

Подальші дослідження заплановано у напрямку виявлення залежності густини розподілу від параметрів роботи гідрокласифікаторів CrossFlow, де збагачується вугілля крупністю 0,2 – 1 мм, з метою застосування отриманих результатів для збільшення виходу товарної продукції.

### Список літератури

1. Смирнов В.О., Білецький В.С. Гравітаційні процеси збагачення корисних копалин. – Донецьк: Східний видавничий дім, 2005. – 300 с.
2. Мала гірнича енциклопедія / [за ред. В. С. Білецького]. – Донецьк : Східний видавничий дім, 2013. – Т. 3. – 644 с.
3. Моделювання процесів збагачення корисних копалин. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 184 «Гірництво» / В. Г. Кравець, В. С. Білецький, В. О. Смирнов, П. В. Сергеев; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 437 с.
4. ДСТУ 3550-97 (ГОСТ 4790-93) (ИСО 7936-1992) Паливо тверде. Визначення та наведення показників фракційного аналізу. Загальні вимоги до апаратури та методики.
5. **Герашенко К.Д.** Исследование и разработка методов оценки донецких углей как объектов обогащения: автореферат дис. на здобуття ступеня канд. техн. наук: 05.15.08, “Збагачення корисних копалин” / Донецьк, 1983. – 24 с.
6. **Кандиная И.В., Удовицкий В.И.** Аналитическое представление кривых обогатимости углей. – Вестник КузГТУ. – 2004. – №4. – С. 48 – 54.
7. **Arinenkov Y.** Universal model for research both optimization of technological processes and circuits of coal preparation factories on the COMPUTER / 2nd Regional APCOM'97 Symposium. Published by: The Moscow State Mining University Publishing Center. Moscow, 1997. – P. 209 – 214.
8. **Ариенков Ю.Д.** Начальные условия в сепарбельном описании характеристик сыпучих материалов // Вісті Донецького гірничого інституту. – № 1, 2003. – С. 41 – 46.
9. **Пилов П.И., Святошенко В.А.** Определение режима обогащения каменных углей для обеспечения максимального выхода концентрата // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2011. – Вип. 44 (85). – С. 96 – 102.
10. **Carter J. D.** Implementing a Strong Maintenance Program // CPSA Journal. – 2014. – Vol. 13. No. 1. – P. 32 – 37.

УДК 681.03

І.Н. ВДОВИЧЕНКО, канд. техн. наук, доц.  
Криворізький національний університет

## АЛГОРИТМ АНАЛІЗУ РЕЗУЛЬТАТІВ АНКЕТУВАННЯ СТУДЕНТІВ З МЕТОЮ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ВИЩОЇ ОСВІТИ

**Метою** даної статті є проведення аналізу питань застосування багатокритеріальних експертних оцінок у системі освіти. Розгляд досвіду робіт науковців, який свідчить про наявність потреби доопрацювання питань аналізу результатів соціальних опитувань, використання експертних методів та їх запровадження в освітню галузь.

**Методи дослідження.** Перед усім застосовано теоретичний метод дослідження. Для вирішення задач використовуються методи які активно застосовуються на практиці: метод статистичної обробки результатів, метод порівняльного аналізу, експертні методи, метод візуалізації.

**Наукова новизна.** Тема актуальна, так як дає можливість підвищити якість вищої освіти. Вивчення літературних джерел показало, що цьому питанню приділено недостатньо уваги. У статті представлено математичну модель обробки експертних оцінок, запропоновано критерії оцінки альтернатив та оціночні шкали, що враховують специфіку системи освіти. Результатом теми роботи є обґрунтування доцільності застосування певних експертних та статистичних методів для одержання об'єктивних даних.

**Практична значимість.** У роботі розроблено схему експертних методів, яка демонструє різноманіття вибору шляхів вирішення проблеми. Запропоновано алгоритм обробки та аналізу результатів анкетування студентів. При побудові алгоритму ставилося завдання: після обробки результатів анкетування отримати найбільш об'єктивні оцінки оцінюваних альтернатив. Для цього запропоновано враховувати: ваги студентів, запропоновано різноманіття критеріїв, вагу оціночних критеріїв, шкали. Запроваджено використання нових інструментів контролю якості освіти. При використанні викладеного в статті підходу, можна очікувати на об'єктивне підвищення якості підбору викладачів, якості проведення занять і як результат, підвищення якості освіти.

