

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії

(назва факультету)

Кафедра електричної інженерії

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: **Забезпечення безперебійного електропостачання житлових та малих промислових споживачів у період блекаутів**

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи ЕТ-41
спеціальності 141

Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

Завацький Н.В

(прізвище та ініціали)

Керівник

Сисак І.М

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Коваль В.П

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

Коваль В.П

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Левицкий В.В

(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2025

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра Електричної інженерії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Коваль В.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

«__» _____ 2025 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

студенту Завацький Назарій Володимирович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Забезпечення безперебійного електропостачання житлових та малих промислових споживачів у період блекаутів

Керівник роботи Сисак Іван Михайлович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «24» січня 2025 року № 4/7-52

2. Термін подання студентом завершеної роботи червень 2025 року

3. Вихідні дані до роботи Потужність і ємність зарядних станцій.
Їх моделі.

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

1. Аналітичний розділ
2. Проектно-конструкторський розділ
3. Розрахунковий розділ
4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Презентація
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності та основи охорони праці	Гурик О.Я., к.т.н., доцент кафедри МТ		
Нормоконтроль	Коваль В.П., к.т.н., завідувач кафедри ЕІ		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	15.03.2025	
2	Аналітичний розділ	28.03.2025	
3	Проектно-конструкторський розділ	31.04.2025	
4	Розрахунковий розділ	30.05.2025	
5	Безпека життєдіяльності та основи охорони праці	01.06.2025	
6	Загальні висновки	03.06.2025	
7	Оформлення пояснювальної записки	05.06.2025	
8	Оформлення графічної частини	06.06.2025	

Студент

(підпис)

Завацький Н.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Сисак І.М.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії. Кафедра електричної інженерії, група ЕТ–41. - Т. : ТНТУ, 2025.

Стор. 67; рис. 23; табл. 2; джерел 34; додатків 0.

Робота бакалавра виконана згідно завдання на тему: «Забезпечення безперебійного електропостачання житлових та малих промислових споживачів у період блекаутів».

Метою кваліфікаційної роботи є забезпечити безперебійне електропостачання житлових та малих промислових споживачів у період блекаутів.

Розглянуто, що таке зарядна станція і наведено особливості, які відрізняють їх від павербанків. Досліджено як використовуються зарядні станції, розглянуто їх два типи: портативні та стаціонарні. Наведено ряд переваг. Запропоновано підбирати зарядні станції по ємності та потужності. Розглянуто типи АКБ, що використовуються в станціях. Наведено ряд додаткових функцій, які забезпечать комфортне використання зарядних станцій. Досліджено дві лінійки зарядних станцій. Для порівняння усіх моделей даних лінійок сформовано таблицю, аби підібрати ту станцію, яка необхідна. Підібрано перехідники для китайської версії EcoFlow. Досліджено дійсну ємність зарядних станцій. Досліджено час зарядки зарядних станцій. Досліджено час роботи портативних зарядних станцій при різних навантаженнях. Побудовано таблицю та порівняльні графіки для обидвох лінійок станцій при підключенні різних споживачів, що часто використовуються в побуті. Зображено наглядну схему живлення квартири або приватного будинку від зарядної станції.

Ключові слова: зарядна станція, блекаут, ємність, потужність, перехідник, час зарядки, час роботи, живлення.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	9
1.1 Руйнівні атаки на енергосистему.....	9
1.2 Додаток “е-Тернопіль”.....	10
1.3 Додаток “Укренерго”.....	11
1.4 Методи забезпечення безперебійного живлення.....	13
1.4.1 Інвертор в парі з акумулятором.....	14
1.4.2 Генератор.....	17
1.4.3 Сонячні панелі.....	20
1.4.4 Поєднання декількох систем.....	24
1.4.5 Джерело безперебійного живлення.....	28
1.4.6 Вітрогенератор.....	30
1.4.7 Зарядні станції.....	34
1.5 Постановка задач.....	36
2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	37
2.1. Що таке зарядна станція.....	37
2.2 Використання, різновиди, переваги.....	37
2.3 Безпека використання.....	38
2.4 Як підібрати і що слід врахувати.....	39
2.5 АКБ зарядних станцій та їх електрохімічна схема.....	40
2.6 Додаткові опції та можливості.....	41
2.7 Моделі EcoFlow, порівняння	41
2.8 Висновки до Розділу 2.....	45
3 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ.....	46
3.1 Паспортна ємність зарядної станції.....	46
3.2 Мобільний додаток та час зарядки станції.....	48
3.3 Тривалість роботи побутових приладів від зарядної станції.....	51

