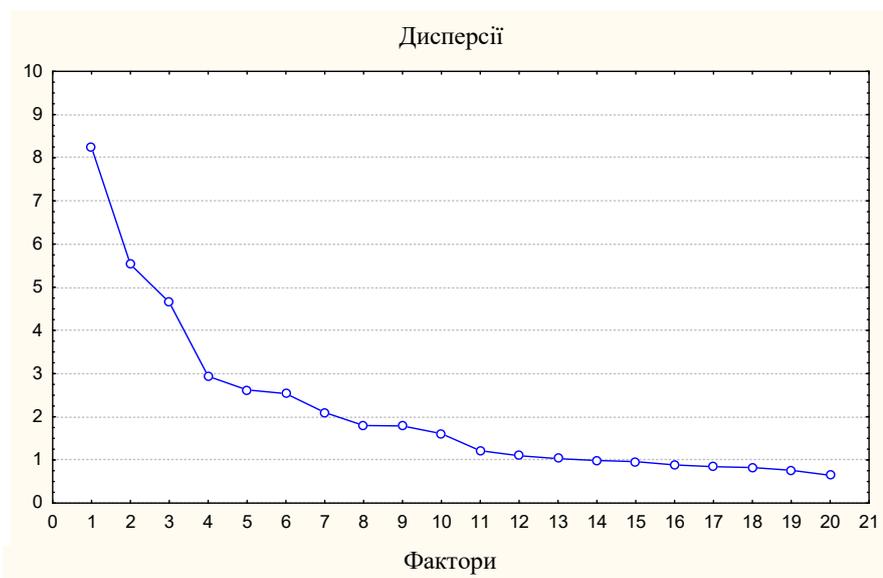


Рис.1. Графік власних значень виділених факторів

Р. Кеттел запропонував знайти таке місце на графіку, де зменшення власних значень зліва направо максимально сповільнюється. Відповідно до цього критерію варто залишити два фактори.

Проведений факторний аналіз дав можливість виявити низку узагальнених факторів (залишимо 12). Інтерпретація факторів полягала у вивченні розподілу факторних навантажень (це коефіцієнти кореляції кожної з аналізованих змінних із кожним з виділених факторів). Розглядалися найбільш високі факторні навантаження – $r = 0,48$ з абсолютною похибкою $\alpha = 0,01$. Чим тісніший зв'язок змінної з фактором, тим більшим є факторне навантаження. Позитивний знак факторного навантаження вказує на прямий зв'язок змінної з фактором, негативний – на обернений. Наведемо для наочності таблицю факторних навантажень (табл. 2). З цієї таблиці видно, що, по суті, маємо 4 інтегрованих фактори та 8 однойменних з педагогічними умовами.

