

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра енергетики та електротехнічних систем

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри енергетики та
електротехнічних систем

доцент Чепіжний А.В.

ДИПЛОМНА РОБОТА
за магістерським рівнем вищої освіти

На тему: «Обґрунтування раціональних способів підключення резервних систем живлення для споживачів житлового-комунального господарства «Русанівська гавань», м. Київ»

Виконав

_____ (підпис)

Гаруст В.В.
(прізвище, ініціали)

Група

ЕТЕС 2301-1м

(Науковий) керівник:

_____ (підпис)

Юрченко О.Ю.
(прізвище, ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра енергетики та електротехнічних систем

Ступінь вищої освіти «Магістр»

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

завідувач кафедри енергетики та
електротехнічних систем

доцент _____ Чепіжний А.В.
(підпис, вчене звання, прізвище, ініціали)

« _____ » _____ 202__ року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ
ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Гарусту Вадиму Васильовичу

(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема роботи: Обґрунтування раціональних способів підключення резервних систем живлення для споживачів житлового-комунального господарства «Русанівська гавань», м. Київ

керівник роботи: Юрченко Олександр Юрійович, ст. викладач
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджено наказом по закладу вищої освіти від «26» 02 2024 р. № 572/ос

2. Термін подання здобувачем закінченої роботи «11» 11 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи технічні характеристики різноманітного вентиляційного обладнання для деревообробного цеху, нормативні документи для проведення досліджень, стандарти.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці):

Вступ

Розділ 1. Аналіз стану питання

Розділ 2. Теоретичні та експериментальні дослідження

Розділ 3. Обґрунтування параметрів системи

Розділ 4. Охорона праці.

Розділ 5. Техніко-економічні розрахунки

Висновки

Список використаних джерел

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:

Презентаційний матеріал виконаний в програмі Power Point

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата
Охорона праці		
Економічне обґрунтування		

КАЛЕНДАРНИЙ ГРАФІК

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітки
1	Аналіз літературних джерел з обраної тематики	до 15.08.2024 р.	
2	Складання плану роботи	до 23.08.2024 р.	
3	Написання вступу	до 26.08.2024 р.	
4	Підготовка розділу «Розділ 1»	до 28.08.2024 р.	
5	Підготовка розділу «Розділ 2»	до 16.09.2024 р.	
6	Підготовка розділу «Розділ 3»	до 14.10.2024 р.	
7	Підготовка розділів «Розділ 4» та «Розділ 5»	до 21.10.2024 р.	
8	Написання висновків та пропозицій	до 28.10.2024 р.	
9	Подання роботи на перевірку унікальності до експертної ради факультету	до 01.11.2024 р.	
10	Подання роботи на рецензування	до 05.11.2024 р.	
11	Подання до попереднього захисту	до 12.11.2024 р.	

Здобувач вищої освіти

(підпис)

(Гаруст В.В.)

(прізвище, ініціали)

(Науковий) керівник
дипломної роботи

(підпис)

(Юрченко О.Ю.)

(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота складається зі вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел. Роботу викладено на 44 аркушах друкованого тексту, складається з 13 рисунків.

Метою даної роботи обґрунтування раціональних способів підключення резервних систем живлення для споживачів житлового-комунального господарства «Русанівська гавань», м. Київ та функціонування таких джерел в комплексі з основною живлячою мережею системи електропостачання.

У зв'язку із представленою метою в дослідженні поставлені такі задачі:

- проаналізувати сутність резервних джерел електропостачання як таких;
- проаналізувати останні публікації, у тому числі, закордонні щодо використання та прогнозів розвитку резервних джерел живлення для споживачів;
- охарактеризувати переваги та недоліки основних видів резервних джерел живлення;
- обґрунтувати раціональні способи підключення обраних джерел резервного живлення та їх характеристики.

Ключові слова: резервні джерела живлення, система електропостачання, Об'єднана енергетична система, генератор, сонячні панелі, акумуляторні батареї, інвертор, напруга, струм, потужність, з'єднання, підключення, якість, надійність, безвідмовність.

ЗМІСТ

1. ВСТУП.....	6
2. РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ.....	8
3. РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНІ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	14
4. РОЗДІЛ 3. ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ.....	20
3.1. Генератори.....	24
3.2. Акумуляторні батареї.....	26
3.3. Сонячні панелі.....	30
5. РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	36
6. РОЗДІЛ 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ	38
7. ВИСНОВКИ.....	41
8. СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	42

ВСТУП

Часті відключення світла вважаються однією з ключових проблем в функціонуванні системи електропостачання. Такі відключення світла є обумовленими двома видами характерних явищ:

- заплановані відключення;
- незаплановані відключення.

Перший із видів є досить простим і базується на виконанні різного роду технологічних операцій, які виконуються з електричними установками. Загалом, ці роботи виконуються спеціальним персоналом, що є уповноваженим до виконання робіт в електричних установках та має відповідні допуски на їх виконання. До таких видів робіт можемо віднести:

- технічне обслуговування;
- ремонтні роботи;
- заміна устаткування;
- проведення заходів за доглядом електричних установок (загальний вигляд, умови навколишнього середовища);
- перевірка окремих структурних елементів електричних установок на спрацювання, що повинно бути здійсненим згідно з регламентом в конкретно визначені періоди функціонування установки.

Другий вид характерних явищ відключення живлення споживачів з єдиної системи характеризується, головним чином незапланованими явищами, тобто, аварійними відключеннями. До переліку таких явищ можна віднести наступні процеси:

- аварії (несприятливі погодні умови – вітри, блискавки, що, як наслідок, призводить до коротких замикань, пробіїв, падіння опор ліній електропередачі та багатьох інших проявів несприятливих погодних умов по відношенню до електроенергетичного устаткування);

- людський фактор – неналежне користування пристроями та провідниками, що може призвести до вимкнення світла в значній кількості споживачів поблизу або навколо споживача, яким спровоковано аварійне відключення);

- військовий стан;

- інші процеси.

У зв'язку з вище сказаним, потреба споживача електричної енергії в джерелах резервного живлення лише зростає. Згідно зі статистикою, об'єми поставки та продажу систем резервного живлення за останні три роки зросли у 4,5 рази, порівнюючи зі статистикою їх реалізації перед повномасштабним вторгненням.

Внаслідок цього, великий різновид джерел резервного живлення вимагає якісного їх підключення з метою функціонування на паралелі з основною мережею або вмикання окремо в періоди вимикання основної мережі. Тому, дана тема є досить актуальною і перед дослідженням ставляться такі задачі:

- проаналізувати сутність резервних джерел електропостачання як таких;

- проаналізувати останні публікації, у тому числі, закордонні щодо використання та прогнозів розвитку резервних джерел живлення для споживачів;

- охарактеризувати переваги та недоліки основних видів резервних джерел живлення;

- обґрунтувати раціональні способи підключення обраних джерел резервного живлення та їх характеристики.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ

Використання резервних джерел живлення споживачами електричної енергії зумовлено різними видами наслідків функціонування системи електропостачання в сучасному середовищі. Такими наслідками є аварійні або заплановані відключення світла. Пов'язано це з різного роду причинами:

- воєнною ситуацією в державі;
- аварійними ситуаціями в системі електропостачання;
- технічним обслуговуванням;
- заміною обладнання;
- інше.

Резервними джерелами електричного живлення вважаються системи, що призначені для функціонування з метою забезпечення безперебійного електропостачання в моменти відмови основних джерел з живлення електричною енергією. Ними можна забезпечити електропостачання в незалежності від часу доби та незалежно від умов функціонування основної мережі.

Використання резервних джерел живлення зумовлене різними викликами, у тому числі і з точки зору умов функціонування тих чи інших установ. Серед основних видів установ, де такі системи є вкрай важливими виділяють:

- лікарні;
- пологові будинки;
- дитячі садки;
- школи;
- місця;
- судові приміщення;
- приміщення адміністрацій;
- об'єкти військового призначення;
- інші.

Робота кожного з джерел живлення базується на власному споживанні певного матеріалу або сировини. Для прикладу, робота генераторів базується на приведенні їх в дію, – в обертовий рух, від двигуна внутрішнього згорання. Такими двигунами, частіше за все, є бензинові та дизельні двигуни. Аналогічно, робота інвертора базується на перетворенні електричної енергії постійного струму напруги 12В, 24В в напругу змінного струму 220В. Вітроенергетичні установки працюють з приводом від обертового моменту робочого колеса вітроустановки. Слід окремо підкреслити для обраного району електропостачання визначену зону швидкості вітрів, що трактується як зона з малою швидкістю вітрів.

Аналізувати джерела енергії для інших установок можна досить обширно. Це і когенераційні установки, і установки, які функціонують від перетворення біомаси. Для, прикладу сонячні панелі досить ефективно функціонують серед простих споживачів. Перевагою таких установок є їх безвідходність виробництва. Останнім твердженням необхідно підкреслити порівняно нульовий вплив на навколишнє середовище від процесу функціонування даної системи в межах представників альтернативної енергетики.

Досить актуальним дане питання є для районів, де відключення світла є частими. Не є виключенням також віддалені райони електропостачання. В таких районах прокладка ліній електропередачі є або проблематичною, або мало доцільною з точки зору затрат на монтаж та введення в експлуатацію та порівняно низький рівень споживання електричної енергії або малу кількість її споживачів.

