

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

# **ОБҐРУНТУВАННЯ ІНЖЕНЕРНИХ РІШЕНЬ**

**Методичні вказівки щодо виконання  
лабораторно-практичних робіт**

**СУМИ - 2024**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Інженерно-технологічний факультет**  
**Кафедра агроінжинірингу**

# **ОБҐРУНТУВАННЯ ІНЖЕНЕРНИХ РІШЕНЬ**

**Методичні вказівки щодо виконання  
лабораторно-практичних робіт**

**для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти  
спеціальності 208 «Агроінженерія» денної і заочної форм навчання**

**СУМИ - 2024**

**УДК 629.1.02**  
**М 54**

**Укладачі:** **Харченко С.О.**, д.т.н., професор кафедри агроінжинірингу Сумського національного аграрного університету  
**Харченко Ф.М.**, доцент кафедри агроінжинірингу Сумського національного аграрного університету  
**Сировицький К.Г.**, старший викладач кафедри агроінжинірингу Сумського національного аграрного університету  
**Батюк Л.М.**, завідувачка навчальної лабораторії кафедри агроінжинірингу Сумського національного аграрного університету

Автори Харченко С.О., Харченко Ф.М., Сировицький К.Г., Батюк Л.М.

**М 54 Обґрунтування інженерних рішень:** методичні вказівки щодо виконання лабораторно-практичних робіт для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 208 «Агроінженерія» денної і заочної форм навчання / Харченко С.О., Харченко Ф.М., Сировицький К.Г., Батюк Л.М. - Суми, 2024. – 54 с.

Складено у відповідності з програмою дисципліни «Обґрунтування інженерних рішень» для виконання завдань.

**Рецензенти:**

**Ковалишин С.Й.**, к.т.н., професор кафедри автомобілів та тракторів Львівського національного університету природокористування;

**Анікеєв О.І.**, к.т.н., доцент кафедри оптимізації технологічних систем Державний біотехнологічний університет.

**Відповідальний за випуск:**

**Шуляк М.Л.**, д.т.н., професор, завідувач кафедри агроінжинірингу СНАУ.

Рекомендовано до видання навчально-методичною радою інженерно-технологічного факультету. Протокол № 6 від «22» травня 2024 року

© Сумський національний  
аграрний університет, 2024

## ЗМІСТ

|                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ЗМІСТ .....                                                                                       | 3  |
| 1. Вибір раціонального складу технічних засобів.....                                              | 4  |
| 2. Статистична обробка результатів досліджень.<br>Попередні розрахунки та визначення похибки..... | 12 |
| 3. Статистична обробка результатів досліджень.<br>Побудова графіку функції розподілу.....         | 18 |
| 4. Розрахунок техніко-економічної ефективності від застосування<br>удосконаленої машини .....     | 23 |
| ТЕСТОВІ ПИТАННЯ.....                                                                              | 29 |
| ДОДАТКИ.....                                                                                      | 50 |

## 1. Вибір раціонального складу технічних засобів

**Мета:** Виконати вибір раціонального складу машино-тракторного агрегату (МТА) за результатами багатокритеріального аналізу методом Парето і методом відстані до цілі.

### Загальні положення

Задача вибору раціонального складу МТА є багатоваріантною. Із числа можливих варіантів складу МТА потрібно сформувати вихідну множину альтернативних варіантів, які оцінюються множиною критеріїв.

При обґрунтуванні множини критеріїв важливо уникати наявності в одному наборі величин із тісними функціональними чи кореляційними зв'язками, тобто – взаємозалежних критеріїв.

Багатокритеріальну оцінку варіантів доцільно здійснювати по методу Парето. Суть методу полягає у виявленні варіантів, які домінують над іншими за прийнятими критеріями.

### Послідовність виконання завдання

Вибрати кращий склад агрегату із декількох запропонованих варіантів (не менше трьох), які придатні для виконання технологічної операції, за такими критеріями: продуктивність  $W$ , питомі витрати палива на заданих умовах одиницю обсягу роботи  $g_{га}$ , затрати сукупної енергії  $E_{нп}$  і собівартість години роботи технічного засобу  $C_{тз}$ .

Для цього, запропоновані варіанти технічних засобів і їх параметри, які вибираємо із табл. Д.1, Д.2 (Додатки), заносимо до табл. 1.1.

Таблиця 1.1

### Технічні характеристики агрегатів

| Агрегат           |                      | Потужність<br>двигуна $N_{ен}$ , кВт | Маса<br>технічного<br>засобу, кг |                 | Продуктивність<br>за годину<br>основного часу<br>$W_0$ , га/год | Питомі витрати<br>палива $g_{ен}$ , г/кВт<br>год |
|-------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| марка<br>трактора | марка с.г.<br>машини |                                      | Трактора                         | с - г<br>машини |                                                                 |                                                  |
| ХТЗ-172-21        | КПН-5,6              |                                      |                                  |                 |                                                                 |                                                  |
| Т-150             | КПС-8ПМ              |                                      |                                  |                 |                                                                 |                                                  |
| Т-150К            | КЛД-3,0              |                                      |                                  |                 |                                                                 |                                                  |
| Т-151К-07         | КРУ-3,7              |                                      |                                  |                 |                                                                 |                                                  |
| ХТЗ-161-31        | КН-7,2               |                                      |                                  |                 |                                                                 |                                                  |
| ХТЗ-170-21        | КПЕ-6Н               |                                      |                                  |                 |                                                                 |                                                  |

1. Визначаємо продуктивність технічного засобу, га/год:

$$W_{\text{с.зм}} = W_o \cdot \tau_{\text{зм}}; \quad (1.1)$$

де  $W_o$  – продуктивність за годину основного часу, га/год (табл. 1.1);  
 $\tau_{\text{зм}}$  – коефіцієнт використання часу зміни (табл. Д.3, Додатки),

$$W_{\text{Г.ЗМ1}} = \underline{\hspace{2cm}}, W_{\text{Г.ЗМ2}} = \underline{\hspace{2cm}}, W_{\text{Г.ЗМ3}} = \underline{\hspace{2cm}}, \\ W_{\text{Г.ЗМ4}} = \underline{\hspace{2cm}}, W_{\text{Г.ЗМ5}} = \underline{\hspace{2cm}}, W_{\text{Г.ЗМ6}} = \underline{\hspace{2cm}}.$$

2. Визначаємо витрати палива на один гектар при номінальному навантаженні двигуна технічного засобу, кг/га:

$$g_{\text{за}} = \frac{10^{-3} N_{\text{ен}} \cdot g_{\text{ен}}}{W_{\text{с.зм}}}; \quad (1.2)$$

де  $N_{\text{ен}}$  – номінальна ефективна потужність двигуна, кВт (табл. 1.1);  
 $g_{\text{ен}}$  – питомі витрати палива двигуна, г/кВт·год (табл. Д.1, Додатки).

$$g_{\text{за1}} = \underline{\hspace{2cm}}, g_{\text{за2}} = \underline{\hspace{2cm}}, g_{\text{за3}} = \underline{\hspace{2cm}}, \\ g_{\text{за4}} = \underline{\hspace{2cm}}, g_{\text{за5}} = \underline{\hspace{2cm}}, g_{\text{за6}} = \underline{\hspace{2cm}}.$$

3. Визначаємо затрати сукупної непоновлюваної енергії, МДж/га:

$$E_{\text{нп}} = \alpha_n g_{\text{за}} + \sum_{m=1}^m \alpha_{\text{мi}} g_{\text{мi}} + \frac{\alpha_{\text{мр}} M_{\text{мр}} + \sum_{np=1}^n \alpha_{\text{нр}} M_{\text{нр}} + \sum_{p=1}^k \alpha_p M_p + \sum_{i=1}^j \alpha_i N_i}{W_{\text{с.зм}}}, \quad (1.3)$$

де  $a_{\text{п}}$  – енергетичні еквіваленти витраченого палива, МДж/кг (табл. Д.4, Додатки);

$$a_{\text{п1}} = \underline{\hspace{2cm}}, a_{\text{п2}} = \underline{\hspace{2cm}}, a_{\text{п3}} = \underline{\hspace{2cm}}, \\ a_{\text{п4}} = \underline{\hspace{2cm}}, a_{\text{п5}} = \underline{\hspace{2cm}}, a_{\text{п6}} = \underline{\hspace{2cm}}.$$

$g_{\text{за}}$  – витрати палива на одиницю роботи, кг/га (результати розрахунків формули 1.2)

$a_{\text{тр}}$ ,  $a_{\text{р}}$  – енергетичні еквіваленти години роботи трактора, робочих машин, МДж/кг × год (табл. Д.5 Додатки);

$$a_{\text{мр1}} = \underline{\hspace{2cm}}, a_{\text{мр2}} = \underline{\hspace{2cm}}, a_{\text{мр3}} = \underline{\hspace{2cm}}, \\ a_{\text{мр4}} = \underline{\hspace{2cm}}, a_{\text{мр5}} = \underline{\hspace{2cm}}, a_{\text{мр6}} = \underline{\hspace{2cm}}, \\ a_{\text{р1}} = \underline{\hspace{2cm}}, a_{\text{р2}} = \underline{\hspace{2cm}}, a_{\text{р3}} = \underline{\hspace{2cm}}, \\ a_{\text{р4}} = \underline{\hspace{2cm}}, a_{\text{р5}} = \underline{\hspace{2cm}}, a_{\text{р6}} = \underline{\hspace{2cm}},$$

$M_{\text{мр}}$ ,  $M_{\text{р}}$  – маса трактора, робочих машин, кг (табл. 1.1);

$$M_{\text{мр1}} = \underline{\hspace{2cm}}, M_{\text{мр2}} = \underline{\hspace{2cm}}, M_{\text{мр3}} = \underline{\hspace{2cm}}, \\ M_{\text{мр4}} = \underline{\hspace{2cm}}, M_{\text{мр5}} = \underline{\hspace{2cm}}, M_{\text{мр6}} = \underline{\hspace{2cm}}.$$

$a_i$  – енергетичний еквівалент години праці персоналу, МДж/люд.-год (табл. 6 Додатки);  $a_i = \underline{\hspace{2cm}}$ ,

$N_i$  – кількість працюючих і-тої категорії, люд. (згідно з умовами використання МТА),  $N_i = \underline{\hspace{2cm}}$ .

Тоді маємо:

$$E_{\text{нп1}} = \underline{\hspace{2cm}}, E_{\text{нп2}} = \underline{\hspace{2cm}}, E_{\text{нп3}} = \underline{\hspace{2cm}}, \\ E_{\text{нп4}} = \underline{\hspace{2cm}}, E_{\text{нп5}} = \underline{\hspace{2cm}}, E_{\text{нп6}} = \underline{\hspace{2cm}}.$$

4. Визначаємо собівартість години роботи технічного засобу,

грн./год:

$$C_{mз} = A + K + З_{б.} + П + C_{м.} + З_n + B_n + B_m + B_{mo}, \quad (1.4)$$

де  $A$  – амортизаційні відрахування, грн./год;  $K$  – витрати на погашення кредиту, грн./год;  $З_{б.}$  – витрати на зберігання технічних засобів, грн./год;  $П$  – податок на технічні енергетичні засоби, грн./год;  $C_{м.}$  – страхові внески, грн./год;  $З_n$  – витрати на оплату праці персоналу, грн./год;  $B_n$  – вартість паливно-мастильних матеріалів, грн./год;  $B_m$  – вартість технологічних матеріалів, грн./год;  $B_{mo}$  – вартість технічного обслуговування, грн./год.

Амортизаційні відрахування, грн./год (визначаються окремо для трактора і для робочої машини)

$$A = \frac{(Ц_n - Ц_k)}{T_p \cdot T_z}, \quad (1.5)$$

де  $Ц_n$  – вартість нового технічного засобу, грн. (табл. 1.2);

Таблиця 1.2

**Вартість нових тракторів та сільськогосподарських машин**

| Марка трактору   | ХТЗ-172- 21 | Т-150  | Т-150К  | Т-151К07 | ХТЗ161-31 | ХТЗ170-21 |
|------------------|-------------|--------|---------|----------|-----------|-----------|
| Вартість, грн    |             |        |         |          |           |           |
| Марка с-г машини | КПН-5,6     | КПС8ПМ | КЛД-3,0 | КРУ3,7   | КН-7,2    | КПЕ-6Н    |
| Вартість, грн    |             |        |         |          |           |           |

$Ц_k$  – вартість технічного засобу в кінці експлуатації, грн.

$$Ц_k = Ц_{мб} M_{mз}, \quad (1.6)$$

де  $Ц_{мб}$  – вартість металобрухту,  $M_{mз}$  – маса технічного засобу, кг (табл.1.1),  $Ц_{мб} =$  \_\_\_\_\_,

Трактору:  $Ц_{к1} =$  \_\_\_\_\_,  $Ц_{к2} =$  \_\_\_\_\_,  $Ц_{к3} =$  \_\_\_\_\_,  
 $Ц_{к4} =$  \_\_\_\_\_,  $Ц_{к5} =$  \_\_\_\_\_,  $Ц_{к6} =$  \_\_\_\_\_.

С.г. машини:  $Ц_{к1} =$  \_\_\_\_\_,  $Ц_{к2} =$  \_\_\_\_\_,  $Ц_{к3} =$  \_\_\_\_\_,  
 $Ц_{к4} =$  \_\_\_\_\_,  $Ц_{к5} =$  \_\_\_\_\_,  $Ц_{к6} =$  \_\_\_\_\_.

$T_p$  – строк служби трактору, роки  $T_{p1...p6} = 10$ ;

$T_{с.г.м}$  – строк служби с.г. машини, роки  $T_{с.г.м1...с.г.м.6} = 10$ ;

$T_z$  – нормативне завантаження технічного засобу на протязі року, год. (табл. Д.1, Д.2 Додатки).

