

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут автоматики і електротехніки

(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра програмованої електроніки, електротехніки і телекомунікацій

(повна назва кафедри)

«Допущений до захисту»

Завідувач кафедри В. М. Рябенський
д.т.н., професор

« 16 » грудня 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

на тему: Розробка, впровадження та оптимізація автономних системи резервного живлення в умовах нестабільного енергопостачання

Виконав: студент 6 курсу, групи 6321М
спеціальності 171

«Електроніка»

(шифр і назва спеціальності)

ОПП «Електронні системи»

Кусков В.В.

(прізвище та ініціали студента)

Керівник Худякова І. М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Трибулькевич С.Л.

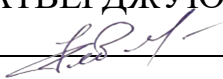
(прізвище та ініціали)

м. Миколаїв – 2024 року

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

ННІ автоматики та електротехніки
Кафедра програмованої електроніки, електротехніки і телекомунікацій
Рівень вищої освіти другий (магістерський)
Спеціальність 171 «Електроніка»
ОПП Електронні системи

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри  В. М. Рябенський
д.т.н., професор

« 16 » жовтня 2024 р.

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ АТЕСТАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Кускову Валентину Вікторівичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка, впровадження та оптимізація автономних системи резервного живлення в умовах нестабільного енергопостачання
керівник роботи Худякова Ірина Марківна, к.т.н., доцент, професор НУК
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу

від « 14 » жовтня 2024 року № 1075-уч.

2. Строк подання студентом роботи 15 грудня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи Час автономної роботи, сумарна споживана, Доступність обладнання, рівень автоматизації, інженерно-технічні дані, енергетичні характеристики.

4. Мета дослідження :
Полягає в аналізі основних компонентів автономних систем резервного живлення, а також розробці ефективної схеми та її підключення, для забезпечення стабільного використання енергії.

5. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) :

1.Аналіз «Автономних систем резервного живлення». 2.Теоретичні основи автономних систем резервного живлення. 3.Розробка автономних систем резервного живлення. 4.Охорона праці.

6. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Автономні системи резервного живлення.2.Основні компоненти АСРЖ. 3.Переваги автономних систем.3.Недоліки автономних систем.4.Вибір компонентів АСРЖ.5.Структурна схема. 7.Розрахунок потужності.8.Розрахунок автономності.9.Принципова електрична схема.10.Висновок.

7. Консультанти розділів роботи

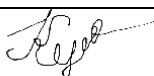
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Тубальцев А.М.		

8. Дата видачі завдання « 16 » жовтня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Аналітичний огляд автономних систем	20.09.2024	виконано
2.	Теоретичні основи систем АСРЖ	15.10.2024	виконано
3.	Вибір компонентів для розробки системи	2.11.2024	виконано
4.	Розрахунок потужності системи для будинку .	15.11.2024	виконано
5.	Розробка функціональної схеми підключення системи.	20.11.2024	виконано
6.	Підготовка розділу з охорони праці.	30.11.2024	виконано

Студент

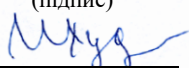


(підпис)

В.В Кусков

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи



(підпис)

І. М. Худякова

(прізвище та ініціали)

Анотація

У сучасному світі електроніка стикається з численними викликами, зумовленими швидким розвитком технологій, зростанням потреб у надійних системах енергозабезпечення та необхідністю зменшення впливу на довкілля. Тематика автономних систем у сфері електроніки набуває особливої актуальності, оскільки такі рішення забезпечують стабільність роботи пристроїв, їх енергоефективність та адаптивність до різних умов.

Ця робота досліджує важливість впровадження автономних систем у сучасні електронні пристрої. Зокрема, аналізуються їхні переваги у забезпеченні безперебійного функціонування під час перебоїв у живленні, зниженні залежності від зовнішніх джерел енергії та підтримці роботи в умовах надзвичайних ситуацій.

Результати дослідження демонструють, що автономні системи в електроніці є важливим елементом майбутнього розвитку галузі. Вони сприяють підвищенню надійності пристроїв, інтеграції відновлюваних джерел енергії та створюють можливості для подальшого технологічного прогресу.

Ключові слова: автономні системи, сучасна електроніка, енергоефективність, безперебійне живлення, відновлювані джерела енергії, технологічний прогрес, адаптивність систем, автономне енергозабезпечення, розвиток електроніки, енергозбереження.

Abstract

In today's world, electronics is facing numerous challenges driven by rapid technological developments, the growing need for reliable power supply systems and the need to reduce environmental impact. The topic of autonomous systems in the field of electronics is of particular relevance, as such solutions ensure the stability of devices, their energy efficiency and adaptability to different conditions.

This paper explores the importance of implementing autonomous systems in modern electronic devices. In particular, it analyses their advantages in ensuring uninterrupted operation during power outages, reducing dependence on external energy sources, and maintaining operation in emergency situations.

The study results show that autonomous systems in electronics are an important element of the industry's future development. They help to improve the reliability of devices, integrate renewable energy sources and create opportunities for further technological progress.

Keywords: autonomous systems, modern electronics, energy efficiency, uninterruptible power supply, renewable energy sources, technological progress, system adaptability, autonomous power supply, electronics development, energy saving.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень та термінів..	6
Вступ.....	7
Розділ 1. Аналіз «Автономних систем резервного живлення»	9
1.1. Класифікація автономних систем	10
1.2. Використання автономних систем у різних сферах (житлових,комерційних,промислові)	14
1.3. Принцип роботи системи	21
1.4. Висновок до розділу	23
Розділ 2. Теоретичні основи автономних систем резервного живлення 25	
2.1. Основні компоненти та їх функції	25
2.2. Джерело енергії.....	26
2.3. Сонячні панелі.....	29
2.4. Вітрогенератори	32
2.5. Акумулятори	36
2.6. Інвертор.....	39
2.7. Автоматичний перемикач (ATS)	43
2.8 Висновок до розділу	46
Розділ 3. Розробка автономних систем резервного живлення.....	49
3.1. Вибір компонентів для конкретної системи.....	49
3.2. Розрахунок потужності системи для будинку	60
3.3. Проектування схеми підключення	64
3.4. Висновок до розділу	67
Розділ 4. Охорона праці.....	69
4.1. Правові та організаційні питання охорони праці.....	69
4.2. Протипожежні заходи	72
4.3. Захист від електромагнітних випромінювань.	74
4.4. Охорона навколишнього середовища	78
Висновки	83
Список використаних джерел	84
Додаток А.....	87
Принципова електрична схема.....	87

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ

1. UPS - Uninterruptible Power Supply (Система безперебійного живлення)
2. PV - Photovoltaic (Сонячні панелі)
3. BES - Battery Energy Storage System (Система накопичення енергії на базі батарей)
4. AC - Alternating Current (Змінний струм)
5. DC - Direct Current (Постійний струм)
6. LiFePO - Літій-залізо-фосфат (Тип акумуляторних батарей)
7. N - Надмірність системи резервування (додатковий компонент для забезпечення надійності)
8. AVR - Automatic Voltage Regulation (Автоматичне регулювання напруги)
9. Genset - Генераторна установка
10. SLA - Sealed Lead Acid (Запечатані свинцево-кислотні батареї)
11. Inverter - Інвертор (Пристрій для перетворення постійного струму в змінний)
12. Grid-Tied - Підключений до електромережі
13. Off-Grid - Автономний, не підключений до електромережі
14. Smart Grid - Розумна електромережа
15. Renewable Energy Sources - Відновлювальні джерела енергії
16. GND – Заземлення

					171.6321М.КР.ПЗ.Скорочення	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

ВСТУП

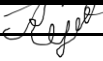
У сучасному світі, де енергетичні ресурси стають все більш дефіцитними, питання забезпечення надійних і стійких джерел енергії набуває особливої актуальності. Традиційні джерела енергії, такі як вугілля, нафту та газ, поступово відходять на задній план через їх негативний вплив на довкілля, підвищення цін і залежність від імпорту. У зв'язку з цим, автономні системи резервного живлення, що використовують поновлювальні джерела енергії, такі як сонячні панелі, генератори та акумулятори, стають дедалі популярнішими як у побуті, так і в промисловості.

У результаті проведеного дослідження планується запропонувати конкретний метод підключення, який не лише відповідатиме сучасним вимогам до автономного живлення, але й забезпечить його ефективність та надійність. Базуючись на теоретичних засадах та практичних дослідженнях, дана робота має на меті сприяти поширенню знань про автономні системи резервного живлення та їхній потенціал для зменшення енергетичних витрат і підвищення енергетичної незалежності споживачів.

Метою роботи : полягає в аналізі основних компонентів автономних систем резервного живлення, а також розробці ефективної схеми їх підключення, що забезпечить стабільне та економічне використання енергії.

Об'єктом дослідження є: автономні системи резервного живлення, що використовують поновлювальні джерела енергії (сонячні панелі, генератори, акумулятори) для забезпечення надійності та стабільності електропостачання в умовах наростаючого попиту на енергію та зменшення екологічного навантаження.

					171.6321М.КР.ПЗ.Вступ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

					171.6321М.КР.ПЗ.Р1			
					Аналіз «Автономних систем резервного живлення»			
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата				
Розробник		Кусков В.В						
Консультант								
Н. контр.		Добрінова Л. П.						
Керівник		Худякова І. М.						
Зав. каф.		Рябенський В. М.						
					Лім.		Арк.	Аркушів
							8	
					НУК імені адмірала Макарова			

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ «АВТОНОМНИХ СИСТЕМ РЕЗЕРВНОГО ЖИВЛЕННЯ»

Перші резервні джерела живлення виникли внаслідок електрифікації, яка почалася в 19 столітті. Електроенергія стала критично важливою для промисловості, транспорту та побуту, тому перебої в електропостачанні могли призвести до значних втрат. У той час генератори та акумулятори використовувалися для забезпечення безперебійного освітлення в морських маяках, шахтах, на кораблях і на промислових об'єктах.

У 20 столітті електрифікація міст і промислових підприємств значно зросла. Проте навіть з ростом кількості електростанцій часто виникали перебої з постачанням. У будівлях почали встановлювати автономні генератори на вугіллі або дизельному паливі для резервного живлення. Хоча в житлових будинках це було менш поширено через високу вартість, у промисловості генератори стали необхідними для стабільної роботи обладнання. З розвитком комп'ютерних технологій у 1960-1970-х роках з'явилася потреба в надійному резервному живленні для безперервної роботи електронних пристроїв. Це призвело до створення перших систем безперебійного живлення (UPS), які могли миттєво переключати живлення на акумулятор, запобігаючи збоям і пошкодженню обладнання.

З кінця 20 століття резервні системи живлення стали доступнішими для широкого загалу. Генератори, UPS та інверторні системи почали використовуватися в домогосподарствах і малому бізнесі для підтримки життєво важливих приладів під час відключень електрики. Генератори на бензині або дизелі, незважаючи на свої обмеження, почали застосовуватися як автономне джерело живлення в екстрених ситуаціях.

Сьогодні активно розвиваються нові технології резервного живлення, зокрема за рахунок відновлюваних джерел енергії. Сонячні панелі з акумуляторами стають частиною енергонезалежних будинків. Сучасні батареї, такі як Tesla Powerwall, здатні зберігати енергію, вироблену

					171.6321М.КР.ПЗ.Р1	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

сонячними панелями, і забезпечувати живлення будинку протягом кількох годин або навіть днів.

Ці нововведення не лише забезпечують автономність домогосподарств, але й зменшують залежність від традиційних електричних мереж, що є важливим кроком до сталого та екологічного енергетичного майбутнього. Отже, історія резервного живлення пройшла шлях від громіздких генераторів до сучасних компактних рішень, доступних для широкого кола користувачів і сприяючих незалежному енергопостачанню.

1.1. Класифікація автономних систем

Автономна система – це електронна система, яка здатна функціонувати незалежно, виконуючи свої завдання без потреби в постійному підключенні до зовнішніх джерел енергії, управління чи інформації. Такі системи створюються для забезпечення автономності у різних умовах, зокрема в місцях із обмеженим доступом до централізованої інфраструктури. Одним з ключових критеріїв класифікації є тип джерела енергії. В цьому випадку автономні системи можна поділити на системи, що використовують традиційні джерела енергії, такі як дизельні або бензинові генератори, та системи, що базуються на відновлювальних джерелах енергії, таких як сонячні панелі, вітрові турбіни або біоенергетичні установки.

Системи з традиційними джерелами, як правило, мають вищу потужність і здатні забезпечити стабільне живлення на тривалий час, однак вони також пов'язані з викидами шкідливих речовин та залежністю від паливних ресурсів. Натомість автономні системи на базі відновлювальних джерел енергії стають дедалі популярнішими завдяки своїй екологічній безпеці, можливості безкоштовного використання джерел енергії, таких як сонце чи вітер, проте часто вимагають систем накопичення енергії для забезпечення стабільного живлення вночі або в безвітряну погоду.

					171.6321М.КР.ПЗ.Р1	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Другим важливим критерієм для класифікації автономних систем є потужність. Залежно від споживання енергії, автономні системи можуть бути мікро-, малими, середніми або великими. Мікроавтономні системи зазвичай забезпечують живлення домогосподарств або малих підприємств і можуть мати потужність до 5 кВт. Їх перевага полягає в простоті монтажу та відносно низьких витратах. Маленькі автономні системи, потужністю до 50 кВт, використовуються для живлення невеликих комерційних об'єктів або віддалених станцій зв'язку. Середні системи, з потужністю до 500 кВт, часто забезпечують електропостачання для сіл або невеликих міст, а великі автономні системи, потужністю понад 500 кВт, здатні постачати електрику для промислових підприємств або цілих регіонів.

Призначення автономних систем також відіграє важливу роль в їхній класифікації. Системи можуть бути спеціалізованими для певних сфер, таких як житлові, промислові, аграрні або комунальні. Житлові автономні системи зазвичай розробляються для забезпечення потреб домогосподарств, включаючи освітлення, опалення та побутові прилади. Промислові автономні системи, таких як, наприклад, системи електропостачання для маленьких фабрик, потребують більшої потужності і забезпечують роботу важливого устаткування. Комунальні системи, як правило, мають на меті забезпечення електроенергією цілих населених пунктів, забезпечуючи життєво важливу інфраструктуру, таку як системи водопостачання, каналізації, освітлення вулиць тощо.

Таким чином, класифікація автономних систем за різними критеріями — це складний, але надзвичайно важливий процес, який дозволяє точно визначити область застосування і можливості кожної системи. Переходячи до нових технологій та енергетичних рішень, ця класифікація стає дедалі актуальнішою, оскільки суспільство шукає ефективні рішення для зменшення

					171.6321М.КР.ПЗ.Р1	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

залежності від традиційних джерел енергії, зменшення викидів, а також покращення доступу до електричної енергії в віддалених локаціях.

Класифікація автономних систем резервного живлення

Автономні системи резервного живлення - це незалежні енергетичні установки, які забезпечують електроенергією споживачів у разі відключення централізованого електропостачання. Вони відрізняються різноманітністю конструкцій, характеристик та сфер застосування. Розглянемо детальніше класифікацію таких систем за різними критеріями.

За типом джерела енергії:

- **Дизельні генератори:** Найпоширеніший тип автономних систем. Використовують дизельне паливо для виробництва електроенергії. Відрізняються високою потужністю, надійністю та довгим терміном служби. Однак, мають значні габарити, шумні та виділяють шкідливі речовини.
- **Бензинові генератори:** Менш потужні за дизельні, але легші та компактніші. Застосовуються для забезпечення невеликих навантажень. Мають обмежений ресурс роботи.
- **Газові генератори:** Працюють на природному або зрідженому газі. Відрізняються високою екологічністю та економічністю.
- **Сонячні батареї:** Перетворюють сонячну енергію в електричну. Екологічно чисті, але їх ефективність залежить від сонячної активності. Вимагають додаткових елементів системи (аккумулятори, інвертори).
- **Вітрові турбіни:** Перетворюють кінетичну енергію вітру в електричну. Екологічні, але мають високу вартість і вимагають вітряних місць для встановлення.
- **Гідроелектростанції:** Використовують енергію падаючої води. Підходять для областей з річками або водоспадами.