3.4 Живлення квартир та приватних будинків від зарядної станції....	54
3.5 Висновки до Розділу 3.....	56
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	57
4.1 Електрична безпека.....	57
4.2 Теплова безпека.....	57
4.3 Хімічна безпека.....	58
4.4 Експлуатаційна безпека.....	58
4.5 Способи запобігання аварійним ситуаціям.....	59
4.6 Висновки та загальні рекомендації.....	60
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	62
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	64

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасне життя неможливо уявити без електроенергії — вона забезпечує не лише комфорт, а й базову безпеку людини. У реаліях нестабільної енергосистеми особливої актуальності набувають автономні джерела живлення. Після масованої атаки 26 листопада 2024 року, яка спричинила масштабні відключення електроенергії в багатьох регіонах України, питання енергетичної незалежності кожного домогосподарства постало з новою гостротою. У цих умовах зарядні станції стали не розкішшю, а практичною необхідністю.

Зарядні станції — це мобільні акумуляторні пристрої, які накопичують електроенергію та дозволяють жити побутову техніку, освітлення, зв'язок та інші прилади під час відсутності живлення в мережі. Їхня головна перевага — автономність і можливість забезпечити роботу важливих речей у критичний момент. Під час блекауту саме ці станції дозволяли людям зарядити телефони, користуватися освітленням, працювати з ноутбуком або підтримувати роботу роутера для інтернету.

Особливо це стало помітно в дні після 26 листопада 2024 року, коли в багатьох будинках не було світла від кількох годин до кількох діб. Люди опинилися в умовах, коли навіть базові речі — зарядити телефон або приготувати їжу на електроплиті — стали проблемою. Ті, хто заздалегідь придбав зарядні станції, мали змогу частково зберегти звичний ритм життя, залишатися на зв'язку з рідними, отримувати новини та координувати дії під час надзвичайної ситуації.

Найбільш критичними ситуаціями стали випадки, коли без електрики залишалися хворі, що потребували постійної роботи медичного обладнання (наприклад, кисневих концентраторів або електронних засобів моніторингу стану здоров'я). У таких обставинах зарядна станція могла бути буквально порятунком. Крім того, для сімей із малими дітьми або людей похилого віку

наявність автономного джерела енергії дозволяла уникнути стресових ситуацій і зберігати мінімальний комфорт.

Зарядні станції також зручні тим, що можуть працювати у поєднанні з альтернативними джерелами енергії — наприклад, сонячними панелями. Це дає можливість підтримувати постійний рівень заряду навіть при тривалих відключеннях. Також більшість сучасних моделей заряджаються від автомобіля, що дозволяє поповнити енергію навіть без доступу до звичайної електромережі.

Крім того, вони мають кілька виходів різного типу (USB, 220В, 12В тощо), що дозволяє одночасно живити кілька пристроїв. Це дуже зручно в побуті, особливо коли потрібно одночасно користуватися ліхтарем, заряджати телефон і живити роутер або ноутбук.

Отже, в умовах нестабільного енергозабезпечення зарядні станції відіграють ключову роль для повсякденного життя в періоди блекаутів [1]. Їх актуальність підтверджена практикою та досвідом мільйонів українців, які пережили безсвітлові ночі з 26 листопада 2024 року. Це не лише корисний пристрій, а й важливий крок до особистої енергетичної автономії.

Метою кваліфікаційної роботи є забезпечити безперебійне електропостачання житлових та малих промислових споживачів в період блекаутів.

Завдання:

1. Розглянути зарядні станції, особливості, що відрізняють їх від павербанків.
2. Дослідити використання зарядних станцій, типи та переваги.
3. Правильно підібрати зарядну станцію по ємності та потужності.
4. Розглянути типи АКБ, що використовуються в станціях.
5. Навести ряд додаткових функцій, які забезпечать комфортне використання станцій.
6. Дослідити лінійки зарядних станцій EcoFlow та їх моделі. Створити порівняльну таблицю.

7. Підібрати перехідники для китайської версії EcoFlow.

8. Дослідити дійсну ємність зарядних станцій.

9. Дослідити час зарядки зарядних станцій.

10. Дослідити час роботи зарядних станцій при різних навантаженнях.