Трактору:  $T_{з.тp1} =$  \_\_\_\_\_,  $T_{з.тp2} =$  \_\_\_\_\_,  $T_{з.тp3} =$  \_\_\_\_\_,

$$\begin{aligned}
& T_{з.тр4} = \underline{\hspace{2cm}}, T_{з.тр5} = \underline{\hspace{2cm}}, T_{з.тр6} = \underline{\hspace{2cm}}. \\
\text{С.г. машини: } & T_{з.сгм1} = \underline{\hspace{2cm}}, T_{з.сгм2} = \underline{\hspace{2cm}}, T_{з.сгм3} = \underline{\hspace{2cm}}, \\
& T_{з.сгм4} = \underline{\hspace{2cm}}, T_{з.сгм5} = \underline{\hspace{2cm}}, T_{з.сгм6} = \underline{\hspace{2cm}}. \\
& A_{тр1} = \underline{\hspace{2cm}}, A_{тр2} = \underline{\hspace{2cm}}, A_{тр3} = \underline{\hspace{2cm}}, \\
& A_{тр4} = \underline{\hspace{2cm}}, A_{тр5} = \underline{\hspace{2cm}}, A_{тр6} = \underline{\hspace{2cm}}. \\
& A_{сгм1} = \underline{\hspace{2cm}}, A_{сгм2} = \underline{\hspace{2cm}}, A_{сгм3} = \underline{\hspace{2cm}}, \\
& A_{сгм4} = \underline{\hspace{2cm}}, A_{сгм5} = \underline{\hspace{2cm}}, A_{сгм6} = \underline{\hspace{2cm}}. \\
& A_{агр1} = \underline{\hspace{2cm}}, A_{агр2} = \underline{\hspace{2cm}}, A_{агр3} = \underline{\hspace{2cm}}, \\
& A_{агр4} = \underline{\hspace{2cm}}, A_{агр5} = \underline{\hspace{2cm}}, A_{агр6} = \underline{\hspace{2cm}}.
\end{aligned}$$

Витрати на погашення кредиту, грн./год. (визначаються окремо для трактора і робочої машини):

$$K = \frac{(Ц_n - Ц_k)k}{2T_p \cdot T_z}. \quad (1.7)$$

де  $k$  – доля відрахувань на погашення кредиту ( $k = 0,28$ );

$$\begin{aligned}
\text{Трактору: } & K_{тр1} = \underline{\hspace{2cm}}, K_{тр2} = \underline{\hspace{2cm}}, K_{тр3} = \underline{\hspace{2cm}}, \\
& K_{тр4} = \underline{\hspace{2cm}}, K_{тр5} = \underline{\hspace{2cm}}, K_{тр6} = \underline{\hspace{2cm}}.
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{С.г. машини: } & K_{сгм1} = \underline{\hspace{2cm}}, K_{сгм2} = \underline{\hspace{2cm}}, K_{сгм3} = \underline{\hspace{2cm}}, \\
& K_{сгм4} = \underline{\hspace{2cm}}, K_{сгм5} = \underline{\hspace{2cm}}, K_{сгм6} = \underline{\hspace{2cm}}.
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Сумарне: } & K_1 = \underline{\hspace{2cm}}, K_2 = \underline{\hspace{2cm}}, K_3 = \underline{\hspace{2cm}}, \\
& K_4 = \underline{\hspace{2cm}}, K_5 = \underline{\hspace{2cm}}, K_6 = \underline{\hspace{2cm}}.
\end{aligned}$$

Витрати на зберігання технічних засобів, грн./год. (визначаються окремо для трактора і робочої машини):

$$З_о = \frac{(Ц_n - Ц_k)a}{T_p \cdot T_z}, \quad (1.8)$$

де  $a$  – доля вартості технічних засобів, яка витрачається на організацію зберігання ( $a = 0,01$ ).

$$\begin{aligned}
\text{Трактору: } & З_{б.тр1} = \underline{\hspace{2cm}}, З_{б.тр2} = \underline{\hspace{2cm}}, З_{б.тр3} = \underline{\hspace{2cm}}, \\
& З_{б.тр4} = \underline{\hspace{2cm}}, З_{б.тр5} = \underline{\hspace{2cm}}, З_{б.тр6} = \underline{\hspace{2cm}}.
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{С.г. машини: } & З_{б.сгм1} = \underline{\hspace{2cm}}, З_{б.сгм2} = \underline{\hspace{2cm}}, З_{б.сгм3} = \underline{\hspace{2cm}}, \\
& З_{б.сгм4} = \underline{\hspace{2cm}}, З_{б.сгм5} = \underline{\hspace{2cm}}, З_{б.сгм6} = \underline{\hspace{2cm}}.
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Сумарне: } & З_{б1} = \underline{\hspace{2cm}}, З_{б2} = \underline{\hspace{2cm}}, З_{б3} = \underline{\hspace{2cm}}, \\
& З_{б4} = \underline{\hspace{2cm}}, З_{б5} = \underline{\hspace{2cm}}, З_{б6} = \underline{\hspace{2cm}}.
\end{aligned}$$

Податок на технічні засоби, грн./год.:

$$\Pi = \frac{\Pi_p}{T_z}, \quad (1.9)$$

де  $\Pi_p$  – річний податок, грн. (трактори класу 5т – 260; 3т – 200 грн.; 1,4т – 120 грн.);

$$\begin{aligned}
\text{Трактору: } & \Pi_{тр1} = \underline{\hspace{2cm}}, \Pi_{тр2} = \underline{\hspace{2cm}}, \Pi_{тр3} = \underline{\hspace{2cm}}, \\
& \Pi_{тр4} = \underline{\hspace{2cm}}, \Pi_{тр5} = \underline{\hspace{2cm}}, \Pi_{тр6} = \underline{\hspace{2cm}}.
\end{aligned}$$

С.г. машини:  $P_{сгм1} = \underline{\hspace{2cm}}, P_{сгм2} = \underline{\hspace{2cm}}, P_{сгм3} = \underline{\hspace{2cm}},$   
 $P_{сгм4} = \underline{\hspace{2cm}}, P_{сгм5} = \underline{\hspace{2cm}}, P_{сгм6} = \underline{\hspace{2cm}}.$   
 Сумарне:  $P_1 = \underline{\hspace{2cm}}, P_2 = \underline{\hspace{2cm}}, P_3 = \underline{\hspace{2cm}},$   
 $P_4 = \underline{\hspace{2cm}}, P_5 = \underline{\hspace{2cm}}, P_6 = \underline{\hspace{2cm}}.$

Витрати на оплату праці персоналу, грн./год.:

$$Z_n = \sum_i^N C_{zi}, \quad (1.10)$$

де  $C_{zi}$  – годинна тарифна ставка механізаторів

Ставка механізатора: ХТЗ-172-21+КПН-5,6 – 17грн./год, Т-150+КПС-8ПМ – 17грн/год, Т-150К+КЛД-3,0 – 17грн/год, Т-151К-07+КРУ-3,7 – 17грн/год, ХТЗ-161-31+КН-7,2 – 17грн/год, ХТЗ-170-21+КПЕ-6Н -17грн/год.

Вартість паливно-мастильних матеріалів, грн./год.:

$$B_n = (1,1 \dots 1,15) C_n \cdot g_{за} \gamma_n \cdot W_{з.зм}, \quad (1.11)$$

де  $C_n$  – вартість палива, ( $C_n = 53$  грн./л);  $\gamma_n$  – питомий об'єм палива, л/кг (для дизельного  $\gamma_n = 1,2$ ).

$B_{n1} = \underline{\hspace{2cm}}, B_{n2} = \underline{\hspace{2cm}}, B_{n3} = \underline{\hspace{2cm}},$   
 $B_{n4} = \underline{\hspace{2cm}}, B_{n5} = \underline{\hspace{2cm}}, B_{n6} = \underline{\hspace{2cm}}.$

Вартість технічного обслуговування, грн./год. (визначається окремо для трактора і робочої машини)

$$B_{TO} = \frac{(C_n - C_k) \alpha_{TO}}{2T_p \cdot T_z}, \quad (1.12)$$

де  $a_{mo}$  – норма річних відрахувань на технічне обслуговування в долях одиниці. (табл. Д.1, Д.2 Додатки).

Трактору  $a_{mo1} = \underline{\hspace{2cm}}, a_{mo2} = \underline{\hspace{2cm}}, a_{mo3} = \underline{\hspace{2cm}},$   
 $a_{mo4} = \underline{\hspace{2cm}}, a_{mo5} = \underline{\hspace{2cm}}, a_{mo6} = \underline{\hspace{2cm}}.$

С.г. машини  $a_{mo1} = \underline{\hspace{2cm}}, a_{mo2} = \underline{\hspace{2cm}}, a_{mo3} = \underline{\hspace{2cm}},$   
 $a_{mo4} = \underline{\hspace{2cm}}, a_{mo5} = \underline{\hspace{2cm}}, a_{mo6} = \underline{\hspace{2cm}}.$

Трактору:  $B_{mo.mp1} = \underline{\hspace{2cm}}, B_{mo.mp2} = \underline{\hspace{2cm}}, B_{mo.mp3} = \underline{\hspace{2cm}},$   
 $B_{mo.mp4} = \underline{\hspace{2cm}}, B_{mo.mp5} = \underline{\hspace{2cm}}, B_{mo.mp6} = \underline{\hspace{2cm}}.$

С.г. машини:  $B_{mo.сгм1} = \underline{\hspace{2cm}}, B_{mo.сгм2} = \underline{\hspace{2cm}}, B_{mo.сгм3} = \underline{\hspace{2cm}},$   
 $B_{mo.сгм4} = \underline{\hspace{2cm}}, B_{mo.сгм5} = \underline{\hspace{2cm}}, B_{mo.сгм6} = \underline{\hspace{2cm}}.$

Сумарне:  $B_{mo.1} = \underline{\hspace{2cm}}, B_{mo.2} = \underline{\hspace{2cm}}, B_{mo.3} = \underline{\hspace{2cm}},$   
 $B_{mo.4} = \underline{\hspace{2cm}}, B_{mo.5} = \underline{\hspace{2cm}}, B_{mo.6} = \underline{\hspace{2cm}}.$

Числові значення, які одержані при розрахунку формул (1.5)...(1.12) підставити в залежність (1.4) і визначити собівартість години роботи технічного засобу.

$C_{m1} = \underline{\hspace{2cm}}, C_{m2} = \underline{\hspace{2cm}}, C_{m3} = \underline{\hspace{2cm}}, C_{m4} = \underline{\hspace{2cm}}, C_{m5} = \underline{\hspace{2cm}}, C_{m6} = \underline{\hspace{2cm}}.$

Розраховані по формулам (1.1)...(1.4) критерії заносимо в табл. 1.3.

Для вияву домінуючого варіанту необхідно порівняти чисельні значення розрахованих критеріїв. Кращий варіант складу МТА повинен мати найкращі (для нашого випадку – найменші) значення критеріїв.

Таблиця 1.3

**Формування множини Парето по розрахованим критеріям  
технічних засобів**

| Варіант    |         | $W_{г.зм},$<br>га/год | $g_{га},$ кг/га | $E_n,$<br>МДж/га | $C_{тз},$<br>грн./год |
|------------|---------|-----------------------|-----------------|------------------|-----------------------|
| ХТЗ-172-21 | КПН-5,6 |                       |                 |                  |                       |
| Т-150      | КПС-8ПМ |                       |                 |                  |                       |
| Т-150К     | КЛД-3,0 |                       |                 |                  |                       |
| Т-151К-07  | КРУ-3,7 |                       |                 |                  |                       |
| ХТЗ-161-31 | КН-7,2  |                       |                 |                  |                       |
| ХТЗ-170-21 | КПЕ-6Н  |                       |                 |                  |                       |

Для цього складаємо нову таблицю 1.4 і в колонку продуктивності  $1/W_{г.зм}$  заносимо значення обернені до розрахованих, тобто  $1/W_{г.зм}$ .

Таблиця 1.4

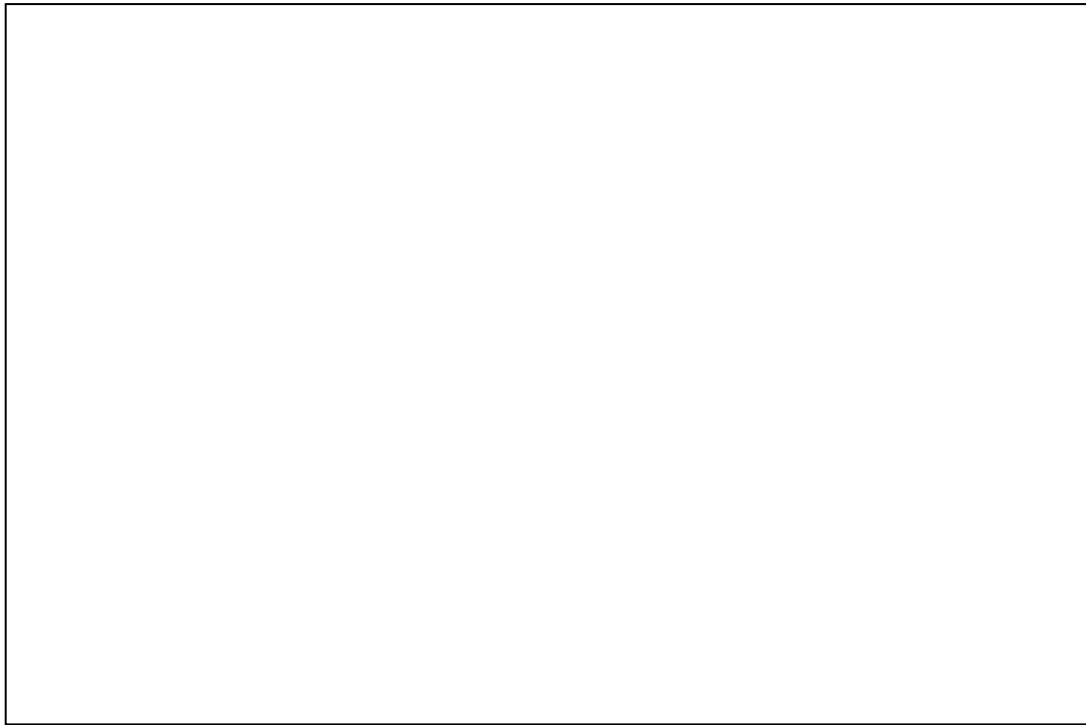
**Формування множини Парето по розрахованим критеріям  
технічних засобів**

| Варіант    |         | $1/W_{г.зм},$<br>га/год | $g_{га},$ кг/га | $E_n,$<br>МДж/га | $C_{тз},$<br>грн./год | $\Pi_j$ |
|------------|---------|-------------------------|-----------------|------------------|-----------------------|---------|
| ХТЗ-172-21 | КПН-5,6 |                         |                 |                  |                       |         |
| Т-150      | КПС-8ПМ |                         |                 |                  |                       |         |
| Т-150К     | КЛД-3,0 |                         |                 |                  |                       |         |
| Т-151К-07  | КРУ-3,7 |                         |                 |                  |                       |         |
| ХТЗ-161-31 | КН-7,2  |                         |                 |                  |                       |         |
| ХТЗ-170-21 | КПЕ-6Н  |                         |                 |                  |                       |         |

Для наочності процесу вибору застосовуємо графічний метод.

