

*Левчук О.В.
аспірант,*

*Вінницький державний
педагогічний університет
імені М. Коцюбинського*

МАТЕМАТИКО – СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ ОБРОБКИ ДАНИХ НА ОСНОВІ ЕКСПЕРТНОГО ОПИТУВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРИКЛАДНОГО МАТЕМАТИЧНОГО ПАКЕТУ MathCad

Стаття присвячена проблемі обробки експериментальних даних на основі експертного опитування в дослідженнях інтеграційних зв'язків між дисциплінами з використанням прикладного математичного пакету MathCad.

The article is appointed to the problem of the experimental data processing on the basis of the expert questioning in researches of integration communications between disciplines with the use of the applied mathematical package MathCad.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Теорія експертного оцінювання результатів навчання розкрита в наукових працях Н. Акінфієвої, Н. Балик, Ю. Гільбуха, Р. Ільєсова, А. Субетто. Слід зауважити, що залучення експертних оцінок щодо проблем інтеграції не набуло поширення, що пояснюється нерозробленістю теоретичних положень експертного оцінювання інновацій, пов'язаних з інтеграційними дослідженнями. Проте М. Чапаєв, розглядаючи основні математичні методи, що можуть бути застосовані для дослідження інтеграційних процесів у педагогіці, зауважує, що з-поміж інших, експертні методи є «найбільш ефективними в дослідженні інтеграційних процесів» [1, 360]. Г. Білецькою для підтвердження позитивних змін у дослідженні педагогічних умов інтеграції фундаментальних і професійно орієнтованих дисциплін, окрім іншого, використані результати експертного опитування фахівців-екологів [2]. Є різні визначення поняття «експерт», «метод експертних оцінок» [3; 4].

У дослідженні ми поклалися на таке розуміння методу експертних оцінок, як «метод прогнозування, заснований на досягненні узгодженості

групою експертів» [5]. Експерт – «expertus» (досвідчений) – носій спеціальних, важкодоступних або формалізованих знань, так званих глибинних знань.

Так, наприклад, Ю. Сідельніков експертом називає людину, що є фахівцем і (або) має практичний досвід, який:

- має і дає об'єктивні і повні відомості про особливості і властивості зовнішнього об'єкту і (або) рекомендації щодо переважних (кращих) варіантів рішень, що стосуються даного об'єкту;
- володіє правами, обов'язками і відповідальністю за свій експертний висновок, певними нормативними документами;
- включений в процес ухвалення рішень, виконуючи спеціальну функцію, і поставлений перед задачею їх наукового обґрунтування;
- висловлює думки з питання з галузі його спеціальних знань і (або) практичного досвіду, поставленому перед ним деякою особою, незалежно від зовнішніх впливів і власної вигоди [6].

Мета. Обґрунтування доцільності залучення експертних оцінок до визначення числових характеристик вибірок з використанням прикладного математичного пакету MathCad для обробки даних.

Виклад основного матеріалу. Вивчення методики залучення експертних оцінок дозволило обґрунтувати власний підхід до вибору описаного вище прийому. Відомо, що увесь навчальний матеріал для підготовки фахівців складається з набору дисциплін, що належать до трьох циклів : гуманітарного, природничо-наукового та загальноекономічного, професійно орієнтованого. Більшість курсів інформативно зв'язані між собою, тобто наступні у вивченні дисципліни спираються на матеріал раніше вивчених.

Перспективною метою експертизи в нашому дослідженні був збір інформації, котра забезпечить підвищення якості навчання фахівця за рахунок більш ефективного здійснення інтеграції математичних та спеціальних дисциплін. Критеріями оцінки ефективності інтеграції цих дисциплін ми вважаємо: обґрунтований вибір базової дисципліни та кооперуючих дисциплін, кількості дисциплін, що беруть участь в інтеграції.

Специфікою дослідження зумовлені такі завдання:

- визначення абсолютних та відносних показників значущості математичних дисциплін для спеціальних;
- визначення базової та кооперуючих дисциплін у процесі інтеграції математичних та спеціальних предметів.

