

МОДЕРНІЗАЦІЯ ОСВІТИ

УДК 378.091.2:004

Л. Ф. Панченко

МОДЕЛЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА УНІВЕРСИТЕТУ ЗАСОБАМИ ФАКТОРНОГО АНАЛІЗУ

Сучасні психолого-педагогічні дослідження все більш спрямовуються на вивчення явищ у їх взаємозв'язку і взаємозалежності. Традиційний одновимірний статистичний аналіз вже не відповідає багатоаспектності психолого-педагогічних феноменів, які потребують застосування методів багатовимірного аналізу.

Одним з найпоширеніших методів багатовимірного прикладного аналізу є факторний аналіз [1–4; 6; 12; 14]. Факторний аналіз може використовуватися як метод редукції, скорочення даних без суттєвої втрати інформації щодо досліджуваного явища, а також як метод пошуку прихованої структури даних [6]. Основи факторного аналізу було закладено Ч. Спірменом, Л. Терстоуном, Р. Кеттелом; у сучасній психології використання факторного аналізу пов'язується з іменами засновників психосемантичного напрямку В. Петренка, А. Шмельова [6]. Методичні аспекти використання факторного аналізу розглядаються в роботах В. Бітінаса [3], О. Мітіной [6], А. Наследова [7], Chong Но [15] та ін. На особливостях використання факторного аналізу в педагогічних дослідженнях наголошують в своїх працях О. Адаменко [1], В. Бітінас [2], І. Підласий [10] та ін.

У контексті нашого дослідження нас цікавить використання факторного аналізу з метою побудови та уточнення моделі інформаційно-освітнього середовища університету, яке розглядається в ньому як багатоаспектна відкрита цілісна реальність. Інформаційно-освітнє середовище розглянуто в наукових дослідженнях з педагогіки в таких аспектах: формування інформаційно-освітнього середовища ВНЗ (С. Атанасян, І. Захарова, К. Кречетніков, О. Соколова), інформаційно-освітнє середовище дистанційного навчання (О. Андрєєв, А. Ахаян, В. Яріков), засіб розвитку самостійної роботи студента (О. Зайцева), навчальна техніка в освітньому середовищі закладів середньої й вищої освіти (Ю. Песоцький), готовність учителів до конструювання інформаційно-освітнього середовища предметного навчання (Є. Кулик), окремі сегменти середовища: вишівська бібліотека, предметний сегмент, інформаційно-правовий компонент (Т. Єрбоменко, О. Зиміна, В. Мозолін). Але поза увагою дослідників залишились питання перевірки структури побудованої теоретичної моделі інформаційно-освітнього середовища, зокрема засобами факторного аналізу емпіричних даних.

Мета статті – перевірити структуру побудованої теоретичної моделі інформаційно-освітнього середовища університету засобами факторного аналізу емпіричних даних.

Застосування багатовимірних спостережень в педагогічних дослідженнях отримало широкого визнання на Заході. Навчання основам факторного аналізу як одного з методів багатовимірного спостереження стало складовою фахової підготовки студентів, які спеціалізуються в галузі психолого-педагогічних і соціальних наук [3; 15]. На жаль, у російських і вітчизняних дослідженнях засоби багатовимірного моделювання недостатньо використовуються у психолого-педагогічних наукових роботах.

Відзначимо, що аналіз наукових джерел, опитування й бесіди із студентами та їх науковими керівниками, викладачами показали, що найбільші ускладнення визивають у майбутніх дослідників у різних галузях обираючи адекватного методу збору і кількісної обробки отриманих у ході дослідження даних та інтерпретації результатів. І стосується це не тільки фахівців гуманітаріїв, але й представників природничо-наукових дисциплін. На необхідність розвитку компетенції студентів, майбутніх дослідників у галузі застосування багатовимірних кількісних методів і моделювання наголошують у своїх працях О. Адаменко [1], В. Леонов [5], Д. Новіков [8], Г. Татарова [11].