					171.6321М.КР.ПЗ.Р1	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

- **Комбіновані системи:** Поєднують кілька джерел енергії для підвищення надійності та ефективності. Наприклад, сонячні батареї з акумуляторами та дизельним генератором як резервним джерелом.

За потужністю:

- **Малопотужні:** До 5 кВт. Використовуються для забезпечення електроенергією невеликих об'єктів (приватні будинки, дачі).
- **Середньопотужні:** Від 5 до 100 кВт. Застосовуються для забезпечення електроенергією невеликих підприємств, фермерських господарств.
- **Великопотужні:** Понад 100 кВт. Використовуються для забезпечення електроенергією великих підприємств, мікрорайонів, населених пунктів.

За призначенням:

- **Резервні системи:** Забезпечують безперебійне електропостачання у разі відключення основного джерела живлення.
- **Автономні системи:** Використовуються в місцях, де відсутнє централізоване електропостачання (далекі села, будівельні майданчики).
- **Мобільні системи:** Пересувні електростанції, які можна використовувати в різних місцях.
- **Спеціалізовані системи:** Призначені для забезпечення електроенергією конкретних споживачів (медичне обладнання, системи зв'язку).

За принципом роботи:

- **Системи з паралельним включенням:** Генератор підключається до мережі паралельно з основним джерелом живлення.

					171.6321М.КР.ПЗ.Р1	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

- **Системи з послідовним включенням:** Генератор підключається до мережі послідовно з навантаженням.
- **Системи з автоматичним перемиканням:** Автоматично перемикають навантаження з основного джерела живлення на резервне у разі аварії.

За типом регулювання:

- **Системи з механічним регулюванням:** Регулювання частоти і напруги здійснюється механічними засобами.
- **Системи з електронним регулюванням:** Регулювання здійснюється за допомогою електронних пристроїв (інверторів).

1.2. Використання автономних систем у різних сферах (житлових, комерційних, промислові)

Автономні системи резервного живлення знаходять своє застосування в різних сферах, забезпечуючи надійність та безперебійність енергопостачання.

Житлові Сфери

Автономні системи набувають все більшої популярності у різних сферах життя, зокрема у житловому секторі. Ці системи дозволяють забезпечити енергетичну, водопостачальну та інформаційну незалежність, що особливо важливо у віддалених районах, місцях із нестабільною інфраструктурою або в умовах економії ресурсів.

Енергетичні автономні системи включають сонячні батареї, які використовуються для виробництва електроенергії у житлових будинках, забезпечуючи як основне, так і резервне живлення. Вітрогенератори застосовуються у приватних будинках у районах з високою вітровою активністю. Акумуляторні системи збереження енергії поєднуються із сонячними та вітровими установками для накопичення енергії та її використання у вечірній час або під час перебоїв електропостачання.

					171.6321М.КР.ПЗ.Р1	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Геотермальні установки забезпечують обігрів та охолодження приміщень. У сфері водопостачання широко використовуються системи збору дощової води, які допомагають зменшити залежність від централізованого водопостачання. Зібрану воду можна фільтрувати для побутових потреб. Свердловини з автоматичними насосами забезпечують постійне водопостачання незалежно від зовнішніх факторів. Також застосовуються системи очищення та повторного використання води, які сприяють економії ресурсів та зменшують вплив на довкілля. Інформаційні автономні системи включають системи управління «розумний дім», які контролюють освітлення, опалення, охорону та інші параметри будинку, часто інтегровані із системами генерації енергії для оптимізації споживання. Автономні інтернет-мережі, зокрема супутниковий інтернет або локальні Wi-Fi-системи, забезпечують доступ до мережі у віддалених районах. Окрім цього, використовуються автономні каналізаційні системи, такі як біосептики, які не потребують підключення до центральної мережі. Також популярні автономні системи обігріву та кондиціонування, наприклад, інфрачервоні обігрівачі або індивідуальні системи теплових насосів, які забезпечують комфорт без залежності від централізованого опалення. Основними перевагами автономних систем у житлових умовах є економія ресурсів, зменшення витрат на енергію, воду та комунальні послуги, а також незалежність, що дозволяє функціонувати без централізованої інфраструктури. Використання відновлюваних джерел енергії робить ці системи екологічними та зменшує негативний вплив на природу, а їхня надійність забезпечує комфорт навіть під час надзвичайних ситуацій..

Комерційні Сфери

Автономні системи широко застосовуються у комерційних сферах, забезпечуючи енергетичну, водопостачальну, інформаційну незалежність та підвищуючи ефективність бізнес-процесів. Вони стають важливими

					171.6321М.КР.ПЗ.Р1	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

інструментами для оптимізації витрат, підвищення стабільності роботи підприємств та зменшення впливу на навколишнє середовище.

Однією з найбільш розповсюджених форм є автономні енергетичні системи, які включають сонячні електростанції, вітрові генератори та системи накопичення енергії. У комерційних будівлях, офісах, готелях, торговельних центрах та виробничих об'єктах такі системи використовуються для зниження витрат на електроенергію, забезпечення резервного живлення під час перебоїв у мережі та досягнення екологічної відповідності. Наприклад, підприємства зі значним енергоспоживанням, такі як фабрики чи ферми, активно встановлюють гібридні системи, що комбінують кілька джерел енергії для безперебійної роботи.

Автономні системи водопостачання також є важливими для комерційних підприємств. Готелі, ресторани та фермерські господарства часто використовують системи збору дощової води та автономні станції очищення води для задоволення своїх потреб. На промислових об'єктах впроваджуються системи повторного використання води, які допомагають зменшити витрати та мінімізувати екологічний вплив.

Інформаційні автономні системи, такі як незалежні сервери, супутниковий інтернет та локальні мережі, забезпечують безперебійну комунікацію навіть у віддалених регіонах. Такі технології широко застосовуються у сфері логістики, готельного бізнесу, а також у компаніях, що працюють у віддалених районах, наприклад, нафтогазових платформах або віддалених будівельних майданчиках. Системи "розумного офісу" оптимізують управління ресурсами, забезпечуючи контроль за освітленням, кондиціонуванням повітря, безпекою тощо.

Автономні каналізаційні системи, такі як біосептики, стали важливою частиною комерційної інфраструктури, особливо у готельно-ресторанному бізнесі, на віддалених базах відпочинку та у польових умовах. Вони

					171.6321M.KP.ПЗ.P1	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

дозволяють забезпечити екологічну утилізацію відходів без підключення до централізованих систем.

У сфері транспорту автономні системи також мають велике значення. Електрозарядні станції для електромобілів, оснащені сонячними батареями, сприяють розвитку екологічного транспорту. На великих підприємствах автономні транспортні засоби, оснащені системами штучного інтелекту, оптимізують логістику та переміщення вантажів.

Таким чином, автономні системи у комерційних сферах забезпечують економічну вигоду, підвищують ефективність процесів та дозволяють підприємствам залишатися конкурентоспроможними навіть у складних умовах. Їх впровадження допомагає не лише знижувати витрати, а й адаптувати бізнес до сучасних викликів сталого розвитку.

Промислові Сфери

Автономні системи у промислових сферах відіграють ключову роль у забезпеченні безперебійності виробничих процесів, підвищенні енергоефективності, зменшенні витрат і зниженні впливу на навколишнє середовище. Завдяки використанню сучасних технологій автономні рішення дозволяють підприємствам працювати незалежно від зовнішніх обмежень, таких як перебої у постачанні енергії, води чи зв'язку.

У сфері енергетики автономні системи особливо важливі для промислових об'єктів, що споживають велику кількість енергії. Заводи, шахти, нафтогазові платформи активно використовують гібридні енергетичні системи, які поєднують сонячні панелі, вітрові турбіни та генератори на основі викопного палива. Системи накопичення енергії, зокрема великі акумуляторні комплекси, забезпечують стабільність постачання електроенергії навіть за умов нерівномірного виробництва. У важкодоступних районах, таких як видобувні об'єкти, автономні енергосистеми стають єдиним джерелом живлення.

					171.6321М.КР.ПЗ.Р1	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Водопостачання у промисловості також часто реалізується через автономні системи. Промислові установки збору дощової води, системи очищення та опріснення дозволяють підприємствам зменшувати залежність від централізованих джерел. Наприклад, на металургійних або хімічних заводах використовуються спеціалізовані системи повторного використання води, що знижує витрати та зменшує вплив на довкілля.

Автономні інформаційні системи стали невід'ємною частиною сучасного промислового виробництва. Використання локальних мереж, незалежних серверів і супутникового зв'язку дозволяє забезпечувати безперебійну роботу автоматизованих систем управління виробничими процесами навіть у віддалених регіонах. Інтернет речей (IoT) та автономні системи управління підприємствами оптимізують процеси, мінімізують збої та підвищують продуктивність.

Системи автономної логістики використовуються у великих промислових комплексах. Автономні транспортні засоби, роботи-вантажники та безпілотні літальні апарати забезпечують швидке переміщення матеріалів і готової продукції між різними частинами підприємства. У гірничодобувній промисловості автономні машини для видобутку та транспортування руди значно підвищують ефективність і безпеку роботи.

Автономні каналізаційні та системи утилізації відходів широко застосовуються у промисловості, особливо на підприємствах, розташованих у важкодоступних або екологічно чутливих зонах. Системи біологічного очищення стічних вод дозволяють ефективно утилізувати відходи без шкоди для довкілля, а системи переробки промислових відходів сприяють їх повторному використанню.

Таким чином, автономні системи у промисловості сприяють досягненню енергоефективності, екологічності та незалежності виробничих процесів. Їх використання дозволяє підприємствам адаптуватися до сучасних умов ринку,

					171.6321М.КР.ПЗ.Р1	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

забезпечувати стабільність роботи у складних умовах і залишатися конкурентоспроможними.

Освітні та Медичні Заклади

Автономні системи в освітніх та медичних закладах мають велике значення, оскільки вони забезпечують безперебійне функціонування цих важливих соціальних сфер, навіть за умов перебоїв у постачанні енергії, води чи зв'язку. Вони сприяють підвищенню рівня комфорту, доступності та ефективності роботи закладів, особливо у віддалених районах чи під час надзвичайних ситуацій.

В освітніх закладах автономні енергетичні системи, такі як сонячні панелі чи вітрові генератори, забезпечують школи та університети електроенергією, дозволяючи працювати незалежно від централізованих джерел. Це особливо важливо для закладів, розташованих у сільській місцевості або районах із нестабільним енергопостачанням. Крім того, використання таких систем сприяє формуванню екологічної свідомості серед учнів та студентів, демонструючи переваги використання відновлюваних джерел енергії. Системи накопичення енергії забезпечують освітлення, роботу комп'ютерних класів, опалення та кондиціонування навіть під час перебоїв у мережі.

У медичних закладах автономні енергетичні системи є критично важливими для забезпечення безперебійної роботи обладнання, зокрема апаратів для підтримки життєдіяльності, хірургічних пристроїв та систем зберігання ліків. Сонячні панелі та генератори зберігають стабільність енергопостачання у лікарнях, клініках та польових медичних установах, особливо у зонах стихійних лих чи військових конфліктів. Акумулятори дозволяють працювати навіть у випадках тривалих відключень електроенергії.

					171.6321М.КР.ПЗ.Р1	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Автономні системи водопостачання в школах та лікарнях включають системи збору дощової води та її очищення. Це дозволяє забезпечувати питну воду навіть у віддалених регіонах або під час перебоїв із централізованим водопостачанням. У медичних закладах автономні системи очищення води є важливими для стерилізації інструментів, підготовки медикаментів та забезпечення санітарії.

Інформаційні автономні системи забезпечують доступ до освітніх та медичних даних. В освітніх закладах це включає автономні комп'ютерні мережі, сервери та системи онлайн-навчання, що дозволяють учням і студентам навчатися навіть у віддалених регіонах. У медичних закладах системи забезпечення зв'язку, включаючи супутниковий інтернет, дозволяють лікарям проводити телемедичні консультації, отримувати доступ до електронних медичних карток пацієнтів та підтримувати зв'язок із іншими медичними установами.

Автономні системи опалення та кондиціонування забезпечують комфортні умови для навчання та лікування. Наприклад, теплові насоси чи інфрачервоні обігрівачі використовуються для підтримки необхідної температури в класах, палатах і операційних. Це важливо не лише для зручності, але й для запобігання поширенню інфекцій.

Також широко застосовуються автономні системи утилізації відходів, зокрема біосептики, які забезпечують екологічне та безпечне очищення стоків у школах та лікарнях, розташованих у віддалених районах.

Автономні системи в освітніх та медичних закладах підвищують якість життя та надаваних послуг, забезпечуючи незалежність від зовнішніх факторів. Їх використання сприяє стабільності, доступності та інноваційному розвитку у цих важливих сферах.

					171.6321М.КР.ПЗ.Р1	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

1.3. Принцип роботи системи

Система резервного живлення функціонує за визначеним принципом, що забезпечує безперервне електропостачання в умовах нестабільності основної електромережі.



Рисунок 1.1 – схема резервного живлення будинку

Система починає свою роботу з генерації електричної енергії за допомогою сонячних панелей, які перетворюють сонячне світло на постійний струм (DC). У випадку використання гібридних систем, енергія може також надходити з інших джерел, таких як акумулятори або електромережа.

Згенерований постійний струм передається до гібридного інвертора, який виконує кілька важливих функцій:

- Перетворення струму: Інвертор перетворює постійний струм на змінний (AC), необхідний для живлення побутових електроприладів.

- Керування енергопотоками: Він автоматично визначає, яке джерело енергії використовувати в даний момент — сонячні панелі вдень, акумулятори вночі або електромережу при недостатності інших ресурсів.

- Заряджання акумуляторів: Якщо система має акумулятори, інвертор також відповідає за їх заряджання, використовуючи надлишкову енергію.

Система управління батареями (BMS) контролює роботу акумуляторів, забезпечуючи їх безпечну експлуатацію. Основні функції BMS включають:

					171.6321М.КР.ПЗ.Р1	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		21

- Захист від перенапруги та перерозряду: BMS слідкує за напругою кожного елемента батареї та відключає живлення при виході за межі допустимих значень.

- Балансування елементів: У разі нерівномірного заряду BMS вирівнює рівень заряду між акумуляторами для запобігання виходу з ладу слабших елементів.

У разі відключення електроенергії інвертор автоматично переходить у режим резервного живлення. Це дозволяє забезпечити живлення критично важливих пристроїв, таких як освітлення, холодильники або системи безпеки.

Для забезпечення безпеки системи використовуються різноманітні захисні пристрої:

- Вимикачі постійного струму: Дозволяють вручну відключати систему для обслуговування.

- Запобіжники: Захищають систему від коротких замикань і перевантажень.

- Захист від перенапруги (ПЗІП): Відводить надлишкову енергію у разі стрибків напруги.

Сучасні гібридні інвертори часто мають функцію дистанційного моніторингу через мобільні додатки або хмарні сервіси. Це дозволяє користувачам стежити за станом системи, ефективністю роботи та енергетичним балансом у реальному часі.

Після перетворення змінного струму інвертор подає його на будинкову електромережу, забезпечуючи живлення всіх підключених пристроїв. У разі недостатності виробленої енергії система може автоматично переключитися на електромережу для заповнення дефіциту.

Таким чином, система резервного живлення забезпечує стабільне і безперебійне електропостачання, адаптуючись до умов навколишнього середовища та потреб користувача. Це важливе рішення для забезпечення енергетичної незалежності та безпеки в сучасному світі

					171.6321M.KP.ПЗ.Р1	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

1.4. Висновок до розділу

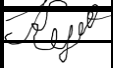
У процесі аналізу автономних систем резервного живлення (АРЖ) стало очевидно, що ці технології відіграють важливу роль у забезпеченні стабільності електропостачання, особливо в умовах частих перебоїв з електрикою. АРЖ не лише підвищують енергонезалежність домогосподарств і підприємств, але й сприяють безпеці критично важливих об'єктів, таких як лікарні та інші установи, де безперервне електропостачання є життєво необхідним.

З огляду на швидкий розвиток технологій в галузі відновлювальної енергетики, автономні системи резервного живлення стають дедалі більш доступними та ефективними. Інтеграція сонячних панелей та новітніх акумуляторних технологій відкриває нові можливості для створення енергонезалежних рішень. Це не лише зменшує залежність від традиційних електромереж, але й сприяє переходу до більш сталого і екологічного способу життя.