Для одержання кількісних оцінок поточна експертиза мала на меті оцінити ступінь значущості природничо-математичних дисциплін для

професійної підготовки фахівців. Зрозуміло, експертиза може бути реалізована самим дослідником за наявності достатніх знань, проте специфіка поставленого нами завдання вимагає врахування думок фахівців – викладачів різних дисциплін, спеціалістів-практиків, що може бути досягнуте тільки залученням сторонніх експертів. Для цього було здійснено підбір експертної групи і формування анкет. Групі експертів було запропоновано здійснити оцінку за десятибальною шкалою, виходячи з того, яка частина матеріалу запропонованих курсів і наскільки інтенсивно використовується у процесі вивчення матеріалу спеціальних.

Дослідження зазначеної проблеми дозволило нам зробити висновок, що груповий експертний підхід в аналізі зв'язків між курсами не може бути використаний для великих сукупностей дисциплін, оскільки це потребує надмірно значних об'ємів експертних оцінок, що неможливо за умов обмеженої кількості експертів. Ми обмежилися дисциплінами, котрі входять у межі нашого дослідження.

Основні етапи процесу експертного оцінювання:

- формування мети і задач експертного оцінювання;
- вибір методу одержання експертної інформації і способів її обробки;
- підбір експертної групи і формування за необхідністю анкет;
- опитування експертів (експертиза);
- обробка і аналіз результатів експертизи;
- інтерпретація одержаних результатів.

Основною вимогою до відбору експертів було вміння проявити максимальну здатність до передбачення майбутнього і адекватного відображення тенденції та закономірності розвитку досліджуваного процесу.

Для цього ми сформулювали такі критерії відбору:

1. Рівень компетентності експерта в даній предметній галузі, показниками якого в сукупності є:

- рівень і профіль освіти;
- профіль роботи (зв'язок з даною предметною галуззю);
- досвід роботи за профілем (загальний стаж роботи за профілем і стаж роботи безпосередньо в даній предметній галузі);
- рівень вирішуваних проблем (відповідність посади характеру і рівню проблеми);
- кількість і якість раніше виконаних вдалих експертиз.

2. Ступінь об'єктивності і неупередженості експерта під час аналізу й оцінки явищ у даній предметній галузі (незацікавленість експерта в ухваленні певного рішення).

У процесі оцінювання експертів за названими критеріями і виборі експертів ми використовували такі процедури:

- самооцінка експертів за об'єктивними параметрами;
- взаємна оцінка експертів;
- оцінка експертів незалежними фахівцями.

Експертні методи передбачали індивідуальну роботу експертів зі стандартизованими анкетами. Індивідуальність полягала в тому, що експерти не збиралися разом та не знайомилися з оцінками інших експертів. Анкетування проводилося як під час особистої бесіди інтерв'юєра з експертом, так і шляхом «самозаповнення» (відправлялося електронною поштою за попередньої домовленості). Метод проведення групової експертизи був заочним, оскільки були охоплені експерти з різних регіонів України.

Експертиза проводилася індивідуально без зворотного зв'язку з метою уникнення тиску з боку більш авторитетних учасників, які можуть краще, ніж інші, обґрунтовувати свою точку зору. До того ж експерти добре інформовані в межах поставленого завдання, про що свідчать критерії їх відбору.

Обробка і аналіз результатів експертизи. Визначення методу обробки і інтерпретації інформації, одержаної від експертів.

Число експертів у групі ми визначали на основі теорії вибіркового спостереження [7, 80] : $n = \frac{P(1-P)}{\Delta_p^2} t^2$, де n – необхідна кількість членів групи експертів; P – питома вага експертів, які мають певні ознаки, що встановлені організаторами експертизи (наприклад, стаж роботи в даній сфері не менше 15 років, або кількість публікацій з прогнозованого питання не менше п'яти і ін.); t – критерій Ст'юдента при заданому рівні істотності (інтервал довіри); Δ_p^2 – середня гранична помилка.

Розглянемо приклад обчислення числа експертів групи в нашому дослідженні. У загальному списку експертів, складеному з 200 фахівців, 182 відповідають вимогам. При заданій ймовірності $p = 0,95$, середній помилці 0,1, питомій вазі $P = 182 : 200 = 0,91$: $n = \frac{0,91(1-0,91)}{0,1^2} 2^2 = 33$ (експерти).

