

В. С. Щирба, О. В. Щирба

*Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка  
e-mail: shchyrba.viktor@kpnpu.edu.ua, shchyrba.lesya@kpnpu.edu.ua***МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ПРОВЕДЕННЯ МАТЕМАТИЧНО-СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ  
В ОСВІТНІХ ВИМІРЮВАННЯХ**

У статті розглядаються методичні основи організації навчального процесу при підготовці фахівців з освітніх вимірювань, виділено основні проблеми в організації освітньої діяльності в цьому ракурсі. Одним із вузлових питань такої підготовки виступає засвоєння апарату математичної статистики та вироблення навиків використання комп'ютерної техніки при проведенні математично-статистичного аналізу для обробки результатів вимірювальної діяльності. Їх застосування в педагогіці покликано потребою використання більш ефективних з точки зору вимірювання кількісних а не якісних показників. Математична модель факторного аналізу потребує достатньо глибоких знань фундаментальних розділів вищої математики, як матрична алгебра, основи математичної статистики і математичного аналізу і саме тому постають питання методології підготовки фахівців з освітніх вимірювань, оскільки професіоналами в цій галузі повинні бути освітяни будь-якого профілю.

**Ключові слова:** освітні вимірювання, математично-статистичний аналіз, підготовка магістрів.

**Формулювання мети статті (постановка завдання).**

Якість освіти є категорією, що за своєю сутністю відображає різні аспекти освітнього процесу. Природно, що навчальний процес може бути ефективним лише тоді, коли результати навчальної роботи систематично контролюються, коли студенти постійно бачать чого вони досягли на тому чи іншому етапі своєї роботи. Контроль рівня знань студентів є одним із основних елементів моніторингу якості освіти, важливим компонентом педагогічної системи та невід'ємною частиною навчального процесу. За відсутності такого контролю в процесі засвоєння навчального матеріалу студенти не знають реального рівня своїх знань і, як наслідок, знижується мотивація навчання.

Однією із головних задач проведення оцінювальної роботи в вищому навчальному закладі є забезпечення об'єктивності вимірювання рівня знань студентів. В значній мірі це досягається засобами тестування. На сучасному етапі становлення педагогічної науки теорія вимірювань дозволяє проводити оцінювання освітніх досягнень студентів, при якому оцінка однієї особи не залежить від того, хто одночасно з ним бере участь у тестуванні або які завдання були відібрані у тест, включає суб'єктивізм в роботі викладача. Сучасні технології розробки тестів та інтерпретація результатів тестування створюють великі можливості для досягнення високого ступеня об'єктивності оцінки результатів навчання [1].

Проблема систематичного контролю особливо актуальна сьогодні, коли основне пізнавальне навантаження покладається на самостійну роботу студентів. Проаналізувавши практику традиційного навчання та оцінювання на фізико-математичному факультеті, можна констатувати про наявне нерациональне використання методів та форм оцінювання знань, відсутність дидактичної систематичності в проведенні контролю, єдиної схеми розроблення та оформлення систем завдань для перевірки. При існуючій системі навчання у викладача-предметника є можливість для використання і роботи із великими обсягами навчального матеріалу та подачі його у користування студентам, але при цьому дуже обмежений час на контроль рівня його засвоєння.

Тому підготовка нової генерації високоосвічених фахівців, здатних здобувати і продукувати знання, потребує кардинальних змін у вищій школі. Розвиток освітніх вимірювань, тестових технологій в педагогічній діагностиці та оновлення комп'ютерної техніки у вищих навчальних закладах створює сприятливі умови для впровадження автоматизованих систем діагностики у навчальний процес.

Інформатизація освіти та розвиток освітніх вимірювань є одним із напрямів розбудови освітньої галузі. Тому сприятиме впровадження на факультеті підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «Магістр» з освітніх вимірювань. Завданням є пошук нових поглядів та рішень щодо моніторингу якості освіти, впровадження нових технологій тестування та підготовки фахівців з освітніх вимірювань.

Нова спеціальність з освітніх вимірювань відкриває перед майбутніми випускниками університету нові перспективи працевлаштування, адже на сьогодні ще дуже мало на-

вчальних закладів, які готують фахівців з освітніх вимірювань, а потреба в таких фахівцях є нагальною. Такі фахівці потрібні для розроблення інструментів для вимірювання, їх використання, аналізу здобутих результатів, прийняття управлінських рішень та багатьох не менш важливих завдань сучасної освіти.

