

## КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ФОРМУВАННЯ ТРУДОМІСТКОСТІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТРАКТОРІВ ЗА УЗАГАЛЬНЕНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

Г.Є. Топілін, доктор техн. наук, С.М. Умінський, канд. техн. наук,  
П.Д. Устюянов, інж.

Одеський державний аграрний університет

*Запропонована і апробована методика комплексної оцінки пристосованості тракторів до технічного обслуговування. Визначено чисельні значення узагальнених показників для конкретних марок тракторів.*

### ВСТУП

Деталізація конструктивних і експлуатаційно-технологічних факторів дозволяє всебічно вивчити вплив окремих факторів на формування трудомісткості ТО тракторів. Однак, у цьому випадку не враховується спільний вплив сукупності факторів і не завжди вдається одержати однозначну відповідь при визначенні (прогнозуванні) трудомісткості ТО. Виявлення впливу сукупності факторів на процес формування трудомісткості ТО особливо ускладнюється тоді, коли вплив окремих факторів явно не виражений. Наприклад, трактори з підвищеною періодичністю видів ТО мають більше число вузлів, що обслуговуються, агрегатів та систем, або той же трактор краще оснащений убудованими засобами контролю, вимагає розширення номенклатури інструмента при скороченні регламентних операцій ТО. Тому при аналізі застосовується  $t$  – критерій Стюдента [1]. Критерій Стюдента, безсумнівно, дозволяє встановити вплив кожного окремого фактора на формування трудомісткості ТО, але по внутрішньої структурі він не може повною мірою служити узагальнюючим показником, що охоплює вплив сукупності всіх факторів у цілому.

### МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

Керуючись цим, оцінку впливу сукупності факторів на трудомісткість й пристосованість тракторів до ТО пропонується здійснювати по узагальненому показнику (критерію).

$$\hat{E}_i = \frac{\sum_{i=1}^{\Pi} K_i \cdot \varphi(i)}{\sum_{i=1}^{\Pi} \varphi(i)}, \quad (1)$$

де  $K_0$  – узагальнений показник, що відображає в цілому вплив сукупності факторів на трудомісткість ТО;

$K_i$  – відносні показники, значимість яких визначається місцем, займаним ними в ранжованій послідовності, тобто  $K_i$  залежить від  $i$ ;

$\varphi(i)$  – функція, що нормує значимість (вагомість) факторів, що обумовлюють трудомісткість ТО, загальне число яких дорівнює  $n$ .

Подібний підхід застосований у роботі [2] при комплексній оцінці експлуатаційної технологічності тракторів.

Відносні показники залежать від рівняння трудомісткості ТО тракторів і можуть обумовлюватися у двох силогізмах, коли:

а) Зниженню трудомісткості ТО сприяє підвищення чисельних значень факторів, наприклад, збільшення періодичності ТО, у цьому випадку

$$K_i = \frac{P_1}{P_2}, \quad (2)$$

де  $P_1$  – фактор, що враховується в аналізі, для досліджуваної моделі трактора, прийнятої для порівняння;

$P_2$  – те ж для моделі трактора, прийнятої для порівняння.

б) Зниженню трудомісткості ТО сприяє зниження чисельних значень факторів, наприклад, зниження числа регламентних операцій у системі ТО, тоді

$$K_i = \frac{P_2}{P_1}, \quad (3)$$

До визначення функції  $\varphi(i)$ , що характеризує вагомості факторів, можна підійти, виходячи з умов достатньої спільності [3], а саме:

$$1. \text{ при } i = 1, \quad \varphi(i) = 1; \quad (4)$$

$$2. \text{ при } i \rightarrow \infty, \quad \varphi(i) = 0; \quad (5)$$

$$3. \text{ при } i = \infty, \quad \lim \frac{\varphi(i+1)}{\varphi(i)} > p < 1; \quad (6)$$

$$4. \text{ при } 1 \leq i \leq \infty, \quad |\varphi(i)| > |\varphi(i+1)| \quad (7)$$

Перша умова (4) означає, що в ранжованій послідовності факторів вагомість першого з них дорівнює одиниці, тобто  $\varphi(i) = 1$ .

При цьому не виключається можливість мати таку ж значимість одному, двом або навіть більше першим фактором у ранжованій послідовності.

Друга умова (5) свідчить про те, що при безмежному збільшенні числа факторів, вагомість останнього дорівнює нулю.

$$\varphi(i) = 0$$

Третя умова (6) підтверджує справедливість операції підсумовування оцінок, представлених у вигляді значень залежних факторів.

Четвертою умовою (7) забезпечується вимога збіжності числового ряду, складеного зі значень  $\varphi(i)$ .

