

*The results of research process interaction roots with working surface of spiral auger, which is set at angle to direction of heaps. Analytical defined collision resulting speed and corner of reflection from root surface coil screw.*

***Cleaning system combined roots, screw, angle of reflection, resultant speed of motion.***

УДК 631.511.018

## **СТАНДАРТИЗАЦІЯ ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО РІВНЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН**

***О.В. Дубровіна, магістр  
І.Л. Роговський, кандидат технічних наук***

*В статті представлено результати аналітичних викладок методики оцінки технічного рівня продукції сільськогосподарського машинобудування з перспективною їх стандартизацією.*

***Метод, стандартизація, технічний рівень.***

**Постановка проблеми.** Технічний рівень продукції сільськогосподарського машинобудування (далі – об'єкт) прийнято оцінювати в співставленні з рівнем вітчизняних і світових об'єктів аналогів [1].

Проводити подібне співставлення на практиці містить додаткові складності. Це зумовлено тим, що співставляються показники об'єкта, як правило, що відрізняється за початком і ресурсом свого циклу експлуатації від інших об'єктів аналогів. Крім того, показники об'єкта, що оцінюється, можуть бути стабільними протягом всього ресурсу або тільки незначно змінюватись в межах закладеного в об'єкт конструкторського чи технічного рішення, а показники, в цілому, що визначають рівень світових досягнень (даного типу продукції сільськогосподарського машинобудування), набувають значних змін в часі, відтворюючи безперервний процес відбору оптимальних технічних рішень.

Таким чином, відношення відносно стабільних показників об'єкта, що оцінюється, і безперервно оновлюваних в часі показників рівня світового розвитку науки і техніки буде завжди функцією часу. Це значить. Що оцінка технічного рівня об'єкта може бути достовірною тільки на конкретний момент часу, до якого відноситься існування об'єктів аналогів, що обрані в якості порівняння.

© О.В. Дубровіна, І.Л. Роговський, 2012

В довільний момент часу оцінка технічного рівня об'єкта не буде володіти повною достовірністю в зв'язку з виникненням похибки, що обумовлена змінами показників технічного рівня за час, що пройшов з моменту, до якого віднесено існування об'єкта аналога.

**Аналіз останніх досліджень.** В загальному випадку похибка оцінки технічного рівня об'єкта  $\delta$  буде рівною [2]:

$$\delta_i = k_i \cdot \Delta t, \quad (1)$$

де  $k_i$  – коефіцієнт зміни  $i$ -го показника технічного рівня;

$\Delta t$  – часова невідповідність між моментом визначення технічного рівня і моментом віднесення об'єкта аналога до кращих світових досягнень.

Аналогічного виду похибка може виникнути при невідповідності моментів вибору кількох об'єктів аналогів (не співпадіння моментів їх освоєння на виробництві). Значення її  $\bar{\delta}$  буде рівним [3]:

$$\bar{\delta} = \sum_{i=1}^n \left( \frac{k_i \cdot \Delta t}{n} \right), \quad (2)$$

де  $n$  – кількість прийнятих в оцінці об'єктів аналогів.

Складність врахування подібного виду похибок обумовлена ще й тими обставинами, що для оцінки технічного рівня об'єкта приходиться оперувати комплексами одиничних показників типів об'єктів аналогів [4].

За значеннями розташованих в часі одиничних показників необхідно віднайти на кожний заданий момент такий розрахунковий стан узагальненого показника, яке б відтворило загальну тенденцію зміни його в часі, яка вирадить через закономірність розвитку даного типу об'єктів [5].

Одним з прийнятних вбачається методичний підхід рішення таких задач шляхом співставлення економічної ефективності об'єктів аналогів, що враховують сукупний вплив всіх параметричних і функціональних властивостей об'єкта [2–4].

