

5. Любін, М. В. Токарчук О. А., Єленіч М. П. Розрахунки підйимальних механізмів та машин. М. В. Любін,. Вінниця: РВВ ВНАУ, 2013. 208 с.

6. Спірін А. В., Соломка В. О. Застосування вібротранспортера для завантаження зерна до подрібнювача малої продуктивності. Всеукраїнський науково-технічний журнал «Вібрації в техніці та технологіях». 2012. №4, с. 142-147.

Віталій Черепуляк*
студент 1 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОЦІНКА УМОВ ПРАЦІ МАШИНІСТІВ І ТРАКТОРИСТІВ

***Анотація.** Умови праці працівників безпосередньо впливають на стан їхнього здоров'я. Особливо це стосується механізаторів які працюють на тракторах і комбайнах, Умови праці характеризуються рядом показників які відрізняються для конкретних машин. В даній статті наведена методика визначення комплексних показників які характеризують умови праці. Методика наведена на прикладі шістьох кормозбиральних комбайнів. Визначимо що для даних комбайнів найкращі умови праці створені на машинах німецьких фірм.*

***Anotation.** Employees' working conditions directly affect their health. This is especially true of machine operators working on tractors and combines, working conditions are characterized by a number of indicators that differ for specific machines. This article presents a method for determining the complex indicators that characterize working conditions. The technique is given on the example of six forage harvesters. Let's define that for these combines the best working conditions are created on cars of the German firms.*

Вступ. Життя та здоров'я людей безпосередньо пов'язані з умовами їх праці. Особливо це стосується кадрів механізаторів, серед яких спостерігається високий рівень травматизму та професійних захворювань, значно менша, ніж в середньому по Україні, тривалість життя. Всі ці негативні явища невід'ємно пов'язані з умовами праці механізаторів, надійністю, безпечністю та ергономічністю енергетичних засобів та сільськогосподарських машин, які використовуються у технологічних процесах. [1,2]

Умови роботи в кабінах тракторів і комбайнів характеризуються такими параметрами як температура і швидкість руху повітря, рівень шуму і вібрації, вміст пилу тощо.

*Науковий керівник: к.т.н., доцент кафедри загальнотехнічних дисциплін та охорони праці А.В. Спірін

Всі параметри, які характеризують умови роботи механізатора, значно відрізняються по величині для різних машин, окрім того, вони мають різну ступінь впливу на загальну комфортність праці. Так, наприклад, вміст пилу в кабінах кормозбиральних комбайнів варіюється від 1,5 мг/м³ для “Ягуар 850” до 18,2 мг/м³ для FS 80. А, наприклад, температура повітря в кабіні для тих же кормозбиральних комбайнів змінюється від 20 °С для Гігант 400 до 34,6 °С для FS 80. Окрім того, окремі показники мають різну ступінь впливу на загальний рівень умов роботи в тій або іншій машині. В зв’язку з цим виникає потреба у знаходженні узагальнюючого показника умов праці, який би цілісно відображав рівні окремих показників, які їх характеризують, з урахуванням ступенів вагомості цих окремих показників. [3,4]

Методика досліджень: основи методики визначення узагальнюючих показників викладено в [5], нами цей метод удосконалений і адаптований до умов виробництва. [6,7]

Спочатку визначається ступінь вагомості кожного окремого показника. Для цього використовуємо метод граничних і номінальних значень, як найбільш доступний, хоча можна використовувати і інші методи, наприклад, метод експертних оцінок.

Суть методу граничних і номінальних значень полягає в наступному.

Всі показники (або їх ще називають критеріями), які характеризують машину, умовно можна поділити на два види. Критерії першого виду – це такі, чисельне збільшення яких приводить до покращення технічного рівня машин, наприклад, продуктивність. Критерії другого виду – це такі, чисельне збільшення яких приводить до погіршення технічного рівня машин, наприклад, витрата палива.

Якщо розглядати декілька однотипних машин, які мають різні значення аналогічних критеріїв, то для критеріїв першого виду граничним є максимальне значення для цих показників, а для критеріїв другого виду – граничним буде мінімальне значення.

