

Визначення залежності зміни затрат часу від двох або більшої кількості нормоутворюючих факторів

У статті обґрунтовується методика визначення норм часу на виконання ручних та машино-ручних операцій які виконуються при ремонті сільськогосподарської техніки.

затрати часу, нормування, фактори, таблиці, лінійний закон, нормативна лінія, вільний член, кутовий коефіцієнт, хронометраж, середнє числове значення ряду

Розробка методик для визначення затрат робочого часу та норм виробітку на виконання ручних та машино-ручних операцій при ремонті сільськогосподарської техніки має велике значення у реформуванні сільського господарства та створення функціонуючої економіки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій в яких розглянуті питання техніко-економічного та соціального нормування показав, що великий внесок у вирішенні питань пов'язаних з техніко-економічним нормуванням, належить відомим вітчизняним вченим Л. Фільштейну, В. Плаксову, В. Рижикову та іншим.

Проте, незважаючи на численні дослідження у сфері технічного нормування, методика визначення норм та нормативів праці у ремонтному виробництві потребує подальшого удосконалення. Тому метою написання статті є застосування розробленої методики визначення норм та нормативів праці у ремонтному виробництві агропромислового комплексу України, яка здатна значно підвищити продуктивність праці ремонтників та якість ремонту.

При визначенні залежності зміни часу від двох та більшої кількості нормоутворюючих факторів для кожного фактора будують свій графік, відображаючий зміну вивчаємої величини у залежності від змін одного фактора при постійних значеннях усіх останніх.

Встановлюють аналітичний вираз нормативної лінії за кожним графіком шляхом підставлення конкретних значень у рівняння:

$$y = aX + v \quad (1)$$

тоді для 1 графіка: $y_1 = a_1X_1 + v_1$;

для 2 графіка: $y_2 = a_2X_2 + v_2$.

Встановлюють загальну залежність зміни затрат часу для двох факторів за виразом:

$$y = a_1X_1 + a_2X_2 + v'; \quad (2)$$

де X_1 та X_2 – значення першого та другого факторів;

a_1 та a_2 – значення кутових коефіцієнтів при нормоутворюючих факторах;

v' – вільний член виразу.

Вільний член виразу визначають за рівнянням:

$$v' = \frac{(v_2 - a_1X_1') + (v_1 - a_2X_2')}{2}, \quad (3)$$

де v_1 – вільний член для одного нормоутворюючого фактора;

v_2 – вільний член для другого нормоутворюючого фактора;

X'_1 – постійне значення X_1 , при котрому вивчався вплив X_2 на зміну часу;

X'_2 – постійне значення X_2 , при котрому вивчався вплив X_1 на зміну часу.

Примітка. За постійні значення приймають середнє числове значення ряду.

При дослідженні зміни витрат часу від трьох нормоутворюючих факторів загальна залежність може бути виражена формулою:

$$y = a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_3 + \epsilon', \quad (4)$$

де X_1, X_2, X_3 – значення кожного нормоутворюючого фактора;

a_1, a_2, a_3 – значення кутових коефіцієнтів при нормоутворюючих факторах;

ϵ' – вільний член рівняння;

Вільний член рівняння для трьох факторів визначають за формулою:

$$\epsilon' = \frac{[\epsilon_1 - (a_2 X'_2 + a_3 X'_3)] + [\epsilon_2 - (a_1 X'_1 + a_3 X'_3)] + [\epsilon_3 - (a_1 X'_1 + a_2 X'_2)]}{3}, \quad (5)$$

де X_1, X_2, X_3 – постійні значення факторів, при котрих проводились дослідження.

Розглянемо приклад будови нормативної лінії та встановлення аналітичної залежності зміни затрат часу від двох нормоутворюючих факторів.

Приклад. Необхідно вивести емпіричну формулу для визначення затрат оперативного часу на електродугове зварювання листової сталі стиковим V – подібним швом у залежності від товщини зварюємого металу та довжини шва. Зварювання виконується електродом з обмазкою із крейди. Відомо, що зміна затрат часу від довжини шва та товщини зварюємої деталі підкорюються лінійному закону.

Рішення:

1. Встановлюємо межі зміни нормоутворюючих факторів:

а) товщина зварюємого металу « h » змінюється в межах від 5 до 25мм;

б) довжина зварюємого шва « L » змінюється в межах від 50 до 500мм.