**Результати.** Запропоновано один із підходів підвищення якості вищої освіти. Автор наголошує на необхідності формування кластерів експертів для врахування результатів анкетування за окремими кластерами. Вказані та проаналізовані підходи, при використанні в освіті нададуть об'єктивну основу для прийняття управлінських рішень. Важливим результатом є те, що визначено та заплановано перспективні напрями подальших досліджень цієї теми для підвищення ефективності обробки та об'єктивності результатів анкетування студентів.

**Ключові слова:** алгоритм, експертні оцінки, анкетування, критерії, альтернативи.

**Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями.** Актуальність застосування експертних методів для оцінки стану системи освіти та динаміки його змін обумовлена тим, що мало цю оцінку будувати лише на даних статистики. Для отримання об'єктивної оцінки необхідно залучати знання та досвід експертів. Поняття соціальної експертизи запроваджено провідним українським вченим Ю.І. Саєнко. Важливість соціальної експертизи у тому, що вона дозволяє уникнути ризику.

Слід зазначити, що українська наука та практика у галузі науково-технічного прогнозування давно використовує експертні оцінки, проте у сфері освіти є лише окремі приклади використання експертних оцінок. Разом з тим, добре відомо, що значення соціальної експертизи важко переоцінити при вирішенні таких завдань, як оцінка ситуації, прогнозування ситуації, прогноз соціальних результатів впровадження управлінських рішень, варіанти виходу з негативних ситуацій та їх запобігання [11].

**Аналіз досліджень і публікацій.** Великий внесок у розробку теоретичних та прикладних питань формування різних моделей соціальної експертизи та теорії прийняття рішень зробили: С. Д. Бешелев, Ф. Г. Гурвіч, О. І. Ларичев, Б. Р. Литвак, Б. Р. Міркін, А. І. Орлов, У. Парето, У. У. Подиновський, Д. А. Поспелов, Т. Сааті, Р. Саймон, Р. Фішер, К. Дж. Ерроу [1].

Але в публікаціях не розглядалися окремі проблеми системи освіти. Є необхідність у подальшій розробці та конкретизації питань експертних оцінок у системі вищої освіти.

Відомий американський вчений, професор Дж. Форрестер пише: "Наші соціальні системи незрівнянно складніші і важко розуміються, ніж технологічні". Ця фраза підкреслює те, що питання непросте і вимагає детальної розробки.

**Постановка задачі.** Незважаючи на успіхи, досягнуті в останні роки у розробці та практичному використанні методу експертних оцінок, є низка проблем та завдань, що вимагають подальших методологічних досліджень та практичної перевірки. Необхідно вдосконалювати систему вибору експертів, підвищення надійності характеристик групової думки, розробку методів перевірки обґрунтованості оцінок, виключення психологічного фактору, який впливає на результат, дослідження прихованих причин, що знижують достовірність результату.

Методики, що використовуються, не вирішують питання оцінки викладачів за допомогою анкетування студентів. Існує потреба у систематизації цих питань. Отже, актуальність теми, побудови алгоритму та інформаційних технологій багатокритеріальної оцінки для прийняття рішень за результатами експертизи в системі освіти, очевидна.

Практика доводить, що за дотримання всієї методології проведення експертної оцінки очікується похибки до 5%, що можна порівняти з похибкою багатьох технічних розрахунків. Отже, результати таких оцінок цілком можна використовувати для ухвалення рішення у системі освіти.

**Викладення матеріалу та результати.** Анкетування – вид експертизи, студенти, у цій ситуації – експерти, викладачі – альтернативи, критерії – характеристики альтернатив (у даному випадку, їх значення – це відповіді на поставлені у анкеті питання).

У системі анкетування можна виділити 4 модулі: організація експертизи, оцінка альтернатив, обробка інформації, формування результату.

Науково-обґрунтована процедура обробки результатів опитування складається з кількох етапів.