Однак [6] такі методи володіють чітко обмеженими властивостями в межах порівняння вже оптимізованих всередині себе варіантів і унеможливлено їх розповсюдження на синтез нових варіантів. Так, перед визначенням одного з двох не співпадаючих за принципом технічного рішення об'єктів аналогів, постає задача попередньої оптимізації конструкції, технології виготовлення і способів експлуатації кожного об'єкта, щоб наступним етапом вирішити оцінку їх властивостей і ефективності.

Використовуючи залежність, що визначає економічну ефективність із співвідношення створюваної економії до затрат. Вбачається найбільш доцільним в загальній сукупності, що

характеризує об'єкт показників. Такий методичний підхід забезпечує можливість системно-інтегрального аналізу технічного рівня, зміст якого полягає в узагальненні одиничних показників через сукупність одиничних показників об'єкта, за якою оцінюється економічний результат функціонування всього об'єкта. Складність, а під час і неможливість такого налізу, враховуючи необхідність використання даних про світові аналоги, потребують обґрунтування інших підходів. Раціональним, з точки зору автора статті, буде оцінка технічного рівня як функції від темпів зміни показників, що визначають розвиток даного типу техніки за обмежений період часу, що наприклад, протягом ресурсу даного об'єкта. За цей період, як правило, можна розглянути показники двох-трьох поколінь даного виду техніки (попередника, діючого і проектуємого).

**Мета досліджень.** Розробити методичні положення оцінки технічного рівня продукції сільськогосподарського машинобудування з подальшим їх стандартизацією.

**Результати досліджень.** В загальному випадку задача отримання на кожний фіксований момент часу узагальненого показника технічного рівня об'єкта зводиться до визначення регресійної функції часу:

$$K_{TPj} = \sum_{j=1}^m [k_{m_j} \cdot K_j(t)], \quad (3)$$

де  $K_{TPj}$  – узагальнене значення одного  $j$ -го виду показників на даним момент часу  $t_r$ ;

$K_j(t_r)$  – значення одиничних показників;

$k_{m_j}$  – коефіцієнт вагомості кожного показника  $j$ -го виду;

$m$  – кількість показників одного  $j$ -го виду.

При незначних відрізках часу оцінювання, що охоплює дві або три зміни поколінь даного типу техніки, функція  $K_j(t_r)$  для кожного одного  $j$ -го виду одиничного показника  $K$  може бути з достатньою точністю апроксимована лінійною залежністю:

$$K_{jir} = K_{ji0} + k_i \cdot t_r, \quad (4)$$

де  $K_{jir}$  – значення  $i$ -го показника технічного рівня  $j$ -го виду на заданий момент часу  $t_r = \tau$ , який приймається в якості базового, тобто  $K_{jr} = K_{\text{баз}}$ ;

$K_{ji0}$  – значення  $i$ -го показника технічного рівня  $j$ -го виду на початковий момент часу  $t_r = 0$ .

Використовуючи математичний апарат метода найменших квадратів, отримаємо:

$$K_{j0} = \frac{\sum_{i=1}^n (K_{ji} \cdot t_r) \cdot \sum_{r=1}^w t_r - \sum_{i=1}^n K_{ji} \cdot \sum_{r=1}^w t_r^2}{\left(\sum_{r=1}^w t_r\right)^2 - w \cdot \sum_{r=1}^w t_r^2}; \quad (5)$$

$$k_i = \frac{\sum_{i=1}^n K_{ji} \cdot \sum_{r=1}^w t_r - w \cdot \sum_{i=1}^n (K_{ji} \cdot t_r)}{\left(\sum_{r=1}^w t_r\right)^2 - w \cdot \sum_{r=1}^w t_r^2}, \quad (6)$$

де  $K_{ji}$  – значення  $i$ -го показника технічного рівня  $j$ -го виду на заданий момент часу  $t_r$ ;

$t_r$  – значення часу із загальної множини  $w$ .

