



**Міністерство освіти і науки України  
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет енергетики, робототехніки  
та комп'ютерних технологій**

**Кафедра електропостачання  
та енергетичного менеджменту**

**ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ  
ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ АПК**

**Методичні вказівки  
до виконання практичних робіт  
з дисципліни «Технічний сервіс електрообладнання АПК»**

**для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
денної та заочної форми навчання, спеціальності  
141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка**

**Харків  
2022**

**Міністерство освіти і науки України**  
**ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Факультет енергетики, робототехніки**  
**та комп'ютерних технологій**  
**Кафедра електропостачання та енергетичного менеджменту**

**ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ**  
**ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ АПК**

Методичні вказівки  
до виконання практичних робіт  
з дисципліни «Технічний сервіс електрообладнання АПК»  
для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
денної та заочної форми навчання, спеціальності  
141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Затверджено рішенням  
Науково-методичної ради  
факультету енергетики,  
робототехніки та  
комп'ютерних технологій  
Протокол № 1  
від 19.10.2022 р.

**Харків**  
**2022**

УДК 372.862  
Т77

Схвалено  
на засіданні кафедри  
електропостачання та енергетичного менеджменту  
протокол № 1 від 31 серпня 2022 р.

**Рецензенти:**

**Н. Г. Косуліна**, д-р техн. наук, проф. Державного біотехнологічного університету;

**С. О. Тимчук**, д-р техн. наук, проф. Державного біотехнологічного університету

Т77      Організація технічного сервісу електрообладнання АПК: метод. вказівки до виконання практ.робіт для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочн. форм навч., спец.: 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка; Держ. біотехнол. ун.-т; уклад.: І. М. Трунова. - Харків : [б. в.], 2022.- 36 с.

Методичні вказівки містять пояснення до робіт, варіанти для виконання завдання, форму звітності, контрольні запитання та рекомендовану літературу.

Видання призначене студентам першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання, спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

**УДК 372.862**

**Відповідальний за випуск: О. О. Мірошник**, д-р техн. наук, проф.

© Трунова І. М., 2022  
© ДБТУ, 2022

## ВСТУП

В технологічних процесах сільськогосподарського виробництва використовується певне електроенергетичне обладнання, яке підлягає технічному сервісу. Технічне обслуговування (ТО) невеликих підприємств АПК, як правило, виконують приватні сервісні служби, організацію робіт яких слід узгоджувати з вимогами чинних нормативних документів, зокрема, Правилами технічної експлуатації електроустановок споживачів (ПТЕЕС). В ПТЕЕС вказується, що «для забезпечення безпечної та надійної експлуатації електроустановок, як правило, у споживача створюється електротехнічна служба (відділ, група) з необхідною кількістю електротехнічних працівників, залежно від класу напруги живлення, складності робіт з обслуговування електроустановок» [1]. Однак, якщо це економічно недоцільно, наприклад, на малих та середніх с.г. підприємствах, то таким підприємствам необхідно заключати договір з відповідними сервісними службами, так як ПТЕЕС забороняє експлуатацію електроустановок споживача «у разі відсутності договору про надання послуг щодо обслуговування електроустановок з електропередавальною або спеціалізованою організацією при неможливості самостійного здійснення організації експлуатації власних електроустановок споживачем» [1].

Планування робіт технічного сервісу базується на великому масиві вихідних даних щодо складу електрообладнання, режимів його роботи, умовах експлуатації. До особливостей сервісного обслуговування електрообладнання АПК відноситься також те, що об'єкти обслуговування можуть знаходитися на значних відстанях один від одного. Тому необхідно враховувати час на переміщення обслуговуючого персоналу та намагатися мінімізувати його. Всі ці нюанси можуть бути реалізованими у розрахунках в електронних таблицях Microsoft Excel, де також є можливість застосування вбудованого програмного забезпечення Visual Basic for Application (VBA).

## ПОЯСНЕННЯ ДО РОБОТИ

**Мета роботи:** отримати компетенції з комп'ютеризованих розрахунків для раціональної організації сервісної служби електрообладнання АПК.

### Планування технічного сервісу електрообладнання АПК

Методика обґрунтування раціональної сервісної служби з технічної експлуатації електрообладнання АПК приведена в [2,3]. Зокрема, алгоритм обґрунтування кількості обслуговуючого персоналу передбачає трудомісткі розрахунки за виразами (1)-(22). Так загальна річна трудомісткість ТО та ремонту електрообладнання визначається за виразом

$$Q_1 = Q_{ТО} + Q_{ПР} + Q_{КР}, \quad (1)$$

де  $Q_{ТО}, Q_{ПР}, Q_{КР}$  – відповідно річна трудомісткість всіх ТО, поточного ремонту (ПР) та капітального ремонту (КР) електрообладнання підприємств АПК, люд.-год.

В Системі ПЗРЕсг [4] наведені нормативи для КР тільки внутрішніх електропроводок, КР іншого електрообладнання може здійснюватися спеціалізованими підприємствами, але внаслідок того, що його вартість наближається до вартості нового обладнання, то зараз від КР іншого обладнання вже відмовляються.

Річна трудомісткість всіх ТО, ПР, КР електрообладнання підприємств АПК визначається за відповідними виразами

$$Q_{ТО} = \sum_{i=1}^W n_i \cdot g_{ТОi} \cdot m_{ТОi}, \quad (2)$$

$$Q_{\text{ПП}} = \sum_{i=1}^W n_i \cdot g_{\text{ПП}i} \cdot m_{\text{ПП}i} \quad (3)$$

та для внутрішніх електропроводок

$$Q_{\text{КР}} = \sum_{i=1}^W n_i \cdot g_{\text{КР}i} \cdot m_{\text{КР}i}, \quad (4)$$

де  $W$  – кількість груп електрообладнання, однакових за типами, характеристиками та умовами експлуатації;

$n_i$  - кількість електрообладнання  $i$ -ої групи;

$g_{\text{ТО}i}, g_{\text{ПП}i}, g_{\text{КР}i}$  - трудомісткість одного відповідно ТО, ПР, КР одиниці даного електрообладнання, вибирається за Системою ПЗРЕсг [4] або за рекомендаціями заводів-виробників, люд.-год. (можливо використання інших довідників, наприклад [4]);

$m_{\text{ТО}i}, m_{\text{ПП}i}, m_{\text{КР}i}$  - річна кількість відповідно ТО, ПР, КР для одиниці електрообладнання  $i$ -ої групи.

Так як більшість електрообладнання сільськогосподарського призначення використовується сезонно (що відрізняє їх від інших підприємств), то кількість ТО, ПР, КР повинна визначатися для періоду виробничої експлуатації, а саме за виразами

$$m_{\text{ТО}i} = \frac{n_{\text{П}i}}{P_{\text{ТО}i}}, \quad (5)$$

$$m_{\text{ПП}i} = \frac{n_{\text{П}i}}{P_{\text{ПП}i}} \quad (6)$$

та для внутрішніх електропроводок

$$m_{KPi} = \frac{n_{Pi}}{P_{KPi}}, \quad (7)$$

де  $n_{Pi}$  – число місяців роботи протягом року електрообладнання  $i$ -ої групи;

$P_{TOi}, P_{ППi}, P_{КРi}$  - періодичність відповідно ТО, ПР, КР даного електрообладнання, що вибирається за Системою ПЗРЕсг [4] та за рекомендаціями заводів-виробників (так як в [4] можна не знайти новітнього обладнання), міс.

В Системі ПЗРЕсг [4] для рекомендації щодо періодичності ПР електродвигунів врахована тривалість їхньої роботи протягом доби - дана періодичність ПР для електродвигунів, тривалість роботи яких від 8 до 16 годин на добу. Якщо тривалість роботи електродвигуна до 8 годин на добу, то періодичність ПР необхідно помножити на коефіцієнт  $K=1,7$ ; понад 16 годин – на  $K=0,75$ , тобто

$$P'_{ППi} = P_{ППi} \cdot K, \quad (8)$$

де  $K$  – коефіцієнт врахування тривалості роботи електродвигунів протягом доби.

