

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

другого (магістерського) рівня освіти

на тему:

**«ОПТИМІЗАЦІЯ МЕРЕЖІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ РЕМОНТНОЇ
МАЙСТЕРНІ З ВИКОРИСТАННЯМ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ»**

Виконав: студент VI курсу
групи Ен-62 спеціальності
141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

_____ Шиганов Ю.С.

Керівник: _____ Гошко М.О.

Рецензент: _____ Сиротюк С. В.

ДУБЛЯНИ 2024

УДК 631.01

Шиганов Ю.С. Оптимізація мережі електропостачання ремонтної майстерні з використанням сонячної енергії. Кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2024 р. 58 с. текстової частини, 10 таблиць, 14 рисунків, 15 джерел.

В даній кваліфікаційній роботі було розглянуто питання модернізації ремонтної майстерні, а також було розраховане освітлення з використанням різних типів ламп, а саме: компактно люмінесцентних ламп та світлодіодних ламп. Розрахунки освітлювальної мережі нам дали результати, за якими ми можемо оцінити доцільність використання тих чи інших ламп. В роботі були розраховані основні параметри сонячних батарей. Також було розраховано економічну ефективність модернізації та дано рекомендації щодо реалізації.

**ГЕЛІОКОЛЕКТОРИ, СОНЯЧНІ БАТАРЕЇ, ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ
ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ**

ВСТУП

Актуальність теми. У сучасних реаліях оптимізація витрат та раціональне використання електроенергії є надзвичайно важливими аспектами сталого розвитку підприємств та організацій. Постійне зростання цін на енергоресурси, потреба у зменшенні впливу на довкілля та вимоги підвищення енергоефективності змушують шукати нові підходи до енергозабезпечення. Для підприємств, таких як ремонтні майстерні, стабільне та економічно вигідне електропостачання є основою ефективної роботи.

Особливо гостро це питання постало для України, яка перебуває в умовах повномасштабної війни з російським агресором. Систематично росія обстрілює енергетичну інфраструктуру нашої держави, що спричиняє перебої в електропостачанні, створює ризики для критично важливих об'єктів та ускладнює функціонування підприємств. У таких умовах традиційна енергетична система виявилася вразливою, що спонукає до пошуку альтернативних шляхів забезпечення електроенергією.

Одним із найбільш перспективних рішень є впровадження відновлюваних джерел енергії, зокрема сонячної. Використання сонячних панелей дозволяє зменшити залежність від централізованих енергосистем, підвищити енергонезалежність і суттєво скоротити витрати на електроенергію. Крім того, це сприяє екологічній стійкості та відповідає глобальним тенденціям переходу до «зеленої» енергетики.

Ця робота спрямована на дослідження способів оптимізації мережі електропостачання ремонтної майстерні із використанням сонячної енергії. Мета дослідження полягає у створенні ефективної системи, яка поєднує альтернативні та традиційні джерела енергії, забезпечуючи енергетичну безпеку, економічну ефективність та екологічну відповідність.

Дослідження також акцентує увагу на важливості грамотного проектування та впровадження таких систем, а також аналізує їхню економічну

доцільність в умовах сучасних викликів, зокрема війни та енергетичної кризи. Таким чином, ця робота не лише розглядає технічні аспекти застосування сонячної енергії, а й формує комплексний підхід до забезпечення стабільного енергопостачання в умовах сучасних викликів.

Мета роботи: оптимізація мережі електропостачання ремонтної майстерні з використанням сонячної енергії.

Для досягнення поставленої мети, необхідно виконати такі **завдання:**

виконати аналіз рівня споживання електроенергії;

розрахувати силову електричну мережу;

розрахувати освітлювальну електричну мережу;

розрахувати техніко-економічні показники запропонованої сонячної установки.

Об'єктом кваліфікаційної роботи є силова мережа майстерні.

Предметом кваліфікаційної роботи є розрахунок силової мережі майстерні, розрахунок мережі освітлення, розрахунок сонячної установки.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА

Характеристика майстерні

Основною діяльністю ремонтної майстерні є виконання робіт з обслуговування, технічного обслуговування та ремонту сільськогосподарської техніки, тракторів і різноманітних механізмів. У приміщенні встановлено обладнання, яке забезпечує виконання цих завдань, зокрема: компресор, свердлильний верстат, напівавтоматичний зварювальний апарат, гідравлічний підйомник, три діагностичні стенди для перевірки паливної системи тракторів.

Майстерня розташована у сухому приміщенні, де рівень вологості не перевищує 60%. Загальна площа приміщення становить 110 м², а висота – 5 метрів. Завдяки розташуванню із західного боку, приміщення отримує найбільше природного освітлення у другій половині дня.

У майстерні є одне основне приміщення, де розміщено все обладнання. Енергоспоживання кожного пристрою становить: компресор – 2,2 кВт; свердлильний верстат – 1,5 кВт; підйомник – 5,5 кВт; три стенди для діагностики паливних систем – по 4 кВт кожен; зварювальний апарат – 5,5 кВт; стенд для обкатки двигунів – 20 кВт.

Таблиця 1.1- Обладнання та їх потужності які знаходяться в майстерні

№	Обладнання	Потужність P, кВт
1	Свердлильний	1.5
2	Підйомник	5.5
3	3 Стенди паливної системи	4
4	Компресор	2.2
5	Зварка інвенторна	5.5
6	Стенд обкатки	20

2 РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ

2.1 Розрахунок силової мережі

Таблиця 2.1 - Паспортні дані електродвигунів

№ п/п	Марка двигуна	P, кВт	η, %	cosφ	K _i	U, В
1	АИР80 А2	1.5	82	0.85	6.5	220
2	АИР100 L2	5.5	88	0.88	7.5	380
3	АИС100 LB2	4	86	0.86	7.5	380
4	АИС100 LB2	4	86	0.86	7.5	380
5	АИС100 LB2	4	86	0.86	7.5	380
6	АИС100 LA4	2.2	81	0.83	6	380
7	ДАЗО 12-42-6/8 МУ1	20	91	0.88	2.8	380

Розміщення верстатів зображено на рисунку 2.1

Визначаємо номінальний робочий струм електродвигуна:

$$I_n = \frac{1500}{220 \cdot 0.82 \cdot \sqrt{3}} = 4.8, \text{ А}$$

Визначаємо пускові струми електродвигунів

$$I_{п} = 4.8 \cdot 6.5 = 31.2, \text{ А}$$

Відповідно приведених умов вибираємо автоматичний вимикач УкрЕМ ВА-2001:

$$380 > 220 \text{ В}$$

$$6000 > 4.8 \text{ А}$$

$$6 > 4.8 \text{ А}$$

Визначаємо кількість поділок на спрацювання теплового розчіплювача

$$n = \frac{4.8}{6} = 0.8$$

Вибираємо електромагнітний пускач серії ПМ1 – 0.9

$$380 > 220 \text{ В}$$

$$9 > 4.8 \text{ А}$$

Вибираємо електротеплове реле РТ-1310 ($I_n=4\dots 6 \text{ А}$)

Таблиця 2.2 - Пуско-захисне обладнання для двигунів

Марки електродвигун ів	Р, кВт	I_n , А	Марк и електр омагні тних пуска чів	I_n , А	Марки автоматични х вимикачів	$I_{н.а.}$, А	I_n , р., А
АИР80 А2	1.5	4.8	ПМ1 – 0.9	9	УкрЕМ ВА- 2001	6000	6
АИР100 L2	5.5	9.5			УкрЕМ ВА- 2010-S	10000	10
АИС100 LB2	4	7.07	ПМ1 – 0.9	9	УкрЕМ ВА- 2001	10000	10
АИС100 LB2	4	7.07					10
АИС100 LB2	4	7.07					10
АИС100 LA4	2.2	4.1				6000	6
ДАЗО 12-42-6/8 МУ1	20	35.18	ПМ – S- 38	38	УкрЕМ ВА- 2010-S	40000	40

Продовження таблиці 2.2

Марки електродвигунів	Марки електр отоплових реле	I_H, A	I_{max}, A
АИР80 А2	РТ-1307	4...6	25
АИР100 L2		7...10	
АИС100 LB2		7...10	
АИС100 LB2		7...10	
АИС100 LB2		7...10	
АИС100 LA4		4...6	
ДАЗО 12-42-6/8 МУ1	ПМ2-25	32...40	45

Вибираємо кабель, який буде живити двигун свердлильного верстата, від мережі ПРП 4х1 з $I = 14A$

$$I_{max.p} = 1 \cdot 4.8 = 4.8 \text{ A}$$

$$I_{доп} = 1 \cdot 14 = 14 \text{ A}$$

$$14 > 4.8$$

Таблиця 2.3 - Кабелі для живлення верстатів

Верстат	Кабель
Свердлильний	ПРП 2х2
Підйомник	ПРП 4х2
3 стенда паливної системи	
Компресор	ПРП 2х2
Стенд обкатки	ПРП 4х2,5