Функціонування таких систем порівняно зменшує ризики виходу з ладу основної системи живлення споживачів. Це пов'язано з періодами роботи системи в режимі холостого ходу або взагалі її вимкненням з метою зменшення завантаженості або проведення позапланових заходів з її технічного обслуговування, ремонту або вдосконалення структури та елементів її функціонування в тих чи інших районах електропостачання, особливо віддалених або важкодоступних.



Рисунок 1.1. Джерела резервного живлення електричною енергією

Використання резервних джерел живлення є досить важливим, однак, і затратним заходом. Пов'язується це з великою кількістю додаткових фінансових вкладень в ті чи інші види обладнання, їх установку, обслуговування, а також живлення, що є обов'язковим для їх роботи.

Основною метою встановлення даних систем вважається отримання безперебійності в системі електропостачання споживачів електричної енергії того чи іншого класу. Структурно, схему функціонування споживача з джерелом резервного живлення є можливість зобразити на рисунку 1.2.

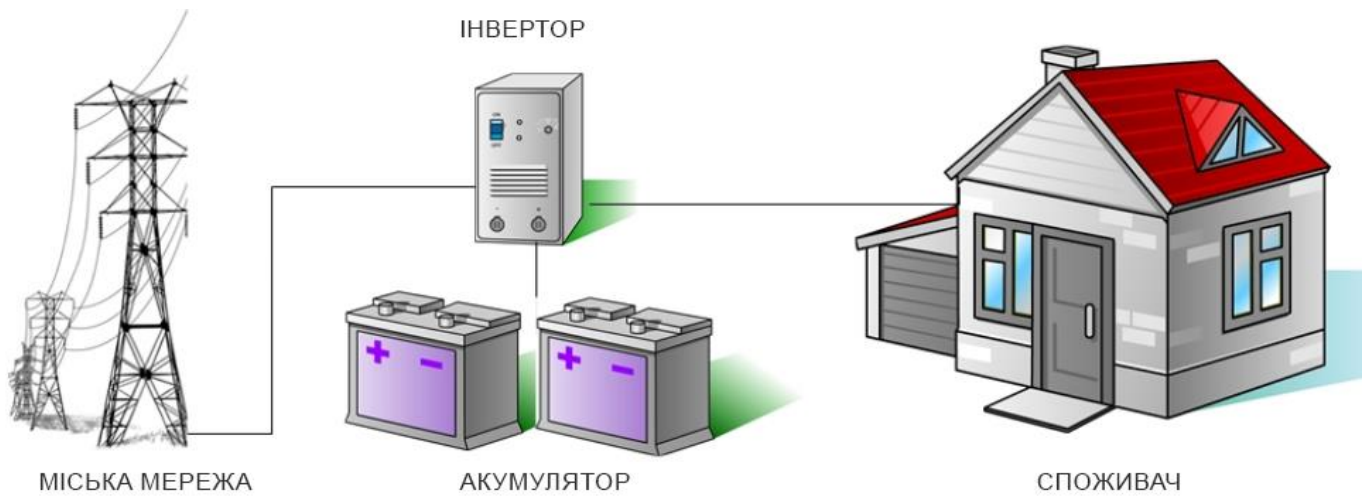


Рисунок 1.2. Функціонування споживача з джерелом резервного живлення

Системою електропостачання визначено сукупність пристроїв з виробництва, передачі і розподілу електричної енергії. В моменти експлуатації будь-якої з систем електропостачання завжди виникають різного роду проблеми:

- вимкнення напруги;
- провали в напрузі;
- сплески напруги;
- знижений показник напруги;
- підвищений показник напруги;
- перехідні процеси в моменти комутації;
- електромагнітні, а також радіочастотні перешкоди;
- відхилення в показниках частоти;
- нелінійні спотворення для напруги.

Такі перешкоди досить часто є причинами обмеженого функціонування різного технічного обладнання. Таким надкритичним обладнанням можна вважати:

- холодильні установки;
- різного роду печі;
- ліфти;
- підйомні механізми;

- трансформаторні установки;
- водяні установки;
- системи, що функціонують в охоронній сфері;
- комп'ютерне обладнання та устаткування;
- засоби нагріву;
- системи вентиляції;
- освітлення та засоби сигналізації;
- системи з виробництва та розподілу матеріалів та продукції на заводах та фабриках;
- інші види устаткування.

Робота резервних джерел живлення сьогодні посідає новий рівень розвитку через можливість їх функціонування на окремих етапах і, що не мало важливо, - без втручання людини. Це досягається встановленням в переважну більшість устаткування систем з автоматичного включення резерву (АВР). Найбільш часто такі системи функціонують в сонячних електроустановках, акумуляторних установках. Порівняно високого рівня уваги заслуговують генератори з власною автоматикою, яка полягає в самостійному підтриманні необхідної кількості обертів генератора, що регулюється на подається привідним двигуном внутрішнього згорання, оберти якого напряму пов'язані з обертами генератора.

Зазвичай, в комплекти з регулювання обертів двигунів внутрішнього згорання генераторів входять:

- привідний датчик;
- регулятор швидкості;
- датчик швидкості;
- деталі генераторної установки.



Рисунок 1.3. Системи автоматичного включення резерву та регулювання обертів генератора

Такі системи є досить ефективними для функціонування як для малих споживачів, так і для великих підприємств. Тому, доцільним є аналіз раціональних способів підключення резервних систем живлення для споживачів електричної енергії.

РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНІ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Часті відключення електричної енергії значним чином обмежують споживання електричної енергії для домогосподарств і призводять ще і до додаткових витрат для встановлення резервних систем живлення окремо від рахунків за електричну енергію у багатьох країнах, які розвиваються. В дослідженні [1] проведено аналіз того, як побутовими споживачами електроенергії із різним рівнем доходів змінюється своє споживання електричної енергії і рішення щодо резервного живлення у відповідь, наприклад, на підвищення надійності в системі електропостачання. Використання національно-репрезентативної вибірки непальських домогосподарств показало по результатам, що підвищення надійності несе позитивний вплив на ймовірність володіння електричними приладами. Взаємодія різних показників доходів та обмеження в надійності передбачають ненадійним електропостачанням обмеження домогосподарства однаково у відповідності до всіх рівнів доходів. Проте, результати упорядкованої пробіт-моделі із трьома альтернативами рішеннями про резервне живлення поза мережею показали, що підвищення надійності матиме більше значення порівняно для бідніших домогосподарств, де сукупну вартість володіння приладами, й резервними джерелами живлення обладнанням можна розглядати як непомірно високу. Якщо ж розглядати висновки до даної статті із погляду енергетичної політики, - підключення в мережу саме собою необов'язково призводитиме до отримань вигод по споживанню електричної енергії. Надійність по обслуговуванню відіграватиме вирішальну роль, а особливо це буде стосуватися порівняно найбідніших домогосподарств.

В самих різних країнах світу часто трапляються різного роду відключення електричної енергії. Споживачі мають бути змушеними вивчати альтернативну енергетичну стратегію тоді, коли накладні витрати по відключенню перевищуватимуть витрати по реалізації плану для резервного копіювання [2].

Інвертори, а також невеликі генератори і сонячні енергетичні системи (СЕС) вважаються одними із найпоширеніших варіантів серед резервного живлення. ВУ дослідженні [2] використано первинні дані, що є зібраними в містах-побратимах Ісламабаді і Равалпінді з метою вивчення факторів, які несуть вплив на вибір споживача на основі сприйняття рішень для резервного живлення. З метою обліку різних варіантів для резервного живлення групою авторів застосовано методи з мультиноміальної логістичної регресії по вибірці з 952 домогосподарств. Проведений аналіз показав, що змінні, які введено на основі сприйняття, серед яких - крадіжка електричної енергії і зниження задоволеності, несуть негативний вплив на можливість по вибору автономних відновлюваних джерел, серед яких, для прикладу, - сонячні панелі. Авторами проаналізовано, що споживачі, що проживають у орендованих будинках, в переважній більшості випадків віддають перевагу інверторам, а також генераторам, в той час, коли володіння житлом несе значний вплив на прийняття усіх трьох варіантів для резервного живлення. Цікавим є факт, що сільська або міська локації домогосподарств не впливають на рішення по вибору СЕС. Такі висновки матимуть важливі політичні наслідки особливо для регіонів з дефіцитом електричної енергії. Переходи до сонячної енергетики є обумовленими згідно зі стратегією домогосподарств по забезпеченню безперебійного енергетичного постачання по одночасному зниженню вартості споживання електричної енергії кожним з окремо узятих споживачів [2].

Віртуальні електростанції можуть об'єднувати величезні розподілені ресурси з метою участі в роботі енергетичної системи [3]. Джерела по безперебійному живленню або резервні системи живлення здатні забезпечувати електричною енергією критично важливі системи в моменти втрати живлення з основного джерела електричної енергії, тобто, в загальному випадку - від мережі. В даному розділі енциклопедії [4] основну увагу приділено паливним елементам і акумуляторним джерел безперебійного живлення. Приведено різні типи паливних елементів, а також

батареї і конфігурацію систем з експлуатаційною стратегією, технологіями зберігання і питаннями безпеки.