Необхідно в алгоритмах розрахунків враховувати те, що коли електрообладнання використовується за призначенням 12 місяців на рік, то річна кількість ТО зменшується на річну кількість ПР даного електрообладнання, внаслідок того, що операції ТО входять до складу ПР. Таким чином

$$m'_{TOi} = m_{TOi} - m_{ППi}. \quad (9)$$

Аналогічно, при виконанні КР річна кількість ПР та ТО перераховується за виразами

$$m'_{ППi} = m_{ППi} - m_{КРi}, \quad (10)$$

$$m'_{TOi} = m_{TOi} - m'_{ПРi} - m_{КРi}. \quad (11)$$

Коли електрообладнання використовується сезонно, то ПР та КР прагнуть провадити в період його простою. При цьому повинна бути визначена трудомісткість сезонного ТО. В Системі ПЗРЕсг [4] рекомендовано оцінювати трудомісткість цих робіт ( $Q_2$ ) 15 % від трудомісткості ТО відповідного типу електрообладнання, тобто за виразом

$$Q_2 = 0,15 \cdot \sum_{k=1}^Z n_k \cdot g_{ТОk} \cdot m_k, \quad (12)$$

де  $Z$  – кількість груп електрообладнання, що використовується сезонно, однакових за типами, характеристиками та умовами експлуатації;

$n_k$  – кількість електрообладнання  $k$ -ої групи;

$g_{ТОk}$  – трудомісткість одного ТО одиниці даного електрообладнання, що вибирається за Системою ПЗРЕсг, люд.-год.;

$m_k$  – річна кількість сезонних ТО одиниці електрообладнання  $k$ -ої групи (визначається за умовами технологічного процесу і є складовою загальної кількості ТО  $m'_{TOi}$ ).

Якщо сервісна служба, крім ТО та ремонту електрообладнання виконує ще і його оперативне обслуговування, роботи з модернізації та реконструкції, монтаж, налагодження обладнання, перевірку вимірювальних приладів, то трудомісткість цих робіт визначається таким чином. Річна трудомісткість оперативного обслуговування ( $Q_3$ ) приймається в розмірі 25% від річної трудомісткості ТО, ПР та КР, тобто

$$Q_3 \approx 0,25 \cdot Q_1. \quad (13)$$

Роботи з модернізації та реконструкції електрообладнання, з підвищення ефективності його експлуатації, розвитку електрифікації та автоматизації сільськогосподарського підприємств



ва плануються, виходячи з енергетичних, матеріально-технічних потреб і можливостей підприємства, їх частка може досягати 30 % від запланованих на ТО і ПР робіт. Звідси річну трудомісткість цих робіт можна визначити за спрощеним виразом

$$Q_4 \approx 0,3 \cdot (Q_{ТО} + Q_{ПР}). \quad (14)$$

Таким чином, річна трудомісткість всіх робіт, що виконуються сервісною службою є сумою складових

$$Q_p = \sum_{i=1}^L Q_i, \quad (15)$$

де  $L$  - кількість складових виробничої програми.

Також в [2] приведена методика обґрунтування найбільш доцільного міста розташування сервісної служби з обслуговування електрообладнання сільськогосподарських споживачів. Це особливо актуально при розміщенні технологічних об'єктів обслуговування на відстані понад 5 км одне від одного, внаслідок необхідності скорочення часу на переходи та переїзди обслуговуючого персоналу та запобігання надмірним витратам палива транспортними засобами. Тому можна визначати еквівалентні координати доцільного місця розташування сервісної служби, використовуючи карту, де вказуються місця розташування технологічних об'єктів обслуговування, за виразами

$$X_{екв} = \frac{\sum_{j=1}^n X_j \cdot Q_{pj}}{Q_p}, \quad (16)$$

$$Y_{екв} = \frac{\sum_{j=1}^n Y_j \cdot Q_{pj}}{Q_p}, \quad (17)$$

де  $n$  – кількість технологічних об'єктів, де використовується енергетичне обладнання, що підлягає ТО та ремонту;

$X_j, Y_j$  - координати  $j$ -го об'єкту обслуговування;

$Q_{pj}$  - розрахункова річна трудомісткість планових робіт технічної експлуатації на  $j$ -му об'єкті обслуговування, люд.-год., визначається за виразом (15) для  $j$ -го технологічного об'єкту обслуговування;

$Q_p$  - сумарна розрахункова річна трудомісткість планових робіт технічної експлуатації сервісної служби, люд.-год

Визначивши еквівалентні координати сервісної служби, обирають найбільш доцільне місце її розташування, що має координати, найближчі до еквівалентних, враховуючи інфраструктуру місцевості (наприклад, перехрестя автомобільних шляхів, близькість АЗС тощо). Місце розташування сервісної служби враховується при визначенні річного фонду робочого часу робітника за виразом

$$\Phi = (d_k - d_v - d_c - d_{\text{відп}}) (t - t_n) \cdot \eta \cdot \Delta t \cdot d_n, \quad (18)$$

де  $d_k, d_v, d_c, d_{\text{відп}}, d_n$  - кількість відповідно календарних, вихідних, святкових, відпускних, передсвяткових днів;

$t$  - тривалість зміни, год. ( $t = 8,2$  год. - при п'ятиденному робочому тижні;  $t = 6,83$  год. - при шестиденному робочому тижні);

$\eta$  - коефіцієнт використання робочого часу, що враховує поважні причини ( $\eta = 0,93 \dots 0,96$ );

$\Delta t$  - скорочення передсвяткового дня ( $\Delta t = 1$  год.);

$t_n$  - час, що втрачається на переїзди і переходи до електрообладнання, год.:

$$t_n = \frac{l_e \cdot 2}{V}, \quad (19)$$

де  $V$  - середня швидкість руху людини (якщо електрообладнання знаходиться на відстані до 5 км від місця розта-

шування сервісної служби) або транспортного засобу (якщо електрообладнання знаходиться на відстані понад 5 км від місця розташування сервісної служби);

$l_e$  - еквівалентна відстань до електрообладнання, км

$$l_e = \frac{\sum_{j=1}^n l_j \cdot Q_{pj}}{Q_p}, \quad (20)$$

де  $l_j$  - відстань від місця розташування сервісної служби до  $j$ -го технологічного об'єкта, де знаходиться електрообладнання, км.

Середньорічна чисельність робітників для виконання  $i$ -ої складової виробничої програми сервісної служби (ТО та ПР, оперативне обслуговування тощо) визначається за виразом

$$\bar{N}_i = \frac{Q_{pi}}{\Phi}, \quad (21)$$

де  $Q_{pi}$  - річна трудомісткість виконання  $i$ -ої складової виробничої програми сервісної служби, люд.-год. ;

$\Phi$  - річний фонд робочого часу одного робітника, год.

Звідси, середньорічна чисельність обслуговуючого персоналу визначається за виразом

$$\bar{N} = \sum_{i=1}^n \bar{N}_i, \quad (22)$$

де  $n$  - кількість складових виробничої програми сервісної служби з технічної експлуатації електрообладнання.

Таким чином, на основі аналізу літератури та практики застосування планування технічної експлуатації електрообладнання розробка рекомендацій з використання комп'ютерних те-

хнологій під час планування технічної експлуатації електрообладнання сільськогосподарських підприємств має базуватися на таких умовах та допущеннях:

- за основу має використовуватися періодичність робіт технічної експлуатації, яка вказується в інструкціях заводів-виробників обладнання та рекомендується нормативно-технічною документацією з врахуванням умов експлуатації;

- планування має бути реалізоване в доступному інтерфейсі, наприклад, Microsoft Excel;

- вихідні дані для розрахунків, насамперед, перелік електрообладнання, має бути доступним для використання фахівцями сервісних служб з ТО та ремонту електрообладнання сільськогосподарських підприємств.

### **Використання комп'ютерних технологій для організації технічного сервісу електрообладнання АПК**

Для розробки комп'ютерних програм на будь-якій алгоритмічній мові спочатку визначають чітку послідовність розрахунків. Як вказувалося в [2,3], алгоритм визначення розрахункової трудомісткості планових робіт є однотиповим для електрообладнання АПК за винятком деяких операцій алгоритму для окремих видів електрообладнання, наприклад, електродвигунів та внутрішніх електропроводок, що дозволяє розробити комп'ютерні програми. Для наступного програмування алгоритм зручно подати у графічному вигляді. На рисунку 1 зображена розроблена блок-схема алгоритму визначення розрахункової трудомісткості виробничої програми сервісного обслуговування електродвигунів, де врахована умова вибору рекомендованої періодичності ПР електродвигунів залежно від годин роботи на добу.

На рисунку 2 приведена розроблена блок-схема алгоритму визначення розрахункової річної трудомісткості виробничої програми сервісного обслуговування внутрішніх електропроводок, де враховане, наприклад, те, що норматив трудомісткості для ТО, ПР та КР внутрішніх електропроводок в довідниках приводиться на 1000 м.