Факторні навантаження

	Factor											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0,02699	0,75383	0,00326	-0,1042	0,20482	-0,0677	0,02557	0,05445	0,00029	0,14577	0,29783	-0,0129
2	-0,0174	0,72536	-0,1325	-0,0287	0,24284	0,11159	-0,0508	0,01348	0,24367	0,10286	0,04789	0,35635
3	-0,2227	0,59822	-0,1411	-0,0158	-0,0381	-0,1409	-0,1873	-0,0182	-0,4225	0,22168	0,06025	0,12448
4	-0,2479	0,48346	-0,0493	-0,0314	0,3333	0,26128	-0,0498	-0,1279	-0,3112	0,24153	0,16509	-0,1624
5	0,13335	0,72852	-0,0273	-0,0502	0,06158	-0,0632	-0,2365	-0,2085	-0,152	-0,1001	-0,2918	-0,0362
6	-0,0903	0,72108	-0,0726	0,00902	-0,108	0,09376	0,05926	0,06841	-0,0918	-0,2841	0,0055	0,18664
7	-0,1006	0,62543	0,43067	-0,1128	-0,2095	0,00329	0,04213	0,03739	0,10446	-0,2842	-0,1561	-0,0221
8	0,0761	0,75029	0,01116	0,00547	0,06946	0,00923	0,03397	-0,2293	0,07749	0,01496	0,31669	-0,1597
9	-0,1156	0,71366	0,29643	0,13956	-0,2776	-0,0981	0,00782	0,05995	0,13225	-0,1212	-0,1466	-0,0524
10	0,11897	0,68556	0,07996	-0,0838	-0,0341	-0,1369	0,17006	0,05358	-0,0028	0,05185	-0,2559	-0,2686
11	0,06748	0,11706	0,01472	-0,0152	0,00194	-0,8277	-0,1308	0,00227	0,06296	-0,1504	0,05142	0,16228
12	0,21001	0,15431	0,33536	-0,3777	0,45634	0,01371	0,13843	0,1733	0,15146	-0,119	0,00557	0,26419
13	0,07607	0,05014	0,12622	-0,2722	0,16114	0,05845	0,09721	0,4125	-0,684	-0,1264	-0,0825	0,16091
14	-0,1735	0,02703	0,02431	0,06181	0,79102	0,06672	-0,0415	-0,0507	-0,2052	-0,1214	0,1075	0,01773
15	0,05259	0,07449	0,20125	-0,1923	0,43355	0,50719	-0,0057	0,04141	-0,0372	-0,4671	-0,1288	0,02888
16	-0,121	0,01184	0,1367	-0,0768	0,15627	-0,1246	0,00451	-0,0454	0,04595	-0,7519	0,36036	-0,1404
17	-0,0347	0,20579	0,62881	-0,1677	-0,2118	0,28136	0,11237	0,11225	0,06337	-0,2623	0,08728	-0,1505
18	0,06082	0,02938	0,19096	0,01482	0,02656	-0,0512	0,11942	-0,0329	-0,0409	-0,1695	0,87375	0,07885
19	0,03033	0,14106	0,44019	0,25248	-0,0402	0,44903	0,09698	0,15113	0,1981	-0,3471	0,23901	-0,133
20	-0,2745	-0,1048	0,76713	-0,0414	0,07541	-0,0288	0,21117	0,08091	-0,039	0,02211	0,13267	-0,0102
21	-0,0336	0,0938	0,60776	-0,1372	0,33595	-0,1738	-0,1152	0,05599	0,01178	-0,1283	0,18197	0,3651
22	0,05309	-0,0572	0,05139	0,17875	-0,0672	-0,1197	0,50025	0,502	0,23909	-0,2216	0,02391	0,01412