Для цього відкладаємо на радіально розташованих шкалах значення критеріїв. Шкали будуємо таким чином, щоб покращення критерію йшло до центру (точка О).

З'єднуючи точки на шкалах для і-того варіанту, отримуємо багатокутники. На найменших значеннях критеріїв будуємо багатокутник кращого варіанту.



**Рисунок 1.1. Малюнок графічного методу**

В останню колонку таблиці 1.4 заносимо значення площі багатокутників кожного варіанту, що відповідають значенням критеріїв:

$$P_j = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{W_{\text{з.зм}j}} \cdot g_{\text{за}j} + \frac{1}{2} g_{\text{за}j} \cdot E_{nj} + \frac{1}{2} E_{nj} \cdot C_{\text{мз}j} + \frac{1}{2} C_{\text{мз}j} \cdot \frac{1}{W_{\text{з.зм}j}}, \quad (1.13)$$

$P_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ ,  $P_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ ,  $P_3 = \underline{\hspace{2cm}}$ ,  $P_4 = \underline{\hspace{2cm}}$ ,  $P_5 = \underline{\hspace{2cm}}$ ,  $P_6 = \underline{\hspace{2cm}}$ .

Кращому варіанту відповідає багатокутник з найменшим значенням площі  $P_j$ .

Вибір раціонального складу МТА по методу відстані до цілі потребує додаткових розрахунків, результати яких заносимо в табл.1.5.

Суть методу полягає в порівнянні критеріїв  $j$ -го варіанту з деяким ідеалізованим варіантом.

Переважно це умовний варіант, якому приписуються кращі значення критеріїв з числа варіантів, що порівнюються.

Для ідеалізованого варіанту (нижній рядок) вибираємо кращі показники із всіх вище наведених варіантів і заносимо їх в останній рядок таблиці 1.5 «Ідеал».

Розраховуємо площу багатокутника ідеалізованого варіанту  $P_0$  по формулі 1.13:  $P_0 = \underline{\hspace{2cm}}$ .

В останню колонку таблиці 1.5 заносимо узагальнений критерій відстані до цілі ( $\mu$ ), який розраховується для кожного  $j$ -го варіанту

$$\mu_j = \frac{P_j}{P_0}. \quad (1.14)$$

Таблиця 1.5

**Критерії технічних засобів для вибору ідеалізованого варіанту складу МТА по методу відстані до цілі**

| Варіант    |         | $1/W_{зм}$ | $g_{га}$ ,<br>кг/га | $E_{п}$ ,<br>МДж/га | $C_{тз}$ ,<br>грн./год | $\Pi_j$ | $\mu$ |
|------------|---------|------------|---------------------|---------------------|------------------------|---------|-------|
| ХТЗ-172-21 | КПН-5,6 |            |                     |                     |                        |         |       |
| Т-150      | КПС-8ПМ |            |                     |                     |                        |         |       |
| Т-150К     | КЛД-3,0 |            |                     |                     |                        |         |       |
| Т-151К-07  | КРУ-3,7 |            |                     |                     |                        |         |       |
| ХТЗ-161-31 | КН-7,2  |            |                     |                     |                        |         |       |
| ХТЗ-170-21 | КПЕ-6Н  |            |                     |                     |                        |         |       |
| Ідеал      |         |            |                     |                     |                        |         |       |

Порівнюючи значення  $\mu_j$  різних варіантів технічних засобів з ідеальним значенням  $\mu_0$  знаходимо остаточно кращий варіант, який має найменшу відстань до цілі.

Порівнюючи значення  $\mu_j$  різних варіантів технічних засобів з ідеальним значенням  $\mu_0$  знаходимо остаточно кращий варіант, який має найменшу відстань до цілі.

**Висновки:** За результатами багатокритеріального аналізу кращій агрегат для заданих умов роботи має такий склад: \_\_\_\_\_.

**Питання для самоперевірки**

1. Обирання факторів ?
2. Поясніть визначення критеріїв оптимізації?
3. Яке завдання виконується при багатокритеріальній оцінці ?

**Література:**

1. Довідник з машиновикористання в землеробстві / В.І. Пастухов, А.Г. Чигрин, П.А. Джолос та ін.. За редакцією В.І. Пастухов. – Харків: ООО «Веста», 2001. – 343 с.
2. Нагірний Ю.П. Обґрунтування інженерних рішень. – К.: Урожай, 1994. – 216 с.
3. Технологічна блочно-варіантна система машиновикористання в землеробстві України: монографія. Частина 2/ М. П. Артьомов, В. І. Мельник, В. В. Качанов, С. О. Харченко, [та ін.] – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2022. – 192 с.

## **2. Статистична обробка результатів досліджень. Попередні розрахунки та визначення похибки**

**Мета роботи** – ознайомлення з основними методами статистичного аналізу та оцінки даних досліджень.

### **Загальні положення**

Експеримент – це один із найважливіших способів отримання емпіричних (дослідних) наукових знань.

За цільовим призначенням розрізняють пошуковий та основний експеримент.

Пошуковий експеримент проводять, переважно, з метою: - визначення головних варійованих факторів експерименту; - встановлення ступеню впливовості найбільш важливих факторів на процес, що вивчається; - перевірки варіантів робочої гіпотези; - перевірки елементів методики проведення дослідів тощо.

Пошукові дослідження не є обов'язковими. Вони можуть передувати основним, а можуть виконуватись одночасно з останніми в разі виникнення потреби. Точність пошукових дослідів, як правило, нижча ніж при проведенні основного експерименту.

Основний експеримент передбачає отримання всіх шуканих закономірностей, що характеризують розвиток процесу або явища.

В залежності від теми, властивостей та структури об'єкту наукового дослідження об'єм експериментів може бути різним. Збільшення кількості варійованих факторів призводить до значного зростання кількості дослідів, оскільки метою останніх є вивчення взаємодії між факторами та встановлення міри їх впливу на процес.

Тому важливо провести ранжування, з метою відсіювання другорядних факторів, вплив яких на процес є незначним.

Спочатку аналізують розрахункові схеми процесу, на основі чого класифікують всі фактори і складають з них ряд важливості для даного експерименту по мірі зменшення.

Правильний вибір основних і другорядних факторів грає важливу роль у ефективності експерименту, оскільки останній і зводиться до знаходження залежності між цими факторами.

Основним принципом встановлення ступеню важливості фактора є його роль в досліджуваному процесі.

Для цього вивчають процес в залежності від якоїсь одної змінної при інших постійних.

В окремих випадках важко виявити роль основних і другорядних факторів. В цьому випадку використовують або метод опитування спеціалістів з виставленням кількості балів тому або іншому фактору, або проводять невеликий за об'ємом пошуковий дослід.

Точність – це ступінь відповідності результату виміру дійсному значенню величини. Частину будь-якого дослідження є оцінка точності вимірів або розрахунків. Поняття точності пов'язане з поняттям похибки, оскільки підвищення точності вимірювань зменшує похибку і навпаки.

Розрізняють абсолютну і відносну похибки вимірів.

Абсолютна похибка – різниця між дійсним значенням вимірюваної величини  $x$  та її спостереженим значенням  $a$ .

Оскільки вимірити дійсне значення практично неможливо, то абсолютною похибкою вважають різницю між результатом вимірів за допомогою приладів вищої точності (зразкових приладів) і значенням цієї ж величини, що вимірюється приладом, використаним у дослідженнях.

Більш інформативним для дослідників є відображення похибки вимірів у безрозмірній відносній величині, або у відсотках до неї.

Всі похибки, що виникають під час проведення вимірювань, розділяють на два класи: систематичні та випадкові. Систематичними називають такі похибки, котрі виникають за відомих причин, діють за певними законами і, як правило, в певному напрямку. Таким чином, систематичними є такі похибки, величину, напрямок і суть яких можна вивчити і встановити кількісно.

Систематичні похибки можна розглядати як поправки до показань приладів. Як правило, такі похибки пов'язані з конструкціями приладів і їх обов'язково вказують у паспортах. Систематичні похибки може визначити і сам дослідник. Знаходять систематичні похибки, калібруючи вимірювальні прилади. Систематичні похибки, іноді, можна визначити зіставляючи дослідні дані з зовнішніми факторами, що змінюються. Відповідність між змінами дослідних даних та цих умов вказує на наявність систематичної похибки.

Випадкова похибка – це складова загальної похибки вимірювання, яка змінюється випадковим чином (як за напрямом, так і за величиною) під час повторних вимірювань однієї і тієї ж величини.

Для уявлення про характер залежності між змінними величинами необхідно виконати певну кількість дослідів. Одним із завдань дослідження є визначити значення або діапазон, який характеризує вибірку повністю.

Найбільш зручно оцінювати сукупність даних у цілому за допомогою одного з середніх значень, серед яких відомі:

Медіаною зветься середнє значення, яке знаходиться всередині ряду розташованого в порядку зростання або убутання даних для парної кількості результатів. У випадку непарної кількості результатів медіана знаходиться напівсумі двох близьких до середини ряду результатів. Недоліком характеристики вибірки за допомогою медіани є той факт, що при відхиленні отриманих результатів від нормального розподілу істотно збільшується різниця між достовірністю середнього значення і реальним

показником медіани. З іншого боку, для ряду з низьким показником варіативності даних медіана збігається з середнім арифметичним, що полегшує процес аналізу результатів експерименту.

Мода це величина, яка найбільш часто зустрічається у сукупності даних. Мода набула широкого розповсюдження в сфері комерційної діяльності, соціологічних опитуваннях, при вивченні ринкового попиту, реєстрації ціни, встановлення популярності товару або для оцінки успішності у групі в процесі навчання. Незважаючи на широкий діапазон застосування мода не тільки не дає вичерпну інформацію щодо сукупності, деякі ряди взагалі не мають моди.

Найбільш близьким до істинного значення величини, яку вимірюємо, є середньоарифметичне – це найбільш ймовірне значення вимірюваної величини при даній кількості вимірів:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (2.1)$$

де  $n$  – кількість вимірювань (повторень дослідів);

$i$  – номер досліду (вимірювання).

На точність суттєво впливає кількість вимірів. Чим більше проведено вимірювань, тим меншою стає випадкова похибка середньої арифметичної.

Суть визначення точності вимірювань виявляється в пошуку міри розсіву – відхилень величин, отриманих у кожній повторності, від середнього арифметичного значення в межах даного дослідів. Розсів результатів вказує на більшу або меншу їх змінність і оцінюється дисперсією (середнім квадратом відхилень значень величини  $x_i$  від їх середніх  $\bar{x}$  або стандартом.

Абсолютна похибка  $i$ -го значення величини, яку вимірюємо:

$$\Delta x_i = x_i - \bar{x}. \quad (2.2)$$

Незважаючи на те, що для оцінювання всієї вибірки дуже зручно використовувати лише одне значення, таке як середньоарифметичне, медіану або моду, цей метод не дає вичерпної інформації щодо ряду даних. Причина цього полягає в тому, що одна величина не може відтворити діапазон зміни даних у вибірці. Більш повну інформацію щодо отриманого ряду даних надає значення відхилення кожного з елементів вибірки від середньоарифметичного значення, що також зветься розкидом даних або дисперсією.

Дисперсія та квадратний корінь з неї, що зветься стандартним відхиленням, характеризують середнє відхилення від середнього значення вибірки. Серед цих величин найбільш важливе значення має стандартне відхилення, оскільки дисперсія обчислюється в квадратних одиницях, що не є зручним для аналізу даних. Значення цієї величини можна інтерпретувати як відстань на якій розташовані елементи по обидва боки

від середнього елементу сукупності.

Кількісною характеристикою розкиду результатів вимірювань навколо істинного значення є дисперсія випадкової величини  $\sigma^2$ .

Дисперсію визначають за формулою:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} = \frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_i - \bar{x})^2}{n-1}. \quad (2.3)$$

Однак, щоб одиниці  $x$  і  $\sigma$  були однакові, зручніше користуватися середньоквадратичним відхиленням  $\sigma = \sqrt{\sigma^2}$ .

Стандарт (середньоквадратичне відхилення) випадкової величини визначається як корінь квадратний з дисперсії:

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}. \quad (2.4)$$

Стандарт має розмірність тієї величини, для якої він розрахований.

Дисперсія і стандарт – це міри розсіву або змінності. Чим більше дисперсія і стандарт, тим більше розсіяні значення вимірів.

Таким чином, при вимірах незмінної величини дисперсія і стандарт є мірами точності середнього арифметичного значення багатократно вимірюваної незмінної величини. Якщо багатократно вимірювана величина змінюється, то стандарт показує не тільки міру точності, а й міру зміни змінної.

Для більшості технічних вимірювань вважається, що найбільшою похибкою середньої арифметичної кратних вимірів є абсолютна величина, рівна трьом стандартам:

$$\Delta n(x) = \pm 3\sigma. \quad (2.5)$$

Відносна похибка є більш зручною для оцінки точності. Вона визначається за формулами:

$$\Delta n(x) = \pm 3 \frac{\sigma}{\bar{x}} \text{ або } \Delta n(x) = \pm 3 \frac{\sigma}{\bar{x}} 100\%. \quad (2.6)$$

Дану похибку називають найбільш можливою статичною.