Отже, автономні системи резервного живлення є важливим кроком до забезпечення енергетичної безпеки в сучасному світі. Їхнє впровадження та оптимізація можуть значно підвищити рівень комфорту і безпеки для користувачів, а також зробити внесок у загальний розвиток енергетичних технологій. Важливо продовжувати дослідження в цій сфері, щоб знайти нові рішення для покращення ефективності та надійності автономних систем у майбутньому.

					171.6321М.КР.ПЗ.Р1	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		



					171.6321М.КР.ПЗ.Р2			
Змн.	Арк.	№ документи	Підпис	Дата				
Розробник		Кусков В.В			ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ АВТОНОМНИХ СИСТЕМ РЕЗЕРВНОГО	Літ.	Арк.	Аркушів
Консультант							24	
Н. контр.		Добрінова Л. П.				НУК імені адмірала Макарова		
Керівник		Худякова І. М.						
Зав. каф.		Рябенський В. М.						

РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ АВТОНОМНИХ СИСТЕМ РЕЗЕРВНОГО ЖИВЛЕННЯ

2.1. Основні компоненти та їх функції

Автономні системи резервного живлення (АСРЖ) забезпечують безперервну подачу електроенергії в разі відключення основного джерела живлення. Ці системи використовуються в критично важливих об'єктах, таких як лікарні, дата-центри, виробничі підприємства, серверні кімнати тощо. Основою їхньої роботи є збереження, перетворення та подача електроенергії в моменти перебоїв у мережі.

Основні компоненти системи та їх функції:

1. Джерела резервного живлення

- Акумуляторні батареї: забезпечують тимчасове зберігання електроенергії у вигляді постійного струму, що використовується під час збоїв у мережі.
- Дизельні або бензинові генератори: перетворюють енергію пального в електроенергію, забезпечуючи резервне живлення на тривалий час.
- Відновлювальні джерела енергії (сонячні панелі, вітряки): служать екологічним і довготривалим рішенням для автономного живлення.

2. Інвертор.

3. Контролер зарядки.

4. Система автоматичного перемикавання (ATS)

5. Система моніторингу та управління.

6. Стабілізатор напруги.

Теоретичні основи АСРЖ базуються на електротехнічних принципах, таких як закон збереження енергії, електричні параметри системи, а також

					171.6321М.КР.ПЗ.Р2	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

врахування її надійності та ефективності. Застосування АСРЖ дозволяє забезпечити безперебійну роботу обладнання та уникнути втрат, викликаних перебоями у мережі.

2.2. Джерело енергії

Генератор — Двигун внутрішнього згоряння (бензиновий, дизельний, газовий), що перетворює хімічну енергію палива в електричну. Генератор використовується як резервне джерело живлення для забезпечення електроенергії під час відключень у мережі.



Рисунок 2.1 – генератор

Генератори є ключовими пристроями для вироблення електроенергії в автономних системах живлення. Їх основне завдання полягає у перетворенні механічної енергії на електричну за допомогою явища електромагнітної індукції. Генератори знаходять широке застосування в побуті, на виробництвах, у медичних закладах та інших сферах, де необхідне безперебійне енергопостачання.

За типом виробленої електроенергії генератори поділяються на ті, що виробляють змінний струм (альтернатори), і ті, що генерують постійний струм. Альтернатори є найпоширенішими завдяки своїй універсальності та можливості застосування в побуті й промисловості. Генератори постійного

					171.6321М.КР.ПЗ.Р2	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

струму, у свою чергу, використовуються здебільшого в спеціалізованих пристроях, як-от електротранспорт або зварювальні апарати.

Принцип роботи генераторів заснований на явищі електромагнітної індукції, відкритому Майклом Фарадеєм. Коли провідник знаходиться в магнітному полі й здійснює відносний рух щодо магнітного поля, в ньому виникає електрорушійна сила (ЕРС). Ця сила змушує заряджені частинки рухатися, створюючи електричний струм. У конструкції генератора ключовими елементами є ротор і статор. Ротор, що є рухомою частиною, створює магнітне поле. Це поле, проходячи через нерухомий статор із обмотками, індукує в них струм. Рух ротора забезпечується двигуном внутрішнього згоряння або іншим механічним приводом.

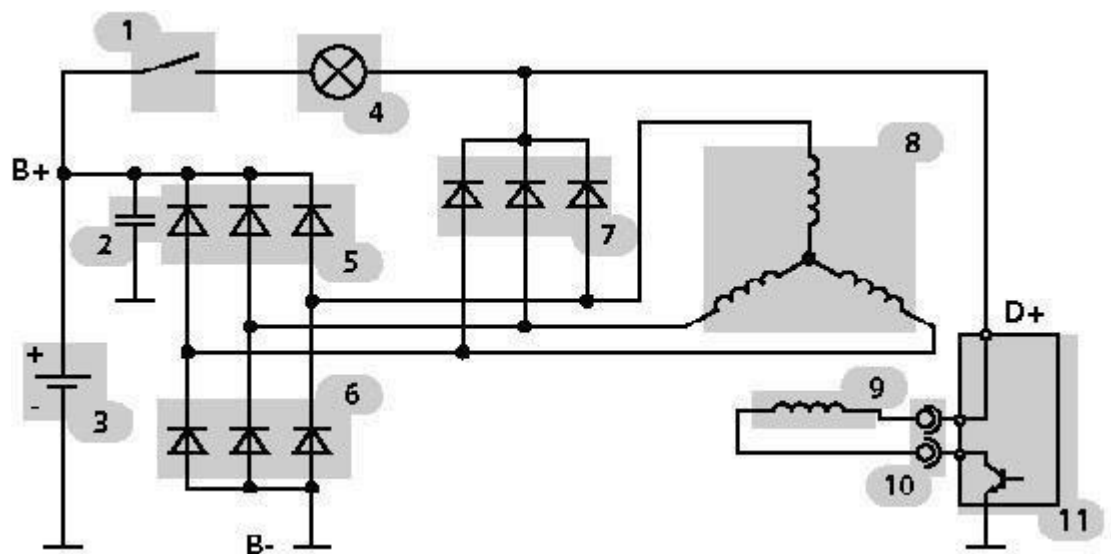


Рисунок 2.2 – Принципова електрична схема генератора

Принципова електрична схема генераторної установки:

1. Вмикач запалювання;
2. конденсатор;
3. акумуляторна батарея;

					171.6321М.КР.ПЗ.Р2	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		27

4. Лампа-індикатор справності генератора;

5. Позитивні діоди силового випрямляча;

6. Негативні діоди силового випрямляча;

7. Діоди обмотки збудження;

8. Обмотки трьох фаз статора;

9. Обмотка збудження (ротор);

10. щітковий вузол;

11. Регулятор напруги;

В+ Вихід генератора «+»;

В- «Маса» генератора;

D+ Живлення обмотки збудження, опорна напруга для регулятора напруги

Генератори можуть бути дизельними, бензиновими, газовими або гібридними, залежно від типу палива, що їх приводить у дію. Дизельні генератори відзначаються високою потужністю й надійністю.



Рисунок 2.3 – Дизельний генератор

					171.6321М.КР.ПЗ.Р2	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		28

Вони здатні працювати тривалий час і витримувати високі навантаження, що робить їх ідеальними для підприємств і великих об'єктів. Проте їхнім недоліком є підвищений рівень шуму та вартість.

Бензинові генератори (рис.) є більш компактними й дешевшими, що робить їх зручними для побутових потреб. Водночас вони мають меншу потужність і більшу витрату палива. Газові генератори, які працюють на природному чи скрапленому газі, є екологічно чистими та економічними, але їх використання часто залежить від доступності газопостачання. Гібридні генератори поєднують можливості кількох видів палива, забезпечуючи додаткову гнучкість і надійність.

Окремо слід виділити сучасні інверторні генератори, які забезпечують високоточний синусоїдальний сигнал, необхідний для живлення чутливих електронних пристроїв. Вони компактні, економічні та працюють майже безшумно. Іншим інноваційним рішенням є генератори з автоматичним запуском, які підключаються до системи живлення будинку й автоматично вмикаються під час відключення електропостачання. Такі генератори найчастіше працюють на дизельному або газовому паливі

2.3. Сонячні панелі

Ідея використання сонячної енергії сягає давніх часів, коли люди використовували сонячне тепло для обігріву будинків та нагрівання води. Однак реальна історія створення сонячних панелей почалася в XIX столітті.

Сонячні панелі стали важливим елементом сучасної енергетики, відкриваючи доступ до відновлюваного джерела енергії, яке є екологічно чистим і практично невичерпним. Їх історія почалася з відкриття фотогальванічного ефекту в 1839 році французьким фізиком Александром Беккерелем. Він помітив, що під дією сонячного світла на деякі матеріали виникає електричний струм. Цей ефект ліг в основу сучасних технологій виробництва електроенергії зі світла.

					171.6321М.КР.ПЗ.Р2	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Перші масштабні проєкти із застосуванням сонячних панелей були реалізовані у космічній галузі. У 1958 році супутник Vanguard I став першим пристроєм, який отримував енергію від сонячних батарей у космосі. Цей досвід підтвердив, що сонячні панелі є надійним джерелом живлення навіть у складних умовах. У 1970-х роках, коли світ зіткнувся з енергетичною кризою, інтерес до сонячної енергетики зріс, а технології стали доступнішими. Водночас почалося масове виробництво сонячних панелей для побутового й промислового використання.



Рисунок 2.4 – сонячна панель

Принцип роботи сонячних панелей базується на фотогальванічному ефекті. Коли сонячне світло потрапляє на поверхню напівпровідникових матеріалів, таких як кремній, фотони передають свою енергію електронам, вибиваючи їх з атомів. Це створює вільні електрони, які починають рухатися, формуючи електричний струм. Сонячна панель складається з багатьох таких елементів, що з'єднані між собою для генерування більшої кількості енергії. Захисне скло, рама та спеціальне покриття забезпечують довговічність і ефективність роботи панелей.

					171.6321М.КР.ПЗ.Р2	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

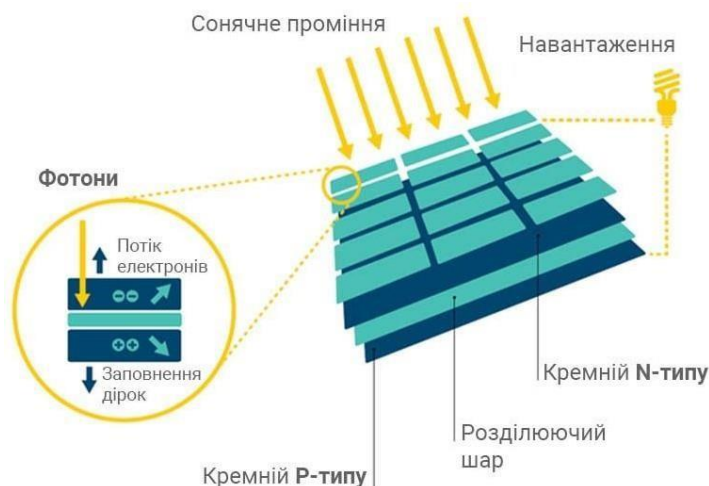


Рисунок 2.5 – принцип побудови сонячної панелі

Сучасні сонячні панелі поділяються на кілька типів залежно від матеріалів і технологій. Найефективнішими є монокристалічні панелі, виготовлені з цілого кристала кремнію. Вони мають найвищий коефіцієнт перетворення енергії та тривалий термін служби, але є дорогими у виробництві. Полікристалічні панелі дешевші, проте їхня ефективність трохи нижча. Тонкоплівкові панелі, які виготовляються з тонких шарів напівпровідникових матеріалів, є найлегшими й найдешевшими, але їх ефективність значно поступається іншим типам. Останніми роками зростає інтерес до перовськітових панелей, які обіцяють ще вищу ефективність і значне здешевлення виробництва.

Сонячні панелі мають безліч переваг:

- 1) Вони є екологічно чистим джерелом енергії, оскільки не виробляють викидів парникових газів і не завдають шкоди довкіллю.
- 2) Встановлення сонячної системи дозволяє зменшити залежність від традиційних енергоресурсів і забезпечити незалежність у постачанні електроенергії.
- 3) Економія стає помітною вже після кількох років використання, оскільки сонячна енергія є безкоштовною.

- 4) Надлишки електроенергії можуть продаватися в загальну мережу, що додатково знижує витрати.

Попри свої численні переваги, сонячні панелі мають і недоліки. Висока початкова вартість, залежність від погодних умов і необхідність великої площі для встановлення залишаються викликами. Проте розвиток технологій, удосконалення матеріалів і підтримка відновлюваної енергетики урядами багатьох країн роблять сонячні панелі дедалі доступнішими для широкого кола користувачів. У майбутньому, із впровадженням нових рішень, таких як інтеграція панелей у будівельні матеріали, сонячна енергія може стати основним джерелом енергопостачання для більшості домогосподарств та підприємств

2.4. Вітрогенератори

Вітрогенератори є важливою складовою відновлюваної енергетики, що використовують енергію вітру для виробництва електроенергії. Їх широке застосування обумовлене зростаючою необхідністю зменшення викидів парникових газів і переходом до екологічно чистих джерел енергії. Ці пристрої мають довгу історію розвитку та продовжують вдосконалюватися для задоволення потреб сучасного суспільства.



Рисунок 2.6 – Вітрогенератор

Використання енергії вітру розпочалося тисячоліття тому. Ще в Стародавньому Єгипті близько 2000 року до н.е. вітряки використовували для перекачування води та молотьби зерна. У Середньовіччі в Європі вітряки

					171.6321М.КР.ПЗ.Р2	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

набули широкого поширення, а їх конструкція стала складнішою, що дозволило використовувати їх для різноманітних завдань.

Перші генератори електричної енергії, що працювали на вітрі, з'явилися наприкінці XIX століття. У 1888 році Чарльз Ф. Браш побудував у США перший вітрогенератор, який міг виробляти електроенергію. Його конструкція була дуже громіздкою, а ефективність — низькою. У XX столітті, з розвитком технологій, вітрогенератори почали використовуватися для забезпечення електроенергією віддалених регіонів.

У 1970-х роках через енергетичну кризу інтерес до вітрогенераторів значно зріс. Відтоді їх розвиток став пріоритетним у багатьох країнах світу. Сьогодні вітроенергетика є одним із найшвидше зростаючих секторів відновлюваної енергетики.

Вітрогенератор працює за принципом перетворення кінетичної енергії вітру на електричну. Основні етапи цього процесу:

1. Обертання лопатей:

Вітер обертає лопаті генератора. Лопаті зазвичай мають аеродинамічну форму, що дозволяє максимально ефективно використовувати енергію вітру.

2. Передача енергії на ротор:

Обертання лопатей передається на ротор (рис а), який знаходиться у внутрішній частині вітрогенератора.

3. Перетворення механічної енергії на електричну:

Ротор обертає генератор, де механічна енергія перетворюється на електричну завдяки електромагнітній індукції.

4. Стабілізація напруги:

					171.6321М.КР.ПЗ.Р2	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Отримана електроенергія проходить через інвертор, який стабілізує напругу та перетворює постійний струм на змінний для подальшого використання в електромережі.