Етап отримання колективних експертних оцінок включає:

- узагальнення індивідуальних експертних оцінок;
- визначення узгодженості індивідуальних експертних думок;
- визначення об'єктивності колективних експертних оцінок;
- визначення обліку крайніх значень;
- аналіз експертної інформації. [3, 4, 5]

Варіанти можливих шляхів проведення та опрацювання результатів експертизи представлені на рис.1.

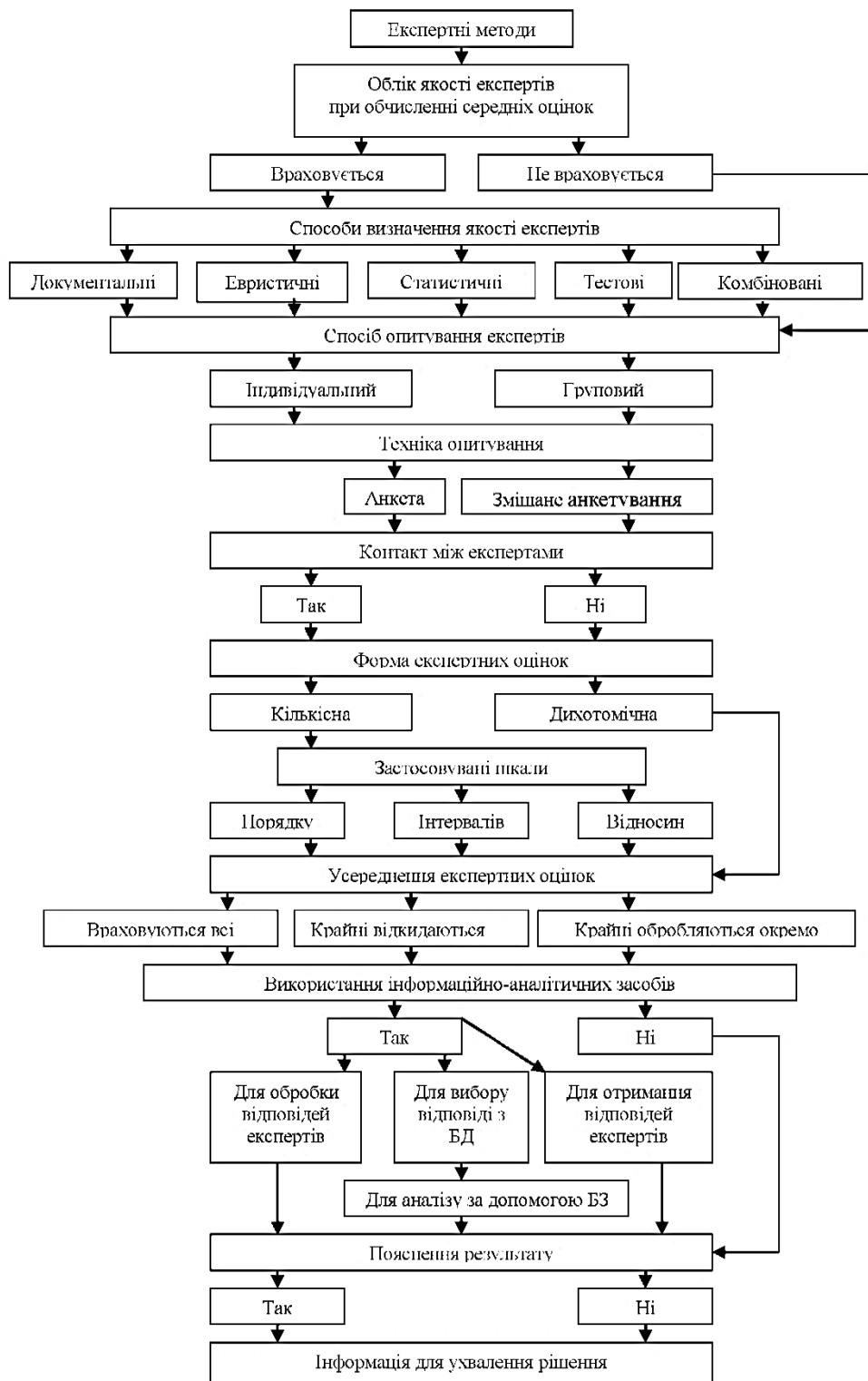


Рис. 1. Експертні методи

Проблеми при обробці інформації, отриманої під час анкетування, виникають з таких причин:

- не коректні питання;
- різні, не сумісні шкали оцінок;
- неправильна обробка кількісних чи якісних показників;
- ігнорування ступеня компетентності експертів;
- ігнорування нормування коефіцієнтів;
- ігнорування розкиду думок експертів;

ігнорування важливості (вагомості) значимості критеріїв;  
не правильне використання математичного апарату та інше.