В роботі [5] одне з ключових питань посідає питання екологічної складової в джерелах альтернативної енергетики. Тому, книгу по альтернативним джерелам енергії віднесено до категорії екології. Джерела резервного живлення, зокрема, генератори, є незамінними з метою усунення потенційного ризику в безпеці електричної енергії, що є викликаними екстремальними погодними умовами, а також кібератаками і збоями в інфраструктурі. Дизельними генераторами, як основним компонентом систем резервного живлення, відбувається забруднення довкілля порівняно більше, а ніж мережевою електрикою, а це що знаходиться у сліпій зоні по екологічному регулюванню та статистиці. З метою сприяння покращенню екологічної політики та електроенергетичного сектору, дослідженням [6] оцінюється вплив резервної генерації по відношенню на довкілля в Китаї.

Використання житлових систем з фотоелектричних сонячних панелей, а також накопичувачів досить часто є обумовленим попитом клієнта на резервне живлення. Проте, існує обмежене розуміння по відношенню до того, як такі системи працюватимуть в різних умовах для фонду будівель, що змінюватимуться із майбутніми тенденціями щодо ефективності і електрифікації, а це створюватиме проблеми в визначенні оптимальних інвестицій для дотримання електричної стійкості [7-8].

Широко визнано, що такі централізовані системи з електропостачання постійно піддаються глибокій структурній трансформації, що є викликаним в зростанні рівня відновлюваної енергії, а це значною мірою обумовлено побутовими сонячними системами. Порівняно високі темпи по використанню відновлюваної енергії відчуються технічними межами мереж, а також і виходячи із рішень по зберіганню енергії [9].

В дослідженні [10] представлено емпіричну оцінку по відношенню до того, як впровадження різних акумуляторних накопичувачів могло б змінити модель по

споживанню електричної енергії споживачами в фотоелектричних системах із використанням погодинних даних в інтелектуальних лічильниках на рівні окремого споживача в Аризоні, США. Групою авторів виявлено, що у середньому після додавань акумуляторів, споживачами фотоелектричних систем використовується значно більше сонячної електричної енергії з метою живлення своїх будинків й відправлення порівняно меншої кількості сонячної електричної енергії назад у мережу. Більше того, додавання таких акумуляторних накопичувачів знижуватиме потреби в електричній енергії з мережі у години по піковому навантаженню, допомагаючи, мри цьому, комунальним службам порівняно краще згладжувати криві по навантаженню. Головним, що було виявлено групою авторів, є велика міра неоднорідності в змінах в моделях споживання електричної енергії по причині впровадження акумуляторних накопичувачів, що не відповідають інженерним або економічним принципам. Для прикладу, це ті, що не максимізують економічну вигоду споживачів. Такими неоднорідними змінами мається на увазі, що комунальній службі і політикам є необхідність додаткового вивчення основних реакцій з метою максимізації соціальних вигод від спільного впровадження для акумуляторних накопичувачів і фотоелектричних систем [10].

На рисунку 2.1 представлено графічне зображення з роботи [10] впливу впровадження батарей для електроенергії, що поставляється (закупівлею) або одержувано (експорт) для восьми індивідуальних споживачів.

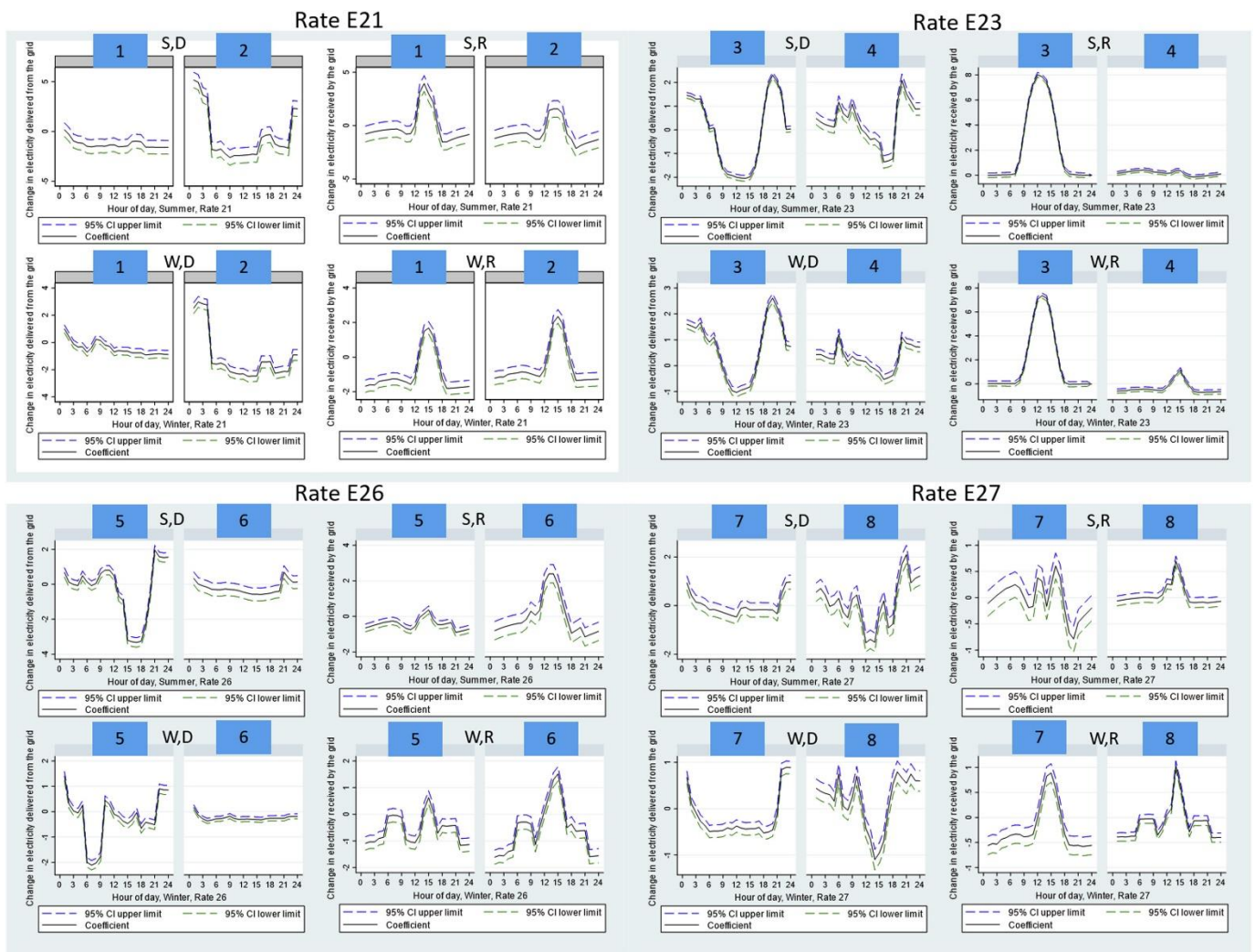


Рисунок 2.1. Вплив впровадження батарей на електроенергію, що поставляється (закупівлі) або одержувану (експорт), вісім індивідуальних споживачів [10]

Кожна з цифр є результатом регресії для окремого виду споживача. Числом у кожному синьому полі визначено ідентифікаційний номер споживача. Вісь Y - змінна для погодинної електричної енергії, вимірної у кВт·год/годину, по впровадженню батарей; вісь X - година дня. Чорною суцільною лінією представлено точкові оцінки; синя і зелена пунктирні лінії позначатимуть 95% довірчих інтервалів. "S" позначаються літні місяці (травень-жовтень); "W" позначатиме зимові місяці (січень-квітень, листопад-грудень); "D" позначатиме електричну енергію, що є поставленою

з мережі споживачам; "R" позначається електрична енергія, отримана мережею від споживача [10].

Падіння громадської мережі вважається серйозним інцидентом для атомних електростанцій (АЕС) [11]. Участь теплової енергії в прямій угоді по купівлі електричної енергії для великого споживача здатно знизити здатність в передачі споживання вітрової енергії [12]. Тому, для прикладу, розглянутого в роботі [13], - в Індії багато компаній використовують власні генератори, в переважній більшості – дизельні у ролі вторинного джерела енергії з метою захисту себе від частих відключень в національній електромережі. Ще в 2003 році урядом Індії проведено національну реформу по підвищенню ефективності електричної мережі. А масове відключення електричної енергії на північному сході США і в Канаді 14–15 серпня 2003 року стали «каталізатором» в дискусіях щодо модернізації електричної мережі США [14].

У країнах, які розвиваються, доступ до електричної енергії є життєво важливим з метою соціально-економічного зростання, аби скоротити бідність та пришвидшити промисловий розвиток [15]. В сценаріях, коли попит на електричну енергію перевищуватиме доступну пропозицію, генератори можуть відчувати труднощі аби впоратися зі своїми функціями [16]. Побоювання населення та влади щодо надійності мережі збільшують державний та приватний попити на резервні джерела живлення, зокрема, генератори, у тому числі і працюючі на дизельному паливі. Однак, дизельними генераторами несеться висока екологічна витрата, викидаючи парникові гази й речовини, а це забруднює повітря, що негативно впливатиме на здоров'я населення [17]. Політика по зміщенню навантаження на електричну енергію домогосподарств знаходиться у центрі уваги для різних країн та є спрямованою на оптимізацію роботи в мережі і вирішення поточних і очікуваних проблем, що є пов'язаними із моделями споживання, серед яких - збільшення пікових навантажень на мережу.