Так, В. Леонов [5] на основі результатів порівнянь 1540 російських і 392 закордонних статей в журналах з біологічної і медичної тематики зробив висновок про переважно одномірний характер російських наукових досліджень. Дійсно, у роботах російських дослідників у 86% випадках використовуються методи описової статистики і у 58% випадків критерій Стьюдента. Інші методи й критерії використовуються лише в невеличкій частині робіт. Проаналізувавши близько 400 успішно захищених у різних радах та затверджених дисертацій з педагогіки й із біології та медицини Д. Новіков дійшов до аналогічних висновків [8].

Д. Фельдштейн відзначає, що використовувані в педагогіці й психології методи природничих та фізико-математичних наук дозволили значно просунути дослідження людини, відкрити багато нових і значущих залежностей її станів і властивостей, співвіднести поведінкові особливості та індивідуальні характеристики. У той же час він зауважує, що зворотним боком доступності математичних методів „виявляється відсутність у багатьох дисертантів розуміння їх суті. Розрахунки часто виконуються механічно за певними схемами з використанням обмеженого репертуару статистичних засобів. Результати, видані комп'ютером, фетишизуються і приймаються беззастережно навіть у разі їх протиріччя здоровому глузду” [13, с. 3].

У нашому дослідженні інформаційно-освітнє середовище університету розглядається як сукупність взаємопов'язаних складників. Побудована теоретична модель інформаційно-освітнього середовища об'єднує такі складники: *просторово-семантичний* (організація

простору і дизайн інтер'єрів комп'ютерних класів, мультимедійних аудиторій, бібліотеки; топологія і склад університетської мережі; символічний простір); *технологічний* (зміст, методичне забезпечення та організація навчального процесу); *інформаційно-компетентнісний* (інформаційна компетентність та інформаційна культура суб'єктів середовища); *комунікативний* (педагогічне спілкування суб'єктів середовища); *імовірнісний* (ніші та стихії) [9].

Опишемо тепер у послідовності „мета – об'єкт – засоби – процедура – продукт” експертизу компонентів інформаційно-освітнього середовища університету, дані якої потім аналізувалися, зокрема за допомогою факторного аналізу. *Мета* експертизи – визначити оцінки елементів ІОС і пріоритети їх розвитку, виходячи з суб'єктивних думок студентів і викладачів. *Об'єкт* експертизи – компоненти інформаційно-освітнього середовища університету. *Засоби* експертизи – методичний інструментарій для інтерв'ювання, анкетування. *Процедура* експертизи – спостереження, бесіди, анкетування, стандартизоване опитування викладачів і студентів. *Продукт* – результати оцінювання компонентів ІОС викладачами і студентами та побудова на цій основі факторної моделі ІОС.

Для оцінювання компонентів інформаційно-освітнього середовища університету та пріоритетів їхнього розвитку було складено анкету, у якій елементи ІОС оцінювалися за шкалою від 0 до 5 (0 – відсутній, 1 – дуже низький рівень, 2 – низький, 3 – середній, 4 – високий, 5 – дуже високий), а також визначалася важливість розвитку того чи того компонента й можливість його вдосконалення (у шкалі 1 – низький, 2 – середній, 3 – високий).

За допомогою факторного аналізу емпіричних даних, отриманих в результаті опитування викладачів і студентів, ми перевіряли структуру побудованої моделі інформаційно-освітнього середовища університету. Факторний аналіз здійснювався поетапно за такою схемою (рис. 1).