Важливе значення має правильне формування оцінної системи. Оцінна система, що формується, повинна складатися з:

набору критеріїв, що характеризують альтернативи;  
шкали для оцінки порівняльної важливості критеріїв;  
шкали для оцінки порівняльної важливості груп критеріїв;  
шкали для оцінки альтернатив за критеріями;  
формування принципу вибору.

В даному випадку, коли критерії задані за декількома порядковими шкалами, мета полягає в упорядкуванні елементів вихідної множини. Більш сильному виявленню ознаки відповідає більше число порядкової шкали чи шкали рангів.

Числа в шкалі порядку відображають лише порядок прямування об'єктів. Ранжування виконується у порядковій шкалі. Тип шкали визначає групу допустимих перетворень. У порядковій шкалі допустимими є всі перетворення, що строго зростають. Використання порядкових шкал дозволяє проводити перетворення отриманих від експертів оцінок, що відповідають всім функціям, що монотонно зростають.

Зручно використовувати 9-бальну шкалу: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Вона симетрична щодо 5 і ця кількість балів узгоджується з психофізичними можливостями людини.

Оцінки експертів слід вважати вимірними у порядковій шкалі. Порядкова шкала та шкала найменувань – шкали якісних ознак. Шкала найменувань чи класифікації використовується для класифікації критеріїв за групами. З її допомогою всім критеріям однієї й тієї групи присвоюються одні й ті самі числа.

В даному випадку, коли критерії задані за декількома порядковими шкалами, мета полягає в упорядкуванні елементів вихідної множини. Більш сильному виявленню ознаки відповідає більше число порядкової шкали чи шкали рангів.

Числа в шкалі порядку відображають лише порядок прямування об'єктів. Ранжування виконується у порядковій шкалі. Тип шкали визначає групу допустимих перетворень. У порядковій шкалі допустимими є всі перетворення, що строго зростають. Використання порядкових шкал дозволяє проводити перетворення отриманих від експертів оцінок, що відповідають всім функціям, що монотонно зростають.

Критерії мають бути виражені в номінальній, якісній чи кількісній шкалі. Кількісна вимірюваність потрібна щодо емпірико-статистичного аналізу.

За своєю значимістю, у загальній оцінці альтернативи, певні якості мають різну питому вагу. Отже, коефіцієнти вагомості є кількісними характеристиками значимості показників. Використання ваги дозволяє створити модель близьку до реальності [6].

Можна оцінити групи критеріїв за 5-ти бальною шкалою. Потрібно призначити ваги критеріїв усередині груп, ранжуючи критерії за важливістю, вага найважливішого значення відповідає 10 балам. Найменш важливого – 1. Упорядкування критеріїв важливості передбачає, що є загальна десятибальна шкала з однаковою інтерпретацією оцінок.

Перехід від вербальної шкали до числової для груп критеріїв можна виконати таким чином: 1 – не має значення, 2 – незначно, 3 – середнє значення, 4 – має значення, 5 – вирішальне значення. Далі вагові коефіцієнти нормуються на основі умови:

$$\sum_{i=1}^n b_i = 1.$$

Коефіцієнти вагомості критеріїв та груп критеріїв використовуємо на стадії підрахунку комплексного показника, що є сумою добутків оцінок альтернатив на відповідні коефіцієнти вагомості критеріїв, що складаються із суми вагомості критерію в групі та вагомості групи критеріїв.

Узгодженість думок експертів відображає стандартне відхилення. Якісний аналіз матеріалів експертного опитування включає: оцінку ступеня узгодженості думок експертів; виділення груп експертів з «близькою» думкою у разі наявності суттєвих розбіжностей у їхніх відповідях; виявлення розкиду думок; впливу характеристик експертів на зміст їхніх відповідей; ранжуван-

ня відповідей у однорідних групах, формування «об'єднаних» відповідей, яким присвоюється той самий порядковий номер при ранжуванні.