РОЗДІЛ 3. ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ

Експериментальне дослідження щодо виконання підключення резервних систем живлення необхідно здійснити, перш за все, з урахуванням основних тенденцій щодо розвитку та популяризації на сьогодні основних видів таких систем. Згідно зі статистичними даними, основними з джерел резервного живлення для споживачів сьогодні вважаються:

- генератори з приводом від двигуна внутрішнього згорання (дизельні, бензинові, тощо) – 50%;
- акумулятори (автомобільні і не тільки з зарядом від мережі Об'єднаної енергетичної системи в періоди наявності електричної енергії) – 30%;
- сонячні електростанції – 10%;
- інші види резервних систем живлення (вітроенергетичні установки, біомасові установки, когенераційні установки і т. п.) – 10%.

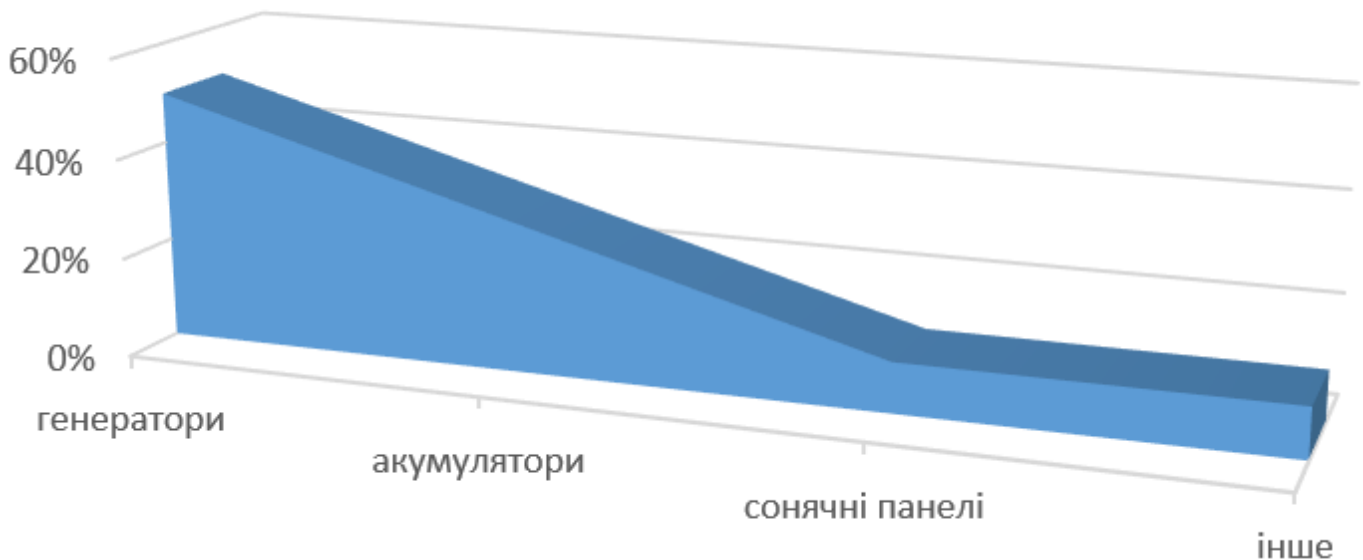


Рисунок 3.1. Статистика розповсюдженості резервних джерел живлення для споживачів електричної енергії

Для більш наочного зображення указаних статистичних даних указані числові показники представлено в діаграмі на рисунку 3.1.

Обґрунтування раціональних способів підключення доцільно виконувати згідно зі статистичними даними. Тому, для належного порівняльного аналізу обрано три види резервних систем живлення – генератори, акумуляторні батареї, сонячні панелі.

Необхідно підкреслити значний розвиток сонячної енергетики, що спровокований станом енергетичної системи. Перевагами указанного способу отримання електричної енергії вважаються її:

- надійність;
- довговічність;
- безвідходність виробництва.

Однак, необхідно підкреслити, що даний спосіб отримання електричної енергії є також і порівняно складним з точки зору перебоїв в постачанні електричної енергії. Зміна пір дня і ночі, а також хмарна погода зводять заряд акумуляторної батареї до мінімуму на виході з сонячної панелі. Тому, дане питання залишається спірним. Однак, за сонячної погоди така система виробництва електричної енергії є досить ефективною.

Якщо говорити про отримання електричної енергії з використанням генераторів, то це вважається, свого роду, найнадійнішим способом. Проте, необхідно підкреслити наявну екологічну складову. Така екологічна складова полягає безпосередньо в викидах від роботи двигунів внутрішнього згорання. Згорання паливної суміші призводить до значного забруднення повітря, тому це є досить небезпечно для навколишнього середовища.

Проте, користування населення генераторами і передбачає отримання належного рівня безперебійності в постачанні електричної енергії. Серед основних переваг використання таких систем необхідно виокремити:

- безперебійність;
- безвідмовність;

- коригування обертів генератора, а, отже, і двигуна внутрішнього згорання в залежності від споживаної потужності;
- компактність;
- зручність у використанні.

Третя з переваг використання генераторів полягає в автоматичному моніторингу установкою обертання генератора та привідного двигуна внутрішнього згорання в залежності від потужності, яка споживається. Тобто, в залежності від завантаженості генератора споживачами електричної енергії. Це є досить ефективним з точки зору економії палива та відповідних мастильних матеріалів, а також – збереження ресурсу як генератора, так і двигуна і окремих їх структурних елементів.

Серед недоліків також необхідно виділити значний рівень шуму, який наявний при роботі двигуна внутрішнього згорання. Саме тому, досить часто генератори встановлюються окремо від приміщення на значній відстані від нього з метою зменшення ступеня шуму при його роботі для людини, як споживача електричної енергії.

Використання акумуляторних батарей є важливим елементом в структурі системи електропостачання. Такий спосіб отримання енергії є порівняно ефективним, однак – не настільки, як це описується з використанням генераторів. Важливість такого способу є можливість прирівняти до використання сонячних панелей. В останньому зі способів, як було указано вище, є наявний критерій щодо непостійності отримання енергії через чергування дня та ночі, а також, - хмарну погоду. Аналогічно до цього, є можливість підкреслити використання акумуляторних батарей, яким властиві цикли зарядів та розрядів. Тобто, акумуляторна батарея використовується як джерело електричної енергії, однак після її розряду необхідним є період заряду. Такий період реалізується використанням мережі, що функціонує від Об'єднаної енергетичної системи.

В результаті сказаного, акумуляторними батареями також не можуть бути гарантованими нескінченні періоди живлення споживача, аналогічно до сонячних

панелей. Це не можна сказати генераторів, живлення електричної енергії від яких здійснюється лише за умови наявності паливно-мастильних матеріалів для такого джерела енергії.

Тому, доцільно обґрунтувати раціональні способи підключення указаних трьох основних систем живлення для споживача, які використовуються як резервні системи живлення.

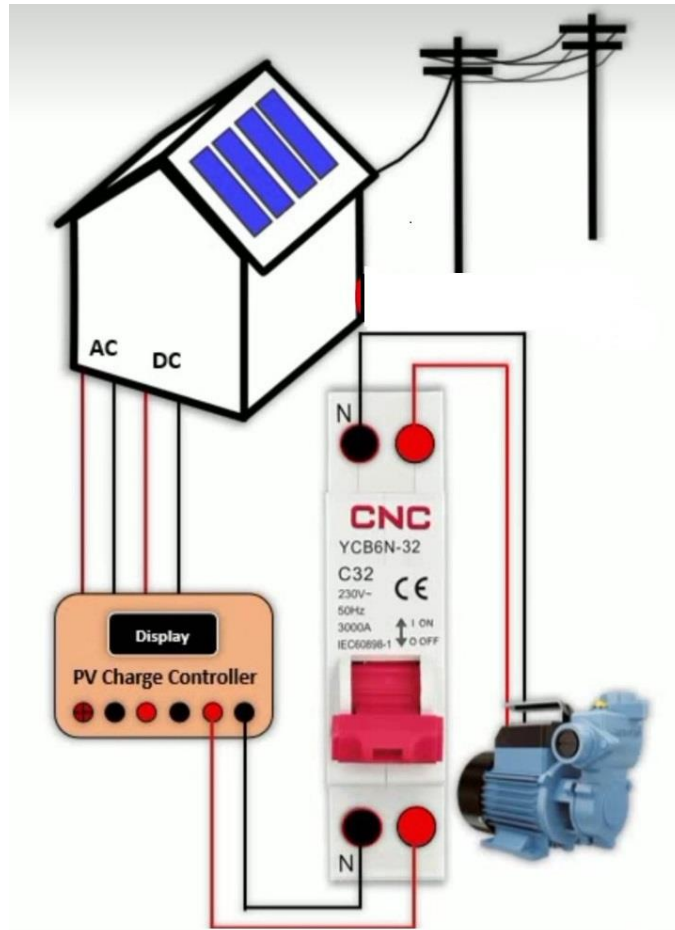


Рисунок 3.2. Живлення споживачів від Об'єднаної енергетичної системи

Традиційний спосіб живлення споживачів електричною енергією від Об'єднаної енергетичної системи полягає в живленні від електростанцій (АЕС, ТЕС, ТЕЦ), що передається по опорам ліній електропередачі. Використання додаткових систем,

зокрема альтернативної енергетики, сонячних панелей, зображено на рисунку 3.2. Там же підкреслено наявність джерел к змінного, так і постійного струму та облік електричної енергії через лічильник. Після цього відбувається підключення споживачів. В даному випадку представлено підключення насосного агрегату, обов'язково, через пристрої захисту. Такими пристроями захисту є автоматичні вимикачі. Вони використовуються з метою захисту споживачів та мережі вцілому від коротких замикань та перевантажень.