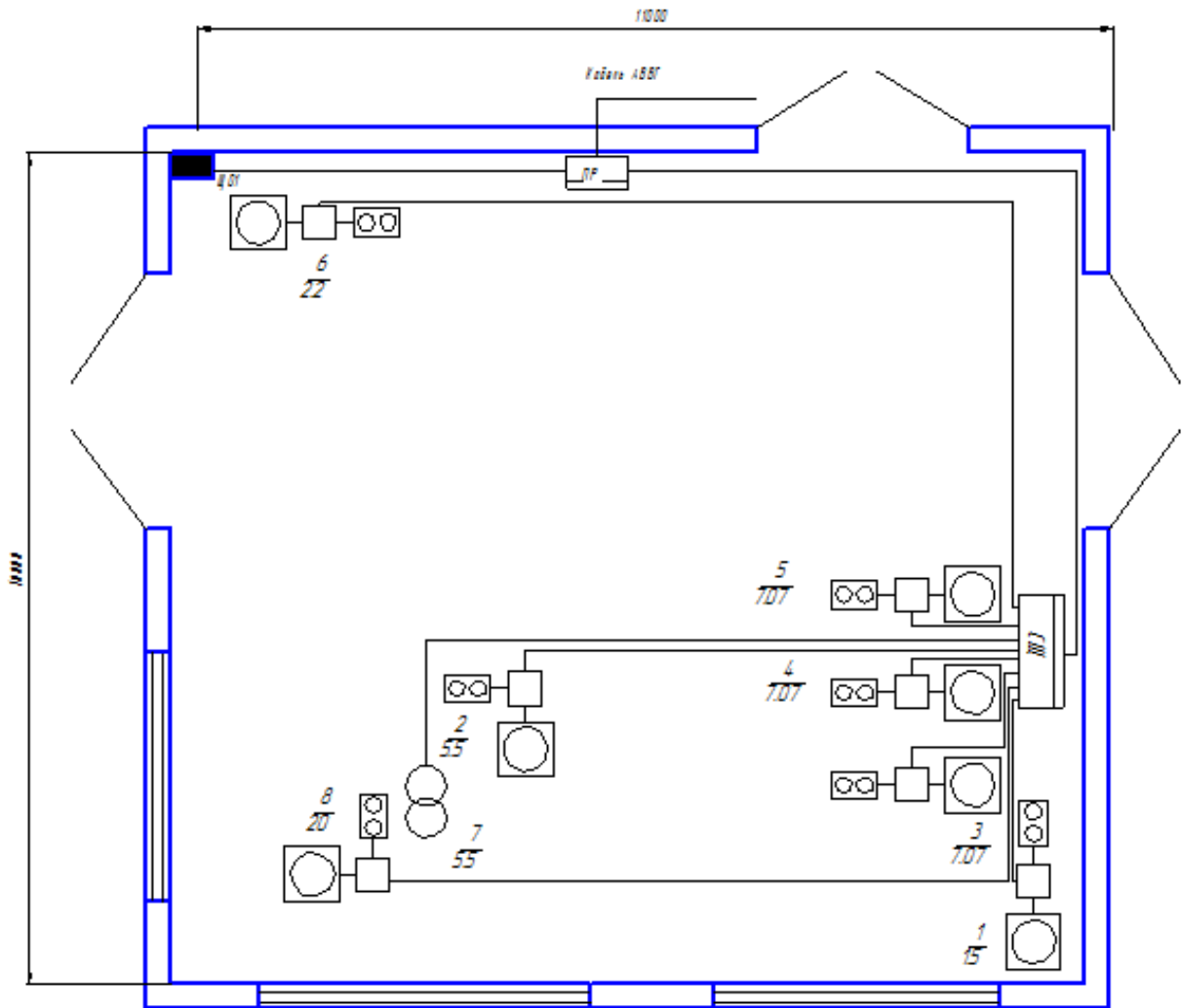


Рисунок 2.1 - Схема розміщення верстатів в майстерні

2.2 Розрахунок мережі освітлення

Загальна характеристика внутрішніх електричних мереж. Внутрішні електричні мережі – це система електричних кабелів, проводів, щитів, пристроїв і обладнання, які забезпечують передачу та розподіл електроенергії всередині будівель і споруд. Вони є невід’ємною частиною будь-якого об’єкта, що споживає електроенергію, від житлових будинків до великих промислових комплексів. Основне завдання таких мереж – забезпечення безперебійного та безпечного енергопостачання для споживачів, враховуючи їхні потреби у потужності та специфіку роботи.

Внутрішні електричні мережі класифікують за різними параметрами, зокрема:

1. Призначенням:

- Освітлювальні мережі – для живлення освітлювальних пристроїв.
- Силові мережі – для забезпечення роботи технологічного обладнання.
- Комбіновані мережі – об'єднують освітлювальні та силові лінії.

2. Конструктивними особливостями:

- Відкриті – проводи та кабелі прокладаються на поверхні (стінах, стелях) з використанням кріплень.
- Закриті – кабелі приховані у стінах, підлогах чи стелях.

3. Типом струму:

- Мережі змінного струму – найпоширеніші, використовуються у більшості будівель.
- Мережі постійного струму – застосовуються у специфічних випадках, зокрема для систем автоматизації або живлення обладнання, що потребує стабільного напруженого режиму.

4. Напругою:

- Низьковольтні (до 1 кВ) – застосовуються в житлових будинках та малих об'єктах.
- Високовольтні (понад 1 кВ) – використовуються на великих промислових об'єктах.

Основні типи внутрішніх електричних мереж

1. Радіальні мережі:

У радіальній схемі кожен споживач підключається до розподільчого щита окремою лінією.

Переваги:

- Висока надійність: вихід з ладу одного елемента не впливає на інші.
- Легкість обслуговування та ремонту.

Недоліки:

- Висока витрата кабелів.
- Складність реалізації для великих об'єктів.

Де використовуються:

- Житлові будинки, невеликі офісні приміщення, окремі підрозділи виробничих підприємств.

2. Кільцеві мережі:

У кільцевих схемах електропостачання здійснюється через замкнений контур, що дозволяє жити споживачів з обох боків.

Переваги:

- Стійкість до пошкоджень: при обриві лінії живлення зберігається.
- Економія кабелів порівняно з радіальними мережами.

Недоліки:

- Складність реалізації та управління.

Де використовуються:

- Промислові об'єкти, де критично важливе безперебійне електропостачання.

3. Мережі із загальним стояком:

Цей тип часто використовується у багатоповерхових будівлях, де електрична енергія розподіляється від основного стояка до квартир або приміщень.

Переваги:

- Зручність у розподілі енергії по поверхах.
- Мінімальні витрати на кабелі.

Недоліки:

- Обмеженість у забезпеченні великих навантажень.

Де використовуються:

- Багатоквартирні житлові будинки, офісні центри.

Далі напишу про недоліки та переваги внутрішніх електричних мереж, а також про рекомендації щодо їх використання в різних умовах.

Недоліки та переваги внутрішніх електричних мереж

Вибір типу внутрішньої електричної мережі має базуватися на оцінці її переваг і недоліків, що визначають доцільність застосування в конкретних умовах.

Переваги:

1. Гнучкість у проектуванні та використанні:

- Сучасні мережі можуть адаптуватися до змін у споживанні електроенергії або додавання нового обладнання.
- Вибір між радіальними, кільцевими та іншими схемами дозволяє створювати найбільш ефективну структуру.

2. Підвищення безпеки:

- Використання якісних матеріалів та автоматичних вимикачів знижує ризик виникнення коротких замикань чи перевантажень.
- У закритих мережах зменшується ймовірність пошкодження кабелів.

3. Енергоефективність:

- Правильно спроектовані мережі мінімізують втрати електроенергії.
- Використання автоматизованих систем керування дозволяє знижувати енергоспоживання під час простою.

4. Зручність обслуговування:

- Радіальні схеми полегшують пошук та усунення несправностей.
- Модульні елементи мережі дозволяють швидко замінювати пошкоджені частини.

Недоліки:

1. Складність проектування:

- Для великих об'єктів потрібен ретельний розрахунок навантажень, вибір відповідних кабелів та захисного обладнання.
- Помилки у проектуванні можуть призвести до перевантажень чи недостатньої потужності.

2. Вартість:

- Початкові інвестиції у якісне обладнання та матеріали можуть бути значними.
- Додаткові витрати на резервування (наприклад, у кільцевих мережах).

3. Труднощі модернізації:

- У старих будівлях може бути складно модернізувати існуючі мережі через обмежений доступ до кабелів чи несумісність із сучасними стандартами.

4. Потенційна небезпека:

- Неправильна експлуатація чи недбале обслуговування можуть стати причиною аварій.
- Відкриті мережі є більш уразливими до пошкоджень чи вандалізму.

Рекомендації щодо використання різних типів мереж

Радіальні мережі:

● Переважно для:

- Невеликих будівель із низьким споживанням електроенергії.
- Об'єктів, де простота обслуговування важливіша за економічну ефективність.

● Рекомендації:

- Використовувати у випадках, коли необхідно ізолювати окремі ділянки мережі для запобігання аваріям.

Кільцеві мережі:

● Переважно для:

- Промислових підприємств, великих офісних центрів, торгових площ.
- Об'єктів, де критично важлива безперервність електропостачання.

● Рекомендації:

- Забезпечити можливість автоматичного переключення живлення у разі обриву.

- Використовувати в умовах постійного навантаження.

Комбіновані мережі:

- **Переважно для:**

- Об'єктів із різними типами навантаження (наприклад, майстерень чи багатофункціональних будівель).
- Місць, де важлива гнучкість мережі.

- **Рекомендації:**

- Впроваджувати автоматизовані системи контролю та моніторингу.
- Передбачити резервування для критичних зон.

Далі напишу про стандарти і нормативи для внутрішніх електричних мереж, а також їхню роль у виборі типу мережі та обладнання.

Стандарти і нормативи для внутрішніх електричних мереж

Внутрішні електричні мережі мають відповідати чинним стандартам і нормативам, які забезпечують їхню безпечну експлуатацію, енергоефективність та довговічність. У Україні основними документами, що регулюють проектування та монтаж електромереж, є:

- **Правила улаштування електроустановок (ПУЕ):** визначають основні вимоги до вибору обладнання, кабелів, захисних пристроїв та схем розподілу.
- **Державні будівельні норми (ДБН):** встановлюють стандарти для електричних систем у будівлях різного призначення.
- **Європейські стандарти (ІЕС):** дедалі частіше використовуються для гармонізації українських нормативів із міжнародними.

Основні вимоги до внутрішніх електромереж:

1. Електробезпека:

- Захист від ураження електричним струмом через застосування пристроїв захисного відключення (УЗО), автоматичних вимикачів тощо.
- Заземлення усіх металевих корпусів обладнання.

2. Енергоефективність:

- Використання кабелів із мінімальними втратами енергії.
- Забезпечення точного контролю навантажень і розподілу електроенергії.

3. Пожежна безпека:

- Вибір кабелів із негорючою ізоляцією.
- Використання захисних пристроїв для запобігання перевантаженням та коротким замиканням.

4. Довговічність:

- Розрахунок на багаторазове збільшення навантажень у перспективі.
- Вибір високоякісних матеріалів і компонентів.

5. Ергономіка та доступність:

- Зручне розташування розподільчих щитів і пристроїв керування.
- Забезпечення легкого доступу до кабелів для обслуговування чи ремонту.

Роль стандартів у виборі типу мережі та обладнання

1. Вибір схеми електропостачання:

- Радіальні мережі відповідають ПУЕ для об'єктів із малим або середнім енергоспоживанням.
- Кільцеві схеми рекомендовані для критичних об'єктів, що потребують безперебійного живлення.

2. Вибір кабельної продукції:

- Кабелі мають відповідати вимогам до номінальної напруги, струмового навантаження та умов прокладки (вогнестійкість, захист від механічних пошкоджень).
- Відкриті мережі потребують кабелів у захисних оболонках, а для прихованих мереж – кабелів із підвищеною гнучкістю.

3. Монтаж електрообладнання:

- Вибір розподільчих щитів і автоматичних вимикачів залежить від сумарного навантаження.
- Стандарти визначають мінімальні відстані між кабелями, щитами та споживачами для забезпечення безпеки.

Рекомендації щодо впровадження внутрішніх електричних мереж

1. Проектування:

- Необхідно врахувати перспективне збільшення навантажень (наприклад, встановлення нового обладнання).
- Застосовувати автоматизовані системи керування для оптимального розподілу електроенергії.

2. Монтаж:

- Забезпечити виконання усіх вимог щодо ізоляції, заземлення та захисту.
- Приділяти увагу правильному розташуванню обладнання для зменшення втрат енергії.

3. Експлуатація:

- Регулярно проводити перевірку працездатності мережі та захисних пристроїв.
- Вчасно усувати будь-які несправності, що можуть впливати на безпеку чи ефективність роботи.

