

Електронні та мехатронні системи: теорія, інновації, практика: збірник наукових праць за матеріалами V Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції, 08 листопада, 2019 р. / Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

Редколегія: О.В. Шефер (головний редактор) та ін. – Полтава: ПолтНТУ, 2019. – 77 с.

У збірнику представлені результати наукових досліджень та розробок в області сучасних електромеханічних систем та автоматизації, електричних машини і апаратів, моделювання та методів оптимізації, енергоресурсозбереження в електромеханічних системах, управління складними технічними системами, проблем аварійності та діагностики в електромеханічних системах та електричних машинах, інформаційно-комунікаційних технологіях та засобах управління. Призначений для наукових й інженерно-технічних працівників, аспірантів і магістрів.

Матеріали відтворено з авторських оригіналів та рекомендовано до друку V Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції «Електронні та мехатронні системи: теорія, інновації, практика». Редакція не обов'язково поділяє думку автора і не відповідає за фактичні помилки, яких він припустився.

Відповідальний за випуск - д.т.н., доцент О.В. Шефер.

**Редакційна колегія:**

О.В. Шефер – *головний редактор*, доктор технічних наук, в.о. завідувача кафедри автоматики, електроніки та телекомунікацій;

В.В. Борщ – кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри автоматики, електроніки та телекомунікацій Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»;

Н.В. Єрмілова – кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматики, електроніки та телекомунікацій Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»;

С.Г. Кислиця – кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматики, електроніки та телекомунікацій Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»;

В.П. Дорогобід – кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматики, електроніки та телекомунікацій Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

<b><i>Ічанська Н.В., Лебединський С. Б.</i></b> КОМ'ЮТЕРНА ГРАФІКА ТА ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ У МИСТЕЦТВІ.....	137
<b><i>Ічанська Н.В., Кузнецов В.В.,</i></b> ВЕБ-РОЗРОБКА СЕРВІСУ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ПОВНОГО ФАКТОРНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ .....	140
<b><i>Ічанська Н.Г.</i></b> ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ КОМП'ЮТЕРНОЇ МАТЕМАТИКИ МАТЛАВ ДО ЗАДАЧ КЛАСИФІКАЦІЇ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ .....	144
<b><i>Лактіонов О.І., Флегантов Л.О.</i></b> УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ВЗАЄМОДІЇ РОБІТНИКІВ-ВЕРСТАТНИКІВ З ЕЛЕМЕНТАМИ ТЕХНІЧНОЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДСИСТЕМ .....	148
АЛФАВІТНИЙ ВКАЗІВНИК.....	156

# APPLICATION OF MATLAB COMPUTER MATH MATHEMATICS TO THE PROBLEMS OF CLASSIFICATION OF DIFFERENTIAL EQUATIONS

*N. Ichanska, MSc,*

*Kyiv National Taras Shevchenko University*

**УДК 004.5**

*О.І. Лактіонов, викладач*

*Полтавський політехнічний коледж національного  
технічного університету «Харківський політехнічний  
інститут»*

*Л.О. Флегантов, к. ф.-м. н., доцент, професор*

*Полтавська державна аграрна академія*

## УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ВЗАЄМОДІЇ РОБІТНИКІВ- ВЕРСТАТНИКІВ З ЕЛЕМЕНТАМИ ТЕХНІЧНОЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДСИСТЕМ

Удосконалення методики оцінювання фахівців, що ґрунтується на комплексному аналізі результатів окремих аспектів їх професійної підготовки, є актуальною проблемою сьогодення. Очевидно, що при об'єднанні окремих оцінок технологія оцінювання фахівців спрощується. Тому, у попередніх дослідженнях були запропоновані методи об'єднання самооцінок, оцінок експертів, нормованих оцінок галузевого стандарту у індекси, що оцінюють

діяльність тільки верстатника, який є елементом соціальної підсистеми системи «Верстатник–Верстат–Керуюча програма виготовлення деталі» (ВВКП) [1].

Зокрема, існує ряд робіт, присвячених створенню математичних методів об'єднання оцінок у інтегровані показники (індекси) [2–4]. Проте, поза фокусом уваги досі залишається питання якості взаємодії верстатника з елементами технічної та інформаційної підсистем системи ВВКП. Це актуалізує проблему оцінювання робітників-верстатників з елементами технічної та інформаційної підсистем.