3.1. Генератори

Аналогічно до указанного принципу передачі електричної енергії, пропонується розглянути спосіб отримання електричної енергії з використанням генератора (рисунок 3.3). Слід підкреслити можливість використання такої системи як у випадку автономного постійного живлення від неї, так і у варіанті живлення по черзі – від мережі Об'єднаної енергетичної системи та від дизельного або бензинового генераторів.

В такому випадку, на рисунку 3.3 зображено структурну схему підключення резервного джерела живлення – генератора для побутового споживача, який також живиться від мережі Об'єднаної енергетичної системи. На рисунку досить чітко видно використання таких структурних елементів:

- опор ліній електропередачі;
- генератора;
- лічильника електричної енергії;
- пристроїв захисту – автоматичних вимикачів;
- пристрою автоматичного включення резерву;
- споживача (в даному випадку, - приміщення споживача, виробниче, житло, тощо).

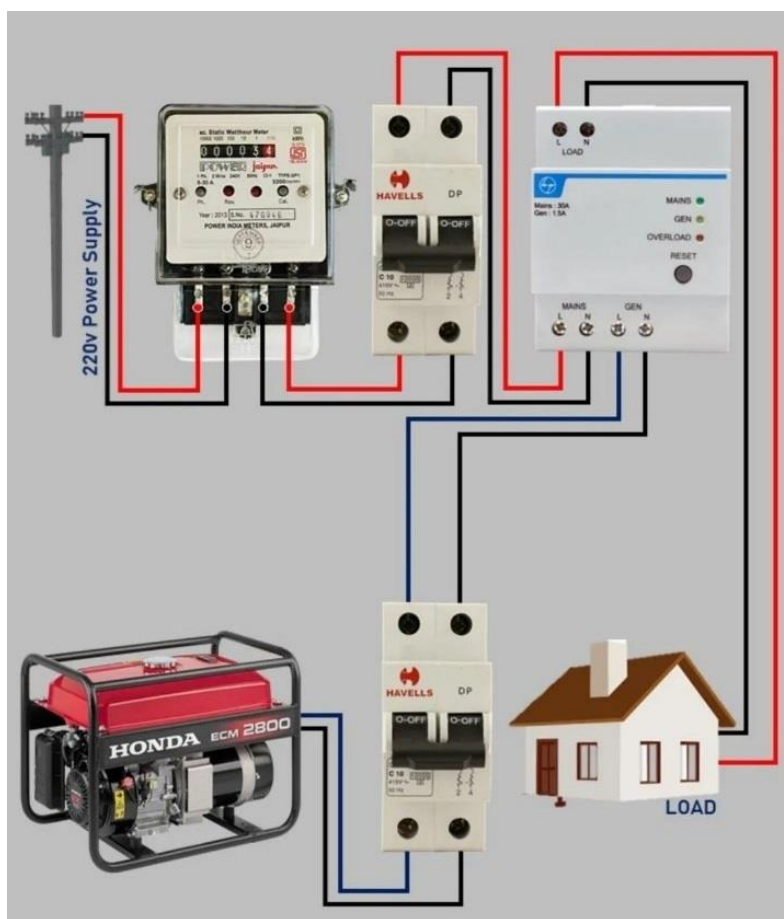


Рисунок 3.3. Схема структурна підключення генератора до споживача електричної енергії

Опорами ліній електропередачі представлено живлення споживача через Об'єднану енергетичну систему. Там указано для більш наочного представлення номінал напруги, що визначено – 220В. Отримана електрична енергії пропускається через лічильник електричної енергії, після чого наявним є елемент захисту системи та окремих споживачів електричної енергії – автоматичний вимикач. Необхідно зазначити послідовність перерахованих даних двох елементів саме з точки зору їх розташування в приміщенні споживача. Таке розташування є обґрунтованим послідовним встановленням лічильника електричної енергії ззовні приміщення і лише потім встановленого автоматичного вимикача всередині приміщення в електричному щиту.

З іншого боку, представлений в ролі резервного джерела живлення генератор також під'єднано до пристрою захисту – автоматичного вимикача.

Після автоматичних вимикачів, що використовуються окремо для кожного з джерел живлення підключення відбувається до пристрою автоматичного включення резерву або ручного пристрою для перемикання обраної системи живлення споживачем. Представлена модель функціонування резервного джерела живлення є досить простою. Проте, необхідно підкреслити, переваги автоматизованого способу вибору джерела електричної енергії. Мова іде про автоматичне включення резерву. У випадку ручного керування споживачу необхідно виконати ряд дій:

- відключення живлячих провідників попередньо працюючої мережі живлення;
- підключення живлячих провідників бажаної системи живлення.

Досить часто це відбувається перемиканням пакетного перемикача або використанням перемикача навантаження. Якщо говорити про найбільш простий спосіб, то є можливість введення двох окремих розеток джерел живлення та вмикання споживачів електричної енергії по вибору людини в ручному режимі.

Останній зі способів перемикання є найбільш простим з точки зору набору структурних елементів, однак не є практичним в порівнянні з використанням перемикача навантаження або пакетного перемикача.

Проте, слід наголосити, що автоматизоване перемикання є найбільш ефективним та зручним у використанні способом вибору системи живлення для споживачів електричної енергії різних класів та призначення.

3.2. Акумуляторні батареї

Такий вид джерел живлення з його перевагами описано на початку розділу 3 даної роботи. Необхідним є виокремлення основних параметрів роботи такої системи живлення. Найбільшої уваги слід приділити вибору інверторів для перетворення електричної енергії постійного струму 12В або 24В в електричну енергію змінного струму 220В. Також, важливим параметром є визначення варіантів підключення

акумуляторних батарей між собою. Мова іде про можливість підключення акумуляторів:

- паралельно;
- послідовно;
- за змішаним способом.

Основний закон по отриманим параметрам системи при паралельному підключенню акумуляторів є можливість представити за виразами (3.1) та (3.2):

$$U_{\text{заг}} = U_1 = U_2 = U_3 \dots = U_n, \quad (3.1)$$

де: $U_{\text{заг}}$ – загальна напруга, В;

U_1, U_2, U_3, U_n – напруга окремих акумуляторних батарей.

$$I_{\text{заг}} = I_1 + I_2 + I_3 \dots + I_n, \quad (3.2)$$

де: $I_{\text{заг}}$ – загальна напруга, В;

I_1, I_2, I_3, I_n – напруга окремих акумуляторних батарей.

Аналогічно до виразів (3.1) та (3.2) необхідно представити закономірність отриманих показників напруги на струму при послідовному підключенні акумуляторів в виразах (3.3) та (3.4):

$$U_{\text{заг}} = U_1 + U_2 + U_3 \dots + U_n, \quad (3.3)$$

$$I_{\text{заг}} = I_1 = I_2 = I_3 \dots = I_n, \quad (3.4)$$

Для порівняно великого за потужністю споживача електричної енергії підключення акумуляторних батарей відбувається за змішаним способом. Тобто,

живлення інвертора відбувається по напрузі 24В постійного струму – підключенням акумуляторних батарей послідовно. З метою отримання і більшої ємності отриманої акумуляторної батареї реалізується підключення кількох акумуляторів паралельно. В такий спосіб, дві окремі групи акумуляторів, підключених паралельно, з'єднуються в одну підключенням послідовно.

Отримані значення напруги та струму є по-своєму ефективними з точки зору або вихідної напруги, або вихідного струму. Як показує практика, найбільш широкого використання набуває підключення батарей змішаним способом. Порівняно висока напруга 24В підсилена ємнісними показниками, що утворюються окремими група акумуляторних батарей, з'єднаних паралельно.

Нижче, на рисунку 3.4, зображено приклад послідовного підключення трьох акумуляторних батарей з напругою 12В постійного струму кожна. В такий спосіб, отримання живлення інвертора відбувається з урахуванням отриманої напруги на вході – 36В постійного струму.

Ефективність функціонування батарей є досить обґрунтованою з точки зору широкого спектру їх підключення з огляду на отримуваний номінал напруги на виході з системи і, відповідно, - на вході до інвертора. До речі, цілком реальним, але не настільки практичним є підключення акумуляторів послідовно до напруги 220В постійного струму. Згодом, отриману напругу є можливість видозмінити в напругу змінного струму. Проте, з такою метою необхідним є використання одразу 20 акумуляторних батарей по 12В кожна. Тому, такий варіант не є практичним, однак, - цілком реальним.