Приміщення має розміри: довжина 11 м, ширина 10 м та висота 5 м. Площа цього приміщення становить 110 м². Норма освітлення для нього 100 Лк.

Розміщення світильників

Визначаємо розрахункову висоту підвісу світильника

$$H_p = 5 - (1 + 1) = 3 \text{ м.}$$

Далі вибираємо світильник НСП02-100 з кривою сили світла (КСС) - «Г».

Відстань між сусідніми світильниками визначають

$$L = 0,8 \cdot 3 = 2,4 \text{ м}$$

Число рядів світильників визначаємо

$$l = 0.3 \cdot 2.4 = 0,72 \text{ м}$$

$$R = \frac{11 - 2 \cdot 0.72}{2.4} + 1 = 4.983$$

визначаємо число світильників в ряді

$$N_R = \frac{11 - 2 \cdot 0.72}{2.4} + 1 = 4.983$$

Після чого перераховуємо реальні відстані:

між рядами світильників

$$L_B = \frac{10 - 2 \cdot 0.672}{4 - 1} = 2.853 \text{ м}$$

між центрами світильників в ряді

$$L_A = \frac{11 - 2 \cdot 0.72}{4.641 - 1} = 2.39 \text{ м}$$

Загальне число світильників

$$N = 4 \cdot 5 = 20$$

Розрахункове значення світлового потоку одної лампи в кожному світильнику

$$\Phi = \frac{150 \cdot 1.4 \cdot 110 \cdot 1.15}{20 \cdot 0.8} = 1.66 \times 10^3 \text{ лм.}$$

Під коефіцієнтом використання світлового потоку

$$i_{\pi} = \frac{11 \cdot 10}{3 \cdot (11 + 10)} = 1.746$$

Вибираємо лампу Б215-135-100-1 з такими параметрами:

напруга живлення: $U=220 \text{ В}$;

потужність $P=100 \text{ Вт}$;

світловий потік $\Phi_{\text{л}}=1675 \text{ лм.}$

Визначаємо фактичну освітленість

$$E_{\Phi} = 150 \cdot \frac{1675}{1660} = 151.327 \text{ лк.}$$

Після проведених розрахунків визначаємо відхилення освітленості

$$E = \frac{151.327 - 150}{150} \cdot 100 = 0.885 \%,$$

Визначаємо установлену потужність освітлювальної установки

$$P_y = 100 \cdot 20 = 2000 \text{ Вт}$$

Розрахункові струми груп визнаємо для однофазних груп

$$I_{гр} = \frac{2000}{220} = 9.091 \text{ А}$$

Номинальні струми розчіплювачів автоматичних вимикачів

$$I_{у.е} \geq 1,4 \cdot I_{розр}$$

Вибираємо автоматичний вимикач освітлювального щитка серії DZ47-10/2р з $I_{ном.р} = 10 \text{ А}$

Для груп освітлювального щитка вибираємо провід типу ПВ-1 2×2.5 у якого $I_{дон} = 16 \text{ А}$.

$$16 > 9.091 \text{ А}$$

Визначаємо втрату напруги для групи освітлювального щитка ОП-3УХЛ4:

$$\Delta U_1 = \frac{2 \cdot 38.32}{12,8 \cdot 3.5} = 2.3 \%$$

Так, як втрати напруги не перевищують допустимих 2,5% то провід залишаємо незмінним.

Таблиця 2.4 - Результати вибору ламп, проводів та автоматів

№ групи	Освіт. щиток	К-ть ламп	Пот. лампи, Вт	Марка та переріз провода	Автомат. Вимикач
1	ОП-3УХЛ4	20	100	ПВ-1 2×2.5	DZ47-10/2р

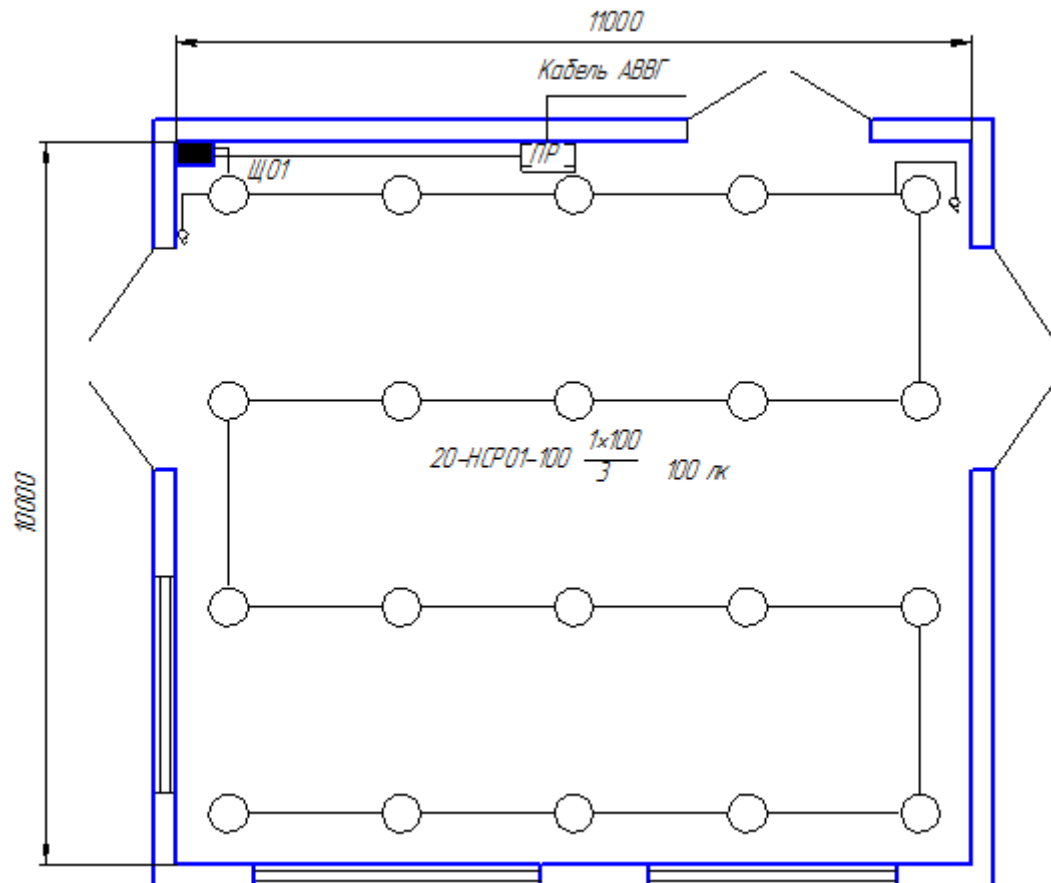


Рисунок 2.2 - Схема розміщення електроосвітлювальних установок

2.2.1 Розрахунок мережі освітлення з компактно- люмінесцентними лампами

Визначаємо розрахункову висоту підвісу світильника

$$H_p = 3 - (1 + 1) = 3 \text{ м.}$$

Далі вибираємо світильник НСП-17-200-003 з кривою сили світла (КСС) - «Г».

Відстань між сусідніми світильниками визначають

$$L = 0.9 \cdot 3 = 2.7 \text{ м.}$$

Число рядів світильників визначаємо

$$l = 0.3 \cdot 2.7 = 0.81 \text{ м,}$$

$$R = \frac{10 - 2 \cdot 0.81}{2.7} + 1 = 4.104.$$

Приймаємо число рядів рівним 4, після чого визначаємо число світильників в ряді

$$N_R = \frac{11-2 \cdot 0.81}{2.7} + 1 = 4.474,$$

Після чого перераховуємо реальні відстані:

між рядами світильників

$$L_B = \frac{10-2 \cdot 0.81}{2.99-1} = 2.793 \text{ м},$$

між центрами світильників в ряді

$$L_A = \frac{11-2 \cdot 0.81}{4.474-1} = 2.345 \text{ м}.$$

Загальне число світильників

$$N = 4 \cdot 5 = 20.$$

Розрахункове значення світлового потоку одної лампи в кожному світильнику визначають

$$\Phi = \frac{150 \cdot 1.4 \cdot 110 \cdot 1.1}{20 \cdot 0.77} = 1833 \text{ лм}.$$

індекс приміщення визначається:

$$i_{\text{п}} = \frac{11 \cdot 10}{3 \cdot (11+10)} = 1.556.$$

Вибираємо лампу «MASTER PL-Electronic 220-240V»

Визначаємо фактичну освітленість

$$E_{\Phi} = 150 \cdot \frac{1800}{1833} = 147.273 \text{ лк}.$$

Після проведених розрахунків визначаємо відхилення освітленості

$$E = \frac{147.273-150}{150} \cdot 100 = -1.818 \%,$$

Визначаємо установлену потужність освітлювальної установки

$$P_y = 27 \cdot 20 = 540 \text{ Вт}.$$

Розрахунковий струм групи з лампами розжарювання визнаємо

$$I_{\text{гр}} = \frac{540}{220} = 2.45 \text{ А}.$$

Номинальні струми розчіплювачів автоматичних вимикачів

$$I_{y.e} \geq 1,4 \cdot I_{розр}$$

Вибираємо автоматичний вимикач освітлювального щитка серії УкрЕМ ВА-2000 з $I_{ном,р} = 3 \text{ А}$

