

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

**МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА**

**МАТВЄЄВА ЄВГЕНІЯ ОЛЕКСІЙОВИЧА**

НУБІП України

**2021 Р.**

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
УКРАЇНИ  
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І  
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

Допускається  
до захисту  
Завідувач кафедри  
Електроенергетики, електротехніки  
та електромеханіки  
професор, д.т.н. /А.В. Жильцов /

2021р.

**МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА**  
(пояснювальна записка)

на тему:  
«Розробка комплексу питань діяльності енергетичної служби  
ТОВ "Електробудсервіс" Яготинського району Київської області»

Спеціальність 141 „Електротенергетика, електротехніка та електромеханіка”

Спеціалізація виробнича  
Освітня програма  
Магістерська програма

Виконав С.О. Матвеев /  
підпис ПІБ студента  
Керівник магістерської роботи І.П. Радько, к.т.н., доцент /  
ПІБ, вчене звання і ступінь, підпис  
Нормо контроль \_\_\_\_\_

Київ – 2021

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
НАВЧАЛЬНО НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ,  
АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

Завідувач кафедри

Електроенергетики, електротехніки  
та електромеханіки

професор, д.т.н.

/А.В. Жильцов/

2021р.

**ЗАВДАННЯ**

**ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ**

Матвеев Євгеній Олександрович

Спеціальність Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма \_\_\_\_\_

Магістерська програма \_\_\_\_\_

Орієнтація освітньої програми \_\_\_\_\_

Тема магістерської програми « Розробка комплексу питань діяльності енергетичної служби ТОВ " ТМ -

Електробудсервіс" Яготинського району Київської області »

Затверджена наказом ректора НУБІП України від «    » \_\_\_\_\_ 2021 р №   

Термін подання завершеної роботи на кафедру \_\_\_\_\_

Вихідні дані до магістерської роботи:

- Нормативні та законодавчі документи з проектування та експлуатації електроустановок;

- Результати аудиту підприємства та аналіз електрообладнання;

- Каталогні дані електричного обладнання.

Перелік питань що підлягають дослідженню:

1. Аналіз стану експлуатації енергетичного обладнання на об'єкті проектування;
2. Розробка питань організації діяльності енергетичної служби пункту технічного огляду та ремонту електрообладнання;
3. Проектування ремонтно – обслуговуючої бази енергетичної служби;
4. Розробка питань щодо енергопостачання та енергозбереження,
5. Розробка приладового комплексу для проведення енергетичного аудиту;
6. Охорона праці;
7. Техніко – економічні показники

Дата видачі завдання «    » \_\_\_\_\_

2021 р.

Керівник магістерської роботи \_\_\_\_\_

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_

## АННОТАЦІЯ

В процесі виконання магістерської роботи був проведений аналіз та аудит енергетичного наявного енергетичного обладнання пункту технічного обслуговування та ремонту енергетичного обладнання. А також виконаний розрахунок обсягу робіт з обслуговування електрообладнання згідно умовних одиниць.

Згідно проекту є доцільним реконструювати систему освітлення та деякі елементи силового обладнання ПТО і РЕО.

Передбачаються рекомендації щодо розробки програми енергозбереження та енергоефективного використання енергетичного обладнання.

Розроблено комплекс приладів для виконання енергетичного аудиту електрообладнання с/г та комунальних підприємств.

Проведено комплекс заходів щодо улаштування безпечної праці електриків, розрахунок заземлюючого пристрою для трансформаторної підстанції, що живить ПТО і РЕО.

## SUMMARY

In the process of performing the master's thesis, an analysis and audit of the energy available energy equipment of the point of maintenance and repair of energy equipment was conducted. And also the calculation of volume of works on service of the electric equipment according to conditional units is executed.

According to the project, it is expedient to reconstruct the lighting system and some elements of the power equipment of the maintenance and repair point.

Recommendations for the development of an energy saving program and energy efficient use of energy equipment are provided

A set of devices for energy audit of electrical equipment of agriculture and utilities has been developed. A set of measures for the safe operation of electricians, the calculation of the grounding device for the transformer substation that supplies the maintenance and repair points.

## ЗМІСТ

## АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

## 1 АНАЛІЗ СТАНУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ НА ОБ'ЄКТІ ПРОЕКТУВАННЯ

1.1 Характеристика виробничо – господарської діяльності підприємства

1.2 Аудит результатів діяльності та перспективи розвитку підприємства

1.3 Аудит енергетичної та автоматичної частини технологічних процесів

1.4 Аудит стану експлуатації енергетичного обладнання

1.5 Аудит використання енергетичних ресурсів на підприємстві.

1.6 Вихідні дані для виконання проекту.

## ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

## 2 РОЗРОБКА ПИТАНЬ ОРГАНІЗАЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ РЕМОНТНО – ОБСЛУГОВУЮЧОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СЛУЖБИ

2.1 Розрахунок обсягу робіт з обслуговування енергетичного обладнання.

2.2 Вибір форми експлуатації енергетичного обладнання.

2.3 Розрахунок річних затрат праці на виконання ТО і ПР енергетичного (електротехнічного) обладнання

2.4 Визначення загальної кількості електромонтерів та персоналу інших підрозділів енергетичної (електротехнічної) служби

2.5 Розрахунок чисельності електромонтерів енергетичної служби за системою ПЗР і ТО

2.6 Формування структури енергетичної служби

2.7 Складання графіків ТО і ПР енергетичного обладнання виробничих об'єктів

## 3 ПРОЕКТУВАННЯ РЕМОНТНО – ОБСЛУГОВУЮЧОЇ БАЗИ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СЛУЖБИ

3.1 Аналіз існуючого стану ремонтно – обслуговуючої бази енергетичної служби

3.2 Обґрунтування та вибір проекту технічного обслуговування і ремонту енергетичного обладнання (ПТО і РЕО)

## ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

### 4 РОЗРАХУНОК І ВИБІР СИЛОВОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ, ЕЛЕКТРИЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ ТА СИЛОВОЇ І ОСВІТЛЮВАЛЬНОЇ ЕЛЕКТРОПРОВОДОК

4.1 Перевірка основних параметрів електродвигунів приводу технологічного обладнання

4.2 Розрахунок електричного освітлення

4.3 Вибір апаратів керування і захисту та низьковольтних комплектних пристроїв.

4.4 Розрахунок потреби та вибір спеціалізованих пересувних технічних засобів

### 5 РОЗРОБКА ПИТАНЬ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

5.1 Підрахунок електричних навантажень ПТО і РЕО та споживачі підприємства

5.2 Розрахунок потужності силового трансформатора та вибір ТН

5.3 Перевірка захисних апаратів на спрацювання при струмах к.з.

5.4 Розробка обліку електричної енергії

5.5 Розрахунок втрат електричної енергії в мережі 0,38 кВ

5.6 Розробка заходів щодо економії енергоресурсів

## ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

6 Приладовий комплекс для проведення енергетичного аудиту

6.1 Відомості щодо детальної розробки

6.1.1 Основні поняття та засади при виконаннях енергетичного аудиту

6.1.2 Закони та нормативні документи для забезпечення енергетичного аудиту в Україні

6.1.3 Положення щодо організації енергетичного аудиту

6.1.4 Аналіз в потребі проведення енергетичного аудиту

6.1.5 Типи енергетичних аудитів та їх аналіз

6.1.6 Зміст енергоаудиторської діяльності

6.1.7 Рекомендації щодо проведення енергетичного аудиту систем електропостачання

6.1.8 Приладове обстеження під час проведення енергетичного аудиту

6.2 Енергоаудиторська діяльність

6.3 Проведення теоретичних досліджень

6.4 Приладовий комплекс для проведення енергетичного аудиту з комплектацією приладів на базі підприємства ТОВ «ТМ – Електробудсервіс» в ПТО і РЕО

6.5 Експериментальні дослідження

Висновки

ТЕХНІКО ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

7 ОХОРОНА ПРАЦІ

7.1 Перелік основних нормативних документів

7.2 Аудит стану безпеки праці на підприємстві ТОВ «ТМ-ЕЛЕКТРОБУДСЕРВІС»

7.3 Розробка комплексу питань щодо усунення та вирішення небезпечних виробничих факторів

7.4 Вибір індивідуальних засобів захисту

7.5 Розрахунок заземлюючого пристрою споживчої ТП 10/0.4 кВ

7.6 Блискавкозахист ПТО і РЕО

7.7 Пожежна безпека

8 ТЕХНІКО ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

8.1 Розрахунок затрат електротехнічної служби

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

ДОДАТКИ

НУБІП України

## ВСТУП

На сучасному етапі розвитку енергетики економія енергетичних ресурсів полягає важливе місце, адже вичерпуються запаси первинних

енергетичних ресурсів, а на ресурс для генерації електричної потужності останнім часом все більше зростає в ціні.

Енергоаудит дозволяє підвищити ефективність не лише заходів, спрямованих на зменшення витрат на енергоносії, а й тих, що пов'язані з

технічним обслуговуванням та контролем якості. Стабільна програма аудитів дає змогу тримати руку на пульсі змін у витратах на енергоносії,

доступності та надійності джерел енергії, обирати оптимальне співвідношення використовуваних типів енергії та ефективні технології збереження енергії, встановлювати необхідне обладнання тощо.

Загалом енергоаудит є засобом практичного втілення ідей енергозбереження, адже він пропонує реальні рішення, що враховують економічні й організаційні особливості підприємства та можуть бути реалізовані протягом конкретного проміжку часу.

Першочергова ціль енергоаудиту полягає в тому, аби визначити наявні енергетичні потоки на підприємстві та заходи для підвищення ефективності використання енергії. Останні оцінюються з точки зору необхідних інвестицій і досяжного економічного ефекту, отже, підприємства мають можливість одразу визначити період окупності інвестицій. Енергоаудит створює «бенчмарк», або ж відправну точку, відносно якої надалі буде оцінюватись енергоефективність підприємства, а також дає основу для більш ефективного використання енергії.

**Мета дослідження** – аудит стану експлуатації енергетичного обладнання на об'єкті проектування, заходи щодо енергоефективності, розробка приладового комплексу для проведення енергоаудиту.



### Подолання, які виносяться на захист:

- Аналіз стану експлуатації енергетичного обладнання на об'єкті проектування;

- Розробка питань організації діяльності енергетичної служби пункту технічного огляду та ремонту електрообладнання;

- Проектування ремонтно – обслуговуючої бази енергетичної служби;

- Розробка питань щодо енергопостачання та енергозбереження;

- Розробка приладового комплексу для проведення енергетичного аудиту;

- Охорона праці;

- Техніко – економічні показники;

- Висновки

ремонтно – обслуговуюча база енергетичної служби, виробниче та технологічне обладнання, звітність підприємства, програма енергозбереження

**Актуальність обраної теми** – Актуальність проведення енергетичного аудиту обумовлена тим, що основну частину собівартості продукції чи послуги складають витрати на його створення, в нашому випадку це витрати енергоспоживання. Тому необхідно контролювати, а також зменшувати ці витрати для підвищення енергоефективності підприємства.

**Предмет дослідження** – структура ПТО і РЕО, енергетичний аудит підприємства та прилади для створення приладового комплексу.

**Методи дослідження:** при розв'язанні поставлених задач застосовувались методи математичних досліджень, досліджень при проведенні обстежень енергетичного обладнання за допомогою приладів та їх програмного забезпечення.

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ ТА СИМВОЛІВ.  
ОДИНИЦІ ВИМІРЮВАННЯ**

**НУБІП України**

Умовні позначення:

$U$  – напруга;

$P$  – потужність;

**НУБІП України**

$I$  – сила електричного струму;

$L$  – довжина;

$S$  – площа;

$n$  – частота обертання;

$k$  – коефіцієнт запасу;

**НУБІП України**

$z$  – коефіцієнт нерівномірності електричного освітлення;

$E$  – нормована освітленість;

$T$  – час;

$W$  – річна кількість спожитої електричної енергії;

**НУБІП України**

$m$  – маса;

$R$  – активний опір;

$R_0$  – питомий опір;

$Q_{\text{заг}}$  – загальні затрати праці на рік;

**НУБІП України**

$M_{\text{річн}}$  – фонд річного робочого часу;

$H_p$  – коефіцієнт втрат робочого часу;

$T_{\text{р.ля}}$  – річні затрати праці;

$P_{\text{л}}$  – потужність лампи;

**НУБІП України**

$P_p$  – розрахункова потужність;

$U_{\text{н}}$  – номінальна напруга мережі;

$S_{\text{н}}$  – номінальна потужність ТП;

$k_{\text{н}}$  – коефіцієнт завантаження трансформатора;

**НУБІП України**

$\Delta P_{\text{кз}}$  – втрати короткого замикання;

$U_a$  – амортизаційні відрахування.

Скорочення:

ПЕР – первинні енергетичні ресурси;

АД – асинхронний електродвигун;

ЕА – енергетичний аудит;

ТОВ – товариство з обмеженою відповідальністю;

с.г. – сільське господарство;

ТО – технічне обслуговування;

ПР – поточний ремонт;

ПТО – пункт технічного обслуговування;

РЕО – ремонт енергетичного обладнання;

КТП – комплектна трансформаторна підстанція;

Символи:

= - постійний струм;

~ - змінний струм.

Одиниці вимірювання:

А; Ом, Ом/км; кВт·год; кВАр; люкс; В·м; Гц; Т; Аh; м; км; год; °С; мм;

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1 АНАЛІЗ СТАНУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНОГО  
ОБЛАДНАННЯ НА ОБ'ЄКТІ ПРОЕКТУВАННЯ

## 1.1 Загальні відомості про підприємство

Об'єкт проектування ТОВ «ТМ Електробудсервіс» територіально знаходиться в Бориспільському р-н Київської області. База підприємства знаходиться в м.Яготині, що розташоване в північно-східній частині частині Київської області. До найближчого залізничного сполучення близько 5 км.

Середня температура в районі проектування становить  $+7,6^{\circ}\text{C}$ . Пік найвищої температури припадає на середину серпня. Кліматичні умови в районі характеризуються вологим кліматом та останнім часом засушливим літом та частиною осені.

Саме підприємство було створено для обслуговування в районі, та сусідніх районах області електромереж та обслуговування електрообладнання. Також відбулось створення робочих місць та економічних та соціальних благ для робітників та керівництва підприємства.

Так, як підприємство пропонує обслуговування електрообладнання на виклик, то має в своєму складі наступний автопарк.

Таблиця 1.1 – Відомість про автопарк підприємства на 2021 рік.

Вид автотранспорту	Кількість, шт
Автомобілі:	21
- ГАЗ-66	6
- Газель	4
- КАМАЗ	2
- Mercedes-Bens	4
- Bob-cat	2
- Manitdu	1
- Автовишка, MAN	2
Трактори	10
- Lovol	4
- MTZ 82.1	2
- JCB	4

## 1.2 Аудит результатів діяльності та перспективи розвитку підприємства

Підприємство «ТМ – Електробудсервіс» виконує наступні послуги:

- Монтаж та проектування внутрішніх та зовнішніх електропроводок, підключення до мереж постачання, також монтаж та проектування електроосвітлення, електрообладнання та обліку.

- Проектування та монтаж зовнішніх та внутрішніх систем радіозв'язку, телеметрії, інформаційних мереж. Також розробляють автоматизовані системи для автоматизації технологічних процесів.

- проведення ТО та ПР, сервісними бригадами, з користувачами, що уклали угоди. Основними споживачами є. приватні підприємства сільського господарства, комунальні та приватні підприємства.

Таблиця 1.2 Проведені реконструкції повітряних ліній електропередачі до 1000 В

№ п/п	Види виконаних робіт	І.в.им. цього	в.т.ч. за кварталами				
			1	2	3	4	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Роботи з обслуговування	Км	76,62	14,7	22,22	23,2	16,5
1	Роботи з обслуговування	Шт	32	7	9	9	7
2	Встановлення опор, всього	Шт	233	17	64	62	90
2	Встановлення опор, всього	м <sup>3</sup>	69,9	5,	19	19	27
2.1	Заміна опор	Шт	223	14	62	61	86
2.1	Заміна опор	м <sup>3</sup>	67	5	19	18	26
2.2	Встановлення підкосів	шт	8	3	1		4
2.2	Встановлення підкосів	м <sup>3</sup>	3	1	0,3		1,2
2.3	Пернестановлення опор	шт	1		1		
2.3	Пернестановлення опор	м <sup>3</sup>	0,3		0,3		
2.4	Встановлення додаткових опор	Шт	1			1	
2.4	Встановлення додаткових опор	м <sup>3</sup>	0,3			0,3	
2.5	Ремонт опор	шт	35	8	15	7	5
2.6	Заміна траверс	шт	424	23	122	11	168
2.7	Установка дод. Траверс	шт	2			2	
2.8	Встановлення нових ізоляторів	шт	900	46	260	253	340
2.9	Протяжка проводу	км	19	2,5	7	6	4,5

3	Протяжка нового проводу	км	40	7	8,5	17	9
4	Встановлення кабельних муфт	шт	2	2			
5	Встановлення заземлення	шт	120	4	41	50	25
6	Встановлення відгалужень	км	7	0,62	2,49	2,6	1,4
7	Протяжка проводу СПП	км	2	0,65	0,2	0,5	0,6
8	Заміна проводу AsXsn	км	0.4	0,3	0,8	2	3

### 1.3 Аудит енергетичної та автоматичної частини технологічних процесів

Електропостачання ТОВ «ТМ – Електробудсервіс» здійснюється від Яготинської підстанції 35/10 кВ по лінії 10 кВ довжиною 24 км.

Високовольтні лінії, які живлять господарство, змонтовані на залізобетонних опорах і виконані проводами СПП-1 та СПП-2. Стан лінії задовільний.

На території господарства є 1 трансформаторна підстанція потужністю 250 кВА. Для захисту від перенапруг на підстанціях встановлені розрядники типу РВО та заземлююче обладнання.

Низьковольтні лінії 0,38 кВ виконані проводами марки СПП-4 на залізобетонних опорах. Середній проліт над опорами складає 40 м. Висота підвісу проводів відповідає вимогам ПУЕ. Заземлювачі виконані згідно ПУЕ і знаходяться в задовільному технічному стані.

Зовнішнє освітлення виконане світильниками ЖКУ 22У 100 431 IP 43.

Облік електроенергії в виробничих і комунальних приміщеннях ведеться лічильниками активної та реактивної енергії. Мережі 0,38 кВ виконані з глухо-заземленою нейтраллю. Нульовий провід силової і освітлювальної мережі виконаний проводом одного і того ж перерізу що і фазні.

Повторне заземлення на лінії 0,38 кВ виконане згідно вимог ПУЕ, відстань між заземлюючими пристроями не більше 100 м.

Блискавкозахист приміщень виконаний за допомогою стержневих блискавковідводів і блискавкоприймальної сітки.

Для керування захисту електроприводів використані автоматичні вимикачі, диференціальні автоматичні вимикачі, рубильники, пакетні перемикачі, запобіжники, пристрої УВТЗ, теплові реле та інші апарати

#### 1.4 Аудит стану експлуатації енергетичного обладнання

Стан електротехнічного обладнання підприємства знаходиться в задовільному стані. Для підтримування в такому стані на базі підприємства діє електротехнічна служба в кількості одного інженера електрика та в його підпорядкуванні електромонтери в кількості 4 осіб.

В ході аудиту електротехнічної служби виявлено, що електромонтерів не вистачає для обслуговування обладнання, що є на балансі підприємства

Також необхідно осучаснювати електротехнічне обладнання, електроінструменти та ручні інструменти для більш якісного виконання електротехнічних робіт.

#### 1.5 Аудит використання енергетичних ресурсів на підприємстві

Електропостачання ТОВ «ТМ – Електробудсервіс» здійснюється від Яготинського підстанції 35/10 кВ по лінії 10 кВ довжиною 24 км. Також використовується енергія рідкого палива роботи дизельних генераторів. Також на даху цеху змонтовані сонячні панелі та змонтована власна електростанція підприємства, яка генерує енергію для обслуговування лише одного приміщення, де знаходиться офіс підприємства.

#### 1.6 Вихідні дані для проектування

Після виконання аудиту звіту підприємства за 2020 рік маємо наступні дані, що будуть необхідні для наступних розрахунків:

Сумарна вартість обладнання ПТО і РЕО	71 078 грн
Сумарне річне споживання	527625 кВт·год

електроенергії	
Затрати на сплатення за електричну енергію	153 011 грн
Середньорічна кількість робітників	165 чол.
Середня собівартість умовного ремонту	112,3 грн

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України



## ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

# 2 РОЗРОБКА ПИТАНЬ ОРГАНІЗАЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТА ПРОЕКТУВАННЯ РЕМОНТНО-ОБСЛУГОВУЮЧОЇ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОЇ СЛУЖБИ

## 2.1 Розрахунок обсягу робіт з обслуговування енергетичного обладнання

В даній роботі будемо виконувати розрахунок обсягу робіт для обслуговування енергетичного обладнання, за методом використання умовних одиниць, провівши при цьому інвентаризацію.

Умови проведення розрахунку є : час року, тобто сезонність використання електрообладнання, особливості проектування та конструкцій, час роботи протягом доби.

Розрахунки будуть проводитись окремо по всіх приміщеннях підприємства, як виробничих так і офісних та обслуговуючих, при цьому це має відповідати структурі побудови журналу для обліку електрообладнання.

Також, для переведення обладнання в умовну одиницю необхідно використовувати каталожні коефіцієнти.

Кінцеві результати будуть занесені у додаток А-В.

## 2.2 Вибір форми експлуатації енергетичного обладнання

Форми експлуатації енергетичного обладнання мають три розподілення, що в основному залежать від:

- Територіального розміщення об'єкту;
- Енергозалежності господарства;
- Укомплектування висококваліфікованими кадрами;

Наявності необхідного якісного електрообладнання та тех.засобів.

Форми експлуатації енергетичного обладнання:

1. Індивідуальна (господарська) – філософія цієї форми полягає в

тому, що все необхідне обслуговування електротехнічного обладнання виконує діюча на підприємстві енергетична служба і лише для виконання капітального ремонту або виконання замірів та налагоджувальних робіт

обладнання можливе залучення іншої сервісної компанії, що має для того обладнання та кваліфікованих робітників. Ця форма діє для господарств з обсягом робіт з обслуговування електрообладнання – в понад 800 у.о.

2. Змішана форма полягає в передачі деяких робіт з обслуговування електротехнічного обладнання за умови договору на іншу компанію.

Така форма підходить для господарств, що мають обсяг робіт від 300 до 800 умовних одиниць.

3. Комплексна форма обслуговування електрообладнання полягає в тому, що повністю обсяг робіт з обслуговування передається за умовами договору на іншу організацію і така форма діє в господарствах до 300 у.о.

Згідно аналізу обсяги робіт з обслуговування електричного обладнання в господарстві ТОВ «ГМ-Електробудсервіс» становлять на рівні 803,4 умовних одиниць. Тому, ми відносимо господарство до індивідуальної форми експлуатації електрообладнання, тому що:

- Господарство має свою енергослужбу з кваліфікованим персоналом.
- Наявність необхідної технічної бази з необхідним електрообладнанням.

### **2.3 Розрахунок річних затрат праці на виконання технічного обслуговування і поточного ремонту енергетичного обладнання.**

Будемо проводити аналіз використовуючи дані нормативних значень періодичності ТО ІПР та трудомісткості тех. обслуговування і поточного ремонту електрообладнання.

Також будемо враховувати наступні фактори:

- Сезонність роботи електрообладнання;
- Для електродвигунів – періодичність роботи протягом доби
- Трудомісткість за часом сезону, що може змінюватись відносно сезону на 15%.

Розрахунок річних затрат праці виконуємо в наступному порядку:

$$Q_{\text{ТО}} = n_1 \cdot q_1 \cdot m_1 + n_2 \cdot q_2 \cdot m_2 \dots n_n \cdot q_n \cdot m_n \quad (2.1)$$

$$Q_{\text{ПР}} = n_1 \cdot q'_1 \cdot m'_1 + n_2 \cdot q'_2 \cdot m'_2 \dots n_n \cdot q'_n \cdot m'_n \quad (2.2)$$

В формулах відображаються нормативна трудомісткість ТО і ПР для вибраного виду обладнання.

Після чого розраховуємо загальні значення річних затрат, що відносяться на виконання ТО і ПР обслуговування енергетичного обладнання, для визначення кількості персоналу в енергослужбі.

$$Q_{\text{заг}} = Q_{\text{ТО}} + Q_{\text{ПР}} \quad (2.3)$$

#### 2.4 Визначення загального числа електромонтерів та персоналу

інших підрозділів енергетичної служби підприємства.

Раніше в ході аудиту роботи енергослужби підприємства та занесено в попередні підрозділи роботи інформацію про те, що використовується

договірна система господарств з обслуговування. Необхідну кількість

електромонтерів визначаємо з обсягу робіт по обслуговуванню

енергетичного обладнання господарства в у.о.