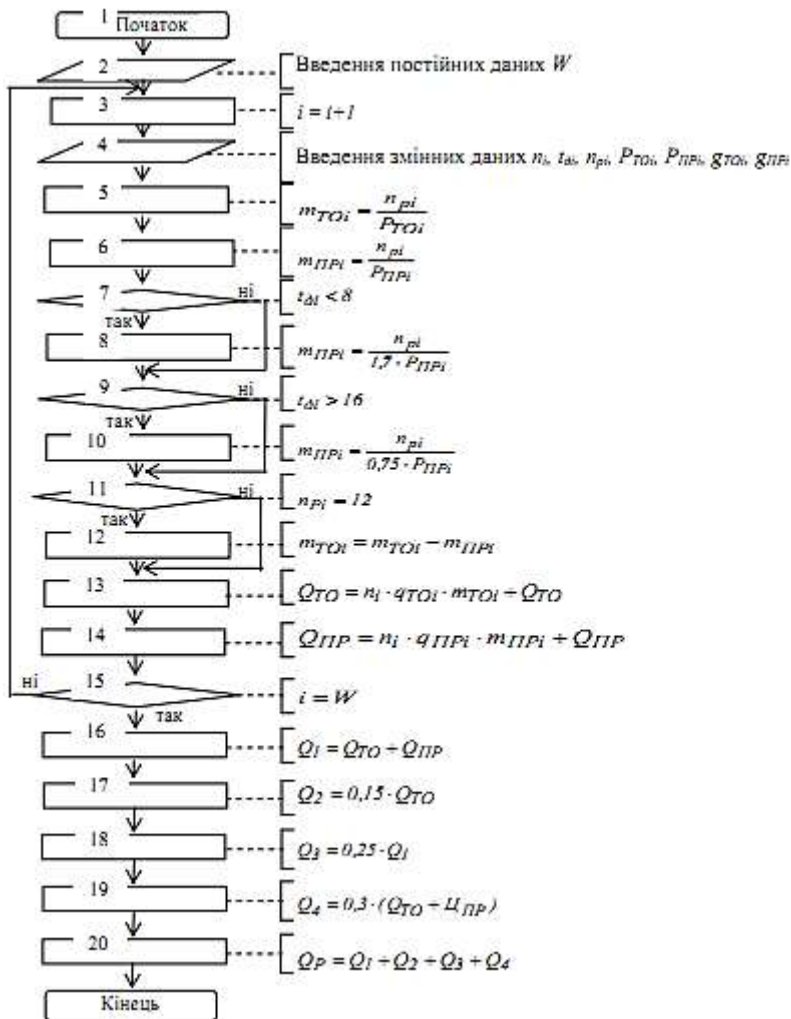


Рисунок 1 - Блок-схема алгоритму визначення розрахункової річної трудомісткості виробничої програми сервісного обслуговування електродвигунів

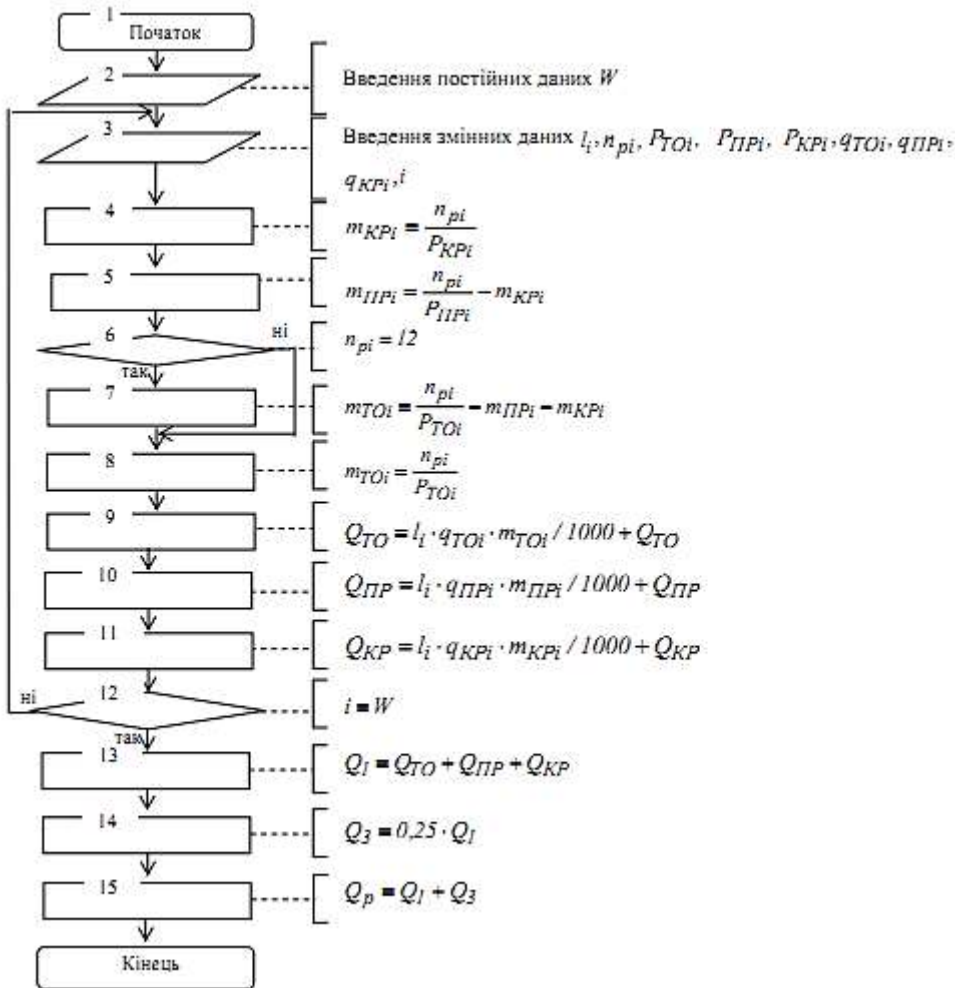


Рисунок 2 - Блок-схема алгоритму визначення розрахункової річної трудомісткості виробничої програми сервісного обслуговування внутрішніх електропроводок

Умовні позначення, що використовуються в наведених блок-схемах алгоритмів розрахунку:

$t_{\partial i}$  - кількість годин роботи на добу електродвигуна з  $i$ -ої групи електродвигунів, однакових по типах, характеристиках та умовам експлуатації, год.;

$l_i$  - довжина внутрішньої електропроводки з  $i$ -ої групи електропроводок, однакових по типах, характеристиках та умовам експлуатації, м;

$W, n_i, n_{pi}, P_{TOi}, P_{ППi}, P_{КРi}, \xi_{TOi}, \xi_{ППi}, \xi_{КРi}, m_{TOi}, m_{ППi}, m_{КРi}, Q_{TOi}, Q_{ППi}, Q_{КРi}, Q_1, Q_2, Q_3, Q_P$  - відповідні умовні позначення, які використовуються у виразах (1)-(22).

По аналогії з приведеними на рис.1 та 2 прикладами блок-схем алгоритмів складаються блок-схеми алгоритмів визначення розрахункових річних трудомісткостей сервісного обслуговування іншого електрообладнання для наступної розробки комп'ютерних програм.

Приклад результатів комп'ютерних розрахунків з використанням приведених блок-схем приведений на рисунку 3. На рисунку 4 приведена розроблена блок-схема алгоритму розрахунку необхідної кількості обслуговуючого персоналу для виконання річної виробничої програми сервісного обслуговування електрообладнання с.г. підприємств. Приклад комп'ютерних розрахунків з використанням приведеної на рисунку 4 блок-схеми зображений на рисунку 5.

Планування робіт, пов'язаних з великою кількістю розрахунків, які до того ж повинні динамічно змінюватись і поновлюватись залежно від надходження нової інформації, дуже трудомісткий та складний процес. Використання Microsoft Excel значно полегшує цю роботу. Хоча ці таблиці є досить потужним інструментом для проведення розрахунків, але для вирішення певного кола вузьких задач їх можливостей лише як таблиць виявляється недостатньо. Проте таблиці Microsoft Excel, як і всі програми системи Microsoft Office, підтримують мову програмування Visual Basic for Application (VBA).

Таблиця 1. Вирахунок річної трудомісткості виробничі фрагменти об'єкта: «Спеціалізована с.г. підприємства