У випадку, якщо не потребується точність розрахунку або якщо тривалість оцінювання (кількість аналогів і момент часу) недостатня для виконання розрахунків за методом найменших квадратів, то відповідні розрахунки можуть бути з меншою точністю виконані за спрощеною формулою:

$$K_{j0} = \overline{K_j}; \quad (7)$$

$$k_i = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta K_{ji}}{\sum_{r=1}^w \Delta t_r}, \quad (8)$$

де  $\Delta K_{ji}$  – зміна значення  $i$ -го показника технічного рівня  $j$ -го виду на момент часу  $\Delta t_r$ .

Зважаючи на те, що зміна показника  $\Delta K_{ji}$  в часі визначають об'єкти аналоги ( $A_1 - A_9$ ) в послідовності, отримали для довговічності зернозбиральних комбайнів (рис. 1).

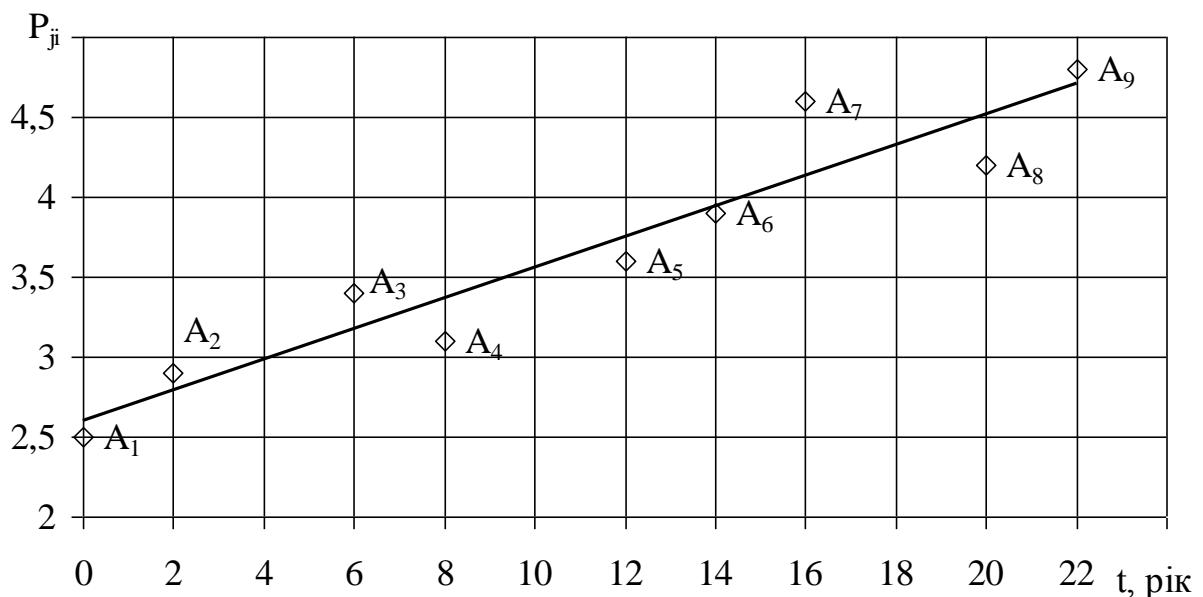


Рис. 1. Зміна значення одиничного показника об'єктів аналогів в ретроспективі.

Підставивши, значення рис. 1 в вирази (5) і (6) отримаємо:

$$K_{ji0} = \frac{412,6 \cdot 100 - 33 \cdot 1584}{10000 - 9 \cdot 1584} = 2,35; k_i = \frac{33 \cdot 100 - 9 \cdot 412,6}{10000 - 9 \cdot 1584} = 0,098.$$

Ці дані дозволяють отримати найбільш ймовірне значення  $K_{ji}$  на заданий момент часу  $t_r$ . Якщо провести розрахунок в п'ятирічні проміжки часу, то згідно формули (4) отримаємо (рис. 2):