Визначаємо необхідну загальну кількість електромонтерів енергетичної служби:

$$N_{\text{заг.монт}} = A_{\text{заг}} / 100, \quad (2.4)$$

$A_{\text{заг}}$  – загальний об'єм робіт обслуговування в у.о.

100 – нормоване річне навантаження на електромонтера в у.о.

$$N_{\text{заг.монт}} = 803,4 / 100 = 8,03.$$

В ході розрахунку визначаємо що для обслуговування підприємства необхідно 8 електромонтерів

Визначаємо загальну кількість електромонтерів для загальної групи

експлуатації енергообладнання ТО і ПР за формулою:

$$N_{\text{монт.заг}} = N_{\text{ел.м.черг}} + N_{\text{ел.м.рем}} \quad (2.5)$$

Після чого розраховуємо необхідну кількість електромонтерів з групи обслуговування ТО і ПР ел.обладнання.

$$N_{\text{ел.ем.рем}} = Q_{\text{заг}} / M_{\text{річн}} \quad (2.6)$$

Де,  $Q_{\text{заг}}$  – загальні затрати праці на виконання ТО і ПР ел.обладнання в

люд.год;

$M_{\text{річн}}$  – нормований річний робочий час електромонтера, год.

Робочий час електромонтера визначається за формулою:

$$M_{\text{річн}} = (d_{\text{кал}} - d_{\text{вих}} - d_{\text{свят}} - d_{\text{відп}}) \cdot t \cdot N_p - n \cdot d, \quad (2.7)$$

де,  $t$  – нормована тривалість робочого дня, 6,83 при робочому шестиденному тижні;

$N_p$  – коефіцієнт втрати робочого часу, 0,95;

$n$  – передсвятковий день, 1.

Тоді маємо:

$$M_{\text{річн}} = (365 - 52 - 7 - 21) \cdot 6,83 \cdot 0,95 - 7 \cdot 1 = 1842,3 \text{ год}$$

Після чого визначимо кількість монтерів.

$$N_{\text{ел.ем.рем}} = 7786 / 1842,3 = 4,$$

Визначасмо, що необхідно 4 електромонтери в групу.

Після чого визначасмо чисельність електромонтерів в групі експлуатації за формулою:

$$N_{\text{монт.заг}} = N_{\text{ел.м.черг}} + N_{\text{ел.ем.рем}} = 8 - 4 = 4$$

Головні обов'язки електромонтерів групи експлуатації полягають в:

- Виконанні щоденного ТО;
- Нагляд та підтримка енергообладнання в робочому стані;
- Вирішення нагальних проблем та ремонт дрібних несправностей.

## 2.5 Розрахунок чисельності електромонтерів енергетичної служби за системою ПЗР і ТО.

Розрахуємо необхідну кількість monterів що зайняті для виконання планових робіт та електромонтерів що перебувають в оперативній службі реагування за формулою:

$$N_{\text{заг}} = N_{\text{пл.}} + N_{\text{опер}} \quad (2.8)$$

Визначимо необхідну кількість електромонтерів для виконання планових робіт на підприємстві за формулою:

$$N_{\text{пл.}} = \frac{1,05 \cdot k \cdot T_{\text{р.пл.}} - T_{\text{р.пл.опер}}}{M_{\text{річн}}} \quad (2.9)$$

$T_{\text{р.пл}}$  – річні затрати праці на виконання планових робіт з обслуговування енергообладнання;

$T_{\text{р.пл.опер}}$  – затрати праці, що виконують електромонтери оперативної служби;

$k$  – додаткові затрати часу для доїзду на місце виконання робіт, 1,08;

Визначимо затрати праці на виконання планових робіт з обслуговування енергообладнання за формулою:

$$T_{\text{р.пл.опер}} = T_{\text{р.опер}} - T_{\text{р.опер.суміщ}} \quad (2.10)$$

$$T_{\text{р.пл.зміщ}} = T_{\text{р.опер.}} \cdot N_{\text{ел.дв.}} \quad (2.11)$$

де,  $T_{\text{р.опер.суміщ}}$  – затрати часу в разі суміщення робочого з виконанням планових робіт.

$$T_{\text{р.опер.суміщ}} = 3.09 \text{ люд.год до 5 км виїзду.}$$

Визначаємо:

$$T_{\text{р.опер.суміщ}} = 3.09 \cdot 419 = 1295 \text{ люд. год}$$

Кількість електродвигунів визначена з таблиці (4).

$T_{\text{р.опер}}$  – визначаємо з таблиці (4) в залежності до кількості електродвигунів та відстані ел.обладнання від ПТО і РЕО.

Приймаємо в кількості  $T_{\text{р.опер}} = 2086 \text{ люд.год.}$

Після чого визначаємо річні планові затрати праці на виконання монтерами оперативної електрослужби за формулою:

$$T_{р.пл.опер} = 2086 - 1294 = 792 \text{ люд. год.}$$

Тоді визначаємо кількість електромонтерів для виконання планових робіт на підприємстві за формулою:

$$N_{пл} = \frac{1,05 \cdot 1,08 \cdot 7786 - 792}{1842,3} = 4,36.$$

Визначаємо що, в цю групу необхідно 4 електромонтери.

Визначаємо чисельність електромонтерів в оперативну службу(чергових) за формулою:

$$N_{опер} = \frac{T_{р.опер}}{M_{р.гн}} = \frac{2086}{1842,3} = 1,14$$

Визначаємо що для роботи в оперативній службі необхідний 1 черговий електромонтер.

Визначаємо загальну кількість електромонтерів:  $N_{зар} = 4 + 1 = 5$  робочих.

### 2.6 Формування структури енергетичної служби

Рис 2.1- Структурна схема організації електротехнічної служби підприємства

Керівник енергетичної служби підприємства, інженер-енергетик		
Черговий електромонтер, 1 монтер	Електромонтер-планові ремонтники, 4 монтери. (бригади по 2 людини)	Електрослюсарі, 2 монтери

Зображено підрозділи та їх чисельність. Також зв'язок між цими підрозділами та їх функції і обов'язки

### 2.7 Складання графіків ТО і ПР енергетичного обладнання виробничих об'єктів

Згідно «Правил технічної експлуатації» визначається, що на всіх зареєстрованих підприємствах має діяти система технічного обслуговування та ремонту електричного обладнання, що має забезпечити безпеку праці монтерам та робочим підприємства.

Перед початком наступного робочого року відповідальним енергетичної служби підприємства встановлюється річний план на обсяги, графіки планових ремонтів та технічного обслуговування, які затверджуються керівником енергетичної служби.

Також встановлюються терміни ТО і ПР, за чинними нормами та рекомендаціями заводів та фабрик виробників. Але в разі незадовільного стану електрообладнання та електричних апаратів періодичність ТО та тривалість ремонту може змінюватись, але це має бути технічно обгрунтованим та підкріплено необхідними документами.

На підприємстві діють основні документи, згідно яких регламентується ТО і ПР електрообладнання:

1. Річний графік проведення поточних ремонтів;
2. Поквартальний графік проведення технічного обслуговування.

Також можливе складання зведеного графіку проведення ТО і ПР протягом всього календарного року. Або ж складання такого графіка для окремих приміщень для виконання ТО і ПР розміщеного в ньому електрообладнання.

Рекомендації для більш якісної розробки заходів обслуговування енергообладнання підприємства:

- Поточний ремонт електрообладнання можна поєднувати разом з ремонтом електричних машин або механізмів. ТО і ПР можна проводити разом з перевіркою технологічного обладнання;

- Ремонт або реконструкція зовнішніх електричних ліній та електропроводок проводити в літній період року;

- Планування сезонних ТО і ПР для обладнання що використовується тільки в сезон.

- ТО і ПР спец. Призначення слід проводити згідно рекомендації заводів та фабрик виробників;  
 - Також використовувати доцільні коефіцієнти при плануванні сезонних та змінних ТО і ПР.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

**3 ПРОЕКТУВАННЯ РЕМОЙТНО – ОБСЛУГОВУЮЧОЇ БАЗИ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СЛУЖБИ**  
 НУБІП України



### **3.1 Аналіз існуючої ремонтно – обслуговуючої бази енергетичної служби**

Раніше при проведенні аудиту енергетичної служби підприємства та в подальшому відображенні його в пояснювальну записку було виявлено

наступні недоліки:

1. Ремонтно – обслуговуюча база не зовсім відповідає сучасним нормам.
2. Підприємство не повністю укомплектоване персоналом та не проводить повторне навчання для робітників.
3. Відчувається нестача запасних частин , щоб в терміновому порядку відремонтувати несправне обладнання
4. Також, важливим недоліком є неорганізована логістика підприємства.

При всіх цих недоліках підприємство не може вийти на оптимальні виробничі можливості. При неправильному встановленні та налаштуванні енергообладнання зменшується фактичний строк служби, гарантований заводом-виробником.

При цьому, це призводить до додаткових затрат, для замовників підприємства.

Головною метою розробки даного розділу проекту є підвищення ефективності ремонтно – обслуговуючої бази енергослужби.

### **3.2 Обґрунтування та вибір проекту пункту технічного обслуговування і ремонту енергетичного обладнання (ПТО і РЕО)**

Науково-проектно дослідні інститути розробляють проекти та бази пунктів для технічного обслуговування електричного обладнання, деякі з них закріплюються за підприємствами як базові(типові) проекти.

Згідно підприємства ТОВ «ТМ-Електробудсервіс» затарти праці на виконання ТО і ПР дорівнюють 7786 люд.год на рік. Також, ми аналізуємо,

що підприємство має шлях до розвитку тому приймаємо за типовий проект  
ТП 816-1-19 «Пункт технічного обслуговування і ремонту енергообладнання  
на 4200 умовних одиниць на рік»

Згідно цього пункту типового проекту можливе проведення ТО і ПР

для всіх видів електричного обладнання, ремонт виникаючих пошкоджень на  
обслуговуючих об'єктах, та створення нових об'єктів або реконструкція  
діючих згідно договірних відносин з замовниками.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

**ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА**

## 4 РОЗРАХУНОК І ВИБІР СИЛОВОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ, ЕЛЕКТРИЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ ТА СИЛОВОЇ І ОСВІТЛЮВАЛЬНОЇ ЕЛЕКТРОПРОВОДКИ

### 4.1 Перевірка основних параметрів електродвигунів приводу технологічного обладнання

Так, як на підприємстві все електрообладнання ПТО і РЕО надходить з комплектацією електродвигунами, то доцільно буде в дипломному проекті виконати перевірку електродвигунів за :

- Потужністю;
- Електричною модифікацією;
- Частотою обертання;
- Електричною модифікацією;
- Способом монтажу та конструктивним виконанням;
- За часом пуску на відповідність до умов зовнішнього середовища.

Вихідні дані і: приймається середня швидкість фільтрації повітря для забезпечення надійного провітрювання приміщення  $\omega_{\phi} = 1,7$  м/с у відповідно питому продуктивності установки  $q_{\gamma} = 1,4$  т/год.



Рис 4.1 – Загальний вигляд вентилятора

За графіком (рис. 4.2) знаходимо, що при  $\omega_{\phi} = 1,7$  м/с аеродинамічний опір не завантаженої повітродозвідальної решітки рівний  $\Delta P = 1050$  Па.

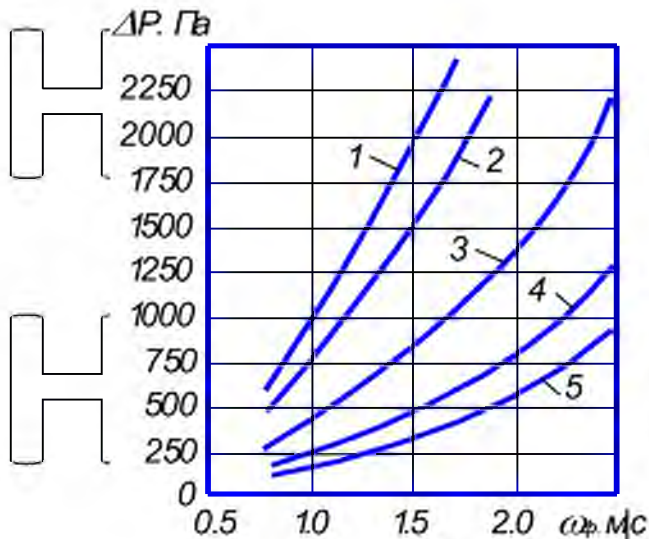


Рис. 4.2. Аеродинамічний опір повторозподільної решітки

1 – 0,8; 2 – 1,0; 3 – 1,2; 4 – 1,4; 5 – 1,9 мм

Визначаємо опір не завантаженого аерожолоба

$$H_{ж} = (1,1 \dots 1,2) H_p = 1,15 \cdot 1050 = 1200 \text{ Па.} \quad (4.1)$$

За аеродинамічною характеристикою вентилятора СВМ-5М знаходимо

, що при  $H_{ж} = 1170$  Па подача вентилятора складає  $q_v = 3,2 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Визначаємо потужність вентилятора

$$P_v = \frac{q_v H_{ж}}{\eta_v} 10^{-3}, \quad (4.2)$$

де  $P_v$  – напір вентилятора,  $P_v = 1200$  Па,  $\eta_v$  – ККД вентилятора,  $\eta_v = 0,5 \dots 0,8$ .

$$P_R = \frac{3,2 \cdot 1200}{0,8} 10^{-3} = 4,8 \text{ кВт.}$$

Визначаємо розрахункову потужність ел. двигуна.

$$P_{розр} = K_3 \frac{P_v}{\eta_v}, \quad (4.3)$$

де  $K_3$  – коефіцієнт запасу,  $K_3 = 1,25$ ;  $\eta_v$  – ККД механічного передавального пристрою,  $\eta_v = 1,0$

$$P_{розр} = 1,25 \frac{4,8}{1} = 6,0 \text{ кВт.}$$

Для подачі повітря вибрано вентилятор типу СВМ-5М. Технічна характеристика вентилятора та приводного електродвигуна наведені в табл.

4.1 та 4.2

Таблиця 4.1 Технічна характеристика вентилятора.

Марка	Частота обертання, об/хв.	Подача повітря, м <sup>3</sup> /с	Напір, Па	Потужність електродвигуна, кВт
СВМ-5М	2900	1,8...3,9	1700...700	7,5

Таблиця 4.2 Технічна характеристика електродвигуна

Тип двигуна	P <sub>н</sub> , кВт	n <sub>н</sub> , об/хв.	I <sub>н</sub> , А	ККД, %	cosφ <sub>н</sub>	U <sub>н</sub> , В	I <sub>н</sub> , А	U <sub>н</sub> , В	U <sub>н</sub> , В	U <sub>н</sub> , В	J <sub>рот</sub> , кг·м <sup>2</sup>	Маса, кг
АИР112М2У3	7,5	2900	14,8	88	0,88	2,0	1,6	2,2	7,5	0,01	49	

Проводимо перевірку вибраного електропривода.

Для побудови механічної характеристики машини визначаємо момент статичних опорів за номінальної швидкості обертання:

$$M_{с.м} = P_n / \omega_n, \quad (4.4)$$

$$\omega_n = \frac{\pi n}{30} = \frac{3.14 \cdot 2900}{30} = 303.7, c^{-1}$$

$$M_{с.м} = \frac{5.838 \cdot 10^3}{303.7} = 19.22, Нм$$

Визначаємо момент опорів тертя в рухомих частинах машини за формулою:

$$M_0 = 0,1 \cdot M_{с.н} = 0,1 \cdot 19,22 = 1,92, Н\cdot м.$$

Механічну характеристику розраховуємо за формулою:

$$M_c = M_0 + (M_{с.м} - M_0) \left( \frac{\omega}{\omega_0} \right)^x \quad (4.5)$$

$$M_c = 1.92 + (19.22 - 1.92) \left( \frac{\omega}{303.7} \right)^2$$

де  $M_0$  – момент опорів тертя рухомих частин, Н·м;

$M_{сн}$  – момент статичних опорів при номінальній швидкості обертання машини, Н·м;

$\omega$  – кутова швидкість обертання,  $c^{-1}$ ;

$\omega_n$  – номінальна кутова швидкість обертання,  $c^{-1}$ ;

$x$  – показник степеня,  $x = 2$  (для вентилятора).

Згідно з вимогами технологічного процесу приймаємо режим роботи робочої машини тривалий – S1.

Навантаження машини постійне, а отже навантажувальна діаграма представляє собою пряму лінію. Навантажувальна діаграма робочої машини приведена на рис. 4.4.

Таблиця 4.3 Механічна характеристика робочої машини

$\omega, c^{-1}$	0	10	50	100	150	200	250	300	303,7	364
$M_c, H \cdot m$	1,92	1,94	2,39	3,79	6,14	9,41	13,63	18,78	24,87	26,74

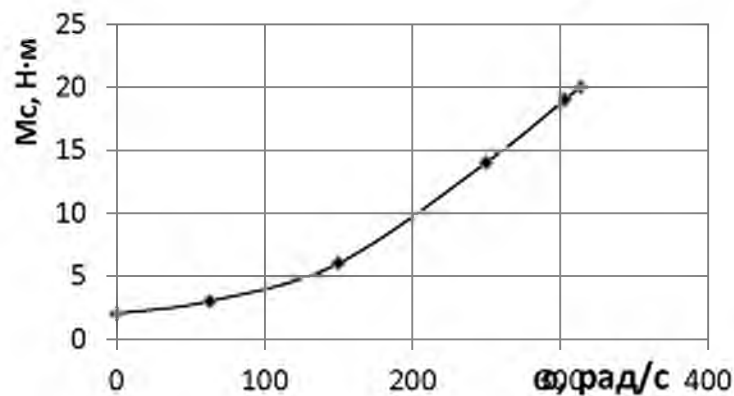


Рисунок 4.3 - Механічна характеристика робочої машини

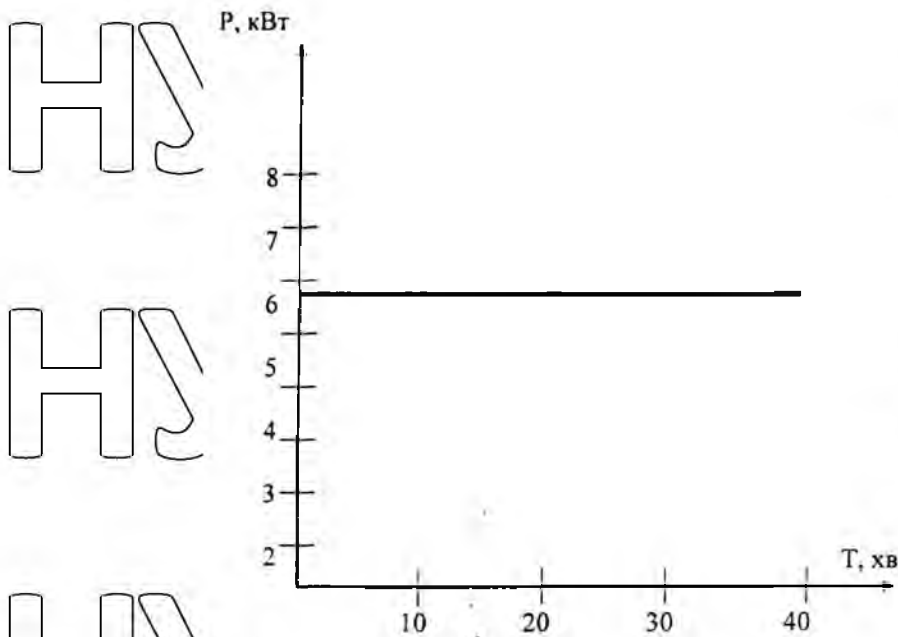


Рисунок 4.4 Навантажувальна діаграма робочої машини

Розрахунок моменту інерції:

Для нормальної роботи електродвигуна повинна виконуватись

така умова:

$$I_{зв} < I_{max}$$

(4.6)

де  $I_{зв}$  – зведений розрахунковий момент інерції,  $кг \cdot м^2$ .

$$I_{зв} = I_p + I_{рм},$$

(4.7)

де  $I_p$  – момент інерції ротора двигуна,  $кг \cdot м^2$ ;

$I_{max}$  – гранично- допустимий момент інерції,  $кг \cdot м^2$ ;

$$I_{max} = 1,00 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

$$I_{рм} = \frac{m \cdot r^2}{2},$$

(4.8)

$$m = v \cdot s; v = s \cdot l; s = \frac{\pi D^2}{4}; D = 0,95;$$

(4.9)

де  $m$  – маса вентилятора,  $кг$ ;

$r$  – радіус вентилятора,  $м$ ;

$S$  – площа вентилятора,  $\text{м}^2$ ;

$l$  – товщина,  $\text{м}$ ;

$l = 0,001\text{м}$ ;  $D$  – діаметр вентилятора,  $\text{м}$ .

$$D = 0,95 \cdot 0,96 = 0,912 \text{ м.}$$

$$S = \frac{\pi \cdot 0,912^2}{4} = 0,653 \text{ м.}$$

$$V = 0,653 \cdot 0,001 = 0,653 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3;$$

$$m = 0,653 \cdot 10^{-3} \cdot 7,8 \cdot 10^3 = 5,1 \text{ кг};$$

$$r = 0,46 \text{ м.}$$

$$I_{p.m} = \frac{5,1 \cdot 0,456^2}{2} = 0,53 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

$$I_{зв} = 0,53 + 0,01 = 0,54 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Згідно розрахунків умова  $I_{зв} < I_{\max}$  виконується.

Розрахунок механічної характеристики проводимо виходячи з

каталожних даних:

$$n_n = 2900 \text{ об/хв}; \mu_m = 2,0; \mu_{\min} = 1,6; \mu_k = 2,2.$$

Формула для розрахунку механічної характеристики ел.двигуна:

$$M_{дв} = \frac{M_k(2+q)}{\frac{S}{Sk} + \frac{Sk}{S} + q} \quad (4.10)$$

де  $M_k$  – критичний момент,  $\text{Н} \cdot \text{м}$ ;

$$M_k = \mu_k \cdot M_n \cdot дв; \quad (4.11)$$

де  $M_n$  – номінальний момент ел.двигуна,  $\text{Н} \cdot \text{м}$ ;

$$M_n.дв = \frac{P_n \cdot \partial \vartheta}{\omega}; \quad (4.12)$$



$\omega_H$  – номінальне значення кутової швидкості,  $\text{с}^{-1}$ ;

$$\omega_H = \frac{\pi n_m}{30}; \quad (4.13)$$

$S_k$  – критичне ковзання;

$$S_k = \frac{S_n + \sqrt{S_n * \frac{\mu_k - 1}{\mu_1 - 1}}}{1 + \sqrt{S_n * \frac{\mu_k - 1}{\mu_1 - 1}}}; \quad (4.14)$$

$S_H$  – номінальне ковзання;

$$S_n = \frac{\omega_0 - \omega_n}{\omega_n} = \frac{n_0 - n_n}{n_0}; \quad (4.15)$$

Тоді:  $S_k = 0,39$ ,  $S_n = 0,034$ ,  $\mu_1 = \frac{\mu_k}{\mu_n} = 1,09$

де  $\mu_k$  – кратність критичного моменту;

$\mu_n$  – кратність пускового моменту.

Таблиця 4.4 Параметри механічної характеристики електродвигуна.

$S_H$	$S_k$	$M_H, \text{Н}\cdot\text{м}$	$M_{\min}, \text{Н}\cdot\text{м}$	$M_n, \text{Н}\cdot\text{м}$	$M_k, \text{Н}\cdot\text{м}$	$\eta$
0,03	0,39	24,79	39,52	49,4	54,33	0,85

Таблиця 4.5 - Дані для побудови механічної характеристики електродвигуна

$S, \text{в.о.}$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
$\omega, \text{рад/с}$	314	251,2	188,4	125,6	62,8	0
$M, \text{Н}\cdot\text{м}$	0	51,83	54,34	53,29	51,46	49,4

Будуємо характеристику механічну електродвигуна та характеристику робочої машини, а потім динамічну характеристику. Спочатку будуємо за 5 точками природну механічну характеристику.

- 1)  $S = 0, M = 0.$
- 2)  $S = S_H, M = M_H.$
- 3)  $S = S_K, M = M_K.$
- 4)  $S = S_{\min} = 0,8; M = \mu_{\min} \cdot M_H.$
- 5)  $S = 1, M = \mu_{\text{вуск.}} \cdot M_H.$

Друга механічна характеристика двигуна враховує відхилення напруги

$$\Delta U = -5\%: \quad M_{\text{дв}} = 0,95^2 \cdot M_{\text{зв}}$$

Третя механічна характеристика:

$$M_K = -10\%, M_K'' = 0,9 \cdot M_K, M_{\min} = -20\%, M_{\min}'' = 0,8 \cdot M_{\min}, M_{\text{вуск.}} = -15\%, \\ M_{\text{вуск.}}'' = 0,85 \cdot M_{\text{вуск.}}$$

Динамічна характеристика будується як різниця між третьою мех.