Номінальне значення критерію – це значення, яке має відповідний показник машини в даний момент часу.

Значення показників вагомості для даної машини вираховуються за формулами:

$$a_j = \frac{1 - q_j}{\sum_{i=1}^n (1 - q_j)}, \quad (1)$$

де a_j – показник вагомості даної (і-тої) машини по j-тому критерію;

q_j – доля покращення j-того критерію для і-тої машини;

$$q_j = \left(\frac{P_{ji}}{P_{jz}} \right)^{\pm 1}, \quad (2)$$

де P_{ji} , P_{jz} – відповідно номінальне і граничне значення і-тої машини по

j-тому критерію.

Показник ступеня (+1) буде для критеріїв першого виду, показник (–1) – для критеріїв другого виду.

За такою методикою були визначенні ступені вагомості чотирьох критеріїв, які характеризують умови праці в кабінах ряду кормозбиральних комбайнів. В таблиці 1 наведені номінальні значення для шести кормозбиральних комбайнів по чотирьом критеріям, в таблиці 2 – значення показників вагомості для кожного з комбайнів по всім критеріям і середні значення цих показників по критеріям для даної групи комбайнів.

Таблиця 1. Номінальні значення показників (критеріїв)

Найменування або марка машини		Технічно-експлуатаційні показники			
		1	2	3	4
		Температура повітря, °C	Вміст пилу мг/м ³	Концентрація CO ₂ , мг/м ³	Рівень шуму, дБ
1	FS 6025	30,2	2,9	2	80
2	FS 80	34,6	18,2	14	87
3	У-303	34,3	3,5	6,2	86
4	Марал 125	33	3,3	10	80
5	Ягуар 850	22,5	1,5	0,1	77,5
6	Гігант 400	20	1,6	0,1	71
Показник необхідно		Зменшити	Зменшити	Зменшити	Зменшити

Таблиця 2. Значення ступенів вагомості показників (критеріїв)

Найменування або марка машини		Технічно-експлуатаційні показники			
		1	2	3	4
		Температура повітря, °C	Вміст пилу мг/м ³	Концентрація CO ₂ , мг/м ³	Рівень шуму, дБ
1	FS 6025	0,1794	0,2564	0,5045	0,0597
2	FS 80	0,1677	0,3647	0,3946	0,0731
3	У-303	0,1942	0,2662	0,4583	0,0813
4	Марал 125	0,1929	0,267	0,4848	0,0551
5	Ягуар 850	0,5699	0,0000	0,0000	0,4301
6	Гігант 400	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000
Середнє значення ступеня вагомості для i-тої групи машин		0,2173	0,3591	0,3070	0,1166

Для деяких машин значення окремих показників вагомості дорівнюють нулю (в тих випадках коли для окремої машини значення номінальних і граничних параметрів співпадають). Цей випадок має свій фізичний сенс. Ми розглядаємо конкретну кількість машин і оцінюємо їх по кінцевому числу параметрів. Нульове значення показника вагомості означає що по даному критерію дана машина досягла найкращих показників в данні групі машин і

подальше її вдосконалення неможливе.

Математичне обґрунтування даного методу передбачає що сума ступенів вагомості як для окремої машини, так і середнє їх значення для всіх машин, повинно дорівнювати одиниці. При порівнянні однотипних машин (тобто тих, що виконують однаковий технологічний процес) за декількома критеріями виникає потреба визначити узагальнений критерій, який би об'єднував всі наявні окремі критерії. Але наявні критерії мають різну фізичну, технічну сутність, мають різну розмірність і для успішного вирішення задачі знаходження узагальнюючого критерію їх спочатку потрібно за окремою методикою перевести в безрозмірний вигляд, а потім на їх основі визначити вже й узагальнюючий критерій.

Для порівняння окремих машин можна застосовувати узагальнюючі показники оцінки двох видів. Обидва визначаються як середнє геометричне від окремих оціночних безрозмірних показників, при визначенні обох враховують ступені вагомості окремих показників. [7]

За першим способом узагальнюючий показник оцінки окремої машини визначається таким чином:

$$D^1 = \sqrt[n]{d_1 \cdot d_2 \cdot \dots \cdot d_n}, \quad (3)$$

де $d_1 \cdot d_2 \cdot \dots \cdot d_n$ – безрозмірні критерії даної машини за окремими техніко-експлуатаційними показниками машини.