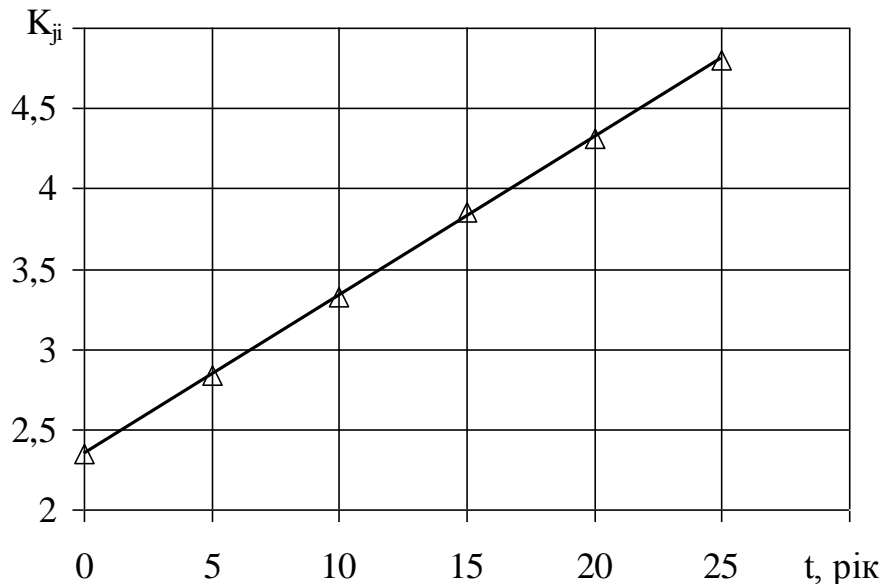


Рис. 2. Зміна значення одиничного показника об'єктів аналогів в п'ятирічні проміжки часу.

Отримані закономірності (рис. 1 і рис. 2) несуть на собі серединне положення апроксимації в ретроспективі параметра  $K_{ji}$  в межах його фактичних значень. Тому необхідно розглядати дані методичні положення як не заміну математичної оптимізації технічного рівня, а інтеграцію об'єктів аналогів з розташуванням оптимальної кривої, що апроксимується в межах закономірностей на даний момент часу. В зв'язку з цим постає задача вибір і оброблення або узагальнення одиничних показників оцінюваного об'єкта.

За результатами власних досліджень, констатуємо, що успішно конкуруючі на ринку об'єкти, які представляють кращі досягнення технічного прогресу, як правило, не мають абсолютних аналогів за значеннями показників. Кожний з цих об'єктів має переваги за тим чи іншим одиничним показником або навіть сукупності кількох з них, що задовольняють запитам визначених споживачів або більш раціональні в рішенні тих чи інших конструкцій об'єкта. Отже, виявлення оптимального об'єкта за домінантом одиничного показника, що прийнятий в оцінці основного для конкретного споживача, носить суб'єктивний контекст по відношенню до іншого споживача.

Об'єктивності оцінки в більшій ступені сприяє оптимізація параметрів ймовірно більшого ряду об'єктів аналогів, які характеризують в ретроспективі на кожний момент світові досягнення. При цьому оптимальність параметрів об'єкта техніки необхідно розглядати як сукупність показників самого об'єкта, поєднання і значення яких раціонально задовольняє основному функціональному призначенню узагальненого об'єкта, тобто даного типу техніки.

Однак вирішення такого типу задач – узагальнення – не просто ряд властивостей об'єктів не має кількісного виразу, що позбавляє математичну об'єктивність оцінки їх впливу на потреби споживача об'єкта і на їх частку в сукупності показників зокрема. Параметри, що кількісно характеризує об'єкт, в різному ступені впливають на формування сукупності властивостей об'єкта, створюючи варіантність оцінки в залежності від умов використання об'єктів. Тобто постає задача синтезу неоднорідних показників. Таку задачу вирішуємо методом комплексної оцінки через порівняння двох сукупностей з ранжуванням за функціональною значимістю одиничних показників, значення кожного з яких змінюємо за допомогою враховуючих цю значимість поправочних коефіцієнтів для кожного показника. Останнє можливе через вагомість відношення одиничних показників об'єкта за ступенем їх впливу на об'єкт – методи математичного моделювання. Однак вони не набули свого практичного застосування при оцінці технічного рівня об'єктів.