23	0,12574	-0,0311	0,09186	-0,0345	0,12534	0,04113	0,06243	0,81653	-0,0074	0,00107	-0,0294	0,17771
24	0,02726	-0,0171	0,12345	-0,0481	0,01601	-0,0875	0,38035	0,69487	-0,1902	0,0307	-0,1736	0,02796
25	-0,065	-0,0158	-0,1103	0,42649	0,525	-0,0872	0,39	0,19551	0,08596	0,01544	-0,2947	0,07928
26	0,01308	-0,1082	-0,3042	-0,0828	0,25807	0,44055	0,45269	0,41237	0,05758	-0,1165	-0,1348	0,10022
27	0,23068	-0,0409	-0,0356	0,14902	0,26234	-0,1476	0,64054	-0,0272	-0,0224	-0,2862	0,14417	0,33037
28	0,09677	0,13017	0,22204	-0,2879	0,03067	0,1865	0,75624	0,08867	0,13758	0,18231	-0,011	0,00193
29	-0,0274	-0,1173	-0,0508	0,19474	-0,0434	-0,1148	0,68372	0,02075	-0,16	0,00283	0,43676	0,25416
30	0,09362	0,0205	0,00991	0,13014	-0,12	0,36324	0,73733	0,06267	-0,1426	-0,1338	-0,0803	0,22824
31	0,13166	-0,1006	0,45612	0,00365	0,00379	0,0326	0,64942	-0,0219	0,093	0,22031	0,14106	0,21257
32	0,18666	-0,0789	0,16883	-0,053	0,02812	-0,1042	0,31678	0,0325	0,00874	0,02347	0,07669	0,79668
33	0,43807	0,09132	0,10589	0,063	-0,1022	0,08731	0,22386	0,22891	-0,259	-0,0509	-0,0039	0,58783
34	0,35448	0,14398	-0,1857	0,27536	0,18637	-0,152	0,27532	0,0898	0,00142	-0,0317	-0,0222	0,61188
35	0,32999	-0,0252	-0,1293	0,21862	0,04239	-0,033	0,16374	0,11952	0,04297	0,32301	0,0533	0,66386
36	0,72613	-0,1355	0,0156	0,10512	0,03558	-0,0753	0,12563	0,13313	0,04972	0,04512	-0,0817	0,34052
37	0,64826	-0,0514	0,1179	0,15855	-0,0913	-0,0393	0,00927	0,17124	-0,081	0,34424	0,08955	0,35512
38	0,73192	0,11361	-0,1451	0,05338	-0,0935	0,12323	0,2262	0,05942	0,019	0,01501	-0,0712	0,27108
39	0,70789	0,00018	-0,0308	0,30451	0,01843	-0,0905	0,15924	0,00242	0,05899	0,12072	0,06336	0,23506
40	0,03616	-0,1607	-0,1874	0,02629	0,08381	0,01833	-0,0328	-0,1504	-0,7069	0,13704	0,15449	-0,1192
41	0,80645	-0,1101	-0,1319	0,25699	-0,0794	0,12236	-0,0045	-0,0381	0,00947	-0,0987	0,03309	-0,0366
42	0,66506	0,10372	-0,0866	0,37524	0,01907	-0,1844	-0,127	0,05149	-0,1377	-0,0304	0,09791	-0,036
43	0,3995	0,03949	-0,0247	0,79834	-0,0255	-0,2027	0,03727	-0,0357	-0,044	-0,1345	0,07058	-0,0462
44	0,20239	-0,0848	-0,0871	0,77123	0,07977	0,04198	0,08279	-0,0605	0,03568	0,03635	0,08469	-0,0582
45	0,07952	-0,1023	0,00228	-0,0453	-0,2362	0,12605	-0,3185	0,68403	0,02052	0,13037	0,17819	-0,013
46	0,19677	-0,133	-0,0123	0,66894	-0,0534	0,30735	-0,075	0,01972	0,1055	0,19651	-0,2179	0,31363
47	0,3412	-0,0248	-0,0941	0,66528	-0,0001	0,00369	0,05807	0,02522	0,17557	0,22015	0,03809	0,30475
48	0,18494	0,01633	0,17464	0,50778	0,10871	0,32967	0,00184	-0,2464	0,09787	-0,025	-0,0092	0,18466

Важливим етапом проведеного факторного аналізу є виявлення факторів другого порядку, інтерпретація отриманих результатів та їх прикладне використання. Проаналізуємо отримані дані.

Загальна інформативність 12 виділених факторів становить 75,5 %. Це непогані дані. Опишемо кожний фактор.

Інформативність першого фактора – 17,2 %, має всі позитивні достовірно значущі навантаження. До нього увійшли такі змінні: сімейні традиції (0,726); потреба в одержанні вищої освіти (0,731); усвідомлення соціальної значущості майбутньої професії (0,708); престиж закладу освіти (0,806). Виділений фактор назвемо *фактором мотивації навчальної діяльності*. Зміст даного фактору визначається позитивним наповненням щодо обраної професії, вибору конкретного освітнього закладу.