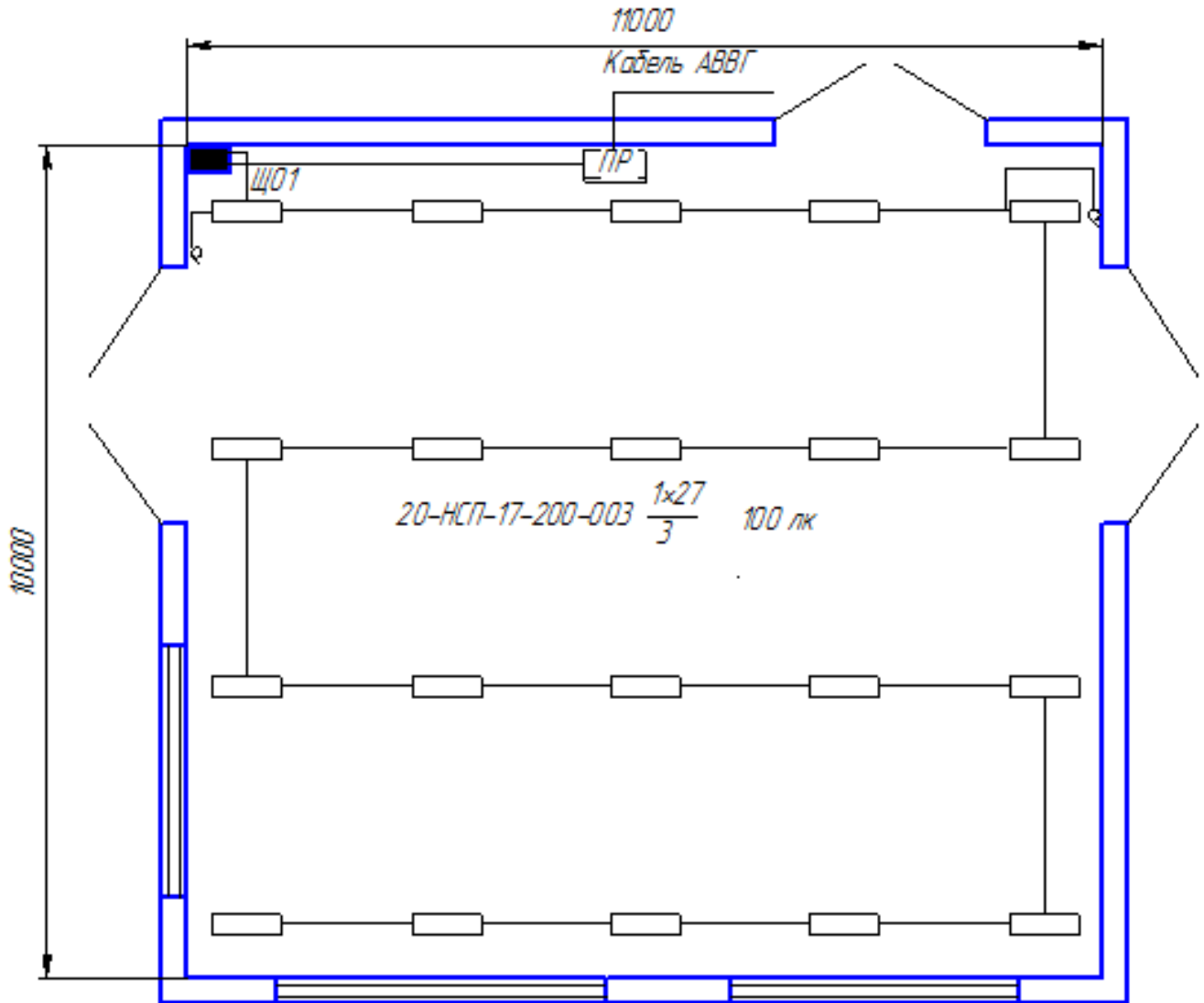


Рисунок 2.3 - Схема розміщення електроосвітлювальних установок

Для груп освітлювального щитка вибираємо провід типу ПВ-1 2×1 у якого $I_{дон} = 5 \text{ А}$.

$$5 > 2,45 \text{ А}$$

Визначаємо втрату напруги для груп освітлювального щитка ОП-3УХЛ4:

$$\Delta U_1 = \frac{0,540 \cdot 38,32}{12,8 \cdot 1} = 1,455 \%$$

Таблиця 2.5 - Результати вибору ламп, проводів та автоматів

№ групи	Освіт. щиток	К-ть ламп	Пот. лампи, Вт	Марка та переріз провoda	Автомат. Вимикач
1	ОП-3УХЛ4	20	27	ПВ-1 2x1	УкрЕМ ВА-2000 3А

2.2.2 Розрахунок мережі освітлення зі світлодіодними лампами

Визначаємо розрахункову висоту підвісу світильника

$$H_p = 5 - (1 + 1) = 3 \text{ м.}$$

Далі вибираємо світильник НСР01-100 з кривою сили світла (КСС) - «Г».

Відстань між сусідніми світильниками

$$L = 0.8 \cdot 3 = 2.4 \text{ м}$$

Число рядів світильників визначаємо

$$l = 0.3 \cdot 2.4 = 0.72 \text{ м}$$

$$R = \frac{10 - 2 \cdot 0.72}{2.4} + 1 = 4.57$$

Приймаємо число рядів рівним 2, після чого визначаємо число світильників в ряді

$$N_R = \frac{11 - 2 \cdot 0.72}{2.4} + 1 = 4.98.$$

Після чого перераховуємо реальні відстані:

між рядами світильників

$$L_B = \frac{10 - 2 \cdot 0.72}{5 - 1} = 2.14 \text{ м}$$

між центрами світильників в ряді

$$L_A = \frac{11 - 2 \cdot 0.72}{5 - 1} = 2.39 \text{ м}$$

Загальне число світильників

$$N = 5 \cdot 5 = 25.$$

Розрахункове значення світлового потоку одної лампи в кожному світильнику визначають

$$\Phi = \frac{150 \cdot 1.4 \cdot 110 \cdot 1.15}{25 \cdot 0.82} = 1296 \text{ лм.}$$

індекс приміщення

$$i_{\text{п}} = \frac{11 \cdot 10}{3 \cdot (11 + 10)} = 1.746.$$

Вибираємо лампу «О п т о л ю к с - П о і н т -200л»

Визначаємо фактичну освітленість

$$E_{\text{ф}} = 150 \cdot \frac{1350}{1296} = 156.268 \text{ лк.}$$

Після проведених розрахунків визначаємо відхилення освітленості

$$E = \frac{156.268 - 150}{150} \cdot 100 = 4.178 \%,$$

Визначаємо установлену потужність освітлювальної установки

$$P_{\text{у}} = 20 \cdot 25 = 500 \text{ Вт.}$$

Розрахунковий струм групи з лампами розжарювання визнаємо

$$I_{\text{гр}} = \frac{500}{220} = 2.273 \text{ А}$$

Номинальні струми розчіплювачів автоматичних вимикачів

$$I_{\text{у.е}} \geq 1.4 \cdot I_{\text{розр}}$$

Вибираємо автоматичний вимикач освітлювального щитка серії УкрЕМ ВА-2010-S з $I_{\text{ном.р}} = 3 \text{ А}$

Для груп освітлювального щитка вибираємо провід типу ПВ-1 2×0.5 у якого $I_{\text{дон}} = 2.5 \text{ А}$.

$$2.5 > 2.273 \text{ А}$$

Визначаємо втрату напруги для груп освітлювального щитка ОП-3УХЛ4:

$$\Delta U_1 = \frac{0.5 \cdot 38.32}{12.8 \cdot 0.5} = 2.34 \%$$

Таблиця 2.6 - Результати вибору ламп, проводів та автоматів

№ групи	Освіт. щиток	К-ть ламп	Пот. лампи, Вт	Марка та переріз провoda	Автомат. вимикач
1	ОП-3У ХЛ4	25	20	ПВ-1 2x0.5	УкрЕМ ВА-2010-S 3А

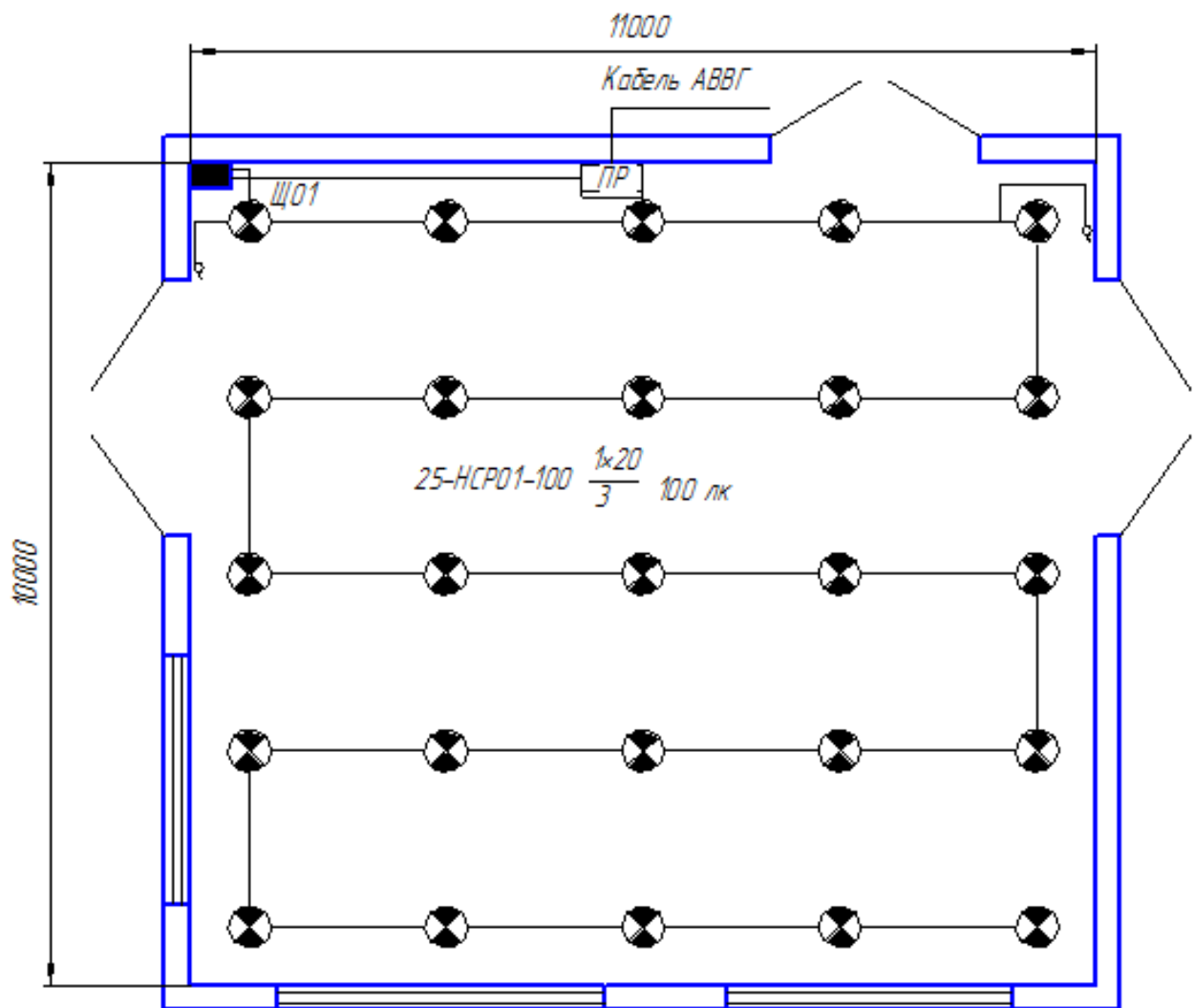


Рисунок 2.4 - Схема розміщення електроосвітлювальних установок

3 РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР СОНЯЧНИХ БАТАРЕЙ

Теоретичний огляд сонячних батарей. Сонячна енергетика є однією з найперспективніших галузей відновлюваної енергетики завдяки екологічності, довговічності та можливості використання майже в будь-яких умовах. Сонячні батареї, які є ключовими елементами цієї системи, перетворюють сонячну енергію на електричну, що дозволяє забезпечити автономність або зменшити залежність від централізованих мереж.