**Методи та методики.** Одним із основних предметів практичної складової в навчальному процесі підготовки фахівців з освітніх вимірювань виступають математично-статистичні методи в освітніх вимірюваннях та прикладна статистика. Теоретичні методи та методики математично-статистичного аналізу необхідні для визначення проблеми наукового педагогічного дослідження, формулювання гіпотез і оцінки зібраних фактів. Безумовно, що теоретичні методи насамперед пов'язані з вивченням наукової літератури, періодичних педагогічних видань, довідкової наукової та педагогічної літератури, підручників і методичних посібників з математичної статистики і суміжних наук [3; 4].

Вивчення літератури дає можливість довідатись, які сторони і проблеми вже добре вивчено і успішно використовується в галузі педагогіки, з яких ведуться наукові дискусії, що застаріло, а які питання ще не вирішено. Крім того, це дає змогу з'ясувати, що найбільш суттєвого було створено з досліджуваної проблеми на сьогодні, оскільки це важливо для збирання ідей і визначення джерел, на основі яких і будуватимуться всі гіпотези, моделі, проекти майбутньої роботи дослідника в галузі освітніх вимірювань.

З метою накопичення наукових фактів доцільно використовувати метод вивчення нормативних та інструктивно-методичних документів з досліджуваної проблеми, аналізу навчально-методичної документації, що "озброює" дослідника певними об'єктивними даними, які характеризують реально сформовану практику організації освітнього процесу.

На основі зібраних матеріалів доцільно скористатися методами порівняльного аналізу. Йдеться про зіставлення одержаних результатів з цілями, що намічались. Будь-яка оцінка завжди є порівнянням з ідеальним чи оптимальним. Але важливо зіставляти не тільки з тим, як повинно бути, а й із тим, як було раніше, що дає змогу побачити позитивні й негативні зрушення, тобто динаміку процесу. Порівняння як розумова процедура дуже продуктивне під час аналізу інформації про будь-яку людину, включено в педагогічний процес: що говорять про неї різні люди (вчителі, однолітки, батьки, приятелі та ін.).

Аналізуючи зібрані матеріали, на наступному етапі вдаємось до узагальнення. Узагальнення припускає логічний перехід від одиничного до загального, від менш загального до більш загального судження, знання, оцінки. Узагальнене судження, будучи більш глибоким відображенням дійсності, дає змогу проникнути в сутність заходів, явищ і в такий спосіб оцінити діяльність педагогів із принципових позицій. Але узагальнення – це не підсумовування. Найчастіше узагальнення інформації під час аналізу доцільно поєднувати з виділенням головного, істотного.

Широко застосовують у дослідженнях прийом порівняння та особливо аналогію – специфічний вид порівняння,

що дає можливість встановлювати подібність явищ основи моделювання. Аналогія дає підставу для висновків про еквівалентність у визначених відносинах одного об'єкта щодо іншого. З'являється можливість перенесення інформації за аналогією від моделі до прототипу. У цьому сутність одного зі специфічних методів теоретичного рівня – моделювання. При цьому можливе повне звільнення суб'єкта від емпіричних посилань висновку, коли самі умовиводи від моделі до прототипу набувають форми математичних відповідностей, а мислення починає оперувати не реальними, а уявними моделями, що втілюються потім у формі схематичних знакових моделей (графіків, схем, формул тощо).

Суттєво, що метод моделювання реальних педагогічних процесів поєднує емпіричні й теоретичні методи наукового педагогічного дослідження. Він полягає у створенні ідеальної, з погляду наукових даних, моделі організації й умов функціонування будь-якої частини цілісного педагогічного процесу. Моделювання можливе у процесі вивчення й експериментування окремих педагогічних форм, методів роботи, їх взаємозв'язку. Його застосовують і в організації великомасштабних досліджень.

**Виклад основного матеріалу.** Математично-статистичні методи аналізу в педагогіці застосовують для обробки даних, одержаних шляхом опитування або вимірального експерименту, а також для встановлення кількісних залежностей між досліджуваними явищами освітнього процесу. Ці методи допомагають оцінити результати педагогічного експерименту, підвищують надійність висновків, дають обґрунтовані підстави для теоретичних узагальнень. Їх застосування в педагогіці покликано потребою використання більш ефективних з точки зору вимірювання кількісних а не якісних показників [2; 5].