Безрозмірний показник d_1 , знаходиться в інтервалі $d_{\min} = 0,2$ та $d_{\max} = 0,9$ і визначається таким чином:

$$d_i = \exp\left[-e^{-(x_i^1 - 4)}\right], \quad (4)$$

де x_i^1 - значення кожного i -го показника по безрозмірній шкалі x_i^1 .

Значення номінальних значень показників x_i переносяться на безрозмірну шкалу x^1 з урахуванням масштабних лінійних коефіцієнтів:

$$M_x^1 = \frac{(x_{i \max} - x_{i \min})}{(x_B^1 - x_A^1)}, \quad (5)$$

де $x_{i \max}$ і $x_{i \min}$ – максимальне і мінімальне значення окремих номінальних значень показників машин;

Значення безрозмірної шкали x_A^1 та x_B^1 залежать від ступеня вагомості даного показника і визначаються наступними чином:

$$x_A^1 = 4,89 - 1,36a \quad (6)$$

$$x_B^1 = 4,89 + 1,36a \quad (7)$$

де a_i - середнє значення ступеня вагомості даного показника множини машин, які порівнюються

Число 4,89 - це середнє значення між $x_{B \max}^1 = 6,25$ та $x_{A \min}^1 = 3,53$, які, в свою чергу можна отримати, якщо двічі логарифмувати формулу (4), підставивши замість d_i відповідні значення $d_{\min} = 0,2$ та $d_{\max} = 0,9$.

Кожне номінальне значення показника оцінки машини x_i переводиться в масштабні значення шкали за формулами:

- для показників першого виду (наприклад, продуктивність)

$$x_i = x_A + \frac{x_{ii} - x_{i \min}}{M_{x^I}} \quad (8)$$

для показників другого виду (наприклад, потужність приводу):

$$x_i^I = x_B - \frac{x_{ii} - x_{i \min}}{M_{x^I}} \quad (9)$$

де x_{ii} номінальне значення i -го показника.

Після цього знаходяться всі безрозмірні значення d_i за формулою (4), потім узагальнюючий D^1 -й показник за формулою (3). Максимальне значення узагальнюючого показника відповідає кращому варіанту машини.

Аналогічно першому випадку, при визначенні узагальнюючого показника другого виду, кожний окремий показник перетворюється в безрозмірну величину за такими формулами:

для показників першого виду:

$$d_i = d_{i \max} + (d_{i \min} - d_{i \max}) \cdot (x_i - x_{i \max}) / (x_{i \min} - x_{i \max}), \quad (10)$$

-для показників другого виду:

$$d_i = d_{i \max} + (d_{i \min} - d_{i \max}) \cdot (x_i - x_{i \min}) / (x_{i \max} - x_{i \min}), \quad (11)$$

де $x_{i \max}, x_{i \min}$ – граничні значення окремих показників;

$d_{i \min}, d_{i \max}$ – граничні безрозмірні оцінки показника.

x_i - номінальне значення показника.

Для розрахунків, як правило, приймають $d_{i \max} = 5$, $d_{i \min} = 1$.

Узагальнюючу оцінку визначають як середнє геометричне окремих значень:

$$D_i^{11} = d_{i1}^{a1} \cdot d_{i2}^{a2} \cdot \dots \cdot d_{in}^{an}, \quad (12)$$

де $i = 1, 2, \dots, n$ - номер машини;

$a_1, a_2, \dots, a_n$ - середні значення ступенів вагомості відповідних показників для даної групи машин.

Результати досліджень.

За такою методикою були визначені узагальнюючі критерії для оцінки

умов праці в кабінах вітчизняних та імпортованих кормозбиральних комбайнів. Результати розрахунків представлені в таблицях 3 і 4.