Технологічний фінот	Характеристика електрообладнання	Об. Кількість шт	Середня потужність, кВт	Число годин роботи на добу	Розрахована кількість, кВт год	Річна кількість електроенергії, кВт год			Виробництво електроенергії, кВт год			Віддача електроенергії, кВт год			Річна потреба в електроенергії, кВт год									
						ТО	П	Т	ТО	П	Т	ТО	П	Т	ТО	П	Т	ТО	П	Т				
Курганка ш 300 ген																								
Вентильний двигун	Електропривід АИД125А173 (5,5 кВт; 180 об/хв)	шт. 4	5	24	1	3	24	18	41	4	9,07	3,06	3,00	2,67	9,60	4,03	1,33	33,49	4	0,89	0,33	11,93	57,79	
Генератор	Електропривід АИД125А173 (4,0 кВт; 750 об/хв)	шт. 2	5	1	3	3	24	18	41	41	2,47	0,10	0,39	4,94	6,50	5,13	2,47	2,00	1	4,74	0,43	1,34	7,17	
Генератор	Електропривід АИД125А173 (1,5 кВт; 1800 об/хв)	шт. 2	5	1	3	3	24	18	41	41	2,47	0,10	0,39	4,94	6,50	4,93	1,98	1,09	2	0,49	0,49	1,19	5,88	
Шаф розподільчий	СВРП-173 (5 груп)	шт. 1	4	4	3	3	24	24	2,33	0,33	0,33	2,33	0,23	0,23	0,23	0,49	0,34	2,10	0	0,09	0,25	0,91	4,25	
Щит електричний	ОПР-011 (6 груп) КСР-09-304-10	шт. 1	4	4	3	3	24	24	2,33	0,33	0,33	2,33	0,23	0,23	0,23	0,49	0,49	0,34	1,09	0	0,09	0,21	0,79	3,44
Опалювач	розподільчий, в-125-100 (електропривід)	шт. 23	5	1	3	12	12	2,00	0,67	15,33	68,00	0,15	0,40	6,90	0,13	0	0,09	0,13	0	0,09	1,73	3,94	18,67	
Опалювач	розподільчий, в-125-200	шт. 1	4	1	3	12	12	2,00	0,67	0,67	2,00	0,10	0,25	0,29	0,17	0	0,09	0,17	0	0,09	0,85	0,11	6,53	
Опалювач	КСД-256 (електропривід, змінний, 25-40)	шт. 48	5	1	3	12	12	2,00	0,67	37,00	94,00	0,70	0,94	10,70	10,00	0	0,09	4,30	0	0,09	4,30	10,94	19,94	
Складний кабел	АВРГ (2,5 мм <sup>2</sup> )	ж 195	5	1	4	13	13	1,56	0,44	0,44	1,56	2,30	66,00	1,27	5,72	0	0,09	0,21	2,10	0	0,09	0,21	2,10	9,43
Складний кабел	АВРГ (6 мм <sup>2</sup> )	ж 106	5	1	4	13	13	1,56	0,44	0,44	1,56	4,00	69,00	1,91	8,13	0	0,09	0,47	3,01	0	0,09	0,47	3,01	13,49
Складний кабел	АВРГ (10 мм <sup>2</sup> )	ж 100	5	1	4	13	13	1,56	0,44	0,44	1,56	6,00	75,00	0,73	3,33	0	0,09	0,19	1,23	0	0,09	0,19	1,23	5,44
Електропривід з механічним редуктором	АВРГ (6 мм <sup>2</sup> )	ж 170	5	1	3	12	12	3,00	0,67	0,67	3,00	3,30	70,00	3,85	19,24	0	0,09	1,11	0,47	0,49	1,47	4,93	20,88	

Рисунок 3 – Скріншот фрагменту таблиці Microsoft Excel з фрагментом комп'ютерної програми врахування кількості годин роботи на добу електродвигунів при розрахунку річної трудомісткості виробничої програми сервісного об-слуговування електрообладнання приміщення корівника на 200 голів



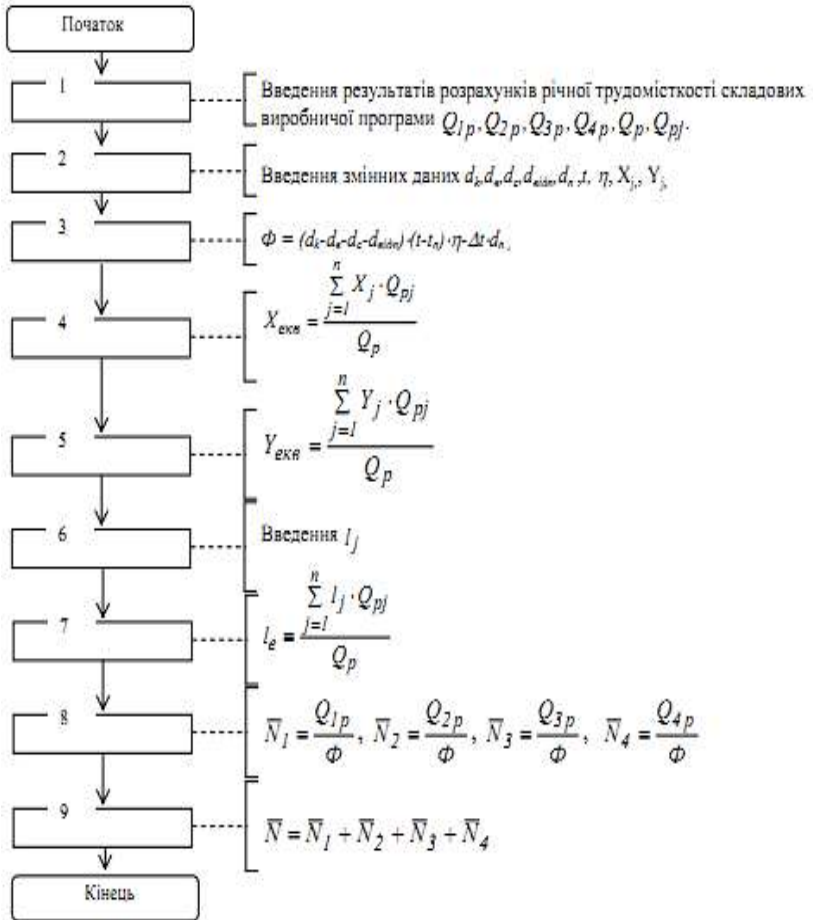


Рисунок 4 – Блок-схема алгоритму розрахунків визначення середньорічної кількості обслуговуючого персоналу сервісної служби

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

Координати об'єктів обслуговування															
	1	2	3	4	5	6	7	8							
X1	Y1	X2	Y2	X3	Y3	X4	Y4	X5	Y5	X6	Y6	X7	Y7	X8	Y8
2	3	4	5	7	0	4	8								
1	3	2	5	3	9	4	0	8	7	0	0	4	5	9	4

Below the table, there are two labels: "Хекс" and "Уквк".

The "Уквк" cell contains the following VBA formula:

```
=IF16*AA21+AN16*AA38+...+AL16*AA72+AN16*AA98+AP16*...+AR16*AA144+AS16*AA170/AA171
```

Рисунок 5 – Скріншот фрагмента таблиці Microsoft Excel з комп'ютерною програмою визначення еквівалентних координат доцільного розташування сервісної служби

Використовуючи VBA можна розробити програму для автоматизації побудови графіків основних робіт технічної експлуатації електрообладнання. Програма є кодом, що написаний мовою VBA, який міститься у файлі робочої книги Microsoft Excel, де є дані для наступних розрахунків та побудови графіку робіт технічної експлуатації.

По введенню останнього параметра, програма автоматично здійснює заповнення графіка цифрами (значеннями трудомісткостей робіт технічної експлуатації відповідного електрообладнання), виділяючи при цьому клітинки (заповнюючи їх певним кольором, різним для різних видів робіт або встановлюючи для них певний колір шрифту, що оговорюється). Наприкінці графіка підсумовуються трудомісткості робіт технічної експлуатації по місяцях, що надає можливість більш рівномірно розподілити роботи протягом року.

На рисунку 6 приведена блок-схема алгоритму програми планування робіт технічної експлуатації електрообладнання, за яким можливо скласти відповідну програму. В цьому прикладі у графіку планується ТО та ПР кожного виду електрообладнання.

Якщо ж обирається система сервісного обслуговування комплексна – всього електрообладнання і-го об'єкту обслуговування, наприклад ТО та ПР, то можна запропонувати обирати періодичність проведення ТО мінімальну з рекомендованих для

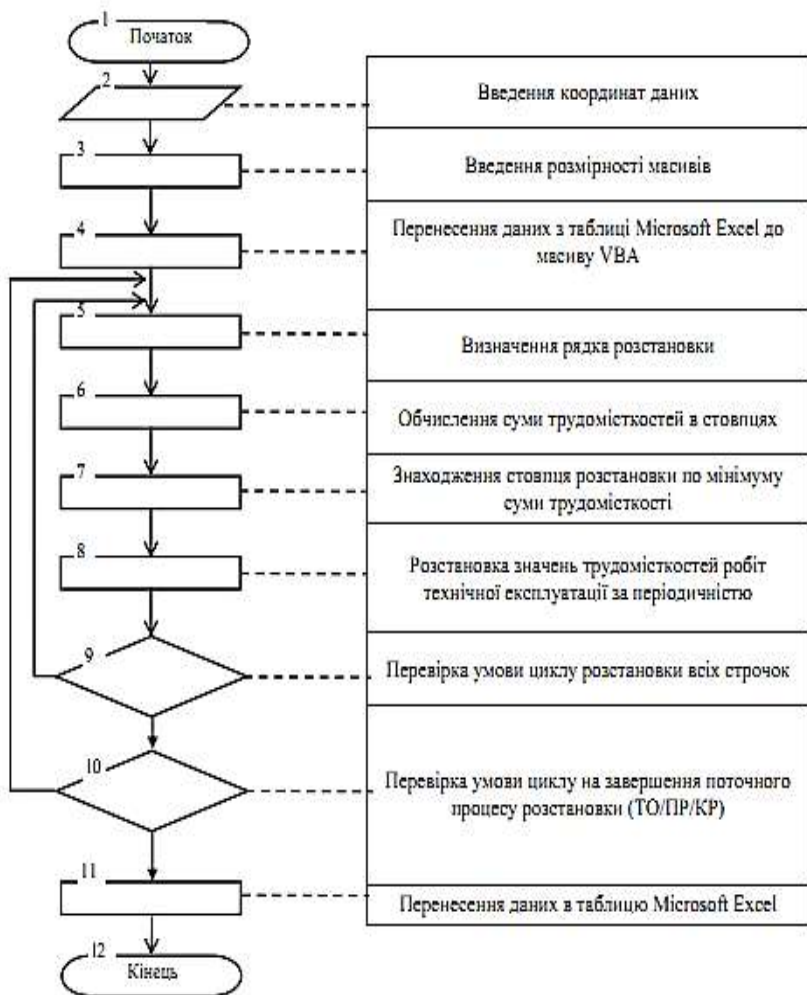


Рисунок 6 – Спрощена блок-схема автоматизації складання графіку робіт з технічної експлуатації електрообладнання