Метою даної роботи є формування умов та розробка математичного методу об'єднання оцінок елементів соціальної, технічної та інформаційної підсистем у індекс якості взаємодії верстатника з елементами технічної та інформаційної підсистем системи ВВКП.

**1. Умови створення формули Індексу якості взаємодії верстатника з елементами технічної та інформаційної підсистем системи «Верстатник–Верстат–Керуюча програма виготовлення деталі».**

**Умова №1.** Відомий метод аналізу ієрархій [5], що застосовується для проведення точного відбору верстатників, не дозволяє працювати з великими вибірками (при  $n > 15$ ). Дана теоретико-методологічна посилка дозволяє сформулювати умову про те, що необхідно створити математичний метод (індекс) для роботи з вибірками 15 верстатників і більше.

**Умова №2.** Складність системи ВВКП у тому, що елементи соціальної, технічної та інформаційної підсистем діагностуються номінальною шкалою за

допомогою номінальних характеристик, де для встановлення взаємодії необхідно перетворити номінальну шкалу у порядкову.

**Умова №3.** Необхідність створення математичної формули для вираховування індексних оцінок.

**Умова №4.** Формула індексу повинна більш чутливо вираховувати індексні оцінки, що забезпечують більшу точність відбору верстатників незалежно від об'єму вибірки.

**Умова №5.** Необхідність нормування вагових коефіцієнтів оцінок окремих факторів відбору, що сумарно мають дорівнювати 1,0.

**Умова №6.** Необхідність нормування інтегрованих складових первинних оцінок факторів та їх комплексів (одиначна, попарна та потрійна взаємодія факторів) за допомогою 5-ти бальної порядкової шкали.

**Умова №7.** Взаємодія починається з факту досягнення верстатником загальної кінцевої мети (результату) функціонування системи ВВКП.

## **2. База дослідження.**

**З 419 відкритих змішаних систем на машинобудівних підприємствах міст Карлівка, Полтава, Харків була сформована базова експериментальна вибірка 51 верстатників, з яких 34 успішно пройшли державну атестацію, а 17 не підвищили кваліфікаційний розряд.**

**3. Побудова математичної моделі індексу якості взаємодії підсистем.**

У відповідності з умовами 1-7, спираючись на досвід існуючих моделей [1–5], математична модель індексу оцінювання взаємодії елементів підсистем системи ВВКП була запропонована у вигляді моделі (1):

$$Y = \lambda_1 I_1 + \lambda_2 I_3 + \lambda_3 I_3, \quad (1)$$

де  $I_1, I_2, I_3$  – нормовані згідно умови 6 інтегровані показники ( $I_j = \overline{1,5}$ ), що характеризують взаємодію елементів соціальної, технічної та інформаційної підсистем системи ВВКП, відповідно:

$$I_1 = \frac{X_1 + X_2 + X_3}{3}, I_2 = \sqrt{\frac{X_1 X_2 + X_1 X_3 + X_2 X_3}{3}}, I_3 = \sqrt[3]{X_1 X_2 X_3}, \quad (2)$$

$X_1, X_2, X_3$  – факторні ознаки ( $X_j = \overline{1,5}$ ) (соціальна підсистема – кваліфікаційний розряд верстатника, інформаційна підсистема – рівень складності керуючої програми виготовлення деталі на верстаті з ЧПК, технічна підсистема – продуктивність верстата з ЧПК);

$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$  – вагові коефіцієнти інтегрованих показників, відповідно до умови 5:  $\lambda_3 = 1 - \lambda_1 - \lambda_2$ ,  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3 \geq 0$ .

На відміну від методу аналізу ієрархій запропонована математична модель (1) враховує одиночну, парну і потрійну взаємодію факторів  $X_j, j = \overline{1,3}$ .

Виконуючи умову (6) для нормування вагових коефіцієнтів у [6] використовують відомий алгоритм

методу найменших квадратів (МНК), цільова функція даного дослідження має вид (3):

$$L(\lambda_1, \lambda_2) = \sum_{i=1}^N \delta_i^2 = \sum_{i=1}^N (Y_i - Y_i^*)^2 = \sum_{i=1}^N (Y_i - \lambda_1 I_{1i} - \lambda_2 I_{2i} - (1 - \lambda_1 - \lambda_2) I_{3i})^2 \rightarrow \min \quad (3)$$

де  $\delta_i = Y_i - Y_i^*$ ,  $Y_i^* = \lambda_1 I_{1i} + \lambda_2 I_{2i} + (1 - \lambda_1 - \lambda_2) I_{3i}$  –

різниця між експериментальними даними  $Y_i$  і теоретичною оцінкою  $Y_i^*$ .