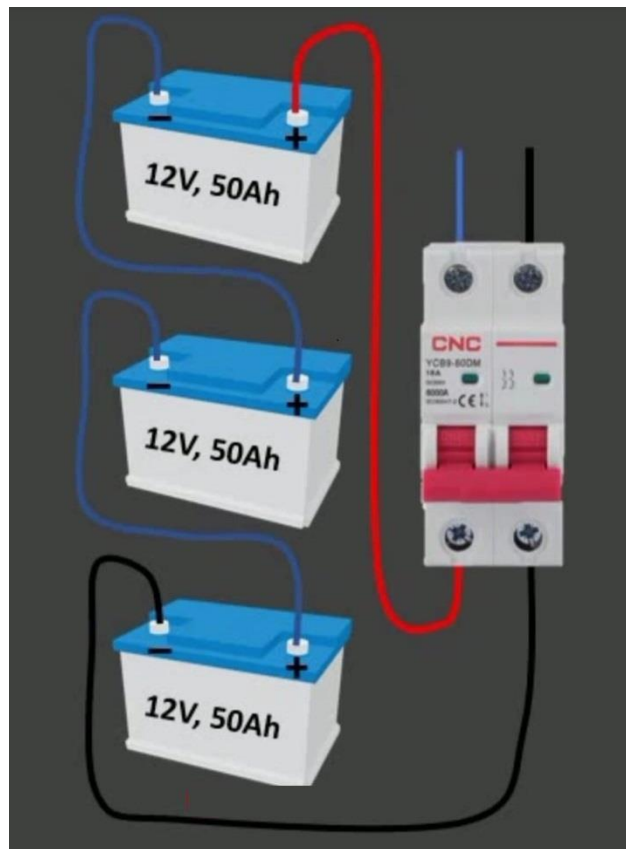


Рисунок 3.4. Послідовне підключення акумуляторів під напругу 36В постійного струму

Отриманий варіант підключення акумуляторних батарей, як резервного джерела живлення, є можливість розглянути на рисунку 3.5. На рисунку досить чітко видно використання системи живлення від мережі Об'єднаної енергетичної системи. Також, як представника резервного живлення, використано акумуляторну батарею з інвертором. Така система дає можливість живлення споживача за вибором:

- традиційно від мережі Об'єднаної енергетичної системи – 220В змінного струму;
- від акумуляторної батареї 12/24В постійного струму з подальшим перетворенням електричної енергії інвертором в 220В змінного струму.

Можливість автоматичного перемикавання джерел живлення також реалізується використанням АВР, пакетних перемикачів або перемикачів навантаження.

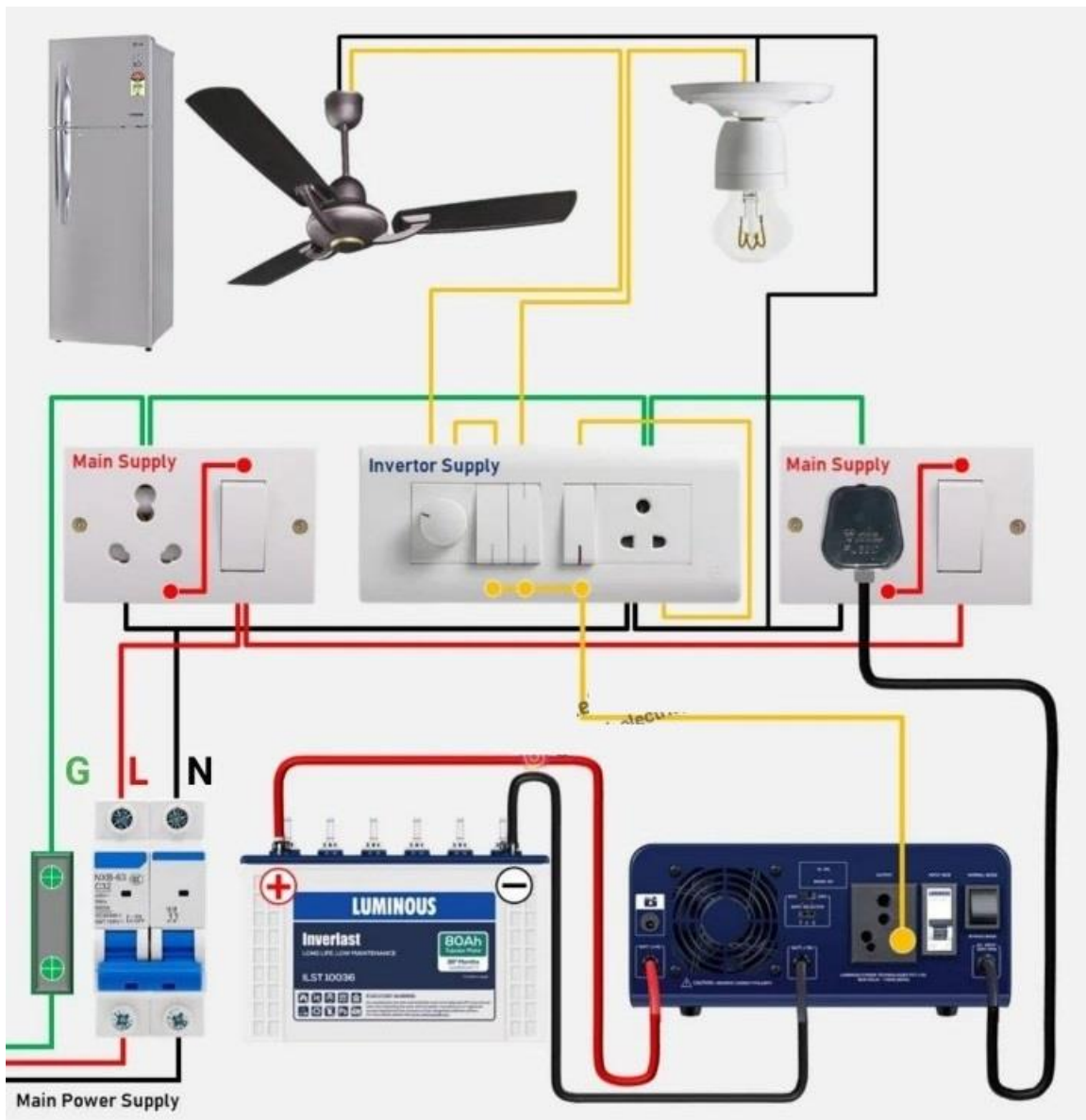


Рисунок 3.5. Підключення акумулятора як джерела резервного живлення споживачів

3.3. Сонячні панелі

Сонячні панелі є основним з представників джерел альтернативної енергетики. Пов'язано це з використанням їх для клімату, де значне місце посідає сонячне випромінювання. Якщо порівнювати із вітровою енергетикою, то дані області визначаються як області з низькою швидкістю вітрів. Тому, використання генераторів, навіть тихохідних, ставиться під сумнів.

Сонячні панелі є досить розповсюдженими серед споживачів. І це стосується панелей різних номіналів потужності, напруги тощо. Для прикладу, з метою заряджання телефонів та ноутбуків значна частина споживачів використовує мобільні сонячні панелі з напругою 12В постійного струму з подальшим її перетворенням в 220В змінного струму інвертором. Або, за більш простішого варіанту, є можливість використання міні сонячних панелей з USB виводами для підключення мобільних пристроїв.



Рисунок 3.6. Варіанти використання сонячних панелей

Підключення сонячних панелей, як представників джерел резервного живлення, відбувається за побідним способом, описаним з підключенням генераторів. Однак, варто відзначити, що функціонування сонячних панелей відбувається з використанням у своєму складі акумуляторних батарей. Внаслідок цього, вибір напруги та ємності акумулятора є важливим питанням, яке відповідно пов'язано з кількістю набраних в системі сонячних панелей, з'єднаних паралельно, послідовно бо за змішаним способом. Під номінал напруги сонячної панелі є можливість встановлення акумулятора або відповідного по номіналу інвертора.

Важливим аспектом в функціонуванні сонячних панелей є можливість ними безперебійного живлення споживачів. Тому, з точки зору наочного прикладу, доцільним є розрахунок можливості роботи сонячної панелі конкретних потужності та напруги.

Для параметрів системи обираємо:

- потужність панелі 100 Вт;
- напруга панелі 12 В;
- струм заряду 5,5 А;
- ємність акумулятора 60 А/год;
- напруга акумулятора 12 В;
- напруга інвертора 12/200В;
- потужність інвертора 500 Вт.

Отримувана потужність з акумулятора $P_{\text{заг}}$:

$$P_{\text{заг}} = U_{\text{АКБ}} \cdot E_{\text{АКБ}}, \text{ Вт}, \quad (3.5)$$

де: $U_{\text{АКБ}}$ – напруга акумулятора, В;

$E_{\text{АКБ}}$ – ємність акумулятора, А/год.

$$P_{\text{заг}} = 12 \cdot 60 = 720 \text{ Вт}$$

З метою належного обґрунтування параметрів необхідно підкреслити, що глибокий розряд акумуляторної батареї не є допустимим. Тому, залишок має складати 30%, що означає можливість використання заряду акумулятора за показником потужності 504 Вт. І це вважається критичним випадком, а найбільш раціональним як з точки зору використання енергії, так і з точки зору збереження акумулятора, є використання його половини ресурсу, тобто 50% потужності. В даному випадку, - 360 Вт.

За умови літнього часу та максимальної концентрації сонячного світла сонячної панелі 100 Вт цілком достатньо для заряду АКБ ємністю 60 А/год. Це підкреслено за умови використання його ресурсу не більше, ніж на 50%.