Виходячи з того, що математична статистика – це розділ прикладної математики, предметом якого є розробка раціональних прийомів і методів отримання, опису та обробки експериментальних даних з метою вивчення закономірностей масових випадкових явищ, можна визначити основні завданнями математичної статистики:

- визначення за статистичними даними законів розподілу випадкових величин;
- визначення за статистичними даними параметрів розподілу випадкових величин;
- визначення за статистичними даними виду зв'язку між різними явищами (об'єктами) або властивостями одного і того ж явища (об'єкта);
- визначення сили (тісноти зв'язку) між різними явищами (об'єктами) або властивостями одного і того ж явища (об'єкта);
- перевірка вірогідності статистичних гіпотез;
- розробка рекомендацій щодо проведення експерименту та обробки його результатів.

Всі ці завдання актуальні при використанні математичної статистики в освітніх вимірюваннях.

Найбільш поширеними з математично-статистичних методів, які застосовуваних у педагогіці, є методи знаходження основних числових характеристик та встановлення законів розподілу випадкових величин. За допомогою статистичних методів визначають середні величини одержаних показників: середнє арифметичне або його ще називають середнім вибірковою (наприклад, визначення кількості помилок у перевірних роботах контрольної й експериментальної груп); медіана – показник середини ряду; ступінь розсіювання – дисперсія, чи середнє квадратичне відхилення, коефіцієнт варіації та ін.

В багатьох випадках при проведенні підсумків контрольних заходів обмежуються наведенням значення лише однієї з числових характеристик, наприклад, середнього арифметичного. Хочеться зауважити, що для повноти аналізу і наведення рекомендацій по вдосконаленню навчального процесу цього може виявитися замало. Наприклад, у випадках наявності у вибірці даних, які сильно відрізняються один від одного, або даних, які сильно відрізняються від всіх останніх (так званих викидів, збурень), медіана є

більш усталеною оцінкою центральної тенденції, ніж вибіркове середнє.

Усе частіше в педагогічних дослідженнях використовують різні форми математичного аналізу (факторного, регресивного, кореляційного тощо). Для проведення цих підрахунків використовують відповідні математичні формули, застосовують довідкові таблиці. Результати, оброблені за допомогою методів математичної статистики, дають змогу встановити кількісну залежність у вигляді графіків, діаграм, таблиць.

Факторний аналіз – сукупність моделей і методів, призначених для стискання інформації, яка міститься в кореляційній матриці. Він допомагає виявити приховані фактори, які пояснюють взаємозв'язки між спостережуваними ознаками досліджуваного об'єкта. Кількість ознак може бути великою і зв'язки між ними надзвичайно складними, однак, спостерігаючи за об'єктом, ми можемо виявити невелику кількість факторів, які впливають на досліджувані ознаки. Факторний аналіз передбачає класифікацію ознак, які мають подібний характер зміни при переході від одного об'єкта спостереження до іншого.

Створення математичної моделі факторного аналізу базується на припущенні про те, що усі зміни значень ознак обумовлені зміною деяких прихованих властивостей спостережуваних об'єктів. Ці приховані властивості є загальними факторами і їх кількість має бути меншою від числа ознак, за допомогою яких вони вимірюються. Кожний такий фактор має окреме значення значущості для різних досліджуваних ознак. Рівень значущості кожного фактора тобто його факторне навантаження визначає степінь впливу загального фактора на зміну даної ознаки.

Математична модель факторного аналізу є розділом багатомірної статистики і потребує достатньо глибоких знань у таких розділах вищої математики, як матрична алгебра, основи математичної статистики і математичного аналізу і тут постає питання методології підготовки фахівців з освітніх вимірювань.

Важливо, як подати знання з математичної статистики студентам з різною базовою вищою освітою: філологи, психологи, історики тощо. Питання навчання фахівців у сфері моніторингу донедавна практично не розглядалося. Фактично відсутній в Україні досвід підготовки магістрів за спеціальністю «Освітні вимірювання» з врахуванням поширення поля їхньої діяльності на навчальний процес у вищій та середній школі, адміністративні функції у закладах середнього рівня, забезпечення діяльності освітніх організацій та установ. Більшість фахівців, що працюють у цьому напрямку не мають спеціальної фахової підготовки.