Характеристикою двигуна і робочої машини:

$$M_I = M'' - M_C \quad (4.16)$$

Таблиця 4.6 - Результати розрахунків механічної характеристики електродвигуна

	$M=0$	$M_H$	$M_K$	$M_{\min}$	$M_{\text{п}}$
$S, \text{ в.о.}$	0	0,034	0,395	0,8	1,0
$M, \text{ Н}\cdot\text{м}$	0	24,7	54,33	39,52	49,34
$M'', \text{ Н}\cdot\text{м}$	0	22,3	49,04	35,7	44,5
$M''', \text{ Н}\cdot\text{м}$	0	22,3	44,14	28,56	37,83

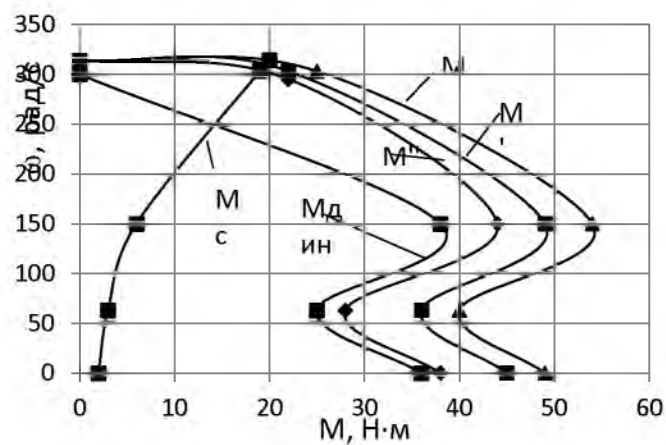


Рис. 4.5. Механічна характеристика електропривода вентилятора СВМ-5М

Приріст часу визначаємо за формулою:

$$\Delta t_i = \frac{I \cdot \Delta \omega_i}{M_{Ji}} \quad (4.17)$$

Час пуску розраховуємо :

$$T_n = \sum_{i=1}^n \Delta t_i; I_{3B} = 0,54 \text{ кг}\cdot\text{м}^2; t_n = 7,92 \text{ с.}$$

Підрахунок проводимо в табличній формі (табл.4,7)

Таблиця 4.7 – Результати розрахунків часу пуску електродвигуна

I	$\Delta \omega_i$ , рад/с	$M_{Ji}$ , Н·м	$\Delta t_i$ , с
1	50	31	0,87
2	50	29	0,33
3	50	36	0,75
4	50	33	0,82
5	50	21	1,29
6	50	7	3,86

Тоді маємо, що:

$$T_n = 7,92 \text{ с.}$$

#### 4.2 Розрахунок електричного освітлення

При проектуванні будемо використовувати для освітлення виробничих та побутових приміщень ПТО і РЕО світильники зі світлодіодними лампами.

Для проектування виробничих приміщень з висотою 4.5 м та допоміжних приміщень будемо використовувати світильники зі світлодіодними лампами.

В деяких приміщеннях, додатково будемо проектувати світильники зі люмінесцентними лампами для направленої світловіддачі.

Тому, проведемо розрахунок електричного освітлення методом світлового потоку. Сам метод використовується при розрахунку загальної рівномірної горизонтальної поверхні закритого приміщення де складується електрообладнання.

Формула для розрахунку світлового потоку лампи:

$$\Phi = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot z}{N \cdot n} \quad (4.18)$$

Де  $\Phi$  – розрахунковий світловий потік лампи, лм;

$E$  – норма освітленості, лк;

$S$  – площа розрахункового приміщення;

$z$  – коефіцієнт нерівномірності освітлення, приймаємо  $z = 1,15$ ;

$k$  – коефіцієнт запасу, для світлодіодних ламп  $k = 1,125$ ;

$N$  – загальна кількість світильників, шт,

$n$  – коефіцієнт використання світлового потоку.

Норма по освітленню для приміщень галузевого спрямування а саме складу має відповідати нормі в  $E = 30$  лк.

Також вибираємо для встановлення в складі світильники марки .... , який за характеристикою є підвісним прямого світла та має бути повністю пилезахищеним.

Знаходимо відстань між сусідніми світильниками за формулою:

$$L = \lambda \cdot H_p, \text{ м}; \quad (4.19)$$

де  $\lambda$  – найвигідніша відносна відстань між світильниками;

$H_p$  – розрахункова висота підвісу, м.

Величину  $\lambda$  вибираємо за умовою:

$$\lambda_c \leq \lambda \leq \lambda_e,$$

де  $\lambda_c$  та  $\lambda_e$  – відповідно світлотехнічна і економічна відстань.

Приймаємо  $\lambda=1,5$  для кривої сили світла Д – косинусної.

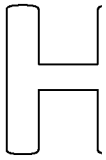
$$H_p = H - h_c - h_p, \text{ м}; \quad (4.20)$$

де  $H$  – висота приміщення, м;  $H=4,5$  м;  $h_c$  – відстань від стелі до світлового центру м;  $h_p$  – рівень робочої поверхні над підлогою, м

$$H_p = 4,5 - 0,5 - 0,3 = 4 \text{ м}$$

$$L = 1,5 \cdot 4 = 6 \text{ м}$$

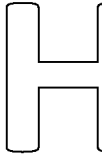
При довжині  $A=14$  м, та ширині  $B=13$  м, кількість рядів становить :



$$n_a = \frac{A}{L}, \text{ шт.}, \quad (4.21)$$

$$n_a = \frac{14}{6} = 2 \text{ шт.}$$

світильників в ряду

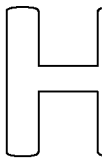


$$n_b = \frac{B}{L}, \text{ шт.}; \quad (4.22)$$

$$n_b = \frac{13}{6} = 2 \text{ шт.}$$

Приймаємо 2 ряди світильників.

Отже, загальна кількість світильників рівна:

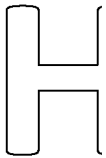


$$N = n_a \cdot n_b, \text{ шт.}; \quad (4.23)$$

$$N = 2 \cdot 2 = 4 \text{ шт.}$$

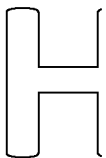
Визначаємо відстань від світильників за формулою:

$$l = 0.5 \cdot L = 0.5 \cdot 6 = 3 \text{ м.}$$



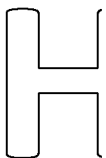
Коефіцієнт використання світлового потоку залежить від коефіцієнтів відображення стелі –  $\rho_{cm}$ , стін –  $\rho_c$ , робочої поверхні –  $\rho_p$ , індикації приміщення –  $i$ .

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p \cdot (A + B)}; \quad (4.24)$$



$$i = \frac{14 \cdot 13}{4 \cdot (14 + 13)} = 1,7$$

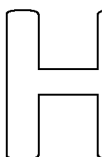
Згідно з каталожних даних світильник типу НСП-21У-100 з



косинусною силою світла типу Д при  $\rho_n=50\%$ ,  $\rho_c=30\%$ ,  $\rho_p=10\%$  та  $i=1,7$  коефіцієнт використання світлового потоку рівний:  $\eta=0,64$ .

Тепер розрахуємо світловий потік лампи:

$$\Phi = \frac{14 \cdot 13 \cdot 30 \cdot 1,125 \cdot 1,1}{4 \cdot 0,6} = 2715 \text{ лм.}$$



Найближча світлодіодна лампа ELECTRUM PAR 24W E27 4000K яка має світловий потік  $\Phi=2800$  Лм.

Фактична освітленість:

$$E_{\phi} = E \cdot \frac{\Phi_{\text{л}}}{\Phi} = 30 \cdot \frac{2800}{2715} = 30,9 \text{ Лк}$$

Лк.

Відхилення фактичної освітленості від нормованої

$$\Delta E = \frac{E_{\phi} - E}{E} \cdot 100\% = \frac{30,9 - 30}{30} \cdot 100\% = \pm 3\%, \quad (4.25),$$

Що задовольняє допустиме відхилення від - 10% до +20%.

### 4.3 Вибір апаратів керування і захисту та низьковольтних

#### комплектних пристроїв керування

Вибираємо автоматичний вимикач за умовами:

$$U_{\text{авт.в.н}} \geq U_{\text{мережі}}; \quad (4.26)$$

$$I_{\text{авт.в.н.}} \geq I_{\text{двигун}}; \quad (4.27)$$

$$I_{\text{н.т.р.}} \geq I_{\text{н.дв}}; \quad (4.28)$$

$$I_{\text{відс}} \geq K_z K_{\text{ру}} K_{\text{рс}} K_i K_{\text{н.дв}} \quad (4.29)$$

де,  $K_z$  - коефіцієнт запасу, 1,1;

$K_{\text{ру}}$  - коефіцієнт розкиду уставки розчіплювача, 1,25;

$K_{\text{рс}}$  - коефіцієнт допустимих відхилень при пускових струмах, 1,2;

$K_i$  - кратність струму, 6.

$$380 \geq 380 \text{ В}$$

$$32 \geq 14,8 \text{ А}$$

$$15 \geq 14,8 \text{ А}$$

$$125 \geq 105,9 \text{ А}$$

Згідно порівнянь всі умови виконуються тому вибираємо автоматичний вимикач ВА 47-60М 3Р 32А 6 кА D IЕК

Вибираємо електромагнітний пускач за умовами:

$$U_{\text{н.м.п}} = 380 \text{ В} \geq U_{\text{мережі}} = 380 \text{ В}; \quad (4.30)$$

$$I_{\text{н.м.п}} = 32 \text{ А} \geq I_{\text{н.двигун}} = 14,8 \text{ А}; \quad (4.31)$$

$$I_{\text{н.т.р.}} = 18 \text{ А} \geq I_{\text{н.дв}} = 14,8 \text{ А}; \quad (4.32)$$

$$U_{\text{кот}} = 220 \text{ В} = U_{\text{кола.кер}} = 220 \text{ В} \quad (4.33)$$

Згідно порівнянь всі умови виконуються тому вибираємо електромагнітний пускач: КМИ -22510 32 А 220 В ІЕК

Вибираємо провoda та кабеля за умовою:

$$I_{\text{доп}} = I_{\text{максроб}}; \quad (4.34)$$

Згідно порівнянь умова виконується тому вибираємо для підключення електродвигуна кабель типу: ВВГнг 4 х 2,5.

#### 4.4 Розрахунок потреби та вибір спеціалізованих пересувних технічних засобів

Електролабораторія є надважливим елементом в логістичні побудові підприємства, адже по території є можливість оперативно вирішувати налаштування, а також надавати послуги для споживачів.

Електроналагоджувальна лабораторія призначена для:

- Налагоджувальний робіт;
- Монтажних робіт;
- Випробувальних робіт;
- Пуску обладнання та профілактичних випробовувань;

- Обслуговування приватних та комунальних споживачів електроенергії



Рисунок 4.6 – Зовнішній вигляд електролабораторії ПТО і РЕС

Основні роботи, що можливо виконувати дистанційно завдяки електролабораторії:

1. Вимірювання сили струму та напруги;
2. Виконувати перевірку температурного режиму електричного обладнання;
3. Виконувати калібровку плавкої вставки та налагодження теплового реле;

реле;

4. Налаштування та перевірку пуско-захисної апаратури;
5. Вимірювання рівня освітленості;
6. Вимірювання опору ізоляції електричного обладнання;
7. Вимірювання опору заземлюючого пристрою;
8. Визначення місця пошкодження кабелю

Технічна характеристика електролабораторії:

- Високовольтне випробування силових кабелів напругою до 10 кВ змінною напругою 30 кВ низькою частотою 0,1-0,02 Гц;

- Прогорання через пошкоджену ізоляцію силових кабелів;

- Випробування оболонки XLPE

- Пошук місця пошкодження високовольтних кабелів методом відбитих імпульсів та методом відбиття дуги;



НУБІП України

- Відбиття дуги;
- Пошук місця пошкодження високовольтних кабелів акустичним та індуктивним методами;
- Вибір кабелю з пучки кабелів;

НУБІП України

- Пошук місця пошкодження оболонки кабелів;
- випробування на опір ізоляції;
- Комплексна перевірка електроустановок (напруга, струм, частота)

НУБІП України

- Напруга живлення автомобіля, від джерела змінного струму, В - 220, та локально відлаштованого бензогенератора В-220.
- Базовий автомобіль Peugeot boxer
- Повна маса автомобіля, 2120 кг.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## 5 РОЗРОБКА ПИТАНЬ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТА ЕКОНОМІЇ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ І ЕНЕРГОНОСІВ.

### 5.1 Підрахунок електричних навантажень ПТО І РЕО

Розрахунок будемо проводити за методом ефективного числа електричних приймачів.

$P_p$  (розрахункову потужність) підраховуємо за формулою:

$$P_p = k_{max} \sum_{i=1}^n (k_{в.і} \cdot P_{вст.і}), \quad (5.1)$$

де  $P_{уст}$  – встановлена потужність електроприймача, кВт;

$k_{max}$  – коефіцієнт максимуму;

$k_{в}$  – коефіцієнт використання встановленої потужності.

При цьому розділяємо електроспоживачів підприємства з однаковими коефіцієнтами використання активної потужності. Знаходимо коефіцієнти на основі аудиту роботи ПТО І РЕО та за кагаложними даними.

Знаходимо за формулою ефективне число електроспоживачів:

$$N_c = \frac{(\sum_{i=1}^n P_{вст.і})^2}{\sum_{i=1}^n P_{вст.і}^2}, \quad (5.2)$$

де  $P_{вст.і}$  – уставлена потужність електроприймачів, кВт.

Знаходимо розрахункову активну потужність на вводах ПТО І РЕО та інших за сумою розрахункових потужностей груп електроприймачів.

Визначасмо розрахункову реактивну потужність за формулою:

При умові,  $N_c < 10$ :

$$Q_p = 1.1 \sum_{i=1}^n k_{в.і} \cdot P_{вст.і} \cdot tg, \quad (5.3)$$

При умові,  $N_c > 10$ :

$$Q_p = \sum_{i=1}^n k_{в.і} \cdot P_{вст.і} \cdot tg, \quad (5.4)$$

Розраховавши суму всіх реактивних потужностей груп електричних приймачів, можна визначити розрахункову реактивну потужність. Визначимо повну потужність,  $S_p$  (кВА), за формулою:

$$S_p = \sqrt{1,06P_p^2 + Q_h^2}, \quad (5.5)$$

$$S_p = \sqrt{1,06 \cdot 87,6^2 + 59,35^2} = 107 \text{ кВА}$$

Визначимо коефіцієнт потужності на вводі ПТО і РЕО:

$$\cos \varphi = \frac{P_p}{S_p} = \frac{87,6}{107} = 0,82$$

Ділянка живлення ПТО і РЕО буде здійснюватися кабелем від зовнішньої мережі 0,38 кВ.

## 5.2 Розрахунок потужності та вибір споживчої трансформаторної підстанції. Розрахунок зовнішньої електричної мережі напругою 0,38 кВ.

Згідно наявного електрообладнання на підприємстві експлуатації та обслуговування ПТО і РЕО, можна віднести до 2 категорії за надійністю електропостачання. Потужність ПТО і РЕО складає  $P_p = 87,16$  кВт., при

$\cos \varphi = 0,82$ . Приміщення ПТО і РЕО розміщене на території. Відбувається

підключення від трансформаторної підстанції потужністю 250 кВ·А.

Підключені споживачі є виробничими, а отже всі розрахунки будуть проводитись за денним максимум. Визначаємо навантаження на вводах до кожного приміщення, а потім розраховуємо загальне навантаження.

Таблиця 5.1 – Розрахункові навантаження на вводах, що мають живлення від ТП-89

Номер на розрахунковій схемі та назва будівлі	$P_o$ , кВт	$\cos \varphi$
1. ПТО і РЕО	87	0,8
2. Їдальня	4,5	0,8
3. Будинок відпочинку	5	0,82
4. Контора	5	0,82

5. Ремонтна майстерня	0,17	0,7
6. Гараж	2,2	0,8
7. Заправна станція	1,4	0,7

Розраховуємо навантаження на ділянці лінії 0,38 кВ за формулою:

$$P_p = P_B + \Delta P(P_M), \quad (5.6)$$

де,  $P_B$ - найбільше складове навантаження, кВт;

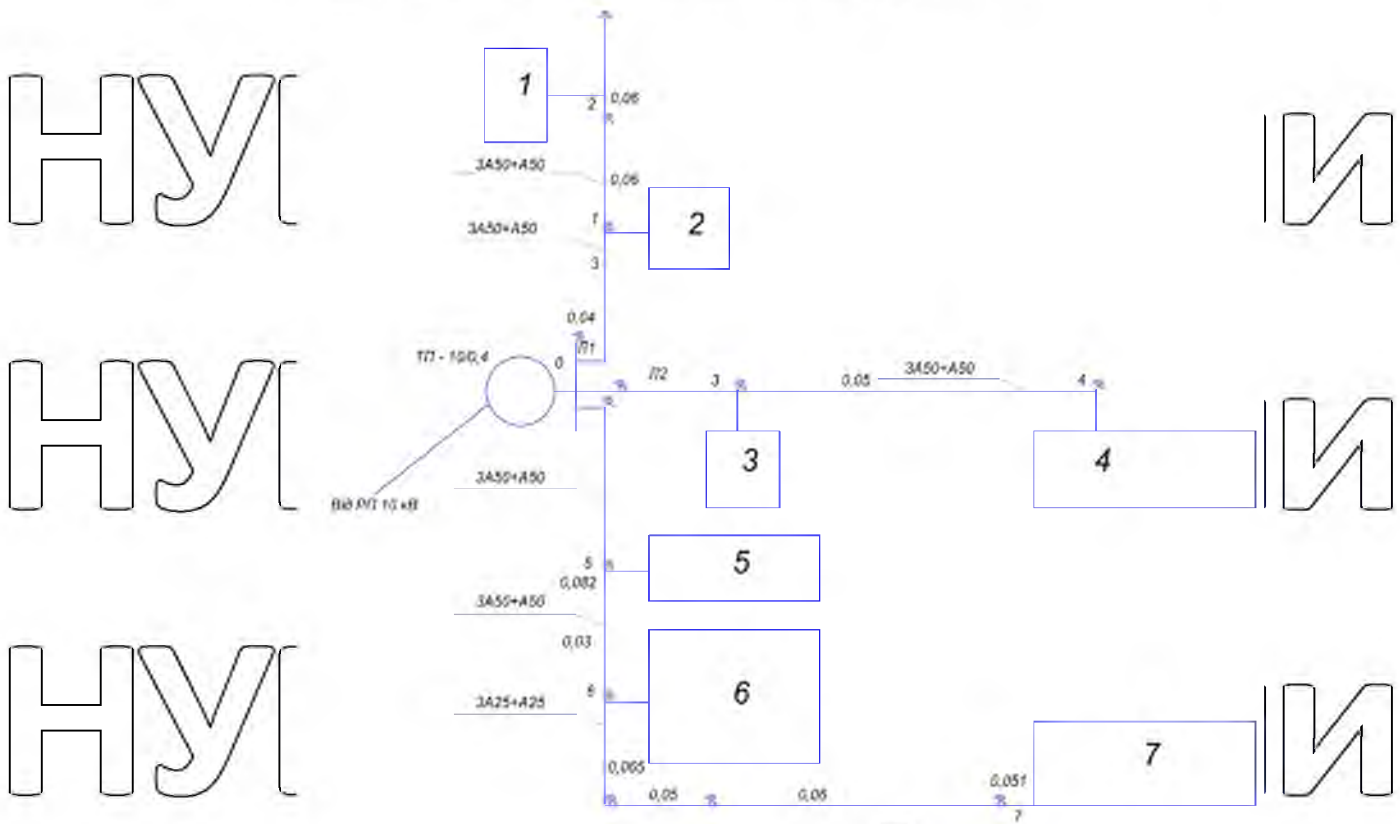


Рисунок 5.1 – План розрахункової мережі напруги 0,38 кВ

Вибіримо провoda для повітряної лінії напругою 0,38 кВ відповідно до РUM-10:

Лінія живлення ТП підприємства зроблена на залізобетонних опорах з проводом А25. Тому виконаємо перевірку цього проводу, а саме перевірку площі поперечного перерізу з під'єднанням до лінії №3 ПТО і РЕО.

Розрахуємо повне навантаження ділянки лінії №3 ПТО і РЕО 0,38 кВ:

$$S_{\text{екв}} \approx S_p \cdot K_d \quad (5.7)$$

де,  $S_p$  – максимальне розрахункове навантаження ділянки лінії, кВ·А;

$K_d$  – коефіцієнт динаміки зростання навантаження, 0,7.

Розрахуємо повну потужність ділянки лінії №3 лінії ПТО і РЕО

$$S_p = \frac{P_p}{\cos\varphi_p}; \quad (5.8)$$

де,  $P_p$  – Активна розрахункова потужність ділянки лінії, кВ·А,

$K_d$  – коефіцієнт потужності.

Розраховуємо ділянки лінії 0,38 кВ, з кінця лінії табличним способом.

Таблиця 5.3 – Виконані розрахунки ділянок лінії 0,38 кВ за потужностями на її відрізках

Ділянка лінії	$P_p$ , кВт	$S_p$ , кВА	$S_{екв}$ , кВА	Марка провода
Лінія 1				
0-1	4.5	5.62	3.9	3А50+А50
1-2	91.5	114.3	80	3А50+А50
Лінія 2				
0-3	5	6.1	4.3	3А50+А50
3-4	22	26.8	18.8	3А35+А35
Лінія 3				
0-5	17	24.2	16.9	3А50+А50
5-6	39	48.7	34.1	3А35+А35
6-7	53	70.6	49.42	3А25+А25

Після чого проводимо вибір площі поперечного перерізу за допомогою фактичних втрат напруги:

$$\Delta U_{\text{факт}} < \Delta U_{\%}, \quad (5.9)$$

За допомогою урахування реальних вимог з нормативних документів знаходимо втрати напруги в мережі:

# НУБІП України

Таблиця 3.4 Знаходження допустимих втрат напруги в мережі 0,38 кВ

Елементи схеми електропостачання		Втрати напруги, %	
		100	25
Шини 10 кВ РТП		+3,5	-1
ЛЛ 10 кВ		-5	-1,25
Трансформатора 10/0,4 кВ	Постійна надбавка	+5	+5
	Регульована	+2,5	+2,5
Втрата напруги		-4	-1
Втрати напруги в лінії 0,38 кВ		-7	0
		0	+4,25
Допустиме відхилення напруги в споживача		-5	+5

Визначивши вище в табличних розрахунках, що допустима втрата напруги в лінії 0,38 кВ знаходиться в межах 7%, тому можемо визначити фактичні втрати напруги за формулою:

$$\Delta U_{\text{факт}} = \frac{\sqrt{3} \sum_{i=1}^n (S_{\text{max}} \cdot L_i (R_0 \cdot \cos \varphi_i + X_0 \cdot \sin \varphi_i))}{U_{\text{н}}^2} \cdot 100, \quad (5.10)$$

де,  $S_{\text{max}}$  повна максимальна потужність на ділянці лінії, кВ А;

Після чого знаходимо фактичну втрату напруги на лінії 0,38 кВ для найвіддаленішого споживача:

$$\Delta U_{\text{факт}\%} = \sum_{i=1}^n \Delta U_{\text{факт}\%}, \quad (5.11)$$

де,  $\sum_{i=1}^n \Delta U_{\text{факт}\%}$  - сума втраченої напруги на ділянках лінії 0,38 кВ.

Після проведених розрахунків заносимо їх в наступну таблицю, (5.5)

# НУБІП України

Таблиця 5.5 – Розрахунки фактичних втрат напруги в мережі 0,38 кВ

Ділянка лінії	L, км	Sp, кВА	P, кВт	Q, кВар	r=r0·l, Ом	x=x0·l, Ом	Втрати на ділянці В	Втрати від джерела В	Втрати на ділянці %	Втрати від джерела %
Лінія 1										
0-1	0.04	5.62	4.5	160.6	0.0294	0.02	6.77	1.8	6.77	1.8
1-2	0.16	114.3	91.5	84.2	0.0046	0.06	4.8	1.26	4.8	1.26
Лінія 2										
0-3	0.05	6.1	5	49.2	0.0294	0.02	6.3	1.7	13.03	2.5
3-4	0.1	26.8	22	61.2	0.0294	0.02	6.77	1.8	6.77	1.8
Лінія 3										
0-5	0.082	24.2	17	52.8	0.0294	0.02	6.77	1.8	6.77	1.8
5-6	0.085	48.7	39	49.2	0.0294	0.02	6.3	1.7	13.03	2.5
6-7	0.311	70.6	53	6.12	0.09	0.02	1.74	0.46	14.77	2.96

Визначено, що фактичні втрати напруги у найвіддаленішого споживача знаходяться згідно нормативних актів в нормі і дорівнюють  $\Delta U_{\text{факт}\%} = 4.8\%$ ,

що менше за допустиму втрату в  $\Delta U_{\text{доп}\%} = 7\%$ .