Типи сонячних батарей

Сонячні батареї розрізняються за конструкцією, матеріалами виготовлення та ефективністю. Основні типи включають:

1. Монокристалічні (Mono-Si):

- Матеріал: виготовлені з монокристалічного кремнію.
- Ефективність: від 15% до 22%, що є найвищим показником серед інших типів.
- Переваги:
 - Висока ефективність перетворення енергії.
 - Компактність, що дозволяє економити площу.
- Недоліки:
 - Висока вартість виробництва.
 - Ефективність значно знижується при затінюванні.
- Рекомендації: оптимальний вибір для обмежених площ з високим рівнем сонячної інсоляції.

2. Полікристалічні (Poly-Si):

- Матеріал: виготовлені з полікристалічного кремнію.
- Ефективність: 13%–18%.
- Переваги:
 - Дешевші у виробництві порівняно з монокристалічними.
 - Більш стійкі до високих температур.

- Недоліки:
 - Менша ефективність на одиницю площі.
 - Трохи більші габарити за рівної потужності.
- Рекомендації: підходять для систем, де площа не є критичним фактором.

3. Тонкоплівкові (Thin-Film):

- Матеріал: виготовлені з аморфного кремнію, телуриду кадмію або мідного індію-галлію-селеніду.
- Ефективність: 7%–13%.
- Переваги:
 - Легкість і гнучкість конструкції.
 - Працюють краще при слабкому освітленні.
 - Низька вартість виготовлення.
- Недоліки:
 - Низька ефективність і короткий термін служби.
 - Займають велику площу для досягнення потрібної потужності.
- Рекомендації: використовуються для тимчасових або мобільних установок.

4. Гібридні (HIT – Heterojunction with Intrinsic Thin Layer):

- Матеріал: поєднують кристалічний кремній та тонкоплівкові технології.
- Ефективність: до 24%.
- Переваги:
 - Висока продуктивність навіть за високих температур.
 - Підвищена довговічність.
- Недоліки:
 - Висока ціна.

- Рекомендації: доцільні для преміальних або високоефективних проєктів.

5. Біфасіальні (Bifacial):

- Матеріал: двосторонні модулі, що вловлюють сонячне світло з обох боків.
- Ефективність: збільшується на 10%–20% залежно від умов.
- Переваги:
 - Підвищена генерація енергії.
 - Використання відбитого світла.
- Недоліки:
 - Потребують спеціального монтажу для оптимального використання.
- Рекомендації: підходять для відкритих площ із високою відбивною здатністю поверхні.

Переваги сонячних батарей

1. Екологічність:

- Відсутність викидів вуглекислого газу та інших шкідливих речовин під час роботи.
- Мінімальний вплив на довкілля в порівнянні з традиційними джерелами енергії.

2. Автономність:

- Можливість встановлення у віддалених місцях, де відсутня централізована енергомережа.
- Забезпечення резервного живлення під час аварій чи перебоїв.

3. Енергонезалежність:

- Скорочення залежності від традиційних джерел енергії.
- Захист від зростання цін на електроенергію.

4. Економія:

- Після початкових інвестицій система практично не потребує витрат.
- Довгий термін служби (15–30 років) забезпечує економічну вигоду.

Далі напишу про недоліки, особливості експлуатації та критерії вибору сонячних батарей для конкретних потреб.

Недоліки сонячних батарей

Попри численні переваги, сонячні батареї мають певні обмеження, які слід враховувати при їхньому виборі та використанні:

1. Залежність від погодних умов:

- Ефективність генерації електроенергії суттєво знижується в похмурі дні або під час дощів.
- У зимовий період продуктивність зменшується через короткий світловий день і можливе накопичення снігу на панелях.

2. Початкові витрати:

- Інсталяція сонячної електростанції вимагає значних фінансових вкладень.
- Затрати включають вартість самих панелей, монтажних конструкцій, інверторів та систем зберігання енергії.

3. Необхідність додаткового обладнання:

- Для забезпечення стабільного електропостачання потрібні акумулятори або підключення до електромережі для резерву.
- Інвертори необхідні для перетворення постійного струму в змінний, придатний для побутового використання.

4. Потреба в обслуговуванні:

- Сонячні батареї потребують регулярного очищення для забезпечення максимальної ефективності.
- Необхідність періодичної перевірки кабелів, контактів та захисного обладнання.

5. Обмеження за місцем встановлення:

- Для ефективної роботи потрібна велика площа з хорошим доступом до сонячного світла.
- У містах і на забудованих територіях часто виникають проблеми із затіненням.

Особливості експлуатації сонячних батарей

1. Оптимальна орієнтація та кут нахилу:

- У північній півкулі панелі слід орієнтувати на південь.
- Кут нахилу залежить від широти місцевості; в Україні оптимальний нахил становить 30–40 градусів.

2. Захист від пошкоджень:

- Панелі повинні бути захищені від механічних пошкоджень, наприклад, граду чи падіння гілок.
- Використання антивандальних конструкцій доцільне для відкритих або громадських місць.

3. Моніторинг роботи:

- Сучасні сонячні установки часто оснащені системами моніторингу, які дозволяють оцінювати продуктивність і швидко виявляти несправності.
- Важливо стежити за ефективністю роботи інверторів і станом акумуляторів.

4. Сезонне обслуговування:

- У зимовий період необхідно регулярно очищати панелі від снігу.
- Влітку – перевіряти наявність пилу, який може знижувати ефективність.

Критерії вибору сонячних батарей

1. Ефективність:

- Вибір панелей із вищим коефіцієнтом корисної дії доцільний, якщо доступна площа обмежена.

2. Надійність і довговічність:

- Виробники зазвичай надають гарантію на панелі від 10 до 25 років.
- Слід звертати увагу на сертифікати відповідності міжнародним стандартам.

3. Вартість:

- Не завжди доцільно обирати найдорожчі панелі, особливо якщо система використовується для тимчасових потреб.
- Важливо враховувати співвідношення ціни та якості.

4. Потужність і продуктивність:

- Для вибору необхідно враховувати середнє добове споживання електроенергії.
- Підрахунок базується на середньорічній сонячній інсоляції для конкретного регіону.

5. Умови експлуатації:

- Для регіонів із високою температурою повітря краще підходять панелі, які менше втрачають ефективність при нагріванні.
- У місцях із частими затіненнями доцільно використовувати панелі з технологією часткового затінення.

Перспективи використання сонячних батарей

Використання сонячних батарей стає дедалі популярнішим завдяки зростанню вартості традиційних енергоресурсів і підвищенню екологічної свідомості. У контексті енергетичної безпеки України впровадження сонячної енергетики є стратегічно важливим для створення автономних систем енергопостачання, особливо для об'єктів у сільській місцевості або тих, що постраждали від війни.

Розрахунок та вибір сонячних батарей

Для визначення кількості та типу сонячних батарей, необхідних для забезпечення енергопотреб об'єкта, слід врахувати кілька основних факторів:

1. Енергоспоживання об'єкта:

- Визначити середнє добове споживання електроенергії майстерні в кіловат-годинах (кВт·год).

- Для цього сумуються потужності всього обладнання, коригуючи їх на час роботи.

2. Сонячна інсоляція в регіоні:

- Для кожного регіону України існують середньорічні показники сонячної інсоляції. Наприклад, у західних регіонах середньодобова інсоляція влітку становить близько $5 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$, а взимку – $1,5\text{--}2 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$.
- Цей параметр використовується для оцінки ефективності роботи сонячних панелей.

3. Коефіцієнт втрат:

- У процесі передачі, зберігання та перетворення електроенергії виникають втрати. Зазвичай їхній рівень становить близько $15\text{--}20\%$.

4. Запас потужності:

- Рекомендується закладати $20\text{--}30\%$ резерву на випадок зміни енергоспоживання або погіршення умов експлуатації.

Вибір конкретного обладнання

На основі проведених розрахунків вибір сонячних батарей повинен враховувати технічні характеристики, умови експлуатації, а також економічні аспекти.

1. Тип сонячних панелей:

- Монокристалічні панелі
 - Найвища ефективність (до 22%).
 - Тривалий термін служби (до 25 років).
 - Підходять для обмеженої площі даху чи ділянки.
- Полікристалічні панелі
 - Середня ефективність ($15\text{--}18\%$).
 - Дешевші, але займають більше місця.
- Тонкоплівкові панелі

- Найдешевший варіант, але з низькою ефективністю (7–13%).
- Доцільні для великих площ.

Рекомендація: Для майстерні площею 110 м² доцільно використовувати монокристалічні панелі, які займають менше місця та забезпечують високу ефективність.

2. Монтажні конструкції:

Монтажні системи визначаються типом поверхні, на якій будуть встановлюватися панелі.

- Дахові конструкції:
 - Підходять для плоских або похилих дахів.
 - Забезпечують оптимальний кут нахилу (зазвичай 30–40°).
- Наземні конструкції:
 - Потрібні для великих площ без затінення.
 - Можливе регулювання кута нахилу для максимального захоплення сонячного світла.
- Трекери:
 - Автоматичні системи, які відстежують положення сонця.
 - Збільшують ефективність панелей на 15–30%, але дорожчі у встановленні та обслуговуванні.

Рекомендація: Для майстерні, що має площу даху та розташована зі західної сторони, доцільно обрати дахові конструкції із фіксованим кутом нахилу.

3. Акумуляторні батареї:

- Літій-іонні батареї
 - Висока енергоефективність та тривалий термін служби (до 10 років).
 - Займають мало місця, але дорожчі.
- Свинцево-кислотні батареї
 - Дешевші, але менш довговічні (5–7 років).

- Займають більше місця та потребують частішого обслуговування.

Рекомендація: Для забезпечення надійного резервного живлення варто використовувати літій-іонні батареї через їхню високу надійність і меншу потребу в обслуговуванні.

Економічна доцільність

1. Окупність системи:

- Вартість 1 кВт потужності сонячних панелей коливається в межах \$500–\$700 (включаючи монтаж).
- Для системи потужністю 42 кВт загальна вартість складе приблизно \$21 000–\$29 400.

2. Розрахунок економії:

- За середньої вартості електроенергії в Україні (приблизно 4 грн/кВт·год) система дозволить заощаджувати близько 3600 грн на місяць (при добовому споживанні 30 кВт·год).
- Термін окупності: $T = \text{Вартість системи} / \text{Економія на рік}$
 $T \approx 700000 \text{ грн} / 43200 \text{ грн/рік} \approx 16 \text{ років}$.

Додаткові переваги:

- Незалежність від центрального енергопостачання.
- Зменшення викидів CO₂.
- Підвищення стійкості до перебоїв електропостачання.

Вплив погодних умов на роботу системи

Ефективність роботи сонячних батарей значною мірою залежить від кліматичних умов. Врахування погодних факторів є важливим етапом у проектуванні та експлуатації системи.

1. Температура навколишнього середовища:

- Сонячні панелі більш ефективні при помірних температурах. Підвищення температури знижує їх продуктивність через збільшення електричного опору.