2. Визначаємо кількість значення нормоутворюючих факторів за формулою:

а) для товщини деталі:

$$n_h = \sqrt{\frac{h_{\max}}{h_{\min}}} + 3 = \sqrt{\frac{25}{5}} + 3 = 5;$$

б) для довжини шва:

$$n_L = \sqrt{\frac{L_{\max}}{L_{\min}}} + 3 = \sqrt{\frac{500}{50}} + 3 = 6;$$

3. Визначаємо інтервали поміж значеннями факторів за формулою:

$$H_h = \frac{h_{\max} - h_{\min}}{n - 1} = \frac{25 - 5}{5 - 1} = 5 \text{ мм};$$

$$H_L = \frac{L_{\max} - L_{\min}}{n - 1} = \frac{500 - 50}{6 - 1} = 90 \text{ мм};$$

4. Визначаємо числові значення факторів за формулою:

$$h_i = h_{\min} + H_h (i - 1);$$

$$L_i = L_{\min} + H_L (i - 1);$$

$$h_1 = h_{\min} = 5 \text{ мм};$$

$$L_1 = L_{\min} = 50 \text{ мм};$$

$$h_2 = 5 + 5(2 - 1) = 10 \text{ мм};$$

$$L_2 = 50 + 90(2 - 1) = 140 \text{ мм};$$

$$h_3 = 5 + 5(3 - 1) = 15 \text{ мм};$$

$$L_3 = 50 + 90(3 - 1) = 230 \text{ мм};$$

$$h_4 = 5 + 5(4 - 1) = 20 \text{ мм};$$

$$L_4 = 50 + 90(4 - 1) = 320 \text{ мм};$$

$$h_5 = h_{\max} = 25 \text{ мм};$$

$$L_5 = 50 + 90(5 - 1) = 410 \text{ мм};$$

$$L_6 = L_{\max} = 500 \text{ мм}.$$

Результат розрахунків заносимо до таблиці 1.

Таблиця 1

Порядковий номер значення фактора	1	2	3	4	5	6
Числове значення товщини зварюємого металу, мм	5	10	15	20	25	–
Числове значення довжини зварюємого шва, мм	50	140	230	320	410	500

Приймаємо середнє значення кожного фактора, як «постійне», при дослідженні залежності часу від змінюємого фактора, так:

$$h_{const} = 15 \text{ мм};$$

$$L_{const} = 230 \text{ мм}.$$

5. Проводимо хронометражні спостереження по кожному фактору при постійному значенні другого фактора. Спостереження та обробку результатів спостережень проводимо у відповідності до методики викладеної у розділі «Хронометраж».

Результати хронометражу заносимо до таблиць 2, 3.

Таблиця 2

Товщина зварюємого металу, мм	5	10	15	20	25
Затрати часу на зварювання, хв.	12	14,5	16	19	23

Затрати час зварювання у залежності від зміни товщини зварюємого металу при незмінній довжині шва $L_{const} = 230 \text{ мм}$.

Затрати часу зварювання у залежності від зміни довжини зварюємого шва при незмінній товщині металу $h_{const} = 15 \text{ мм}$.

Таблиця 3

Довжина зварюємого шву, мм	50	140	230	320	410	500
Затрати часу на зварювання, хв.	11	14	16	18	21	24

6. Наносимо на графік (рис.1) точки зміни затрат часу у залежності від товщини зварюємого металу, для чого встановлюємо масштаби: по вісі абсцис відкладаємо значення товщини зварюємого металу у масштабі в 1см 2мм товщини, т.е. $M_x=2$.

По вісі ординат відкладаємо час у масштабі в 1см 1хв, т.е. $M_y=1$. Координати точок приведені у таблиці 4.