Розраховуємо наступним кроком розрахункове навантаження на шинах 0,38 кВ трансформаторної підстанції за сумуванням розрахованих навантажень та відповідних надбавок:

$$P_{\text{ртп}} = P_{p1} + \Delta P(P_{p2}) + \Delta P(P_{p3}), \quad (5.12)$$

де,  $P_{p1} - P_{p3}$  – навантаження трьох ліній розрахункові, кВт.

$$P_{\text{гип}} = 87 + \Delta P(40) + \Delta P(85) = 87 + 20,5 + 60 = 163,5 \text{ кВт.}$$

Після чого визначимо повну розрахункову потужність на шинах 0,38 кВ ТП за формулою:

$$S_{\text{мтп}} = \frac{m_{\text{мтп}}}{\cos\varphi} = \frac{163,5}{0,7} = 233,57 \text{ кВ} \cdot \text{А,} \quad (5.13)$$

Згідно розрахунків виходить, що для живлення підприємства ТОВ «ТМ-Електробудсервіс» необхідний трансформатора потужністю 250 кВА, який є закритого типу виконання.

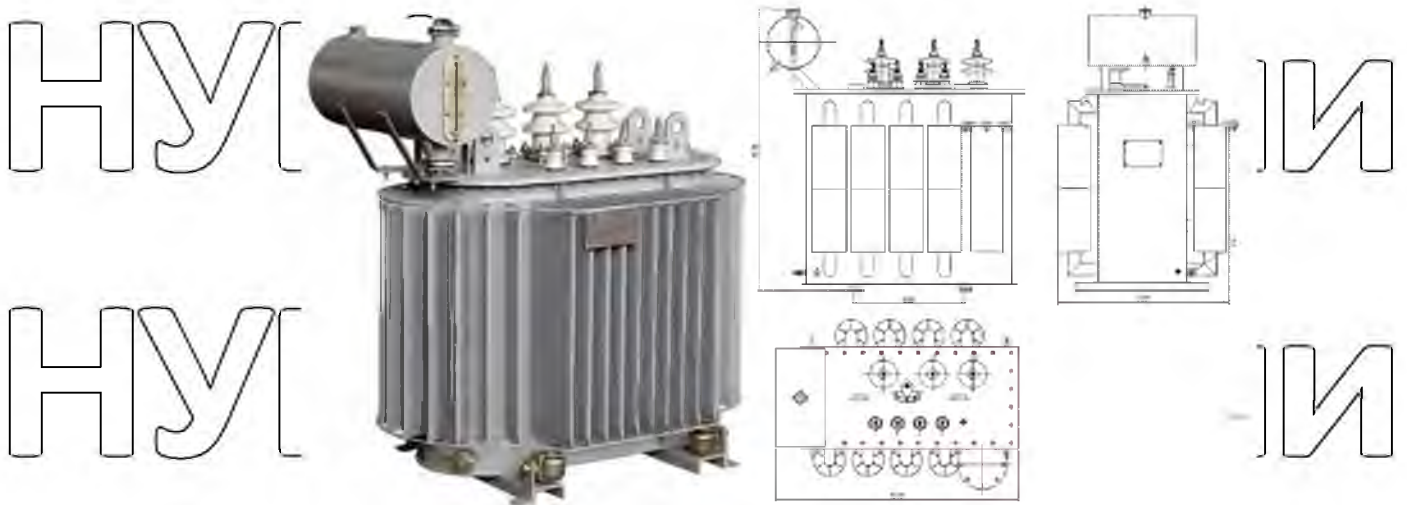


Рисунок 5.2 – Зовнішній вигляд трансформатора ТМ-250 та будова

Даний трансформатор має функцію перемикання для регулювання напруги в межах  $\pm 2,5\% U_n$  та  $\pm 5\% U_n$ .

Таблиця 5.6 Технічні характеристики трансформатора ТМ – 250 кВА

Тип трансформатора	Напруга вищої і нижньої сторони, кВ		Схема і група	Втрати при холостому ході та к.з.		$U_{к.з.}, \%$	$U_{х.х.}, \%$	Маса масла, кг	Маса повна, кг
	ВН	НН		$\Delta P_{х.х.}$	$\Delta P_{к.з.}$				
ТМ-250	10	0,4	Y/Y	0,6	3,7	4,4	1,85	290	1230



Трансформаторна підстанція буде розташована в центрі підприємства для якісного підключення всіх споживачів, та для забезпечення зручної експлуатації та монтажу ТП.

Трансформаторна підстанція на стороні нижчої сторони також обладнана:

- Трифазним лічильником для обліку електроенергії;
- Апаратура для сигналізації та апарати для керування вуличним освітленням;
- Електричні апарати для захисту від перенапруг.

На стороні вищої напруги (10 кВ) розташовані апарати для захисту ТП від перенапруг та блискавкозахист. А також ТП має свій заземлюючий контур, що буде розрахований в наступних розділах.

Розрахуємо силу струму на вводі вищої сторони (10 кВ):

$$I = \frac{S_H}{\sqrt{3} \cdot U_L} = \frac{250}{\sqrt{3} \cdot 10} = 14,5 \text{ А} \quad (5.14)$$

Також виберемо переріз проводу ПЛ напругою 10 кВ за густиною струму, за даною формулою:

$$F_{\text{ек}} = \frac{I}{j_{\text{ек}}} = \frac{14,5}{1,3} = 11,1 \text{ мм}^2 \quad (5.15)$$

де,  $j_{\text{ек}}$  - еквівалентна густина струму  $j_{\text{ек}} = 1,3 \text{ А/мм}^2$

Отже, вибираємо провід для повітряної лінії 10 кВ АС-35.

### 5.3 Перевірка захищених апаратів на спрацювання при струмах короткого замикання

Мережа напругою 0,38 кВ з глухо заземленою нейтраллю повинна бути забезпечена надійним відключенням при однофазних і трьохфазних коротких замиканнях.

Зробимо перевірку для однофазного короткого замикання. Розрахунок проводимо для автоматичного вимикача ВА 47-60М ВР-32А. Який захищає електродвигун АИР112М2У3 вентилятора.

Умовою надійного спрацювання апарата є:

$$I_{КЗ}^{(1)} \geq 3I_{н.розч}. \quad (5.16)$$

Струм короткого замикання визначаємо за рівнянням:

$$I_{КЗ}^{(1)} = \frac{U_{\phi}}{Z_{ТО} / 3 + Z_{II}}, \text{ А}, \quad (5.17)$$

де  $U_{\phi}$  - фазна напруга, В;

$Z_{ТО}$  - опір трансформатора струму замикання на корпус,

Ом;  $Z_{II}$  - повний опір петля фазний провід - нульовий провід, Ом.

Величину  $Z_{ТО}$  визначають за рівнянням:

$$\frac{Z_{ТО}}{3} = \frac{26}{3} \cdot \frac{26}{250} = 0.11 \quad (5.18)$$

де  $S$  - номінальна потужність трансформатора, кВА.

Величину  $Z_{II}$  визначають за рівнянням:

$$Z_{II} = \sqrt{(\Sigma R_{II})^2 + (\Sigma X_{II})^2} \quad (5.19)$$

де  $\Sigma R_{II}, \Sigma X_{II}$  - сума активних і індуктивних опорів окремих елементів петлі фаза-нуль, Ом.

$$\Sigma R_{II} = R_{\phi} + R_{H} + R_{КОНТ} + R_{КОТ}, \text{ Ом}, \quad (5.20)$$

де  $R_{\phi}, R_{H}, R_{КОНТ}, R_{КОТ}$  - відповідно активні опори фазного і нульового проводів, контактів і котушок комутаційних і захисних апаратів.

$$\Sigma X_{II} = X_{\phi H} + X_{ТР}, \text{ Ом}, \quad (5.21)$$

де  $X_{\phi H}$  - зовнішній індуктивний опір, Ом;

$X_{ТР}$  - індуктивний опір труби, в якій прокладено внутрішній провід, Ом.

Для даного випадку:

$$R_{\phi H} = 2r_{0i}l_i = 2 \cdot 0,85 \cdot 0,09 = 0,15 \text{ Ом}, \quad (5.22)$$

де  $r_{0i}$  - активний опір проводу певної ділянки лінії (для А35  $r_{0i} = 0,85$  Ом/км);

$l_i$  - довжина проводу певної ділянки, км.

Активний опір для внутрішніх проводів приводять до розрахункової температури за рівнянням:

$$R_t = k_t R_{20}, \text{ Ом}, \quad (5.23)$$

де  $k_t$  - температурний коефіцієнт опору;

$R_{20}$  - активний опір проводу при  $20^\circ\text{C}$ .

$$k_t = 1 + \alpha(t - t_{20}) = 1 + 0,004(60 - 20) = 1,16, \quad (5.24)$$

де  $\alpha$  - температурний коефіцієнт електричного опору,  $\alpha = 0,004$ ;

$t$  - розрахункова температура металу,  $^\circ\text{C}$ ;

$t_{20}$  - початкова температура,  $t_{20} = 20^\circ\text{C}$ .

Величину  $R_{20}$  визначають за рівнянням:

$$R_{20} = \rho \frac{l}{S}, \quad (5.25)$$

де  $\rho$  - питомий опір металу при постійному струмі і температурі  $20^\circ\text{C}$ , Ом·мм<sup>2</sup>/км;

$l$  - довжина проводу, км;

$S$  - поперечний переріз проводу, мм<sup>2</sup>.

$$R_{\text{ФН}} = k_t 2\rho \left( \frac{l_2}{S_2} + \frac{l_3}{S_3} \right) = 1,16 \cdot 2 \cdot 31,4 \left( \frac{0,06}{2,5} + \frac{0,005}{2,5} \right) = 1,9 \text{ Ом}. \quad (5.26)$$

Опір контактів апаратів можна прийняти такими [14]:

- для підстанції 0,015 Ом;
- для розподільчих пристроїв 0,025 Ом;
- для апаратів, які знаходяться в НКП 0,03 Ом.

$$\Sigma R_{\text{т}} = 0,15 + 1,9 + 0,015 + 0,025 + 0,03 = 2,12 \text{ Ом}.$$

Індуктивними опорами внутрішніх проводок можна знехтувати, бо вони дуже малі.

Зовнішній індуктивний опір проводу визначаємо за формулою:

$$X_{\text{ФН}} = 2 \cdot 0,145 l_i \lg l_{\text{ФН}} = 2 \cdot 0,145 \cdot 0,041 \lg 400 = 0,035 \text{ Ом}, \quad (5.27)$$

де  $l_i$  - довжина проводу, км;

$l_{\text{ФН}}$  - відстань між фазним і нульовим проводами, мм.

Індуктивний опір труби визначимо за рівнянням:

$$X_{\text{ТР}} = 0,6R_{20\text{ТР}} = 0,6 \cdot 0,015 = 0,009 \text{ Ом.}$$

$$\Sigma X_{\text{П}} = 0,035 + 0,009 = 0,044 \text{ Ом.}$$

Отже, опір петлі фаза-нуль дорівнює

$$Z_{\text{П}} = \sqrt{2,12^2 + 0,044^2} = 2,12 \text{ Ом.}$$

$$I_{\text{КЗ}}^{(3)} = \frac{220}{0,04 + 2,12} = 101,9 \text{ А.}$$

Автоматичний вимикач ВА 47-60М 3Р 32А, який захищає двигун

вентилятора має номінальну силу струму розчіплювача 10 А:

$$I_{\text{КЗ}}^{(3)} = 101,9 \text{ А} > 3I_{\text{Н.розч}} = 30 \text{ А.}$$

Умова надійного спрацювання захисного апарату виконується.

Здійснимо перевірку на струм трифазного короткого замикання для

найближчого автоматичного вимикача з найменшою силою струму

розчіплювача. Для розрахунку візьмемо автоматичний вимикач ВА31Г-25-34

з  $I_{\text{Н.розч}} = 1,6 \text{ А}$ , який захищає двигун вентилятора.

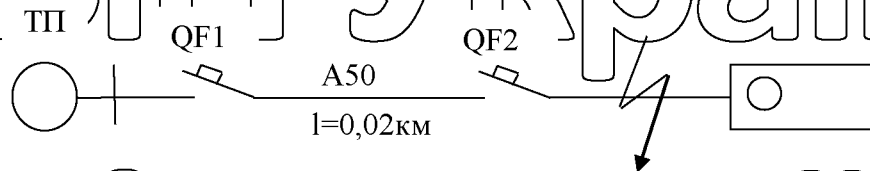


Рисунок 5.3 Схема живлення електродвигуна.

Перевірка здійснюється за умовою:

$$I_{\text{ГР.ВИМ.ЗДАТ}} \geq I_{\text{КЗ}}^{(3)}, \quad (5.28)$$

де  $I_{\text{ГР.ВИМ.ЗДАТ}}$  - струм граничної вимикаючої здатності автоматичного

вимикача при напрузі 380 В (для даного автоматичного вимикача

$I_{\text{ГР.ВИМ.ЗДАТ}} = 3 \text{ кА}$ ).

$I_{\text{КЗ}}^{(3)}$  - сила струму трифазного короткого замикання, А.

Величину  $I_{\text{КЗ}}^{(3)}$  визначають за рівнянням:

$$I_{\text{КЗ}}^{(3)} = \frac{U_{\text{Л}}}{\sqrt{3}Z_{\text{КЗ}}}, \text{ А,} \quad (5.29)$$

де  $Z_{\text{КЗ}}$  - опір короткого замикання, Ом.

Опір короткого замикання визначають за формулою:

$$Z_{кз} = \sqrt{(R_{TP} + R_{\phi})^2 + (X_{TP} + X_{\phi})^2}, \text{ Ом}, \quad (5.30)$$

де  $R_{TP}, X_{TP}$  - відповідно активна і реактивна складова повного опору

трансформатора при трифазному короткому замиканні, Ом;

$R_{\phi}, X_{\phi}$  - відповідно активний і реактивний опір проводів до точки короткого замикання, Ом.

Значення параметрів  $R_{TP}, X_{TP}$  визначають за рівняннями:

$$R_{TP} = \frac{\Delta P_{TP} U_{л}}{S_{TP}^2}; \quad (5.31)$$

$$X_{TP} = \sqrt{Z_{TP}^2 - R_{TP}^2}, \quad (5.32)$$

де  $\Delta P_{TP}$  - втрати короткого замикання трансформатора,  $\Delta P_{TP} = 1970$  Вт;

$U_{л}$  - лінійна напруга (при розрахунках беруть  $U_{л} = 400$  В);

$S_{TP}$  - номінальна потужність трансформатора, ВА;

$Z_{TP}$  - повний опір трансформатора, Ом.

Повний опір трансформатора визначаємо за рівнянням

$$Z_{TP} = \frac{u_k \% U_{л}^2}{100 S_{TP}}, \quad (5.33)$$

де  $u_k \%$  - напруга короткого замикання,  $u_k \% = 4,5\%$ .

$$Z_{TP} = \frac{4,5 \cdot 400^2}{100 \cdot 100000} = 0,072 \text{ Ом.}$$

$$R_{TP} = \frac{1970 \cdot 400^2}{100000^2} = 0,032 \text{ Ом.}$$

$$X_{TP} = \sqrt{0,072^2 - 0,032^2} = 0,064 \text{ Ом.}$$

Активний опір повітряної лінії:

$$R_{\phi л} = r_0 l = 0,58 \cdot 0,02 = 0,0116 \text{ Ом.}$$

Опір контактів:

$$R_k = 0,015 + 0,03 = 0,045 \text{ Ом.}$$

$$R_{\phi} = 0,0116 + 0,045 = 0,057 \text{ Ом.}$$

Реактивний опір:

$$X_{\phi} = x_0 l = 0,38 \cdot 0,02 = 0,008 \text{ Ом.}$$

Загальний опір кола:

$$Z_{K3} = \sqrt{(0,032 + 0,057)^2 + (0,064 + 0,008)^2} = 0,12 \text{ Ом.}$$

$$I_{K3}^{(3)} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 0,12} = 1926,8 \text{ А.}$$

$$3000 \text{ А} > 1926,8 \text{ А.}$$

Умова виконується, отже вибраний автоматичний вимикач здатний захистити даний електродвигун.

#### 5.4 Розробка обліку електричної енергії ПТО і РЕО

Облік електричної енергії приміщення ПТО і РЕО здійснюється за допомогою лічильника активної, реактивної та повної потужності типу NIK 2303L FHGP 1020VCT 5x120a.

Лічильник використовується для обліку електроенергії, можливість спостереження за витратами та моніторинг можливих маніпуляцій що призводять до перевитрат електроресурсу.

Електролічильник NIK 2303L API3 1020MCE вимірює активну та реактивну електроенергію у прямому та зворотному напрямку, реєструє значення активної, реактивної та повної потужності, коефіцієнта потужності, середньоквадратичного значення напруги та сили струму. Лічильник виготовлений у пластмасовому корпусі та має РКІ.

Лічильник має вбудований в мікроконтролер годинник реального часу, стабілізований кварцовими резонаторами. Вони відраховують роки, місяці, дні тижня, години, хвилини та секунди і мають функцію переведення часу на зимовий та літній час.

Даний годинник використовується для виконання програми тарифів, формування періодів інтегрування середньої потужності та реєстрації подій з тимчасовою міткою. Події з позначкою дати та часу зберігаються в незалежній пам'яті лічильника.

А для зняття показань у період відсутності напруги в мережі реалізовано можливість підключення зовнішнього джерела живлення з напругою 9-15 V

Особливості даного лічильника:

- можливість роботи з АСКОЕ
- захист від розкрадання електроенергії, за допомогою індикаторів неправильного підключення та датчиків на відкривання кожуха;
- низьке споживання електричної енергії;
- датчики електромагнітного та магнітного полів;
- оптичний порт та модуль RS - 485;



Рисунок 5.4 – Зовнішній вигляд лічильника NIK 2303L

Таблиця 5.7 – Технічні характеристики лічильника

Назва, тип	Електролічильник, NIK
Кількість фаз	3
Номинальна частота	50 Гц
Номинальний струм	5 А
Максимальний струм	120 А
Вимірювання енергії	Активної, реактивної
Клас точності	2
Тип інтерфейсу	Оптопорт, RS - 485

Температурний режим експлуатації	Від -40 до +70 °С
Міжповітроочний інтервал	16 років
Можливість використання АСКОЕ	Так
Ступінь захисту	IP54

### 5.5 Розрахунок втрат електричної енергії в мережі 0,38 кВ

Визначимо можливі втрати електричної енергії в мережі 0,38 кВ:

$$\Delta W = 3I^2 \cdot R \cdot t \cdot 10^{-3} \quad (5.34)$$

де,  $I_{max}$  – максимальний струм за період, А;

$R$  – активний опір проводу Ом;

$t$  – кількість годин за рік, коли відбуваються втрати, год;

Визначимо за формулою активний опір лінії:

$$R = R_0 \cdot L, \quad (5.35)$$

де,  $L$  – протяжність лінії, км;

$R_0$  – питомий опір лінії, 0,588 Ом/км.

$$R = 0,588 \cdot 0,175 = 0,1 \text{ Ом}$$

$$I_{max} = \frac{S_{max}}{3U_{л}} = \frac{107}{3} \cdot 0,38 = 162,5 \text{ А}$$

Розрахуємо втрати електричної енергії:

$$\Delta W = 3 \cdot 162,5^2 \cdot 0,1 \cdot 1100 \cdot 10^{-3} = 8714 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}$$

Також розрахуємо втрати електричної енергії трансформатора:

$$\Delta W_T = \Delta P_x \cdot t + \Delta P_{кз} \cdot k_H^2 \cdot \tau, \quad (5.36)$$

де,  $\Delta P_x$  – втрати активної енергії при неробочому ході трансформатора, 0,74 кВт;

$t$  – час роботи трансформатора за рік, год;

$\Delta P_{кз}$  – втрати трансформатора короткого замикання, 3,7 кВт;

Розрахуємо коефіцієнт завантаження трансформатора:

$$k_H = \frac{S_{max}}{S_{ном}} = \frac{233,4}{250} = 0,93 \quad (5.37)$$

Також розрахуємо тривалість максимальних втрат:



$$\tau = (0,124 \cdot 10^{-4} \cdot T_{max})^2 \cdot 8760 \quad (5.38)$$

Визначим час використання максимуму:

$$T_{max} = \frac{W_a}{P_{max}}, \quad (5.39)$$

Визначимо максимальне значення активної потужності за формулою:

$$P_{max} = \sqrt{3} U_{max} \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 162,5 \cdot 0,82 = 87,7 \text{ кВт} \quad (5.40)$$

$$T_{max} = \frac{387250}{87,7} = 4415,6 \text{ год}$$

$$\tau = (0,124 \cdot 10^{-4} \cdot 4415,6)^2 \cdot 8760 = 4954 \text{ год}$$

Тепер можемо визначити втрати енергії в трансформаторі:

$$\Delta W_T = 0,74 \cdot 8760 + 3,7 \cdot 0,93^2 \cdot 4954 = 23529,6 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік}$$

Та визначимо сумарні втрати:

$$\Delta W_{\text{сум}} = \Delta W_T + \Delta W_{\text{л}} = 8714 + 23529,6 = 32245 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік} \quad (5.41)$$

Та маємо можливість визначити річну втрату електричної енергії у відсотках від загального споживання:

$$\Delta W_{\text{сум}} \% = \frac{\Delta W_{\text{сум}}}{W_a} \cdot 100\% = \frac{32245}{387250} \cdot 100 = 8,32\%$$

## 5.6 Розробка заходів щодо економії енергоресурсів

Щоб раціонально та економічно доцільно використовувати енергетичні ресурси має бути здійснена програма заходів щодо економії ПЕР.

А саме:

Програма технічних заходів:

- за можливості зменшити втрати електричної енергії в мережі та трансформаторі;

- покращити режими роботи електричних приймачів, шляхо

модернізації електрообладнання;

- повністю автоматизувати тех. процеси, використовувати таймери та лічильники;

- ефективно використовувати освітлювальні прилади, та оновити освітлювальну мережу світлодіодними лампами;

- модернізація та оновлення робочих машин, для зменшення втрат енергії;

- зменшити втрати електричної енергії завдяки доцільному використанню води та тепла, встановивши лічильники.

Одним з джерел втрат електричної енергії є споживання реактивної потужності, для зменшення цих втрат передбачаються наступні кроки:

- робота електродвигунів має відбуватись як найменше часу в неробочому ході;

Для цього необхідно впорядкувати технологічні процеси або ж використовувати обмежувачі неробочого ходу.

- використовувати компенсуючі пристрої для підвищення  $\cos$  до 0,95-

0,98. В цьому випадку доцільно використати конденсаторні установки, які можна змонтувати в розподільчий щиток, або ж одразу на трансформаторній підстанції.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

# ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

## 6 ПРИКЛАДОВИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ

**Актуальність та обґрунтування обраної теми:** Основна частина затрат на вироблення продукції, в нашому числі на один умовний ремонт, складає його собівартість, кількості спожитої електричної енергії тому проведення енергетичного аудиту є дуже важливим для можливості контролю в тому числі електричної енергії.

**Мета та завдання досліджу:** Завданням даного розділу роботи є:

- мінімізувати, контролювати та раціонально споживати електричну енергію;
- знайти шляхи для контролю та раціонального використання ПЕР;
- здійснити заходи щодо енергозбереження та запровадити на підприємстві менеджмент з енергозбереження.

**Об'єкт та предмет дослідження.** Об'єктом дослідження є система експлуатації та енергетична служба підприємства, а саме:

- технологічне та виробниче електричне обладнання та електричні машини;
- технологічні процеси в ІКГО та РЕО;
- тарифи та режими споживання енергетичних ресурсів;
- звітність щодо енергетичної служби;
- технічні та технологічні інструкції на обладнання та матеріальну базу;
- звітність щодо охорони праці на підприємстві;
- стратегії та плани щодо реконструкцій або ліквідації об'єктів;
- програми енергоефективності та енергозбереження.

**Предмет дослідження:** енергетичний аудит підприємства, с.г та комунальних споживачів.

**Методи дослідження:** Під час виконання дослідного розділу роботи використав методи: моделювання, аналізу, експерименту, вимірювання, порівняння.

Положення, які виносяться на захист: аналіз діючої системи енергетичної служби, розрахунок обсягу робіт з експлуатації та технічного обслуговування, ТО і ПР. Визначення кількості monterів енергетичної служби. Розрахунки навантаження та розробка освітлення для ПТО і РЕО.

Розрахунок мережі 10 і 0,38 кВ, для живлення підприємства. Розрахунок заземлюючого пристрою для ТП. Розробка приладового комплексу для проведення енергоаудиту.

### 6.1 Відомості щодо детальної розробки.

#### 6.1.1 Основні поняття та засади при виконання енергетичного аудиту

**Енергетичний аудит** – це аналіз та визначення чи є ефективним використання ПЕР, в разі неефективного використання – розробка інструкцій та рекомендацій щодо модернізації або ремонту обладнання.