- У середньому ефективність зменшується на 0,5% за кожний градус вище оптимальної температури, яка зазвичай становить близько 25°C.

2. Хмарність та опади:

- Хмарність зменшує кількість сонячного випромінювання, яке досягає поверхні панелей. У похмурі дні генерація електроенергії може знижуватися до 20–30% від номінальної потужності.
- Опади, такі як дощ або сніг, можуть створювати тимчасове затінення, але водночас дощ допомагає очищати поверхню панелей, покращуючи їх продуктивність.

3. Сезонність:

- Влітку кількість сонячного випромінювання є максимальною, що забезпечує найвищу генерацію енергії.
- Взимку через коротший світловий день та низький кут падіння сонячних променів продуктивність панелей знижується на 50–70%.

4. Забруднення та затінення:

- Накопичення пилу, листя чи снігу на панелях може зменшити їхню ефективність на 10–20%.
- Затінення від дерев, будівель чи інших об'єктів також значно впливає на генерацію електроенергії, особливо для панелей, з'єднаних послідовно.

Масштабування системи

Проектування сонячної електростанції для майстерні має враховувати можливість подальшого розширення. Це може бути необхідно у випадку:

- збільшення енергоспоживання через додавання нового обладнання;
- бажання повністю перейти на автономне електропостачання;
- створення резервної потужності для критичних ситуацій.

1. Додаткові панелі:

- Система кріплень та інвертор мають бути спроектовані з урахуванням можливості підключення додаткових сонячних панелей.
- Наприклад, інвертор із запасом потужності дозволяє уникнути заміни обладнання при масштабуванні.

2. Збільшення акумуляторної ємності:

- Для збереження надлишкової енергії, що виробляється влітку, можна встановити додаткові акумулятори. Це забезпечить більше резерву на зимовий період або на випадок тривалих перебоїв із сонячним випромінюванням.

3. Розширення інфраструктури:

- За наявності додаткового фінансування можливе встановлення трекерів для покращення ефективності системи або облаштування окремих будівель під наземну електростанцію.

Оптимізація роботи системи

1. Моніторинг та обслуговування:

- Регулярний контроль за станом панелей, очищення від пилу та снігу, перевірка інверторів та акумуляторів дозволяє мінімізувати втрати енергії.
- Використання системи моніторингу допоможе оперативно виявляти несправності та затінення.

2. Використання енергоефективних технологій:

- Встановлення обладнання з низьким енергоспоживанням або автоматичне регулювання роботи обладнання дозволить зменшити загальні витрати електроенергії.

Ці заходи сприятимуть максимальному використанню потенціалу сонячної електростанції, забезпечуючи ефективну та довготривалу роботу системи.

3.1 Типи сонячних батарей і їх характеристики

Для регіону, розташованого в середній частині України, середні значення сонячної радіації змінюються залежно від пори року:

- **Весна:** близько 4,5 кВт·год/м² (16,2 МДж/м²).
- **Літо:** приблизно 5,5 кВт·год/м² (19,8 МДж/м²).
- **Осінь:** орієнтовно 4,0 кВт·год/м² (14,4 МДж/м²).
- **Зима:** близько 2,0 кВт·год/м² (7,2 МДж/м²).

Ці показники є усередненими і можуть змінюватися через особливості місцевого клімату або сезонні коливання.

Визначення необхідної потужності сонячних панелей

Для розрахунку потужності сонячних панелей, необхідної для покриття енергетичних потреб, важливо враховувати такі параметри:

1. Ефективність панелей:

Ефективність визначає, яку частину енергії сонця можна перетворити на електрику. В середньому, цей показник становить 15–20%, залежно від типу панелей та їх якості.

2. Енергоспоживання:

Потреби в електроенергії зазвичай оцінюються за середнім добовим або місячним споживанням. Ці дані можна отримати з рахунків за електроенергію або за допомогою моніторингових систем.

3. Розрахункова формула:

Для визначення потужності використовується наступний вираз:

$$P_{\text{потреби}} = \text{Добове споживання електроенергії} / \text{Ефективність панелей}$$

Наприклад, якщо середнє добове споживання складає 39 кВт·год, а ефективність панелей дорівнює 18%, то:

$$P_{\text{потреби}} = 39 / 0,18 = 216,7 \text{ кВт}$$

Це означає, що для забезпечення енергетичних потреб потрібно встановити сонячні панелі сумарною потужністю близько 216,7 кВт.

Площа установки сонячних панелей

Для оцінки площі, необхідної для розміщення панелей, використовується наступна формула:

$$N_{\text{панелей}} = P_{\text{потреби}} / P_{\text{однієї панелі}}$$

де $P_{\text{однієї панелі}}$ — потужність однієї панелі.

Важливо також враховувати простір між панелями для уникнення затінення, а також нахил і орієнтацію панелей для максимального використання сонячної енергії.

Акумулятори для зберігання енергії

Щоб забезпечити стабільне енергопостачання вночі або в періоди низької сонячної активності, використовуються акумуляторні системи.

1. Розрахунок ємності акумуляторів:

Для визначення необхідної ємності враховується середнє споживання енергії за відсутності сонця та коефіцієнт корисної дії (ККД)

акумуляторів, який зазвичай становить 80–90%. Формула розрахунку виглядає так: $S_{\text{акум}} = \text{Добове споживання енергії} / \text{ККД акумулятора}$

Наприклад, при споживанні 39 кВт·год на день і ККД 90%:

$$S_{\text{акум}} = 39 / 0,9 = 43,3 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

2. Час автономної роботи:

Час, протягом якого система може працювати автономно, визначається співвідношенням ємності акумуляторів до добового споживання:

$$T_{\text{авт}} = S_{\text{ак}} / \text{Споживання за годину}$$

При ємності акумуляторів 43,3 кВт·год і середньому споживанні 10 кВт·год:

$$T_{\text{авт}} = 43,3 / 10 = 4,33 \text{ годин}$$

Для точного розрахунку системи сонячної енергетики необхідно враховувати всі згадані фактори: сезонну сонячну активність, площу для встановлення панелей, ефективність обладнання та акумуляторів. Ці дані

дозволяють розробити оптимальну систему, яка задовольнить потреби навіть за несприятливих умов.

3.2 Розрахунок та вибір сонячних батарей

Для розрахунку площі сонячних панелей можна застосувати інший підхід. У нашому регіоні інтенсивність сонячного випромінювання влітку становить приблизно 800 Вт/м², взимку – близько 300 Вт/м², а середнє річне значення становить орієнтовно 500 Вт/м².

При споживанні електроенергії на рівні 39 кВт і ефективності панелей 20%, площу необхідних сонячних панелей можна визначити за формулою:

$$S_b = 39000 \text{ Вт} / (500 \text{ Вт/м}^2 * 0.2) = 390 \text{ м}^2.$$

Для реалізації розрахунків було обрано сонячні панелі моделі Сонячна панель JA Solar

Площа однієї з яких становить:

$$S_n = 2128 * 1052 = 2.87 \text{ м}^2.$$

Відповідно, для покриття площі в 390 м² потрібно:

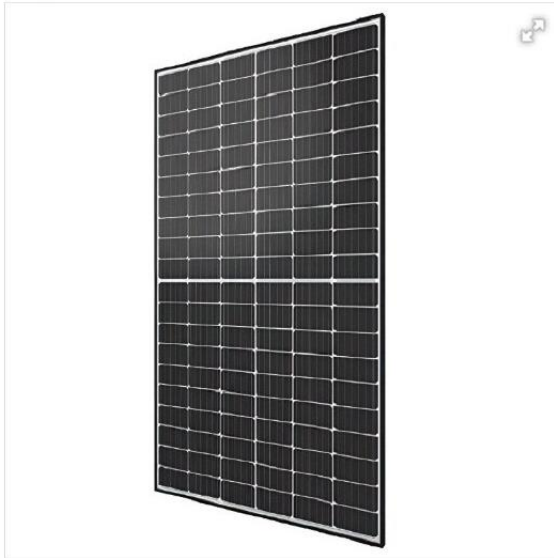
$$n = 390 \text{ м}^2 / 2.87 \text{ м}^2 = 135,8 \text{ штуки}.$$

З урахуванням округлення необхідно встановити **136 панелей JA Solar**.

Ці розрахунки є орієнтовними і можуть варіюватися залежно від ефективності панелей, місцевих кліматичних умов та інших чинників. Для отримання точних даних рекомендується звернутися до фахівців з сонячних енергосистем, які врахують усі специфічні параметри об'єкта.

PV модуль JA Solar
JAM72S20-460/MR
460 Wp, Mono (Black
Frame)

У порівняння



код товару DD0005407

бренд JA Solar

країна виробництва Китай

вага 25 кг.

Размер 2128x1052x40

гарантійний термін 12 років

8052,3 грн

Рисунок 3.1 - Вартість сонячної панелі JA Solar

Фотовольтаические модули серии JAM72520 укомплектованы мультишинными PERC элементами с использованием Half-cell технологии для достижения более высоких параметров отдачи мощности, лучшей работы в условиях затенения, снижения риска возникновения горячих точек на поверхности ячеек, а также повышенную стойкость к механическим нагрузкам. Данные модули в этой серии имеют черную рамку.

Инфолист	https://ecofrost.ua/pv-modul-ja-solar-jam72s20-460mr-460-wp-mono-black-frame-dd0005407
@@Атрибут_Габариты	2128x1052x40
@@Атрибут_Напряжение холостого хода, В	50,01
@@Атрибут_Количество токосъемных дорожек (BV), шт	9
Номинальный рабочий ток в ТММ, А	10,92
Тип коннекторов	QC 4.10
Количество ячеек, шт	144
Технология ячеек	Монокристаллическая
Номинальное рабочее напряжение в ТММ, В	42,13
Ток короткого замыкания (А)	11,45
Номинальная мощность PV модуля (Вт)	460
Длина кабеля	1200
Максимальное напряжение DC системы, В	1000
Температурный коэффициент напряжения холостого хода, %	-0,272
Коэффициент преобразования (КПД, %)	20,6
Вес (кг)	25

Рисунок 3.2 - Характеристики солнечной панели JA Solar

Висновки до розділу

Проведений аналіз показує, що сонячні батареї є ефективним засобом забезпечення електропостачання для приватних будинків. Зроблені висновки:

1. Сонячні батареї як джерело стійкої енергії:
Вони є відновлювальним ресурсом, що сприяє зниженню залежності від традиційних джерел енергії.
2. Різновиди сонячних панелей:
Залежно від умов і потреб, можна обирати серед монокристалічних, полікристалічних, тонкошарових або концентраторних панелей.
3. Широкий спектр застосування:
Сонячні панелі ефективно використовуються як у приватних будинках, так і в комерційних та промислових об'єктах. Вони також підходять для автономних систем (off-grid) у віддалених місцевостях.
4. Основні переваги:
Серед них — зменшення витрат на електроенергію, забезпечення енергетичної незалежності, тривалий термін служби та екологічна чистота.
5. Економічна доцільність:
Вартість установки сонячних батарей залежить від типу панелей, їх ефективності, а також витрат на монтаж. У Європі середня ціна варіюється від 0,35 до 2 євро за кіловат-годину виробленої енергії.
6. Вимоги до установки:
Монтаж сонячних батарей потребує дотримання будівельних нормативів, електротехнічних стандартів та погодження з місцевими органами. Це забезпечує надійність та безпеку системи.