Треба якісно оцінювані ситуації оцінювати кількісно, за допомогою вербально-числових шкал, що спеціально вводяться. Кількісно силу кореляційного зв'язку оцінюють за допомогою коефіцієнтів кореляції, використовують коефіцієнт Пірсона. Для ознак, заданих у порядкових шкалах, обчислюють рангові коефіцієнти кореляції Спірмена і Кендела, які інтерпретуються так само, як коефіцієнт кореляції Пірсона. Серед методів багатовимірної статистики, найуживанішими, є факторний та кластерний аналізи.

Факторний аналіз дає можливість виявити латентні зв'язки, описати залежність між ними та первинними ознаками, обчислити значення всіх збудованих таким чином зв'язків для кожного об'єкта.

Виконання кластерного аналізу дає можливість розділити сукупність об'єктів на однорідні за певним критерієм групи (кластери) та аналізувати показники в межах цих груп.

Наприклад, для формування кластерів, виділити окремо думки студентів 2, 3, 4, 5 курсів. Окремо думки студентів із різною успішністю. Окрема думка студентів різних спеціальностей, різної форми навчання. Як показує досвід, це різні думки і не враховувати це не можна.

*Методика побудови ієрархії груп критеріїв та критеріїв у групах*

I етап. 1. Декомпозиція та побудова ієрархії критеріїв.

2. Визначення вагомості приватних критеріїв.

II етап. 1. Визначення кількісних показників приватних критеріїв кожної альтернативи .

III етап. 1. Розрахунок агрегатного значення критеріїв кожної альтернативи.

Згідно з цими етапами, для організації рішення пропонуємо наступні процедури:  
декомпозицію критеріїв на групи (наприклад: особисті якості, професійні якості (компетентність професійна, компетентність всебічна), інноваційні навички тощо);  
ранжування цих груп та критеріїв у середині груп за важливістю;  
вибір числових характеристик критеріїв;  
розробка методів оцінки;  
оцінка альтернатив;  
вибір методів агрегування;  
вибір виду інформації для остаточного рішення;  
остаточне рішення.

Кожна ознака професійних та особистих якостей може мати 9 рівнів прояву та оцінюється за принципом відхилення від середнього значення. Відповідно до конкретної ознаки середнього рівня його кількісна оцінка = 5, нижче середнього – від 1 до 4, вище середнього – від 6 до 9.

Оцінка всієї сукупності ознак провадиться шляхом підсумовування оцінок ознак, помножених на їхню середню значимість: 
$$P = \sum_{i=1}^k b_i x_i .$$

Визначаємо середню оцінку кожної альтернативи за кожним критерієм

$$x_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ij}^k, \quad i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, n}, \quad k = \overline{1, K},$$

де  $x_{ij}^k$  оцінка  $i$  – ої альтернативи,  $j$  – им експертом за  $k$  – м критерієм. Ми пропонуємо враховувати вагу експерта, тоді формула розрахунку набуде вигляду:

$$x_{ij} = \frac{\sum_{j=1}^n w_j x_{ij}^k}{\sum_{j=1}^n w_j},$$

де  $w_j$  – вага  $j$ -го експерта.

Як вагу експерта (у нашому випадку – студента) можна взяти значення з шкали: «задовільно», «добре», «відмінно», вказавши відповідні кількісні значення (3, 4, 5), після нормування коефіцієнти = 1/4, 1/3, 5/12.

Для кількісної ознаки обчислюють середнє арифметичне значення всіх об'єктів сукупності. Для якісних ознак такою узагальнюючою характеристикою є мода.

Думки експертів – бали, виміряні у порядковій шкалі, тому обґрунтованим є використання медіан як середні бали.

Однак, повністю ігнорувати середні арифметичні недоцільно через їхню поширеність. Тому доцільно використовувати одночасно обидва методи – і метод середніх арифметичних рангів (балів), і методів медіанних рангів. Така рекомендація знаходиться у згоді з концепцією стійкості, що рекомендує використовувати різні методи для обробки одних і тих самих даних з метою підтвердити висновки, що отримуються одночасно за всіх методів.