Перші три умови (4), (5) і (6) визначають  $\varphi(i)$  у наступному виді

$$\varphi(i) = \frac{i}{a^{(i-1)}}, i \neq 0 \quad (8)$$

Прийняте вираження (8) задовольняє трьом умовам (4), (5) і (6), тому що при  $i=1$ , вагомість першого показника  $\varphi(i)=1$ , при  $i$  функція, що нормує  $\varphi(i) = 0$ .

Умова (7) свідчить про те, що й в інтервалі функції  $0 \leq \varphi(i) \leq 1$ , відсутній екстремум. Ця умова може бути виконана підбором параметра "a" у вираженні (8). При виборі значення параметра "a" використані рекомендації, наявні в роботі [3]. Установлено, що тільки при  $a=2$  виходить функція, що наближається до значень  $\varphi(i)$ , що ще не має максимуму для  $1 \leq i \leq \infty$ . При будь-якому іншому значенні (у тому числі й при "a" = 3, 4, 5, ... ..) твердження при якому завгодно наближені не правомірно.

Тому графік функції, що нормує  $\varphi(i)$  при "a" = 2, можна розглядати як огинаючу криву (див. рис. 1).

Виходячи із прийнятих умов (4), (5), (6), і (7) для визначення вагомості факторів у наших дослідженнях використана нормуюча функція вигляду.

$$\varphi(i) = \frac{i}{2^{(i-1)}} \quad (9)$$

Вагомість окремих факторів, виходячи з нормуючої функції, і умов ТО характеризується наступними її значеннями:

$\varphi(i_1) = 1,0;$	$\varphi(i_7) = 0,11;$
$\varphi(i_2) = 1,0;$	$\varphi(i_8) = 0,06;$
$\varphi(i_3) = 0,75;$	$\varphi(i_9) = 0,04;$
$\varphi(i_4) = 0,50;$	$\varphi(i_{10}) = 0,03;$
$\varphi(i_5) = 0,31;$	$\varphi(i_{11}) = 0,02;$
$\varphi(i_6) = 0,18;$	$\varphi(i_{12}) = 0,01$

Таким чином, виразивши показники  $K_l$  і нормуючу функцію  $\varphi(i)$  аналітично, можна охарактеризувати оцінку впливу сукупності факторів на формування трудомісткості ТО тракторів по узагальненому показнику  $K_0$  у такий спосіб:

1.  $K_0 > 1$  – фактори, діючи в сукупності, сприяють скороченню трудомісткості ТО;
2.  $K_0 = 1$  – фактори, діючи в сукупності, не роблять істотного впливу на формування трудомісткості ТО;
3.  $K_0 < 1$  фактори в їхньому сполученні не сприяють зниженню трудомісткості ТО.

Таким чином, визначивши умови оцінки, представляється можливим установити порядок визначення узагальнених показників.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Порядок визначення узагальнених показників розглянемо на прикладі трактора ДТ-75М по сукупності факторів, що визначають трудомісткість ТО, зіставляється із трактором Т-4А. На першому етапі розрахунку табл. 1 заносяться вихідні дані: фактори, розташовані в порядку їхньої значимості на трудомісткість ТО; чисельні значення факторів для обох марок тракторів; значення нормуючої функції  $\varphi(i)$  узяті з рис. 1 потім по блок-схемі ( рис. 2 ) визначаються відносні показники  $K_i$  (формули 2 , 3), добутку  $K_i \cdot \varphi(i)$ , підсумовується значення функції  $\varphi(i)$  і розраховується узагальнений показник ( по формулі 1 ). Розрахунок проведений стосовно до регламентних правил ТО.

Для вихідних факторів, що визначають трудомісткість  $T_0$  трактора ДТ-75М (у порівнянні з Т-4А), узагальнений показник ( $K_0 = 1,07$ ) більше одиниці. Отже, відповідно до прийнятої системи оцінок ( $K_0 < 1$ ,  $K_0 = 1$ ,  $K_0 > 1$ ) сукупність діючих факторів сприяє скороченню трудомісткості ТО. Це підтверджується експериментальними даними ( див. табл. 1 ).