різних типів електрообладнання цих підприємств. Наприклад, на рисунку 3 це 3 місяця для ТО ( $P_{TO}=3$ ). Що стосується ПР, то

так як графік планується на рік, то приклад приведемо з проведенням ПР саме в цьому році (з періодичністю  $P_{\text{ПР}}=12$  місяців).

Однак, трудомісткість ПР має враховувати саме сумарну трудомісткість ПР того електрообладнання  $j$ -ого об'єкту обслуговування, що буде ремонтуватися (тобто, того обладнання, що має рекомендовану періодичність  $PP=12$  місяців). Узагальнена блок-схема алгоритму розрахунків для автоматизованої побудови такого графіку приведена на рисунку 7.

Приведені блок-схеми алгоритмів розрахунків дозволяють використовувати комп'ютерні технології для виконання трудомістких розрахунків з організації сервісного обслуговування електрообладнання підприємств АПК. Автоматизація складання графіку робіт сервісного обслуговування електрообладнання також забезпечує раціональний розподіл навантаження на обслуговуючий персонал, що підвищує ефективність технічної експлуатації електрообладнання.

### **Структура служби технічного сервісу електрообладнання АПК**

Важливим і відповідальним моментом організації електроенергетичної служби або як підрозділу підприємства АПК, або як незалежну фірму з технічного сервісу, є обґрунтування структурної схеми служби, що відображає взаємозв'язки між окремими підрозділами, функції та підлеглість.

Наприклад, можна виділити бригаду оперативного обслуговування електрообладнання. Або можна виділити бригаду з ТО. Спеціалізовані бригади можуть закріплюватися за окремими ділянками або бути змінними та отримувати наряди на роботу залежно від обсягу запланованих робіт.

На ділянках обслуговування 1 категорії з обсягом робіт понад 200 у.о.е. (1 у.о.е. = 18,6 люд.-год. відповідно, 200 у.о.е. щорічна трудомісткість робіт 3720 люд.-год.) керівництву підприємства допускається мати додатковий персонал. Розряди робітників встановлюються залежно від категорії ділянок обслуговування (див. таблицю 1).

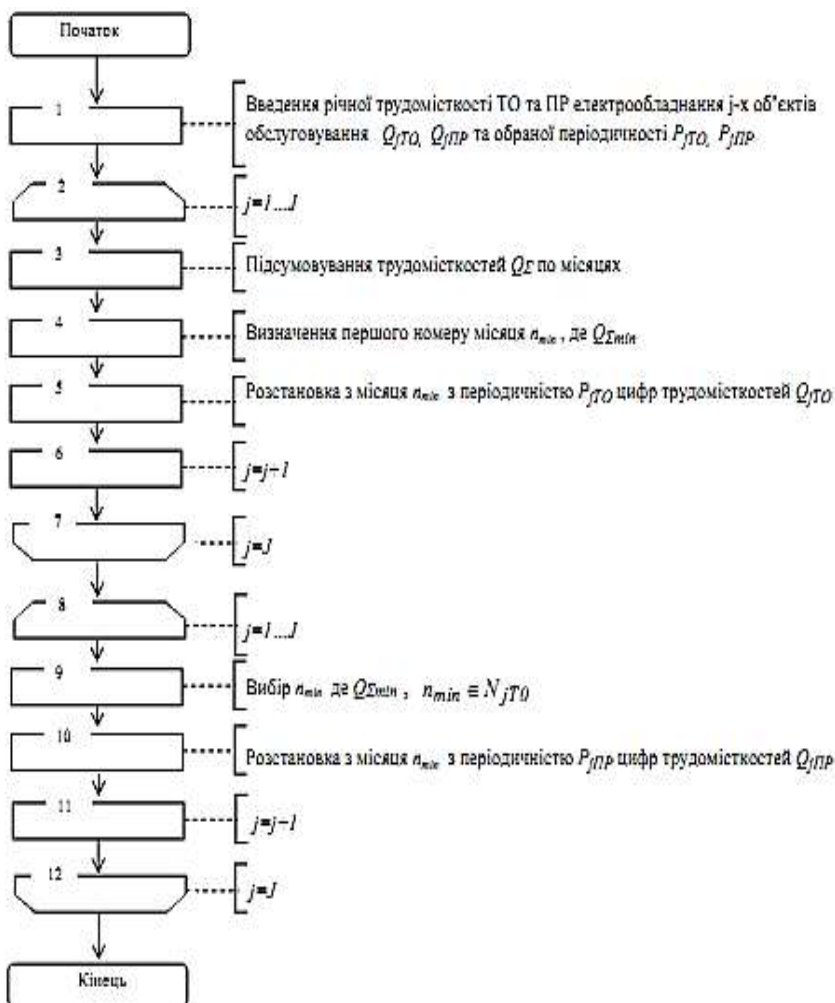


Рисунок 7 – Узагальнена блок-схема алгоритму розрахунків для автоматизованої побудови графіку ТО та ПР системи комплексного сервісного обслуговування всього електрообладнання об'єктів обслуговування

Таблиця 1

Кількість у.о.е. на ділянці (або річна трудомісткість робіт)	Категорія ділянки	Можливі розряди членів бригади з обслуговування електрообладнання ділянки
150-200 (2790-3720 люд.-год.)	I	VI, V
100-149 (1860-2771 люд.-год.)	I	V, IV
50-99 (930-1841 люд.-год.)	II	IV, III
До 50 (до 930 люд.-год.)	III	III

Штат інженерно-технічних працівників служби технічної експлуатації електрообладнання визначають за типовими штатними нормативами, що враховують загальну кількість у.о.е. (або річну трудомісткість робіт), річне споживання електроенергії на виробничі потреби тощо.

У додатку В приведені узагальнені орієнтовні нормативи з врахуванням переліку професій, загальних умов введення відповідних посад керівників та інженерно-технічного персоналу для користування при обґрунтуванні структури служби (підприємства) технічної експлуатації електрообладнання. В додатку В також приведено перелік робітничих професій, які можуть мати робітники служби технічної експлуатації електрообладнання підприємств АПК.

ПРИКЛАД. Обґрунтувати структуру енергетичної служби, яка за умовами договору виконує ТО, ремонт та оперативне обслуговування електрообладнання 8 технологічних об'єктів обслуговування за такими вихідними даними:

- розрахункова річна трудомісткість виробничої програми служби з технічної експлуатації електрообладнання  $Q_p = 23250$  люд.-год.;

- розрахункова річна трудомісткість ТО та ремонтів електрообладнання 8 технологічних об'єктів обслуговування ( $Q_I + Q_2$ ) = 18600 люд.-год.;

- розрахункова річна трудомісткість оперативного обслуговування електрообладнання 8 технологічних об'єктів обслуговування  $Q_3 = 4650$  люд.-год.;

- розрахункова річна трудомісткість виробничої програми технічної експлуатації електрообладнання по кожному з 8-ми технологічних об'єктів обслуговування:  $Q_I = 3327$  люд.-год.;  $Q_{II} = 3104$  люд.-год.;  $Q_{III} = 2981$  люд.-год.;  $Q_{IV} = 3712$  люд.-год.;  $Q_V = 3613$  люд.-год.;  $Q_{VI} = 1767$  люд.-год.;  $Q_{VII} = 1972$  люд.-год.;  $Q_{VIII} = 2774$  люд.-год.;

- чисельність робітників  $N = 16$ , з них: для виконання ТО та ремонтів  $N_{ТОiP} = 13$ , для виконання оперативного обслуговування  $N_O = 3$ .

1) Очолює підприємство інженер-енергетик – один на господарство, де річна трудомісткість виробничої програми технічної експлуатації електрообладнання 18620 люд.-год.  $< Q_p < 27900$  люд.-год.

2) Йому підпорядковані технік-енергетик та технік з експлуатації та ремонту електрообладнання – одна посада на кожні 9320 люд.- год.