Другий фактор має інформативність 11,5 %. Він містить такі ознаки: особливості організації навчального процесу (0,754); система оцінювання (0,725); періодичність та форми контролю (0,483); функціонування трисуб'єктної взаємодії «коледж-студент-роботодавець» (0,728); розробка та впровадження галузевого стандарту вищої освіти (0,625); наближення структури навчального процесу до структури професійної діяльності (0,750). Оскільки в другий фактор увійшли характеристики, які описують систему організації навчального процесу, то ми назвемо цю групу *фактором особливостей організації навчального процесу*. Даний фактор є досить насиченим. Показники в основному однорідні, містять як організаційні заходи співпраці з роботодавцями, іншими закладами освіти, так і дидактичні умови безпосередньо з організації освітнього процесу.

Третій фактор з інформативністю 9,7 %. Містить змінну відповідного *матеріально-технічного забезпечення* (0,767). Досвід показує, що обладнання лабораторій, кабінетів, необхідних приміщень, технічні засоби навчання забезпечують доступність та якість набуття професійних умінь, що особливо важливо при оволодінні фахом фармацевта.

Інформативність четвертого фактора 6,1 %. Маємо такі змінні: кадровий потенціал закладу освіти (0,798) та система методичної допомоги викладачам (0,771). Цю групу чинників можна назвати *кадрове забезпечення освітнього процесу*. Дослідження показало, що кадровий склад викладачів, який характеризується відповідним рівнем кваліфікаційної категорії, відповідно й досвідом педагогічної діяльності, віком викладачів та наступністю поколінь, система методичної допомоги викладачам, особливо тим, хто не має педагогічної освіти є одним з вирішальних умов професійної підготовки фахівця.

П'ятий фактор з інформативністю 5,5 % містить таку ознаку, як удосконалене *навчально-методичне забезпечення освітнього процесу* (0,791). Дослідження показало, що забезпечення навчальною літературою навчального процесу підготовки фармацевта є досить проблемним, оскільки видається мало підручників та посібників з фахових дисциплін. Чітка система розробки навчально-методичних комплексів забезпечення кожної дисципліни, стимулювання видавничої діяльності викладачів значно можуть підвищити ефективність процесу навчання.

До шостого фактора з інформативністю 5,3 % увійшла ознака, яка йому протиставляється, а саме *психологічна готовність до обраної професії* (-0,137). Це протиставлення можна пояснити тим, що студент може гарно вчитися, тому й підтримує відповідну якість, а про його готовність працювати за обраним фахом можна дізнатись через проведення фахового тестування, професіограм тощо.

Сьомий фактор із інформативністю 4,4 % містить такі змінні: наближення структури навчального процесу до структури професійної діяльності (0,034) та психологічна готовність до обраної професії (0,17). Виділений фактор назвемо *фактором створення професійного середовища*. Дослідження показало, що для більшості студентів створення атмосфери аптеки в лабораторіях під час проведення занять, пред'явлення вимог на навчальних заняттях, система контролю за роботою студента на занятті, які співпадають з вимогами до роботи фармацевта в аптеці, впливають на формування як необхідних знань, умінь та навичок, так і на психологічну сформованість їх як фахівця.

Восьмий фактор біполярний, його інформативність 3,7 %. Містить змінну *ціннісного ставлення до професіоналізму* (0,816). Чітка система відбору та атестації кадрів при прийомі на роботу, можливість самовдосконалюватися сприяє професійному зростанню фахівців.

Дев'ятий фактор з інформативністю 3,7 % містить ознаку, яка йому протиставляється, а саме *система моніторингу фахової підготовки випускників коледжу* (-0,707). Це протиставлення можна пояснити тим, що в процесі проведення конкурсів фахової майстерності, моніторингових досліджень успішності з фахових дисциплін, результати не завжди носять об'єктивний характер, адже в умовах коледжу майбутній фахівець не завжди може проявити самостійно свої набуті професійні якості.

Десятий фактор з інформативністю 3,4 % також містить ознаку, яка йому протиставляється, а саме *ціннісні орієнтації колективу* (-0,467). Це пояснюється тим, що під час навчання власні інтереси студента можуть

бути змінені, або адміністрацією, куратором завдяки включенню в певну діяльність, або завдяки впливу студентського колективу.