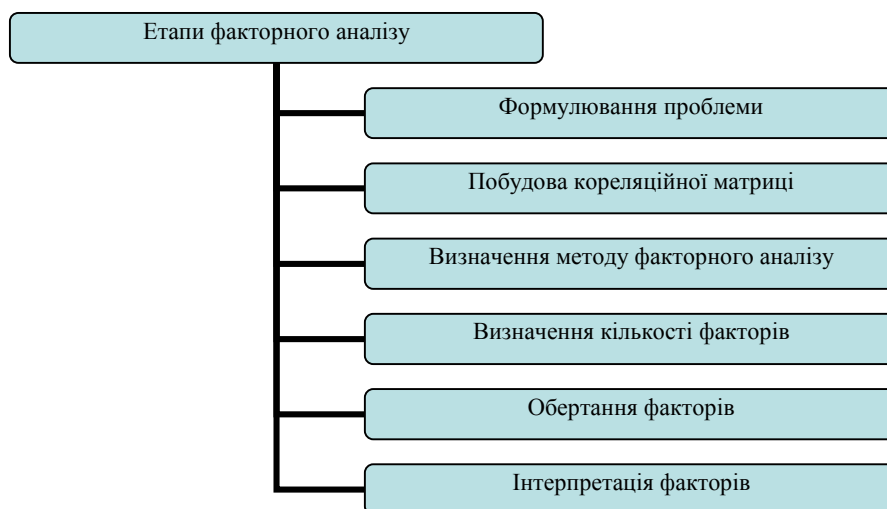


Рис. 1. Етапи факторного аналізу

Для визначення можливості й доцільності застосування факторного аналізу для вирішення поставленого завдання перевірки структури побудованої моделі ми використали критерій адекватності вибірки Кайзера-Мейера-Олкіна. Високі значення критерію (від 0,5 до 1) вказують, що факторний аналіз доцільний. Малі значення (до 0,5) указують, що факторний аналіз не є доцільним у певній дослідницькій ситуації.

У нашому випадку значення критерію дорівнює 0,788, що говорить про можливість застосування факторного аналізу. Крім того, ми використовували критерій сферичності Бартлетта. Наближене значення статистики χ^2 -квадрат дорівнює 3286,813 при 1128 ступенях свободи. Тобто, ця статистика є значущою при рівні $p < 0,001$. Отже, факторний аналіз можна розглядати як припустимий метод для аналізу кореляційної матриці.

Далі ми визначали число факторів, що витягуються. Для цієї мети використовуються кілька критеріїв [6; 12] :

- попередня інформація щодо структури сутності предмета дослідження;
- власні значення факторів;
- критерій „кам’янистого осипу”;
- відсоток поясненої дисперсії;
- метод розщеплювання;
- критерії значущості.

Грунтуючись на попередній інформації (теоретичний аналіз та результати експертизи ІОС), ми обрали чотирифакторну модель інформаційно-освітнього середовища університету, що складається з таких структурних компонентів: обладнання й доступ до Інтернету, сайти і портали (просторово-семантичний компонент), інформаційна компетентність викладачів і студентів (інформаційний компонент), спілкування в ІОС (комунікативний компонент), навчання в ІОС (технологічний компонент).

При розгляді власних значень факторів ураховують тільки ті з них, власні значення яких вище за 1,0; решта факторів у модель не включається [12]. Власне значення представляє значення дисперсії, обумовленої дією цього фактору. Отже, розглядають тільки фактори з дисперсією вище за 1,0. Розгляд власних значень факторів не придатний для нашого випадку, оскільки в результаті факторного аналізу (табл. 1) виявилось 12 факторів, що мають власні значення більше одиниці, а дуже велика кількість факторів призводить до результатів, що важко інтерпретуються.

Таблиця 1

Фрагмент таблиці „Відсоток поясненої дисперсії”

Фактори	Начальні власні значення			Повернена сума квадратів навантажень		
		% дисперсії	кумулятивний %		% дисперсії	кумулятивний %
1	14.544	30.944	30.944	7.943	16.899	16.899
2	3.955	8.415	39.359	7.412	15.769	32.669
3	2.785	5.925	45.285	4.307	9.163	41.832
4	2.302	4.899	50.183	3.925	8.352	50.183
5	2.187	4.653	54.837			
6	1.726	3.672	58.509			
7	1.504	3.201	61.709			
8	1.346	2.864	64.573			
9	1.297	2.760	67.334			
10	1.157	2.461	69.795			
11	1.093	2.325	72.120			
12	1.050	2.233	74.353			

Графічним зображенням критерію „кам’янистого осипу” є графік залежності власних значень факторів від їх номерів за порядком виділення. Для визначення числа факторів використовують форму графіка. Зазвичай графік має чіткий розрив між крутою частиною кривої, де факторам властиві великі власні значення, і плавною хвостовою частиною кривої, пов’язаної з рештою факторів (у цьому місці спадання власних значень факторів зліва направо максимально сповільнюється). Це плавне убавання власних значень називається осип (scree). Досвід показує, що точка, з якої починається осип, указує на дійсне число факторів. Розгляд побудованої нами діаграми (рис. 2), дозволяє зробити висновок, про те, що правіше від 4-го фактору лежать не значущі фактори, тобто „шебінь”.