Рисунок 2.7(а) – Будова вітрогенератора

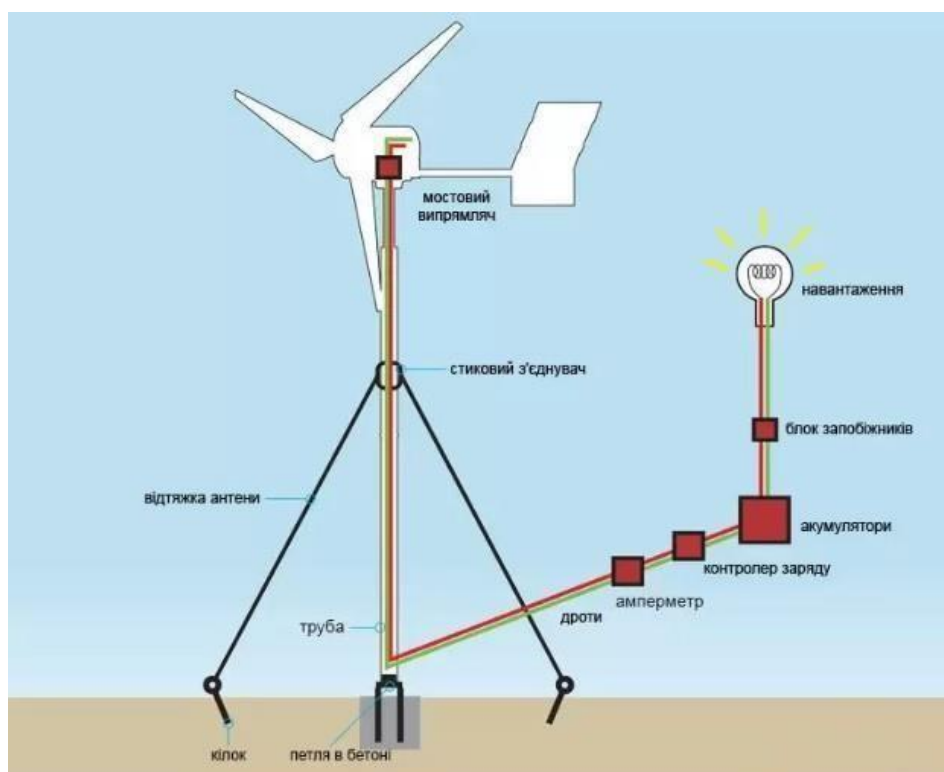


Рисунок 2.7(б) – Принцип роботи ВГ

Вітрогенератори поділяються на кілька типів залежно від конструкції та способу використання:

1. Горизонтально-осьові вітрогенератори:

Найпоширеніший тип. Лопаті обертаються навколо горизонтальної осі, а генератор розташований у верхній частині башти. Вони мають високу ефективність і підходять для великих вітропарків.

2. Вертикально-осьові вітрогенератори:

Лопаті обертаються навколо вертикальної осі. Цей тип підходить для міських умов через меншу чутливість до напрямку вітру, але має нижчу ефективність.

3. Мікро- та міні-вітрогенератори:

Компактні установки, які використовуються для живлення невеликих будинків, човнів чи інших об'єктів.

4. Плавучі вітрогенератори:

Інноваційна технологія, що дозволяє встановлювати генератори на плавучих платформах у морях та океанах.

Вітрогенератори мають численні переваги, серед яких:

- Екологічність: Вітроенергетика не створює шкідливих викидів чи відходів.
- Відновлюваність: Вітер є невичерпним джерелом енергії.
- Енергетична незалежність: Використання вітрогенераторів знижує залежність від викопного палива.

					171.6321М.КР.ПЗ.Р2	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

- Масштабованість: Вітряки можна використовувати як у масштабних вітропарках, так і для індивідуальних потреб.

Попри переваги, вітрогенератори мають і свої недоліки. Головними з них є залежність від погодних умов, шум, який створюють лопаті, і вплив на птахів. Крім того, встановлення вітрогенераторів вимагає значних початкових інвестицій і відповідних умов, таких як стабільні вітри.

Сьогодні вітроенергетика швидко розвивається завдяки вдосконаленню технологій і підтримці з боку урядів багатьох країн. Інновації, такі як плавучі вітрогенератори, інтеграція з іншими відновлюваними джерелами енергії та використання штучного інтелекту для оптимізації роботи, відкривають нові горизонти для цієї галузі.

Завдяки масштабним інвестиціям та інженерним рішенням, вітроенергетика стає однією з ключових складових глобального переходу на чисту енергетику. У майбутньому вона може забезпечувати значну частину світового попиту на електроенергію, зменшуючи негативний вплив на довкілля

2.5. Акумулятори

Акумуляторні батареї є одними з найважливіших компонентів сучасної енергетики, техніки та електроніки. Вони використовуються для накопичення енергії, яка може бути використана у майбутньому. Їхня історія розвитку, конструкція та функціональні можливості зробили їх незамінними у багатьох галузях.

					171.6321М.КР.ПЗ.Р2	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

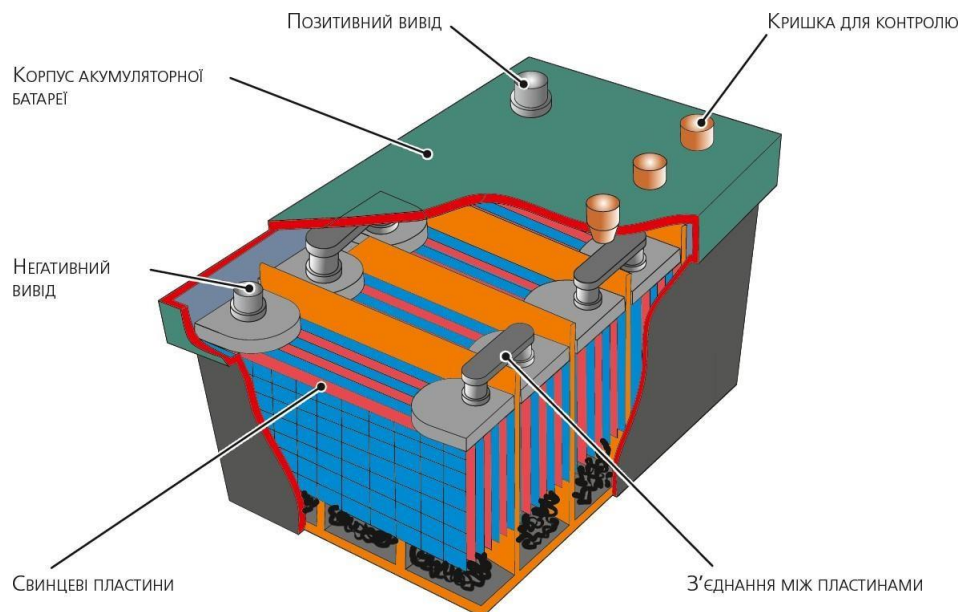


Рисунок 2.8 – Акумуляторна батарея

Акумуляторна батарея працює за принципом зворотної хімічної реакції. Вона складається з електродів (анода і катода), електроліту та сепаратора.

1. Під час заряджання до електродів подається електрична енергія, яка викликає хімічні реакції, що накопичують енергію.
2. Під час розряджання накопичена енергія вивільняється у вигляді електричного струму, який живить споживачі.

Основний цикл заряд-розряд забезпечується оборотністю хімічних процесів, але з часом ефективність цих реакцій може знижуватися через деградацію матеріалів.

Існує кілька основних типів акумуляторів, які відрізняються за складом, властивостями та сферою застосування:

1. Свинцево-кислотні акумулятори: Це найстаріший тип акумуляторів, який використовується у автомобілях, системах резервного живлення та сонячних електростанціях. Вони дешеві, але мають значну вагу і обмежений термін служби.

					171.6321М.КР.ПЗ.Р2	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		37

2. Нікель-кадмієві (NiCd) акумулятори: Відзначаються довговічністю та стійкістю до низьких температур. Їх недоліком є токсичність кадмію, через що цей тип поступово витісняється іншими технологіями.

3. Нікель-металгідридні (NiMH) акумулятори: Використовуються у портативній техніці та побутових пристроях. Вони екологічно безпечніші за NiCd, але менш довговічні.

4. Літій-іонні (Li-ion) акумулятори: Найпопулярніший тип у сучасній техніці. Вони мають високу енергетичну щільність, малу вагу та довгий термін служби. Широко застосовуються в електромобілях, смартфонах, ноутбуках тощо.

5. Літій-залізо-фосфатні (LiFePO₄) акумулятори: Це підвид літій-іонних батарей, що вирізняється довговічністю, безпекою та екологічністю. Вони часто використовуються у сонячних системах і для накопичення енергії.

6. Твердотільні акумулятори: Інноваційний тип батарей, де рідкий електроліт замінений на твердий. Вони мають потенціал для значного збільшення енергетичної щільності та безпеки, але поки залишаються дорогими у виробництві.

До переваг та недоліків акумуляторних батарей можна віднести :

Переваги:

- Можливість зберігання енергії для подальшого використання.
- Доступність для широкого спектра пристроїв — від смартфонів до електростанцій.
- Висока ефективність у сучасних технологіях (наприклад, у Li-ion батарей).

Недоліки:

					171.6321M.KP.ПЗ.Р2	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

- Обмежений термін служби (зношення після певної кількості циклів заряд-розряд).
- Втрата ємності через деградацію хімічних матеріалів.
- Деякі типи (наприклад, свинцево-кислотні) є екологічно небезпечними через токсичні матеріали.

Акумуляторні батареї мають широке застосування:

1. Портативна електроніка: Смартфони, ноутбуки, камери, планшети тощо.
2. Електротранспорт: Електромобілі, електровелосипеди, гібридні автомобілі, електробуси.
3. Системи збереження енергії: Використовуються у сонячних і вітряних електростанціях для накопичення енергії.
4. Автономні джерела живлення: Джерела безперебійного живлення (ДБЖ), аварійне освітлення.
5. Промислові об'єкти: Енергозабезпечення великих підприємств або віддалених об'єктів.

Акумуляторні батареї залишатимуться ключовим компонентом сучасного світу, забезпечуючи гнучке та ефективне використання електроенергії у всіх сферах життя

2.6. Інвертор

Інвертор — це електронний пристрій, який перетворює постійний струм (DC) на змінний струм (AC) з певною напругою та частотою. Інвертори є невід'ємною частиною сучасних енергетичних систем, таких як сонячні

					171.6321M.KP.ПЗ.P2	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

електростанції, джерела безперебійного живлення (ДБЖ), електромобілі та побутові електроприлади.



Рисунок 2.9 – Гібридний інвертор

Інвертор працює шляхом перетворення постійної напруги на змінну завдяки використанню силових електронних компонентів, таких як транзистори, тиристори або MOSFET. Основні етапи роботи інвертора:

1. Перетворення постійного струму на імпульси: Постійний струм розбивається на високочастотні імпульси. Це забезпечується ключовими елементами, що вмикають і вимикають струм з високою частотою.

2. Формування змінного струму: Імпульси проходять через фільтри або трансформатор, які формують синусоїдальну хвилю змінного струму, схожу на ту, що постачається із загальної електромережі.

3. Регулювання вихідної напруги та частоти: Завдяки електронним схемам інвертор забезпечує стабільну напругу (наприклад, 220 В для побутових пристроїв) і частоту (зазвичай 50 або 60 Гц).

					171.6321М.КР.ПЗ.Р2	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

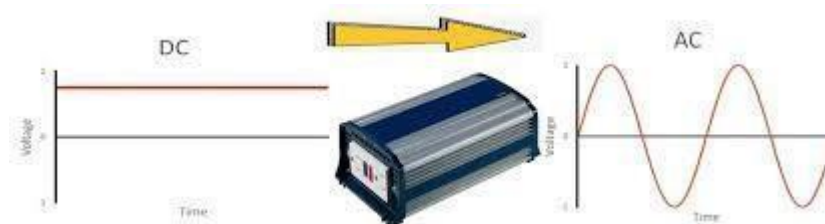


Рисунок 2.10 – Принцип роботи інвертора

Перетворення постійного струму на змінний вперше здійснювалося ще в кінці XIX століття за допомогою механічних пристроїв, таких як реле або електромеханічні генератори. У XX столітті розвиток силової електроніки дозволив створювати компактніші та ефективніші інвертори.

У 1950-х роках винахід напівпровідникових компонентів, таких як тиристори, став революційним для інверторів. Подальший прогрес у 1970–1980-х роках, зокрема розробка транзисторів з ізольованим затвором (IGBT) та MOSFET, дозволив створювати високопродуктивні інвертори, які широко застосовуються в сучасних системах.

Інвертори поділяються на кілька типів залежно від форми вихідної напруги, потужності та застосування:

1. За формою вихідної напруги:

- Інвертори з чистою синусоїдою: Забезпечують ідеальну синусоїдальну хвилю змінного струму. Використовуються для чутливих пристроїв (медичне обладнання, комп'ютери, електродвигуни).

- Інвертори з модифікованою синусоїдою: Генерують напругу, схожу на синусоїдальну, але з невеликими спотвореннями. Застосовуються для побутових пристроїв, які не потребують ідеальної форми хвилі.

- Інвертори з прямокутною хвилею: Найпростіші та найдешевші. Використовуються для нескладних пристроїв, але можуть спричиняти проблеми з чутливою технікою.

					171.6321М.КР.ПЗ.Р2	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		41

2. За призначенням:

- Автономні інвертори: Використовуються для забезпечення енергією автономних систем, таких як сонячні електростанції або акумуляторні джерела живлення.

- Мережеві інвертори: Призначені для синхронізації з електромережею. Зазвичай використовуються у сонячних і вітрових електростанціях, щоб подавати енергію до загальної мережі.

- Гібридні інвертори: Поєднують функції автономних і мережевих інверторів. Вони можуть працювати як з мережею, так і з акумуляторними системами.

Інвертори широко використовуються в різних галузях для забезпечення ефективного перетворення електричної енергії та оптимізації роботи різноманітних систем. У сонячних енергосистемах інвертори перетворюють постійний струм, що виробляється сонячними панелями, на змінний, який використовується в побуті або передається в електричну мережу. У джерелах безперебійного живлення (ДБЖ) інвертори забезпечують безперервне живлення пристроїв під час перебоїв з електропостачанням, що особливо важливо для підтримки роботи критичних систем. В електромобілях інвертори грають ключову роль, перетворюючи постійний струм, що зберігається в акумуляторах, на змінний, необхідний для живлення електродвигунів. Крім того, інвертори використовуються у побутових пристроях, таких як портативні генератори, що забезпечують електрикою віддалені об'єкти, де відсутнє підключення до централізованої мережі. У промисловості інвертори є важливими компонентами в системах управління електродвигунами, ліфтами, насосами та вентиляторами, забезпечуючи точне регулювання швидкості та ефективність роботи обладнання. Всі ці застосування демонструють різноманітність і важливість інверторів у сучасних технологічних системах.

					171.6321М.КР.ПЗ.Р2	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Інвертор має ряд переваг і недоліків, які визначають його ефективність і доцільність використання в різних умовах. Серед переваг можна відзначити те, що інвертори забезпечують стабільну та якісну енергію для роботи пристроїв, гарантуючи правильну частоту і напругу змінного струму, що необхідно для більшості електронних і побутових пристроїв. Вони можуть працювати як в автономному режимі, так і у поєднанні з мережею, що робить їх універсальними у використанні. Це дозволяє підключати джерела відновлюваної енергії, такі як сонячні панелі чи вітрогенератори, до загальної електричної мережі. Інвертори також сприяють інтеграції відновлюваних джерел енергії в загальну систему енергопостачання, зменшуючи залежність від традиційних енергоресурсів та знижуючи вплив на навколишнє середовище.

Однак інвертори мають і кілька недоліків. Одним з основних є висока вартість якісних інверторів із чистою синусоїдою, які забезпечують найкращу якість енергії, але їхня ціна значно вища порівняно з іншими варіантами. Крім того, під час перетворення струму виникають енерговтрати, що знижує загальну ефективність системи. Також інвертори можуть бути чутливими до перевантажень і неправильного підключення, що може призвести до їх пошкодження або зниження терміну служби. Тому важливо дотримуватись інструкцій і використовувати інвертори, що відповідають параметрам конкретних умов експлуатації.

2.7. Автоматичний перемикач (ATS)

Автоматичний перемикач (ATS) — це пристрій, який забезпечує автоматичне перемикання між основним і резервним джерелом електроживлення. Його головна мета — забезпечити безперервне постачання електроенергії до споживачів, навіть у разі зникнення напруги в основній

					171.6321М.КР.ПЗ.Р2	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

мережі. ATS широко використовується в системах резервного електропостачання, таких як генератори або автономні джерела енергії.

ATS постійно відстежує стан основного джерела живлення. Якщо в мережі відбувається перебіг, наприклад, зникнення напруги або зниження її нижче допустимого рівня, пристрій автоматично вмикає резервне джерело електроенергії. Як тільки основне джерело стабілізується, ATS знову перемикає систему на нього, гарантуючи оптимальне і безпечне живлення.