Одинадцятий фактор із інформативністю 2,5 % є однойменним з педагогічною умовою *суб'єкт-суб'єктна взаємодія «викладач-студент»* (0,874). Результативна взаємодія викладача і студента, їх взаєморозуміння, взаємосприйняття можуть відігравати вирішальну роль в оволодінні певною дисципліною, психологічному та практичному формуванні фахівця.

Дванадцятий фактор з інформативністю 2,5 % містить *індивідуалізація та диференціація навчання* (0,797). Досвід показує, що застосування саме такого підходу у процесі формування практичних умінь та навичок майбутніх фармацевтів є можливим у зв'язку з особливостями організації навчального процесу (практичні заняття чотиригодинні та кількість студентів у групі 5-7 осіб) та дає можливість враховувати індивідуальні особливості кожного студента як у процесі навчання, так і під час оцінювання та, відповідно, сприяє ефективності навчання.

Остаточно маємо дванадцять факторів, з яких перший, другий, четвертий та сьомий мають складну структуру.

Таким чином, завдяки факторному аналізу було виявлено, що якісна професійна підготовка майбутніх фармацевтів визначається низкою факторів, які ми умовно поділили на дванадцять груп: мотивації навчальної діяльності, організації навчального процесу, матеріально-технічного забезпечення, кадрового забезпечення освітнього процесу, навчально-методичного забезпечення, психологічної готовності до обраної професії, створення професійного середовища, ціннісного ставлення до професіоналізму, соціального походження, ціннісних орієнтацій колективу, суб'єкт-суб'єктної взаємодії «викладач-студент», індивідуалізації та диференціації навчання (Бойчук, 2010).

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Проведене дослідження та інтерпретація отриманих результатів яскраво демонструє значущість та ефективність застосування факторного аналізу для статистичної обробки даних педагогічних досліджень, зокрема виявлення педагогічних умов професійної підготовки майбутніх фармацевтів. Відомо, що в свій час у філософських поглядах неопозитивістів математику вважали «мовою науки», адже завдяки математичним методам результатам дослідження властиві об'єктивність, точність, структурованість, валідність. Очевидно, що горизонти наших досліджень мають продовження в подальшому аналізі та використанні інших математичних методів для

доведення ефективності побудованих моделей підготовки фахівців з високим та достатнім рівнем сформованості професійної компетентності.

ЛІТЕРАТУРА

- Бойчук, І. Д. (2010). *Педагогічні умови професійної підготовки майбутніх фармацевтів у коледжі* (дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04). Житомир (Boichuk, I. D. (2010). *Pedagogical Conditions of Professional Training of Future Pharmacists in College* (PhD thesis). Zhytomyr).
- Бондар, О. П. (2017). Математична статистика як елемент педагогічної технології навчання у вищій школі. *Науковий вісник льотної академії. Серія: Педагогічні науки*, 2, 17-23 (Bondar, O. P. (2017). Mathematical Statistics as an Element of Pedagogical Technology of Higher Education. *Scientific Bulletin of the Flight Academy. Series: Pedagogical Sciences*, 2, 17-23).
- Буреєва, Н. Н. (2007). Многомерный статистический анализ с использованием ППП«STATISTICA». *Учебно-методический материал по программе повышения квалификации «Применение программных средств в научных исследованиях и преподавании математики и механики»*. Нижний Новгород (Bureeva, N. N. (2007). Multidimensional Statistical Analysis Using PPP "STATISTICA". *Educational and methodical material on the program of advanced training "Application of software in scientific researches and teaching of mathematics of mechanics"*. Nizhnii Novgorod).
- Климчук, В.О. (2006). Факторний аналіз: використання у психологічних дослідженнях. *Практична психологія та соціальна робота*, 8, 43-48 (Klymchuk, V.O. (2006). Factor Analysis: Use in Psychological Research. *Practical Psychology and Social Work*, 8, 43-48).
- Мельник, О.Ф. (2017). *Формування професійної компетентності майбутніх техніків-технологів виробництва харчової продукції в процесі вивчення природничих дисциплін* (дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04). Житомир (Melnyk, O.F. (2017). *Formation of Professional Competence of Future Technicians-technologists of Food Production in the Process of Studying Natural Disciplines* (PhD thesis). Zhytomyr).
- Оніщенко, Т.Є. (2011). Про історичні аспекти тестології як однієї зі складових диференціальної психології. *Запорозький медичний журнал*, 13, 66-67 (Onishchenko, T. Ye. (2011). On the Historical Aspects of Testology as one of the Components of Differential Psychology. *Zaporozhye Medical Journal*, 13, 66-67).
- Шроль, Т.С. (2011). Теоретико-методологічні основи застосування математичних методів в педагогічних дослідженнях. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова*, 2, 17-23 (Shrol, T. S. (2011). Theoretical and Methodological Bases of Application of Mathematical Methods in Pedagogical Researches. *Scientific journal of NPU named after M.P. Dragomanov*, 2, 17-23).