Зважаючи на те, що визначення вагомості показників в комплексній оцінці технічного рівня, в переважній більшості, базується на експертних методах, що вносить фактор суб'єктивності в загальну оцінку, знижуючи її достовірність. Тому необхідно, на підставі аналізу процесу розвитку техніки, відтворюємо різні темпи зміни параметричних показників об'єкта, при зміні кожного з одиничних параметрів в часі за власною індивідуальною закономірністю.

Досліджуючи швидкість зміни параметрів визначеної сукупності (хронологічного ряду) аналітичних об'єктів як показник технічного рівня, можна заключити, що різниця в темпах зміни того чи іншого показника об'єкта надає ступінь впливу кожного показника на формування вихідних властивостей, які визначають здатність даного типу техніки на кожному етапі його розвитку задовольняти конкретні вимоги споживачів. Тобто удосконаленню або розробці підлягають тільки важливі показники. Якщо показник удосконалюється прискореними темпами це значить, що впливає вагомість таких факторів як технологічність або світова кон'юнктура. Тому, значення вагомості  $m_{ji}$  кожного показника  $K_{ji}$  визначаємо за виразом через

коефіцієнт  $v_{ji}$  швидкості його зміни в часі, віднесеного до вихідного значення показника  $K_{ji0}$ , тобто:

$$m_{ji} = \frac{v_{ji}}{K_{ji0}}, \quad (9)$$

або, використовуючи вирази (5) і (6) за методом найменших квадратів, отримаємо:

$$m_{ji} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{ji} \cdot \sum_{r=1}^w t_r - n \cdot \sum_{i=1}^n (K_{ji} \cdot t_i)}{\sum_{i=1}^n (K_{ji} \cdot t_i) \cdot \sum_{r=1}^w t_r - \sum_{i=1}^n K_{ji} \cdot \sum_{r=1}^w t_r^2}; \quad (10)$$

За виразом (10), визначаючи значення  $m_{ji}$  в частках відношення до  $l$  ряду  $i$  показників  $K_{ji}$ , отримаємо значення коефіцієнта вагомості  $M_{ji}$ :

$$M_{ji} = \frac{m_{ji}}{\sum_{i=1}^l m_{ji}}. \quad (11)$$

Отримані дані  $K_{ji}$  і  $M_{ji}$  є достатніми для визначення узагальненого значення показника технічного рівня  $\bar{K}_{ji}$  в довільно заданий момент часу  $t_r$ :

$$\bar{K}_{ji} = \sum_{i=1}^l (M_{ji} \cdot K_{ji}). \quad (12)$$

За отриманими даними показник  $K_{jir}$  згідно формули (4), приймемо як базовий, тоді:

$$q_{ji} = \frac{K_{ji}}{K_{jir}}, \quad (13)$$

де  $K_{ji}$  – наглядно представлена на рис. 3.

Розглянемо приклад. Нехай на момент розробки технічного завдання відомі об'єкти, які охарактеризовують сучасний рівень – об'єкти аналоги (табл. 1). Для визначення показника технічного рівня, який заданий наступними параметрами: точність оцінення – 0,25%, температурна похибка – 0,20%, кількість каналів – 6 од., температурний діапазон – 120°C, витрата газу – 1,8 л/хв. Підставимо значення  $K_{ji}$  (табл. 1) в формули (4) – (13) та зведемо їх в табл. 2.

Значення технічного рівня згідно формули (12) рівний 1,14, тобто величина перевищення технічного рівня 14%, що узгоджується з методологією [3]. Однак застосування запропонований метод при рішенні різного виду практичних задач визначення технічного рівня, що наприклад, формування технічного завдання на розробку

об'єкта, оцінки якості виконання цієї розробки, оцінки відповідності об'єкта техніки критеріям категорії якості серії ISO, ми можемо знести на період (рік), до якого і буде відноситься технічний рівень оцінюваного об'єкта.