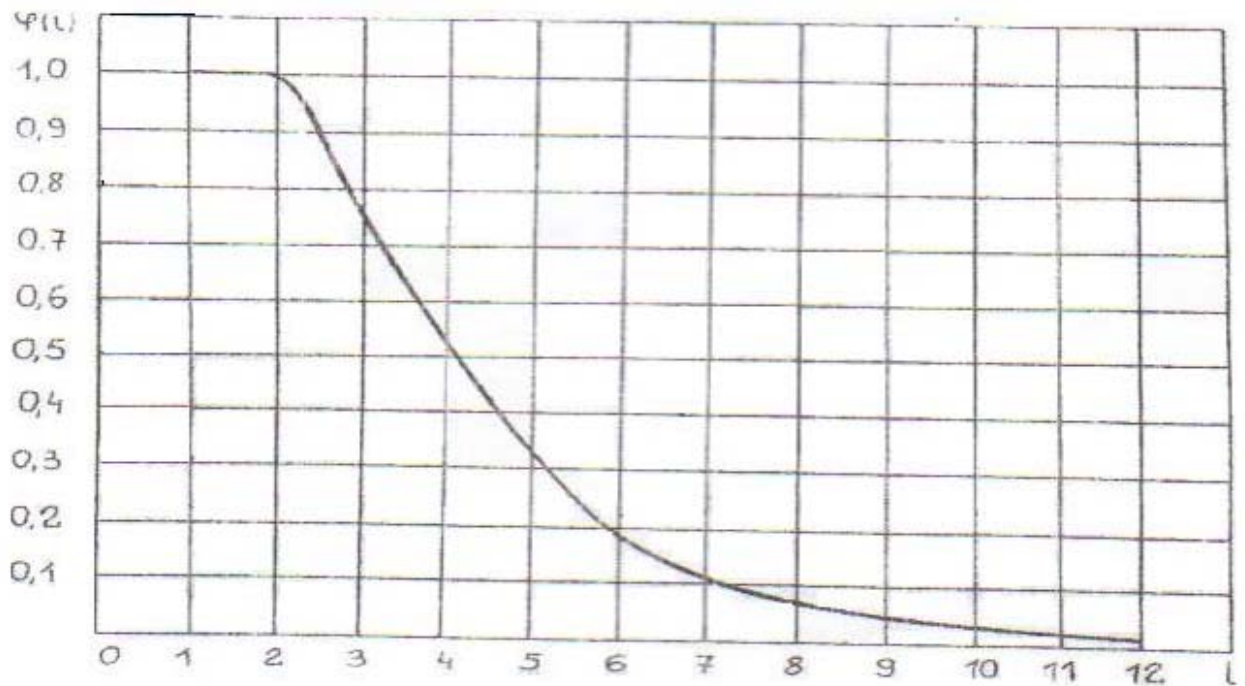


Рис. 1. Зміна функції  $\varphi(i)$  нормуючої вагомості факторів.

$i$  – порядковий номер фактора, займаний їм у ранжованій послідовності

Таблиця 1

## Визначення убудованих показників для тракторів ДТ-75М и Т-4А

Номер трактора	Найменування фактора	Значення факторів ДТ-75М і Т-4А		Нормуюча функція	Відносні показники	Добуток	Узагальнені показники
		3	4				
1	Число регламентних операцій ТО	307	319	1,0	1,06	1,06	
2	Кількість інструмента, застосованого при ТО	24	27	1,0	1,13	1,13	
3	Загальний об'єм ємностей, що Заправляються мастилами	145,6	151,4	0,75	1,04	0,78	
4	Періодичність ТО	146000	16600	0,50	0,88	0,44	
5	Число агрегатів, що обслуговуються, Вузлів і систем	29	33	0,31	1,14	0,35	
6	Число убудованих засобів контролю	9	7	0,18	1,29	0,23	
7	Число операцій, виконуваних по потребі	184	169	0,11	1,09	0,12	
8	Число регулювальних операцій	32	36	0,06	1,13	0,07	
9	Обсяг зони ТО	21,9	23,3	0,04	1,06	0,04	
10	Маса трактора	6550	8145	0,03	1,24	0,04	
11	Число контрольних операцій	267	244	0,02	0,91	0,02	
12	Число очистно-мийних операцій	36	45	0,01	1,25	0,01	