Отриманий показник заряду АКБ $I_{\text{зар}}$ сонячною панеллю:

$$I_{\text{зар}} = I_{\text{п}} \cdot t_{\text{заряду}}, \text{ А}, \quad (3.6)$$

де: $I_{\text{п}}$ – струм заряду панелі, А;

$t_{\text{заряду}}$ – час, год.

$$I_{\text{зар}} = 5,5 \cdot 7 = 38,5 \text{ А}$$

Для прикладу, заряду акумуляторної батареї, яку, як було підкреслено, можна розряджати на 50%, вистачить на таких споживачів (обрано для прикладу):

- мобільний телефон iPhone 15 – 30 Вт (найпотужніший варіант зарядного пристрою та АКБ);
- лампи світлодіодні Philips EcoHome 15 Вт А60;
- Холодильник Samsung RB33J3000SA/UA – 280 Вт/год.

За умови заряду телефону 1 години за добу показник витрати електричної енергії на нього складе 30 Вт. Аналогічним чином, робота світлодіодних ламп у

кількості 2 одиниць протягом 5 годин за добу складатиме витрати 150 Вт. Як бачимо з указаної статистики, двох перерахованих структурних елементів обладнання вистачить до розряду АКБ на 50% із запасом в 2 рази, що дасть змогу підключення додаткових пристроїв з потужністю ще на 180 Вт.

Якщо розглядати роботу холодильника, то можна вважати, що 50% розряду акумулятора 60 А/год вистачить на 1 годину, 17 хвилин роботи холодильника.

Приведені статистичні дані стосуються порівняно невеликої сонячної панелі, відносно дешевої для споживача, з потужністю 100 Вт, що може бути використано в домашніх умовах для окремих видів задоволення потреб споживачів.

Підключення панелей, як було указано вище, відбувається аналогічно до підключення генератора, а також набору елементів АКБ, що підключаються як послідовно, так і паралельно та змішано.

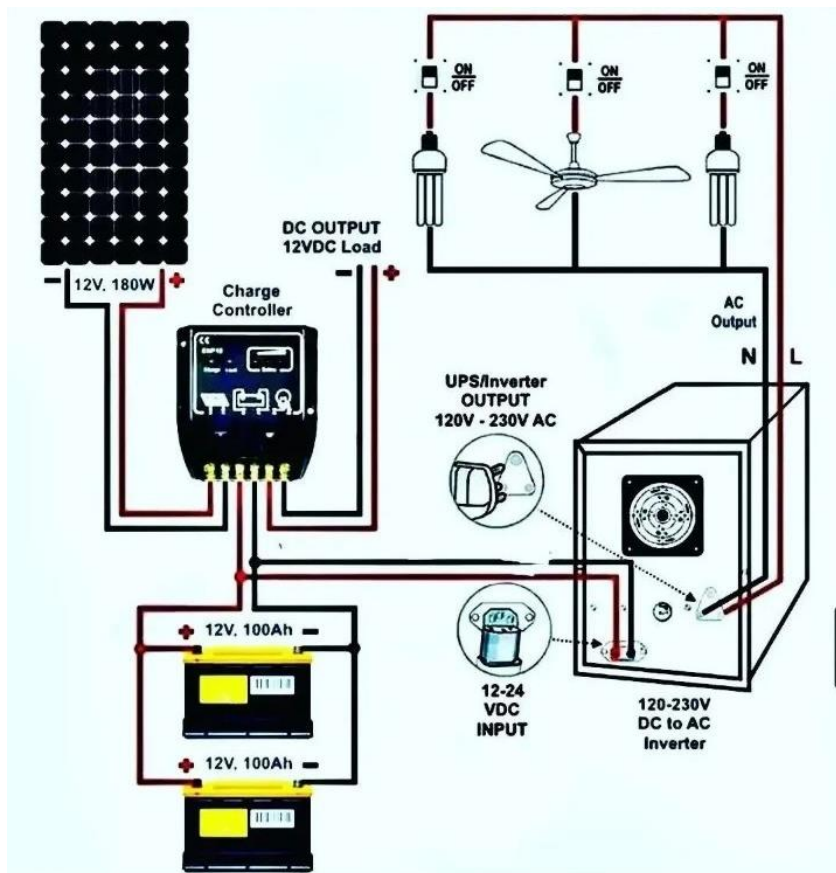


Рисунок 3.7. Підключення різних споживачів до мережі сонячних панелей

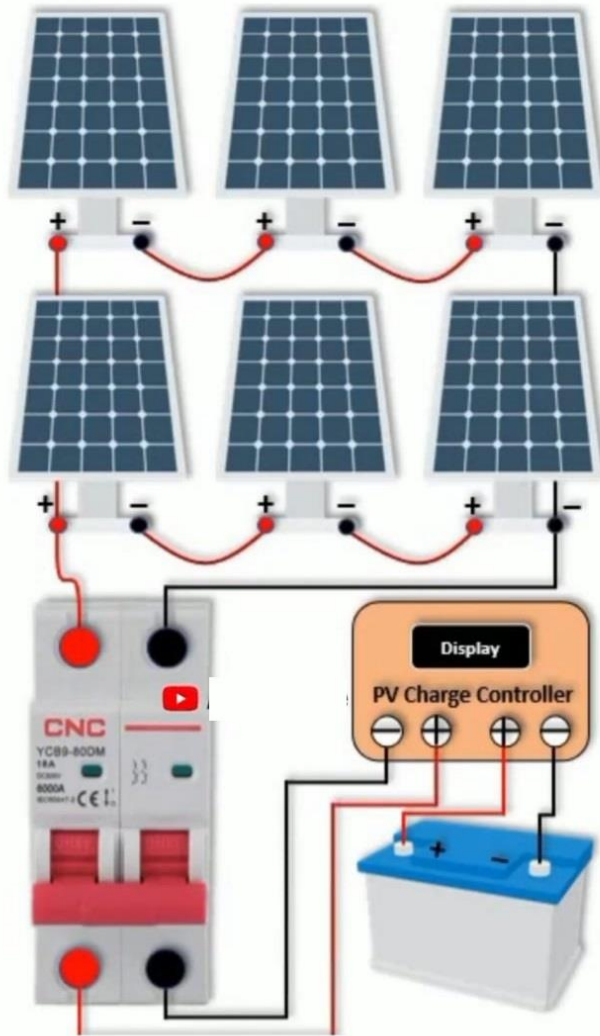


Рисунок 3.8. Змішане з'єднання АКБ сонячних панелей

Отже, доцільність використання резервних джерел живлення є обґрунтованою. Принцип їх підключення залишається порівняно схожим один до одного, однак усі перераховані способи підключення мають свої недоліки та переваги. Загалом, можна зробити висновки щодо ефективності функціонування указаних систем живлення, виходячи з діаграми їх розповсюженості, зображеної на рисунку 3.1. Варто підкреслити, що на сьогодні генератори, які в даній діаграмі посідають ключове місце, є найбільш простими у використанні та доступними для сучасного споживача.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Специфіка виконання робіт з резервними системами живлення залишається незмінною, проводячи паралелі з основною системою електропостачання. В даній роботі розглядається функціонування резервних систем живлення для споживачів. До таких систем відносяться:

- генератори;
- акумуляторні батареї;
- сонячні панелі;
- вітроенергетичні установки;
- когенераційні установки;
- біогазові установки;
- водяні установки;
- інші.

Обґрунтовано, що вихідною напругою для споживача залишається незмінна напруга, як і в основній системі живлення – 220В. тому, доцільним є аналіз того, наскільки згубно може впливати резервне джерело живлення на споживача та можливі дії для зменшення такого прояву.

До факторів негативного впливу відносимо:

- ураження електричним струмом;
- обертові механізми або їх структурні елементи;
- устаткування порівняно великої маси або розмірів;
- гострі та тверді поверхні устаткування;
- контактування з їдкими речовинами;
- комплекс негативних факторів при монтажі та пусконаладжувальних роботах.

З метою зменшення такого впливу доцільним є дотримання, перш за все, правил техніки безпеки. Слід підкреслити, що це свідоме відповідальне ставлення кожної

людини. З цим пов'язано установку систем резервного живлення саме в домашніх умовах, де відповідальним за свою безпеку є саме споживач, а інструктажів та курсів підвищення кваліфікації, як це здійснює заступник директора з безпеки на підприємстві, виконувати вдома нікому. Тому, слід підкреслити, що експлуатація систем резервного живлення в домашніх умовах з точки зору правил техніки безпеки покладається виключно на споживача.

З метою зменшення негативного впливу на людину доцільними є такі заходи в домашніх умовах:

- відповідальне ставлення до усіх наявних документів, зокрема інформаційних, де досить часто відображено інформацію щодо безпеки праці та безпечної експлуатації указаної установки;

- використання засобів захисту в електричній мережі, зокрема у власних щитах – диференційних автоматичних вимикачів та пристроїв захисного відключення, що реагують на витоки струму;

- виконання усіх робіт в системі лише удвох, як цього вимагають діючі Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів;

- роботи мають здійснюватися лише кваліфікованим персоналом або тим, хто має на це допуск.

Таким чином, в даній роботі визначено, що безпека побутового споживача покладається виключно на нього та його відповідальне ставлення до системи електропостачання.

РОЗДІЛ 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ ТА ПОКАЗНИКИ ПРОЕКТУ

З метою введення в експлуатацію джерела резервного живлення, зокрема, сонячної панелі на 50 Вт, доцільним є розрахунок витрат на таку систему.