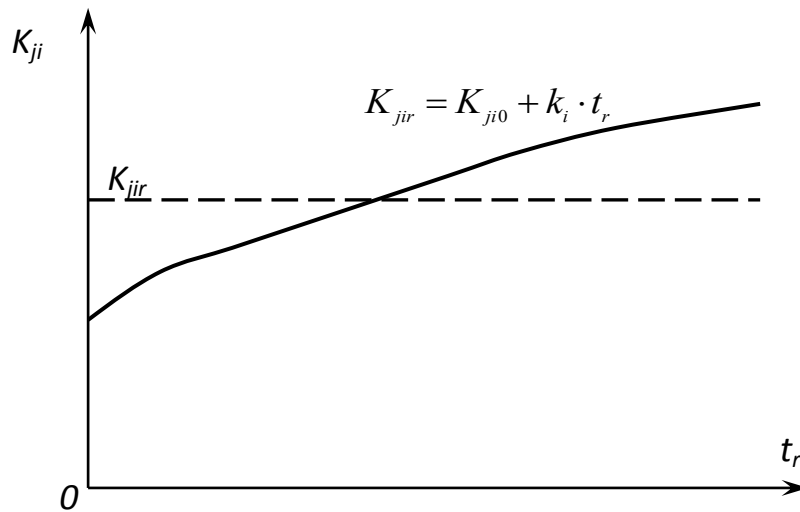


Рис. 3. Положення показника об'єкта в динаміці зміни технічного рівня даного виду техніки.

**1. Основні показники технічного рівня засобу технічного обслуговування з контролю температури нагрівання і витрат картерних газів.**

Назва показника	Позначення	Об'єкти					
		C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>
Точність оцінення, %	$K_{11}$	1,0	1,0	0,5	0,3	0,5	0,3
Температурна похибка, %	$K_{12}$	0,6	0,6	0,5	0,3	0,3	0,25
Кількість каналів, од.	$K_{13}$	1	2	2	2	3	5
Температурний діапазон, °C	$K_{14}$	45	45	60	90	105	110
Витрата газу, л/хв	$K_{15}$	8,0	7,5	5,5	6,0	2,5	4,0

**2. Зведені дані розрахунку.**

$K_{ji}$	$K_{ji0}$ (5)*	$k_i$ (6)*	$K_{jir}$ (4)*	$m_{ji}$ (10)*	$M_{ji}$ (11)*	$q_{ji}$ (13)*	$\bar{K}_{ji}$ (12)*	
$K_{11}$	0,25	0,98	0,045	0,17	0,046	0,098	0,68	0,067
$K_{12}$	0,20	0,60	0,025	0,16	0,042	0,089	0,75	0,067
$K_{13}$	6	0,91	0,193	4,39	0,212	0,450	1,36	0,610
$K_{14}$	120	36,5	4,850	123,8	0,133	0,283	0,97	0,275
$K_{15}$	1,8	8,3	0,306	2,80	0,037	0,078	1,55	0,121

\*посилання на номер формули розрахунку.



Одним з рішень може слугувати визначення значення часового показника технічного рівня об'єкта через визначення проміжків часу приросту показника технічного рівня на величину  $\Delta$ , тобто:

$$\Delta t_r = \frac{\bar{K}_{ji}}{\sum_{i=1}^l \frac{M_{ji} \cdot k_i}{K_{ji}}}, \quad (14)$$

де  $\Delta t_r$  – різниця в часі від моменту, на який було визначено значення технічного рівня  $\bar{K}_{ji}$ .

За показника даних табл. 1 і табл. 2 зведемо в нижченаведені дані:

$K_{ji}$	$k_i$	$M_{ji}$	$(M_{ji} \cdot k_i) / K_{ji}$
$K_{11}$	0,25	0,045	0,098
$K_{12}$	0,20	0,025	0,089
$K_{13}$	6	0,193	0,450
$K_{14}$	120	4,850	0,283
$K_{15}$	1,8	0,306	0,078

Оскільки, щорічна змінна значення показника технічного рівня складає 0,0678, при  $\bar{K}_{ji}$  14%, маємо  $\Delta t_r = 2,06$  років. Таким чином, перевищення комплексного показника технічного рівня в 0,14 складає проміжок часу в два роки, щоб наздогнати світові аналоги.