### **Послідовність виконання завдання**

В результаті зміни питомого завантаження решетного сепаратора зерновим матеріалом, ефективність його роботи змінювалась. Так зі збільшення кількості зернового матеріалу на решеті, кількість зернин що просіялась зменшувалась внаслідок утруднених умов. В результаті експерименту отримані значення питомого завантаження решета та кількості просіяних зерен через отвори решет. Провести визначення найбільш можливих статичних похибок дослідів за вихідними даними (табл.2.1), які були отримані в ході проведення експерименту.

Таблиця 2.1

## Вихідні дані з результатів проведення експерименту

| Варіант       | Питоме завантаження<br>решета, кг/м <sup>2</sup> с | Маса просіяного зерна,<br>г (за повторностями) |     |     |
|---------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----|-----|
|               |                                                    | I                                              | II  | III |
| 1,6,11,16,21  | 2                                                  | 481                                            | 477 | 489 |
| 2,7,12,17,22  | 2,5                                                | 475                                            | 485 | 478 |
| 3,8,13,18,23  | 3                                                  | 465                                            | 460 | 472 |
| 4,9,14,19,24  | 3,5                                                | 450                                            | 465 | 459 |
| 5,10,15,20,25 | 4                                                  | 440                                            | 435 | 445 |

1. Визначимо середнє арифметичне значення маси просіяного зерна для кожного дослідів за формулою (2.1) відповідно до варіанту. Результати заносимо в таблицю 2.2, стовбець 5.

Приклад: маємо масу просіяного зерна 420 г, 435 г, 429 г.

$$\text{Тоді } \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{420 + 435 + 429}{3} = 428 \text{ г.}$$

2. За формулою (2.3) визначаємо дисперсію та вносимо результати до табл.2.2. стовбець 6.

Приклад:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} = \frac{(420 - 428)^2 + (435 - 428)^2 + (429 - 428)^2}{3-1} = 57.$$

3. Визначаємо середньоквадратичне відхилення за формулою (2.4) та вносимо результати до табл.2.2, стовбець 7.

$$\text{Приклад: } \sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{57} = 7,55.$$

4. Визначаємо найбільшу статичну похибку за формулою (2.6) та вносимо результати до табл.2.2, стовбець 8.

$$\text{Приклад: } \Delta n(x) = \pm 3 \frac{\sigma}{\bar{x}} 100\% = \pm 3 \frac{7,55}{428} 100\% = \pm 5,29\%.$$

Таблиця 2.2

## Результати розрахунків

| Питоме завантаження<br>решета,<br>кг/м <sup>2</sup> с | Маса просіяного<br>зерна, г (за повторностями) |    |     | Середнє арифметичне<br>значення<br>$\bar{x}$ , г | Дисперсія<br>$\sigma^2$ | Середньоквадратичне<br>відхилення<br>$\sigma$ | $\Delta n(x)$ , % |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----|-----|--------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------|-------------------|
|                                                       | I                                              | II | III |                                                  |                         |                                               |                   |
| 1                                                     | 2                                              | 3  | 4   | 5                                                | 6                       | 7                                             | 8                 |
|                                                       |                                                |    |     |                                                  |                         |                                               |                   |

## **Висновки**

---

---

---

### **Питання для самоперевірки:**

1. Що таке похибка спостереження?
2. Які типи похибок спостереження виділяють?
3. Як визначити середнє арифметичне значення вимірюваної величини?
4. Як визначити абсолютну та відносну похибку дослідів?
5. Що таке вибіркова дисперсія і як вона визначається?

### **Література:**

1. Пилипчук М. І. Основи наукових досліджень / М. І. Пилипчук, А. С. Григор'єв, В. В. Шостак – К.: Знання, 2007. – 270 с.
2. Васильковський О.М., Леценко С.М., Васильковська К.В., Петренко Д.І. Підручник дослідника. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. – Кіровоград: 2016. – 204 с.

### 3. Статистична обробка результатів досліджень. Побудова графіку функції розподілу

**Мета роботи** – ознайомлення з основними методами статистичного аналізу та оцінки даних досліджень, побудова графіків емпіричних та теоретичних функцій розподілу.

#### Загальні положення

Розрізняють дискретні і безперервні (або неперервні) випадкові величини.

Дискретна випадкова величина може набувати лише певних, зазвичай цілочисельних значень. Наприклад, кількість бракованих деталей у партії може бути тільки цілим додатнім числом. Дискретний опис полягає у тому, що вказують всі можливі значення даної величини (наприклад, 7 кольорів звичайного спектра) і для кожного з них вказують ймовірність або частоту спостережень саме цього значення за нескінченно великої кількості всіх спостережень.

Неперервна випадкова величина може набувати будь-яких кількісних значень з безперервного ряду її можливих значень у межах певного інтервалу. Наприклад, розміри деталей, що утворюються як результат механічної обробки, є безперервними випадковими величинами.

Під час випробувань деяка випадкова подія може відбуватися декілька разів. Нехай, наприклад, під час проведених  $n$  випробувань подія  $A$  відбулася  $m$  разів. Число  $m$  має назву частоти події. Відношення частоти події  $m$  до загальної кількості випробувань  $n$  називають ймовірністю  $P$  події  $A$ .

$$P = m / n. \quad (3.1)$$

Функція розподілу  $F(x)$  – це зростаюча функція, значення якої лежать в інтервалі. Нехай  $X$  – дискретна випадкова величина, тоді маємо ряд розподілу у вигляді таблиці:

|                             |       |       |     |       |
|-----------------------------|-------|-------|-----|-------|
| випадкова величина $X$      | $x_1$ | $x_1$ | ... | $x_1$ |
| ймовірність появи події $P$ | $P_1$ | $P_2$ | ... | $P_n$ |

Для побудови графіка функції розподілу маємо:

$$F^*(x) = \begin{cases} P(x < x_1) = 0 \\ P(x_1 \leq x < x_2) = P_1 \\ P(x_2 \leq x < x_3) = P_1 + P_2 . \\ \dots \\ P(x \geq 5) = \sum P_i = 1 \end{cases} \quad (3.2)$$

Сукупність значень випадкової величини, отриманих під час масових випробувань, розташованих у зростаючому порядку із зазначенням їх імовірності або частоти, називають розподілом випадкової величини.

Статистична сукупність – група предметів, об'єднаних деякою спільною ознакою або властивістю кількісного чи якісного характеру. Наприклад, партію деталей, оброблену зі сталими технологічними умовами на певній операції, можна розглядати як статистичну сукупність. Спільною ознакою може слугувати досліджуваний розмір поверхні або розмір між поверхнями.

Генеральна сукупність – вся множина об'єктів, які підлягають контролю та дослідженню. Для обстеження великих сукупностей використовують вибірки з них.

Вибірка – частина об'єктів сукупності, відібраних із неї для отримання інформації про всю сукупність. Кількість об'єктів вибірки називається об'ємом вибірки.

Для того, щоб за даними аналізу вибірки можна було робити висновки про певну ознаку генеральної сукупності, необхідно, щоб об'єкти вибірки правильно її представляли, тобто вибірка має бути репрезентативною.

### Послідовність виконання завдання

Маємо результати експериментальних досліджень щодо кількості відмов машини, які представлено у вигляді вибірки. Необхідно побудувати графік функції розподілу даної вибірки

Таблиця 3.1

#### *Вихідні дані для проведення розрахунків*

| Варіант       | Кількість відмов |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------------|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Приклад       | 2                | 1 | 6 | 3 | 5 | 3 | 2 | 1 | 1 | 6 |
| 1,6,11,16,21  | 1                | 4 | 3 | 1 | 6 | 1 | 1 | 3 | 2 | 4 |
| 2,7,12,17,22  | 2                | 1 | 2 | 4 | 5 | 5 | 2 | 4 | 5 | 2 |
| 3,8,13,18,23  | 1                | 2 | 3 | 4 | 6 | 3 | 6 | 2 | 2 | 3 |
| 4,9,14,19,24  | 2                | 3 | 4 | 3 | 6 | 6 | 2 | 3 | 4 | 6 |
| 5,10,15,20,25 | 1                | 1 | 4 | 4 | 3 | 2 | 6 | 6 | 1 | 6 |

1. Підрахуємо частоту появи відмов ( $m_i$ ) та внесемо до строки 2, таблиці 3.3, згідно прикладу (табл.3.2).

2. За формулою (3.1) розраховуємо ймовірність появи події ( $P$ ) та вносимо результати до строки 3, табл.3.3.

3. Виконаємо перевірочний розрахунок:

$$\sum P_i = 1 \quad (3.3)$$

Для прикладу:  $0,3+0,2+0,2+0,1+0,2=1$ .

Для власного варіанту: \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ .

Таблиця 3.2

**Приклад розрахунків функції розподілу**

|   |                               |                |                |                |                |                |
|---|-------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 1 | Випадкова<br>величина, X      | x <sub>1</sub> | x <sub>2</sub> | x <sub>3</sub> | x <sub>4</sub> | x <sub>5</sub> |
|   |                               | 1              | 2              | 3              | 5              | 6              |
| 2 | Частота появи<br>події, M     | m <sub>1</sub> | m <sub>2</sub> | m <sub>3</sub> | m <sub>4</sub> | m <sub>5</sub> |
|   |                               | 3              | 2              | 2              | 1              | 2              |
| 3 | Імовірність появи<br>подій, P | P <sub>1</sub> | P <sub>2</sub> | P <sub>3</sub> | P <sub>4</sub> | P <sub>5</sub> |
|   |                               | 3/10=<br>0,3   | 2/10=<br>0,2   | 2/10=<br>0,2   | 1/10=<br>0,1   | 2/10=<br>0,2   |

Таблиця 3.3

**Результати розрахунків функції розподілу**

|   |                               |                |                |                |                |                |
|---|-------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 1 | Випадкова<br>величина, X      | x <sub>1</sub> | x <sub>2</sub> | x <sub>3</sub> | x <sub>4</sub> | x <sub>5</sub> |
|   |                               |                |                |                |                |                |
| 2 | Частота появи<br>події, M     | m <sub>1</sub> | m <sub>2</sub> | m <sub>3</sub> | m <sub>4</sub> | m <sub>5</sub> |
|   |                               |                |                |                |                |                |
| 3 | Імовірність появи<br>подій, P | P <sub>1</sub> | P <sub>2</sub> | P <sub>3</sub> | P <sub>4</sub> | P <sub>5</sub> |
|   |                               |                |                |                |                |                |

4. За формулою (3.2) визначимо функцію розподілу:

Для прикладу маємо:

$$F^*(x) = \begin{cases} P(x < x_1) = 0 \\ P(x_1 \leq x < x_2) = P_1 \\ P(x_2 \leq x < x_3) = P_1 + P_2 \\ \dots \\ P(x \geq 5) = \sum P_i = 1 \end{cases} \quad F^*(x) = \begin{cases} 0, & x < 1; \\ 0,3(P_1), & 1 \leq x < 2; \\ 0,5(P_1 + P_2), & 2 \leq x < 3; \\ 0,7(P_1 + P_2 + P_3), & 3 \leq x < 5; \\ 0,8(P_1 + P_2 + P_3 + P_4), & 5 \leq x < 6; \\ 1(P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5), & x \geq 6. \end{cases} \quad (3.4)$$

Вносимо результати розрахунків за варіантом:

$$F^*(x) = \begin{cases} \_, & x < \_; \\ \_(P_1), & \_ \leq x < \_; \\ \_(P_1 + P_2), & \_ \leq x < \_; \\ \_(P_1 + P_2 + P_3), & \_ \leq x < \_; \\ \_(P_1 + P_2 + P_3 + P_4), & \_ \leq x < \_; \\ \_(P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5), & x \geq \_. \end{cases} \quad (3.5)$$

5. Будуємо графіки емпіричної  $F^*(x)$  та теоретичної  $F(x)$  функції розподілу.

По осі абсцис відкладаємо значення випадкових величин  $x$ . По осі

ординат відкладаємо імовірність появи подій.

Приклад побудови наведено на рис.3.1.

За результатами розрахунків будуюмо графіки на шаблоні рис.3.2.

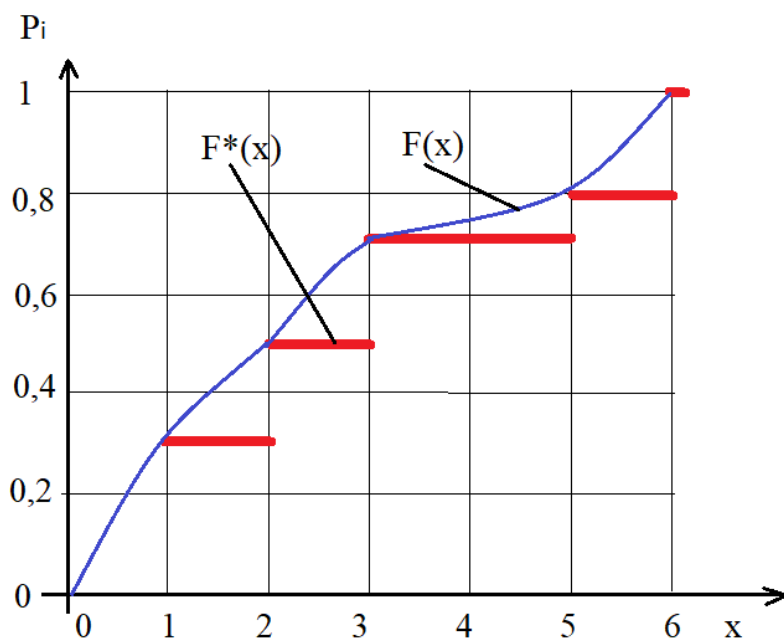


Рисунок 3.1. Приклад побудови графіків функції розподілу

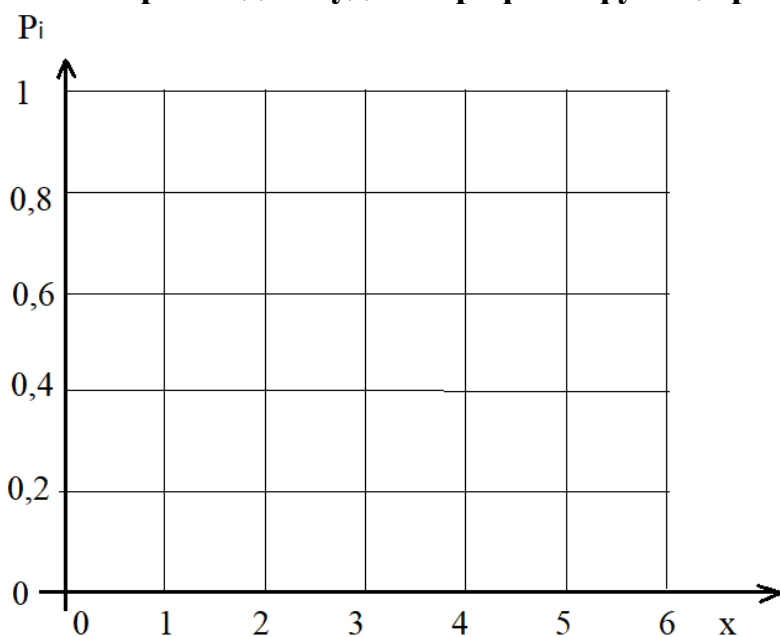


Рисунок 2.2. Графіки емпіричної  $F^*(x)$  та  $F(x)$  функції розподілу

**Висновки** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_.

**Питання для для самоперевірки:**

1. Що таке дискретні і безперервні випадкові величини?