Побудувати таблицю та порівняльні графіки.

11. Зобразити схему живлення квартири або приватного будинку від зарядної станції.

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Руйнівні атаки на енергосистему

Минулого року, а саме 26-го листопада 2024, мешканці м. Тернополя та частина області стикнулись із проблемою водо- та електропостачання. Все це сталося через атаку російськими безпілотними системами на критичну інфраструктуру нашого міста. Відбувся перший вибух біля першої години ночі. У мешканців міста та навколишніх сіл зникло електропостачання. Ще один вибух знову пролунав приблизно через сорок сім хвилин [2,3].

Не минуло й декілька днів, якщо бути більш точними то 3 грудня, агресор знову завдав удару по об'єкту енергетики міста Тернополя і деякі його райони залишились без електроенергії.

Ворог атакував енергетичну інфраструктуру, намагаючись позбавити українців електрики, опалення та водопостачання. Це вже не вперше, адже цей терор торкається мирного населення різних вікових категорій від дітей до старших людей завдаючи шкоди як фізичному так і психологічному здоров'ю. Люди не мають можливості виконати банальних речей, які задовільняють їх повсякденні потреби. Важкий період настає тоді, коли усе це відбувається в зимовий період, адже люди не в змозі обігріти домівки в яких проживають і це не тільки впливає на їх здоров'я, а й на внутрішній стан стін будівлі.

Що може викликати відключення електроенергії це не тільки наслідок атак країни-терориста, а й через нестачу потужності в період зими, яка поступає в недостатній кількості від країн-імпортерів Угорщини, Словаччини, Румунії. А все через те, що Україна припинила транзит російської нафти і опинилася в епіцентрі дипломатично-економічного напруження. Ці держави прагнуть відстояти власні економічні інтереси та гарантувати безпеку в сфері енергетики.

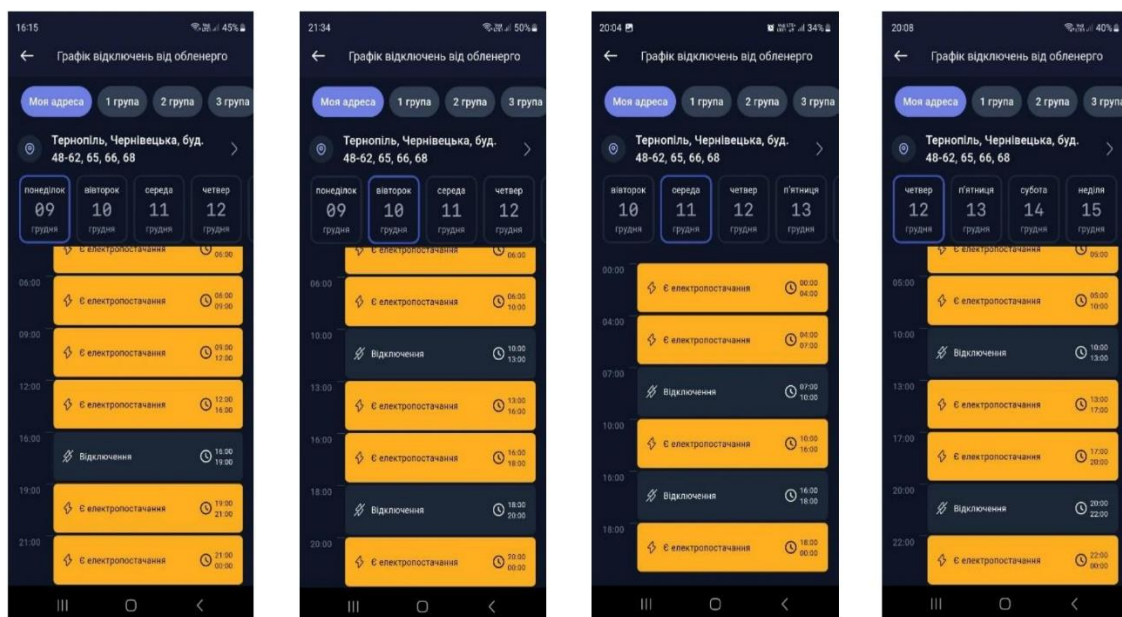
1.2 Додаток “е-Тернопіль”

У м. Тернополі з’явився додаток е-Тернопіль, який є надійним та зручним сервісом, що вирішує безліч міських потреб. Даний застосунок об’єднує всі міські послуги, щоб швидко та легко віднайти кожну з них. Завдяки йому ми може слідувати за графіками відключень електроенергії в будь-якому місці та будь-який час. У вкладці “Карти” зображено безліч жовтих міток, які розташовані на кожній вулиці і ви можете обрати одну з них згідно свого місця проживання натиснувши на неї і нажавши на кнопку “Графік відключень”. Перед вами з’явиться поле з поділом на групи відключень, ваша адреса, п’ять днів тижня, протягом яких видно коли саме будуть відключення, а також поділ на години. Це і робить використання додатку ще комфортнішим.