Логічно, що оцінки студента з більш високою успішністю мають перевагу перед оцінками менш компетентних студентів (див. вище).

Тому, групова оцінка являє собою середню оцінку добутків студентів (у свою чергу отриманих за методом середніх арифметичних рангів і медіан рангів) на показники їх успішності.

Бажано опитування експертів виконати за  $N$  блоками, що містять від 2 до  $M$  питань кожен. Тобто застосувати секційний підхід, який полягає в тому, що послідовно розглянути питання щодо окремих тем.

У блоках застосувати різні підходи. Наприклад: У першому треба оцінити вагу зазначеного фактора за 6 бальною шкалою від 0 до 5. У другому блоці вказати, чи згодні із запропонованим виразом за вербально-числовою шкалою: ні – 0; важко сказати – 2,5; так – 5. У третьому блоці виконати порівняння із запропонованою оцінкою по 11-бальній системі тощо.

*Математична модель обробки експертних оцінок*

Нехай  $n$  експертів провели оцінку  $n$  альтернатив за  $k$  критеріями. Результати оцінки представлені у вигляді величин  $x_{ij}^h$ , де  $j$  – номер експерта,  $i$  – номер альтернативи,  $h$  – номер критерія. Оцінку альтернатив виконуємо методом безпосередньої оцінки, тоді величини  $x_{ij}^h (i = 1, \dots, n; j = 1, 2, \dots, n; h = 1, 2, \dots, k)$  являють собою бали.

Для отримання групової оцінки альтернатив у разі можна скористатися середнім значенням оцінки кожної альтернативи [7, 8].

$$x_i = \sum_{h=1}^k \sum_{j=1}^n b_h x_{ij}^h w_j (i = 1, 2, \dots, n),$$

де  $b_h$  – коефіцієнти ваг критеріїв,  $w_j$  – коефіцієнти ваг експертів.

Коефіцієнти ваг критеріїв та коефіцієнти ваг експертів мають бути нормованими величинами, тобто

$$\sum_{h=1}^k b_h = 1; \quad \sum_{j=1}^n w_j = 1.$$

Підсумовування індивідуальних оцінок з вагами експертів та важливістю критеріїв при аналізі альтернатив у кардинальних шкалах ґрунтується на припущенні про виконання аксіом теорії корисності фон Неймана–Моргенштерна, як для індивідуальних, так і для групової оцінки та умов нерозрізненості альтернатив у груповому відношенні, якщо вони невідрізнювані у всіх індивідуальних оцінках (частковий принцип Парето). У реальних завданнях ці умови, як правило, виконуються, тому отримання групової оцінки альтернатив шляхом підсумовування з вагами індивідуальних оцінок експертів широко застосовується на практиці.

**Висновки та напрямки подальших досліджень.** Перспективним напрямком підвищення ефективності обробки та об'єктивності результатів анкетування студентів, на наш погляд, є такі напрямки.

Дуже цінним є виявлення розкиду думок та облік впливу успішності студентів на зміст їх відповідей.

Треба сформулювати групи питань – визначення конкретної якості викладача: наприклад особисті (психологічні якості, такі як колективізм, толерантність, комунікабельність, відкритість до різних поглядів, чесність, справедливість, почуття гумору та інших.), професійні (компетентність, прагнення інновацій, навченість, дисциплінованість, грамотна мова, тактовність і т.д.) і характеризувати за цими групами.

Інтерес представляє визначення розбіжності оцінок експертів із конкретної групи (наприклад, відмінників чи «глибоких трісчників» тощо) із середньою думкою всіх експертів, з метою, з медіаною. Це дуже інформативний показник.

Виділити окремо думки студентів 2, 3, 4, 5 курсів. Окремо думки студентів із різною успішністю, різною формою навчання, різних спеціальностей.

Дуже цікаво виявити відмінності (якщо вони є) щодо оцінки альтернативи студентами різних спеціальностей.

Виявити найбільш спірні відповіді щодо альтернатив і розбіг думок щодо них.

Розробити систему особливих питань, так як питання типу «Чи ефективний викладач ...» – не коректні, тому що. однозначне визначення поняття «ефективності викладача» студентам ніхто не давав.