3) Відокремлюємо бригаду з оперативного обслуговування електрообладнання. Максимально можливі розряди персоналу визначаються за річною трудомісткістю оперативного обслуговування 8 технологічних об'єктів обслуговування  $Q_3 = 4650$  люд.-год. (електромонтер з ремонту та обслуговування електро-

устаткування VI розряду, 2 електромонтера оперативно-виїзної бригади V розряду).

4) За річною трудомісткістю ТО та ремонтів електрообладнання 8 технологічних об'єктів обслуговування ( $Q_1 + Q_2$ ) = 18600 люд.-год. створюємо бригаду для виконання цих робіт (див. рисунок 8), зі складу якої керівником підрозділу (техніком з експлуатації та ремонту електрообладнання) призначаються тимчасові бригади зі змінним складом для виконання конкретних робіт за розпорядженнями.

5) Розробляємо для порівняння структуру служби технічної експлуатації електрообладнання з бригадами, що закріплені за кожним технологічним об'єктом обслуговування (див. рисунок 9). Члени цих бригад виконують усі види робіт технічної експлуатації електрообладнання. При цьому, враховуючи навантаження на робітників за таблицею 1 обираємо 13 електромонтерів відповідної категорії. Робимо висновок, що більш раціонально застосовувати структуру енергетичної служби другого варіанту, яка приведена на рисунку 9.



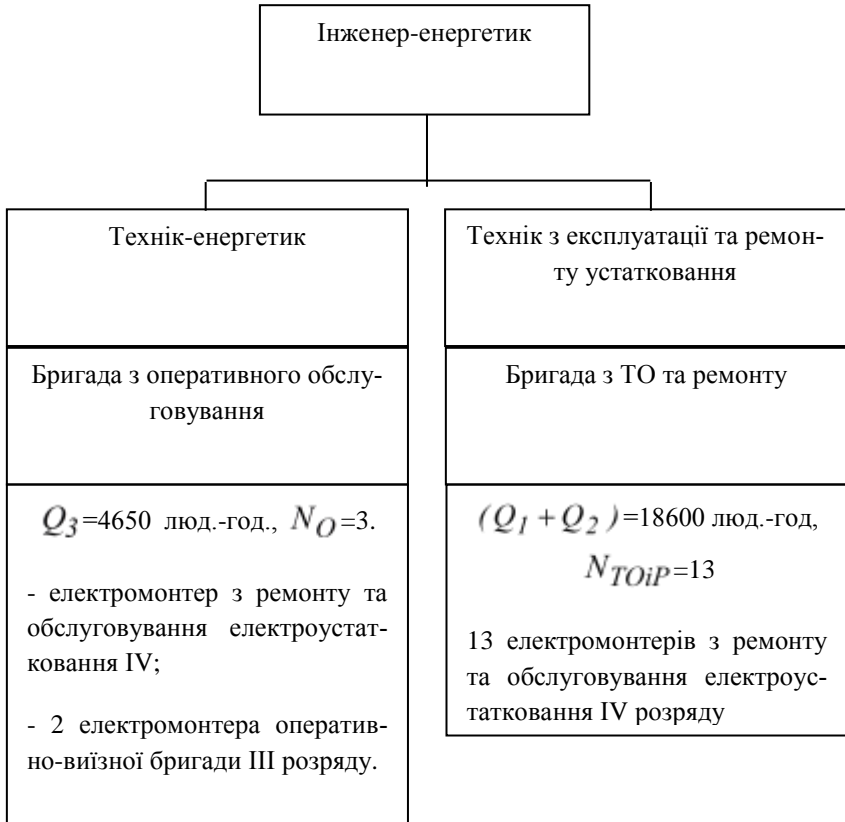


Рисунок 8

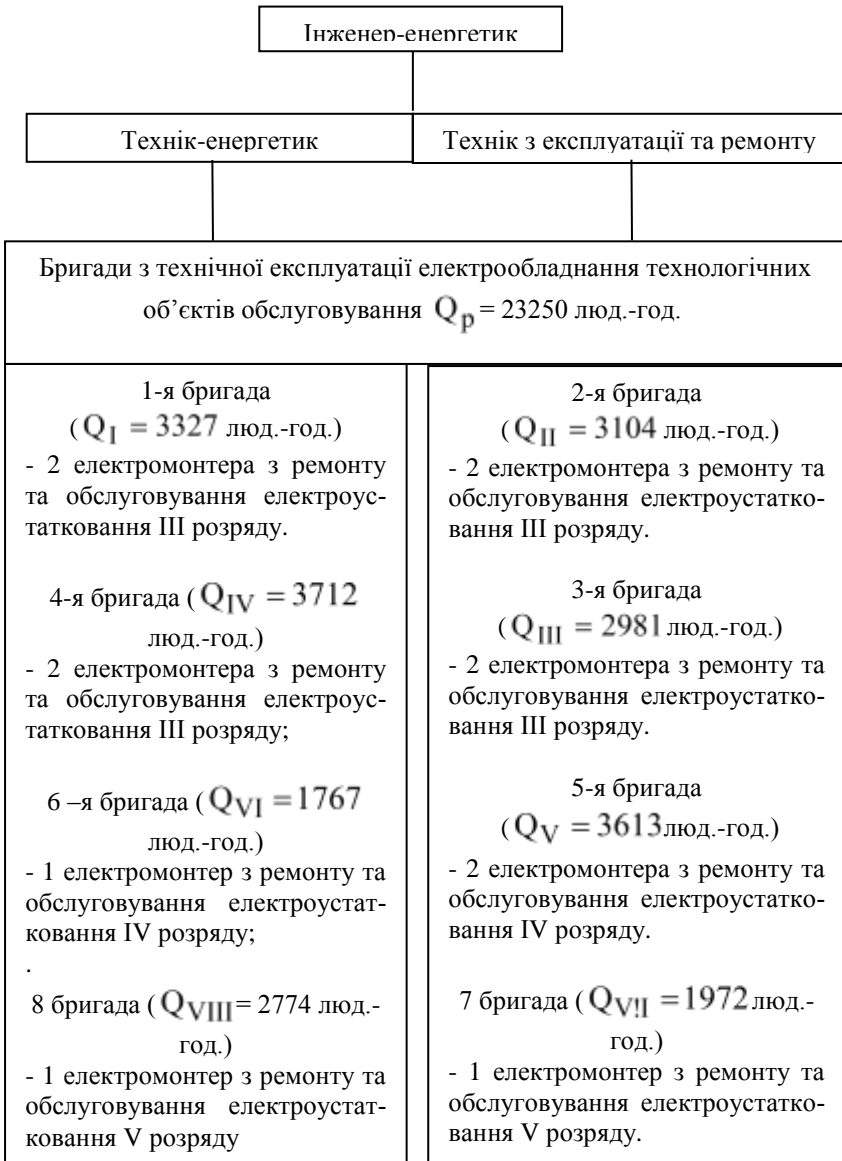



Рисунок 9


## КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ


- 1) Навіщо будується річний графік робіт технічної експлуатації електрообладнання?
- 2) Навіщо потрібні блок-схеми алгоритмів розрахунків?
- 3) Де знайти нормативи трудомісткості та рекомендовану періодичність ТО, ПР та КР електрообладнання?
- 4) Для якого електрообладнання с.г. підприємств виконують КР?
- 5) Навіщо враховувати в розрахунках години роботи електродвигунів на добу?
- 6) Яка мета визначення еквівалентних координат розташування енергетичної служби з обслуговування електрообладнання фермерських підприємств?

## ПРОГРАМА ВИКОНАННЯ РОБОТИ

- 1) За вихідними даними варіанту підрахувати річну трудомісткість виробничої програми за виразами (1)-(15), використовуючи електронні таблиці Excel.
- 2) Визначити доцільне місце розташування енергетичної служби з обслуговування електрообладнання с.г. підприємств за виразами (16), (17) та використовуючи умовну карту (див. рисунок 8 ) та координати об'єктів обслуговування (див. таблицю вихідних даних у додатку). Умовні позначення на рисунку 10:

 - технологічні об'єкти, де використовується енергетичне устаткування, що підлягає ТО та ремонту (на рисунку 10  $j = 1...9$ );

 - служба технічної експлуатації, координати якої визначені за виразами (16),(17);

 - служба технічної експлуатації, місце розташування якої обрано з врахуванням автомобільних шляхів;

 - автомобільні шляхи з твердим покриттям;