Рисунок 2.11 - Автоматичний перемикач

Основні етапи роботи ATS:

1. Моніторинг: Відстеження напруги, частоти та стабільності основного джерела живлення.
2. Перемикання: У разі виявлення несправності автоматично активує резервне джерело.
3. Стабілізація: Контролює відновлення основного джерела і переключає систему назад, якщо умови відповідають нормі.

					171.6321М.КР.ПЗ.Р2	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		44

4.Захист: Забезпечує ізоляцію основного і резервного джерел, щоб уникнути конфлікту між ними.

Автоматичний перемикач (ATS) поділяється на кілька типів залежно від способу роботи і функціональних можливостей. Односторонній перемикач використовується для перемикання між одним основним і одним резервним джерелом живлення, наприклад, мережею і генератором. Двосторонній ATS може працювати з двома незалежними джерелами електроенергії, такими як дві мережі або два генератори, дозволяючи обирати оптимальне джерело в будь-який момент. Інтелектуальні моделі оснащені мікропроцесорним управлінням, яке забезпечує покращений моніторинг, збереження даних про роботу системи і можливість інтеграції в автоматизовані системи управління. Крім того, існують механічні перемикачі, які використовуються там, де автоматизація не потрібна, але є необхідність вручну обирати між джерелами живлення.---

Переваги та недоліки ATS

Переваги :

1. Забезпечує безперебійне живлення споживачів.
2. Автоматично вмикає резервне джерело, зменшуючи час простою.
3. Підвищує надійність і безпеку системи електропостачання.
4. Інтелектуальні моделі дозволяють інтегрувати ATS в системи "розумного дому" або промислові мережі.

Недоліки:

1. Висока вартість якісних автоматичних систем.
2. Необхідність регулярного технічного обслуговування.
3. Складність налаштування у багато джерельних системах.

					171.6321М.КР.ПЗ.Р2	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

4. Можливість короткочасного відключення під час перемикання (залежить від моделі).

Автоматичні перемикачі живлення (ATS) широко використовуються у різних сферах для забезпечення безперебійного електропостачання. У житловому секторі вони застосовуються для підтримки живлення приватних будинків і багатоповерхівок під час перебоїв електроенергії. У промисловості ATS забезпечують резервне живлення для виробничого обладнання, серверних кімнат і насосних станцій. У медичних установах вони гарантують безперервну роботу критично важливого обладнання, що є життєво необхідним для пацієнтів. У телекомунікаціях ці пристрої підтримують функціонування базових станцій, серверів і мережевого обладнання. Також ATS активно використовуються в сільському господарстві, забезпечуючи роботу систем автоматизованого поливу, вентиляції теплиць і електропостачання ферм.

2.8 Висновок до розділу

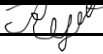
Аналіз теоретичних основ автономних систем резервного живлення (АРЖ) демонструє їхню важливість у сучасному світі, де стабільність електропостачання стає дедалі більш вразливою через різноманітні фактори, такі як кліматичні зміни, зростання попиту на електроенергію та зношеність інфраструктури. АРЖ забезпечують не лише безперервність енергопостачання, але й сприяють енергетичній незалежності споживачів. Системи резервного живлення, які включають акумулятори, інвертори та контролери заряду, дозволяють ефективно накопичувати та використовувати енергію в моменти відключень або пікових навантажень. Важливими компонентами таких систем є також сонячні панелі, які забезпечують екологічний підхід до виробництва електроенергії. Це дозволяє зменшити витрати на електрику та знизити викиди вуглекислого газу, що є важливим аспектом у контексті глобальних екологічних викликів.

					171.6321M.KP.ПЗ.P2	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Крім того, правильний вибір компонентів системи, таких як тип акумулятора та потужність інвертора, має критичне значення для її ефективності. Наприклад, літій-залізо-фосфатні акумулятори хоч і дорожчі, але забезпечують більшу тривалість служби та ефективність у порівнянні зі свинцево-кислотними. Це підкреслює необхідність комплексного підходу до проектування та впровадження АРЖ.

					171.6321М.КР.ПЗ.Р2	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		



					171.6321М.КР.ПЗ.РЗ			
Змн.	Арк.	№ документи	Підпис	Дата				
Розробник		Кусков В.В.			РОЗРОБКА АВТОНОМНИХ СИСТЕМ РЕЗЕРВНОГО	Літ.	Арк.	Аркушів
Консультант							48	
Н. контр.		Добрінова Л. П.				НУК імені адмірала Макарова		
Керівник		Худякова І. М.						
Зав. каф.		Рябенський В. М.						

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА АВТОНОМНИХ СИСТЕМ РЕЗЕРВНОГО ЖИВЛЕННЯ

3.1. Вибір компонентів для конкретної системи

Гібридний інвертор – це універсальний пристрій, який виконує функції перетворення, розподілу та керування електроенергією між різними джерелами живлення, такими як сонячні панелі, акумуляторні батареї та електромережа. Завдяки своїй багатофункціональності, гібридний інвертор забезпечує ефективне використання енергії та стабільність живлення в різних умовах.

Основні функції гібридного інвертора:

1. Перетворення енергії: Гібридний інвертор перетворює постійний струм (DC), який виробляють сонячні панелі або батареї, у змінний струм (AC), придатний для живлення електроприладів.

2. Керування енергопотоками: Пристрій автоматично визначає джерело енергії, яке найкраще використовувати в даний момент, наприклад, сонячну енергію вдень, батарею вночі або електромережу у випадку браку інших ресурсів.

3. Заряджання батарей: Гібридний інвертор може заряджати акумуляторні батареї, використовуючи енергію сонячних панелей або електромережі, а також розряджати їх для забезпечення живлення споживачів у потрібний час.

4. Резервне живлення: У разі відключення електроенергії інвертор забезпечує резервне живлення для критично важливих пристроїв, таких як освітлення, холодильники чи системи безпеки.

Для розробки проекту я обрав «Deue 6 кВт гібридний інвертор SUN-6K-SG03LP1-EU WiFi», оскільки він має низку переваг, які роблять його оптимальним вибором для ефективної та надійної роботи у системах з використанням сонячної енергії.

					171.6321M.KP.ПЗ.РЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		



Рисунок 3.1 – Гібридний інвертор Daye

Основні плюси цього інвертора:

1. Інвертор підтримує одночасну роботу з кількома джерелами енергії: сонячними панелями, батареями та електромережею. Це дозволяє максимально ефективно використовувати доступні ресурси та забезпечує гнучкість у конфігурації системи.

2. Висока потужність (6 кВт). Завдяки своїй потужності, Daye здатний забезпечувати живлення великої кількості електроприладів, що робить його придатним як для домашнього використання, так і для малих комерційних об'єктів.

3. Вбудований Wi-Fi модуль. Інвертор має функцію дистанційного моніторингу через мобільний додаток або хмарний сервіс. Це дозволяє легко відстежувати стан системи, ефективність роботи та енергетичний баланс у реальному часі.

4. Підтримка резервного живлення. Завдяки функції резервного живлення, інвертор забезпечує безперебійну роботу навіть під час відключень електроенергії, що критично важливо для стабільної роботи споживачів.

5. Ефективність роботи. Високий коефіцієнт перетворення (до 97%) забезпечує мінімальні втрати енергії при роботі інвертора, що позитивно впливає на загальну продуктивність системи.

					171.6321М.КР.ПЗ.РЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

6. Сумісність із високовольтними батареями. Використання високовольтних батарей дозволяє зменшити втрати енергії та покращити ефективність системи в цілому. Це також відкриває можливості для більш масштабних проектів.

7. Гнучкість у налаштуваннях енергопотоків. Інвертор забезпечує можливість встановлення пріоритетів між використанням енергії від сонячних панелей, акумуляторів і електромережі, що дозволяє ефективно управляти енергоспоживанням відповідно до актуальних потреб.

Інвертор «Deye SUN-6K-SG03LP1-EU WiFi» поєднує в собі високу ефективність, функціональність та сучасні технології моніторингу, що робить його ідеальним вибором для мого проекту. Він дозволить створити стабільну та ефективну систему енергозабезпечення, яка відповідатиме всім сучасним вимогам.

Сонячна панель

Сонячні панелі — це пристрої, які перетворюють енергію сонячного світла на електричну енергію. Вони є основним компонентом сонячних енергетичних систем і широко використовуються для виробництва екологічно чистої енергії як у побуті, так і в промисловості.

					171.6321М.КР.ПЗ.РЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		



Рисунок 3.2 – Сонячна панель Solar

У своїй роботі я обрав сонячні панелі «Jinko Solar JKM435N-54HL4R-V» потужністю 435 Вт завдяки їх високим технічним характеристикам, надійності та оптимальному співвідношенню ціни і якості. Виробник Jinko Solar є одним із лідерів, що гарантує якість і довговічність їх продукції.

Дані панелі мають коефіцієнт перетворення сонячної енергії до 21,25%, що забезпечує високу продуктивність навіть за умов низького рівня освітлення чи високих температур. Використання напівпровідників N-типа в їхній конструкції сприяє зменшенню енергетичних втрат і збільшенню терміну служби. Панелі оснащені анти-PID технологією, яка запобігає потенційно індукованій деградації, забезпечуючи стабільність роботи протягом багатьох років.

Висока механічна стійкість дозволяє панелям витримувати значний тиск снігу та вітру, що робить їх придатними для експлуатації в складних кліматичних умовах. Компактні габарити (1722×1134×30 мм) і невелика вага спрощують процес встановлення, що важливо для обмежених площ монтажу. Окрім цього, панелі мають широкий температурний діапазон роботи (-40°C до +85°C), що забезпечує їх універсальність.

					171.6321M.KP.ПЗ.РЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		52

Виробник надає 12-річну гарантію на панелі та 25-річну гарантію на ефективність, що становить не менше 84,8% продуктивності на 25-й рік експлуатації. Також важливою перевагою є їхня доступна ціна у поєднанні з високою ефективністю, що робить ці панелі ідеальним вибором для мого проекту.

Таким чином, «Jinko Solar JKM435N-54HL4R-V» забезпечують високу продуктивність, надійність та довговічність, що є ключовими критеріями для створення ефективної та стабільної автономної енергетичної системи.

Акумулятор

Для дипломного проекту гібридної системи з живленням 48 В було обрано акумулятори «LiFePO4 Gotion 102Ah» через їхні унікальні переваги, які роблять їх оптимальним вибором для надійної та ефективної енергосистеми:

1. Висока енергоефективність

Акумулятори LiFePO4 забезпечують високий ККД (до 95%) при зарядці та розрядці, що дозволяє мінімізувати енергетичні втрати. Це особливо важливо для автономних і гібридних систем.

2. Тривалий термін служби

LiFePO4-акумулятори можуть витримати понад 3000–5000 циклів зарядки/розрядки, що значно перевищує ресурс свинцево-кислотних батарей. Це гарантує довготривалу роботу системи без значних додаткових витрат на заміну акумуляторів.

3. Безпечність

Цей тип акумуляторів має високу термічну стабільність і не виділяє газів під час роботи, що знижує ризик займання чи вибуху навіть за умов перевантаження.

4. Легкість і компактність

					171.6321М.КР.ПЗ.РЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

LiFePO₄-акумулятори мають високу щільність енергії, тому вони легші та компактніші за свинцево-кислотні. Це зручно при монтажі в обмежених умовах.

5. Широкий температурний діапазон. Ці батареї стабільно працюють при температурах від -20°C до +60°C, що є важливим для використання в різних кліматичних умовах.



Рисунок 3.3 - Акумулятор LiFePO₄

Система з гібридним інвертором на 48 В є оптимальним вибором для побутових і промислових застосувань. 48-вольтова система:

- Знижує струмові втрати, оскільки при вищій напрузі струм в ланцюгу зменшується.
- Забезпечує більш стабільну та ефективну роботу інвертора.
- Підтримує високу потужність для живлення енергоємних пристроїв.

Для створення системи на 48 В потрібно 15 акумуляторів LiFePO₄ Gotion 102Ah.

Як підключити акумулятори, щоб отримати 48 В?

1. Розрахунок підключення:

					171.6321М.КР.ПЗ.РЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		54

Кожен акумулятор має номінальну напругу 3.2 В. Для досягнення 48 В потрібно з'єднати 15 акумуляторів послідовно, оскільки:

$$15 \cdot 3.2 \text{ В} = 48 \text{ В}$$

2. Схема підключення: - Послідовне з'єднання:

Позитивний полюс (+) одного акумулятора з'єднується з негативним полюсом (-) наступного. Таке з'єднання додає напругу, а ємність залишається постійною (102 Ah).

3. Додаткові елементи: - Система управління батареями (BMS):

Для безпечної експлуатації обов'язково встановити BMS, яка контролюватиме рівень заряду кожного акумулятора, запобігаючи перенапрузі, перерозряду та короткому замиканню.

- Балансування: Оскільки в послідовному з'єднанні нерівномірний заряд окремих елементів може призвести до проблем, балансувальник допоможе вирівнювати напругу між акумуляторами.

4. Підключення до інвертора:

- Після формування батареї 48 В позитивний і негативний виходи з'єднуються безпосередньо з входом гібридного інвертора.

- Для захисту обов'язково встановити запобіжники або автоматичні вимикачі між батареєю та інвертором.

Акумулятори LiFePO4 Gotion 102Ah є сучасним і надійним рішенням для гібридної енергетичної системи на 48 В. Їхня довговічність, безпечність і висока ефективність роблять їх ідеальним вибором для забезпечення стабільного енергопостачання. Послідовне з'єднання 15 таких акумуляторів дозволить створити систему, здатну працювати в складних умовах із мінімальними втратами енергії.

BMS (Battery Management System) — це система управління батареями, яка контролює та керує роботою акумуляторів.

					171.6321М.КР.ПЗ.РЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Вона забезпечує безпечну та ефективну роботу батарейної системи, запобігаючи пошкодженню елементів і підвищуючи їхній термін служби.

Основні функції BMS-плати:

1. Захист від перенапруги та перерозряду:

- Кожен літійовий елемент має допустимий діапазон напруги (зазвичай для LiFePO₄: 2.5–3.65 В).

- BMS контролює рівень напруги кожного осередку та відключає живлення, якщо напруга виходить за межі.

2. Контроль струму:

- Обмежує зарядний і розрядний струм, щоб уникнути перегріву, перевантаження або короткого замикання.

3. Балансування елементів:

- У послідовному з'єднанні напруга окремих елементів може відрізнятися. BMS вирівнює рівень заряду (балансує) між акумуляторами для рівномірного використання та запобігання виходу з ладу слабших елементів.

4. Моніторинг температури:

- Має датчики для вимірювання температури. При перегріві система може знизити струм або відключити батарею.

5. Запобігання коротким замиканням:

- BMS миттєво відключає систему у випадку короткого замикання, захищаючи елементи батареї.

Схема підключення балансувальної плати

Для підключення BMS-плати до акумуляторної батареї зазвичай використовують два типи проводів: тонкі балансувальні дроти та товсті силові. Балансувальні дроти виконують функцію вирівнювання напруги між осередками акумуляторів, тоді як силові дроти, позначені літерами В, С і Р, забезпечують підключення до зарядного пристрою та споживачів.

					171.6321М.КР.ПЗ.РЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

У більшості випадків виробники комплектують BMS-плату товстими дротами, які потребують додаткового приєднання. Щоб це зробити, один кінець дроту потрібно припаяти до контактної колодки В- на BMS-платі, а інший — підключити до негативного полюса батареї. Таким чином балансувальна плата буде з'єднана з мінусом (-) акумулятора.

Після цього здійснюється підключення тонких балансувальних проводів. Якщо їх кількість на один більша, ніж груп у послідовному з'єднанні, перший дріт приєднується до мінусового (-) контакту першої групи батарей. Решта під'єднуються до позитивних (+) контактів кожної наступної групи. Якщо ж кількість балансувальних проводів збігається з кількістю послідовних ланок, всі дроти підключаються до позитивних контактів осередків.

Потім потрібно підключити решту товстих проводів. Провід Р, який забезпечує негативний вихідний контакт для розряду, приєднується до контролера або іншого пристрою, що споживає енергію. Останній провід, позначений літерою С, використовується для підключення до зарядного пристрою. Плюсові (+) дроти заряду і розряду з'єднуються із позитивним (+) контактом фінальної групи акумуляторів.