Розробити заходи, які нададуть можливість уникнути необ'єктивного оцінювання студентами викладачів.

Запропонований алгоритм аналізу результатів анкетування студентів та подальші дослідження даної теми, безперечно, сприятимуть підвищенню якості вищої освіти.

### Список літератури

1. Сасенко Ю.І. Методологія та методика визначення інтегральних соціальних показників. – К.: Ін-т соціології НАНУ, 2004. – 372 с.
2. Орлов А.И. Нечисловая статистика. – М.: МЗ-Пресс, 2004. – 513 с.
3. Бешелев С.Д. Математико-статистические методы экспертных оценок / С.Д. Бешелев, Ф.Г. Гурвич – М.: Статистика, 1974. – 159 с.
4. Денисова А. Л. Теория и практика экспертной оценки товаров и услуг. Учеб. Пособие / А. Л. Денисова, Е. В. Зайцев. – Тамбов: Т ГТУ, 2002. – 72 с.
5. Вдовиченко І.Н. Інформаційні технології многокритеріального експертного оцінювання альтернатив в соціальних системах. Дис-я. – Київ – 2008. – 192с.
6. Тоценко В.Г. Методы и системы поддержки принятия решений. Алгоритмический аспект. – Киев: Наукова думка, 2002. – 381 с.
7. Евланов Л. Экспертные оценки в управлении. – М.: Экономика, 1978. – 286 с.
8. Литвак Б.Г. Экспертные технологии в управлении. – М.: ДЕЛЮ, 2004. – 412 с.
9. Гнатіско Г. М., Снитюк В. Є. Експертні технології прийняття рішень : монографія. Київ, 2008. – 444 с.
10. Мураховська О.А., Н.А. Українець. Аналіз застосування методів статистичної обробки експертних оцінок на етапі попереднього проектування складних технічних пристроїв. Системи управління, навігації та зв'язку. Національний університет "Полтавська Політехніка імені Юрія Кондратюка" 2022. №3. С. 39–44.
11. Ворона В.М. Українське суспільство: моніторинг – 2000р. Інформаційно-аналітичні матеріали. – Київ: Інститут соціології НАН України, 2000. – 390 с.

УДК 622.7

Т.А. ОЛІЙНИК, д-р техн. наук, проф., М.М. ВІЛЬГЕЛЬМ, аспірант  
Криворізький національний університет

### ОСОБЛИВОСТІ КОАГУЛЯЦІЇ ЧАСТИНОК ТА АДСОРБЦІЯ РЕАГЕНТІВ НА ПОВЕРХНІ ПІННОГО ПРОДУКТУ ФЛОТАЦІЇ

**Мета.** Метою даних досліджень є оцінка можливості зниження впливу коагуляції частинок та адсорбції реагентів на поверхні пінного продукту флотації. Огляд існуючих досліджень у цьому напрямку з метою пошуку оптимальних методів для вирішення даної проблеми. Розгляд механічних, вібраційних, хімічних та інших методів з метою вибору найбільш оптимального для вирішення поставленої мети.

**Методи дослідження.** При проведенні досліджень застосовувались наступні методи: наукове вивчення та узагальнення матеріалу в рамках існуючої проблеми; експериментальні - попередня підготовка пінного продукту методом розмагнічування в магнітному полі; визначення характеристик пінного продукту до операції розмагнічування та після; включення у схему методів магнітної сепарації та флотації з метою отримання продукту з покращеними технологічними характеристиками; проведення хімічних аналізів продуктів технологічних схем.

**Наукова новизна.** У ході експериментальних досліджень встановлено вплив підготовки пінного продукту з використанням магнітного поля перед наступними операціями збагачення. Виявлено відповідність пінного продукту до вологості піни зі сферичними бульбашками. Встановлено закономірність збільшення показників пінного продукту за рахунок зменшення коагуляції частинок під впливом магнітного поля. Визначені відповідності та закономірності надають можливість їх використання у якості вихідних даних для створення математичної моделі.

**Практичне значення.** В рамках досліджень отримані результати – підвищення вмісту заліза загального у магнітному продукті з 44,6 до 47,02% та у камерному продукті флотації з 59,3 до 61,42 %, при збільшенні виходу каме-