Таблиця 3. Безрозмірні та узагальнюючі показники якості I виду

Найменування або марка машини		Технічно-експлуатаційні показники				Узагальнюючі показники D	Рейтинг
		1	2	3	4		
		Температура повітря, °C	Вміст пилу мг/м ³	Концентрація CO ₂ , мг/м ³	Рівень шуму, дБ		
1	FS 6025	0,6433	0,7739	0,7519	0,6712	0,7080	3
2	FS 80	0,5882	0,5230	0,5476	0,6310	0,5710	6
3	У-303	0,5921	0,7666	0,6904	0,6370	0,6684	4
4	Марал 125	0,6088	0,7691	0,6254	0,6712	0,6658	5
5	Ягуар 850	0,7266	0,7902	0,7762	0,6847	0,7432	2
6	Гігант 400	0,7501	0,7891	0,7762	0,7179	0,7578	1

Найкращий узагальнюючий показник D = 0,7578

Таблиця 4. Безрозмірні та узагальнюючі показники якості II виду

Найменування або марка машини		Технічно-експлуатаційні показники				Узагальнюючі Показники D	Рейтинг
		1	2	3	4		
		Температура повітря, °C	Вміст пилу мг/м ³	Концентрація CO ₂ , мг/м ³	Рівень шуму, дБ		
1	FS 6025	2,2055	4,6647	4,4532	2,7500	3,6744	3
2	FS 80	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	6
3	У-303	1,0822	4,5210	3,2446	1,2500	2,5761	5
4	Марал 125	1,4384	4,5689	2,1511	2,7500	2,6581	4
5	Ягуар 850	4,3151	5,0000	5,0000	3,3750	4,6256	2
6	Гігант 400	5,0000	4,9760	5,0000	5,0000	4,9914	1

Найкращий узагальнюючий показник D = 4,9914

Висновки. Аналіз результатів свідчить, що за комплексним показником якості умов роботи імпортовані кормозбиральні комбайни значно переважають вітчизняні. Наряду з іншими показниками комфортні умови роботи у вітчизняних комбайнів потребують значного покращення.

Данну методику можна використовувати і при аналізі інших показників роботи машин, наприклад, показників надійності, техніко-економічних показників тощо.

Список використаної літератури

1. Рудницький Б. О., Спірін А. В., Омелянов О. М., Твердохліб І. В. Оцінка впливу вібрації та шуму на працівників АПК та його профілактика. Вібрації в техніці та технологіях. - 2016. - № 1 (81). - С. 62-66.
2. Твердохліб І. В. Спірін А. В. Вплив шуму та вібрації на самопочуття тракториста. Матеріали V Всеукраїн. заочної наук.-практ. конф. "Проблеми цивільного захисту населення та безпеки життєдіяльності: сучасні реалії України", 30 квіт. 2019 р. - Київ : НПУ ім. М. П. Драгоманова. - С. 137-138.

3. Твердохліб І. В., Ковбаса В. П., Спірін А. В., Борисюк Д. В. Математична модель коливань робочого місця оператора транспортного засобу. Вісник машинобудування та транспорту. - 2020. - № 1 (11). - С. 87-92.

4. Спірін А. В. Труханська О.О., Формування системної єдності техніки та технологій для аграрного сектора. І Всеукраїн. наук.-практ. конф. “Сучасні моделі розвитку агропромислового виробництва: виклики та перспективи”, 27 верес. 2018 р. : зб. ст. і тез. Вип. 1. - Суми : СНАУ, 2018. - С. 182-185.

5. Адлер Ю.П., Марков Е.В., Громовский Ю.В., Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М.:Наука, 1976. – 348 с.

6. Гарькавий А.Д, Спірін А.В та інші. Оцінка конкурентоспроможності машин для переробки сільськогосподарської продукції. Техніка АПК.- Вінниця, 2002 - №10-11.- С.17-18.

7. Холодюк О. В., Спірін А. В., Ковальова І. М. Оцінка конкурентоспроможності підбирача валків з бітерно-ножовим подрібнювальним апаратом. Техніка, енергетика, транспорт АПК. - 2019. - № 2 (105). - С. 31-42.