Середньорічне значення сонячного випромінювання у регіоні — 500 Вт/м^2 — дозволяє оцінити необхідну площу панелей для забезпечення потреб приватного будинку. При споживчій потужності 39000 Вт і ефективності 20% площа становитиме близько 390 м^2 , що еквівалентно 136 панелям моделі JA Solar.

Загалом, сонячні батареї — це економічно доцільна та екологічно чиста альтернатива, яка сприяє енергетичній незалежності та сталому розвитку.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Аналіз стану охорони праці на підприємстві

Система управління охороною праці (СУОП)– це сукупність органів управління підприємством, які на підставі комплексу нормативної документації проводять цілеспрямовану, планомірну діяльність щодо здійснення завдань і функцій управління з метою забезпечення здорових безпечних і високопродуктивних умов праці. Створення цієї системи здійснюється шляхом послідовного визначення мети і об'єкта управління, завдання і заходів щодо охорони праці, функцій і методів управління, побудови організаційної структури управління, складання нормативно-методичної документації. Головна мета управління охороною праці є створення здорових, безпечних і високопродуктивних умов праці, покращення виробничого побуту, запобігання травматизму і профзахворюванням .

Заходи для забезпечення створення СУОП:

- розробити і затвердити на підприємстві положення про організацію управління охорони праці;
- щорічно оформляти наказ про призначення осіб відповідальних за стан охорони праці в галузях і на дільницях, а також безпечне використання об'єктів підвищеної небезпеки (котлів і посудин, що працюють під тиском, експлуатація вантажопідйомних машин, газового господарства, пестицидів);
- оформлення наказу про визначення персональних обов'язків з охорони праці усіх спеціалізацій, керівників дільниць та інших службових осіб;
- щорічне проведення паспортизації умов праці, технічних засобів безпеки і технічного стану робочих місць;
- складання планів роботи з охорони праці, комплексне, річне і оперативне планування;

- організація заходів матеріально і морального стимулювання щодо охорони праці;
- впровадження державних, галузевих стандартів, а також розроблення на їх основі стандартів підприємства;
- проведення розслідування і вивчення причин травм, пожеж їх аналіз і облік, а також розробка заходів щодо їх застосування;
- вивчення узагальнення, впровадження передового досвіду з охорони праці;
- організація аудиту охорони праці, лабораторні дослідження умов праці, оцінку технічного стану виробничого плану, атестація робочих місць.

Суб'єктом управління в СУОП на підприємстві в цілому є керівник, а в цехах, на виробничих дільницях і в службах – керівники відповідних структурних підрозділів і служб. Організаційно - методичну роботу по управлінню охороною праці, підготовку управлінських рішень і контроль за їх своєчасною реалізацією здійснює служба охорони праці підприємства, що підпорядкована безпосередньо керівнику підприємства. Суб'єкт управління аналізує інформацію про стан охорони праці на структурних підрозділах підприємства та приймає рішення спрямовані на проведення фактичних показників охорони праці у відповідність з нормами. Об'єктом управління СУОП є діяльність структурних підрозділів та служб підприємства по забезпеченню безпечних і здорових умов праці на робочих місцях, виробничих дільницях, цехах та підприємства в цілому.

Фінансування заходів з охорони праці. Згідно Закону України „Про охорону праці” фінансування охорони праці здійснюється власником підприємства. Працівник не несе ніяких витрат на заходи щодо охорони праці. У господарстві створенні фонди охорони праці відповідно до Положення про державний, галузеві, регіональні фонди охорони праці та фонди охорони праці.

Власники підприємства визначає порядок управління фондами підприємства, призначає відповідальних за це осіб. Кошти фондів підприємства використовуються на виконання комплексних заходів, що забезпечують досягнення встановлених нормативів з охорони праці, а також на подальше підвищення рівня охороною праці на виробництві відповідно до визначеного переліку.

Фінансування профілактичних заходів з охорони праці, виконання загальнодержавної, галузевих та регіональних програм поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, інших державних програм, спрямованих на запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням, передбачається, поряд з іншими джерелами фінансування, визначеними законодавством, у державному і місцевих бюджетах, що виділяються окремим рядком. Фінансування заходів по охороні праці здійснюється у відповідності нормам і зображено у таблиці 4. 1.

Таблиця 4. 1 - Фінансування заходів з охорони праці

Показники	Рік	
	2022	2023
Загальні витрати по господарству, грн.:	1922	2150
- на ЗІЗ	620	755
- на лікувально-профілактичне оздоровлення	1302	1495

Виходячи з даних таблиці 4.1 можна зробити висновок, що фінансування охорони праці за останні роки збільшується на 15%, це пов'язано із збільшенням реалізованої продукції, оскільки щорічно від суми реалізованої продукції господарство виділяє 0,8% коштів на фінансування заходів з охорони праці. Отже, згідно чинного законодавства ця сума не повинна бути меншою 0,5%.

Аналіз умов праці та профілактики травматизму. Аналіз умов праці, побуту і профілактики травматизму дозволяє виявити причини і визначити

закономірності їх виникнення. На основі такої інформації розробляються заходи та засоби щодо профілактики виробничого травматизму. Для аналізу виробничого травматизму застосовують такі основні методи: статистичний, топографічний, монографічний, економічний, метод анкетування, метод експертних оцінок.

На основі даних показників визначають динаміку виробничого травматизму, професійної та загальної захворюваності за відповідний період, яка дозволяє оцінити стан охорони праці на підприємстві, правильність обраних напрямків щодо забезпечення здорових та безпечних умов праці.

Таблиця 4. 2 - Аналіз умов праці та травматизму

Показники	2021	2022	2023
Середньомісячна кількість працівників, чол	324	335	352
Число потерпілих з втратою працездатності, чол	2	1	1
Число потерпілих з смертельним наслідком, чол	-	-	-
Кількість днів непрацездатності, днів	80	40	35
Показник частоти травматизму	6,17	2,99	2,84
Показник важкості травматизму	40	40	35
Показник непрацездатності	246,9	119,4	99,43

У господарстві на відповідному рівні організовані всі виробничі процеси та побут працівників для підвищення продуктивності праці. Для безпечної роботи персоналу з працівниками проводяться інструктажі по охороні праці. На кожному об'єкті та на робочих місцях розміщено інструктажі з вимогами техніки безпеки.

Для профілактики виробничого травматизму у господарстві впроваджують нові технології які сприяють охороні праці. На відповідних об'єктах впроваджують автоматичні блокуючі пристрої, створюють місцеву вентиляцію і систему кондиціонування повітря, освітлення окремих робочих місць на даний момент перебуває у належному стані, за рахунок модернізації

освітлювального обладнання. Аналіз стану виробничого травматизму проводиться щорічно і за остання три роки наведені у таблиці 4.2.

4.2 Розробка заходів щодо покращення стану охорони праці

Розрізняють такі основні заходи щодо покращення стану охорони праці у господарстві:

- обладнати кабінет з охорони праці, з метою ефективного навчання персоналу, встановити необхідні плакати, стенди;
- удосконалення нормативної бази з питань охорони праці;
- укомплектування щитів пожежної безпеки ящиками з піском і необхідним інвентарем;
- встановлення відсутності освітлювальних приладів, покращення освітленості робочих мість;
- відновлення заземлення корпусів та відновити пошкоджену ізоляцію струмоведучих частин електроустановок;
- забезпечення працівників ЗІЗ ;
- покращити природу і при необхідності створити штучну вентиляцію;
- професійний добір працівників з окремих професій;
- провести паспортизацію та атестацію необхідних робочих місць.

4.3 Пожежна безпека

Правовою основою діяльності в галузі пожежної безпеки є Конституція, Закон України „Про пожежну безпеку”, та інші закони, постанови, укази.

Попередження розповсюдження пожеж, в основному забезпечується пожежною безпекою будівель і споруд і забезпечується; правильним вибором необхідного ступеня вогнестійкості будівель та споруд, розташування приміщень з урахуванням вимог пожежної безпеки, встановлення протипожежних перешкод, проектування шляхів евакуації. Згідно діючого

законодавства відповідальність за утримання промислового підприємства у належному протипожежному стані покладається безпосередньо на керівника підприємства.

Власником розробленні комплексні заходи щодо забезпечення пожежної безпеки, розробленні та затвердженні положення, інструкції, інші нормативні акти, що діють в межах підприємства, здійснює постійний контроль за їх додержанням, забезпечено додержання протипожежних вимог приписів і постанов органів державного пожежного нагляду, утримання в справному стані засобів протипожежного захисту, пожежну безпеку, обладнання та інвентар.

Для запобігання пожежам на складах нафтопродуктів останні зберігають у спеціально обладнаних резервуарах, які встановлені на фундаментах. Усі заправні ємності заземлені, а вся територія нафтоскладу обнесена земляним валом.

4.4 Розробка заходів щодо захисту цивільного населення

Забезпечення захисту населення і території у разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій є одним з найважливіших завдань не лише підприємства, але й цілої держави.

Актуальність проблеми забезпечення природо-техногенної безпеки населення і території зумовлена тенденціями зростання втрат людей і шкоди територіям, що спричиняються небезпечними природними явищами, промисловими аваріями і катастрофами.

Забезпечення безпеки та захисту населення, об'єктів економіки і національного надбання держави від негативних наслідків надзвичайних ситуацій повинно розглядатися як невід'ємна частина державної політики національної безпеки і державного будівництва, як одна з найважливіших функцій центральних органів виконавчої влади, Ради міністрів Автономної Республіки Крим, місцевих державних адміністрацій, виконавчих органів рад.

Захист населення є системою загальнодержавних заходів, які реалізуються центральними і місцевими органами виконавчої влади, виконавчими органами влад, органами управління з питань надзвичайних ситуацій та цивільного захисту населення, підпорядкованими їм силами та підприємств, що забезпечують виконання організаційних, інженерно-технічних, санітарно-гігієнічних, протиепідемічних та інших заходів у сфері запобігання та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

Загрози життєво важливих інтересів громадян, держави, суспільства поділяються на зовнішні та внутрішні і виникають під час надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру та воєнних конфліктів.

Зовнішні загрози безпосередньо пов'язані з безпекою життєдіяльності населення і держави у разі розв'язання сучасної війни або локальних збройних конфліктів, виникнення глобальних техногенних екологічних катастроф за межами України, які можуть спричинити негативний вплив на населення та територію держави.