Увазі експертів пропонувалася анкета експертних оцінок, в якій здійснено опис трьох математичних дисциплін, пропонованих для навчання фахівців спеціальності 6.050100, 7.050100, 8.050100 – «Облік і аудит». У дослідженні використовувався метод безпосередньої оцінки. Досліджуваним об'єктам приписувалось числове значення (бальна оцінка) в межах від 0 до 10, які виражали ступінь їхньої значущості для спеціальних дисциплін.

Розглянемо процедуру обробки даних анкет опитування. Оцінки, здійснені групою експертів, були занесені в таблиці та подальша їхня обробка здійснювалась у середовищі MathCad. Для обробки даних ми обрали цю універсальну інтегровану систему, оскільки вона має значні можливості в роботі з задачами математичної статистики, зокрема, містить чисельну кількість вбудованих спеціальних функцій, що дозволяють швидко опрацювати вибірку випадкових величин [8; 9; 10]. У процесі статистичного аналізу MathCad дає змогу уникнути громіздких обчислень з використанням усім відомих формул для знаходження числових характеристик випадкових величин [11, 92-96], – достатньо тільки ввести дані спостережень чи результати опитування. З метою оцінки та порівняння вибірок, було знайдено середнє арифметичне, моду, медіану, дисперсію, середнє квадратичне відхилення, використовуючи вбудовані функції: $mean(A)$, $mode(A,B,C,...)$, $median(A,B,C...)$, $Var(A,B,C...)$, $Stdev(A)$.

Для початкової обробки даних ми обмежились знаходженням числових характеристик вибірок оцінок, виставлених експертами окремо кожній дисципліні. У прикладі використано такі позначення: вибірка оцінок вищої математики – матриця – рядок А, теорії ймовірностей та математичній статистиці – матриця – рядок В, інформатиці та комп’ютерній техніці – матриця – рядок D. Результати обробки даних подані на рис. 1.

```

A := (8 9 9 8 7 8 8 8 9 9 10 10 8 9 9 10 9 8 9 9 9 8 8 10 10 8 9 7 7 7 6 8 8)
B := (1 5 10 4 2 2 4 10 4 1 10 7 8 4 9 7 8 4 7 9 4 2 10 5 8 6 2 9 5 5 9 10 2)
D := (10 5 4 9 6 5 5 3 3 4 7 4 6 7 8 6 6 6 3 5 5 5 4 6 5 10 6 4 6 5 9 6 9)

mean(A) = 8.455    median(A) = 8    mode(A) = 8    Var(A) = 1.006    Stdev(A) = 1.003
mean(B) = 5.848    median(B) = 5    mode(B) = 4    Var(B) = 9.008    Stdev(B) = 3.001
mean(D) = 5.818    median(D) = 6    mode(D) = 6    Var(D) = 3.716    Stdev(D) = 1.928

```

Рис. 1. Знаходження числових характеристик вибірок оцінок у середовищі MathCad.

На рис. 1. продемонстровано знаходження середніх величин та відхилення від середніх: середнього арифметичного значення, медіани, моди, дисперсії та середнього квадратичного відхилення.

Середнє арифметичне оцінок свідчить про те, що найбільшу середню

оцінку має вища математика (8,455), за нею, приблизно в однаковій мірі, йде теорія ймовірностей і математична статистика (5,848), інформатика та комп'ютерна техніка (5,818).

Аналіз величини медіани дозволяє зробити висновок про те, що для вищої математики оцінка 8 ділить усіх експертів на дві рівні частини: перша частина експертів оцінює дисципліну по значущості до 8 балів; друга, яка рівна за величиною першій, оцінює значущість вищої математики вище 8 балів з початку відліку. Аналогічно, для двох інших дисциплін це 5 та 6.

Мода вказує на оцінки, що найчастіше зустрічаються: для вищої математики – 8, для теорії ймовірностей 4, для інформатики та комп'ютерної техніки – 6.