Характерна особливість системи підготовки фахівців зі спеціальності «Освітні вимірювання» полягає у забезпеченні підготовки фахівця, чия професійна діяльність розгортається в сфері освіти та науки, яка є актуальною на сучасному ринку праці. Магістри з освітніх вимірювань отримують поглиблену теоретичну підготовку в галузі педагогічного оцінювання, тестування та моніторингу якості освіти.

Якщо в питаннях підготовки і проведення тестуючої діяльності більш-менш проблеми вирішуються не складно, то забезпечення математичної підготовки для проведення глибокого статистичного аналізу є досить складним для різношарпної аудиторії і його вирішення вбачається в ширшому використанні прикладів порівняльного аналізу.

**Висновки.** Навчально-методичний комплекс підготовки фахівців з освітніх вимірювань необхідно будувати з врахуванням потреби ґрунтовного освоєння досить складного математично-статистичного аналізу. Враховуючи спектр базової кваліфікації слухачів освоєння математичного апарату повинно проходити в прикладній площині, насиченій конкретними прикладами факторного аналізу.

#### Список використаних джерел:

1. Атаманчук П.С. Дидактичні основи формування фізико-технологічних компетентностей учнів : монографія / П.С. Атаманчук, О.П. Панчук. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2011. – 252 с.

2. Конет І.М. Практикум з математичної статистики : навчальний посібник / І.М. Конет, В.А. Недокіс. – Кам'янець-Подільський : Абетка-Світ, 2010. – 212 с.
3. Вимірювання в освіті : підручник / за ред. О.В. Авраменко. – Кіровоград : Лисенко В.Ф., 2011. – 360 с.
4. Сергієнко В.П. Комп'ютерно-орієнтовані технології освітніх вимірювань як педагогічна проблема / В.П. Сергієнко, П.В. Микитенко // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2014. – Вип. 20: Управління якістю підготовки майбутнього вчителя фізико-технологічного профілю. – С. 297-300.
5. Щирба О.В. Методологічні основи забезпечення професійної компетентності учителя фізики в проведенні числових експериментів та процес їх формування / О.В. Щирба, В.С. Щирба // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2013 – Вип. 19: Інноваційні технології управління якістю підготовки майбутніх учителів фізико-технологічного профілю. – С. 255-257.

**В. С. Щирба, О. В. Щирба**

*Каменец-Подольський національний університет  
імені Івана Огієнка*

#### **МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОВЕДЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКО-СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В УЧЕБНЫХ ИЗМЕРЕНИЯХ**

В статье рассматриваются методические основы организации учебного процесса при подготовке специалистов по образовательным измерениям, выделены основные проблемы в организации образовательной деятельности в этом ракурсе. Одним из узловых вопросов такой подготовки выступает усвоение аппарата математической статистики и выработки навыков использования компьютерной техники при проведении математически-статистического анализа для обработки результатов измерительной деятельности.

Их применение в педагогике призвано необходимостью использования более эффективных с точки зрения измерения количественных а не качественных показателей. Математическая модель факторного анализа требует достаточно глубоких знаний фундаментальных разделов высшей математики, как матричная алгебра, основы математической статистики и математического анализа и именно поэтому возникают вопросы методологии подготовки специалистов по образовательным измерениям, поскольку профессионалами в этой области должны быть педагоги любого профиля.

**Ключевые слова:** образовательные измерения, математически-статистический анализ, подготовка магистров.

**V. S. Shchyrb, O. V. Shchyrb**

*Kamianets-Podilsky Ivan Ohienko National University*

#### **METHODICAL BASES OF CARRYING OUT MATHEMATICAL AND STATISTICAL ANALYSIS IN THE EDUCATIONAL DIMENSION**

The article discusses the methodological basis for the organization of educational process in the preparation of specialists in educational measurement, highlights the main problems in the organization of educational activities in this perspective. One of the key aspects of the training serves the assimilation apparatus of mathematical statistics and develop skills in the use of computer technology in conducting mathematical-statistical analysis for processing the results of measuring activities. Their use in teaching is designed to the need to use more efficient in terms of measuring the quantitative and not qualitative. Mathematical model of factor analysis requires a fairly deep knowledge of the fundamental sections of higher mathematics as a matrix algebra, fundamentals of mathematical statistics and mathematical analysis, and that is why there are questions of methodology training of specialists in educational measurement, as professionals in this field should be teachers of any profile.

**Key words:** educational measurement, mathematical and statistical analysis, preparation of masters.

*Отримано: 1.09.2015*