

УДК 620.179.16

*О.В. Погорслова, студент гр. ПК-42
НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»*

ЗАСТОСУВАННЯ ФАКТОРНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОВЕДЕННЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЮ

Анотація. В роботі досліджується можливість використання принципів факторного аналізу для передбачення якості проведення ультразвукового неруйнівного контролю. В роботі висвітлена суть методу факторного аналізу; фактори, які впливають на результат контролю; методика оцінки отриманих даних. **Ключові слова:** факторний аналіз, масив даних, ультразвуковий контроль, значущість фактору.

ВСТУП

Метою цієї оглядової роботи є дослідження можливості використання методів факторного аналізу для проведення ультразвукового неруйнівного контролю.

Факторний аналіз дозволяє виявити об'єктивно існуючі фактори, які впливають на властивості об'єкта контролю та на умови, в яких проводиться дослідження. Дуже важливим є те, що, як правило, ці фактори безпосередньо не споглядаються, а лише певним чином впливають на досліджувані параметри.

СУТЬ МЕТОДУ ФАКТОРНОГО АНАЛІЗУ

Метод факторного аналізу полягає у виключенні опису множини характеристик, що вивчаються, і заміні їх меншою кількістю інформаційно об'ємніших змінних.

Привабливість цього методу полягає в тому, що він дозволяє вводити в обіг та корисно застосовувати великий обсяг вихідних статистичних даних. Відомо, що більшість вчених, прагнучи дослідити певну проблему цілком і повністю, спираються на величезну кількість інформації. Однак проаналізувати такий об'єм інформації дуже складно. Таким чином виникає потреба в стисненні інформації до більш реальних розмірів за рахунок відбору найбільш суттєвої та відкиданням другорядної. Саме тоді, коли існує необхідність обмеження кількості змінних, і застосовується факторний аналіз. За допомогою певних математичних процедур комплекс параметрів розбивається на групи таким чином, що можна розглянути всі фактори, які дозволяють коротко описати досліджуваний масив чисел.

Важливою відмінною особливістю факторного аналізу є можливість одночасного дослідження як завгодно великої кількості взаємозалежних змінних. Він не вимагає припущення про незмінність всіх інших умов, властивого багатьом іншим методам статистичного аналізу. Завдяки цьому факторний аналіз є цінним інструментом дослідження явища у всьому різноманітті його реальних взаємозв'язків.

Факторна матриця дозволяє виділити для кожного фактора групу параметрів, найтісніше з ним пов'язаних. Тим самим відкривається можливість зіставити фактори один з одним, дати їм змістовне тлумачення і найменування, тобто навести інтерпретацію факторів.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДІВ ФАКТОРНОГО АНАЛІЗУ

У факторній моделі передбачається, що поряд зі спільними факторами на вихідні ознаки здійснюють вплив і характерності, які також є латентними ознаками. При знаходженні факторів методами факторного аналізу передбачається, що характерності вже відомі, або їх певним чином можна оцінити. Це означає, що у вихідній кореляційній матриці R діагональні елементи виражають лише спільності, а тому менші за одиницю.

Сутність методів полягає в знаходженні такої матриці факторних навантажень W , яка задовольняє співвідношенню:

$$WW^T = R - D = R' \quad (1)$$

де D - діагональна матриця, що виражає характерність:

$$D = \begin{bmatrix} d_1^2 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & d_2^2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & d_n^2 \end{bmatrix} \quad (2)$$

R' - редукована матриця кореляцій:

$$R' = \begin{bmatrix} h_1^2 & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & h_2^2 & \dots & r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & h_n^2 \end{bmatrix} \quad (3)$$

На даний час не існує точних процедур побудови редукованої кореляційної матриці; всі вони носять евристичний характер [1].

Вплив людського фактора може істотно знизити потенційну надійність і ефективність системи, що показано в роботах [2], де авторами розглядається запропонована ними концептуальна формула надійності, що згодом стала частиною модульної моделі надійності, в якій враховується вплив і суб'єктивних факторів. Там же наведені деякі результати дослідження цього впливу на результат УЗ дефектоскопії, а також проаналізовані причини його прояви.

В якості досліджуваних факторів було обрано:

1. Кваліфікацію оператора;
2. Якість обладнання;
3. Забезпечення умов контролю;
4. Робоче підсилення в приладі;
5. Тип контактної рідини;
6. Зусилля притиснення блоку перетворювачів до ОК.

Класифікація і вибір значимих факторів зроблено з урахуванням досліджень, проведених в [3,4].

Освіченість та кваліфікація оператора збільшує вірогідність отримання коректного результату. Але цього не достатньо в разі застарілого чи неякісного обладнання, незадовільних умов контролю. Також на результат контролю впливає рівень зашумленості сигналу від датчика та робоче підсилення. В

якості контактної рідини можуть використовувати воду, машинне мастило, гелі. В залежності від задачі змінюється доцільність використання типу контактної рідини.

Оцінка значущості кореляційної матриці може проводитись за критерієм Уїлкіса χ^2 . Спостережене значення критерію обчислюється за формулою:

$$\chi^2_{\text{спост}} = -\left(m - \frac{1}{6}(2n + 5)\ln[\det(R)]\right) \quad (4)$$

Це значення порівнюється з критичним для $\chi^2_{\text{спост}}$ - розподілу, знайденим при заданому рівні значущості α та кількості ступенів вільності $v = n(n - 1)/2$. Значущість кореляційної матриці підтверджується, якщо спостережене значення перевищує критичне: $\chi^2_{\text{спост}} \leq \chi^2_{\text{спост}}(\alpha, v)$ [1].

ВИСНОВКИ

Дослідження факторів впливу на проведення ультразвукового контролю може потенційно збільшити ефективність контролю. Покращення результату може здійснюватися за рахунок підбору ідеального способу контролю та допоміжних засобів в залежності від задач.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Прикладні задачі моделювання економічних процесів. Методи факторного аналізу. / Хмельницький національний університет, каф. Автоматизованих систем і моделювання в економіці. Режим доступа: [www.URL:http://dn.khnu.km.ua/dn/k_default.aspx?M=k0661&T=05&lng=1&st=0](http://dn.khnu.km.ua/dn/k_default.aspx?M=k0661&T=05&lng=1&st=0)

2. Mueller, C., Bertovic, M., Kanzler, D., Heckel, T., Holstein, R., Ronneteg, U., Pitkänen, J., Rosenthal, M. "Assessment of the Reliability of NDE: A Novel Insight on Influencing factors on POD and Human Factors in an organizational Context". Proceedings of the 11th European Conference on Non-Destructive Testing (ECNDT 2014), October 6-10, 2014, Prague, Czech Republic, Vol. 1, pp. 2-19.

3. Галаган Р.М. Анализ погрешностей измерения скорости распространения ультразвуковой волны в многофазных порошковых материалах. Часть 1: влияние субъективной погрешности / Р.М. Галаган, Г.А. Богдан // Вісник Національного Технічного Університету України «КПІ». Серія приладобудування. – Київ. – 2015. – № 49(1). – С. 53-60.

4. Галаган Р.М. Анализ погрешностей измерения скорости распространения ультразвуковой волны в многофазных порошковых материалах. Часть 2: влияние инструментальной и методической погрешностей / Р.М. Галаган, Г.А. Богдан // Вісник Національного Технічного Університету України «КПІ». Серія приладобудування. – Київ. – 2016. – № 51(1). – С. 52-57.

Науковий керівник: доцент Галаган Р.М.