При застосуванні розроблених аналітичних положень для оцінки перспективних рішень за умов, що відбувається зміна показників, отримаємо нижченаведені табличні дані:

Показники	Об'єкт D			Об'єкт F		
	$K_{ji}$	$q_{ji}$	$M_{ji} \cdot q_{ji}$	$K_{ji}$	$q_{ji}$	$M_{ji} \cdot q_{ji}$
$K_{11}$	0,25	0,68	0,067	0,25	0,68	0,067
$K_{12}$	0,20	0,75	0,067	0,20	0,75	0,067
$K_{13}$	12	2,73	1,230	3	0,68	0,306
$K_{14}$	120	0,97	0,275	120	0,97	0,275
$K_{15}$	3,6	0,78	0,061	0,9	3,11	0,242
$\bar{K}_{ji}$		1,700			0,957	

Таким чином, при запропонованих технічних рішеннях і розрахованій динаміці зміни технічного рівня 0,678 запровадження об'єкта D забезпечує випередження за технічним рівнем на  $\frac{1,700 - 0,957}{0,0678} = 10,96$  років.

**Висновок.** Наведені приклади дозволяють оцінити коректність методології з практичної значимості запропонованого методу оцінки

технічного рівня продукції сільськогосподарського машинобудування, перевагою якого є математичне обґрунтування коефіцієнтів вагомості при їх використанні в комплексній оцінці, зменшуючи вплив суб'єктивних експертних оцінок. В перспективі передбачається розроблення галузевих стандартизованих положень методики оцінки технічного рівня продукції сільськогосподарського машинобудування.

### **Список літератури**

1. Булгаков В.М. Проектування сільськогосподарської техніки, її відповідність міжнародним вимогам якості, стандартизації і сертифікації / В.М. Булгаков, І.П. Масло // Техніка АПК. – 2003. – №12. – С. 8–9.
2. Ткаченко В.В. Система оптимизации параметров объектов стандартизации / Ткаченко В.В., Алексеев Ю.Т., Комаров Д.М. – М.: Издательство стандартов, 2007. – 156 с.
3. Методические указания по оценке технического уровня и качества промышленной продукции : РД 50-149-79. – М.: Издательство стандартов, 1977. – 78 с.
4. Методика оценки уровня качества продукции с помощью комплексных показателей и индексов. – М.: Издательство стандартов, 2004. – 108 с.
5. Бистрий О.М. Достовірність контролю параметрів технічного стану сільськогосподарських машин / О.М. Бистрий, І.Л. Rogovskiy // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. – К., 2011. – Вип. 166, ч. 1. – С. 93–99.
6. Rogovskiy І.Л. Аспект стандартизації в оцінюванні складової ремонтпридатності – пристосованості до технічного обслуговування сільськогосподарських машин / І.Л. Rogovskiy // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка”. – Харків: ХНТУСГ, 2007. – Вип. 51. – С. 84–89.
7. Rogovskiy І.Л. Оцінка вагомості показників технічного рівня продукції сільськогосподарського машинобудування / І.Л. Rogovskiy // Збірник тез доповідей конференції науково-педагогічних працівників ННТІ НУБіП України : Секції ННЦ конструювання і надійності машин для сільського, лісового і водного господарств та харчових технологій. – К., 2009. – С. 39–41.

*В статье представлены результаты аналитических выкладок методики оценки технического уровня продукции сельскохозяйственного машиностроения с перспективой их стандартизации.*

***Метод, стандартизация, технический уровень.***

*In paper results of analytical calculations of technique of estimation of technological level of production of agricultural machine industry with perspective of their standardization are presented.*

***Method, standardization, technical level.***