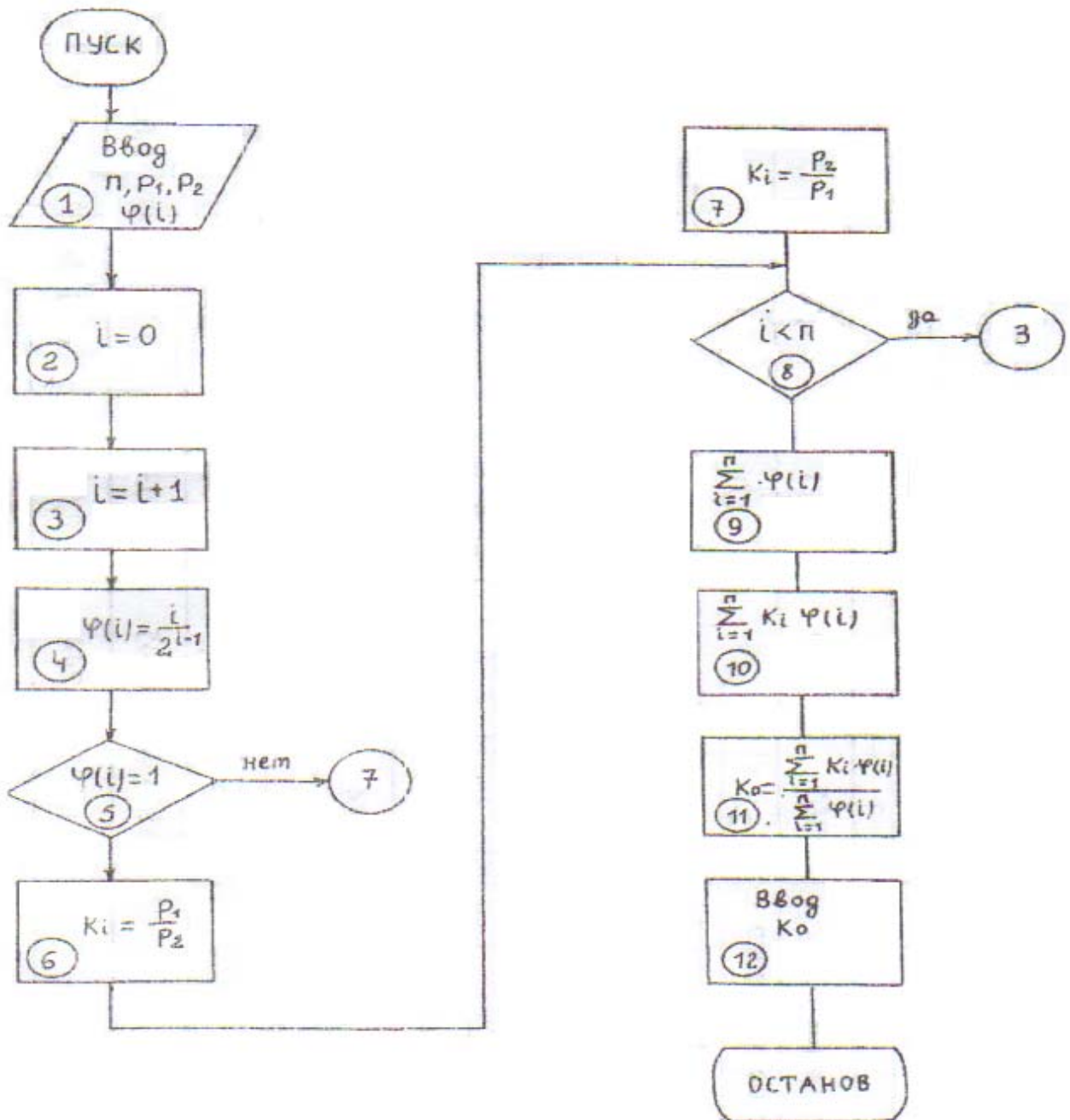


Рис. 2. Блок-схема алгоритму визначення узагальненого показника

## ВИСНОВКИ

Проведено комплексну оцінку конструктивних і експлуатаційно-технологічних факторів ТО по узагальненому показнику. Показано, що узагальнені показники відображають вплив сукупності факторів на

трудомісткість ТО з урахуванням їх вагомості, вони приймають чисельні значення залежно від її рівня ( для ДТ-75М і Т-4А -  $K_0=1,07$  ).

Розроблена методика прийнятно для практичних розрахунків при нормуванні трудомісткості ТО різних моделей тракторів с/г призначення.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Драйпер, Смит. Прикладной регрессионный анализ . – М.: Статистика, 391 с.
2. Топилин Г. Е. Эксплуатационная технологичность конструкций тракторов . – М.: " Машиностроение " , - 16 п. л.
3. Мошинский В. Г. Теоретические основы инженерного прогнозирования. М.: Наука, 303 с.

## КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ФОРМИРОВАНИЯ ТРУДОЁМКОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ТРАКТОРОВ ПО ОБОБЩЕННЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Г.Е. Топилин, С.М. Уминский, А.Д. Устуйанов

### Резюме

Предложена и апробирована методика комплексной оценки приспособленности тракторов к техническому обслуживанию .Определены численные значения обобщённых показателей для конкретных марок тракторов .

## COMPLEX ESTIMATION OF FORMING LABOUR INTENSIVE OF TECHNICAL MAINTENANCE OF TRAKTORS ON THE GENERALIZED INDEXES

G.E. Topilin , S.M. Uminskiy , A.D. Ustuyanov

### Summary

The method of complex estimation of adjusted of tractors to technical service is offered and approved. The numeral values of the generalized indexes for the concrete brands of tractors are certain .