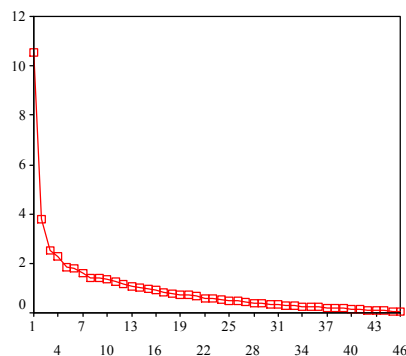


Рис. 2. Діаграма „Кам’янистий осип” (горизонтальна вісь – число факторів, вертикальна – власні значення).

Критерій, заснований на відсотку поясненої дисперсії, пропонує витягувати стільки факторів, щоб кумулятивний відсоток дисперсії, що виділяється факторами, досяг задовільного рівня. Який рівень дисперсії вважати задовільним, залежить від поставленого завдання. Зазвичай рекомендується виділяти таке число факторів, яке пояснює принаймні 60% дисперсії. Для нашого випадку (табл.1) це буде 6 – 7 факторів, оскільки таке число факторів пояснюватиме близько 60% дисперсії.

Щоб оцінити надійність знайденого нами факторного рішення, ми розщеплювали вибірку на дві частини й знаходили факторне рішення для кожної підвибірки. До остаточної моделі ми включали тільки фактори з високим ступенем відповідності факторних навантажень у двох підвибірках.

Ми також визначали статистичну значущість окремих власних значень і залишали тільки статистично значущі фактори. Таким чином, з урахуванням усіх описаних критеріїв, а також інтерпретованості факторів нами було відібрано чотирифакторну модель (табл. 2).

Для обертання факторів ми використовували поширений метод обертання „варимакс”, який мінімізує число змінних із високими значеннями навантажень, підсилюючи тим самим можливість інтерпретації факторів.

Для інтерпретації факторів необхідно визначити змінні, які мають високі значення навантажень за одним і тим самим фактором. А потім цей фактор слід проаналізувати з урахуванням цих змінних. Інший корисний засіб інтерпретації – графічне зображення змінних, координатами яких служать величини факторних навантажень. Так, у кінці осі розташовані змінні, які мають великі навантаження тільки у зв'язку з цим фактором і, отже, характеризують його. Змінні на початку координат мають невеликі навантаження у зв'язку з обома факторами. Змінні, розташовані далеко від осей, пов'язані з обома факторами. Якщо фактор не можна чітко визначити з погляду зв'язку з початковими змінними, то його слід помітити як такий, що не можна визначити, або генеральний (загальний для всіх змінних).

У таблиці 2 представлено результати факторного аналізу у вигляді матриці факторних навантажень.

Таблиця 2

Матриця факторних навантажень чотирифакторної моделі ІОС

Ознаки	Фактори			
	1	2	3	4
Віртуальні лабораторні роботи	.721			
Курси для тьюторів ДН	.704			
Мультимедійні лекції	.689			
Олімпіади з ІТ для студентів	.673			
неінформатиків				
Використання ІТ в управлінні університетом	.658			
Оснащеність сучасним програмним забезпеченням	.657			
Презентації досягнень викладачів у галузі ІТ	.641			
Чіткість розділення повноважень і функцій між ІТ-відділами	.635			
Курси підвищення ІКТ для педагогів	.619			
Витрати з підготовки і перепідготовки викладачів	.603			
Активні методи навчання	.587			
Підтримка викладачів з боку ІТ-відділів	.586			
Електронні підручники	.548			
Оцінка якості навчання в ІОС	.547			
Рівень ІКТ- компетентності педагогів	.525			
Спільне використання знань	.505			
Дистанційне навчання	.488			
Інтернет-кафе				
Використання студентами ЖЖ		.800		
Участь педагогів у професійних		.791		
Інтернет-спільнотах				
Участь студентів у професійних		.741		
Інтернет-спільнотах				