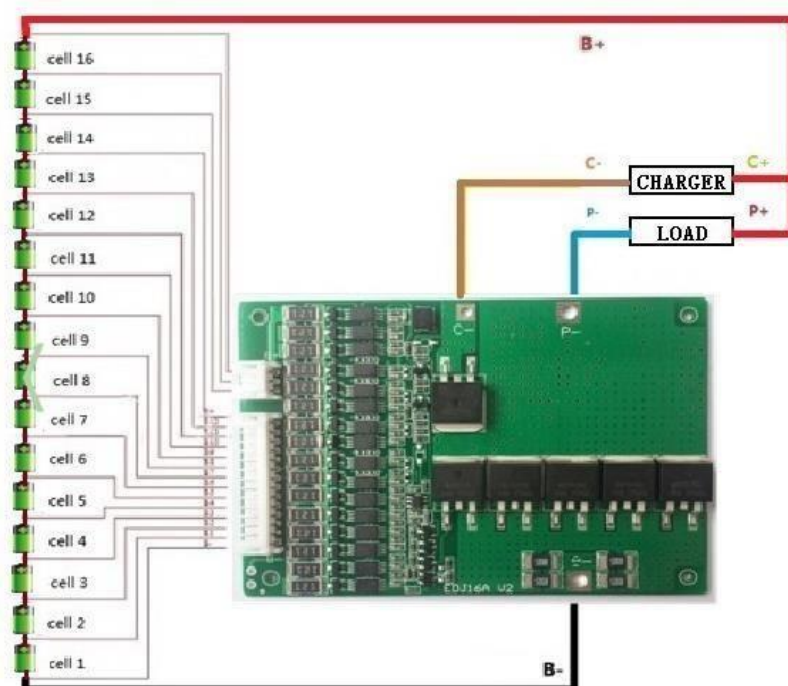


Рисунок 3.4 – Схема підключення БМС

					171.6321M.KP.ПЗ.РЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		57

При виборі BMS врахували такі параметри:

1. Кількість осередків:

- Для системи 48 В із 15 елементів LiFePO₄ потрібна BMS для 15S (15 серійно з'єднаних елементів).

2. Максимальний струм:

- BMS має підтримувати максимальний зарядний і розрядний струм, який потрібен вашій системі 100 А.

3. Функція балансування, моніторинг температури, підтримка Bluetooth для віддаленого контролю через додаток (опціонально).

Другорядні елементи

Одним із ключових аспектів, що впливають на ефективність і безпеку роботи АРЖ, є вибір відповідних кабелів для підключення компонентів системи.

Кабелі для підключення акумуляторів. Акумулятори є основним джерелом енергії в автономних системах резервного живлення. Для їх з'єднання з інверторами або системами безперебійного живлення (UPS) рекомендується використовувати мідні кабелі з перетином не менше 6 мм². Це забезпечить мінімальні електричні втрати та запобіжить перегріву, що може призвести до пошкодження обладнання.



Рисунок 3.5 – мідний кабель 6мм²

					171.6321М.КР.ПЗ.РЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		58

При підключенні споживачів електроенергії важливо враховувати потужність навантаження. Для побутових приладів рекомендується використовувати кабелі з перетином від 1,5 до 2,5 мм². Для потужних пристроїв, таких як насоси або котли, слід обирати кабелі з більшим перетином, що дозволить уникнути перевантажень і забезпечить стабільну роботу системи.

Інвертори є критично важливими компонентами автономних систем резервного живлення, оскільки вони перетворюють постійний струм (DC) з акумуляторів на змінний струм (AC) для живлення побутових приладів. Рекомендується використовувати мідні кабелі з перетином від 4 до 10 мм² в залежності від потужності інвертора та відстані до акумулятора. Це дозволить забезпечити ефективну передачу електричної енергії та запобігти втратам. Для систем, що працюють з високими струмами або в умовах підвищеної вологості, можуть знадобитися спеціалізовані кабелі. Вони повинні відповідати вимогам щодо механічної міцності та стійкості до агресивних середовищ, що забезпечить їх тривалу експлуатацію.

Вибір правильних кабелів є критично важливим для забезпечення надійності та безпеки автономних систем резервного живлення. Використання мідних кабелів з відповідним перетином та якісною ізоляцією дозволяє мінімізувати електричні втрати, запобігти перегріву та забезпечити стабільну роботу всієї системи.

У дану роботу також включено три автоматичні вимикачі: два на 16 А та один на 125 А. Ці автоматичні вимикачі забезпечують надійний захист електричних ланцюгів від перевантажень і коротких замикань, що є критично важливим для безпеки всієї системи.

Крім того, в системі передбачено реле напруги, яке контролює рівень напруги в електромережі та автоматично відключає навантаження у разі її

					171.6321М.КР.ПЗ.РЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

перевищення або зниження до критичних значень. Це додатково підвищує надійність роботи системи.

Також у проекті використовується перемикач з 3 позиціями, що дозволяє гнучко налаштовувати роботу системи та вибирати оптимальні режими її функціонування відповідно до потреб користувача.

Запобіжник на 15 А виконує роль додаткового захисту для окремих ланцюгів, що забезпечує їх безпечну експлуатацію.

Необхідно також зазначити, що система захисту від імпульсних перешкод (ПЗІП) включена для запобігання пошкодженню електронних компонентів внаслідок стрибків напруги, що може бути особливо актуально в умовах нестабільного енергопостачання.

3.2. Розрахунок потужності системи для будинку

Для того, щоб визначити потужність системи сонячних панелей, першим кроком необхідно розрахувати споживання електроенергії будинку. Це дозволить визначити, яку кількість енергії потрібно генерувати, щоб забезпечити потреби домогосподарства.

Першим кроком для розрахунку споживання електроенергії будинку є збір даних. Ознайомитись з рахунками за електроенергію за останні 12 місяців, щоб визначити середнє споживання електроенергії в кіловат-годинах(кВт·год) на місяць.

Щоб розрахувати середнє річне споживання електроенергії, потрібно помножити середнє місячне споживання на кількість місяців у році. У даному випадку виходить 210 кВт у місяць.

Середнє річне споживання=210 кВт×12 місяців= 2520 кВт\год\рік

					171.6321М.КР.ПЗ.РЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Для точного розрахунку системи сонячних панелей важливо враховувати кліматичні умови регіону. Це включає кількість сонячних днів, інтенсивність сонячного випромінювання, та сезонні зміни.

Сонячне випромінювання (інсоляція) можливо перевірити за допомогою спеціалізованих онлайн-калькуляторів або звернувшись до метеорологічних служб. Інсоляція вимірюється в кВт·год/м² на день і показує, скільки енергії можна отримати з кожного квадратного метра панелі за день. Також треба враховувати, що в зимові місяці кількість сонячних годин значно менша, ніж влітку.

Проаналізувавши південний регіон можна визначити що середня інсоляція становить 4 - 5 кВт·год/м² на день, а кількість сонячних днів становить 250 днів на рік.

Розрахунок інсоляції:

Інсоляція (кВт·год/м²/день)=Річне споживання (кВт·год)/Потужність панелей (кВт)×Кількість сонячних днів.

Інсоляція = 2520 (кВт·год)/(5 (кВт) * 250 (днів)) = 2.02 кВт·год/м²/день.

Якщо у системі 12 панелей по 435 Вт, порахуємо , яку енергію вони можуть генерувати за рік і чи достатньо цього для покриття потреб будинку.

Вихідні дані:

- Потужність однієї панелі: **435 Вт (0.435 кВт).**
- Кількість панелей: **12 панелей.**
- Середнє річне споживання електроенергії: **2520 кВт·год.**
- Кількість сонячних днів на рік: **250.**
- Інсоляція: **2.02 кВт·год/м²/день.**

					171.6321М.КР.ПЗ.РЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

1: Загальна потужність системи

Загальна потужність=12(панелей)×0.435 кВт=5.22 кВт(Загальна потужність)

2: Річна генерація енергії

Річна генерація=Загальна потужність×Інсоляція×Кількість сонячних днів.

Річна генерація=5.22 кВт×2.02 кВт\год/м²/день×250 днів =
2637.3 кВт\год/рік.

3: Порівняння з річним споживанням

Згідно з даних про річне споживання електроенергії, становить **2520 кВт·год**. Річна генерація системи — **2637.3 кВт·год**, що більше від річного споживання будинку на **117.3 кВт·год**.

Тобто , система з **12 панелями по 435 Вт** (загальна потужність 5.22 кВт) генерує **2637.3 кВт·год/рік**, що достатньо для покриття річного споживання електроенергії, яке складає **2520 кВт·год**. Тому можна зробити висновок що система сонячних панелей здатна повністю забезпечити ваші потреби в електроенергії, з можливістю невеликого запасу енергії.

Розрахунок акумулятора

У дану роботу залучено **15 акумуляторів LiFePO4**, кожен із номінальною напругою **3.2 В** і ємністю **100 А·год**.

Загальна напруга батареї

Акумулятори LiFePO4 зазвичай збираються послідовно для досягнення потрібної напруги. Якщо їх під'єднати **послідовно**, напруга підсумовується:

Загальна напруга=3.2 В × Загальну кількість акумуляторів

					171.6321М.КР.ПЗ.РЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Для системи з напругою **48 В** потрібна така кількість послідовних акумуляторів:

$$48(V)/3.2(V)=15 \text{ (Акумуляторів)}$$

Загальна ємність батареї

У послідовному з'єднанні ємність залишається такою самою, як у кожного окремого акумулятора: Загальна ємність (А\год)=100 А\год .

$$\text{Загальна енергія (кВт\год)}=\text{Напруга (В)}\times\text{Ємність (А\год)}\div1000.$$

$$\text{Загальна енергія}=48 \text{ В}\times100 \text{ А\год}\div1000=4.8 \text{ кВт\год}.$$

Автономність системи

Якщо щоденне споживання становить **7 кВт·год/день** , то можна розрахувати час автономної роботи без додаткової генерації енергії за формулою:

$$\text{Час автономності} = \text{Загальна енергія (кВт·год)} / \text{Щоденне споживання (кВт·год)}.$$

$$\text{Час автономності}=4.8 / 7 \approx 0.7 \text{ дня}.$$

Отже, з таким блоком батарей можна забезпечити ~ 17 годин автономної роботи. Блок із **15 акумуляторів по 3.2 В і 100 А·год** має ємність **4.8 кВт·год** і забезпечить менше одного дня автономності при середньому споживанні **7 кВт·год/день**. Якщо потрібна автономність на 2 дні (13.8 кВт·год): знадобиться більше акумуляторів. Наприклад, блок на **45 акумуляторів** (по три паралельні гілки з 15 послідовних акумуляторів) збільшить ємність до **300 А·год** (14.4 кВт·год).

					171.6321М.КР.ПЗ.РЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

3.3. Проектування схеми підключення

Схему підключення автономної енергосистеми було розроблено в програмі SPLAN 7.0.

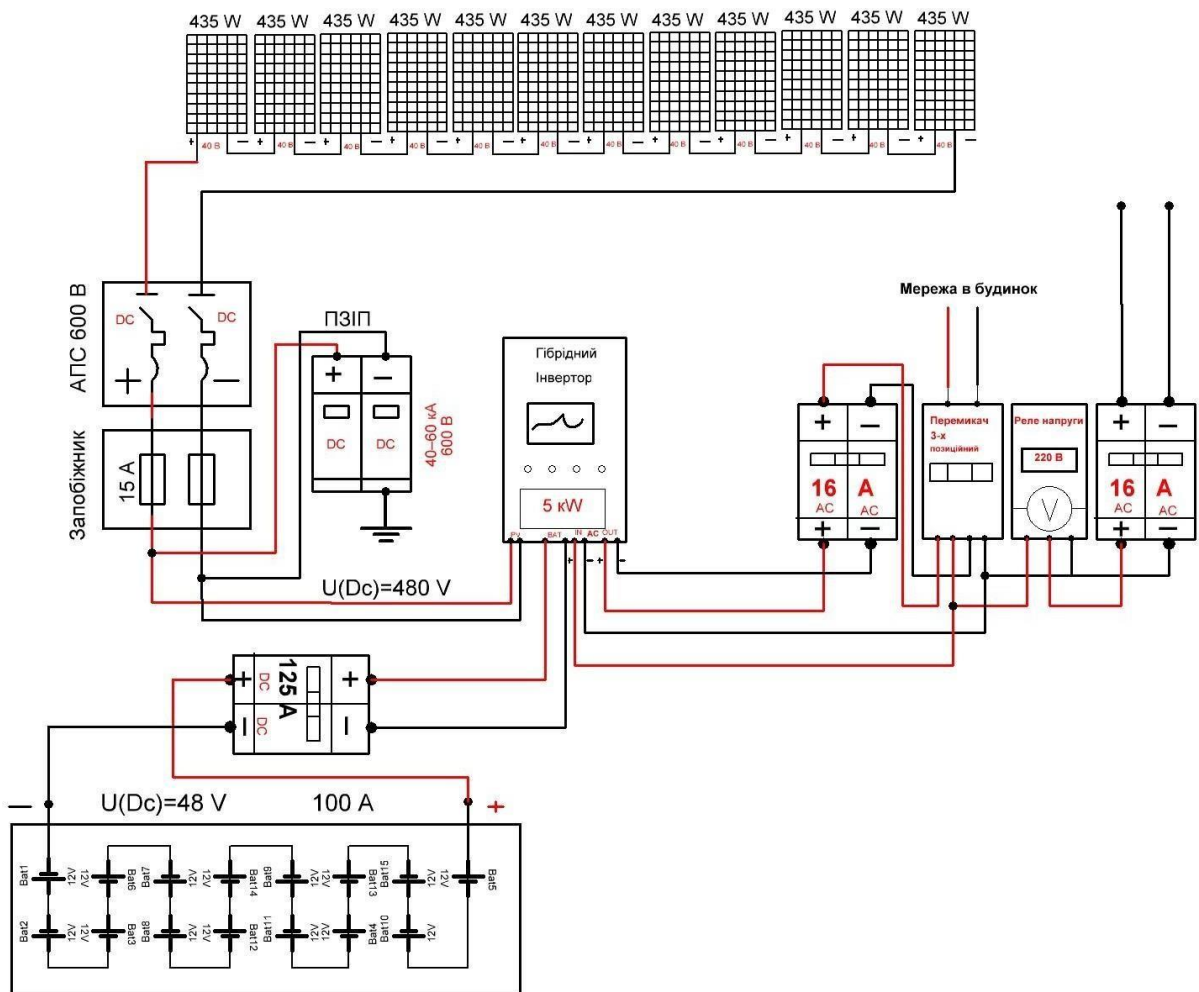


Рисунок 3.6 - Функціональна схема

На схемі показано систему альтернативної енергії, яка включає сонячні панелі, гібридний інвертор, акумуляторні батареї та інтеграцію з електромережею будинку. Сонячні панелі в нашій системі з'єднані послідовно, що означає, що позитивний вихід однієї панелі підключений до негативного входу наступної. У такому з'єднанні напруга кожної панелі, яка зазвичай коливається від 40 до 50 В, підсумовується. Це дозволяє досягти загальної

					171.6321М.КР.ПЗ.РЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

напруги системи $U(DC) = 480$ В. Завдяки цьому рішенням отримуємо високу напругу, необхідну для ефективної роботи гібридного інвертора, а також зменшуємо втрати енергії у проводах за рахунок низького струму.

Схема підключення сонячних панелей до інвертора включає важливі елементи, які забезпечують безпечну та ефективну роботу системи. Першим компонентом є сонячні панелі, які перетворюють сонячну енергію на постійний струм (DC). Вони підключені через спеціальні конектори (MC4), що забезпечує зручність і безпеку з'єднання. Напруга та струм, які подаються далі по ланцюгу, залежать від характеристик панелей, а їхнє підключення може бути як послідовним, так і паралельним.