Згідно скрінів знятих в реальному часі з 09.12.24 по 15.12.24 за адресою м. Тернопіль, вул. Чернівецька, буд 48-62, 65, 66, 68 можемо спостерігати деяку картину. Інтерфейс представлений лише українською мовою.

Бачимо, що в середньому на день відсутнє світло 4,5 години. Відключення хаотичні, адже кожного дня електроенергію вимикають в різні години та в різній кількості як і раз на день, так і два рази. Саме тому потрібно кожен раз відслідковувати чи не відбулось ніяких змін. Про це також може інформувати сповіщення, якщо вносяться якісь непередбачувані або екстрені додаткові відключення.

У вихідні дні та в понеділок можемо спостерігати, що кількість відключень значно менше, аніж у будні дні. Це викликано тим, що підприємства, бізнес-центри чи державні установи не працюють або графік роботи проходить у скороченому режимі. Саме тому спадає споживання електроенергії і наші енергетики створюють комфорт людям у вихідні дні, а особливо під час опалювального сезону. Якщо взяти до уваги понеділок, то енергосистема тільки починає виходити на свій щоденний рівень споживання і здебільшого до обіду менше відключень.

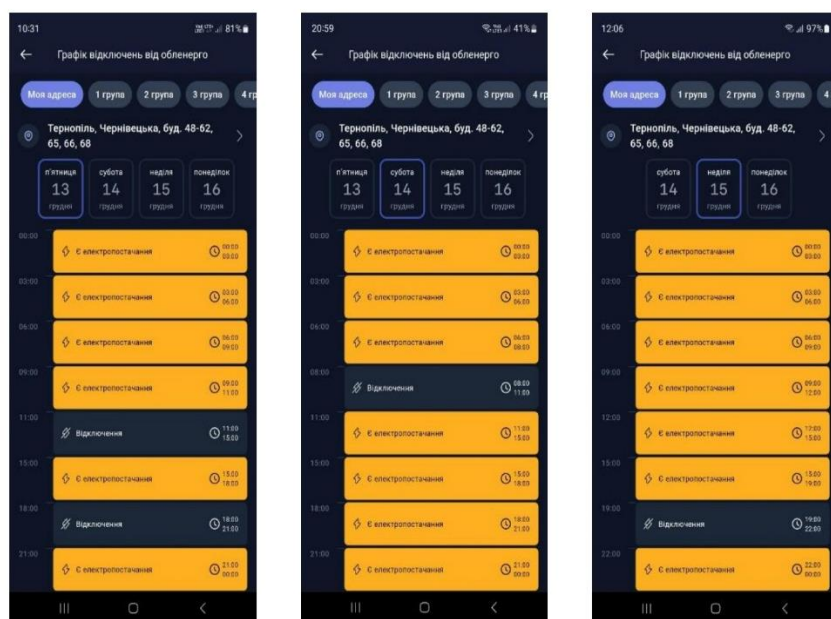


Понеділок, 9 грудня

Вівторок, 10 грудня

Середа, 11 грудня

Четвер, 12 грудня



П'ятниця, 13 грудня

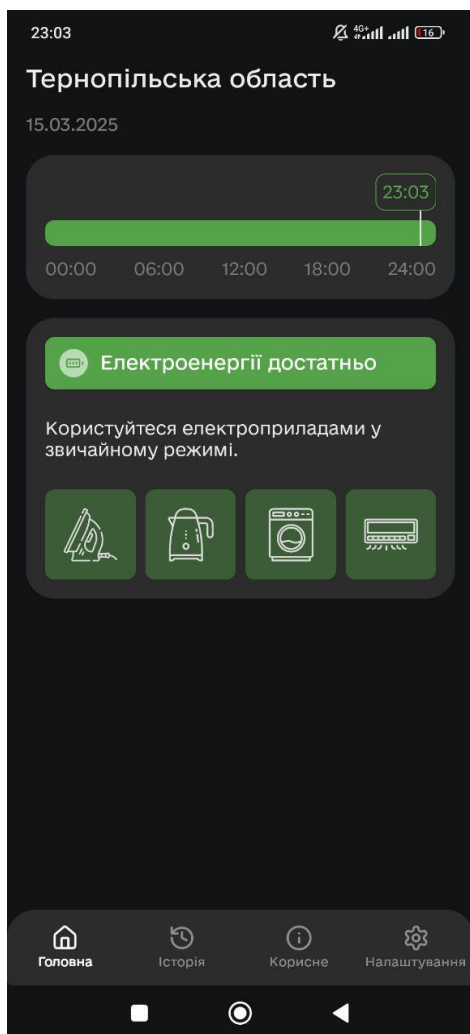
Субота, 14 грудня

Неділя, 15 грудня

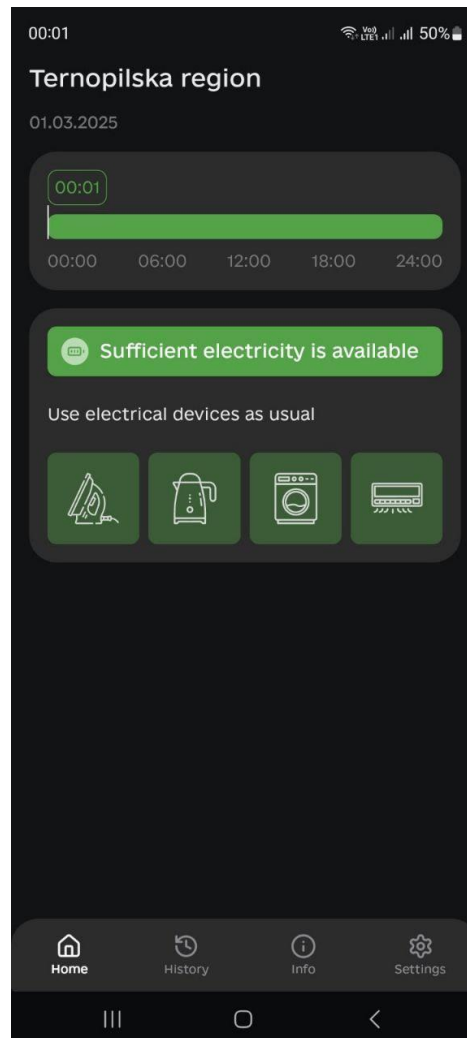
Рисунок 1.1 – Скріншоти додатку е-Тернопіль протягом одного тижня