Проведення енергетичного аудиту дозволяється:

- енергоаудитору – людина, що має на це право – сертифікат, що дає можливість проводити енергетичний аудит;
- енергоаудиторські компанії – організації, що отримали на це ліцензію – право проводити енергетичний аудит;
- енергозберігаюча компанія – компанія, що займається в основному проведенням енергетичних аудитів та має на це спеціальну ліцензію.

**Метод проведення аудиту в енергетичній сфері** – це система з проведення технічних обстежень обладнання та аналізу їх ефективності використання, також полягає в розробці енергозберігаючої програми та проведення економічної оцінки використання.

Головною метою енергоаудиторської діяльності є оптимізація структури споживання енергетичних ресурсів.

**Економія первинних енергетичних ресурсів** – можливість зменшувати використання енергетичних ресурсів, шляхом впровадження програми енергозбереження.

**Потенціал енергоефективності** – в разі впровадження програми енергозбереження за програмою можлива максимальна економія енергетичних ресурсів.

**Енергоаудиторський висновок** - це офіційний документ, засвідчений підписом та печаткою енергоаудитора (енергоаудиторської компанії), який складається у встановленому порядку за результатами проведення енергетичного аудиту і містить в собі висновок про рівень ефективності споживання ПЕР суб'єктом господарювання, а також щодо відповідності чинному законодавству та встановленим нормативам діючої на об'єкті енергоаудиту системи енергоменеджменту (управління споживанням ПЕР);

**Звіт з енергетичного аудиту** - це офіційний документ, засвідчений підписом та печаткою енергоаудитора (енергоаудиторської компанії), який складається у встановленому порядку за результатами проведення енергетичного аудиту і містить в собі результати оцінки потенціалу енергозбереження та ефективності використання ПЕР об'єктом, а також розробки рекомендацій щодо підвищення ефективності споживання ПЕР з виконанням технічних вимог, вимог до якості продукції, охорони праці та навколишнього середовища;

### 6.1.2 Закони та нормативні документи для забезпечення проведення енергетичного аудиту в Україні

Посилання на нормативні документи:

Закон України «Про енергозбереження» (74/94-ВР);

Закон України "Про метрологію та метрологічну діяльність" ([113/98-ВР](#));

Закон України "Про закупівлю товарів, робіт і послуг за державні кошти" ([1490-14](#));

Закон України "Про теплопостачання" ([2633-15](#));

ДСТУ 2155-93 Енергозбереження. Методи визначення економічної ефективності заходів енергозбереження;

ДСТУ 2339-94 Енергозбереження. Основні положення;  
 ДСТУ 2420-94 Енергоощадність. Терміни та визначення;  
 ДСТУ 2804-94 Енергобаланс промислового підприємства. Загальні  
 положення. Терміни та визначення;

ДСТУ 3008-95 Документація. Звіти у сфері науки і техніки.

Структура і правила оформлення ;  
 ДСТУ 3176-95 Енергозбереження. Методи  
 визначення балансів енергоспоживання гірничими підприємствами;

ДСТУ 3581-97 Методи вимірювання та розрахунку теплоти

згорання палива;

ДСТУ 3682-98 Енергозбереження. Методика визначення повної  
 енергоемності продукції, робіт та послуг

ДСТУ 3755-98 Енергозбереження. Номенклатура показників  
 енергоефективності та порядок їхнього внесення у нормативну  
 документацію;

ДСТУ 4713:2007 Енергозбереження. Енергетичний аудит  
 промислових підприємств. Порядок проведення та вимоги до  
 організації робіт.

ДСТУ 4714:2007 Енергозбереження. Паливно-енергетичні баланси  
 промислових підприємств. Методика побудови та аналізу;

ДСТУ 4715:2007 "Енергозбереження. Системи енергетичного  
 менеджменту промислових підприємств. Склад та зміст робіт на  
 стадіях розроблення та впровадження".

### 6.1.3 Положення щодо організації енергетичного аудиту

Правовою основою ЕА є: закони України "Про  
 енергозбереження" ([74/94-ВР](#)), "Про метрологію та метрологічну  
 діяльність" ([113/98-ВР](#)), "Про закупівлю товарів, робіт і послуг за державні  
 кошти" ([1490-14](#)), а також інші нормативні акти  
 даного спрямування.

За формою виконання енергетичних аудитів бувають добровільні та обов'язкові

Добровільний енергетичний аудит проводиться для будь яких замовників, що зацікавлені у впровадженні енергозбереження на підприємства та у перевірці енергетичного обладнання.

Обов'язковий енергетичний аудит виконується на замовлення та за рахунок коштів зацікавлених органів виконавчої влади або органів місцевого самоврядування щодо об'єктів державної форми власності, перелік яких затверджує Кабінет Міністрів України або уповноважений ним орган.

Строк проведення енергетичного аудиту залежить від виду та об'єкта, що споживає енергетичні ресурси розмірів об'єкта, величини споживання ПЕР об'єктом, що споживає ПЕР. Термін проведення енергетичного аудиту залежить від обсягу обстежуваного обладнання та строків закладених згідно договору між замовником та виконавцем.

Мова енергоаудитора повинна бути чіткою, зрозумілою для спілкування з фахівцями та Замовником під час проведення робіт з енергетичного аудиту. Мова юридичних документів є державною, а мову звіту про енергетичний аудит визначає Замовник обстеження.

#### **6.1.4 Аналіз в потребі проведення енергетичного аудиту**

Потребність аудиту відчувається коли є необхідність пришвидшити роботу підприємства або зменшити собівартість виробленої умовної одиниці. Тому в стратегії підприємства повинні бути закладені кошти на проведення цього незалежного дослідження.

Переваги проведення незалежного енергоаудиту:

- розробка енергозберігаючої програми;
- можливість провести дослідження при допомозі моделювання для точної перевірки;
- отримання достовірної інформації щодо об'єкту;
- оцінку виявлених проблем та отримання інструкцій для їх вирішення;

Енергоаудит дозволяє підвищити ефективність не лише заходів, спрямованих на зменшення витрат на енергоносії, а й тих, що пов'язані з технічним обслуговуванням та контролем якості. Стабільна програма аудитів дає змогу тримати руку на пульсі змін у витратах на енергоносії, доступності та надійності джерел енергії, обирати оптимальне

співвідношення використовуваних типів енергії та ефективні технології збереження енергії, встановлювати необхідне обладнання тощо.

Загалом енергоаудит є засобом практичного втілення ідей енергозбереження, адже він пропонує реальні рішення, що враховують

економічні й організаційні особливості підприємства та можуть бути реалізовані протягом конкретного проміжку часу.

Першочергова ціль енергоаудиту полягає в тому, аби визначити наявні енергетичні потоки на підприємстві та заходи для підвищення ефективності використання енергії. Останні оцінюються з точки зору необхідних

інвестицій і досяжного економічного ефекту, отже, підприємства мають можливість одразу визначити період окупності інвестицій. Енергоаудит створює «бенчмарк», або ж відправну точку, відносно якої надалі буде оцінюватись енергоефективність підприємства, а також дає основу для більш

ефективного використання енергії.

### 6.1.5 Типи енергетичних аудитів та їх аналіз

Таблиця 6.1 – Типи аудитів відповідно до ISO 50002:2014

Типи аудитів відповідно до ISO 50002:2014					
Первинний	Періодичний	Позачерговий	Локальний	Експрес-аудит	Специфічний

Первинний енергетичний аудит проводиться перед запуском об'єкту обстеження або ж після пуску обладнання, щоб

перевірити відповідність монтажу та налагодження вимогам нормативно-правових актів за показниками енергетичної ефективності обладнання, яке споживає енергетичні ресурси. Згідно результату обстеження



та звіту енергоаудитора, вивчається чи можлива експлуатація обладнання та знаходяться рішення щодо виправлення помилок у налаштуванні та налаштуванні обладнання.

Періодичний енергетичний аудит проводиться впродовж деякого періоду часу, або ж за програмою енергозбереження підприємства. Головна задача аудиту визначити чи є ефективне використання енергетичних ресурсів та обстежити енергетичне обладнання.

Позачерговий енергетичний аудит проводиться в момент між періодичними аудитами для того щоб вивчити чи було ефективно обстежено об'єкти періодичним аудитом.

Локальний енергетичний аудит проводиться для того щоб вивчити чи є ефективне використання енергетичних ресурсів, та перевірку енергетичного обладнання.

Експрес-аудит проводиться перед проведенням основного аудиту, мета його визначити показники енергоефективності програми підприємства по використанню енергетичних ресурсів.

Специфічний енергетичний аудит проводиться для вирішення завдань, що пов'язані з вирішенням проблеми якої зацікавлений замовник

аудиту

### **6.1.6 Зміст енергоаудиторської діяльності**

Діяльність енергоаудитора полягає в організації та методичному забезпеченні проведення енергетичного аудиту та його виконання, тобто надання енергоаудиторських послуг.

Діяльність у сфері енергетичного аудиту може проводитись у формі енергоаудитів (енергетичних обстежень) та пов'язаних із ними експертиз, консультацій з питань обліку ПЕР, аналізу звітності щодо споживання (виробництва) ПЕР, оподаткування, аналізу пов'язаної з використанням ПЕР

виробничої діяльності, а також інших видів економіко-правового, технологічного, технічного та організаційного забезпечення діяльності (в тому числі - підприємницької) фізичних і юридичних осіб.

Енергоаудиторські послуги у формі консультацій можуть надаватись усно або письмово з оформленням довідки та інших офіційних документів на підставі укладених договорів.

Енергоаудиторські послуги включають:

- загальне обстеження та дослідження об'єктів що підлягають енергетичному аудиту;
- аналізування ефективного використання програми енергозбереження;
- надання прогнозів щодо реалізації розроблених програм енергоефективності;
- виготовлення науково-обґрунтованих висновків та звітів;
- аналіз обладнання, щодо відповідності нормам законодавства в сфері енергозбереження;
- можливість налаштування та введення обладнання.

Рекомендовано підприємству закладати вартість енергоаудитів в собівартість умовної одиниці.

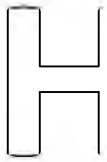
Таблиця 6.1 – Структурна схема проведення енергетичного аудиту

Виявлення основних показників	
Огляд та аналіз діючої системи та аналіз енергоносіїв на підприємстві	
Проведення вимірювань та розрахунків обсягів споживання	
Складання карт, та термограм	
Аналіз балансу	
Визначення стану та розробка рекомендацій щодо енергозбереження	
Сприяння підвищенню енергоефективності	
Впровадження системи енергоефективності	
Допомога у впровадженні в експлуатації електрообладнання	
Надання допомоги в організації ефективного обладнання	
Проведення подальших перевірок обладнання	

### 6.1.7 Рекомендації щодо проведення енергетичного аудиту систем електропостачання.

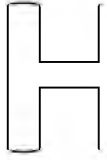
Об'єкти енергоаудиту:

- головні понижувальні підстанції, розподільні пристрої;

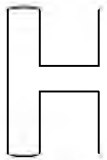


- трансформаторні підстанції;
- електричні мережі напругою до 1000 В і вище;
- режим електроспоживання;
- система обліку електричної енергії.

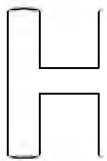
#### Задачі енергоаудитора



- визначити втрати в елементах системи електропостачання;
- визначити планову величину електроспоживання;
- визначити технологічну й аварійну броню;

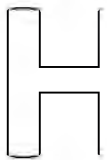


- скласти баланс електроспоживання за технологіями, по підрозділах і об'єкту в цілому з урахуванням видів навантаження (освітлення, силові і електротехнологічні споживачі до 1000 В і вище);



- оцінити ефективність електроспоживання;
- визначити потенціал енергозбереження;
- розробити рекомендації з впровадження енергозберігаючих заходів.

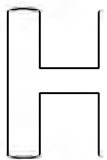
#### Документальна інформація



мережах об'єкта, перспективи розвитку;

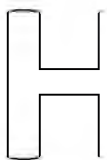
- звітна документація;
- однолінійна схема підстанції з вказівкою параметрів

трансформаторів, комутаційної апаратури, пристроїв компенсації реактивної потужності і приладів обліку електроенергії;



- однолінійна схема розподілу електроенергії по об'єкту, що споживає ПЕР, із зазначенням на ній параметрів ліній живлення (тип, перетин, довжина, спосіб прокладки);

- добові графіки активного і реактивного електричного



навантаження;

- графік коефіцієнта потужності;
- кабельні журнали;

-експлуатаційна документація;  
 -документація на контрольно-вимірювальну апаратуру  
 підстанцій і цехів.

Вимірювання параметрів мережі:

Напруга, струм, опір, частота, активна і реактивна  
 потужність, витрати активної і реактивної енергії за визначений  
 період, коефіцієнт потужності, показники якості електроенергії

Рекомендації щодо впровадження енергоощадних заходів

- змінення графіка електричного навантаження об'єкта, що  
 споживає ПЕР, й окремих потужних споживачів з урахуванням тарифів  
 на електроенергію;

- підвищення завантаження трансформаторів (відключення одного  
 з двох паралельно працюючих трансформаторів при недовантаженні);

- замінювання недовантажених трансформаторів на  
 трансформатори меншої потужності;

- регулювання коефіцієнта трансформації;

- переведення зовнішніх і внутрішніх мереж на підвищену  
 напругу і/чи реконструкція мереж;

- установлення фільтро-компенсуючих і симетруючих пристроїв  
 для підвищення якості електроенергії;

- включення під навантаження резервних ліній електропередач;

- дотримання технологічних регламентів;

- впровадження автоматизованої системи контролю та обліку  
 електроспоживання.

### **6.1.8 Приладове обстеження під час проведення енергетичного аудиту**

Розглянемо на прикладі обстеження систем освітлення.

Заданням обстеження є виявлення основних параметрів освітлення, що  
 впливають на енергоспоживання та на комфорт і безпеку роботи працівники.

Обстеження системи освітлення розпочинається з перевірки на відповідність системи з проектом, а саме:

- відповідності світильників та перевірка їхнього стану;
- перевірка чи відповідає потужність ламп, заявлені в проекті;
- перевірка чи світильники розміщені згідно проекту.

Тому, головним завданням є оцінити відповідність системи освітлення до технічних умов, адже надалі це дозволить виконувати програму з енергозбереження.

Також, оцінюється та надається інструкція щодо раціонального використання систем освітлення, оцінюється їх технічний стан та стан на рахунок запиленості.

Після проведення приладового обстеження, результати заносяться в таблицю звіту з енергоаудиту.

Таблиця 6.2 – Результати обстеження систем електричного освітлення

Об'єкт обстеження	Результат обстеження
1	Марка та тип світильників
2	Кількість світильників
3	Загальна потужність джерел освітлення
4	Час роботи системи електричного освітлення (год/рік)
5	Коефіцієнт відбиття в приміщеннях
6	Рік монтажу світильників
7	Періодичність обслуговування світильників
8	Рівень освітленості, фактичний, лк
9	Рівень освітленості, нормальний, лк
10	Вимір напруги живлення, U
11	Коефіцієнт кольоропередачі
12	Характеристика приміщення, площа
13	Строк служби ламп

14	Увімкнення освітлення(ручне/автоматичне)	00
15	Стан системи освітлення на час обстеження(зношування, запиленість скла)	
16	Коефіцієнт використання світлового потоку (фактичне і нормоване значення)	
17	Коефіцієнт природньої освітленості (фактичне і нормоване значення)	
18	Обстеження приміщення за запиленням та загазованістю (сильне, середнє, помірне, слабе)	

Проводять вимірювання освітленості робочої поверхності в

приміщенні в наступному порядку:

1. Згідно плану та проекту приміщення із позначенням на них світильників наносяться умовні позначки для контролю вимірювання освітленості. Згідно нормативного документу точок повинно бути не менше

5, для якісного визначення фактичної освітленості.

2. Для вимірювання використовується повірений прилад люксометр, при виконанні досліду необхідно дотримуватись норм

- Приймач – фотоелемент не має бути в тіні, але в разі затемненого робочого місця, то вимірювання проводиться в фактичних умовах.

- Поруч з приладом не має бути сильних магнітних чи феромагнітних полів, що можуть повпливати на замір.

- Необхідно кожного року обслуговувати прилад та виконувати повірку.

- Період використання джерела освітлення визначається аналізом фактичного режиму роботи системи.

- Проводиться вимірювання мережі електроживлення системи освітлення за допомогою цифрового мультиметра.

Результати приладового обстеження заносяться в таблицю звіта

Таблиця 6.3 – Результати замірів рівня освітленості

Об'єкт обстеження	Точка виміру	Контрольні точки					Середній рівень освітленості, лк $E_{\text{ср}} = \frac{\sum E_1}{n}$
		E1, лк	E1, лк	E1, лк	E1, лк	E1, лк	

Згідно приміщення ПТО і РЕО висота робочої поверхні може змінюватись залежно від виконня робіт та розміщення обладнання, тому виміри слід проводити згідно нормативних документів та відповідно норм для них.

В темний час доби при освітленні приміщення місцевим джерело світла заміри проводять:

- Вимірювання освітленості від загального джерела освітлення;
- Вимірювання освітленості від місцевого джерела освітлення в системі загального.

## 6.2 Енергоаудиторська звітність

Звіт щодо проведення енергетичного аудиту це нормативний документ, завірений особистим підписом та печаткою особи що проводила обстеження об'єкту – енергоаудитора. В цьому звіті енергоаудитор проводить опис об'єкту обстеження, стан системи електропостачання, заносить результати приладового обстеження об'єктів енергообладнання, та висновки щодо стану програми енергоефективності підприємства, також робить висновки щодо загального стану енергообладнання та потреби робить інструкції та пропозиції щодо покращення енергозбереження.

В енергоаудиторському звіті ведуться записи згідно вимог Закону України « Про мови в Україні».

При замовленні консультації, енергоаудитор проводить дану послугу та обов'язково в письмовому порядку записує у формі довідки або ж офіційної розписки.

Після проведення аудиту звіт залишається для замовника обстеження, а при складанні договору про це, звіт може залишатись у 2 екземплярах як у замовника так і у виконавця енергоаудиту.

Висновок щодо енергетичного аудиту – це інструкції, рекомендації та пропозиції, щодо підвищення ефективності використання енергетичного ресурсу замовником обстеження.

Таблиця 6.4 Виконання звіту з енергетичного аудиту

<b>Звіт з енергетичного аудиту</b>	
Короткий опис	
Вступ	
Організація проекту	
Опис стану електрообладнання	
Споживання енергетичних ресурсів	
Потенціал енергозбереження та енергоефективності	
Безпека електромонтерів та вплив на екологію	
Впровадження проекту	
Фінансування та економічні показники	
Енергетичні гарантії	
Експлуатація електрообладнання	
<b>Енергоменеджмент</b>	

### 6.3 Проведення теоретичних досліджень.

Для проведення ефективного да нормативного енергетичного аудиту необхідне приладове забезпечення енергоаудитора. Який в свою чергу також має бути забезпечений необхідними нормативними документами, рекомендаціями та інструкціями щодо проведення енергетичного аудиту.



Також мають бути в наявності документи для запису вимірювань – типові бланки.

В разі роботи енергоаудитора в енергоаудиторській компанії, необхідне обладнання має бати на балансі компанії.

Для проведення енергетичного аудиту енергоаудиторська компанія чи енергоаудитор має отримати ліцензію – сертифікат Державного стандарту України УкрСЕПРО.

На базі підприємства ТОВ «ТМ – Електробудсервіс» можливо влаштувати два типи енергоаудиторських послуг.

Можливо обладнати наявну Електролабораторію підприємства контрольно-вимірювальними та обчислювальними приладами. До автомобіля також можливо підключити необхідне обладнання для обстеження повітряних ліній.

При цьому дані з вимірювальних приладів можливо відправляти на головний компютер електролабораторії та опрацьовувати дані не від'їждючи від об'єкту обстеження.

В разі такого перелаштування необхідно закласти в собівартість умовної одиниці ремонту кошти які, перевищують можлиість ПТО і РЕО.

Тому більш доступною схемою для надання послуг енергетичного аудиту для підприємства виявилась розробка автономно-переносного приладового комплексу з обладнанням для проведення обстеження енергетичного обладнання.

В розробці такого типу комплексу відразу знайшлись переваги, а саме:

- Мобільність комплексу – даний комплекс можливо транспортувати звичайним легковим автомобілем із легкістю виконувати виїзди по району;

- Комплекс є портативним – невеликої маси, виконаний в захисному футлярі та вбудований в спеціальну валізу;

- Комплекс є автономним – обладнання для проведення аудиту, має свої акумуляторні батареї, а сам комплекс вбудоване живлення, для пізарядки приладів.

- Також виконується можливість установки приладу для реєстрації даних вимірювання та надсилати їх в сховище або на персональний компютер.

Для перевірки приладового комплексу впродовж деякого часу, було вирішено виконувати розробку на базі підприємства шляхом – спочатку позицію енергеоаудитора забезпечити найбільш затребуваним та необхідним обладнанням для проведення обстеження електричного обладнання. А в разі окупності та розвитку даної позиції поступово забезпечувати новим необхідним обладнанням.

Тому оснащення приладового комплексу виглядає наступним чином:

- Аналізатор енергії та якості електричної енергії – використовується для аналізу як трифазної так і однофазної електричної мережі, проводиться аналіз напруги, сили струму, активної та реактивної енергії.

- Пірометр – безконтактний вимірювальний прилад, що дає змогу визначити точні покази нагріву елементів електричного обладнання з безпечної для людини відстані.

- Тепловізор – дає можливість виявити несправність електричного обладнання, до того поки обладнання вийде з ладу. Та можливість діагностувати електричне обладнання на наявність нагріву елементів.

- Люксметр – прилад для виконання обстеження освітлювальних електричних систем, а саме вимірювання освітленості в люксах.

- Струмовимірювальні кліщі – призначені для вимірювання сили електричного струму в колі без його розриву та порушення роботи електричного обладнання.

- Цифровий мегомметр – використовується для обстеження кабельної продукції, а саме для вимірювання опору з великими номінальними значеннями

- Цифровий тестер – призначений для вимірювання напруги, сили струму та перевірки електричного кола.

- Тестер опору заземлюючого пристрою

- Для збереження даних щодо обстежень – накопичувач інформації
- Персональний компютер – для зберігання інформації та її аналізу та впорядкування звіту.

#### 6.4 Приладовий комплекс для проведення енергетичного аудиту з комплектацією приладів на базі підприємства ТОВ «ТМ-Електробудсервіс» в ПТФ і РЕО

На базі підприємства влаштовано приладовий комплекс для проведення енергетичного аудиту.

За допомогою розробленого комплексу є можливість проведення обстеження енергетичного обладнання та проводити вимірювання:

- Проводити вимірювання в електричних мережах, вимірювання активної та реактивної енергії та дослідження електричної мережі згідно показника якості електричної енергії, що мають відповідати нормам за вимогам стандартів якості електричних мереж постачання.

- Проводити обстеження систем електричного освітлення, виконувати вимірювання напруги в мережі живлення освітлювальної системи, знаходження коефіцієнтів природньої освітленості та коефіцієнту відбиття в приміщеннях зі штучним освітленням.

Вибране оснащення для проведення енергетичного аудиту та технічні характеристики обладнання наведені в таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 Оснащення обладнанням приладового комплексу для проведення енергетичного аудиту та їх технічні характеристики.