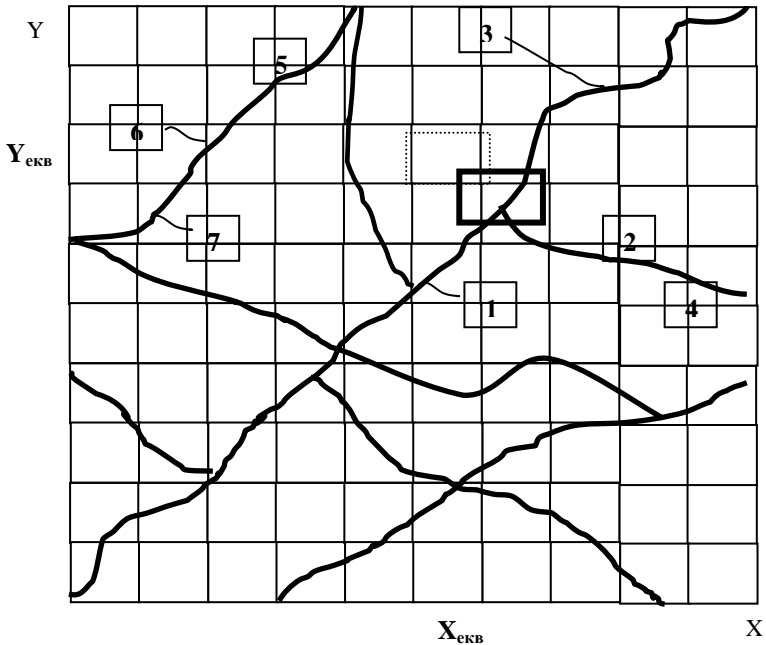


Рисунок 10 – Місце розташування технологічних об'єктів обслуговування та доцільного місця розташування сервісної служби

- 3) Обґрунтувати структуру сервісної служби з обслуговування електрообладнання с.г. підприємств
- 4) Привести приклад розрахунку річного запасу витратних матеріалів або запасних частин за варіантом.

ПРИКЛАД 1. Визначити річну потребу в фарбі БТ-177 на ПР 5 електроводонагрівачів (місткість кожного 400 л).

1. Визначаємо річну норму витрати фарби БТ-177 ( $M_{\phi}$ , кг) на ПР електроводонагрівачів місткістю 400 л за [12]:

$$M_{\phi} = 1,13 \text{ кг.}$$

2. Визначасмо річну потребу в фарбі БТ-177 на ПР 5 електро-  
донагрівачів (місткість кожного 400 л)

$$M_{\text{ф}} \cdot 5 = 1,13 \cdot 5 = 5,65 \text{ кг.}$$

ПРИКЛАД 2. Визначити річну потребу в запасних частинах на  
ТО та ПР 25 синхронних генераторів.

Таблиця 1 - Річна потреба в запасних частинах на ТО та ПР 25  
синхронних генераторів.

Запасні части- ни	Кількість запасних частин в одному виробі	Норма витрати на 100 виробів	Річна потреба на рік експлуатації
Підшипники	1	5	2
Щітка	4	50	13
Панель ізоля- ційна	1	3	1
Блок випрям- лення	2	7	2

5) Побудувати річний графік ТО та ПР електрообладнання  
с.г. підприємств

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів. – Харків: Форт, 2017. – 376 с.
2. Лут М. Т. Основи технічної експлуатації електрообладнання АПК/ М. Т. Лут, О. В. Мірошник, І. М. Трунова. - Харків: Факт, 2008. – 438 с. – Бібліогр.: с. 431-437.
3. Організація сервісної служби з обслуговування електрообладнання технологічних систем АПВ: метод. вказівки до виконання практ. роб. з дисц. «Організація технічної експлуатації енергетичного обладнання технологічних систем АПВ» для студентів другого (магістерського) РВО денної та заочн. форм навч., спец.: 208 Агроінженерія/ Харків. нац. техн. у-т сіл. госп-ва ім. П. Василенка; упоряд.: І. М. Трунова, О. В. Іванченко, М. В. Манжос - Харків : [б. в.], 2020.- 37 с.
4. Система планово-предупредительного ремонта и технического обслуживания электрооборудования сельскохозяйственных предприятий – М.: ВО Агропромиздат, 1987. – 191 с.

## Додаток А – Вихідні дані для виконання практичної роботи

Назва	С.г. приміщення (кількість та координати)										Вказати річну потребу								
	X1	X1	X2	X2	X3	X3	X4	X4	X5	X5		X6	X6	X7	X7	X8	X8	X9	X9
1	1	1	2	2	3	3	4	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9
2	4	9	7	7	8	8	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12	13	13
3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	10	11	11
4	2	7	1	3	4	5	5	7	7	8	8	9	9	10	10	10	11	11	11
5	3	9	10	3	4	4	5	6	7	7	8	8	9	10	10	10	11	11	11
6	3	10	3	4	4	5	6	7	7	8	8	9	9	10	10	10	11	11	11
8	4	1	9	2	2	7	6	3	8	4	4	5	6	7	7	8	8	9	9
7	6	2	7	4	8	10	4	6	3	9	1	3	9	1	3	2	8	0	0
8	2	10	3	3	4	7	7	8	3	6	9	4	10	3	0	0	0	0	0
9	3	9	6	3	8	7	7	10	8	4	4	4	1	3	2	0	0	0	0
10	2	1	3	2	1	4	4	4	10	9	1	1	0	0	2	4	4	10	7
11	1	10	3	3	7	7	9	6	6	7	9	4	1	10	2	0	0	0	0
12	4	1	3	7	2	7	9	4	6	4	4	3	3	7	10	0	0	0	0
13	2	1	3	4	6	8	7	3	3	10	4	1	1	2	0	3	2	4	4
14	3	2	1	4	2	3	3	7	3	4	3	5	0	0	0	6	6	7	7
16	2	4	3	7	7	6	6	2	4	7	1	3	3	9	1	3	0	0	0
18	1	9	3	3	7	6	8	6	4	5	2	3	0	0	4	1	10	1	2
17	6	9	4	10	3	7	2	8	1	6	7	4	3	1	0	0	0	0	0
18	3	1	4	4	3	3	7	2	6	6	0	0	2	9	9	2	10	2	10
19	9	7	8	3	6	9	4	10	3	2	2	1	1	4	0	0	0	0	0
20	6	1	4	2	2	3	3	9	1	3	0	0	3	4	7	6	6	6	6
21	3	3	2	7	1	10	6	1	4	2	3	4	2	9	0	0	0	0	0
22	2	3	1	10	3	1	6	4	4	6	4	3	0	0	3	3	3	10	10
23	3	2	4	10	4	7	3	6	2	1	3	6	1	9	6	0	0	0	0
24	1	4	3	7	9	6	10	3	3	1	9	0	0	2	4	10	6	1	1
25	7	6	5	1	4	3	3	3	2	4	6	1	4	3	2	2	0	0	0

в матеріалах для 2-х освітлювальних ОГЦООН

в матеріалах для 4-х освітлювальних ПОП-2х38

в матеріалах для 4-х освітлювальних ПОП02-2х49

в матеріалах для 2-х освітлювальних НОП02-300

в матеріалах для 4-х освітлювальних ПОП02-2х49

в матеріалах на ТО 2-х зовнішніх двигунів в матеріалах на ТО 2-х окваркових генераторів

в матеріалах на ТО 4-х зовнішніх двигунів в матеріалах для 2-х освітлювальних НОП02-200

в матеріалах на ПР 2-х залізованих електрообладувань

в матеріалах для 2-х освітлювальних ОГЦООН в матеріалах на ПР 2-х залізованих електрообладувань

в матеріалах для 3-х освітлювальних ПОП-2х38 в матеріалах на ТО 1 ПР 2-х зовнішніх електрообладувань

в матеріалах на ТО 1 ПР 4-х залізованих електрообладувань

в матеріалах на ТО 1 ПР 2-х зовнішніх електрообладувань

в матеріалах на ТО 1 ПР 2-х зовнішніх електрообладувань

в матеріалах на ТО 1 ПР 2-х окваркових генераторів

в матеріалах для ТО 2-х освітлювальних двигунів з акумуляторними батареями

в матеріалах для ТО 3-х освітлювальних двигунів з акумуляторними батареями

в матеріалах на ТО 1 ПР 2-х освітлювальних двигунів

в матеріалах на ТО 1 ПР розподільної шафи з залізованими

в матеріалах на ТО 1 ПР 3-х розподільних двигунів

в матеріалах на ТО 1 ПР 200 м вугіршлях освітлювальних електрообладувань

в матеріалах на ТО 1 ПР 200 м вугіршлях освітлювальних електрообладувань

## Додаток Б

Таблиця Б.1 – Умовні позначення навколишнього середовища, де встановлено електрообладнання

Приміщення	Умовні позначення
Сухі (вологість до 75 %).	1
Вологі (вологість перевищує 75 %).	2
Пильні (вологість до 98 %, температура від –40°С до +45°С, запиленість до 240 г/м <sup>3</sup> ).	3
Особливо вологі (вологість перевищує 98 %).	4
Особливо вологі з хімічно – активним середовищем (вологість 80...100 %, вміст аміаку від 2 до 140 мг/м <sup>3</sup> , сірководню від 10 до 90 мг/м <sup>3</sup> , вуглекислого газу від 0,03 до 0,88 мг/м <sup>3</sup> ).	5
На відкритому повітрі або під навісом.	6