Другим елементом є вимикач постійного струму, який дозволяє вручну відключати сонячні панелі від системи для безпечного обслуговування або в аварійних ситуаціях. Він має дві пари клем для підключення "+" і "-" від панелей. Запобіжники постійного струму виконують захисну функцію, оберігаючи систему від коротких замикань і перевантажень у ланцюзі. Якщо струм перевищує допустиме значення, запобіжник спрацює, розриваючи ланцюг. Захист від перенапруги (ПЗІП) також є важливим елементом, оскільки він захищає обладнання, зокрема інвертор і інші компоненти, від перенапруг, які можуть виникати через удари блискавки або інші коливання в електромережі. ПЗІП підключений паралельно до ланцюга постійного струму і заземлений для відведення надлишкової енергії.

Інвертор є центральним елементом системи, який перетворює постійний струм (DC) від сонячних панелей на змінний струм (AC) для живлення електромережі будинку. Він підключений до виходу захисних пристроїв і відповідає за ефективність роботи всієї системи. Уся система працює наступним чином: сонячні панелі генерують постійний струм, який через вимикач та захисні пристрої передається до інвертора. Якщо виникає перенапруга, ПЗІП відводить надлишкову енергію в землю. У разі

					171.6321M.KP.ПЗ.РЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

перевищення струму запобіжник автоматично розриває ланцюг. Вимикач дозволяє вручну відключати панелі для обслуговування. Інвертор перетворює постійний струм у змінний і подає його на будинкову електромережу.

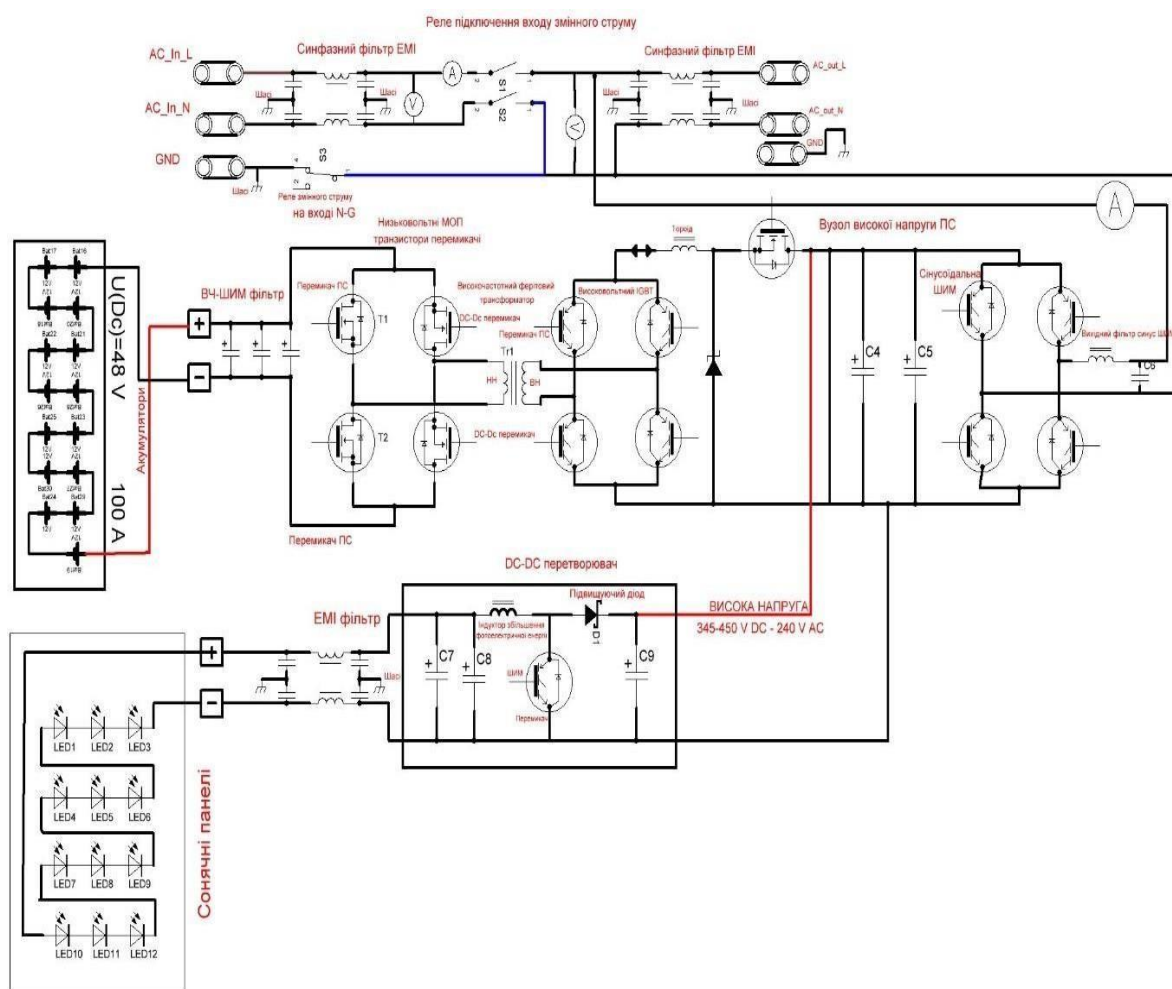


Рисунок 3.7 – Принципова електрична схема

3.4. Висновок до розділу

У цьому розділі було детально розглянуто теоретичні основи автономних систем резервного живлення (АРЖ), які є важливими елементами сучасної енергетичної інфраструктури. АРЖ забезпечують стабільність електропостачання, особливо в умовах частих перебоїв з електрикою, що робить їх незамінними для побутових споживачів та промислових об'єктів.

Основні компоненти АРЖ, такі як гібридні інвертори, сонячні панелі та акумулятори, виконують ключові функції у забезпеченні безперебійного електропостачання. Гібридні інвертори, завдяки своїй універсальності, здатні ефективно управляти енергопотоками між різними джерелами живлення, що дозволяє оптимізувати використання доступної енергії. Сонячні панелі забезпечують екологічно чисту генерацію електричної енергії, а акумулятори LiFePO₄ відзначаються високою ефективністю та безпечністю, що робить їх ідеальним вибором для автономних систем.

Крім того, важливим аспектом є правильний вибір кабелів для підключення компонентів системи. Використання мідних кабелів з відповідним перетином дозволяє зменшити електричні втрати та забезпечити надійність роботи всієї системи. Це підкреслює необхідність комплексного підходу до проектування АРЖ, враховуючи специфіку навантажень та умов експлуатації.

					171.6321М.КР.ПЗ.РЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		



					171.6321М.КР.ПЗ.Р4			
Змн.	Арк.	№ документи	Підпис	Дата				
Розробник		Кусков В.В			Охорона праці	Літ.	Арк.	Аркушів
Консультант		Тубальцев А. М.					68	
Н. контр.		Добрінова Л. П.				НУК імені адмірала Макарова		
Керівник		Худякова І. М.						
Зав. каф.		Рябенський В. М.						

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Правові та організаційні питання охорони праці

Згідно з Законом України «Про охорону праці» та типовим положенням про службу охорони праці, в закладі, що проектується, незалежно від форми власності та виду діяльності, буде створена система управління охороною праці для організації виконання правових, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, соціально-економічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на запобігання нещасним випадкам, професійним захворюванням і аваріям у процесі праці.

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 СУОП здійснюється шляхом послідовного визначення мети і об'єкта управління, завдань 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.

Охорона праці – це система законодавчих актів, соціально-економічних, організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів і засобів, що забезпечують безпеку збереження здоров'я та працездатності людини в процесі праці.

Основні завдання комісії з питань охорони праці :

- опрацювання ефективної системи управління охороною праці у закладі та сприяння удосконаленню її діяльності кожного структурного підрозділу та кожного працівника;

					171.6321М.КР.ПЗ.Р4	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

- організація проведення профілактичних заходів, спрямованих на усунення шкідливих і небезпечних виробничих факторів, запобігання нещасним випадкам на виробництві;

- контроль за дотриманням працівниками вимог законів та інших актів з охорони праці;

- інформування та надання роз'яснень працівникам закладу з питань охорони праці.

Документація при організації служби охорони праці буде оформлена відповідними документи:

- Наказ про створення комісії з питань охорони праці;

- Типові положення про комісію з питань охорони праці підприємства (ДНАОП 03.08.93 №72);

- Закон України Про охорону праці;

- Кодекс законів про працю України;

- Державні міжгалузові та галузові нормативні акти про охорону праці, стандарти підприємства;

- Положення про відділ з охорони праці.

У колективному договорі передбачено забезпечення працівникам соціальних гарантій у галузі охорони праці, а також комплексні заходи щодо досягнень встановлених нормативів безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, підвищення існуючого рівня охорони праці, запобігання випадкам виробничого травматизму і професійних захворювань.

Обов'язковим медичним попереднім та періодичним оглядам підлягають працівники, які приймаються на роботу або працюють у контакті з шкідливими речовинами та несприятливими виробничими чинниками; працівники усіх професій, що, додаються до Положення про медичний огляд

працівників певних категорій Додержання правил техніки безпеки і виробничої санітарії залежить не тільки від виконання власником або

					171.6321М.КР.ПЗ.Р4	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

уповноваженим ним органом своїх обов'язків, а й від того, наскільки кожний працівник знає і виконує їх під час роботи.

Навчання та інструктаж працівників з питань охорони праці є складовою частиною системи управління охороною праці і проводиться з усіма працівниками в процесі їх трудової діяльності.

Перед перевіркою знань з охорони праці на підприємстві організуються заняття, лекції, семінари та консультації. Перелік питань для перевірки знань з охорони праці з урахуванням специфіки виробництва складають члени комісії по перевірці знань з питань охорони праці, узгоджує служба охорони праці і затверджує керівник підприємства. Результати перевірки знань працівників ТОВ «УкрГаз Банк» з питань охорони праці оформляються протоколом. Особам, які при перевірці знань показали задовільні результати, видаються посвідчення. Допуск до роботи осіб, які не пройшли навчання і перевірку знань, забороняється.

Примірник інструкції з охорони праці повинен бути виданий працівникові за його професією або вивішений на його робочому місці.

Як правило на підприємствах питання виконання охорони праці покладено на головного інженера, який має відповідну підготовку.

Відповідно до п. 1.4 типового положення про службу охорони праці СОП створюється на підприємствах з кількістю працюючих 50 і більше осіб. Якщо підприємство має до 50 працівників, то функції служби охорони праці можуть виконувати особи з відповідною професійною підготовкою за сумісництвом. Передбачається, що при відсутності спеціалістів відповідної кваліфікації, можуть бути використані послуги асоціації спеціалістів з охорони праці. При чисельності працюючих на підприємстві від 51 до 500 чоловік включно. Штат служби охорони праці складає один чоловік з інженерно-технічною освітою.

					171.6321М.КР.ПЗ.Р4	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

4.2. Протипожежні заходи

Пожежна профілактика ґрунтується на виключенні умов, необхідних для горіння, і використуванні принципів забезпечення безпеки.

При забезпеченні пожежної безпеки розв'язуються чотири задачі:

- запобігання пожеж і спалаху
- локалізація виниклих пожеж
- захист людей і матеріальних цінностей,
- гасіння пожеж.

Запобігання пожежі досягається виключенням утворення горючого середовища і джерел запалення, а також підтримкою параметрів середовища в межах, що виключають горіння.

Запобігання утворення джерел запалення досягається пристроєм молніезахисту будівель і споруд; ліквідацією умов для самозагорання, регламентацією допустимої температури і енергії іскрового розряду.

Пожежний захист реалізується наступними заходами:

- обмеженням розповсюдження пожежі;
- вживанням засобів пожежогасінні;
- створенням умов для евакуації людей;
- регламентацією меж вогнестійкості;
- вживанням протипожежного захисту, пожежної сигналізації і ін.

При виникненні пожежі на території підприємства, той, що перший помітив, зобов'язаний:

- оголосити про пожежу голосом всім знаходиться на даному об'єкті;
- повідомити про пожежу в команду протипожежного захисту, вказати найменування об'єкту, місце пожежі, що горить і своє прізвище;
- приступити до гасіння пожежі первинними засобами пожежогасінні і евакуації майна.

Основні протипожежні заходи:

					171.6321М.КР.ПЗ.Р4	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

- в приміщеннях і на території підприємства куріння забороняється, за винятком спеціальних місць, відведених для куріння;
- забороняється застосовувати відкритий вогонь;
- забороняється захаращувати сировиною, готовою продукцією підходи до технологічного устаткування, засобами зв'язку і пожежогасінні, а також проходи і виходи з приміщення.

Перед початком роботи необхідно перевірити справність установок і апаратів, дію вентиляції, полягання електроустаткування.

Під час роботи необхідно стежити за режимом роботи виробничих установок і при виявленні ознак несправності (перегрівши, запах гару або горілої ізоляції і ін.) вимкнути несправне устаткування. Особливий нагляд потрібен за роботою витяжної вентиляції, машин, що виділяють багато тепла.

Після закінчення роботи в приміщенні необхідно перевірити справність установок і апаратів, чи вимкнені електроприлади, вимкнути освітлення, замкнути приміщення.

Проходячи через тіло людини електричний струм надає: термічна, електролітична і біологічна дія. Дія електричного струму приводить до електричних травм, які бувають: місцеві електричні травми і електричні удари. Місцеві електричні травми бувають:

- електричні опіки;
- електричні знаки;
- металізація шкіри;
- механічні пошкодження.

Електричні удари бувають:

- скорочення м'язів без втрати свідомості;
- скорочення м'язів з втратою свідомості, але з диханням;
- втрата свідомості, порушення роботи серця;
- клінічна смерть.

Небезпека поразки електрострумом і тяжкість поразки залежить від:

					171.6321М.КР.ПЗ.Р4	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		73

- величини і тривалості протікання електричного струму;
- роду і частоти електричного струму;
- електричного опору людського тіла і прикладеної до нього напруги;
- індивідуальних властивостей людини.

На електробезпеку впливають умови середовища: вогкість, підвищена температура, наявність струмопровідного пилу, від яких залежить полягання ізоляції. Підвищена вогкість в приміщенні знижує опір ізоляції, тим самим зменшує надійність роботи електроустаткування і збільшує небезпеку поразки людини електричним струмом.

Щоб попередити поразку від електричного струму необхідно:

- а) застосовувати безпечну напругу;
- б) надійну ізоляцію частин що проводять струм;
- в) не припуститися випадкового дотику;
- г) захисне заземлення;
- д) застосовувати засоби індивідуального захисту

4.3. Захист від електромагнітних випромінювань.

З метою профілактики несприятливого впливу електромагнітного випромінювання від ВДТ на користувача необхідно:

- встановити на робочому місці відеотермінал, що відповідав сучасним вимогам стосовно захисту від випромінювань (MPR-II або ТСО-95);
- не переобтяжувати приміщення значною кількістю робочих місць з ВДТ;
- не концентрувати на робочому місці великої кількості радіоелектронних пристроїв;

					171.6321М.КР.ПЗ.Р4	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		74

– вимикати ВДТ, якщо на ньому не працюють, однак знаходяться неподалік від нього;

– встановити на ВДТ старої конструкції (випуск до 1995 році) заземлень приєкраний фільтр (незаземлений захисний екран відіграє лише декоративну роль щодо захисту від електромагнітного випромінювання);

Фільтри використовуються для обмеження дії на користувача шкідливих чинників з боку екрану монітора, покращують ергономічні параметри екрану монітора й знижує випромінювання монітора в напрямі користувача.

Представлені на ринку захисні фільтри для екранів моніторів за призначенням діляться на 2 основних групи:

– захисні фільтри, які поліпшують ергономічні параметри дисплея й ослаблюють інфрачервоне, ультрафіолетове випромінювання.

– захисні фільтри, які поліпшують ергономічні параметри дисплея, ослаблюють інфрачервоне, ультрафіолетове випромінювання, а також електростатичне поле й змінне електричне поле.

Відхилення концентрації позитивних і негативних аероіонів у приміщеннях з ПЕОМ від номінальних значень також можуть робити несприятливий вплив на здоров'ї операторів. Для запобігання цього необхідно:

– використовувати пристрої для іонізації й зволоження повітря, а також застосовувати тільки моделі моніторів, що пройшли перевірку на безпеку, або спеціальні додаткові захисні екрани з струмопровідним покриттям і шиною заземлення;

– щодня проводити вологе прибирання приміщень і не рідше за один раз у зміну видаляти пил з екранів при вимкненому дисплеї.