Призначення обладнання та назва	Тип, бренд	Технічні характеристики
Безконтактний вимірювальний прилад температури, Пірометр	Bosch Universal Temp (0.603.683.100)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Лазерний показчик - однопроменевий</li> <li>- Кількість променів - 1</li> <li>- Діапазон вимірів - <math>-30^{\circ}\text{C}</math> - <math>500^{\circ}\text{C}</math></li> <li>- Коефіцієнт візування - 12:1</li> <li>- Спектральний діапазон - 8-14 мкм</li> <li>- Коефіцієнт випромінювання (EMS) - 0.95</li> <li>- Робоча температура - <math>-5</math> - <math>+50^{\circ}\text{C}</math></li> <li>- Живлення - 2 x 1.5В AA</li> <li>- Габарити - 171 x 101 x 54 мм</li> </ul>
Аналізатор якості електричної енергії	GSC60R	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Перевірка цілісності та вимірювання опору захисних провідників заземлення та занулення 200 мА</li> </ul>

НУБІП		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Вимірювання струму та напруги RMS, частоти, потужності активної, реактивної, повної та коефіцієнта потужності</li> <li>- Вимірювання енергії активної та реактивної</li> <li>- Вимір опору ізоляції: 50, 100, 250, 500, 1000 В</li> <li>- Вимірювання опору заземлення та провідності ґрунту</li> <li>- Визначення правильності підключення та порядку чергування фаз</li> <li>- Детектування та реєстрація аномалій напруги (викиди, провали, перенапруги, імпульси) з роздільною здатністю 10 мс</li> <li>- Визначення несинусоїдності форми напруги та струму, вимірювання гармонійних складових до 49-ї гармоніки</li> <li>- Вимірювання та запис струму витоку, температури та вологості, освітленості опціонально</li> <li>- Інтервали усереднення при реєстрації: 2 сек, 5 сек, 10 сек, 30 сек, 1 хв, 2 хв, 5 хв, 10 хв, 15 хв, 30 хв</li> <li>- Аналіз та запис у хмарне сховище ПКЕ за допомогою планшета чи смартфона в реальному часі</li> </ul>
НУБІП		
НУБІП		
НУБІП	Venetech GT3251	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Діапазон вимірювання: від 20°C до 400°C</li> <li>- Роздільна здатність детектора: 32 x32</li> <li>- Загальна кількість пікселів: 2000000</li> <li>- Дисплей: 2.4" полноугольный TFT экран FOV/</li> <li>- Найменша фокусна відстань: 33°x33°/ 0.5 м</li> <li>- Теплова чутливість: 0.15 °C</li> <li>- Частота оновлення образів: 8 Hz</li> <li>- Похибка: ±1.8 / ±1.8%</li> <li>- Спектральний діапазон: 8-14 мкм</li> <li>- Коефіцієнт випромінювання (EMS): від 0,1 до 1,00</li> <li>- Режим фокусування: Фіксований</li> <li>- Колірна палета: Оксид заліза червоний, кольоровий, чорно-білий</li> <li>- Збереження образів: Карта пам'яті</li> <li>- Файловий формат: BMP</li> <li>- Час автоматичного відключення: 3 хвилини</li> <li>- Робочі температури: від 0°C до +45 °C</li> <li>- Температури зберігання: -20°C до 60°C</li> <li>- Вологість: &lt; 85% RH</li> <li>- Інтерфейс: USB</li> <li>- Живлення: Вбудовані акумуляторні батареї 3,7V/2600 mAh</li> <li>- Габарити: 202.0 x 64.3 x 77.6 мм</li> <li>- Вага: 254 г</li> </ul>
НУБІП	Безконтактний вимірювальний прилад нагрівання, Тепловізор	
НУБІП		
НУБІП		
НУБІП	Прилад для Flus ET -	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Діапазон вимірювання: 0 Lux-400 000 Lux, 0 Fc - 40000 Fc</li> </ul>

<p>вимірювання систем освітлення Люксметр</p>	<p>932</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Робочі умови експлуатації: -20-60 °С; 10-90 % RH</li> <li>- Частота: 2 рази в секунду</li> <li>- Умови зберігання: -20-60 °С; 10-75 % RH</li> <li>- Похибка: <math>\pm 3\%</math> (<math>&lt; 10,000 \text{ Lux}</math>)</li> <li>- Похибка: <math>\pm 4\%</math> (<math>&gt; 10,000 \text{ Lux}</math>)</li> <li>- Спектральний діапазон: СІЕ видимий спектр</li> <li>- Довжина дроту: 2,5 м</li> <li>- Живлення: Крона 9В</li> <li>- Габарити: 159*62*33 мм</li> <li>- Вага: 250 г</li> </ul>
<p>Струмовимірювальні кліщі</p>	<p>UNI-T-UTM 1213C</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Змінний струм - 40 А / 400 А <math>\pm (2.5\% + 5)</math></li> <li>- Постійний струм - 40 А / 400 А <math>\pm (2.0\% + 3)</math></li> <li>- Змінна напруга - 4 В / 40 В / 400 В / 600 В <math>\pm (1.2\% + 5)</math></li> <li>- Постійна напруга - 400 мВ / 4 В / 40 В / 400 В / 600 В <math>\pm (0.8\% + 1)</math></li> <li>- Опір - 400 <math>\Omega</math> / 4 k<math>\Omega</math> / 40 k<math>\Omega</math> / 400 k<math>\Omega</math> / 4 M<math>\Omega</math> / 40 M<math>\Omega</math> <math>\pm (1.0\% + 2)</math></li> <li>- Ємність - 40 нФ / 400 нФ / 4 мкФ / 40 мкФ / 400 мкФ / 4 мФ / 40 мФ <math>\pm (4.0\% + 5)</math></li> <li>- Частота - 0 Гц - 1 МГц <math>\pm (0.1\% + 4)</math></li> <li>- Температура - 40 °С ~ 1000 °С <math>\pm (1.0\% + 3)</math></li> </ul>
<p>Цифровий мегаомметр</p>	<p>Lutron ET-3000</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Вхідні клеми - 3 вхідні клеми (клеми E/P/C)</li> <li>- Стандарт безпеки - IEC1010</li> <li>- Температура експлуатації - 0/-50 °С (32/-122 °F)</li> <li>- Джерело живлення - 9 В DC (постійного струму) батареї типу AA 1.5 В (UM-3) 6 шту</li> <li>- Опір заземлення</li> <li>20 Ом - 0,01 Ом - від 0 до 19.99 Ом:</li> <li>200 Ом - 0,1 Ом - <math>\pm (2\% \text{ rdg} + 0,1 \text{ Ом})</math> вище 20 Ом</li> <li>2 kОм - 1 Ом - <math>\pm (2\% \text{ rdg} + 3 \text{ цифри})</math></li> <li>- Data Hold - утримання значення на дисплеї</li> </ul>
<p>Цифровий тестер</p>	<p>Uni-T-PRO UT191T</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Напруга постійне DC: до 600В, похибка: <math>\pm 0,5\% + 3 \text{ е.м.р.}</math></li> <li>Напруга змінне AC: до 600В, похибка: <math>\pm 0.7\% + 3 \text{ е.м.р.}</math></li> <li>Струм DC: до 20 А, похибка: <math>0.8\% + 3 \text{ е.м.р.}</math></li> <li>Струм AC: до 20 А, похибка: <math>1,0\% + 3 \text{ е.м.р.}</math></li> <li>Опір: до 60 MОм, похибка: <math>0.8\% + 2 \text{ е.м.р.}</math></li> <li>Ємність: до 60 мФ, похибка: <math>3.0\% + 5 \text{ е.м.р.}</math></li> <li>Частота: від 10 Гц до 1 МГц, похибка: <math>0,1\% + 4 \text{ е.м.р.}</math></li> <li>Заповнення: від 0,1% до 99,9%, похибка: <math>0.2\% + 5 \text{ е.м.р.}</math></li> <li>Температура: від -40 С до 400 С, похибка: <math>\% + 2 \text{ е.м.р.}</math></li> </ul>

НУБІП	Тестування провідності зі звуковою індикацією, тест діодів
	Дисплей: 6000 відліків
	Елементи живлення: 9 В, тип 6F22 x 1 шт.
	Розміри: 180 x 87 x 59 мм
	Вага: 428 г

# НУБІП України

## 6.5 Експериментальні дослідження

Були проведені дослідження пов'язані з якістю системи електричного освітлення, приладом для вимірювання рівня освітленості Люксометром.



Рисунок 6.1 – Показ Люкметра при увімкненому основному та додаткового освітленні в кабінеті ПТО і РЕО.

Згідно норм в даному приміщенні рівень освітленості має бути в межах 100-150 Люкс

Згідно досліду по вимірюванні освітленості, визначили що рівень освітленості знаходиться в межах, і дорівнює 146 Люксів.

При приближенні робочого ліхтаря рівень освітлення збільшився до 240 люксів.

Таблиця 6.6 - Звіт щодо обстеження приміщення з використання штучного освітлення лампами LECTRUM PAR 32W E27 6000K

Об'єкт обстеження	Результат обстеження
1 Марка та тип світильників	НСП-21У
2 Кількість світильників	2

3	Загальна потужність джерел освітлення	64 Вт
4	Час роботи системи електричного освітлення (год/рік)	2102 год/рік
5	Коефіцієнт відбиття в приміщеннях	50 %
6	Рік монтажу світильників	2019
7	Періодичність обслуговування світильників	Кожні 6 місяців
8	Рівень освітленості, фактичний, лк	146
9	Рівень освітленості, нормальний, лк	150
10	Вимір напруги живлення, U	221
11	Коефіцієнт вольторопередачі	80 га
12	Характеристика приміщення, площа	60
13	Строк служби ламп	25 000 годин
14	Увімкнення освітлення (ручне/автоматичне)	ручне
15	Стан системи освітлення на час обстеження (зношування, запиленість скла)	Система не зношена
16	Коефіцієнт використання світлового потоку (фактичне і нормоване значення)	83-98
17	Коефіцієнт природньої освітленості (фактичне і нормоване значення)	4,5 – 5%
18	Обстеження приміщення за загазованістю та загазованістю (сильне, середнє, помірне, слабке)	слабке

Також був проведений дослід в умовах лабораторії ПТО і РЕО з аналізу трифазної електричної мережі кВ, та здійснені вимірювання показників електричної мережі за допомогою аналізатора якості електричної енергії типу GSC60R за показниками:



Рисунок 6.2 Вікно програмного забезпечення GSC60R

В умовах дослідження відбувалась робота електричного двигуна при нормальному режимі роботи, та були зняті характеристики електричної мережі 0,38 кВ.



Рисунок 6.3 – Діаграма потужностей мережі 0,38

Можемо спостерігати що напрямки всіх фаз співпадає.





Рисунок 6.4 Покази приладу при проведенні обстеження контуру заземлення

При вимірюванні опору контуру заземлення зняті покази в 2,21 Ом, що згідно ПУЕ:

$$2,21 \text{ Ом} \leq 4 \text{ Ом}$$

Тому можемо зробити висновок, що заземлюючий пристрій виконаний правильно та опір знаходиться в допусках.

Також в ході проведення аудиту та обстеження енергетичного обладнання, була здійснена перевірка обладнання на наявність нагріву елементів за допомогою безконтактного вимірювального приладу тепловізора.

Принцип дії полягає в перетворенні невидимого для зору людини перетворити інфрачервоний спектр випромінювання в видимий для людини діапазон світлового випромінювання за допомогою вигнутої лінзи Френеля, що вбудована в вимірювальний прилад.

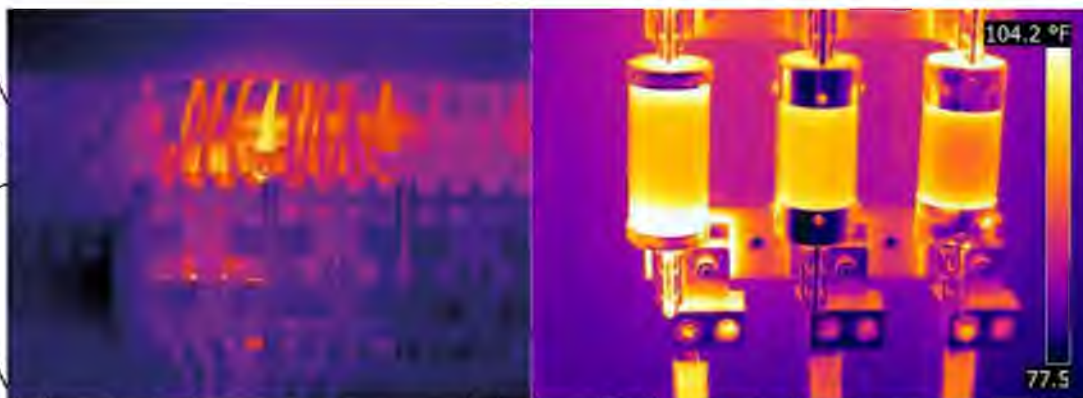


Рисунок 6.5 – Термограма тепловізора при обстеженні енергообладнання.

В ході дослідження – обстеження були виявлені несправності елементів енергетичного обладнання. Дані пошкодження зоровим оглядом визначити неможливо.

Використання тепловізійного контролю є дуже доречним при обстеженні діючих енергетичних установок та обладнання, адже вимірювання проводиться безконтактно.

#### Висновки:

Проведення періодичних енергетичних аудитів позитивно впливають на систему електричного живлення. Коли показники якості електричної енергії знаходяться в допустимих нормах, то не відбувається збільшення використання електричної енергії і при цьому не відбувається збільшення енергетичних втрат.

При допустимих відхиленнях показників якості електричної енергії не відбувається регрес надійності електричного обладнання. Строк служби обладнання знаходиться в межах встановлених заводом – виробником, адже енергетичне обладнання працює в нормальних умовах.

При цьому не порушуються технологічні процеси – працює логістика підприємства. Електромонтери при високих показниках якості електричної мережі не наражаються на небезпеку через можливі відмови чи несправності енергетичного обладнання.

В ході проведення енергетичного аудиту пункту технічного обслуговування та ремонту було виявлено, що показники якості електричної енергії знаходяться в допустимих межах та відповідають вимогам ПУЕ.

Але були виявлені пошкоджені контакти електрообладнання та елементи захисної апаратури, які підлягають заміні та ремонту.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## 7 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 7.1 Перелік основних нормативних документів

Основна задача безпеки праці - максимальне усунення несприятливих виробничих факторів, створення здорових, безпечних і комфортних умов на робочих місцях, підвищення продуктивності праці, зниження професійних хвороб і виробничого травматизму, підвищення працездатності людей, максимальний розвиток їх творчих здібностей.

Важлива роль відводиться організації праці і виробництва, організації робочих місць, вивченню безпечних прийомів праці, профорієнтації і профвідбору, контролю за умовами праці і станом здоров'я працюючих, зміцненню трудової і виробничої дисципліни, широкій участі робітників і службовців в створенні здорових і безпечних умов праці.

В даному розділі передбачаються заходи щодо створення безпечних умов праці на підприємстві ТОВ "ТМ-Електробудсервіс" Яготинського району Київської області. В цьому розділі передбачені питання захисту будівель від прямих ударів блискавки, враховані питання протипожежного захисту, індивідуального захисту персоналу виконаний розрахунок заземлюючих пристроїв.

Охорона праці робітників на підприємстві забезпечується наступними нормативними документами:

1. Закон України «Про охорону праці». Постанова Верховної Ради України від 14.11.92 №2695-ХІІ.
2. Закон України «Про пожежну безпеку». Постанова Верховної Ради України від 17.12.93 №3747-ХІІ.
3. Закон України «Про дорожній рух». Постанова Верховної Ради України від 28.01.93.
4. Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення». Постанова Верховної Ради України.

5. Правила удантування електроустановок ПУЕ-2008. Розділ 1. Загальні правила. Розділ 1.7 Заземлення Розділ 2. Передавання електроенергії Розділ 2.5 Повітряні лінії до 750 кВ Розділ 6. Електроосвітлення

6. ССБП ДСТУ 2293-93 «Система стандартів безпеки праці. Терміни та визначення».

7. ДСТУ 2272-93 «Пожезна безпека. Терміни та визначення».

8. ДБН А 3.1-3-94 «Прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів».

9. Єдина державна система показників обліку умов і безпеки праці.

Затверджена наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці від 31.03.94 №27.

10. НАПБ 01.001-95 Правила пожежної безпеки України, затверджені наказом МВС України від 22.06.95 №400, зареєстровані Міністерством юстиції України 14.07.95 за №219/95.

11. Типове положення про службу охорони праці: затверджено наказом Держнаглядохоронпраці України від 03.08.93 №73, зареєстроване в Міністерстві юстиції України 30.09.93 за №140.

12. ДНАОП 0.00-4.12-94. Типове положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці, затверджене наказом Держнаглядохорони України від 04.04.94 №30, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 12.05.94 за №95/309.

13. Положення про медичний огляд працівників певних категорій: затверджено наказом Міністерством охорони здоров'я України від 31.03.94 №45, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21.06.94 за №136/345.

14. Положення про розслідування та облік нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на підприємствах установах і організаціях: затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 10.08.93 №625.

15. ДНАОП 0.00-4.26. Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 18.11.96 №667/1692.

16. ДНАОП 0.03-3.30-96. Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 29.08.96 №488/1513.

17. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів/ Держенергонагляд України.: -К.:Дисконт, 1995-260с.

18. Правила пожежної безпеки у компаніях, підприємствах і організаціях енергетичної галузі України.

## **7.2 Аудит стану безпеки праці на підприємстві ТОВ «ТМ-ЕЛЕКТРОБУДСЕРВІС»**

Заходи по безпеці праці на підприємстві ТОВ "ТМ-Електробудсервіс" проводяться на основі річного плану номенклатурних заходів по безпеці праці. Ведеться паспорт санітарно-технічного стану і наявності засобів безпеки праці, журнал інструктажу по техніці безпеки. На робочих місцях знаходяться плакати та інструкції по техніці безпеки.

На ПТО передбачається куточок безпеки праці. Для обслуговуючого персоналу передбачені побутові приміщення. Весь персонал забезпечений спецодягом.

Для безпечної роботи обслуговуючого персоналу передбачено приєднання до заземленого нульового проводу металеві частини корпусів, які не знаходяться під напругою. При пошкодженні ізоляції передбачено відключення пошкоджених ділянок автоматичними вимикачами.

Для запобігання травм і нещасних випадків всі обертаючі деталі і вузли механізмів огорожуються захисними кожухами і сіточними огороженнями.

В кімнатах для відпочинку і на робочих місцях передбачаються аптечки для надання першої допомоги.

Також в процесі прийняття на роботу та впродовж робочого процесу систематично проводяться інструктажі з охорони праці, що заноситься в відповідний журнал.

Кожного року електромонтери мають проходити повторний іспит з правил техніки безпеки та охорони праці, підвищуючи цим свій рівень та отримуючи кваліфікаційну групу з ПТЕ тта ПТБ.

Також, важливе рішення, щодо кожнорічного проходження працівниками медичного огляду для виявлення можливих захворювань та реагування на них.

Об'єкт проектування – ПТО і РЕО має свої побутові та виробничі приміщення, де можливе покращення умов для робітників, а саме:

- Улаштування комірок для зберігання особистих речей;
- Створення навчального кабінету для впровадження нових технологій;
- Відведення часу для покращення умов в колективі.

Таблиця 7.1 – Звіт щодо приміщень ПТО і РЕО за вибухо-

пожежобезпекою та ймовірністю ураження силою струму. Категорії та класи приміщень ПТО і РЕО Категорії та класи приміщень ПТО і РЕО

Приміщення	Категорія приміщення	Кліматична зона	Ступінь вогнестійкості	Клас приміщення ймовірністю ураження силою струму	Середовище
Кімната ремонту електрообладнання	В	III	II	-  -	П-  а
Ділянка збірки Ділянка	В А	III	III	3	П-1

Ділянка просочування обмоток	A			підвищеною неб.	B-1a
Електрощитова	B			-  -	норм
Бокс для спец-авто	B			3	П-1
Кабінет	B			підвищеною неб.	Норм
Душова кімната	B			Без підв.н	сире
				3	
				підвищеною неб.	

Таблиця 7.2 – Характеристика приміщень де є ймовірність дії небезпечних та шкідливих для здоров'я людини факторів на базі ПТО і РЕО

Назва приміщення	Фактори, що впливають на безпеку людини						
	Підвищена напруженість мережі	Рухомі механізми	Загазованість приміщення	шумність	Підвищена вологість	Робота з хімією	Висока навантаженість
Ділянка збірки	+	+	+	+	-	-	+
Ділянка просочування обмоток	+	-	+	-	+	+	+
Ділянка лакування	+	-	+	+	+	+	+
Кімната ремонту електрообладнання	+	+	+	+	-	-	+
Склад	-	-	-	-	-	-	-



### 7.3 Розробка комплексу питань щодо усунення та вирішення небезпечних виробничих факторів на підприємстві

Після проведення аудиту підприємства були виявлені деякі небезпечні та шкідливі фактори які впливають на якість роботи та її комфортність виконання, тому головним завданням було їх усунути та підвищити ефективність та якість виконаної роботи:

- Необхідно позначити рухомі частини електричних машин яскравим кольором, а за можливості закрити їх захисними огорожами або кожухами, та використання звукової та світлової сигналізації;

- Забезпечення приміщення якісним електроосвітленням, що було розраховано в попередньому розділі, з використанням світлодіодних ламп;

- Необхідно забезпечити недопущення високої концентрації пилу в складах, на ділянках фарбування та лакування – хімічних реакцій.

Виконувати монтаж електропроводки закритого типу або в трубах.

Встановлення в цих приміщеннях світильників де унеможлиблюється виникнення іскри.

- Улаштувати необхідну для приміщень вентиляцію, що має тип виконання з витяжних та притяжних вентиляторів.

- Установлення диференціальних автоматичних вимикачів;

- Виконати захист від струмоведучих частин електричних машин, забезпечити заземлення та занулення

- Виконати монтаж обладнання для відведення потенціалу блискавки від ураження електрообладнання;

- Дотримання пожежної безпеки, улаштування в кімнатах спеціальних місць для улаштування стенду з спец. Засобами гасіння пожеж;

- Дотримання правил технічної експлуатації, правил охорони праці та пожежної безпеки.

НУ

#### 7.4 Вибір індивідуальних засобів захисту

Головною умовою безпечної праці на підприємстві є дотримання правил технічної експлуатації, правил охорони праці та пожежної безпеки, а також забезпеченість електромонтерів якісними індивідуальними засобами захисту.

Для захисту від ураження електричним струмом персоналу обслуговуючого електроустановки передбачається забезпечення їх необхідними засобами захисту в відповідності з ПТЕ і ПТБ.

Розрахунок потрібної кількості захисних засобів проводиться в табличній формі, згідно чисельності електромонтерів, кількості дільниць виробництва та характерних умов праці:

$$Z_{\text{ср}} = k_1 \cdot A_{\text{заг}} + \frac{k_2 + k_3 \cdot N_{\text{ед}}}{d} \quad (7.1)$$

де,  $k_1 k_2 k_3$  – коефіцієнти використання електрообладнання та захисного спорядження;

$A_{\text{заг}}$  – робота з обслуговування електричного обладнання в у.о.;

$N_{\text{ед}}$  – кількість електродивгунів;

$d$  – коефіцієнт надійної експлуатації захисного вимикання.

Таблиця 7.3 – Розрахунки забезпечення електромонтерів захисними засобами на рік за ПТО і РЕО

Індивід. захисний засіб	Тип, марка	Нормативний документ	Кількість, шт
Показчик напруги	Контакт-55Є		4
Універсальний вказівник напруги	УПВН		1
Ізолюючі кліщі	К-1000		3
Струмопровідні кліщі	Ц-4501		3
Діелектричний килим			400
Переносні заземлення до			3

1000 В			
Діелектричні чоботи			4
Ізольований комплект інструментів	КСИ-2		4
Плакати безпеки	-		4

### 7.5 Розрахунок заземлюючого пристрою споживчої ТП 10/0,4 кВ

Проведемо розрахунок заземлюваного пристрою трансформаторної підстанції 10/0,4 кВ (потужність трансформатора  $S_{TP} = 250$  кВА), який передбачається виконати у вигляді заземлюючого контуру із сталеної штаби з прямокутним перерізом 40x4 мм і вертикальними електродами діаметром 0,012 м і довжиною 5 м, закладеними на глибину 0,8 м від поверхні землі з двошаровою електричною структурою:

$$\begin{aligned} \rho_1 &= 260 \text{ Ом}\cdot\text{м}; \\ \rho_2 &= 190 \text{ Ом}\cdot\text{м}; \\ m &= \rho_1 / \rho_2 = 1,37; \\ h_1 &= 2,8 \text{ м}. \end{aligned}$$

Середньорічна тривалість гроз складає 60 годин. Довжина мережі напругою 10 кВ: повітряних  $L_{II} = 10$  км, кабельних  $L_K = 16$  км.

Як природний заземлювач використовуємо залізобетонний фундамент будівлі (площа, зайнята будівлею,  $S_B = 50 \text{ м}^2$ ).

Оскільки на трансформаторній підстанції використовуються установки до і понад 1000 В, то до заземлюючого пристрою висуваємо такі вимоги:

вимоги мережі 0,38 кВ, що працює з глухо заземленою нейтраллю;  
вимоги мережі 10 кВ, що працює з ізольованою нейтраллю.

1. Висуваємо вимоги мережі 0,38 кВ.

Приводимо схему заміщення мережі 0,38 кВ..

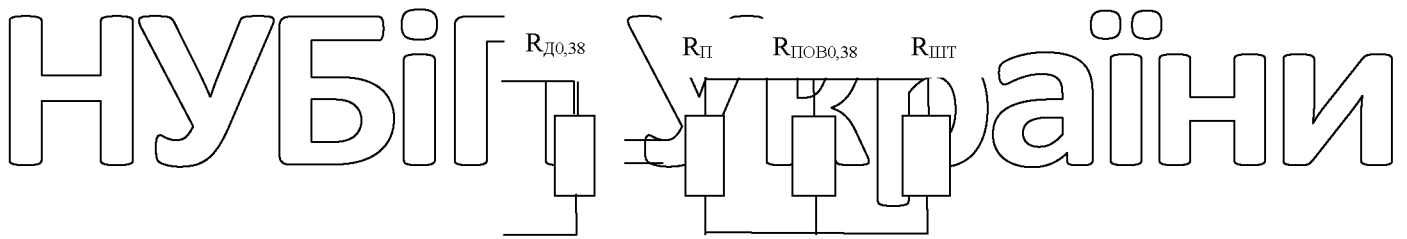


Рисунок 7.1 Схема заміщення мережі 0,38кВ

Для визначення допустимої величини опору заземлюючого пристрою обчислюємо еквівалентний питомий опір двошарового ґрунту за формулою:

$$\rho_{ЕКВ} = \frac{\rho_1 \rho_2 l}{\rho_1(t+l) + \rho_2(h-t)} = \frac{260 \cdot 190 \cdot 5}{260(0,8+5-2,8) + 190(2,8-0,8)} = 213 \text{ Ом}\cdot\text{м}; \quad (7.2)$$

де  $\rho_1$  - питомий опір верхнього шару ґрунту, Ом·м;

$\rho_2$  - питомий опір нижнього шару ґрунту, Ом·м,

$h_1$  - товщина верхнього шару землі, м;

$t$  - глибина закладання електрода, м;

$l$  - довжина вертикального електрода, м.