Використання педагогами соціальних сервісів	.718		
Інтернет			
Публікації педагогів у електронних журналах	.694		
Участь педагогів у Інтернет-конференціях	.688		
Використання студентами електронної пошти	.662		
Використання педагогами ЖЖ	.658		
Участь студентів у Інтернет-конференціях	.626		
Публікації студентів у електронних журналах	.604		
Використання педагогами електронної пошти	.593		
Рівень ІКТ-компетентності студентів	.508		
Участь студентів у чатах	.433		
Участь педагогів у чатах			
Студентський сайт		.751	
Сайт бібліотеки		.746	
Сайти викладачів		.722	
Віртуальні музеї		.635	
Сайт випускників		.583	
Використання ІТ у навчальному процесі			
Сайти факультетів			
Сайти кафедр			
Обладнання лекційних аудиторій			.790
Обладнання комп'ютерних класів			.783
Обладнання робочого місця викладача			.713
Достатність трафіку, що виділяється			.629
Система електронної пошти університету			.534
Доступність Інтернет	.410	.451	.453
Портал університету			.415

На рис. 3 наочно представлений відсоток пояснювальної дисперсії для кожного з виділених нами факторів (компонентів), тобто внесок кожного з компонентів у модель.

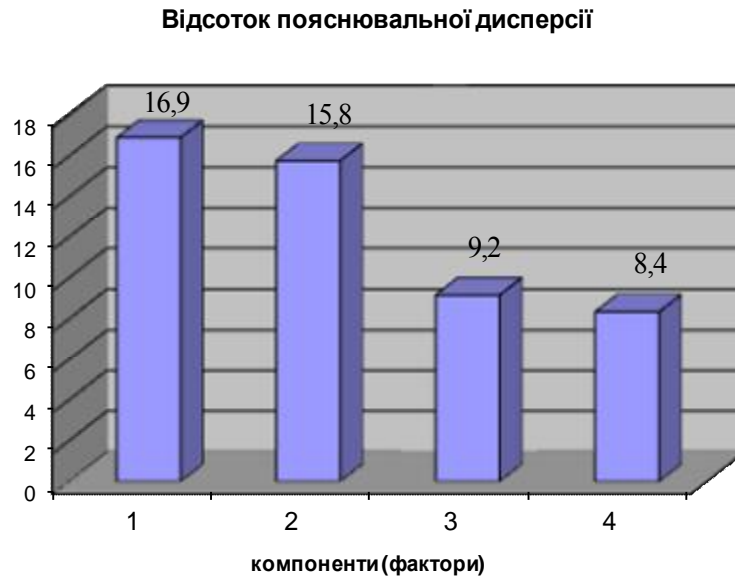


Рис. 3. Внесок кожного фактора в модель інформаційно-освітнього середовища

Наведемо змістовну інтерпретацію отриманої чотирифакторної моделі (табл. 2).

Перший фактор навантажують високими факторними навантаженнями такі ознаки, як методи навчання, форми навчання в інформаційно-освітньому середовищі (віртуальні лабораторії, мультимедійні лекції, активні методи навчання, дистанційне навчання). Тому можна зробити висновок, що він сильно кореспондує з виділеним нами технологічним компонентом інформаційно-освітнього середовища. У той же час сюди ввійшли елементи, що сприяють ефективному проведенню занять: ІКТ-підготовка педагогів, курси тьюторів, презентація досягнень викладачів. Таким чином, перший фактор також навантажують ознаки, пов'язані з рівнем ІКТ-компетенції педагогів.

До другого фактора ввійшли змінні, тим або іншим чином пов'язані з комунікацією в інформаційно-освітньому середовищі.

І третій, і четвертий фактор безпосередньо пов'язані з просторово-семантичним компонентом ІОС. Третій фактор ми б інтерпретували як топологічну частину просторово-семантичного компонента, найменш розвинену (сайти кафедр, викладачів, випускників). А четвертий фактор більше кореспондує з матеріальним складником просторово-семантичного компонента, а саме обладнанням різних аудиторій.