Оцінки дисперсії та середнього квадратичного відхилення вказують на те, що відхилення в оцінці ступеня значущості дисциплін від середнього для вищої математики найменше (1,006 та 1,003), для інформатики більше – 3,716 і 1,928, та найбільше для теорії ймовірностей та математичної статистики – 9,008 та 3,001.

Отже, середні оцінки свідчать, що найбільш значущою дисципліною є вища математика. А оскільки відхилення від середнього незначне, то вона є значущою практично для всіх дисциплін. Теорія ймовірностей, математична статистика та інформатика і комп'ютерна техніка мають середні приблизно однакові, проте ступінь відхилення від середнього для теорії ймовірностей більший. Це свідчить про те, що для спеціальних дисциплін теорія ймовірностей та математична статистика мають різний ступінь значущості. Інформатика та комп'ютерна техніка є значимою помірно для всіх дисциплін.

Така ситуація пояснюється тим, що оскільки в експертному оцінюванні брали участь різні фахівці, то неоднорідність оцінок свідчить про значне відхилення рівня значущості досліджуваних дисциплін на спеціальні дисципліни (для одних він високий, для інших – значно нижчий). До того ж їхня середня оцінка менш надійна. Навпаки, однорідність в оцінці вищої математики свідчить про те високий ступінь узгодженості експертів, тобто вона є значущою для усіх дисциплін з точки зору викладачів цих дисциплін і практиків.

Отже, проведене дослідження дає нам підстави зробити попередній висновок, що базовою дисципліною варто обрати вищу математику, а кооперуючими дисциплінами дві інші. Проте для здійснення остаточного висновку потрібно оцінити відносні показники досліджуваного явища, що і є метою наших подальших досліджень.

Висновок. Отже, залучення експертних оцінок для визначення числових характеристик вибірок є доцільним та обґрунтованим. Використання прикладного математичного пакету MathCad для обробки даних має низку переваг у порівнянні з традиційними підходами до обробки статистичних даних.

ЛІТЕРАТУРА

1. Чапаев Н.К. Структура и содержание теоретико-методологического обеспечения педагогической интеграции: Дис. ... докт. пед. наук: 13.00.01 – общая педагогика / Уральский гос. профессионально-педагогический университет. – Екатеринбург, 1998. – 564 с.
2. Білецька Г.А. Педагогічні умови інтеграції фундаментальних і професійно орієнтованих дисциплін у підготовці екологів: Дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / Хмельницький національний ун-т. – Хмельницький, 2004. – 208 с.
3. Теорія ймовірностей та математична статистика. Дисперсійний аналіз. Експертні оцінки: Метод. матеріали для самостійної роботи для студ. всіх спец. / Львівська комерційна академія / І.М. Копич (уклад.). – Л.: Видавництво Львівської комерційної академії, 2003. – 56 с.
4. Циганюк В.В. Методи отримання та обробки кардинальних експертних оцінок: Дис. ... канд. техн. наук: 01.05.03 / Інститут проблем реєстрації інформації НАН України. – К., 2003. – 198 с.
5. Междисциплинарный словарь по менеджменту / Под общей редакцией: С.П. Мясоедова. – М.: «Дело», 2005. – 108 с.
6. Сидельников Ю.В. Теория и организация экспертного прогнозирования. – М.: «ИМЭМОАН», 1990. – 195 с.
7. Статистика: теоретичні засади і прикладні аспекти. Навчальний посібник / Р.В. Фещур, А.Ф. Барвінський, В.П. Кічор та інші; За наук. ред. Р.В. Фещура. – 2-е вид. Оновлене і доповнене. – Львів: «Інтелект-Захід», 2003. – 576 с.
8. Кудрявцев Е.М. MathCad 2000 Pro. – М.: ДМК Пресс, 2001. – 576 с.
9. Плис А.И., Сливина Н.А. MathCad. Математический практикум для инженеров и экономистов: Учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 656 с.
10. Черняк А.А., Новиков В.А., Мельников О.И., Кузнецов А.В. Математика для экономистов на базе MathCad. – СПб.: БХВ – Петербург, 2003. – 496 с.
Уманець Т.В., Підгарєв Ю.Б. Статистика: Навч. посіб. – К.: Вікар, 2003. – 623 с.