Оскільки  $\rho_{ЕКВ} > 100$  Ом·м, то допустимий опір  $R_{Д0,38}$  заземлюючого пристрою рівний:

$$R_{Д0,38} \leq 4\rho_{ЕКВ} / 100 = 4 \cdot 213 / 100 = 8,52 \text{ Ом}. \quad (7.3)$$

Опір штучного заземлювача рівний:

$$R_{ШТ0,38} = 30\rho_{ЕКВ} / 100 = 30 \cdot 213 / 100 = 63,9 \text{ Ом}. \quad (7.4)$$

Допустимий опір  $R_{Д0,38}$  заземлюючого пристрою, згідно схеми

заміщення, повинен бути забезпечений з урахуванням опору природних заземлювачів  $R_{П}$ , опору штучних заземлювачів  $R_{ШТ}$  і сумарного опору всіх повторних заземлень повітряних ліній 0,38кВ  $R_{ПОВ0,38}$ :

$$\frac{1}{R_{Д0,38}} = \frac{1}{R_{П}} + \frac{1}{R_{ШТ}} + \frac{1}{R_{ПОВ0,38}}. \quad (7.5)$$

Визначаємо величину  $R_{П}$ , в якості якого використовується залізобетонний фундамент будівлі, за рівнянням:

$$R_{П} = 0,5\rho_{ЕФ} / \sqrt{S_{Б}}, \quad (7.6)$$

де  $\rho_{E\Phi}$  - питомий еквівалентний опір землі, Ом·м;

$S_{\sqrt{}}$  - площа залізобетонного фундаменту будівлі, м<sup>2</sup>;

Величину  $\rho_{E\Phi}$  знаходимо за рівнянням:

$$\rho_{E\Phi} = \rho_1(1 - e^{-\alpha \frac{h}{\sqrt{S_{\sqrt{}}}}}) + \rho_2(1 - e^{-\beta \frac{\sqrt{S_{\sqrt{}}}}{h}}) = 260(1 - e^{-3,6 \frac{2,8}{\sqrt{50}}}) + 190(1 - e^{-0,1 \frac{\sqrt{50}}{2,8}}) = 234,4 \text{ Ом}\cdot\text{м}. \quad (7.7)$$

При співвідношенні  $\rho_1 > \rho_2$  тоді  $\alpha \approx 3,6$  а  $\beta = 0,1$ .

Величина  $R_{II}$  рівна:

$$R_{II} = 0,5 \cdot 234,4 / \sqrt{50} = 16,37 \text{ Ом}.$$

Визначаємо величину сумарного опору всіх заземлюючих пристроїв ПЛ

мережі 0,38 кВ. Для цього на схемі мережі ПТО і РЕО розставляємо заземлюючі пристрої за умови захисту від перенапруг і повторного заземлення нульового проводу.

Допустима величина сумарного опору всіх заземлюючих пристроїв

кожної повітряної лінії 0,38 кВ, з урахуванням питомого опору ґрунту, не повинна перевищувати 10 Ом, а кожного повторного заземлювача – 30 Ом.

За умовою:

$$R_{Л} \leq 10 \rho_{EKB} / 100 = 10 \cdot 213 / 100 = 21,3 \text{ Ом}; \quad (7.8)$$

$$R_{ПЗ} \leq 30 \rho_{EKB} / 100 = 30 \cdot 213 / 100 = 63,9 \text{ Ом}. \quad (7.9)$$

Приймаємо  $R_{ПЗ} = 63$  Ом, що менше допустимого.

Визначаємо загальний опір заземлюючих пристроїв на лінії Л1:

$$\frac{1}{R_{Л1}} = \frac{1}{R_{12}} + \frac{1}{R_{13}} + \frac{1}{R_{14}} + \frac{1}{R_{15}} \quad (7.10)$$

Оскільки  $R_{12} = R_{13} = R_{14} = R_{15}$ , то

$$R_{Л1} = \frac{R_{ПЗ}}{n_{Л1}} = \frac{63}{4} = 15,75 \text{ Ом} < 21,3 \text{ Ом}.$$

аналогічно в лінії Л2:

$$R_{Л2} = \frac{R_{ПЗ}}{n_{Л2}} = \frac{63}{3} = 21 \text{ Ом} < 21,3 \text{ Ом}.$$

Сумарний опір  $R_{ПОВ0,38}$  всіх повторних заземлень у лініях 0,38 кВ рівний:

$$R_{\text{ПОВО},38} = \frac{R_{\text{П}} R_{\text{Д2}}}{R_{\text{Д1}} + R_{\text{Д2}}} = \frac{15,75 \cdot 21}{15,75 + 21} = 9 \text{ Ом.} \quad (7.11)$$

Визначаємо сумарне значення  $R_{\text{П}}$  і  $R_{\text{ПОВО},38}$ :

$$R_{\text{ЕКВ}} = \frac{R_{\text{П}} R_{\text{ПОВО},38}}{R_{\text{П}} + R_{\text{ПОВО},38}} = \frac{16,57 \cdot 9}{16,57 + 9} = 5,83 \text{ Ом.} \quad (7.12)$$

Оскільки

$$R_{\text{ЕКВ}} = 5,83 \text{ Ом} < R_{\text{Д0},38} = 8,52 \text{ Ом},$$

то опір штучного  $R_{\text{ШТ},0,38}$  заземлювача приймаємо максимально

допустимим за ПВЕ, тобто  $R_{\text{ШТ},0,38} \leq 63,9 \text{ Ом}$ .

2. Висуваємо вимоги мережі 10 кВ.

Допустима величина опору  $R_{\text{Д10}}$  заземлюючого пристрою визначається за

рівнянням:

$$R_{\text{Д10}} = \frac{125}{I_3} \leq 10 \text{ Ом,} \quad (7.13)$$

де  $I_3$  - струм однофазного замикання на землю, А.

Величину  $I_3$  визначають за рівнянням:

$$I_3 = \frac{U(L_{\text{П}} + 35L_{\text{К}})}{350} = \frac{10(10 + 35 \cdot 0)}{350} = 0,286 \text{ А,} \quad (7.14)$$

де  $L_{\text{П}}$  - довжина повітряних ліній,  $L_{\text{П}} = 10 \text{ км}$ ;

$L_{\text{К}}$  - довжина кабельної лінії,  $L_{\text{К}} = 0 \text{ км}$ .

Тоді

$$R_{\text{Д10}} = 125 / 0,286 = 437,5 \text{ Ом} > 10 \text{ Ом}$$

Згідно умови за рівнянням (7.12) приймаємо  $R_{\text{Д10}} = 10 \text{ Ом}$ .

На рис. 7.2 приводимо схему заміщення мережі 10 кВ.

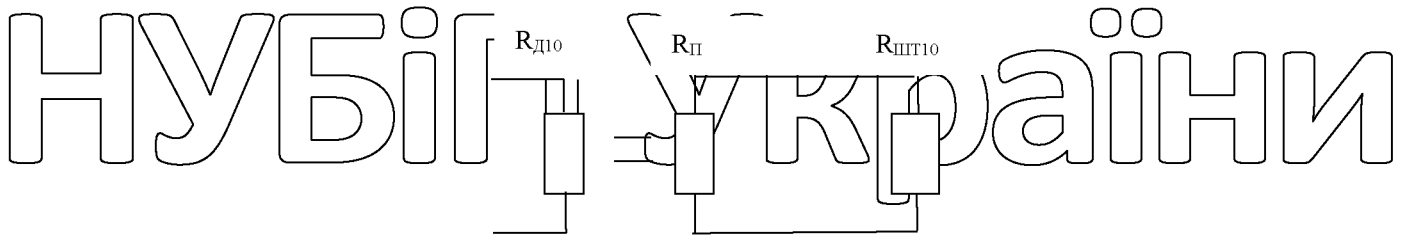


Рисунок 7.2. Схема заміщення мережі 10 кВ.

Оскільки  $R_{П} > R_{Д10}$ , то величина опору штучного заземлювача  $R_{ШТ10}$

визначається згідно схеми заміщення за рівнянням:

$$R_{ШТ10} = \frac{R_{П} \cdot R_{Д10}}{R_{П} - R_{Д10}} = \frac{16,57 \cdot 10}{16,57 - 10} = 25,22 \text{ Ом.} \quad (7.15)$$

Порівнявши отримані величини  $R_{ШТ0,38}$  і  $R_{ШТ10}$ , для розрахунку приймаємо меншу з них, тобто  $R_{ШТ10} = 25,22 \text{ Ом}$ . Ця величина задовольняє умови як мережі 0,38 кВ, так і мережі 10 кВ.

Визначимо опори вертикальних  $R_B$  і горизонтальних  $R_F$  елементів заземлювача.

Опір  $R_B$  одного вертикального заземлювача визначаємо за рівнянням:

$$R_B = \frac{K_C \rho_{ЕКВ}}{2\pi l} \left( \ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4h+1}{4h-1} \right) = \frac{1,15 \cdot 213}{2 \cdot 3,14 \cdot 5} \left( \ln \frac{2 \cdot 5}{0,012} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 3,3+5}{4 \cdot 3,3-5} \right) = 55,57 \text{ Ом.} \quad (7.16)$$

де  $K_C$  - коефіцієнт сезонності, який враховує збільшення опору від пори року,  $K_C = 1,5$ ,

$d$  - діаметр стержня, м;

$l$  - довжина стержня, м;

$h$  - відстань від поверхні землі до середини стержня,  $h = 0,8 + 0,5 \cdot 5 = 3,3 \text{ м}$ .

Провідність вертикального стержня рівна:

$$q_B = 1/R_B = 1/55,57 = 0,18 \text{ См.} \quad (7.17)$$

Визначаємо попередню кількість вертикальних стержнів без урахування екранування між ними:

$$n = R_B / R_{ШТ} = 55,57 / 25,22 = 2,2 \text{ шт.} \quad (7.18)$$

Приймаємо 4 вертикальні стержні.

Схема контуру заземлення у вигляді квадрата із стороною 9 м, з якого видно, що довжина  $l_r$  горизонтальних елементів заземлювача становить 36 м (рис. 7.3).

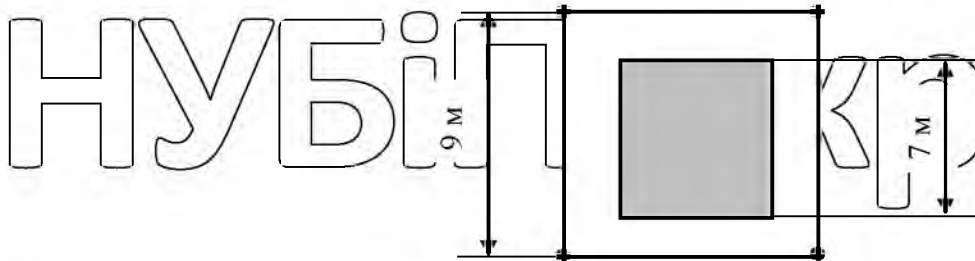


Рисунок. 7.3. Схема контуру заземлення трансформаторної підстанції 10/0,4 кВ

Для визначення опору горизонтальних елементів спочатку визначаємо

еквівалентний опір ґрунту з використанням лінійної інтерпретації.

1)  $\rho_1 / \rho_2 = 1$ ,  $h_1 = 3$  м,  $l_r = 36$  м між  $l_r = 30$  м і  $l_r = 40$  м:

$$\rho_{\text{ЕГ}} / \rho_2 = 1,50 + \frac{1,48 - 1,50}{40 - 30} (36 - 30) = 1,49.$$

2)  $\rho_1 / \rho_2 = 2$ ,  $h_1 = 3$  м;  $l_r = 36$  м між  $l_r = 30$  м і  $l_r = 40$  м:

$$\rho_{\text{ЕГ}} / \rho_2 = 1,76 + \frac{1,72 - 1,76}{40 - 30} (36 - 30) = 1,74.$$

3)  $\rho_1 / \rho_2 = 1,37$  між  $\rho_1 / \rho_2 = 1$  і  $\rho_1 / \rho_2 = 2$ ,  $h_1 = 3$  м,  $l_r = 36$  м:

$$\rho_{\text{ЕГ}} / \rho_2 = 1,49 + \frac{1,74 - 1,49}{2 - 1} (1,37 - 1,0) = 1,58.$$

Звідси

$$\rho_{\text{ЕГ}} = 1,58 \rho_2 = 1,58 \cdot 190 = 300,2 \text{ Ом} \cdot \text{м}.$$

Визначаємо опір горизонтального елемента заземлювача за рівнянням

$$R_r = \frac{K_{\text{ср}} \rho_{\text{ЕГ}}}{2\pi l_r} \ln \frac{2l_r}{bt} = \frac{2 \cdot 300,2}{2 \cdot 3,14 \cdot 36} \ln \frac{2 \cdot 36}{0,04 \cdot 0,8} = 30 \text{ Ом}, \quad (7.19)$$

де  $K_{\text{ср}}$  - коефіцієнт сезонності, який враховує збільшення опору горизонтального елемента заземлювача від пори року,  $K_{\text{ср}} = 2,0$ ;

$l_r$  - довжина горизонтальних елементів заземлювача, м;

$b$  - ширина горизонтальної штаби,  $b = 0,04$  м.



Провідність горизонтального елемента заземлювача буде:

$$q_r = 1/R_r = 1/30 = 0,033 \text{ См.} \quad (7.20)$$

Знаходимо опір штучного заземлювача:

$$R_{шт} = \frac{1}{\eta(nq_B + q_r)}, \quad (7.21)$$

де

$n$  - кількість вертикальних стержнів, шт.

Значення коефіцієнта  $\eta$  знаходимо за даними довідкової літератури,

шляхом послідовної лінійної інтерпретації.

1)  $\rho_1/\rho_2 = 1$ ;  $n = 4$ ;  $h_1/l = 0,5$ ;  $a/l = 1,8$ , між  $a/l = 1,0$  і  $a/l = 2,0$ ,

де  $a$  - довжина між вертикальними електродами, м.

$$\eta = 0,505 + \frac{0,540 - 0,505}{2 - 1} (1,8 - 1,0) = 0,533.$$

2)  $\rho_1/\rho_2 = 1$ ;  $n = 4$ ;  $h_1/l = 1,0$ ;  $a/l = 1,8$ , між  $a/l = 1,0$  і  $a/l = 2,0$ .

$$\eta = 0,505 + \frac{0,540 - 0,505}{2 - 1} (1,8 - 1,0) = 0,533.$$

3)  $\rho_1/\rho_2 = 1$ ;  $n = 4$ ;  $h_1/l = 0,56$ ;  $a/l = 1,8$ , між  $a/l = 1,0$  і  $a/l = 2,0$ .

$$\eta = 0,505 + \frac{0,540 - 0,505}{2 - 1} (1,8 - 1,0) = 0,533.$$

4)  $\rho_1/\rho_2 = 3$ ;  $n = 4$ ;  $h_1/l = 0,5$ ;  $a/l = 1,8$ , між  $a/l = 1,0$  і  $a/l = 2,0$ .

$$\eta = 0,631 + \frac{0,670 - 0,631}{2 - 1} (1,8 - 1,0) = 0,662.$$

5)  $\rho_1/\rho_2 = 3$ ;  $n = 4$ ;  $h_1/l = 1,0$ ;  $a/l = 1,8$ , між  $a/l = 1,0$  і  $a/l = 2,0$ .

$$\eta = 0,607 + \frac{0,655 - 0,607}{2 - 1} (1,8 - 1,0) = 0,645.$$

6)  $\rho_1/\rho_2 = 3$ ;  $n = 4$ ;  $h_1/l = 1,8$ ;  $a/l = 0,56$ , між  $a/l = 0,5$  і  $a/l = 1,0$ .

$$\eta = 0,662 + \frac{0,645 - 0,662}{1 - 0,5} (0,56 - 0,5) = 0,66.$$

7)  $\rho_1/\rho_2 = 1,37$  (між  $\rho_1/\rho_2 = 1$  і  $\rho_1/\rho_2 = 3$ );  $n = 4$ ;  $a/l = 1,8$ ;  $h_1/l = 0,56$ .

$$\eta = 0,533 + \frac{0,660 - 0,533}{3 - 1} (1,37 - 1,0) = 0,556.$$

$$R_{шт} = \frac{1}{0,556(4 \cdot 0,018 + 0,033)} = 17,2 \text{ Ом} < 25,22 \text{ Ом.}$$

Як видно з виразу, опір розрахованого штучного заземлювача менший від допустимого опору.

Таким чином, підступний заземлювач є замкненим контуром, що включає 4 вертикальних стержні завдовжки 5 м кожний, діаметром 0,012 м, з'єднаних горизонтальною штабою 40x4 мм завдовжки 36 м.

Загальний опір  $R_3$  заземлювача з урахуванням опорів природного заземлювача і повторних заземлень нульового проводу повітряних ліній при цьому буде рівним:

$$\frac{1}{R_3} = \frac{1}{R_{\text{П}}} + \frac{1}{R_{\text{ШТ}}} + \frac{1}{R_{\text{ПОВ}}} = \frac{1}{16,57} + \frac{1}{17,2} + \frac{1}{9} = 0,228 \text{ Ом.}$$

$$R_3 = 1/0,228 = 4,38 \text{ Ом.}$$

$$R_3 = 4,38 \text{ Ом} < R_{\text{доп},0,38} = 8,52 \text{ Ом.}$$

Мобудоване заземлення ТП 10/0,4 задовольняє вимогам ПУЕ-2007.

## 7.6 Вибір схеми блискавкозахисту ПТО і РЕО

Згідно класифікації за пожежонебезпекою приміщення ПТО і РЕО відносяться до категорії класу ПП-а дане приміщення підлягає блискавкозахисту згідно третьої категорії. А за класифікацією по вогнестійкості дане приміщення відноситься до до другого ступеню захисту.

Для даного приміщення доцільно використати захист від прямих ударів блискавки у формі блискавко приймальної сітки що монтується на плоскому даху будівлі.

Даний спосіб захисту виконується за допомогою створення на даху блискавко приймальної сітки з площею не більше 150 м<sup>2</sup>. А сама сітка виготовляється та монтується за допомогою ізольованих кронштейнів та сталюого проту діаметром 6 мм, що кріпиться через ізолятори на дах.

Після чого сама блискавко приймальна сітка з'єднується за допомогою шин струмовідводів до заземлювача, який монтується кругляком сталі діаметром 10-12 мм.

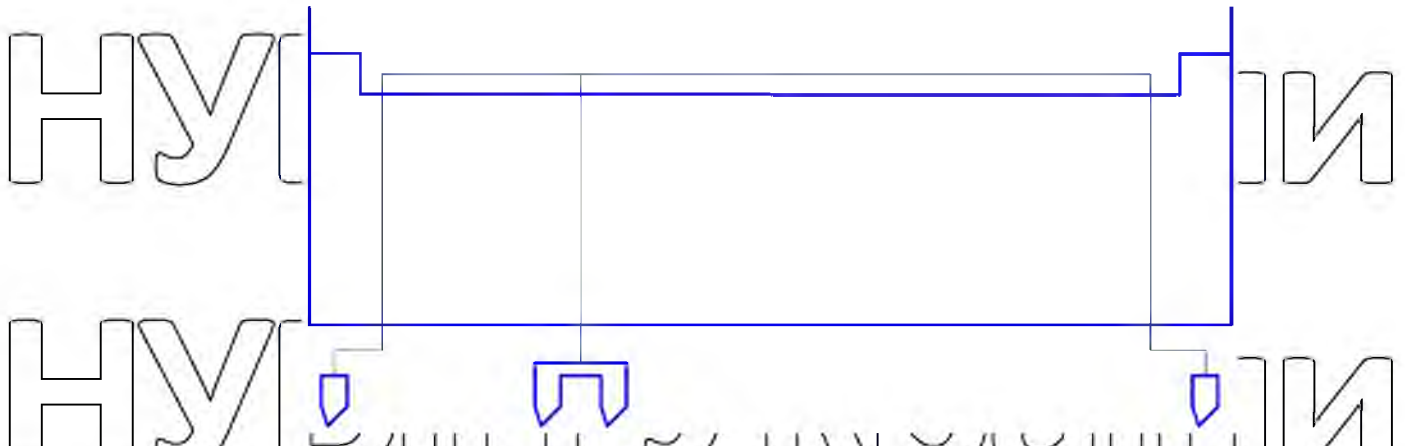


Рисунок 7.4 – Схематичне виконання блискавкозахисту

### 7.7 Пожежна безпека

Так як приміщення ПТО і РЕС відносяться до категорії вибухо- та пожежонебезпечних класу II-|а, то необхідно відповідально віднестись до організації пожежної безпеки в даному приміщенні.

Згідно, характерного використання приміщення можемо проаналізувати можливу загрозу спалаху або вибуху на ділянках лакофарбування та просочування і сушки ізоляції. Тому необхідно забезпечити умови для швидкого реагування та гасіння пожежи.

Протипожежна профілактика поділяється на організаційну і технічну.

Проектом передбачені наступні організаційні заходи:

- створення добровільної пожежної дружини;
- проведення масової роз'яснювальної роботи серед працівників підприємства

Технічні заходи:

- застосування електрообладнання, апаратури керування і захисту відповідно до умов оточуючого середовища;
- передбачено блискавкозахист будівель;
- для ліквідації пожежі передбачено протипожежна ємність;
- біля входів у виробничі приміщення встановлені пожежні щитки, укомплектовані інвентарем.

Встановлення автоматичної системи пожежогасіння.

Пожежі в електроустановках, що знаходяться під напругою необхідно гасити ручними або переносними вуглекислотними вогнегасниками. Застосування пінних вогнегасників заборонено, так як пінна і піноутворювачі розчини проводять електричний струм.

Для забезпечення безпеки електромонтерів та обладнання, а також швидкого реагування доцільно використати автоматичну пожежну сигналізацію (АПС).

Переваги автоматичної пожежної сигналізації:

- За допомогою змонтованих на стелі датчиків виявляється поява вогнища;
- За допомогою газоаналізаторів виявляється задимлення приміщення.

- Активація підключених автоматичних систем пожежогасіння;
- Активації підключених систем димовидалення, для зменшення накопичення небезпечних концентрацій газу;
- Можливе блокування системи вентиляції приміщення, для зменшення тяги;

- Передача сигналу тривоги у відповідну організацію для реагування на небезпеку.

Тому для захисту приміщення ЦТО і РЕО доцільно використати комплект пожежної сигналізації АРТОН-2П.



Рисунок 7.4 – Комплект пожежної сигналізації АРТОН-2П

Даний комплект також продовжує працювати після знеструмлення приміщення, на живленні від акумуляторної батареї. А комплектується відносно площі та класу пожежонебезпеки приміщення, в нашому випадку комплект додатково комплектується газоаналізаторами.

Таблиця 7.4 – Перелік та кількість необхідного інвентаря та засобів пожежогасіння

Назва пристроїв і засобів пожежогасіння	Тип, марка	Місце встановлення	Кількість	Х-ка пожеж. пр.
Комплект пожежної сигназації	Артон-2П	В приміщенні	4	
Газоаналізатори	Артон	В приміщенні	4	
Засоби органів зору та рук		На щиті	10	
Вогнегасник вуглекислотний	ОУ-5	В приміщенні	4	5л
Вогнегасник хім. пін.	ОХП-10	На щиті	4	10л.
Відро		На щиті	4	
Лом		На щиті	2	
Сокира		На щиті	2	
Бугор		На щиті	1	
Лопата		На щиті	4	
Ящик з піском		Біля щита		1м <sup>3</sup>

## 8 ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ТА РОЗРАХУНКИ

### 8.1 Розрахунок затрат електротехнічної служби

Одним із головних завдань проекту було вирішення питань технічного удосконалення підприємства та підвищення рівня енергоефективності.

Основні функції ПТО і РЕО електрифіковані та автоматизовані, також здійснюється автоматична подача води від скважини, опалення від власної котельні.