1.3 Додаток “Укренерго”

Ще дуже важливим додатком є “Укренерго”. Розробка відбулась завдяки виділеним фінансам уряду Данії. Його інтерфейс оснащений як українською, так і англійською мовою, що можна буде побачити зі скріну.



а)



б)

Рисунок 1.2 – Скріншоти додатку “Укренерго”

а) українська версія; б) англійська версія

Додаток дуже простий у використанні, тому що він має лиш декілька функцій, але які є надзвичайно потрібними.

У вкладці “Головна” ми можемо обрати регіон, в якому можемо простежити завантаженість електромережі. У верхньому полі бачимо область, яку було вибрано та поточну дату й час. Також у стрічці, що виділена зеленим кольором показує достатній запас електроенергії на весь день, що в свою чергу і залежить від завантаженості мережі. Якщо вона світиться жовтим або помаранчевим кольором, то це свідчить про нестачу або значну нестачу відповідно. Червоний колір свідчить про застосовані аварійні відключення. Також для покращення розуміння є стрічка, в якій зображені прилади, які можна

вмикати під час тієї чи іншої ситуації в електромережі. Саме це дозволить уникнути екстрених незапланованих відключень, які навіть можуть бути не пов'язані з війною чи недостатнім транзитом від сусідніх держав.

У вкладці “Історія” зазначено дату й час, коли була недостатня, достатня кількість електроенергії або ж її повне відключення. Це свідчить про стан електромережі, що і дозволяє передбачити на майбутнє як часто і в які дні буває ця нестача.