Таблиця 4

Номери точок	1	2	3	4	5
Координати: по вісі X, мм	25	50	75	100	125
по вісі Y, мм	120	145	160	190	230

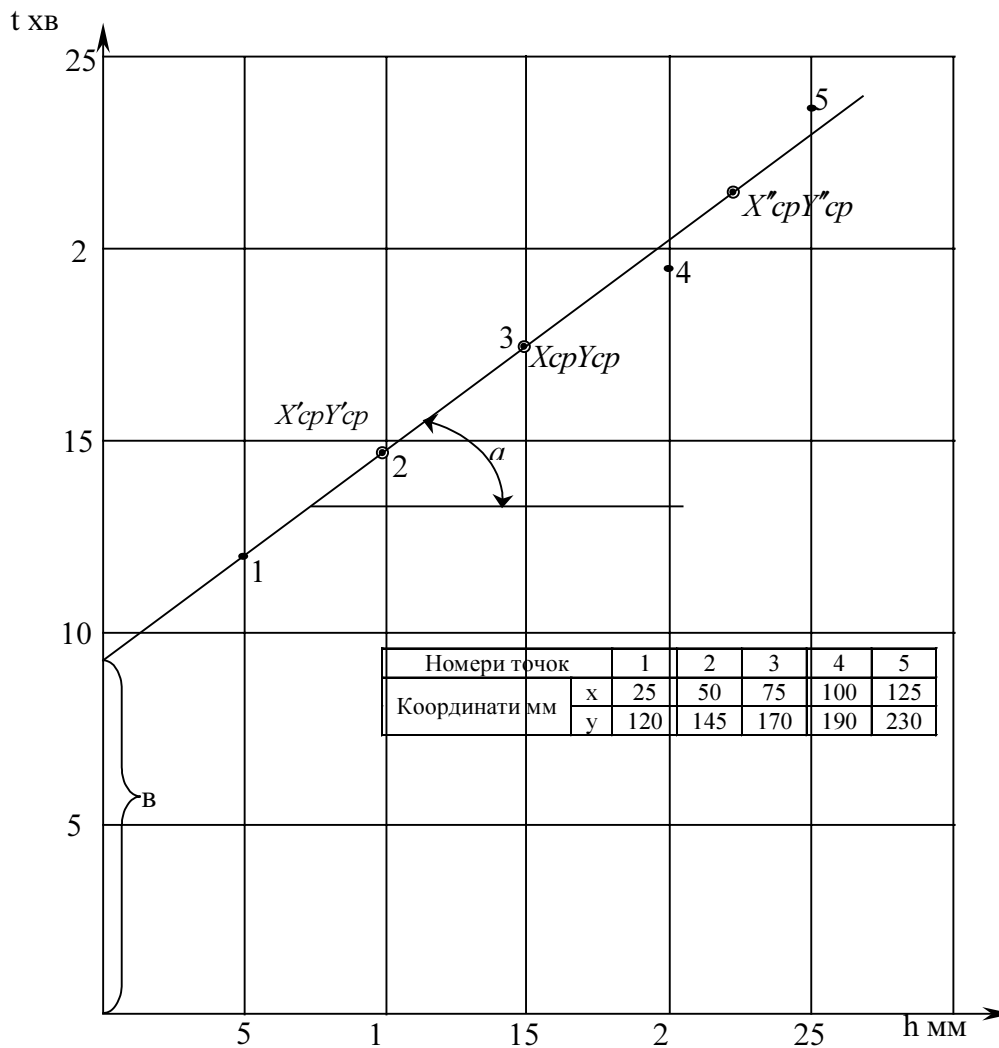


Рисунок 1 – Точки зміни затрат часу

7. Виводимо аналітичну залежність зміни затрат часу від зміни товщини зварюємого металу при незмінній довжині шва 230мм.

а) знаходимо координати точки середніх значень ряду за формулами і наносимо її на графік:

$$X_{cp} = \frac{25 + 50 + 75 + 100 + 125}{5} = \frac{375}{5} = 75 \text{ мм.}$$

$$Y_{cp} = \frac{120 + 145 + 160 + 190 + 230}{5} = \frac{845}{5} = 169 \text{ мм.}$$

б) знаходимо середнє арифметичне значення координат для групи точок з величинами меншими X_{cp} , Y_{cp} та групи точок з величинами більшими X_{cp} і Y_{cp} за формулами:

$$X'_{cp} = \frac{25 + 50 + 75}{3} = \frac{150}{3} = 50 \text{ мм;}$$

$$Y'_{cp} = \frac{120 + 145 + 160}{3} = \frac{425}{3} = 141 \text{ мм;}$$

$$X''_{cp} = \frac{100 + 125}{2} = \frac{225}{2} = 112,5 \text{ мм;}$$

$$Y''_{cp} = \frac{190 + 230}{2} = \frac{420}{2} = 210 \text{ мм;}$$

в) наносимо на графік дві середні точки з координатами (50;141); (112,5;210) і проводимо