Розрахунок затрат для впровадження системи джерела резервного живлення здійснимо за такою схемою:

Структура капіталовкладень K ділиться на три основні елементи:

$$K = K_{об} + K_{бмр} + K_{ін}, \quad (5.1)$$

де: $K_{об}$ – капіталовкладення на придбання устаткування;

$K_{бмр}$ – капіталовкладення на виконання будівельно-монтажних робіт;

$K_{ін}$ – капіталовкладення на інші види робіт, що не передбачені в $K_{об}$ та $K_{бмр}$.

Розглянемо більш детально кожен із даних складових по певному переліку позицій.

Витрати $K_{об}$ включають вартість:

- обладнання, яке потребуватиме монтажні роботи (попередні складання, встановлення й налагоджень);
- обладнання, яким не передбачено монтаж;
- необхідні КВП та інструмент.

Знаходимо капіталовкладення:

$$K_{об} = \sum n, \text{ грн} \quad (5.2)$$

$$K_{об} = 1476 + 1932 + 3569 = 6977 \text{ грн}$$

Капіталовкладення для виконання будівельно-монтажних робіт $K_{\text{бмр}}$ включають:

- витрати в будівництво нових, розширення, реконструкції й технічного переозброєння постійної і тимчасової будівель та споруд;
- монтаж конструкцій і обладнання;
- спорудження інфраструктури та комунікацій.

$$K_{\text{бмр}} = \frac{K_{\text{об}}}{3}, \text{ грн} \quad (5.3)$$

$$K_{\text{бмр}} = \frac{6977}{3} = 2326 \text{ грн}$$

Інші витрати $K_{\text{ін}}$ включають вартість:

- проведення науково-дослідної роботи;
- виконання проектно-вишукувальної роботи;
- здійснення технічного та авторського контролю за будівництвом;
- підготовку персоналу об'єкту будівництва.

$$K_{\text{ін}} = \frac{K_{\text{об}}}{7} \cdot 100, \text{ грн} \quad (5.4)$$

$$K_{\text{ін}} = \frac{6977}{7} \cdot 100 = 997 \text{ грн}$$

Знаходимо загальну суму капіталовкладень:

$$K = 6977 + 2326 + 977 = 10300 \text{ грн}$$



Код: 8427

Axioma Energy AX-50M - 50Вт монокристаллическая

1476 грн

• НЕТ В НАЛИЧИИ

Оставить заявку



Основные характеристики

Производитель:	Axioma
Напряжение при максимальной мощности, В	17.9
Напряжение холостого хода, В	22.10
Мощность, Вт	50
Ток короткого замыкания, А	3.11
Ток при максимальной мощности, А	2.8
Тип панели	Монокристаллическая



Поиск товара в магазинах



+38 (063) 681-50-90

info@preobrazovatel12-220.com.ua



Каталог товаров

Информация про доставку та оплату

Про перетворювачі 12-220В

Перетворювач 12-220 > Перетворювач 12-220В > Пожність 2000 Вт

Перетворювач 12 220в UKC2000W LCD з екраном



Топ
Популярний

Перетворювач 12-220В Пожність... Перетворювач 12-220В Пожність...

В наявності

Відгуків: 0

Модель: 2000w

1 932.00 грн.



1

До кошика

В 1 клік



Скорочений опис

Перетворювач 12-220 2000w з дисплеєм показує вхідні і вихідні



Volt Polska

Артикул: 6AKUV045AG

Акумулятор Volt Polska AGM OPTI 12V 45 Ah VRLA

цена 3569 грн

под заказ

Купити

Нашли дешевле?

За последние 7 дней товар купили 4 человека



Мы являемся официальным дилером продукции Volt Polska в Украине

Оплата

Доставка



Рисунок 5.1. Вартість устаткування в офіційних сайтах електрообладнання

ВИСНОВКИ

В даній роботі розглянуто актуальне питання щодо використання резервних систем живлення для споживачів електричної енергії. Внаслідок частих відключень світла, що є наслідком прояву різних процесів, використання резервних систем живлення має місце уже для 70% населення держави. Порівнюючи зі статистикою до повномасштабного вторгнення, такий показник складав 10-15%.

В першому та другому розділах з використанням сучасних закордонних публікацій проаналізовано та підтверджено необхідність використання резервних джерел живлення. Стосується це не лише з точки зору погляду побутового споживача, а і на державному рівні.

Третім розділом даної роботи обґрунтовано переваги та недоліки основних представників джерел резервного живлення. Кожен з них обґрунтовано з точки зору правильності виконання підключення при функціонуванні поряд з основною мережею. Перераховано характерні для кожного з джерела специфічні дані, зокрема способи підключення носіїв, їх параметри та обґрунтування.

В результаті, є можливість стверджувати щодо порівняно високого рівня розвитку джерел резервного живлення. Причин цьому є досить багато, але мета залишається однією – підтримання безперебійності системи електропостачання споживача з метою задоволення власних потреб та комфортного функціонування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Hashemi, M. (2022). How would residential electricity consumers respond to reductions in power outages? *Energy for Sustainable Development*. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2022.05.004>
2. Jamil, F., & Islam, T.U. (2023). Outage-induced power backup choice in Pakistan. *Utilities Policy*. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2023.101589>
3. Yong, P., Yang, Z., Jiang, H., Zhang, N., & Kang, C. (2024). Scheduling IDC-based virtual power plants considering backup power. *Electric Power Systems Research*. <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2024.110673>
4. Cordiner, S., Pagliarini, F., Prencipe, M., & Romanelli, F. (2006). Analysis of Different Configurations of Hybrid Fuel Cells System With Supercapacitors and Battery for Small Stationary Applications. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-96022-9.00163-8>
5. Віктор Малишев, Андрій Поліщук, Ангеліна Габ, Дмитро Шахнін. Книга Альтернативна енергетика. Конспект лекцій. 2020 р., Університет "Україна"
6. Zhang, B., Chen, H., Liu, K., & He, W. (2023). Estimating the environmental impacts of backup generation after power outages: a case study of China. *Energy and Climate Change*. <https://doi.org/10.1016/j.egycc.2023.100114>
7. Gorman, W., Barbose, G., Miller, C., White, P., Carvallo, J.P., & Baik, S. (2024). Evaluating the potential for solar-plus-storage backup power in the United States as homes integrate efficient, flexible, and electrified energy technologies. *Energy*. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2024.132180>
8. ДСТУ ISO/IEC 13273-2:2017 Енергоефективність і поновлювані джерела енергії. Загальна міжнародна термінологія. Частина 2. Поновлювані джерела енергії (ISO/IEC 13273-2:2015, IDT)

9. Hann, V. (2020). Transition to decentralised electricity storage: The complexities of consumer decision-making and cost-benefit analyses. *Energy Policy*, 147, 111824. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111824>
10. Qiu, Y.(., Bo, X., Patwardhan, A., Hultman, N.E., & Zhang, H. (2022). Heterogeneous changes in electricity consumption patterns of residential distributed solar consumers due to battery storage adoption. *iScience*, 25. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2022.104352>
11. Aboshosha, A. (2024). Automation network computer aided design of hybrid electrical energy backup system for nuclear microgrids. *International Journal of Hydrogen Energy*. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2024.09.458>
12. Gao, X., Liu, W., Fu, M., Zhang, S.F., Zhang, S., & Huang, S. (2021). Strategy decision game approach of the combination generation system of wind and thermal power participating in the direct power purchase transaction of large consumer. *Electric Power Systems Research*, 200, 107463. <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2021.107463>
13. Szakonyi, D., & Urpelainen, J. (2013). Electricity sector reform and generators as a source of backup power: The case of India. *Energy for Sustainable Development*, 17, 477-481. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2013.05.006>
14. LaCommare, K.H., & Eto, J.H. (2006). Cost of Power Interruptions to Electricity Consumers in the United States (U.S.). Lawrence Berkeley National Laboratory. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2006.02.008>
15. Sanni, S.O., Oricha, J.Y., Oyewole, T.O., & Bawonda, F.I. (2021). Analysis of backup power supply for unreliable grid using hybrid solar PV/diesel/biogas system. *Energy*. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.120506>
16. Ritchie, M.J., Engelbrecht, J., & Booyesen, M.J. (2024). Loadshedding-induced transients due to battery backup systems and electric water heaters. *Applied Energy*. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2024.123421>

17. Hwang, S., Tongsopit, S., & Kittner, N. (2023). Transitioning from diesel backup generators to PV-plus-storage microgrids in California public buildings. *Sustainable Production and Consumption*. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.04.001>
18. Inderberg, T.H., Palm, J., & Matthiasen, E.H. (2024). Flexible electricity consumption policies in Norway and Sweden: Implications for energy justice. *Energy Research & Social Science*. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2024.103466>
19. Михайло Олійник, Владислав Лисяк, Олександра Дудурич. (2020) Енергоощадність та альтернативні джерела енергії. Львівська політехніка
20. ДСТУ 7498:2014 Геотермальна енергетика. Терміни та визначення понять
21. Закон України від 5 квітня 2005 року № 2509-IV. «Про комбіноване виробництво теплової й електричної енергії (когенерацію) та використання скидного енергопотенціалу».
22. Постанова Кабінету Міністрів України від 19 лютого 2009 р. №126. «Про особливості приєднання до електричних мереж об'єктів електроенергетики, що виробляють електричну енергію з використанням альтернативних джерел».
23. ДСТУ 4051-2001 (від 01.04.2002). Вітроенергетика. Станції електричні вітрові. Загальні технічні вимоги. Узагальнює вимоги до розробки проектів ВЕС.