Додатковою опцією може бути те, що ви можете скористатись обранням інших регіонів України, а зокрема сусідніх областей відносно своєї і зрозуміти, чи буде дефіцит чи ні, адже має бути рівномірний розподіл електроенергії по областях.

1.4 Методи забезпечення безперебійного живлення

Задля забезпечення безперебійного живлення побутових приладів чи дрібних промислових споживачів потрібно вжити деяких методів, які дають можливість цього досягнути. Внаслідок частих відключень це є актуальним в наш час. Кожен з методів повинен бути надійним аби не виникало форс-мажорів в процесі експлуатації. Має забезпечуватись нормальне функціонування усіх пристроїв, а також систем, необхідних в повсякденному користуванні. Підійти слід до цього питання з різних сторін, а саме: перелік усіх методів, їх недоліки та переваги та обрати найбільш раціональний і докладно його дослідити.

Ось основні методи, які можна досягнути в повсякденних або ж домашніх умовах: використання інверторів на пару з акумуляторами, генераторні установки, сонце без/з акумуляторами та із “зеленим” тарифом, поєднання декількох систем одночасно, експлуатація безперебійних джерел живлення, вітрогенератори, зарядні станції. Варто зазначити і пристрої автоматичного ввімкнення резерву, керування навантаженням. Дослідимо кожен із цих методів окремо та більш докладно.

1.4.1 Інвертор в парі з акумулятором

Розглянемо перший метод для забезпечення безперебійного живлення побутових та дрібних промислових споживачів. Це поєднання інвертора в парі з акумулятором.

Для початку розберемось що таке інвертор. Інвертором називають пристрій, що перетворює постійну напругу у змінну. Наприклад, з напруги 12В, 24 В та інших значень – у 220 В. Він може перетворювати її від сонячних панелей або акумуляторів [4-6].

Інвертор має три режими, а саме: режим Bypass, зарядки та інвертування. Коротко опишемо кожен із цих. Режим Bypass полягає у тому, що струм, який проходить через інвертор, не перетворюється, адже він йде в обхід силової частини. Режим зарядки виконує функцію заряджання акумулятора від будь-яких зовнішніх джерел живлення. А режим інвертування це якраз і є перетворення постійної напруги у змінну 220 В частотою 50 Гц.

Інвертори також поділяться на типи. Кожен із них має своє призначення та особливості. Розглянемо більш детально декілька з них. Інвертор з модифікованою формою синусоїди. Попри свою дешевизну та меншу складність він не годиться для пристроїв із високою чутливістю. Інвертор, що має чисту форму синусоїди. Забезпечує на виході якісний без спотворень змінний струм. Гібридний інвертор може комбінувати як мережевий, так і автономний режим роботи. Безпосередньо мережевий інвертор під'єднаний до основної мережі і може залишкову енергію повертати назад в систему. Автономний інвертор функціонує разом із акумуляторами.

Аби правильно обрати інвертор потрібно зазначити деякі важливі фактори. Вибір потужності залежить від того, яке буде підключене навантаження. Для певного типу навантаження потрібно врахувати тип приладів, який буде використовуватись. Слід правильно підібрати тип інвертора, а це може бути мережевий, автономний, а то й гібридний. Якщо нас цікавить якість вихідного сигналу, а це потрібно для приладів з високою чутливістю, тоді звернемо увагу

на інвертор, що має чисту форму синусоїди. Варто зазначити і додаткові функції, які може мати інвертор, а саме: можливість автоматично перемикає та захищати від перенапруг.

Неправильне поводження з інверторами може спричинити ряд пошкоджень. До прикладу, якщо увімкнути електроприлади більшої потужності, то це призведе до його поломки або перегріву. Якщо на виході з інвертора замість чистої синусоїди ми отримуємо спотворену, то це може нашкодити високочутливим пристроям. При некоректному налаштуванні чи неправильному підборі йде збільшення електричних втрат, що не є вигідно. Якщо не підключити інвертор згідно інструкції, то це може спричинити коротке замикання або наразити людину на ураження струмом. Якщо акумулятор заряджати надто високими струмами або застосовувати не за призначенням, то це скоротить його термін служби.