через них пряму, котра і є нормативною лінією;

г) визначаємо тангенс кута нахилу прямої до вісі абсцис

$$tga = \frac{210 - 141}{112,5 - 50} = \frac{69}{62,5} = 1,10;$$

д) знаходимо поправочний коефіцієнт, який враховує неоднакові масштаби шкал

$$K = \frac{M_y}{M_x} = \frac{1}{2} = 0,5;$$

є) визначаємо кутовий коефіцієнт нормативної лінії

$$a_1 = K \cdot tga = 0,5 \cdot 1,10 = 0,55;$$

ж) визначаємо вільний член «в» за формулою $v = y - aX$, підставляючи до неї замість X

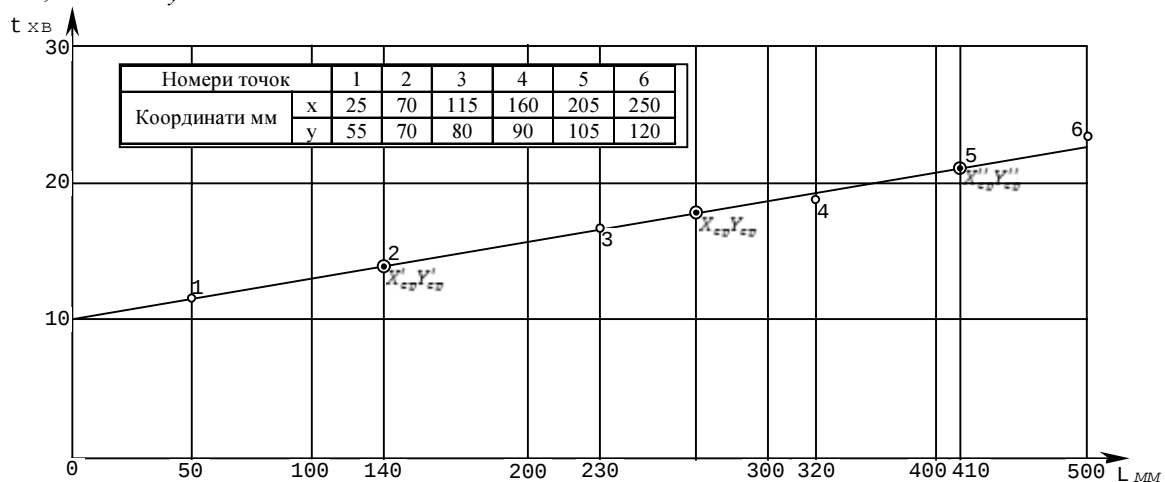
товщину металу, а замість y відповідний час з графіка. Наприклад, $h=10\text{мм}$ та час $t=14,5\text{хв}$, тоді

$$v_1 = t - a_1 h = 14,5 - 0,55 \cdot 10 = 9\text{хв};$$

з) підставляємо значення y у формулу $y = aX + v$, одержимо аналітичне вираження нормативної лінії

$$t = 0,55h + 9\text{хв};$$

8. Будуємо нормативну лінію залежності затрат часу від довжини зварюемого шва, для чого наносимо на графік (рис.2) точки за результатами спостережень у масштабі: по вісі X -в 1см. 20мм. Шва тобто $M_x=20$, а по вісі Y -в 1см. 2мм., тобто $M_y=2$.



Координати точок заносимо до таблиці 5.

Таблиця 5

Номери точок	1	2	3	4	5	6
Координати: по вісі X , мм	25	70	115	160	205	250
по вісі Y , мм	55	70	80	90	105	120

9. Виводимо аналітичну залежність зміни затрат часу від зміни довжини шва при незмінному значенні товщини зварюемого шва ($h_{\text{const}}=15\text{мм.}$):

а) знаходимо координати середніх значень фактора

$$X_{cp} = \frac{25 + 70 + 115 + 160 + 205 + 250}{6} = \frac{825}{6} = 137,5 \text{ мм};$$

$$Y_{cp} = \frac{55 + 70 + 80 + 90 + 105 + 120}{6} = \frac{520}{6} = 87 \text{ мм};$$