РЕЗЮМЕ

Бойчук Ирина, Болух Вера, Мельник Оксана. Статистическая обработка данных педагогических исследований методом факторного анализа и интерпретация полученных результатов.

В статье обоснована сущность и прикладное значение в педагогических исследованиях многомерного метода обработки статистических данных – факторного анализа. Изложена короткая историческая справка о внедрении этого метода в гуманитарные науки, в том числе педагогику; классификацию по уровням; толкование метода математическими категориями; основные этапы и особенности его проведения. Детально описан пример использования факторного анализа для выявления педагогических условий профессиональной подготовки

будущих фармацевтов. Доказана эффективность использования факторного анализа для определения педагогических условий профессионального становления будущих фармацевтов. Перспективы наших исследований заключаются в дальнейшем анализе и использовании других математических методов для доказательства эффективности при построении педагогических моделей.

Ключевые слова: *математическо-статистические методы, факторный анализ, педагогические исследования, условия профессиональной подготовки будущих фармацевтов.*

SUMMARY

Boychuk Iryna, Bolukh Vira, Melnyk Oksana. Statistical Processing of Pedagogical Research Data by a Method of the Factor Analysis and Interpretation of the Received Results.

The essence and applied value in pedagogical research of a multidimensional method of statistical data processing – factor analysis is substantiated in the article. The method is regarded as a set of methods for identifying hypothetical factors, the purpose of which is to explain the correlation matrix of quantitative variables that are obtained experimentally. A brief historical background on the introduction of this method in the humanities, in particular, pedagogy, and classification by levels are given, as well as the mathematical essence of factor analysis, main stages and features of its holding are considered.

The main objectives of factor analysis such as reduction in the number of variables, determination of the type of relationship between these variables (functional, correlation, etc.), as well as indirect evaluation of those features that are not subject to direct measurement are outlined.

Emphasis is placed on the need to apply the method during pedagogical research at the following stages: 1) formation of research goals; 2) the choice of a set of features and objects; 3) construction of the initial factor structure; 4) making adjustments to the original factor structure depending on the objectives of the study; 5) identification of second-order factors (more general and meaningful categories of the studied phenomenon); 6) interpretation and use of results.

An example of the application of factor analysis at certain stages to identify the pedagogical conditions of professional training of future pharmacists is described in detail. The graphic criterion of detection of such conditions is illustrated. According to the results of the study, the most important conditions of professional training of future pharmacists are identified: motivation of educational activity, organization of educational process, material and technical support, staffing of educational process, educational and methodological support, psychological readiness for the chosen profession, creation of professional environment, value-based attitude to professionalism, social origin, value-based orientations of the teaching staff, subject-subject interaction “teacher-student”, individualization and differentiation of education.

Key words: *mathematical and statistical methods, factor analysis, pedagogical research, conditions of professional training of future pharmacists.*