Відзначимо, що така важлива змінна, як доступність Інтернету, корелює з трьома з чотирьох виділених факторів.

Отже, отримана за допомогою факторного аналізу модель інформаційно-освітнього середовища університету кореспондує із побудованою нами теоретичною моделлю інформаційно-освітнього середовища.

Таким чином, вимірювання, які використовуються в сучасних педагогічних дослідженнях, стають все більш складними. Використання багатомірних спостережень, зокрема факторного аналізу, допомагає науковцям визначати ефективність освітніх інновацій у різних контекстах, розуміти вплив латентних факторів на явища, які досліджуються, моделювати і вивчати процеси у їх взаємозв'язку. Коректне застосування цих методів свідчить про методологічну та статистичну культуру дослідника. У результаті дослідження було побудовано засобами факторного аналізу емпіричних даних модель інформаційно-освітнього середовища університету та показано її відповідність теоретичній моделі.

Напрямки подальшого дослідження пов'язані з використанням методології моделювання структурними рівняннями, реалізованої в програмних засобах AMOS, Lisrel та ін [7] стосовно даних експертизи інформаційно-освітнього середовища університету.

Список використаної літератури

1. Адаменко О. В. Теоретико-методичні засади навчання студентів аналізу даних з використанням комп'ютера / О. В. Адаменко // Вісник ЛНУ імені Тараса Шевченка. – 2010. – №17. – С. 31–35. **2. Арефьев В. П.** Многомерный статистический анализ рейтингов педагогических университетов на основе вступительных испытаний / В. П. Арефьев, А. А. Михальчук, Д. В. Болтовский // Вестник ТГПУ. – 2012. – № 2 (117). – С.46–52. **3. Битинас Б.** Многомерный анализ в педагогике и педагогической психологии / Б. Битинас. – Вильнюс : „Пяргале”, 1971. – 347 с. **4. Крамер Д.** Математическая обработка данных в социальных науках: современные методы / Дункан Крамер. – М. : Издательский центр „Академия”, 2007. – 288 с. **5. Леонов В. П.** Наукометрия статистической парадигмы экспериментальной биомедицины / В. П. Леонов // Вестник Томского государственного университета. Серия „Математика. Кибернетика. Информатика”. – № 275. – 2002. – С. 17 – 24. **6. Митина О. В.** Факторный анализ для психологов / О. В. Митина, и. Б. Михайловская. – М. : Учебно-методический коллектор „Психология”, 2001. – 169 с. **7. Наследов А. Д.** IBM SPSS STATISTICS 20 и AMOS: профессиональный статистический анализ данных. – СПб. : Питер, 2013. – 416 с. **8. Новиков Д. А.** Статистические методы в медико-биологическом эксперименте / Д. А. Новиков, Д. Д. Новочадов. – Волгоград, 2005. – 84 с. **9. Панченко Л. Ф.** Інформаційно-освітнє середовище сучасного університету : монографія / Л. Ф. Панченко ;

Держ. закл. „Луган. нац. ун-т імені Тараса Шевченка”. – Луганськ : Вид-во ДЗ „ЛНУ імені Тараса Шевченка”, 2010. – 280 с. **10. Подласый И. П.** Педагогика. Новый курс: Учебник для студ. пед. вузов : в 2 кн. – М. : 1999. Кн. 1. – 576 с. **11. Татарова Г. Г.** Математическое моделирование социальных процессов в социологическом образовании / Г. Г. Татарова // Социологические исследования. – 2001. – № 8. – С.129 – 134. **12. Факторный**, дискриминантный и кластерный анализ : пер. с англ. / Дж.-О. Ким, Ч. У. Мьюллер, У. Р. Клекка и др.; Под ред. И. С. Енюкова. – М. : Финансы и статистика, 1989. – 215 с. **13. Фельдштейн Д. И.** Проблемы качества психолого-педагогических диссертационных исследований, их соответствие современным научным знаниям и потребностям общества : Аналитический доклад председателя Экспертного совета по педагогике и психологии ВАК Минобрнауки России [Электронный ресурс] / Д. И. Фельдштейн. – Режим доступа : <http://raop.ru/content/Prezidium.2011.04.20.Spravka.pdf> **14. Чорний А.** Моделювання латентних змінних: розвиток, сучасний стан та перспективи // Вісник Київського нац. ун-ту імені Тараса Шевченка. Сер. Економіка. – 2011. – С. 41 – 43. **15. Teaching** Factor Analysis in Terms of Variable Space and Subject Space Using Multimedia Visualization [Електронний ресурс] / Chong Ho, Yu Sandra, Andrews David Winograd, Angel Jannasch-Pennell, Samuel A. DiGangi// Journal of Statistics Education. – 2002. – Vol.10. – №1. – Режим доступа : <http://www.amstat.org/publications/jse/v10n1/yu.html>