б) знаходимо середнє арифметичне значення координат для групи точок з величинами менше X_{cp} і Y_{cp} і групи точок з величинами більшими X_{cp} та Y_{cp} за формулами

$$X'_{cp} = \frac{25 + 70 + 115}{3} = \frac{210}{3} = 70 \text{ мм}; \quad Y'_{cp} = \frac{50 + 70 + 80}{3} = \frac{205}{3} = 68 \text{ мм};$$

$$X''_{cp} = \frac{160 + 205 + 250}{3} = \frac{615}{3} = 250 \text{ мм}; \quad Y''_{cp} = \frac{90 + 105 + 120}{3} = \frac{315}{3} = 105 \text{ мм};$$

в) наносимо на графік дві середні точки з координатами (70;68)(205;105) та проводимо

через них пряму, котра і є нормативною лінією;

г) визначаємо тангенс кута нахилу прямої до вісі абсцис

$$tga = \frac{105 - 68}{205 - 70} = \frac{37}{135} = 0,275;$$

д) визначаємо поправочний коефіцієнт, який враховує неоднакові масштаби шкал

$$K = \frac{M_y}{M_x} = \frac{2}{20} = 0,1;$$

є) визначаємо кутовий коефіцієнт нормативної лінії

$$a_1 = K \cdot tga = 0,1 \cdot 0,275 = 0,0275;$$

ж) визначаємо вільний член «в» за формулою підставляючи до неї замість X довжину шва

$L=410 \text{ мм}$., а замість Y відповідну довжину часу $t=21 \text{ хв}$., визначене з графіка, тоді

$$v_2 = t - aL = 21 - 0,0275 \cdot 410 = 9,8 \text{ хв};$$

з) підставляємо значення до формули $y = aX + \hat{a}$, одержимо аналітичний вираз нормативної лінії

$$t = 0,028L + 9,8 \text{ хв.};$$

10. Одержані величини заносимо до таблиці 6.

Таблиця 6

Фактори	у хв.	a	Постійні значення факторів, мм
h	9,0	0,55	15
L	9,8	0,028	230

11. Підставляємо значення у формулу (3), визначаємо вільний член « $\hat{a}$ ». Рівняння для двох факторів

$$v' = \frac{(v_1 - a_1 h_2) + (v_2 - a_2 L_2)}{2} = \frac{(9 - 0,55 \cdot 15) + (9,8 - 0,028 \cdot 230)}{2} = 2,06 \text{ хв.};$$

12. Підставляємо значення у формулу (2), встановлюємо загальну залежність затрат часу від зміни товщини зварюємої деталі та довжини зварюємого шва:

$$t = 0,55h + 0,028L + 2,06 \hat{a}.$$

Користуючись цією формулою, розраховуємо оперативний час таблиці нормативів для стикового електрозварювання сталей V-подібним швом.

Таким чином, використання розробленої методики визначення норм часу на виконання ручних та машино–ручних операцій, при ремонті сільськогосподарської техніки, дасть можливість реформувати ремонтне виробництво у сільському господарстві та підвищені якість ремонту техніки.

Список літератури

1. Л. Фільштейн Праця. Техніко-економічне та соціальне нормування. – Кіровоград: РВЛ КНТУ, 2007.–88с.
2. Рижиков В.С. Основи нормування праці. – К.: ЦУЛ, 2006.–200с.
3. Фільштейн Л.М., Малаховський Ю.В. Економіка праці в машинобудівному комплексі. – ПП. „Інвест-груп”, Кіровоград, 2004. – 295с.
4. Мороз В.Є. Розробка норм час на розбирання та збирання машин при ремонті – Наукові праці: КНТУ: економічні науки. Збірник наукових праць. Випуск 10. – Кіровоград 2006. – С.75-79.
5. Мороз В.Є. Вивчення затрат робочого часу у ремонтному виробництві. – Наукові праці: КНТУ: економічні науки. Збірник наукових праць. Випуск 11. – Кіровоград 2007. – С.98-106.
6. Мороз В.Є. Розробка нормативів праці у ремонтному виробництві. Наукові праці: КНТУ: економічні науки. Збірник наукових праць. Випуск 12 частина 2. – Кіровоград 2008. – С. 32-43

В статье обоснована методика определения норм времени на выполнение ручных операций, которые выполняются при ремонте тракторов, автомобилей и их двигателей.

In the article the method of determination of norms of time is grounded on implementation of hand operations, which execute at repair of tractors, cars, and their engines.