2. Варіанти визначення функцій розподілу?
3. Надайте визначення та пояснення щодо вибірки та генеральної сукупності?
4. Поясніть методику графічного відображення емпіричної та теоретичної функції розподілу.

**Література:**

1. Гунько І.В. Аналіз технологічних систем. Обґрунтування інженерних рішень: навч. посіб. / І.В. Гунько, О.О. Галушак, С.М. Кравець – Вінниця: ВНАУ, 2019. – 216 с.
2. Пилипчук М.І. Основи наукових досліджень [Текст] / М. І. Пилипчук, А. С. Григор'єв, В. В. Шостак – К.: Знання, 2007. – 270 с.
3. Васильковський О.М., Лещенко С.М., Васильковська К.В., Петренко Д.І. Підручник дослідника. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. – Кіровоград: 2016. – 204 с.

#### **4. Розрахунок техніко-економічної ефективності від застосування удосконаленої машини**

**Мета роботи** – ознайомлення з основними методами техніко-економічного аналізу та оцінки удосконалень машин, узгодження та визначення технічних та економічних показників ефективності.

##### **Загальні положення**

Техніко-економічне обґрунтування полягає в доведенні технічної можливості та економічної доцільності модернізації діючого обладнання або створення нової конструкції техніки.

В обґрунтуванні необхідно всебічно врахувати новітні науково-технічні досягнення, виявити позитивні й негативні сторони наявних однотипних машин і намітити заходи, завдяки яким нова техніка матиме технічні й економічні переваги.

Для доведення проектування нової техніки слід розглянути можливості вирішення наступних завдань:

- а) механізація ручної праці;
- б) автоматизація виробництва, створення безперервних потокових ліній;
- в) поліпшення якісних характеристик (продуктивність, довговічність, витрати експлуатації тощо).
- г) використання у виробництві більш досконалих технологічних процесів виробництва, знаряддя і предмети праці, способи організації виробництва і праці, що забезпечують при їх використанні підвищення техніко-економічних показників виробництва.

Аналіз може виконуватися в такій послідовності:

а) дати коротку характеристику продукції, для виготовлення якої проектується нова техніка; корисні властивості продукції; необхідність збільшення обсягів виробництва або якості даної продукції; створення техніки для малих підприємств.

б) охарактеризувати стан техніки, технології та організації праці на підприємствах під час виробництва продукції на сучасному етапі в даній галузі, зазначити конкретних споживачів техніки, що проектується.

в) зазначити недоліки наявної техніки і виробничого процесу як у технічному, так і в економічному відношенні, обґрунтувати причини, що викликають необхідність проектування або модернізації (висока металоємність, невисока якість продукції, значні витрати праці, недостатня продуктивність праці тощо).

Під час проектування нової техніки як базовий варіант вибирають найкращий зразок наявної техніки. Характеристика експлуатаційних якостей наявних однотипних машин проводиться за низкою показників: продуктивність машини (т/год, шт/год, м<sup>3</sup>/год тощо), кількість робітників

(чол.), вироблення продукції на 1 робітника за зміну (шт, тонн, м<sup>3</sup> або т.п.), трудомісткість 1 одиниці продукції (чол.-година/шт.), займана виробнича площа (м<sup>2</sup>), вартість машини (тис.грн), експлуатаційні витрати на 1 одиницю продукції (грн), капітальні витрати на 1 одиницю продукції (тис.грн).

На підставі даних визначають машину, що має кращі експлуатаційні показники порівняно з іншими існуючими однотипними зразками. Ця машина і буде базою для порівняння з проектованою машиною.

Конкретними заходами щодо модернізації наявної техніки або створення нової техніки можуть бути:

1. знижено масу і вартість машини (зменшення габаритів, застосування легших і дешевших металів і матеріалів, підвищення частки стандартних і уніфікованих деталей тощо);
2. досягнуто підвищення продуктивності праці;
3. скорочено поточні витрати на виготовлення продукції (зменшення витрат сировини, зниження енергетичних витрат, витрат на заробітну плату тощо);
4. поліпшення обслуговування машини тощо.

### **Послідовність виконання завдання**

Приймаємо вихідні данні для розрахунку відповідно табл.4.1.

*Таблиця 4.1*

| <b>Вихідні данні</b> |              |                              |                   |
|----------------------|--------------|------------------------------|-------------------|
| Варіант              | Назва машини | Підвищення продуктивності, % | Культура          |
| 1                    | ЗМ-60        | 20                           | Пшениця           |
| 2                    | ЗМ-90        | 30                           | Кукурудза         |
| 3                    | БСХ-100      | 40                           | Соняшник          |
| 4                    | САД-5        | 20                           | Гарбузове насіння |
| 5                    | АЛМА-5       | 30                           | Горох             |
| 6                    | КБС-100      | 40                           | Гречка            |
| 7                    | ЛУЧ-100      | 20                           | Ячмінь            |
| 8                    | МПО-50       | 30                           | Жито              |
| 9                    | БСХ-12       | 40                           | Просо             |
| 10                   | БЦС-50       | 20                           | Соя               |

Вихідні дані для базової (варіант 0) і модернізованої (варіант 1) машини вносимо до таблиці 4.2.

Використовуючі марку машини провести пошук відсутніх технічних показників та внести дані до табл.4.2.

Таблиця 4.2

## Вихідні данні за варіантом

| Показники                                       | Значення  |           |
|-------------------------------------------------|-----------|-----------|
|                                                 | варіант 0 | варіант 1 |
| 1. Назва машини                                 |           |           |
| 2. Продуктивність, т/год                        |           |           |
| 3. Вартість сепаратора, грн.                    |           |           |
| 4. Установлена потужність електродвигунів, кВт  |           |           |
| 5. Коефіцієнт використання робітника часу зміни | 0,714     | 0,714     |
| 6. Кількість обслуговуючого персоналу, чол.     | 1         | 1         |
| 7. Тарифний розряд роботи                       | 4         | 4         |
| 8. Тарифна ставка, грн/год                      | 28        | 28        |
| 9. Норма амортизаційних відрахувань, %          | 11,1      | 11,1      |
| 10. Норма відрахувань на ТР і ТО, %             | 6         | 6         |
| 11. Річне завантаження сепаратора, годин        | 500       | 500       |

1. Річний економічний ефект від застосування модернізованої машини визначаємо як різницю наведених витрат:

$$E_p = (I_0 - I_1) W_{p1} = [(S_0 + E_n K_{num0}) - (S_1 + E_n K_{num1})] W_{p1}, \quad (4.1)$$

де  $I_0$  і  $I_1$  – наведені витрати відповідно базової і модернізованої машини, розраховуючи на одиницю роботи, грн;

$W_{p1}$  – річний виробіток модернізованої машини, од. роботи;

$S_0$  і  $S_1$  – експлуатаційні витрати базової і модернізованої машини, розраховуючи на одиницю роботи, грн;

$K_{num0}$  і  $K_{num1}$  – капітальні витрати базової і модернізованої машини, розраховуючи на одиницю роботи, грн.

$E_n$  – нормативний коефіцієнт порівняльної економічної ефективності ( $E_n=0,15$ ).

## 2. Розрахунок економічної ефективності

1) Балансова вартість може бути визначена по формулі:

$$B = C \cdot \eta, \quad (4.2)$$

де  $\eta$  – коефіцієнт, що враховує витрати на транспортування й монтаж машин ( $\eta=1,2$ ).

По формулі (4.2) визначаємо балансову вартість базової і модернізованої машини, розраховуючи на один рік роботи сепаратора.

$$B_0 = \text{_____} \times \text{_____} = \text{_____} \text{ грн}, \quad B_1 = \text{_____} \times \text{_____} = \text{_____} \text{ грн}.$$

Індекс 0 відповідає машині \_\_\_\_\_, індекс 1 – \_\_\_\_\_.

2) Продуктивність сепаратора.

Найбільший вплив на показник економічної ефективності має зміна

продуктивності машини. Продуктивність базової машини \_\_\_\_\_ дорівнює \_\_\_\_\_ т/год.

Продуктивність запропонованої машини \_\_\_\_\_ при однакових умовах становить \_\_\_\_\_ т/год.

Застосування запропонованої машини дозволяє при однаковій ефективності роботи збільшити її завантаження.

У цілому продуктивність машини збільшується на \_\_\_\_\_ т/год.

При визначенні економічної ефективності продуктивність сепаратора за одну годину змінного часу розраховується по формулі:

$$W_{зм} = W \cdot k_{up}, \quad (4.3)$$

де  $k_{up}$  – коефіцієнт використання часу зміни (табл. 4.1).

$$W_{зм0} = \text{_____ т}, W_{зм1} = \text{_____ т}.$$

Річний виробіток сепаратора розраховується по формулі:

$$W_p = W \cdot T, \quad (4.4)$$

де  $W$  – годинна продуктивність сепаратора, т/год;

$T$  – річне завантаження, годин,

$$W_{p0} = \text{_____ т}, W_{p1} = \text{_____ т}.$$

### 3) Експлуатаційні витрати.

Прямі експлуатаційні витрати, які розраховуються на одну тонну оброблюваного матеріалу визначаються за формулою:

$$S = Z + E + T_p + A, \quad (4.5)$$

де  $Z$  – заробітна плата обслуговуючого персоналу;

$E$  – вартість електроенергії;

$T_p$  – витрати на поточний ремонт і ТЕ;

$A$  – амортизаційні відрахування.

Заробітна плата обслуговуючому персоналу визначається:

$$Z = N_m \cdot Z_m \cdot k_e / W_{зм}, \quad (4.6)$$

де  $N_m$  – кількість обслуговуючого персоналу, чол;

$Z_m$  – годинна тарифна ставка, грн;

$k_e$  – коефіцієнт підвищення розцінок за виконання плану ( $k_e = 1, 1 \dots 1, 4$ ),

$$Z_0 = \text{_____ грн/т}, Z_1 = \text{_____ грн/т}.$$

Вартість електроенергії визначається по формулі:

$$E = N_e \cdot C_e / W_{зм}, \quad (4.7)$$

де  $N_e$  – встановлена потужність електродвигунів, кВт;

$C_e$  – ціна 1 кВт година електроенергії \_\_\_\_\_ грн/кВт×год.

$$E_0 = \text{_____ грн/т}, E_1 = \text{_____ грн/т}.$$

Витрати на поточний ремонт і ТЕ

$$T_p = B \cdot H / (100 W_{зм} \cdot T), \quad (4.8)$$

де  $H$  – норма відрахувань на поточний ремонт і ТЕ, %;

$B$  – балансова вартість сепараторів, грн;

$$T_{p0} = \text{_____} \text{ грн/т, } T_{p1} = \text{_____} \text{ грн/т,}$$

Амортизаційні відрахування по сепаратору:

$$A = B \cdot a / (100 W_{зм} \cdot T), \quad (4.9)$$

де  $a$  – норма амортизаційних відрахувань, %.

$$A_0 = \text{_____} \text{ грн/т, } A_1 = \text{_____} \text{ грн/т.}$$

Тоді маємо:  $S_0 = \text{_____} \text{ грн/т, } S_1 = \text{_____} \text{ грн/т.}$

4) Річна економія експлуатаційних витрат.

Річна економія експлуатаційних витрат визначається як різниця витрат, що доводяться на одну тонну обробленого матеріалу, помножена на річний обсяг робіт машини:

$$E_p = (S_0 - S_1) \cdot W_1 \cdot T_1, \quad (4.10)$$

де  $S_0, S_1$  – експлуатаційні витрати базової і модернізованої машини, відповідно;  $W_1, T_1$  – годинна продуктивність та річне завантаження базової машини, т/год;  $E_p = \text{_____} \text{ грн/т.}$

5) Собівартість зробленої продукції:

$$C = S + \Pi_c, \quad (4.11)$$

де  $\Pi_c$  – вартість 1-ой тони вихідної сировини грн/т,

$$C_0 = \text{_____} \text{ грн/т, } C_1 = \text{_____} \text{ грн/т.}$$

6) Прибуток являє собою різницю між виторгом від реалізації продукції й витратами на її виробництво:

$$\Pi_p = (\Pi - C) \cdot W \cdot T, \quad (4.12)$$

де  $\Pi$  – вартість 1-ой тони очищеного зерна \_\_\_\_\_ грн/т,

$$\Pi_{p0} = \text{_____} \text{ грн, } \Pi_{p1} = \text{_____} \text{ грн.}$$

7) Рівень рентабельності за собівартістю:

$$P_c = \Pi_p / (C \cdot W \cdot T) \cdot 100\%, \quad (4.13)$$

$$P_{c1} = \text{_____} \text{ \%}.$$

8) Капітальні вкладення.

Вкладеннями в проектувану машину є його балансова вартість.

При визначенні економічної ефективності важливе значення має різниця в капітальних витратах базової і модернізованої машини.