Панченко Л. Ф. Моделювання інформаційно-освітнього середовища університету засобами факторного аналізу

Стаття присвячена питанням моделювання педагогічних об'єктів засобами факторного аналізу. На основі аналізу емпіричних даних опитувань викладачів та студентів побудована чотирифакторна модель інформаційно-освітнього середовища університету та показана її відповідність побудованій теоретичній моделі інформаційно-освітнього середовища. Перший фактор кореспондує з технологічним компонентом інформаційно-освітнього середовища. Його також навантажують ознаки, пов'язані з рівнем ІКТ-компетенції педагогів. До другого фактора ввійшли змінні, тим або іншим чином пов'язані з комунікацією в інформаційно-освітньому середовищі. Третій і четвертий фактор безпосередньо пов'язані з просторово-семантичним компонентом ІОС: третій фактор презентує топологічну частину просторово-семантичного компонента, найменш розвинену (сайти кафедр, викладачів, випускників); четвертий фактор кореспондує з матеріальним складником просторово-семантичного компоненту, а саме обладнанням різних аудиторій.

Ключові слова: моделювання, інформаційно-освітнє середовище університету, факторний аналіз.

Панченко Л. Ф. Моделирование информационно-образовательной среды средствами факторного анализа

Статья посвящена вопросам моделирования педагогических объектов средствами факторного анализа. На основе анализа эмпирических данных экспертизы компонентов ИОС построена четырехфакторная модель информационно-образовательной среды университета и показано ее соответствие построенной теоретической модели информационно-образовательной среды. Первый фактор соответствует технологическому компоненту информационно-образовательной среды. В то же время его также нагружают признаки, связанные с уровнем ИКТ-компетенции педагогов. Ко второму фактору относятся переменные, тем или иным образом связанные с коммуникацией в информационно-образовательной среде. Третий и четвертый фактор непосредственно связаны с пространственно-семантическим компонентом ИОС: третий фактор представляет топологическую часть пространственно-семантического компонента, наименее развитую (сайты кафедр, преподавателей, выпускников); четвертый фактор соответствует материальной составляющей пространственно-семантического компонента, а именно оборудованию разных аудиторий.

Ключевые слова: моделирование, информационно-образовательная среда, факторный анализ

Panchenko L. F. Modeling the Informational Educational Environment of University with Factor Analysis

In the article the pedagogical objects modeling by factor analysis is discussed. Four-factor model educational environment of the university based on the empirical data analysis was constructed. Its compliance with the construction of theoretical models of educational environment is proved. The theoretical model of informational and educational environment is described as a complex of the following components: space and semantic component; technological component, informational communicational component, probability component (niches and elements). The first factor corresponds to the technological component of the educational environment and ICT competence of teachers. The second factor is related to communication in the educational environment. The third and the fourth factor are directly related to the space and semantic components of the educational environment. The third factor is part of topological semantic component, whom is least developed (the sites of departments, faculty, alumni), the fourth factor corresponds to the material component of the spatial and semantic components, the different equipment of classrooms. Criteria for determining the number of factors was: comprehensibility, Kaiser criterion, variance explained criteria, scree plot.

Key words: modeling, university informational environment, factor analysis.

Стаття надійшла до редакції 09.04.2013 р.

Прийнято до друку 26.04.2013 р.

Рецензент – д. п. н., проф. Лобода С. М.