## Додаток В

Таблиця В1 – Чисельність та посади керівників, спеціалістів та робітників

Найменування посад	Нормативи та умови для вводу посад
<b>Служба електротехнічного устаткування</b>	
Головний енергетик	Один на господарство, де понад 1500 у.о.е. або $Q_p$ понад 27900 (люд.-год.) та споживання електроенергії на виробничі цілі за рік понад 1,5 млн. кВт-год.
або головний електрик	
або головний електромеханік	
або головний фахівець із світлотехніки	
або інженер з електрифікації	Один на господарство, де від 1001 до 1500 у.о.е. або $18620 \leq Q_p < 27900$ (люд.-год.) та споживання електроенергії на виробничі цілі за рік понад 1,0 млн. кВт-год.
або інженер-енергетик	
або інженер з вентиляції	
або інженер з налагодження та випробувань	
або інженер з ремонту	
або інженер з керування й обслуговування систем	



Продовження табл.В.1

або технік-енергетик	Один на господарство, де від 501 до 1000 у.о.е. або $9320 \leq Q_p < 18620$ (люд.-год.) та споживання електроенергії на виробничі цілі за рік понад 0,5 млн. кВт-год.
або технік з експлуатації та ремонту обладнання	
або технік	
або технік з налагодження та випробувань	
або електрик дільниці	Один на господарство, де від 251 до 500 у.о.е. або $4670 \leq Q_p < 9320$ (люд.-год.) та споживання електроенергії на виробничі цілі за рік до 0,5 млн. кВт-год.
або електромеханік	
або електромеханік дільниці	
або енергетик	
або енергетик виробництва	
або енергетик дільниці	
або лаборант електромеханічних випробувань та вимірювань	
<b>Служба технічної експлуатації засобів автоматизації та контролю-вимірювальних приладів</b>	
Головний фахівець з автоматизованих систем керування	Один на господарство, де понад 1500 у.о.е або $Q_p$ понад 27900 (люд.-год.)
або головний фахівець з автоматики	
або головний фахівець з монтажу та налагодження систем автоматизації	
або головний фахівець із слабкоточних систем та контрольно-вимірювальних приладів і автоматики	
або інженер з автоматизованих систем керування виробництва	Один на господарство, де від 1001 до 1500 у.о.е або $18620 \leq Q_p < 27900$ (люд.-год.)
або інженер з механізації та автоматизації виробничих процесів	
або технік з автоматизації виробничих процесів	Один на господарство, де від 251 до 500 у.о.е або $4670 \leq Q_p < 9320$ (люд.-год.)
<b>Служба енергоменеджменту</b>	
Головний фахівець	Один на господарство, споживання електроенергії на виробничі цілі за рік понад 1,5 млн. кВт-год. або

Продовження табл.В.1

	один на господарство, що має котельні установки загальною потужністю понад 200 Гкал · год або площі теплиць та парників на технічному обігріві понад 30 га.
або інженер з розрахунків та режимів	Один на господарство, де споживання електроенергії на виробничі цілі за рік понад 1,0 млн. кВт·год. або один на господарство при потужності котельних від 100 до 200 Гкал·год. або площі теплиць та парників на технічному обігріві від 15 до 30 га
або інженер із впровадження нової техніки й технології	
або інженер з організації керування виробництвом	
або фахівець з ефективності підприємства	Один на господарство, споживання електроенергії на виробничі цілі за рік понад 0,5 млн. кВт·год. або один на господарство при потужності котельних від 42 до 100 Гкал · год. або площі теплиць та парників на технічному обігріві від 6 до 16 га
або фахівець з раціоналізації виробництва	
або консультант з ефективності підприємства	Один на господарство, де споживання електроенергії на виробничі цілі за рік до 0,5 млн. кВт·год. або один на господарство при потужності котельних до 42 Гкал · год. або площі теплиць та парників на технічному обігріві від 2 до 6 га
або консультант з раціоналізації виробництва	
або інженер-інспектор з контролю за використанням палива	За кількістю тракторів, комбайнів та інших машин з двигунами, виходячи із наступного розрахунку: при наявності до 79 машин – одна посада на кожні 54 машини; при наявності від 80 до 159 машин

Продовження табл.В.1

	– одна посада на кожні 64 машини; при наявності понад 160 машин – одна посада на кожні 88 машин.
або технік-інспектор з контролю за використанням палива	За кількістю тракторів, комбайнів та інших машин з двигунами, ви- ходячи із наступного розрахунку: при наявності до 79 машин – одна посада на кожні 27 машин; при наявності від 80 до 159 машин – одна посада на кожні 32 машин; при наявності понад 160 машин – одна посада на кожні 44 машин.
<b>Служба організації технічної експлуатації</b>	
Інженер з організації експлуата- ції та ремонту	Один на господарство, де понад 1500 у.о.е або $Q_p$ понад 27900 (люд.-год.) та споживання елект- роенергії на виробничі цілі за рік понад 1,5 млн. кВт-год.
або інженер з комплектації обла- днання	Один на господарство, де від 1001 до 1500 у.о.е. $18620 \leq Q_p < 27900$ (люд.-год.) та споживання елект- роенергії на виробничі цілі за рік понад 1,0 млн. кВт-год.
або інженер з інструменту	Один на господарство, де від 501 до 1000 у.о.е. $9320 \leq Q_p < 18620$ (люд.-год.) та споживання елект- роенергії на виробничі цілі за рік понад 0,5 млн. кВт-год.
або технік з інструменту	Один на господарство, де від 251 до 500 у.о.е. $4670 \leq Q_p < 9320$ (люд.- год.) та споживання електроенергії на виробничі цілі за рік до 0,5 млн. кВт-год.

Таблиця В.2 - Перелік робітничих професій

Професійна назва роботи
Електромеханік з випробувань та ремонту електроустаткування
Електромеханік з обслуговування і ремонту вітроенергетичних установок
Електромеханік з ремонту та обслуговування лічильно-обчислювальних машин
Електромеханік засобів автоматики та приладів технологічного устаткування
Електромеханік торговельного та холодильного устаткування
Електромонтажник вторинних ланцюгів
Електромонтажник електричних машин
Електромонтажник з кабельних мереж
Електромонтажник з освітлення та освітлювальних мереж
Електромонтажник з розподільчих пристроїв
Електромонтажник силових мереж та електроустаткування
Електромонтажник-налагоджувальник
Електромонтер з випробувань та вимірювань
Електромонтер з експлуатації електролічильників
Електромонтер з обслуговування електроустановок
Електромонтер з ремонту апаратури, релейного захисту й автоматики
Електромонтер з ремонту обмоток та ізоляції електроустаткування
Електромонтер з ремонту та обслуговування електроустаткування
Електромонтер зв'язку
Електромонтер каналізаційних споруд електровз'язку
Електромонтер оперативно-виїзної бригади
Електромонтер-релейник
Електромонтер з ремонту електричних машин
Електрослюсар (слюсар) черговий з ремонту устаткування
Налагоджувальник контрольно-вимірювальних приладів та автоматики
Налагоджувальник приладів, апаратури та систем автоматичного контролю, регулювання та керування (налагоджувальник контрольно-вимірювальних приладів та автоматики)
Налагоджувальник-монтажник випробувального устаткування
Слюсар з виводів та обмоток електричних машин
Слюсар з контрольно-вимірювальних приладів та автоматики (електромеханік)
Слюсар з обслуговування теплових мереж

Продовження табл.В.2

Слюсар з обслуговування теплових пунктів
Слюсар з ремонту с.г. машин та устаткування
Слюсар з ремонту та обслуговування систем вентиляції та кондиціонування
Слюсар з ремонту устаткування котельних
Слюсар з ремонту устаткування теплових мереж
Слюсар з ремонту електроустаткування
Слюсар-електромонтажник
Слюсар-механік електромеханічних приладів та систем
Слюсар-механік з випробувань установок та апаратури

Таблиця В.3

Кількість у.о.е. на ділянці (або річна трудомісткість робіт)	Категорія ділянки	Можливі розряди членів бригади з обслуговування електроенергетичного устаткування ділянки
150-200 (2790-3720 люд.-год.)	I	VI, V
100-149 (1860-2771 люд.-год.)	I	V, IV
50-99 (930-1841 люд.-год.)	II	IV, III
До 50 (до 930 люд.- год.)	III	III

Навчальне видання

**ОРГАНІЗАЦІЯ  
ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ  
ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ АПК**

Методичні вказівки  
до виконання практичних робіт  
з дисципліни «Технічний сервіс електрообладнання АПК»

**Укладач:**  
**ТРУНОВА Ірина Михайлівна**

Формат 60x84/16. Гарнітура Times New Roman  
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.  
Ум. друк. арк. 2,09.  
Наклад \_\_\_ пр.  
Державний біотехнологічний університет  
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44