Якщо капітальні вкладення в проектувану машину менше ніж у вихідну, то споживач має економію на капіталовкладеннях:

$$K = K_0 - K_1, \quad (4.14)$$

де  $K_1$  – капітальні вкладення в модернізовану машину ( $K_1 = B_1$ );

$K_0$  – капітальні вкладення в базову машину ( $K_0 = B_0$ ),

$$K = \text{_____} \text{ грн.}$$

При визначенні економічної ефективності має значення величина капітальних витрат, що доводяться на одиницю виробітку. Ця величина являє собою питомі капіталовкладення, які визначаються:

$$K_{\text{num}} = K / W_p, \quad (4.15)$$

$$K_{\text{num}0} = \text{_____} \text{ грн/т.}, K_{\text{num}1} = \text{_____} \text{ грн/т.}$$

9) Строк окупності:

$$\tau = K / P_p, \quad (4.16)$$

10) Річний економічний ефект по наведених витратах.

Річний економічний ефект від застосування модернізованої машини визначається як різниця наведених витрат:

$$E_{\text{рнв}} = [(S_0 + E_n K_{\text{num}0}) - (S_1 + E_n K_{\text{num}1})] W_{p1}, \quad (4.17)$$

$$E_{\text{рнв}} = \text{_____} \text{ грн.}$$

Основні результати розрахунків наведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3

**Техніко-економічні показники**

| Показники                                      | Варіанти  |                  | % проєк. до базов. |
|------------------------------------------------|-----------|------------------|--------------------|
|                                                | базовий 0 | запропонований 1 |                    |
| 1. Капіталовкладення, грн                      |           |                  |                    |
| 2. Продуктивність, т/год.                      |           |                  |                    |
| 3. Річний виробіток, т/год.                    |           |                  |                    |
| 4. Експлуатаційні витрати, грн/т               |           |                  |                    |
| 5. Річна економія експлуатаційних витрат, грн. | -         |                  | -                  |
| 6. Прибуток, грн.                              |           |                  |                    |
| 7. Собівартість, грн.                          |           |                  |                    |
| 8. Рівень рентабельності по собівартості, %    | -         |                  | -                  |
| 9. Строк окупності, рік                        | -         |                  | -                  |
| 10. Питомі капіталовкладення, грн/т            |           |                  |                    |
| 11. Річний економічний ефект, грн              | -         |                  | -                  |

**Висновки** \_\_\_\_\_

**Питання для самоперевірки:**

1. Які складові економічного ефекту при знижені експлуатаційних витрат?
2. Який зв'язок між технічними та економічними показниками машини?

**Література:**

1. Економіка аграрних підприємств. Андрійчук В. Г. Підручник. — 2-ге вид., доп. і перероблене. / В. Г. Андрійчук. — К.: КНЕУ, 2002.— 624 с.

## ТЕСТОВІ ПИТАННЯ

### модуль I «Системи та їх параметри»

1. До позитивних тенденцій сучасної інженерії відноситься:
  - мульти дисциплінарність інженерних проектів;
  - + нетрадиційне проектування не для задоволення потреб людини, а для задоволення потреб наступного інженерного проекту;
  - комплексних розгляд інженерних рішень у розрізі технологій.
2. До вимог сучасної інженерії не відносяться:
  - забезпечення системної єдності техніки, технології та природного середовища;
  - вміння приймати інженерно-обґрунтовані рішення;
  - зниження негативних наслідків інженерних технологій;
  - + вузька спеціалізація.
3. Поняття системи має наступну дію:
  - складати елементи для зменшення можливих негативних наслідків;
  - + поєднувати елементи для протистояння середовищу;
  - відокремлювати елементи для отримання максимальної ефективності;
  - паралельне використання позитивних сторін елементів для отримання максимальної ефективності.
4. Складовими системи не є:
  - елементи;
  - енергетичні взаємозв'язки;
  - інформаційні обміни;
  - + середовище.
5. Підсистема має наступне визначення:
  - більш велика система, частиною якої є система, яку розглядають;
  - + система, що є частиною іншої системи;
  - система, яка слугує джерелом інформації до об'єкту пізнання.
6. Надсистема має наступне значення:
  - + більш велика система, частиною якої є система, яку розглядають;
  - система, що є частиною іншої системи;
  - система, яка слугує джерелом інформації до об'єкту пізнання.
7. Модель має наступне визначення:
  - більш велика система, частиною якої є система, яку розглядають;
  - система, що є частиною іншої системи;
  - + це система, що замінює об'єкт пізнання та слугує джерелом інформації стосовно нього.
8. Не є обов'язковими елементами узагальненої моделі системи:
  - вхідні та вихідні параметри;
  - межа системи;
  - множина елементів;

- + джерело інформації;
- множина зв'язків.

9. Вхід до системи має визначення:

- відношення системи до навколишнього середовища;
- множини елементів;
- + відношення навколишнього середовища до системи;
- множини зв'язків.

10. Чим є сільськогосподарська машина при вирішенні задачі обґрунтування складу машино-тракторного парку:

- + елементом системи;
- зв'язок;
- вихідний параметр системи;
- підсистема.

11. Чим є робочий орган при вирішенні задачі його удосконалення на базі сільськогосподарської машини:

- множина зв'язків;
- вхідний параметр системи;
- + елемент системи;
- підсистема.

12. Визначенням пасивної системи є:

- спроможна формулювати і реалізовувати дії з множин альтернатив для задоволення власних потреб;
- + пристрої для виконання заданих вимог, цілі в них задані наперед та не можуть змінюватися довільно, внутрішньо ціль їм не властива.

13. Визначенням активної системи є:

- + спроможна формулювати і реалізовувати дії з множин альтернатив для задоволення власних потреб;
- пристрої для виконання заданих вимог, цілі в них задані наперед та не можуть змінюватися довільно, внутрішньо ціль їм не властива.

14. Як система не відноситься до систем створених природою:

- нежива;
- жива;
- + формальні.

15. Яка система відноситься до систем створених людиною:

- нежива;
- жива;
- + неформальна.

16. До неформальної системи відносяться системи:

- живі;
- неживі;
- + технічні.

17. До неформальної системи за участю людини відносять системи:

- + людино-машинні;

- живі;
- неживі;
- технічні.

18. Соціально-економічні системи відносяться до систем:

- створених природою;
- формальних;
- + неформальних;
- технічних.

19. Технічна система відноситься до систем:

- створених природою;
- формальних;
- людино-машинних;
- + неформальних.

20. Неформальна система не містить систему:

- технічну;
- людино-машинну;
- соціально-економічну;
- + живу.

21. Відкриті системи характеризуються:

- + обміном енергії із довкіллям;
- відсутністю обміном енергії із довкіллям;
- відсутністю обміну речовиною із довкіллям.

22. Замкнені системи характеризуються:

- наявністю входу та виходу;
- + відсутністю обміну енергії із довкіллям;
- наявністю обміну енергії.

24. Статична система характеризується:

- наявністю зміни параметрів у часі;
- константою параметрів;
- + відсутністю зміни параметрів у часі.

25. Динамічна система характеризується:

- + наявністю зміни параметрів у часі;
- константою параметрів;
- відсутністю зміни параметрів у часі.

26. Детерміновані системи характеризуються:

- наявністю зміни параметрів у часі;
- відсутністю обміну речовиною із довкіллям;
- дією випадкових або імовірнісних процесів, характер змін у часі

яких не можна передбачити;

+ відповідно до стану системи можна однозначно судити про їх функціонування.

27. Стохастичні системи не характеризуються:

- дією випадкових або імовірнісних процесів;

- характером змін параметрів у часі, які не можна передбачити;
- + відповідно до стану системи можна однозначно судити про їх функціонування.

- можливі лише припущення відносно можливих варіантів функціонування.

28. Редуктор відноситься до фізичної системи:

- + технічної;
- технологічної;
- абстрактної.

29. Фільтрація середовища відноситься до фізичної системи:

- технічної;
- + технологічної;
- абстрактної.

30. Двигун відноситься до фізичної системи:

- + технічної;
- технологічної;
- абстрактної.

31. Штампування деталі на пресі відноситься до фізичної системи:

- технічної;
- + технологічної;
- абстрактної.

32. Яка система не ходить до класифікації за способом керування:

- + абстрактна;
- керована зовні;
- самокерована;
- з комбінованим керуванням.

33. Яка система управляється ззовні і зсередини:

- абстрактна;
- керована зовні;
- самокерована;
- + з комбінованим керуванням.

34. На яку систему основний вплив здійснюється із зовнішнього боку:

- абстрактну;
- + керовану зовні;
- самокеровану;
- з комбінованим керуванням.

35. Назвіть які параметрами на виході системи будуть при обробці деталі:

- точність;
- шорсткість;
- + матеріал;
- кількість деталей.

36. Чим характеризується «аналіз» при проектуванні системи:

- задані вихідні параметри та інші вимоги до системи, включаючи вектор вхідних параметрів. Необхідно визначити структуру, яка б задовольняла поставленим вимогам;

- задані параметри системи і характер функціонування (вихідні параметри), необхідно визначити вхідні параметри;

- + задано структуру (відомі вхід і об'єкт), необхідно визначити функціонування системи – вихідні параметри.

37. Чим характеризується «синтез» при проектуванні системи:

- + задані вихідні параметри та інші вимоги до системи, включаючи вектор вхідних параметрів. Необхідно визначити структуру, яка б задовольняла поставленим вимогам;

- задані параметри системи і характер функціонування (вихідні параметри), необхідно визначити вхідні параметри;

- задано структуру (відомі вхід і об'єкт), необхідно визначити функціонування системи – вихідні параметри.

38. Чим характеризується «вимірювання» при проектуванні системи:

- задані вихідні параметри та інші вимоги до системи, включаючи вектор вхідних параметрів. Необхідно визначити структуру, яка б задовольняла поставленим вимогам;

- + задані параметри системи і характер функціонування (вихідні параметри), необхідно визначити вхідні параметри;

- задано структуру (відомі вхід і об'єкт), необхідно визначити функціонування системи – вихідні параметри.

39. Визначення технічної системи:

- сукупність функціонально взаємозалежних засобів технологічного оснащення, предметів виробництва й виконавців для виконання в регламентованих умовах виробництва заданих технологічних процесів і операцій;

- складна соціально - економічна система, в якій окрім суто технічних складових, діє людський фактор, що визначається цілями людей, які входять до складу цієї системи;

- + сукупність елементів технічної сутності, які поєднуються розмірними, енергетичними, силовими параметрами, і забезпечують виконання однієї або декількох функцій.

40. Визначення технологічної системи:

- + сукупність функціонально взаємозалежних засобів технологічного оснащення, предметів виробництва й виконавців для виконання в регламентованих умовах виробництва заданих технологічних процесів і операцій;

- складна соціально - економічна система, в якій окрім суто технічних складових, діє людський фактор, що визначається цілями людей, які входять до складу цієї системи.

- сукупність елементів технічної сутності, які поєднуються

розмірними, енергетичними, силовими параметрами, і забезпечують виконання однієї або декількох функцій.

41. Що відноситься до вихідного параметру технічної системи:

- заготовка;
- матеріальні ресурси;
- + продукт,
- кошти.

41. Що відноситься до вхідного параметра технічної системи:

- + заготовка;
- виріб;
- продукт;
- відходи;
- людські ресурси.

42. Що не відноситься до вихідного параметру технічної системи:

- прибуток;
- + сировина;
- продукт;
- відходи.

43. Що відноситься до вхідного параметра технічної системи:

- виріб;
- продукт;
- + кошти;
- матеріальні ресурси;
- прибуток.

44. Що відноситься до параметрів зовнішнього впливу на технічну систему:

- сировина;
- відходи;
- + людські ресурси;
- кошти.

45. Що не відноситься до параметрів зовнішнього впливу на технічну систему:

- людські ресурси;
- матеріальні ресурси;
- + відходи;
- неочікувані фактори.

46. Визначення виробничої системи:

- сукупність функціонально взаємозалежних засобів технологічного оснащення, предметів виробництва й виконавців для виконання в регламентованих умовах виробництва заданих технологічних процесів і операцій;

+ складна соціально - економічна система, в якій окрім суто технічних складових, діє людський фактор, що визначається цілями людей, які

входять до складу цієї системи.

- сукупність елементів технічної сутності, які поєднуються розмірними, енергетичними, силовими параметрами, і забезпечують виконання однієї або декількох функцій.

47. До вхідних параметрів виробничої системи належать:

- людські параметри;
- підвищення кваліфікації;
- + технічні нормативи;
- тип виробництва.

50. До вихідних параметрів виробничої системи належать:

- нормативні документи;
- технічні нормативи;
- людські ресурси;
- + рентабельність.

51. До вихідних параметрів виробничої системи не належать:

- рентабельність;
- маркетинг;
- підвищення кваліфікації;
- + матеріальне забезпечення.

52. Визначення аграрної технологічної системи:

- складна соціально - економічна система, в якій окрім суто технічних складових, діє людський фактор, що визначається цілями людей, які входять до складу цієї системи.

- сукупність елементів технічної сутності, які поєднуються розмірними, енергетичними, силовими параметрами, і забезпечують виконання однієї або декількох функцій;

+ складна динамічна система, яка включає, окрім виробничого персоналу, технічні засоби й біологічні компоненти.

53. Вкажіть етапи життєвого циклу систем:

+ проектування – виготовлення- експлуатація- ліквідація;  
- розробка- випробування- утилізація;  
- початковий розвиток- основний технологічний етап- вдосконалення-старіння.

54. Вкажіть що не відноситься до типів технічних систем:

- механічні;
- + інформаційні;
- гідравлічні;
- пневматичні;
- електричні.

55. В основу роботи яких систем покладено перетворення енергії рідини у кінематичну або потенційну енергію:

- механічні;
- + гідравлічні;

- пневматичні;
- електричні.

56. Що не відноситься до гідравлічних систем:

- системи сигналізації;
- системи запобігання;
- + джерело енергії ДВС;
- приводи активних робочих органів;
- рульове керування;
- системи змащування та охолодження.

57. До переваг гідравлічних систем відносяться:

- широкий спектр машин, що експлуатуються з ККД= 0,75 – 0,92.
- легкість в експлуатації: вони швидко реагують на зміну напрямку потоку робочої рідини, їх легко використовувати при реверсі машини як системи автоматизованого регулювання та апаратуру сигнального діагностування;

- можливість використання при значних разових збільшеннях технологічних перевантажень;

- + залежність від фізико-хімічного стану та рівня забрудненості робочої рідини.