Якщо в приміщенні експлуатується більш одного комп'ютера, то варто враховувати, що на користувача одного комп'ютера можуть впливати

					171.6321М.КР.ПЗ.Р4	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

випромінювання від інших комп'ютерів, у першу чергу, з боку бічних, а також і задньої стінки монітора. З огляду на це, випромінювання з боку екрана монітора можна захистити застосуванням спеціальних фільтрів, необхідно, щоб користувач розміщався від бічних і задніх стінок інших дисплеїв на відстані не менш 1 м.

ВДТ на основі ЕПТ є джерелом електростатичних зарядів. Тривале перебування в електричному полі, що створюється цими зарядами може спричинити бронхо-легеневі захворювання, порушення серцево-судинної та нервової систем, ураження шкіри та ін.

Несприятливий вплив електростатичного поля проявляється в тому, що воно здатне притягувати пил, бруд та інші частини, присутні в повітрі, навколо ВДТ. Електростатичний заряд зосереджується переважно на екрані ВДТ. Присутність електричного поля, створеного цими зарядами легко можна виявити, якщо піднести до екрана руку;

волоски на тильній стороні кісті відразу піднімаються. Може навіть відбутися незначний електричний "удар", якщо людина достатньо "заряджена". Така "зарядка" користувача здійснюється, як правило, індуктивним та контактним шляхом. Заряди нагромаджуються на користувачі, підвищуючи тим самим його електричний потенціал. Напруженість електростатичного поля миттєво зростає до максимуму в момент включення ВДТ і згодом поступово зменшується до стабільного рівня.

Електростатичне поле між користувачем та ВДТ можна наближено визначити за формулою:

$$E = \frac{V_{\text{ВДТ}} - V_{\text{кор}}}{I},$$

де E - напруженість електростатичного поля;

					171.6321М.КР.ПЗ.Р4	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

$V_{\text{ВДТ}}$ - потенціал відеотермінала;

$V_{\text{кор}}$ - потенціал користувача;

I - відстань між відеотерміналом та користувачем.

Відповідно до ДНАОП 0.00-1.31-99 поверхневий електростатичний потенціал відеотермінала не повинен перевищувати 500 В.

У діапазоні частот 2 кГц .. 400 кГц на підвищення рівня електричних полів у реальних режимах роботи впливають інші чинники. Істотним отут є характер інформації на екрані монітора. Зокрема різке збільшення поля відбувається при роботі з графічною інформацією (рисунок).

Вимірювання проводилися в режимі, коли весь екран монітора заповнений подовжніми чорними й білими смугами, що чергуються.

Напруженість електростатичного поля на робочих місцях, у тому числі й з ВДТ, не винна перевищувати 20 м² відповідно до ДЕРЖСТАНДАРТ 12.1.045-84.

Для запобігання створенню значної напруженості поля та захисту від статичної електрики необхідно:

- встановити нейтралізатори статичної електрики;
- підтримувати в приміщенні з ВДТ відносну вологість повітря не нижче 45-50 % (чим сухіше повітря тим більше електростатичних зарядів); можна для цього використати навіть побутові зволожувачі;
- застелити підлогу в приміщеннях з ВДТ антистатичним лінолеумом і проводити щоденне вологе прибирання;
- складати всі полімерні покриття (чохли) ВДТ у найбільш віддаленому від користувачів місць розміщення;
- протирати екран та робоче місце спеціальною антистатичною серветкою або зволоженою тканиною;
- користувачам бажано носити одяг з натуральних матеріалів;

					171.6321М.КР.ПЗ.Р4	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

– для "зняття" статичного заряду бажано кілька разів на день мити руки та обличчя водою, або час від часу торкатися металевих поверхонь.

За відсутності необхідного примусового повітрообміну, у приміщеннях з метою нормалізації іонного складу повітряного середовища потрібно в будь-який час роки проводити природні провітрювання тривалістю не менше 10 хвилин після кожних 2 годин роботи.

4.4. Охорона навколишнього середовища

Усе необхідне для життєдіяльності людина отримує від природи: повітря, воду, їжу, сировину для промисловості. Людське суспільство, як частина природи, може існувати тільки в постійній взаємодії з нею. Вплив людини на навколишнє середовище є перетворюючим, причому далеко не завжди ці зміни позитивні для навколишнього середовища, тому збереження природного середовища і відповідальність по відношенню до охорони природи є однією з найгостріших проблем, що стоять перед людством.

Раціональне використання земельних, лісових, водних ресурсів а також атмосфери передбачено Конституцією України. У сфері охорони навколишнього середовища діє цілий ряд нормативних актів, найголовнішими з яких є:

- Закон України «Про охорону навколишньої природного середовища»;
- Постанова Уряду України «Про затвердження порядку визначення плати і її граничних розмірів за забруднення навколишньої природного середовища».

Під навколишнім середовищем розуміють цілісну систему взаємопов'язаних природних і антропогенних об'єктів і явищ, під впливом і при безпосередньому використанні яких відбувається праця, побутова діяльність та відпочинок людей. Поняття «навколишнє середовище» включає

					171.6321М.КР.ПЗ.Р4	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

соціальні, природні і штучно створені фізичні, хімічні та біологічні фактори, тобто все те, що впливає на життя і діяльність людини.

Складовою частиною навколишнього середовища є природне середовище. Перед сучасним суспільством стоїть завдання не тільки зберегти природу, а й запобігти негативним наслідкам господарської діяльності людини в майбутньому.

Охорона навколишнього середовища являє собою складну комплексну проблему, яка має відношення до всього суспільства в цілому і до кожного окремого громадянина.

Суспільство повинно прикладати всі можливі ресурси для вирішення життєво важливої проблеми – захисту і охорони здоров'я нинішнього і майбутнього покоління людей від шкідливих наслідків їх життєдіяльності, науково-технічної і промислової діяльності.

На початку своєї історії людина задовольнялась лише простими фізіологічними потребами (в їжі, одязі, житлі). З розвитком суспільства використання природних ресурсів для задоволення його матеріальних потреб весь час зростало. Нині людина має дуже потужний вплив на природу і навколишнє середовище.

Одне з небажаних, але очевидних наслідків технічного процесу – забруднення оточуючого середовища вторинними продуктами виробничо-технічної діяльності.

В результаті промислової діяльності природа потерпає постійні зміни. Так в Україні суттєво скоротилася площа зелених насаджень; відбувається підкислення ґрунту і води; відходи промисловості, в тому числі різні високотоксичні речовини, забруднюють повітря, водойми, ґрунти; в результаті спалювання великої кількості мінерального палива в біосфері збільшується концентрація вуглекислоти що може призвести до зміни теплового режиму (клімату) поверхні всієї планети. Наслідки всього цього відбиваються на

					171.6321М.КР.ПЗ.Р4	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

здоров'ї людей. Так, з року в рік збільшується кількість випадків серцево-судинних і ракових захворювань.

Однією з актуальних проблем є вичерпність природних ресурсів.

Людство активно викачує нафту і газ з надр планети, викопує корисні копалини, даючи при цьому в заміні лише шкідливі відходи.

Чому сьогодні так гостро ставиться питання щодо охорони природи і раціонального використання її ресурсів? Це насамперед пов'язано з тим, що природним ресурсам планети і в Україні зокрема, вже завдано величезної шкоди. За останнє століття близько двох мільярдів гектарів земель – 15 відсотків усієї земної суші – зруйновано водою і вітровою ерозією. За всю історію людського суспільства на земній кулі знищено дві третини лісів. Нині підприємства викидають у води і повітряне середовище стільки забруднюючих речовин, що завдають серйозної шкоди населенню і природному середовищу на великих відстанях. Щорічно у моря і океани викидається один – три мільйони тонн нафтопродуктів. Тривогу викликає викидання промислових відходів у річки й озера.

Кількість відходів на протязі тривалого часу збільшувалась пропорційно росту виробництва і населення. Доки є якості сировини широко використовувались речовини рослинного і тваринного походження, відходи, які утворювались залучалися силами природи в кругообіг речовин, природа забезпечувала самоочищення. Але зараз все частіше використовуються речовини синтетичного і мінерального походження. Відходи синтетичних миючих засобів не засвоюються розкладаючими мікроорганізмами, вони накопичуються в водоймах куди вони потрапляють зі стічними водами і забруднюють їх. При спалюванні нафтового палива в атмосферу разом з димовими газами, окрім оксидів вуглецю (CO_2 , CO) викидаються оксиди сірки (SO_2), які взаємодіють з вологою і киснем повітря і утворюють сірчану кислоту – утворюються так звані «кислотні дощі». Під впливом кислотних

					171.6321М.КР.ПЗ.Р4	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

дощів відбувається швидке підкислення води у річках, озерах, ставках та інших водоймах. Під впливом кислотних дощів збільшилась кислотність ґрунтів. Таких прикладів можна навести дуже багато.

Іншим поширеним забрудненням природного середовища являються ядохімікати і мінеральні добрива, які застосовуються у сільському господарстві. За останні роки застосування мінеральних добрив в Україні збільшилось в 43 рази, а різноманітних ядохімікатів в 10 разів. В результаті інтенсивної хімізації вдається отримувати більший врожай. Але одночасно зростає ступінь забруднення ґрунту, водоймищ і продуктів харчування.

Безцінним нашим багатством є вода. Значення її для людини загальновідоме. В Україні за даними науково-дослідних установ запаси води на душу населення постійно зменшуються, тоді як потреби населення, промисловості і сільського господарства щороку зростають. Лише вугільні шахти за рік «випивають» її мільярди тонн, а нафтопромисли – вдесятеро більше. Особливо велику кількість води витрачає енергетика, металургійна, хімічна, легка промисловість, сільське господарство. Вже нині в ряді міст відчувається нестача прісної води. Вода багатьох річок та озер непридатна для життя і навіть купання. Ось чому під захист і охорону мають бути взяті усі водні ресурси і насамперед процес їх споживання. Мається на увазі використання міських стічних вод після їх очищення для потреб промисловості й зрошення, забезпечення оборотного водопостачання припинення забруднення річок, озер, водосховищ. До 30 % мінеральних добрив змивається з полів і потрапляє у водойми. У водоймах, збагачених поживними речовинами, швидко розмножуються водорості, як результат – «цвітіння води». Потім водорості відмирають і починається їх гноїння що супроводжується споживанням кисню. Утримання кисню у водоймі скорочується і починає гинути риба. Така вода стає непридатною для використання в побуті і навіть у технічних цілях. Забруднення атмосферного повітря, особливо поблизу великих підприємств і міст, негативно впливає на

					171.6321М.КР.ПЗ.Р4	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

здоров'я людей. Автотранспорт, різні теплові системи і підприємства виділяють величезну кількість сірчистого ангідриду, вуглекислого газу, окису азоту та інших шкідливих для людини газів.

Тому Україна повинна приділяти велику увагу охороні навколишнього середовища. Виділялося багато коштів на ліквідацію наслідків аварії на Чорнобильській АЕС. Розроблено багато законодавчих актів направлених на захист довкілля. Застосовуються штрафні санкції щодо підприємств які забруднюють навколишнє середовище.

					171.6321М.КР.ПЗ.Р4	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ документу	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі на тему "Автономні системи резервного живлення: розробка, впровадження та оптимізація в умовах нестабільного енергопостачання" було всебічно досліджено ключові аспекти, пов'язані з автономними системами резервного живлення.

У першому розділі роботи було розглянуто використання автономних систем у різних сферах, таких як житлові будинки, промисловість, медичні установи та інфраструктурні об'єкти. Було проаналізовано переваги автономних систем у забезпеченні безперебійного електропостачання, особливо в умовах частих відключень електроенергії та нестабільності основної електромережі.

Другий розділ було посвячено теоретичним основам автономних системах, включаючи основні компоненти, їх характеристики та принципи роботи. Розглянуто такі елементи, як сонячні панелі, акумулятори, інвертори та системи управління. Це дозволило зрозуміти, як кожен компонент впливає на загальну ефективність та надійність системи.

Третій розділ основний в якому була розроблена конкретна система резервного живлення, проведено її розрахунок та створено принципову схему підключення автономної системи. Це включало аналіз енергетичних потреб об'єкта, вибір відповідних компонентів та їх інтеграцію в єдину систему. Розроблена схема демонструє можливість ефективного використання ресурсів і забезпечення стабільного електропостачання.

Можно сказати що, проведене дослідження підтверджує важливість автономних систем резервного живлення в сучасних умовах. Вони не лише забезпечують енергетичну незалежність, але й підвищують рівень безпеки та комфорту для користувачів.

					171.6321М.КР.ПЗ.Висновки	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Впровадження сонячних електростанцій та дослідження їх впливу на роботу електроенергетичних систем. – 2017. – 20 с.
2. KlasterUA. Вибір та встановлення системи резервного живлення для дому [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://klaster.ua/ua/stati-i-obzory/avtonomnye-sistemy-ehlektropitanija-i-ikh-vybor>.
3. Master Plus. Потужність побутової техніки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://master-plus.com.ua/ua/stati/moshnost-bytovoj-tehniki-na-cto-hvatit-moshnosti-avarijnogo-istochnika-pitaniya.html>.
4. Lit Archive. Як налаштувати резервне електроживлення будинку під час тривалого вимкнення світла [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://litarchive.in.ua/yak-nalashtuvaty-rezervne-elektrozhyvlennia-budynku-pid-chas-tryvalo-ho-vymknennia-svitla>.
5. DIY Manko. Uninterruptible power supply solutions [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://diy.manko.pro/2022/11/28/uninterruptible-power-supply-solutions/>.
6. Гібридна сонячна електростанція [Електронний ресурс] // Wikipedia. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Гібридна_сонячна_електростанція..
7. Trinit-SB. Як обрати систему резервного живлення для дому [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://trinit-sb.com.ua/blog/jak-obrati-sistemu-rezervnogo-zhivlennja-dlja-domu/>.
8. Maxnet. Система резервного живлення для дому [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://maxnet.ua/blog/sistema-rezervnogo-zhivlennja-dlya-domu/>.
9. Гібридна сонячна електростанція [Електронний ресурс] // Вікіпедія. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Гібридна_сонячна_електростанція.

					171.6321М.КР.ПЗ.Джерела	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		84

10. Auto Future. Гібридні системи електропостачання будинку/квартири [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://auto-future.land/uk/hibrydni-systemy-elektropostachannia-budynku-kvartyry/>.
11. Avenston. Про гібридні системи енергопостачання [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://avenston.com/articles/about-hybrid-power-supply/>.
12. Electro-City. Гібридні електростанції [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://electro-city.biz/blog/gibridni-elektrostantsii/>.
13. Milight. Як правильно організувати резервне живлення для приватного будинку чи квартири [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://milight.com.ua/yak-pravylny-orhanizuvaty-rezervne-zhyvlennia-dlia-pryvatnoho-budynku-chy-kvartyry/>.
14. Ярушина Є. В. «Автономна система живлення на основі сонячної електростанції середньої потужності». — 2018. — 47 с.[3]
15. Калінін Д. В. «Розрахунок та розробка ефективної системи «розумного будинку» з автономним джерелом електроенергії». — Київ: КПП ім. Ігоря Сікорського, 2021. — 67 с.
16. Солар Технолоджи. Онлайн калькулятор. Розрахунок сонячної електростанції. Доступно за адресою : <https://solartechnology.com.ua/online-calculator>
17. KeyVolt. Скільки потрібно сонячних батарей для будинку? Доступно за адресою: <https://keyvolt.com.ua/2023/11/29/skilky-potribno-soniachnykh-batarey-dlia-budynku/>
18. Сонячна батарея [Електронний ресурс] // Вікіпедія. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Сонячна_батарея
19. Забезпечити резервне енергопостачання [Електронний ресурс] // Ecoaction. – Режим доступу: <https://ecoaction.org.ua/zabezpechyty-rezervne-enerhopostachannia.html>

					171.6321М.КР.ПЗ.Джерела	Арк.
Змн.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		85

20.Що таке інвертор: різновиди та принцип роботи [Електронний ресурс] // Techtronic. – Режим доступу: <https://techtronic.com.ua/shho-take-invertor-riznovidy-ta-princip-roboti/>

					171.6321М.КР.ПЗ.Джерела	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ документи	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А

Принципова електрична схема