Внутрішні загрози пов'язані з надзвичайними ситуаціями техногенного і природного характеру або можуть бути спровоковані терористичними діями.

Принципи захисту впливають з основних положень Женевської конвенції щодо захисту жертв війни та додаткових протоколів до неї, можливого характеру воєнних дій, реальних можливостей держави щодо створення матеріальної бази захисту. З метою захисту населення, зменшення втрат та шкоди економіці в разі виникнення надзвичайних ситуацій має право проводитися спеціальний комплекс заходів.

Оповіщення та інформування, яке досягається завчасним створенням і підтримкою в постійній готовності загальнодержавної, територіальних та об'єктових систем оповіщення населення.

Спостереження і контроль за довкіллям, продуктами харчування і водою забезпечується створенням і підтримкою в постійній готовності загальнодержавної і територіальних систем спостереження і контролю з

включенням до існуючих сил та засобів контролю незалежно від підпорядкованості.

Укриття в захисних спорудах, якому підлягає усе населення відповідно до приналежності, досягається створенням фонду захисних споруд.

Евакуаційні заходи, які проводяться в містах та інших населених пунктах, які мають об'єкти підвищеної небезпеки, а також у воєнний час, основним способом захисту населення є евакуація і розміщення його у позаміській зоні.

Інженерний захист проводиться з метою виконання вимог ІТЗ із питань забудови міст, розміщення ПНО, будівлі будинків, інженерних споруд та інше.

Медичний захист проводиться для зменшення ступеня ураження людей, своєчасного надання допомоги постраждалим та їх лікування, забезпечення епідеміологічного благополуччя в районах надзвичайних ситуацій.

Біологічний захист включає своєчасне виявлення чинників біологічного зараження, їх характеру і масштабів, проведення комплексу адміністративно-господарських, режимно-обмежувальних і спеціальних протиепідемічних та медичних заходів.

Радіаційний і хімічний захист включає заходи щодо виявлення і оцінки радіаційної та хімічної обстановки, організацію і здійснення дозиметричного та хімічного контролю, розроблення типових режимів радіаційного захисту, забезпечення засобами індивідуального захисту, організацію і проведення спеціальної обробки .

5 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОЗРОБКИ

1. Вартість придбання сонячних батарей та додаткового обладнання:

- Для нашої майстерні потужність сонячних батарей оцінюється в 39 кВт.
- Загальна вартість сонячних батарей становитиме:

$$\text{Вартість сонячних батарей} = 136 \text{ шт} * 8053 = 1095208 \text{ грн.}$$

- Додаткове обладнання, включаючи інвертори, контролери заряду, монтажні конструкції та кабелі, може коштувати приблизно 20% від вартості сонячних батарей. Таким чином:

$$\text{Вартість додаткового обладнання} = 20\% * 1095208 \text{ грн} = 219042 \text{ грн}$$

- Отже, загальна вартість сонячних батарей та додаткового обладнання становитиме:

$$\text{Загальна вартість обладнання} = 1095208 \text{ грн} + 219042 \text{ грн} = 1314250 \text{ грн}$$

2. Вартість встановлення та підключення:

- Вартість монтажу сонячної системи може коливатися від 20% до 50% вартості обладнання. Прийmemo середнє значення в 35%.

- Вартість підключення до електромережі будинку зазвичай становить від 5% до 10% вартості обладнання. Прийmemo середнє значення в 7,5%.

- Вартість встановлення:

$$\text{Вартість встановлення} = 35\% * 1095208 \text{ грн} = 383323 \text{ грн}$$

- Вартість підключення:

$$\text{Вартість підключення} = 7,5\% * 1095208 \text{ грн} = 82141 \text{ грн.}$$

- Загальна вартість встановлення та підключення:

$$\begin{aligned} \text{Загальна вартість встановлення та підключення} &= 383323 \text{ грн} + 82141 \text{ грн} \\ &= 465464 \text{ грн.} \end{aligned}$$

3. Вартість обслуговування:

- Витрати на обслуговування сонячної системи зазвичай становлять 1-2% від вартості обладнання на рік. Прийmemo середнє значення в 1,5%.

- Вартість обслуговування на рік:

$$\text{Вартість обслуговування} = 1,5\% * 1095208\text{грн} = 16428\text{грн.}$$

4. Зниження витрат на електроенергію:

- Зниження витрат на електроенергію після встановлення сонячних батарей буде залежати від споживання електроенергії та потужності системи.

- Очікується, що система знизить витрати на електроенергію приблизно на 80%.

- Припустимо, що середньомісячні витрати на електроенергію для нашої майстерні становлять 65520 грн.

- Річні витрати на електроенергію:

$$\text{Річні витрати} = 65520\text{грн} * 12 \text{ місяців} = 786240\text{грн.}$$

-Річні заощадження:

$$\text{Річні заощадження} = 80\% * 786240\text{грн} = 628992\text{грн на рік.}$$

Таким чином, загальна вартість сонячної енергосистеми для нашої майстерні буде:

$$\text{Загальна вартість} = 1314250 \text{ грн (придбання обладнання)} + 465464\text{грн (встановлення та підключення)} + 16428\text{грн (обслуговування)} = 1796142\text{грн.}$$

А річні заощадження на електроенергії становитимуть 628992 грн.

Зауважимо, що це оцінка на основі середніх даних, і фактична вартість може варіюватись в залежності від багатьох факторів. Для отримання більш точної оцінки рекомендується звернутися до фахівців з сонячної енергетики.

5. Строк окупності

- Для оцінки економічної ефективності використовуємо показник періоду повернення витрат.

- Загальна вартість сонячної енергосистеми - 1796142грн.

- Порахуємо період повернення витрат:

$$\text{Період окупності} = \text{Загальна вартість} / \text{Річні заощадження}$$

Період окупності (при тарифі 8.4 грн/кВт-год) = 1796142грн / 628992 грн = 2.86 років

Отже, витрати на встановлення сонячних батарей окупляться приблизно за 3 роки для промислових споживачів.

Деякі країни та регіони надають додаткові програми підтримки для встановлення сонячних енергосистем. Це можуть бути субсидії, податкові кредити або стимулюючі тарифи.

Для точнішої оцінки економічної вигоди рекомендується звернутися до місцевих органів влади або консультантів з сонячної енергетики.

Таким чином, економічна ефективність встановлення сонячних батарей може варіюватися в залежності від розміру системи, вартості електроенергії, наявності програм підтримки та інших місцевих умов. Рекомендується провести детальний аналіз для конкретної ситуації.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У результаті проведеного аналізу сонячних батарей для забезпечення електропостачання можна дійти таких висновків:

1. Сонячні батареї є ефективним та надійним джерелом відновлюваної енергії, яке здатне суттєво зменшити залежність від традиційних енергоресурсів.

2. Різноманітність сонячних батарей, таких як монокристалічні, полікристалічні, тонкошарові та концентраторні, дає змогу обирати оптимальний варіант залежно від умов і технічних вимог проекту.

3. Сонячні панелі можуть успішно використовуватися для енергопостачання приватних будинків, комерційних та виробничих будівель, а також у автономних системах, де немає доступу до централізованої електромережі.

4. Основними перевагами використання сонячних батарей є зниження витрат на електроенергію, забезпечення енергетичної незалежності, відновлюваність ресурсу та тривалий термін експлуатації.

5. Вартість сонячних батарей залежить від їх типу, продуктивності та витрат на монтаж і додаткове обладнання. У Європі ціни варіюються від 0,35 до 2 євро за кіловат-годину виробленої енергії.

6. Монтаж сонячних батарей вимагає дотримання будівельних норм, місцевих регуляторних вимог та правил електробезпеки. Це гарантує якість, безпечність і законність встановлення.

7. Установлення сонячних батарей для електропостачання приватних будинків є екологічно відповідним та економічно вигідним рішенням, яке дозволяє зменшити витрати на електроенергію, підвищити енергетичну автономність і підтримати сталий розвиток.

8. Для прикладу, якщо споживана потужність становить 39 000 Вт, то площа сонячних панелей з ККД 20% складатиме 390 м². Загальна вартість

системи сонячної енергії дорівнює 1796142 грн, що включає придбання обладнання, монтаж і обслуговування. Річна економія на електроенергії становить 628 992 грн.

9. Аналіз показує, що для промислових споживачів вкладення в сонячні батареї окупаються приблизно за 3 роки. Термін окупності може бути скорочений за рахунок програм підтримки та субсидій, які діють у деяких регіонах.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Хоменко І. В., Плахтій О. А., Нерубацький В. П., Стасюк І. В. Електроенергетика України. Структура, керування, інновації: монографія. Харків: НТУ «ХП», ТОВ «Планета-Прінт», 2020. 132 с.
2. Шестеренко В. Є. Системи електроспоживання та електропостачання промислових підприємств. Вінниця: Нова книга, 2004. 656 с.
3. Притака І. П., Козирський В. В. Електропостачання сільського господарства. Київ: Урожай, 1995. 343 с.
4. Жежеленко І. В., Півняк Г. Г., Трофімов Г. Г., Папаїка Ю. А. Реактивна потужність в електричних мережах: монографія. Дніпро: НТУ«ДП», 2020. 72 с.
5. Казанський С. В. Надійність електроенергетичних систем. Київ: КПІ, 2020. 67 с.
6. Лук'яненко Ю. В., Остапчук Ж. І., Кулик В. В. Розрахунки електричних мереж при їх проектуванні. Вінниця: ВДТУ, 2002. 116 с.
7. Гаряжа В. М., Карюк А. О. Електрична частина станцій та підстанцій: конспект лекцій. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 149 с.
8. Бурбело М. Й., Гадай А. В. Динамічна компенсація реактивної потужності в пускових режимах електроприводів: монографія. Вінниця: ВНТУ, 2010. 104 с.
9. Бардик Є. І., Лукаш М. П. Електрична частина станцій та підстанцій. Синхронні генератори: навчальний посібник. Київ: НТУУ «КПІ», 2008. 100 с.
10. Бардик Є. І. Експлуатація та режими роботи електростанцій. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 73 с.
11. Добровольська Л. Н., Лесько В. О., Черкашина В. В. Автоматизація розподільних електричних мереж в умовах балансуєчого ринку електроенергії. Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2014. 208 с.

- 12.Тісленко В. В. Системи електропостачання загального призначення. Чернігів: ЧНТУ, 2005. 341 с.
- 13.Панченко С. В., Акімов О. І., Бабаєв М. М. Електробезпека: підручник. Харків: УкрДУЗТ, 2018. 295 с.
- 14.Касьянов М. А., Ревенко Ю. П., Тищенко Ю. А. Захист населення в умовах надзвичайних. Луганськ: Вид-во Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля., 2003. 183 с.
- 15.Мірошник О. О., Черкашина В. В., Мороз О. М., Черемісін М. М. Економічні розрахунки в інженерній діяльності на прикладах задач