Визначимо загальну електрифікацію підприємства:

$$E = \frac{W}{n} \quad (8.1)$$

де,  $W$  – річна кількість спожитої електроенергії, кВт/год,  
 $n$  – середня кількість робочих за рік.

$$E = \frac{527625}{165} = 3197 \text{ кВт} \cdot \text{год} \cdot \text{чол}$$

Розрахуємо затрату електроенергії на ремонт одиниці валового продукту:

$$E = \frac{W}{Q} \quad (8.2)$$

де,  $Q$  – кількість валової продукції в гривнях.

$$E = \frac{527625}{1416900} = 0.59 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{грн}$$

Розрахуємо прогнозоване підвищення продуктивності праці за рахунок введення нового обладнання в ПТО і РЕО:

$$p = \frac{z_{n1} - z_{n2}}{z_{n1}} \quad (8.3)$$

де,  $z_{n2}$  – затрати праці після експлуатації вже нового обладнання.

$$z_{n2} = \frac{n \cdot t \cdot T}{A1} \quad (8.4)$$

де,  $n$  – загальна чисельність робітників;

$T$  – кількість роботи працівника в рік;

$A$  – річна виробнича програма робітника;

$T$  – кількість робочих годин за день.

$$Z_{\text{н2}} = \frac{16 \cdot 8 \cdot 300}{4200} = 9 \text{ люд. год/рік}$$

$$P = \frac{100(19 - 9)}{19} = 52\%$$

Розрахуємо підвищення продуктивності роботи, яке прогнозує зниження собівартості ПР та ГО обладнання:

$$\Delta C = C1 - C2 \quad (8.5)$$

де,  $C1$  та  $C2$  – вартість ремонту до початку оновлення енергетичної бази та після.

Згідно аудиту річного звіту  $C1 = 112,3$  грн.

Після впровадження нового обладнання визначимо собівартість ремонту:

$$C2 = \frac{\sum U}{K} \quad (8.6)$$

де,  $\sum U$  – сумарна сума втрат що йде на ремонт в грн.

$$\sum U_z = U_z + U_{\text{утр}} + U_v + U_{\text{зч}} + U_{\text{в.л}} + U_{\text{а.г}} \quad (8.7)$$

де,  $U_z$  – заробітна плата робітника, грн;

$U_{\text{утр}}$  – відрахування на амортизацію, грн.

$$U_{\text{утр}} = U_v + U_{\text{т.д.}} \quad (8.8)$$

Після чого необхідно визначити затрату коштів на зарплатні:

$$U_z = (U_{\text{о.з}} + U_d + U_n) \quad (8.9)$$

де,  $U_{\text{о.з}}$  – зарплата, що залежить від виконаного ремонту;

$U_v$  – додаткові надбавки, 5,8 %

$$U_n = U_{\text{п.ф}} + U_{\text{ф.п}} + U_c + U_{\text{с.н}} \quad (8.10)$$

де,  $U_{\text{п.ф}}$  – податок в пенсійни фонд, 31,8 %;

$U_{\text{ф.п}}$  – відрахування у фонд зайнятості, 2,9 %;

$U_c$  – відрахування на соц.страхування, 1,6 %

$U_{\text{сн}}$  – відрахування у фонд нещасних-випадків, 1,2 %

$$U_{\text{н}} = 170,1 + 15,5 + 8,6 + 6,4 = 200,6 \text{ грн}$$

$$U_{\text{з}} = (535 + 31 + 200,6)12 = 12,265 \text{ грн}$$

Проведемо розрахунок відрахувань на амортизацію табличним способом

Таблиця 8.1 Розрахунки відрахувань амортизації обладнання

Назва обладнання	Норма відрахувань, %	Конторисна вартість, грн	Річні відрахування, грн
Технологічне	8	186370	14909
Електроосвітлення	5	5880	294
Силлове обладнання	6,4	7710	493
Всього			15969

Відрахування на ТО і ПР складає 1,5 % від суми обладнання.

Згідно проекту вартість обладнання складає 710768 грн, тоді

$$U_{\text{т,д}} = 710768 \cdot 0,15 = 106612 \text{ грн}$$

$$U_{\text{утр}} = 15969 + 106612 = 122311 \text{ грн}$$

Після чого розрахуємо витрату електричної енергії:

$$U_{\text{в}} = C_{\text{л}} \cdot W_{\text{л}} \quad (8.11)$$

де,  $C_{\text{л}}$  – тариф на електричну енергію, 1,68 грн.

$$U_{\text{в}} = 527625 \cdot 1,68 = 153011 \text{ грн}$$

Згідно визначеного об'єму робіт відомі затрати на придбання нових запчастин, 102 500 грн.

Також відомо, що загальні витрати виробничі становлять 40 % від зарплатного фонду, 4 906 грн,

А загальні витрати на підтримання порядку підприємства становлять 15 %, 1 839 грн.



$$\sum U_3 = 12625 + 12231 + 15301 + 102500 + 4906 = 1839$$

$$= 396832 \text{ грн}$$

Тоді,  $C_2 = \frac{396832}{4200} = 94.5 \text{ грн.}$

Розрахуємо прогнозоване пониження собівартості:

$$\Delta C = C_1 - C_2 = 112 - 94.5 = 17.8 \text{ грн/рік}$$

Також, необхідно розрахувати можливі додаткові інвестиції коштів за формулою.

$$K_{\text{дод}} = K_{\text{к}} + K_{\text{пр}} \quad (8.12)$$

де,  $K_{\text{к}}$  - кошторисні інвестиції, 73000 грн;  
 $K_{\text{пр}}$  - затрати на виготовлення проекту, 3% від кошторису.

$$K_{\text{пр}} = 73000 \cdot 0.03 = 2190 \text{ грн}$$

$$K_{\text{дод}} = 73000 + 2190 = 75190 \text{ грн}$$

Також розрахуємо питомі капіталовкладення:

$$K_{\text{пит}} = \frac{K_{\text{дод}}}{A} = \frac{75190}{4200} = 17.9 \text{ грн/рік} \quad (8.13)$$

Розрахуємо прогнозований час окупності електрообладнання та

програми:

$$T = \frac{K_{\text{дод}}}{\Delta C \cdot A} \quad (8.14)$$

$$T = 75190 / (17.82 \cdot 4200) = 1 \text{ рік}$$

Визначимо необхідні грошові витрати для виконання 1 умовного

ремонту:

$$Z_{\text{пр}} = C_2 + E \cdot K_{\text{пит}} \quad (8.15)$$

де,  $E = 0.15$ , питомий коефіцієнт

$$Z_{\text{пр}} = 112.3 \cdot 0.15 \cdot 17.9 = 115 \text{ грн/рік}$$

Визначимо прогнозовану рентабельність ремонту:

$$R = \left( \frac{\Pi}{C} \right) \cdot 100\% \quad (8.16)$$

Визначимо прибуток за формулою:

$$P = C - C = 112,3 - 94,48 = 17,82 \text{ грн} \quad (8.17)$$

Тоді,

$$R = \left( \frac{17,82}{94,48} \right) \cdot 100\% = 18,9\%$$

Визначимо прогнозований річний економічний ефект:

$$E_{\text{річн}} = (Z_{\text{пр1}} - Z_{\text{пр2}}) \cdot A$$

де,  $Z_{\text{пр1}}$  – Затрати для виконання ремонту  
 $K_{\text{пит}}$  – із аудиту господарства, 17 грн/1 у.р.

$$Z_{\text{пр1}} = C1 + E \cdot K_{\text{пит}} \quad (8.18)$$

$$Z_{\text{пр1}} = 112,3 + 0,15 \cdot 17 = 114,9 \text{ грн/рік}$$

$$E_{\text{річн}} = (114,9 - 97,03) \cdot 4200 = 75054 \text{ грн}$$

**Висновки:**

Економічний розрахунок показує що продуктивність праці

електромонтерів ПТО і РЕО зростає на 52 % за рахунок впровадження нового обладнання. Собівартість ПР і ТО зменшується до 94,48 грн Рентабельність проекту становить 18,9 %, при цьому розмір необхідних капіталовкладень становить 75190 грн..

Річний економічний ефект, що визначається приведеними затратами на проведення ремонту за питомими капіталовкладеннями становить 75 504 грн.

Також при цьому знизяться і затрати праці до 9 люд.год/рік

Отже, строк окупності проекту складає 1 рік, чим доводить що проведення даних заходів є економічно доцільним.

## ВИСНОВКИ

В ході розроблення проекту магістерської роботи було здійснено аудит та аналіз стану експлуатації енергетичного обладнання та використання енергетичних ресурсів.

Розроблені заходи щодо організації діяльності енергетичної служби підприємства та пункту технічного обслуговування та ремонту.

Розраховано та вибрано електрообладнання для реалізації технологічних процесів, зокрема для приводу установок вибрані сучасні електродвигуни серії АІР та апаратура для керування та їх захисту.

Для безпечної експлуатації електрообладнання розроблені заходи з безпеки праці, розраховано грозозахист, пожежна сигналізація, заземлення, вибрані індивідуальні засоби захисту.

Також в процесі системи комплексних приладів для проведення енергетичного аудиту, відбувалось і обстеження енергетичного обладнання ПТО і РЕО. В процесі обстеження та аудиту були виявлено:

- При якісному електропостачанні підприємства не порушуються технологічні процеси – працює логістика підприємства. Електромонтери при високих показниках якості електричної мережі не наражаються на небезпеку через можливі відмови чи несправності енергетичного обладнання;

- В ході проведення енергетичного аудиту пункту технічного обслуговування та ремонту було виявлено, що показники якості електричної енергії знаходяться в допустимих межах та відповідають вимогам ПУЕ;

- Але також були виявлені пошкоджені контакти електрообладнання та елементи захисної апаратури, які підлягають заміні та ремонту;

- Економічний розрахунок показує що продуктивність праці електромонтерів ПТО і РЕО зросте на 52 % за рахунок впровадження нового обладнання. Собівартість ПР і ТО зменшується до 94,48 грн Рентабельність проекту становить 18,9 %, а окупність проекту складає 1 рік.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закон України « Про енергетику» Редагований від 13 квітня 2019 року №2388

2. Закон України « Про енергозбереження» станом на 16 жовтня 2020 рік. Стаття 126

3. Закон України « Про ринок електричної енергії» станом на 20 березня 2020 рік

4. Правила користування електричною енергією. Постановою НКРЕ 31.07.96. за редакції 26.06.20

5. Лут М. Т. Експлуатація енергетичного обладнання. Розробка комплексу заходів з експлуатації енергетичного обладнання сільськогосподарського підприємства / М. Т. Лут, В. А. Чаливайко. – К.: Видавничий центр НАУ, 2000. – 256 с.

6. ПУЕ-2017. Видання офіційне / Міненерговугілля України. – Х.: Форт, 2017. – 760 с.

7. Василюга П. О. Електротехнологічні установки / П.О. Василюга. – Суми : СумДУ, 2010. – 548 с.

8. Олійник В. С. Довідник сільського електрика / В.С. Олійник. – К.: «Урожай», 1989. – 262 с.

9. Синявський О. Ю. Електропривод і автоматизація / О.Ю. Синявський, П.І. Савченко, В.В. Савченко. – К.: «Аграр Медіа Груп», 2013. – 586 с.

10. Баран О. В. Автоматика і автоматизація технологічних процесів / О.В. Баран, П.Г. Самоїленко, С.Є. Гранат. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 577 с.

11. Червінський Л.С., Електричне освітлення та опромінення / Л.С. Червінський, Л.О. Сторожук. – К.: «Аграр Медіа Груп», 2011. – 214 с.

12. Лут М. Т. Безпека праці в сільських електроустановках / М.Т. Лут. – К.: ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2012. – 430 с.

13. Іноземцев Г. Б. Дипломне проектування енергетичних та електротехнічних систем в АПК / Г.Б. Іноземцев, В.В. Козирський, М.Т. Лут. – К.: «АграрМедіаГруп», 2014. – 526с.

14. ПТЕЕС – 2006. Видання офіційне / Міністерство палива та енергетики України

15. Лут М.Т., Мірошник О.В., Трунова І.М. Основи технічної експлуатації енергетичного обладнання АПК. – Харків, Факт, 2008 - 438 с.

16. Праховник А.В., Соловей О.І., Прокопенко В.В. Енергетичний менеджмент. Київ, Політех., 2001 – 471 с.

17. Соловей О.І. та ін. Енергетичний аудит. Навчальний посібник – Черкаси, ЧТДУ, 2005 – 299 с.

18. Бояричук В.М., Тригуба А.М., Лут М.Т., Волошиг С.М. Енергетичний менеджмент і аудит в АПК. – Львів: Сполом, 2010 – 450 с.

19. Корчемний М., Федерейко В., Щербань В., Енергозбереження в агропромисловому комплексі – Тернопіль: Підручник і посібник, 2001 – 984 с.

19. Закон України «Про охорону праці». Постанова Верховної Ради України від 14.11.92 №2695-ХІІ.

20. Закон України «Про пожежну безпеку». Постанова Верховної Ради України від 17.12.93 №3747-ХІІ.

21. Закон України «Про дорожній рух». Постанова Верховної Ради України від 28.01.93.

22. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів/ Держенергонагляд України.: -К.: Дисконт, 1995-260с.

23. Правила пожежної безпеки у компаніях, підприємствах і в організаціях енергетичної галузі України.

24. Маньков В.Д., Заграничний С.Ф. Захисне заземлення та занулення електроустановок: Довідник : Політехніка, 2005 – 400 с.

25. Гажман В.І. Електробезпека на виробництві. К., 2002 – 272 с.

26. Чміль А.І., Лут М. Т. Безпека праці у електроустановках. К.: Урожай, 1996 – 144 с.

Перелік вибраних стандартів у магістерській роботі  
 «Розробка комплексу питань щодо діяльності енергетичної служби ТОВ «ТМ – Електробудсервіс Яготинського району Київської області»  
 (виконав студент Матвеев Є.О., наук. керівник доцент Радько І.П.)

Розділ застосування стандарту у виконанні проекту	Назва ДСТУ	Міжнародний стандарт	Електронне джерело посилання
1. Розробки питань щодо організації енергетичної служби підприємства	<p>Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів (ПТБЕС)</p> <p>ДСТУ 2.051:2006 Єдина система конструкторської документації Загальні положення</p> <p>ДСТУ 2.601:2006 Єдина система конструкторської документації . Експлуатаційні документи</p> <p>ДСТУ 2.602:2006 Ремонтні документи</p> <p>ДСТУ 18322-78 Система технічного обслуговування та ремонту електротехнічного обладнання.</p>		
2. Розробка проекту ПТО і РЕО	<p>ДСТУ 3020-95 Апарати комутаційні низьковольтні/ Загальні умови</p> <p>ДСТУ 3020-95 Вимикачі автоматичні</p>		

	<p>низьковольтні. Загальні технічні умови</p> <p>ДСТУ 183-74 Машини електричні обертові</p> <p>Правила улаштування електроустановок (ПУЕ)</p>		
<p>3. Розробка проекту електропостачання та програми енергоефективності</p>	<p>ДБН В.2.5и28:2018 Природне і штучне освітлення</p> <p>ДСТУ 2105-92 Трансформатори силові масляні загального призначення напругою до 35 кВ включно. Технічні умови</p> <p>ДСТУ 839-80 Провода неізолювані для повітряних ліній</p>		
	<p>ДСТУ 4743-2007 Провода самоутримні захищені для електропередавання. Загальні технічні умови</p> <p>ДСТУ 3399-96 Комплектні трансформаторні підстанції</p>		
	<p>ДСТУ EN50575:2018 Кабелі силові загального використання</p>		

<p>4. Розробка приладового комплексу для проведення енергетичного аудиту енергетичного обладнання</p>	<p>ДСТУ 4065-2001 Енергозбереження. Енергетичний аудит. Загальні технічні вимоги</p> <p>ДСТУ 4713:2007 Енергозбереження. Енергетичний аудит промислових підприємств. Порядок проведення та вимоги до організації робіт</p> <p>ДСТУ 8595-94 Прилади вимірювальні та апаратура діагностики</p> <p>ДСТУ Б EN 13187:2011 Тепловізійний контроль</p> <p>ДСТУ ІЕС 61335:2005 Прилади контрольно-вимірювальні</p> <p>ДСТУ ІСО 50002:2016 Вимоги до звіту з енергоаудиту</p>	<p>ANSI/EEE73 9:1995</p> <p>ІЕС ІСО</p>	<p><a href="https://aea.org.ua">https://aea.org.ua</a></p> <p><a href="http://csm.kiev.ua">http://csm.kiev.ua</a></p>
<p>5. Охорона та безпека праці</p>	<p>ДСТУ 12.0.230:2008 Система стандартів безпеки праці. Системи управління охороною праці. Загальні вимоги</p> <p>ДСТУ-Н CEN TS 54-14-2009 Системи пожежної сигналізації та оповіщення</p> <p>ДСТУ 2293:2014 Охорона праці та</p>	<p>СЕН</p>	



	<p>визначення</p> <p>МПАОП/40.1-1.21-98 Правила безпечної експлуатації електроустановок</p>		
<p>6. Розробка системи заземлюючого пристрою для ТП</p>	<p>ДСТУ 7237-2011 Захист люди ураження електричним струмом</p> <p>ДСТУ 12.1.030-81 Виконання заземлюючих пристроїв</p>		
<p>7. Техніко- економічні показники</p>	<p>ДБН А.2.2-3 -2014 Склад та зміст проектної документації стосовано даних і техніко-економічних показників</p>		

НУБІП України

НУБІП України

Таблиця – Відомості щодо системи освітлення ПТО і РЕО

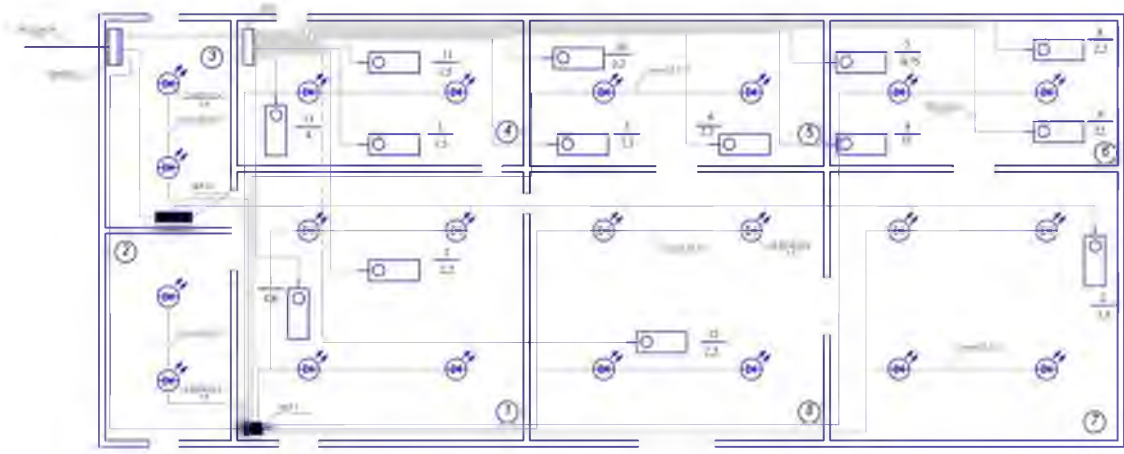
№	Назва приміщення	Розміри приміщення та характер.		Коефіцієнт відбиття, %			Норма освітл. люкс	Тип світильника	Кількість, шт	Характеристики джерела випромінювання			Потужність, кВт
		Площа, м <sup>2</sup>	Клас прим.	Стелі,	Стін	Підл.				тип	Потуж, Вт	Світл. потік, лм	
1	Кімната рем.обл	182	П-  а	70	50	10	200	НСП-21У-100	4	LECTRU M PAR 32W E27 6000K	32	4000	1,28
2	Кабінет	60	Норм	50	30	10	100	НСП	2	LECTRU M PAR 32W E27 4000K	32	4000	0,64
3	Електрощитова	60	Норм	50	30	10	20	НСП-21У-100	2	LECTRU M PAR 24W E27 4000K	24	2800	0,48
4	Ділянка збірки	98	П-  а	50	30	10	200	НСП-21У-100	2	LECTRU M PAR 40W E27 6500K	40	6000	0,8
5	Ділянка лакування	98	В-  а	70	50	10	200	НСП-21У-100	2	LECTRU M PAR 40W E27 6500K	40	6000	0,8

6	Ділянка просочування обл.	98	В-а	50	30	10	200	НСП- 21У- 100	2	LECTRU MPAR 40W E27 6500K	40	6000	0,8
7	Склад	182	П-а	50	30	10	30	НСП- 21У- 100	4	LECTRU MPAR 24W E27 4000K	24	2800	0,96
8	Бокс для спец.авто	182	П-а	50	30	10	50	НСП- 21У- 100	4	LECTRU MPAR 24W E27 4000K	24	2800	0,96

НУБІП України

НУБІП України

5 10010102 P.P. EO 15 EO



Експлікація приміщень

№ п/п	Назва	Розміри			Умови зон, серед.	Е.л.к
		А, м	В, м	Н, м		
1	Кімната рем. еп.облад.	14	13	4,5	сухе	200
2	Кабінет	10	6	4,5	сухе	100
3	Електрощитова	10	6	4,5	сухе	20
4	Ділянка збірки	14	7	4,4	сухе	200
5	Ділянка лакування	14	7	4,4	лідв. неб	200
6	Ділянка просочування обл.	14	7	4,4	лідв. неб	200
7	Склад	14	13	4,5	сухе	30
8	Бокс для спец. авто	14	13	4,5	лідв. неб	50

Розрахунково - монтажна таблиця силової та освітлювальної електромережі

Ввідний кабель		Розподільчий пристрій		Кабель, марка, переріз	Апарати керування і захисту			Електрообладнання ПТО і РЕО				Назва робочої площини				
Марка, переріз, об'єм	Розрахунковий струм, А	Віднесення до апарату на ввіді	Тип РП		Тип АКПТ	Автоматичний вимикач	Ір, А	Електромагнітний пусквач	к.А	Кабель, марка, переріз	Позначення на схемі		Тип електрообладнання	Потужність двигуна Рн, кВт	Струм Ін, А	
ВВГнг 4x50	140	ВА88-33	ДР 8001С	ВА 88-37	315	ВВГнг 4x50	ВА 47-29	6	ПМ 1-12	10	ВВГ 4x2.5	1	AIP80B4	1,5	2,75	Компресор Станок шліф Стена випроб. Привід ле. елв. Витр. апарат захисту Привід хврт Стена елкт Кран балка Стена випр Привід тельфера Вакуум насос Станок св Насос
							ВА 47-29	8	ПМ 1-12	10	ВВГ 4x2.5	2	AIP90LA	2,2	5	
							ВА 47-60	18	ПМ 2-25	40	ВВГ 4x4	3	AIP132S4	7,5	17,1	
							ВА 47-60	31,5	ПМ 3-40	40	ВВГ 4x6	4	AIP160S4	11	22,5	
							ВА 47-29	5,5	ПМ 1-12	10	ВВГ 4x2.5	5	AIP71B4	0,75	2,1	
							ВА 47-29	2,5	ПМ 1-12	10	ВВГ 4x2.5	6	AIP90L4A	2,2	5,0	
							ВА 47-29	2,5	ПМ 1-12	10	ВВГ 4x2.5	7	AIP71B4	0,6	2,2	
							ВА 47-29	5	ПМ 1-12	10	ВВГ 4x2.5	8	AIP90L4A	2,2	5,0	
							ВА 47-60	30	ПМ 4-80	40	ВВГ 4x16	9	AIP180S4	22	43,8	
							ВА 47-29	5	ПМ 1-12	10	ВВГ 4x2.5	10	AIP90L4A	2,2	5,0	
							ВА 47-29	4	ПМ 1-12	10	ВВГ 4x2.5	11	AIP80A2	1,5	3,3	
							ВА 47-29	5	ПМ 1-12	10	ВВГ 4x2.5	12	AIP90L4	2,2	5,0	
							ВА 47-29	5	ПМ 1-12	10	ВВГ 4x2.5	13	AIP100S2	4	7,8	
							ВА 47-29	5	ПМ 1-12	10	ВВГ 4x2.5	14	AIP112M2	7,5	14,8	
A9N61505	5															
A9N61505	5															
A9N61505	5															
A9N61505	5															
A9N61505	5															
A9N61505	5															
A9N61505	5															
A9N61505	5															

Умовно-графічні позначення	Найменування
	однофазний електропривод
	Марка проводу, кількість жил, площа попер.перерізу жили Тип труби та її діаметр, мм.
	Привід ле. елв. Витр. апарат захисту
	Привід хврт Стена елкт Номінальна потужність електролампа, кВт
	Кран балка
	Стена випр Привід тельфера
	Вакуум насос
	Станок св Насос
	Марка кабелю, кількість жил, площа попер.перерізу жили, мм2, тип труби
	кількість, тип світильника, потужність лампи, Вт висота підвісу світильника, м

НБУВ Україна		ар. ЕЕЕ-20001м	
--------------	--	----------------	--