Відшукання вагових коефіцієнтів вказує, що умова оптимальності, покладена в основу МНК, досягається, коли один з вагових коефіцієнтів є негативним, що не відповідає умовам даного дослідження. Також слід зазначити, що для лінійної функції (1) однозначного рішення щодо вагових коефіцієнтів без додаткових обмежень отримати неможливо. Якщо інтегровані показники  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  розділити на точну і не точну матрицю, отримали б нульовий визначник і значення похибки діагональної матриці. Проте, дана похибка не несе інформації, так як  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  лінійно залежні і не коректно відшукуються.

Під час обговорення цього питання з професором А.М. Сільвестровим, аналізуючи протиріччя отриманих результатів, було прийнято рішення дослідити вагові коефіцієнти методом перебору у просторі на крупній і меншій сітці площини координат за умови  $\lambda_1, \lambda_2 > 0$  і  $\lambda_1, \lambda_2 < 1$  за допомогою цільової функції (4):

$$I_{\text{ЯВ}} = \sum_{i=1}^{51} (\lambda_1 \cdot I_{1i} + \lambda_2 \cdot I_{2i} + (1 - \lambda_1 - \lambda_2) \cdot I_{3i}) \rightarrow \max. \quad (4)$$

Функція (4) дозволяє отримати рішення вагових коефіцієнтів опираючись на три ряди первинних оцінок  $X_1, X_2, X_3$  з більшою чутливістю. Визначивши таким чином питому вагу вагових коефіцієнтів, отримали формулу Індексу якості взаємодії верстатника з елементами технічної та інформаційної підсистем системи ВВКП (5):

$$I_{JB} = 0,75I_1 + 0,2I_2 + 0,05I_3 \quad (5)$$

Запропонована формула (5) дозволяє оцінювати якість взаємодії верстатника з елементами технічної та інформаційної підсистем системи ВВКП та може використовуватися як критерії відбору верстатників з великих вибірок. Проте, при зміні вибірки зміниться питома вага вагових коефіцієнтів та утвориться нова формула індексу.

### **Висновок.**

1. Розроблено математичний метод об'єднання оцінок елементів соціальної, технічної та інформаційної підсистем у індекс якості взаємодії верстатника з елементами технічної та інформаційної підсистем системи ВВКП.

2. Для удосконалення формули Індексу якості взаємодії верстатника з елементами технічної та інформаційної підсистем системи ВВКП у наступних дослідженнях необхідно розробити уніфіковані вагові коефіцієнти для дослідження різних за обсягом вибірок.



## ЛІТЕРАТУРА

1. Laktionov A. *Application of index estimates for improving accuracy during selection of machine operators /A.Laktionov// Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.* – 2019. – №3. – P. 18–26. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.165884>.

2. *Ukraine Unified Transport System Potential and Its Development Management Effectiveness Integral Assessment / O.Komelina, V. Dubishchev, M. Lysenko, N. Panasenko. // International Journal of Engineering & Technology.* – 2018. – №7. – С. 633–638.

3. Посилкіна, О. В. *Методика інтегральної оцінки трудового потенціалу фармацевтичних підприємств / О. В. Посилкіна, Ю. С. Братішко // Фармацевтичний журнал.* - К. : Здоров'я. – №1. – 2008. – с. 30–38.

4. Жалнина А.В. *Экономический анализ качества жизни : монография / А.В. Жалнина, Б.И. Герасимов; под науч. ред. д-ра экон. наук, проф. Б.И. Герасимова.* – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2006. – 144 с.

5. Акуленко К. Ю. *Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Теорія прийняття рішень» для студентів спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» денної форми навчання.* Рівне: НУВГП, 2017. – 51 с.

6. Островерхов М.Я., Сільвестров А.М., Скринник О.М. *Системи і методи ідентифікації електротехнічних об'єктів: монографія.* – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 333 с.

## IMPROVEMENT OF METHODS QUALITY ASSESSMENT INTERACTION MACHINE

## **WORKERS WITH TECHNICAL AND INFORMATION SUBSYSTEM ELEMENTS**

*A. Laktionov, Lecturer;*

*Poltava Polytechnic College of the National Technical  
University "Kharkiv Polytechnic Institute"*

*L. Flehantov, PhD (Physical and Mathematical Sciences),*

*Associate professor,*

*Poltava State Agrarian Academy*