58. Що не відноситься до шляхів вдосконалення гідравлічних систем:

- заміна ущільнень на більш сучасні;
- розробка присадок для стабілізації кінематичної в'язкості рідини;
- удосконалення технології виготовлення і обробки поверхонь переходу гідроагрегатів;

- + удосконалення конструкції виконавчих робочих органів;

- використання новітніх матеріалів при виготовленні гідроагрегатів.

60. Яка система працює шляхом перетворення енергії стислого газу у потенційну та кінематичну енергію активних робочих органів:

- механічні;
- гідравлічні;
- + пневматичні;
- електричні.

61. До переваг пневматичних систем не відноситься:

- низька вартість робочого середовища;
- дешевизна виготовлення складових пневматичних систем;
- + можливість передачі значних навантажень;
- низька вага.

62. Які системи працюють шляхом перетворення енергії електромагнітного поля в потенційну чи кінематичну енергію вихідного робочого органа:

- механічні;
- гідравлічні;
- пневматичні;

+ електричні.

63. До переваг електричних систем відноситься:

- низька вартість робочого середовища;
- + можливість передачі значних навантажень;
- залежність від фізико-хімічного стану та рівня забрудненості робочої рідини;
- низька вага.

64. Що не є наслідком закону повноти частин системи:

- конструкції технічних систем повинні бути простими в розумінні передачі енергії від джерела до робочого органу;
- з метою запобігання невиробничих втрат шлях від джерела до робочого органу повинен бути мінімальним;
- система керування системою повинна бути мінімально залежною від дії людини;
- + деталі та складальні вузли повинні бути взаємозамінними.

65. Що не відноситься до закону енергетичної провідності системи

- кожна технічна система є перетворювачем енергії (інформації), що передається від двигуна через трансмісію до робочого органу;
- щоб частина технічної системи була керованою, необхідно забезпечити енергетичну (інформаційну) провідність між цією частиною і органом управління;
- + конструкції технічних систем повинні бути простими в розумінні передачі енергії від джерела до робочого органу;
- розвиток систем йде не тільки шляхом підвищення провідності корисних потоків, але й зниження провідності шкідливих потоків.

66. Що передбачає закон узгодження частин системи:

- кожна технічна система є перетворювачем енергії (інформації), що передається від двигуна через трансмісію до робочого органу;
- щоб частина технічної системи була керованою, необхідно забезпечити енергетичну (інформаційну) провідність між цією частиною і органом управління;
- + узгодження всіх частин системи, а також узгодження системи з зовнішнім середовищем.

67. Що не відноситься до закону збільшення ступеня ідеальності:

- розвиток всіх систем йде по шляху зростання ступеня ідеальності;
- розвиток є еволюція в напрямку збільшення ефективності;
- + кожна технічна система є перетворювачем енергії (інформації), що передається від двигуна через трансмісію до робочого органу;
- ідеальна система - це коли системи немає, а функція її зберігається і виконується.

68. Що відноситься до закону нерівномірності розвитку частин системи:

- + покращення однієї частини системи викликає потребу покращення

іншої;

- кожна технічна система є перетворювачем енергії (інформації), що передається від двигуна через трансмісію до робочого органу;

- щоб частина технічної системи була керованою, необхідно забезпечити енергетичну (інформаційну) провідність між цією частиною і органом управління;

- розвиток всіх систем йде по шляху зростання ступеня ідеальності.

69. Що відноситься до закону переходу в надсистему:

- покращення однієї частини системи викликає потребу покращення іншої;

- кожна технічна система є перетворювачем енергії (інформації), що передається від двигуна через трансмісію до робочого органу;

- щоб частина технічної системи була керованою, необхідно забезпечити енергетичну (інформаційну) провідність між цією частиною і органом управління;

- + вичерпавши можливості розвитку, система включається в надсистему в якості однієї з частин; причому подальший розвиток йде на рівні надсистеми;

- розвиток всіх систем йде по шляху зростання ступеня ідеальності.

70. Що відноситься до закону збільшення ступеня динамічності систем:

- + у процесі розвитку у систем та їх елементів збільшуються гнучкість, динамічність і здатність до адаптації;

- щоб частина технічної системи була керованою, необхідно забезпечити енергетичну (інформаційну) провідність між цією частиною і органом управління;

- вичерпавши можливості розвитку, система включається в надсистему в якості однієї з частин; причому подальший розвиток йде на рівні надсистеми;

- розвиток всіх систем йде по шляху зростання ступеня ідеальності.

## **модуль II «Аналіз технічних та технологічних систем»**

1. Що відноситься до визначення «Аналіз»:

- + метод дослідження, за яким здійснюють умовне або практичне розчленування об'єктів на складові частини (ознаки, властивості тощо) для встановлення їх ролі в системі;

- сукупність елементів технічної сутності, які поєднуються розмірними, енергетичними, силовими параметрами, і забезпечують виконання однієї або декількох функцій;

- сукупність функціонально взаємозалежних засобів технологічного оснащення, предметів виробництва й виконавців для виконання в регламентованих умовах виробництва заданих технологічних процесів і

операцій.

2. Що не відноситься до об'єктів аналізу технічних систем:

- умови та закономірності функціонування систем, їх структура,
- взаємодія елементів,
- + методика математичного моделювання параметрів;
- властивості та показники роботи,
- вплив різних факторів на властивості систем,
- перебіг виробничих процесів.

3. Який аналіз технічних і технологічних систем відноситься до методологічного виду:

- + системний;
- структурний;
- інженерний;
- макроаналіз.

4. Який аналіз технічних і технологічних систем відноситься до виду за змістом:

- системний;
- + структурний;
- генетичний;
- функціональний;
- мікроаналіз.

5. Який аналіз технічних і технологічних систем відноситься до виду за масштабом:

- системний;
- структурний;
- генетичний;
- функціональний;
- + мікроаналіз.

6. Який аналіз технічних і технологічних систем не відноситься до виду за змістом:

- структурний;
- + генетичний;
- інженерний;
- екологічний;
- техніко-економічний.

7. До якого виду аналізу систем відноситься RQ-аналіз якості:

- за методологією;
- за масштабом;
- + за змістом.

8. До якого виду аналізу систем відноситься макро- та мікроаналіз:

- за методологією;
- + за масштабом;
- за змістом.

9. До якого виду аналізу систем відноситься генетичний та функціональний аналіз:

- + за методологією;
- за масштабом;
- за змістом.

10. До якого виду аналізу систем відноситься екологічний та техніко-економічний аналіз:

- за методологією;
- за масштабом;
- + за змістом.

11. Оберіть вид аналізу, який полягає у врахуванні зв'язків системи – як її внутрішніх складових, так й із складовими інших систем, що мають вплив на об'єкт дослідження, це так звані внутрішні та зовнішні зв'язки:

- + системний;
- генетичний;
- функціональний;
- екологічний.

12. Оберіть вид аналізу, який вивчає систему в її розвитку:

- техніко-екологічний;
- + генетичний;
- функціональний;
- екологічний.

13. Оберіть вид аналізу, який передбачає придатність системи виконувати своє призначення, основну мету:

- техніко-екологічний;
- генетичний;
- + функціональний;
- екологічний.

14. Оберіть вид аналізу, який має на меті привести структуру системи до оптимального складу з метою мінімізації кількості структурних елементів за умови досягнення найкращих вихідних параметрів:

- + структурний;
- системний;
- генетичний;
- функціональний;
- екологічний.

14. Оберіть, що відповідає визначенню «показник, за допомогою якого здійснюється оцінка альтернативних рішень та прийняття кращого з них»:

- фактор;
- елемент;
- модель;
- + критерій.

12. Оберіть, що відповідає визначенню «математичний вираз критерію»:

- формула;
- залежність;
- + цільова функція.

13. Оберіть, що відповідає визначенню цільова функція критерію:

- + сума показників об'єкта досліджень;
- економічний прибуток;
- зниження витрат.

14. При структурному аналізі системи маємо цільову функцію:

- максимум економічного прибутку;
- мінімум витрат енергії;
- + мінімізація структурних одиниць;
- оптимізація значень параметрів системи.

15. Оберіть вид аналізу, який проводиться шляхом порівняння об'єкта дослідження з відомими схемами - аналогами та прототипами з відпрацюванням відомих схем та їх вдосконаленням:

- структурний;
- макроаналіз;
- екологічний;
- + інженерний.

16. Об'єктами якого аналізу є конструкція машин, їх надійність, агротехнологічні та енергетичні властивості, показники роботи:

- структурний;
- макроаналіз;
- техніко-економічний;
- + інженерний.

17. Результатом якого аналізу є вдосконалення конструкції технічних засобів, їх технічного і технологічного обслуговування:

- генетичний;
- макроаналіз;
- функціональний;
- + інженерний.

18. При інженерному аналізі системи цільова функція має:

- максимум економічного прибутку;
- мінімум витрат енергії;
- мінімізація структурних одиниць.
- + оптимізація значень параметрів системи.

19. Оберіть вид аналізу, який проводиться з метою визначення оптимальної кількості витрат щодо удосконалення об'єкта:

- структурний;
- макроаналіз;
- + економічний;

- інженерний.

20. Який аналіз спрямований на вивчення економічних властивостей технічних і технологічних систем, їх економічної ефективності:

- функціональний;
- макроаналіз;
- + економічний;
- мікроаналіз.

21. При якому аналізі розглядаються питання експлуатаційних витрат, собівартість робіт і продукції, ціноутворення:

- структурний;
- макроаналіз;
- + економічний;
- інженерний.

22. При техніко-економічному аналізі системи цільова функція має:

- + мінімум витрат;
- мінімізація структурних одиниць.
- оптимізація значень параметрів системи.

23. Оберіть вид аналізу, який спрямований на забезпечення необхідних споживацьких властивостей об'єктів з мінімально можливими затратами ресурсів на всіх етапах їхнього життєвого циклу:

- екологічний;
- мікроаналіз;
- + функціонально-вартісний;
- інженерний.

24. При функціонально-вартісному аналізі системи цільова функція має:

- + мінімум витрат та максимум функцій системи;
- мінімізація структурних одиниць.
- оптимізація значень параметрів системи.

25. Оберіть вид аналізу, за якого параметри об'єкта дослідження наближають до оптимального варіанту з метою забезпечення кращої якості функцій об'єкта:

- + RQ-аналіз;
- екологічний;
- мікроаналіз;
- функціонально-вартісний;
- інженерний.

26. При аналізі якості системи цільова функція має:

- мінімум витрат та максимум функцій системи;
- оптимізація значень параметрів системи;
- + оптимальну кількість структурних одиниць.

27. Оберіть вид аналізу, який має у своїй основі структурування систем, тобто встановлення зв'язків між системою і середовищем:

- RQ-аналіз;
- + екологічний;
- мікроаналіз;
- функціонально-вартісний;
- інженерний.

28. Який аналіз передбачає зіставлення корисних результатів роботи системи і шкідливих наслідків виробництва:

- + екологічний;
- мікроаналіз;
- функціонально-вартісний;
- інженерний.

29. Який аналіз передбачає вивчення об'єкта ніби ззовні, без деталізації внутрішніх зв'язків і взаємодій:

- + макроаналіз;
- мікроаналіз;
- функціонально-вартісний;
- інженерний.

30. Який аналіз передбачає вивчення внутрішньої структури об'єкта, властивості і взаємозв'язки окремих елементів:

- макроаналіз;
- + мікроаналіз;
- функціонально-вартісний;
- інженерний.

31. Вкажіть, що не відноситься до основних етапів проведення системного аналізу:

- визначення проблеми;
- об'єкт дослідження та його представлення;
- застосування аналізу;
- оптимізація варіантів;
- + відповідність державним нормативам.

32. При якому етапі життєдіяльності технічної системи виконується аналіз:

- технічне завдання;
- + проектування;
- виготовлення;
- експлуатація;
- сервіс;
- утилізація.

33. При якому етапі життєдіяльності технічної системи виконується иловий розрахунок:

- технічне завдання;
- + проектування;
- виготовлення;

- експлуатація;
- сервіс;
- утилізація.

34. При якому етапі життєдіяльності технічної системи виконується розробка технологічного маршруту:

- технічне завдання;
- проектування;
- + виготовлення;
- експлуатація;
- сервіс;
- утилізація.

35. При якому етапі життєдіяльності технічної системи виконуються перевірні розрахунки:

- технічне завдання;
- + проектування;
- виготовлення;
- експлуатація;
- сервіс;
- утилізація.

36. При якому етапі життєдіяльності технічної системи виконується конструкторський проект:

- технічне завдання;
- + проектування;
- виготовлення;
- експлуатація;
- сервіс;
- утилізація.

37. При якому етапі життєдіяльності технічної системи виконується контроль якості:

- технічне завдання;
- проектування;
- + виготовлення;
- експлуатація;
- сервіс;
- утилізація.

38. При якому етапі життєдіяльності технічної системи виконується паспортизація:

- технічне завдання;
- проектування;
- + виготовлення;
- експлуатація;
- сервіс;
- утилізація.

39. При якому етапі життєдіяльності технічної системи виконуються ресурсні випробування:

- технічне завдання;
- проектування;
- + виготовлення;
- експлуатація;
- сервіс;
- утилізація.

40. Що передбачає формування переліку технічних вимог щодо вихідних даних, параметрів та функцій, які повинна забезпечувати технічна система:

- + технічне завдання;
- конструкторський проєкт;
- силовий розрахунок;
- перевірний розрахунок;
- наукові розробки.

41. Що передбачає процес створення завершеної конструкторської документації, яка відповідає технічному завданню, та можливості відтворення її у виробництві:

- технічне завдання;
- + проектування;
- виготовлення;
- експлуатація;
- сервіс;
- утилізація.

42. При якому етапі життєдіяльності технічної системи відбувається процес виготовлення технічної системи шляхом розробки та виконання окремих технологічних проєктів:

- технічне завдання;
- проектування;
- + виготовлення;
- експлуатація;
- сервіс;
- утилізація.

43. При якому етапі життєдіяльності технічної системи відбувається процес її використання за функціональним призначенням:

- технічне завдання;
- проектування;
- виготовлення;
- + експлуатація;
- сервіс;
- утилізація.

44. Яке визначення відноситься до даних про число об'єктів у деякій

сукупності, які мають спільні ознаки:

- експериментальні;
- теоретичні;
- методологічні;
- статистичні;
- + економічні.

45. Яке визначення явища, що відбувається внаслідок випробування:

- результат;
- + подія;
- ефект;
- випадкова величина.

46. Яке визначення відповідає, коли в результаті кожного випробування неодмінно відбувається певна подія:

- можлива;
- випадкова;
- неможлива;
- + достовірна.

48. Якщо в умовах певного випробування деяка подія ніколи не може відбутись, то її називають:

- можлива;
- випадкова;
- + неможлива;
- достовірна.

49. Якщо ж під час випробування подія може відбутися, а може і не відбутися, то таку подію називають:

- + випадкова;
- неможлива;
- достовірна.

50. Яке визначення має кількісна характеристика, якщо результатом масових випробувань є сукупність випадкових подій, які можна охарактеризувати кількісно:

- результат;
- подія;
- ефект;
- + випадкова величина.

51. Яка випадкова величина може набувати лише певних, зазвичай цілочисельних значень:

- + дискретна;
- неперервна;
- інша.

52. Яка випадкова величина може набувати будь-яких кількісних значень з безперервного ряду її можливих значень у межах певного інтервалу:

- дискретна;
- + неперервна;
- інша.

53. Імовірність події визначається як:

- відношення кількості випробувань до частоти події;
- + відношення частоти події до кількості випробувань.

54. Сукупність значень випадкової величини, отриманих під час масових випробувань, розташованих у зростаючому порядку із зазначенням їх імовірності або частоти, називають:

- подія;
- ефект;
- + розподіл.

55. Групу предметів, об'єднаних деякою спільною ознакою або властивістю кількісного чи якісного характеру називають:

- подія;
- ефект;
- + розподіл;
- статистична сукупність.

56. Яке визначення має вся множина об'єктів, які підлягають контролю та дослідженню:

- ефект;
- розподіл;
- статистична сукупність;
- + генеральна сукупність.

57. Частина об'єктів сукупності, відібраних із неї для отримання інформації про всю сукупність називається:

- розподіл;
- ефект;
- + вибірка;
- подія.

58. Що передбачає зміну всіх досліджуваних факторів за певним планом з урахуванням їх взаємодії:

- статистична обробка;
- математичне моделювання;
- + планування експерименту.

59. До загальних переваг планування експерименту відноситься:

+ висока точність та зменшення об'єму експериментальних досліджень;

- зменшення витрат та розширення функціонального призначення;
- обирання кращого варіанту з тих, які досліджуються.

60. Результатом реалізації планованих факторних експериментів є:

- зменшення витрат та розширення функціонального призначення;
- обирання кращого варіанту з тих, які досліджуються.

+ розроблення математичних емпіричних моделей, які функціонально описують поведінку об'єкта дослідження залежно від зміни вхідних факторів.

61. Що є не складовими планових експериментів:

- + подія;
- керовані фактори;
- некеровані фактори;
- критерії оптимізації.

62. Значення величин, які фактори приймають при варіюванні в плановому експерименті, називаються:

- подія;
- вибірка;
- + рівні факторів.

63. Вкажіть верхній рівень фактору швидкості руху сировини та транспортері  $V=0,21 - 0,55$  м/с:

- 0,21 м/с;
- 0,38м/с;
- + 0,55 м/с.

63. Вкажіть нижній рівень фактору швидкості руху сировини та транспортері  $V=0,21 - 0,55$  м/с:

- + 0,21 м/с;
- 0,38м/с;
- 0,55 м/с.

63. Вкажіть нульовий рівень фактору швидкості руху сировини та транспортері  $V=0,21 - 0,55$  м/с:

- 0,21 м/с;
- + 0,38м/с;
- 0,55 м/с.

64. До якого типу відноситься модель  $y=\beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_3x_3$ :

- лінійна;
- + нелінійна.

65. До якого типу відноситься модель  $y=\beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_{12}x_1 x_2$ :

- лінійна;
- + нелінійна.

66. Що відображають коефіцієнти рівняння регресії:

- + значущість фактору;
- ефективність критерію;
- зміну функції.

67. Мета використання методів багатокритеріальної оцінки:

- значна кількість керованих факторів;
- відсутність зовнішніх некерованих факторів;
- + наявність декількох критеріїв.

68. Що не відноситься до критерії системи:

- продуктивність;
- якість функціонування;
- економічні показники;
- + зовнішні фактори;
- екологічність і техніка безпеки.

69. При наявності суперечливих критеріїв, коли зміна характеристик системи з метою покращення одного з них викликає погіршення іншого необхідно застосовувати:

- + методи багатокритеріальної оцінки;
- імітаційне моделювання;
- перевірочні розрахунки.

70. Що не входить до напрямків розв'язку багатокритеріальних задач:

- оптимізація;
- + апроксимація;
- вибір.

## ДОДАТКИ

Таблиця Д.1

### Технічні характеристики тракторів

| Показники                                                                  | Т- 150К | Т-151<br>К-07 | ХТЗ-<br>161-31 | ХТЗ-<br>170-21 | ХТЗ-<br>172-21 | Т-150  |
|----------------------------------------------------------------------------|---------|---------------|----------------|----------------|----------------|--------|
| Клас тяги                                                                  | 3       | 3             | 3              | 3              | 3              | 3      |
| Номинальна потужність<br>двигуна $N_{ен}$ , кВт                            | 121,3   | 121,3         | 117,7          | 125            | 147            | 110,4  |
| Номинальна частота<br>обертання колінчатого вала<br>двигуна $n$ , $c^{-1}$ | 35      | 35            | 33,33          | 36,66          | 33,33          | 33,3   |
| Вага трактора<br>(експлуатаційна) $G_{тр}$ , кН                            | 76      | 92            | 82             | 86,25          | 86,25          | 71,1   |
| Вага трактора<br>(експлуатаційна) $G_{тр}$ , кг                            | 7747,2  | 9378,2        | 8358,8         | 8792,0         | 8792,0         | 8792,0 |
| Питомі витрати<br>пального $g_{ен}$ , г/кВт год                            | 220     | 230           | 217            | 200            | 220            | 252    |
| Нормативне річне<br>завантаження, год                                      | 1600    | 1600          | 1600           | 1600           | 1600           | 1600   |
| Норма річних відрахувань<br>на ТО $a_{ТО}$ , в долях одиниці               | 0,06    | 0,08          | 0,08           | 0,08           | 0,08           | 0,091  |

Таблиця Д.2

### Культиватори до основного та передпосівного обробітку ґрунту

| №<br>п/п | Склад                   |                      | Продуктив<br>ність<br>агрегату за<br>годину<br>основного<br>часу,<br>га/год | Глибина<br>обробітку,<br>м | Маса с.г.<br>машини,<br>кг | Нормативне<br>річне<br>завантажен<br>ня, год | Нормарічних<br>відрахувань на<br>ТО, в долях<br>одиниці |
|----------|-------------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
|          | трактор<br>клас<br>тяги | марка с.г.<br>машини |                                                                             |                            |                            |                                              |                                                         |
| 1        | 3                       | КПН-<br>5,6          | 5                                                                           | 0,05...0,15                | 1570                       | 230                                          | 0,16                                                    |
| 2        | 3                       | КПС-<br>8ПМ          | 8                                                                           | 0,05...0,12                | 4000                       | 230                                          | 0,16                                                    |
| 3        | 3                       | КЛД-<br>3,0          | 4,3                                                                         | 0,08...0,25                | 1400                       | 230                                          | 0,16                                                    |
| 4        | 3                       | КРУ-<br>3,7          | 3                                                                           | до 0,16                    | 1350                       | 230                                          | 0,16                                                    |
| 5        | 3,0;<br>4,0; 5,0        | КН-7,2               | 6                                                                           | 0,08...0,16                | 4600                       | 230                                          | 0,16                                                    |
| 6        | 3                       | КПЕ-<br>6Н           | 5                                                                           | 0,08...0,16                | 1900                       | 230                                          | 0,16                                                    |

Таблиця Д.3

**Значення коефіцієнта використання часу зміни при виконанні  
технологічних операцій в різних кліматичних зонах**

| Операції                                    | Полісся | Лісостеп | Степ |
|---------------------------------------------|---------|----------|------|
| <b>Оранка плугами:</b>                      |         |          |      |
| - начіпними                                 | 0,77    | 0,81     | 0,85 |
| - причіпними                                | 0,72    | 0,76     | 0,8  |
| <b>Культивація суцільна культиваторами:</b> |         |          |      |
| - начіпними                                 | 0,77    | 0,81     | 0,85 |
| - причіпними                                | 0,72    | 0,76     | 0,8  |
| Міжрядний обробіток з підживленням          | 0,63    | 0,67     | 0,7  |
| <b>Лущення стерні луцильниками:</b>         |         |          |      |
| - лемішними                                 | 0,72    | 0,76     | 0,8  |
| - дисковими                                 | 0,77    | 0,81     | 0,85 |
| <b>Боронування боронами:</b>                |         |          |      |
| - зубовими                                  | 0,72    | 0,76     | 0,8  |
| - дисковими                                 | 0,77    | 0,81     | 0,85 |
| - сітчастими                                | 0,81    | 0,86     | 0,9  |
| <b>Сівба:</b>                               |         |          |      |
| - зернових і зернобобових культур           | 0,68    | 0,71     | 0,75 |
| - кукурудзи, соняшнику, ріпаци та овочів    | 0,68    | 0,71     | 0,75 |
| <b>Садіння:</b>                             |         |          |      |
| - картоплі з одночасним внесенням добрив    | 0,45    | 0,48     | 0,5  |
| - розсади овочевих культур                  | 0,54    | 0,57     | 0,6  |
| Скошування зернових культур жатками         | 0,63    | 0,67     | 0,7  |
| Збирання зернових культур комбайнами        | 0,59    | 0,62     | 0,65 |
| <b>Скошування трав косарками:</b>           |         |          |      |
| - причіпними                                | 0,68    | 0,71     | 0,75 |
| - начіпними                                 | 0,72    | 0,76     | 0,8  |
| <b>Згрібання сіна граблями:</b>             |         |          |      |
| - бічними                                   | 0,77    | 0,81     | 0,85 |
| - поперечними                               | 0,72    | 0,76     | 0,8  |
| Стягування соломиволокушами                 | 0,41    | 0,43     | 0,45 |
| Підбирання підбирачами-копнувачами          | 0,63    | 0,67     | 0,7  |
| Розкидання органічних добрив                | 0,45    | 0,48     | 0,5  |
| Обприскування                               | 0,72    | 0,76     | 0,8  |
| <b>Збирання картоплі:</b>                   |         |          |      |
| - комбайнами                                | 0,54    | 0,57     | -    |
| - картоплекопачами                          | 0,7     | 0,75     | 0,8  |
| Збирання цукрових буряків комбайнами        | 0,54    | 0,57     | 0,6  |

Таблиця Д.4

**Енергетичні еквіваленти на оборотні засоби виробництва**

| Оборотні засоби | Одиниця виміру  | МДж  | кКал  |
|-----------------|-----------------|------|-------|
| Бензин          | 1кг             | 54,4 | 13000 |
| Бензин          | 1л              | 42,3 | 10100 |
| Дизельне паливо | 1кг             | 52,8 | 12600 |
| Дизельне паливо | 1л              | 47,7 | 11400 |
| Вугілля         | 1кг             | 32,6 | 7800  |
| Природний газ   | 1м <sup>3</sup> | 49,4 | 11810 |
| Дрова           | 1кг             | 19,6 | 4700  |
| Електроенергія  | 1кВт г          | 12   | 2860  |

Таблиця Д.5

**Енергетичні і робочі машини**

| Сільськогосподарські машини і знаряддя                                      | На 1 кг маси за 1 год або за 1 люд.-год роботи |        |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------|
|                                                                             | МДж                                            | ккал   |
| Трактори та самохідні шасі                                                  | 0,0243                                         | 5,804  |
| Автомобілі вантажні                                                         | 0,0143                                         | 3,415  |
| Причепи та напівпричепи                                                     | 0,0263                                         | 6,281  |
| Навантажувачі:                                                              | 0,048                                          | 11,464 |
| - на базі тракторів                                                         | 0,046                                          | 10,986 |
| - на базі автомобілів                                                       | 0,211                                          | 50,394 |
| - з електродвигунами                                                        |                                                |        |
| Плуги та глибокорозпушувачі-плоскорізи, машини для нарізання борозен        | 0,036                                          | 8,598  |
| Лушчильники та дисковіборони, зчіпки                                        | 0,08                                           | 19,107 |
| Знаряддя для поверхневого розпушення та прикочування ґрунту, сніговалкувачі | 0,102                                          | 24,361 |
| Культиватори для суцільного та міжрядного обробітку ґрунту                  | 0,051                                          | 12,181 |

Таблиця Д.6

**Трудові ресурси**

| Сільськогосподарські машини і знаряддя, професії робітників | На 1 кг маси за 1 год або за 1 люд.-год роботи |         |
|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------|
|                                                             | МДж                                            | ккал    |
| Трактористи-машиністи, комбайнери                           | 60,8                                           | 14521,1 |
| Шофери                                                      | 60,3                                           | 14401,7 |
| Електромонтери, оператори                                   | 61,2                                           | 14616,7 |
| Польові та інші робітники (ручна праця)                     | 33,3                                           | 7953,2  |

Харченко Сергій Олександрович  
Харченко Фаріда Магомедівна  
Сировицький Кирилло Геннадійович  
Батюк Людмила Миколаївна

# **ОБҐРУНТУВАННЯ ІНЖЕНЕРНИХ РІШЕНЬ**

**Методичні вказівки щодо лабораторно-практичних робіт**

Суми, РВВ, Сумський національний аграрний університет,  
вул. Г. Кондратьєва, 160

---

Підписано до друку: травень, 2024 р. Формат А5: Гарнітура Times New Roman

Тираж: 100 примірників    Замовлення \_\_\_\_\_ Ум. друк. арк. 3,4

---