Отож, перевагами інверторів є те, що їх є безліч типів, аби обрати потрібний в залежності від умов експлуатації. Вони забезпечують безперебійне живлення в разі відключення основної мережі та мають високу енергоефективність через те, що подають відрегульовану потрібну нам напругу з мінімальними втратами енергії. Вони прості в обслуговуванні, їх легко встановити та є можливість роботи з різними відновлюваними джерелами енергії. Перейдемо до недоліків. Інвертори залежать від наявності джерела із постійною напругою. Вони можуть видавати звуки під великим навантаженням або коли через силову його частину проходять високі частоти. Якщо нам потрібно використовувати великогабаритний інвертор з великоємнісним акумулятором, то це призводить до незручностей у його встановленні чи транспортуванні. Для того щоб уникати перевантажень, використання потужних індукційних пристроїв, а саме: високопотужних двигунів та електронагрівачів не рекомендується. Також термін використання акумуляторів є обмеженим. При експлуатації з потужними електроприладами слід забезпечувати належне охолодження та вентиляцію, аби запобігати перегрівам. Пристрої можуть вийти

з ладу, якщо на виході буде спотворений сигнал, тому такі більш якісні інвертори змінної напруги не є дешевими.

Для того щоб система функціонувала, потрібно правильно обрати акумулятор. Існують різні типи і деякі з них зараз розглянемо. Літій-іонні акумулятори відрізняються своєю великою енергоємністю, їх зарядка є швидкою, легкі та мають тривалий термін служби. Проте є чутливими до перенапруг, більш вищих температур, на них погано впливає перезаряд і надто великий розряд та є найдорожчими. Свинцево-кислотні акумулятори надійні, всюди поширені та не є дорогими. Все ж мають ряд недоліків, а саме: вони є громісткими, багато важать, потребують частого обслуговування. AGM акумулятори вирізняються своєю компактністю, не бояться ударів і їх не потрібно дуже часто обслуговувати. Звичайно є й недоліки, адже не є витривалими щодо високих температур і є дорожчими, аніж свинцево-кислотні. Гелеві акумулятори зарекомендували себе як ті, що мають тривалий термін служби, їм не потрібне обслуговування та є стійкими до глибоких розрядів. Серед недоліків знову ж таки, що їх ціна більша за свинцево-кислотні і вони є чутливими до змін температур. Також їх спільною великою проблемою є досить довгий процес зарядки. Відповідно під час частих або постійних відключень вони заряджаються неповністю, а швидка зарядка, що відбувається за рахунок великих струмів, надзвичайно шкодить їм, вкорочує термін служби.

Варто зазначити ряд показників, які слід врахувати при виборі акумулятора до інвертора. Перш за все це ємність. Якщо наш електроприлад споживає 100 Вт, а ємність акумулятора 60 А·год, напруга 12 В, то перемноживши ці значення і поділивши на споживання отримаємо 7,2 години роботи акумулятора (не враховуючи втрати, саморозряд та можливість до глибокого розряду). Також потрібно аби напруги акумулятора та інвертора співпадали, адже якщо інвертор розрахований строго лиш на 12 В, то потрібен саме такий акумулятор, якщо на 24 В, то підібрати точно такий же або підключити два послідовно. Варто врахувати термін служби, тобто обрати такий, щоби мав більше циклів заряд-розряд. В залежності від умов використання обрати такий, що буде стійкий до

різких змін температур. Слід зазначити вартість, адже не в кожного є можливість придбати більш дорожчий варіант.

В залежності від потреб можна обрати ті чи інші типи акумуляторів. В умовах постійних відключень електроенергії варто придбати AGM або свинцево-кислотні акумулятори. Для того щоб не перейматись обслуговуванням і користуватись впродовж довгого періоду – гелеві. Аби забезпечити високу ефективність, компактність, легкість і хороший термін служби, то варто обрати акумулятор літій-іонний.



Рисунок 1.3 – Акумулятор “Plazma Original 6CT-60 A1” та інвертор “PowerOne Plus 24V-220V 500W”

1.4.2 Генератор

Розглянемо другий метод для забезпечення багатьох побутових потреб в умовах відключень електроенергії, а саме - генератор.

Спершу з’ясуємо що таке генератор. Це пристрій, що базується на явищі електромагнітної індукції і перетворює механічну енергію руху в електричну. Його дія є протилежною до роботи електродвигуна. Механічна енергія для генератора може походити від таких джерел як двигун внутрішнього згорання або ж парова турбіна [7-9].

Існують генератори із певними особливостями та їх є декілька типів. Детальніше розглянемо кожен із них. Бензиновий генератор є популярним серед

звичайних користувачів через свою компактність, доступність та легкість використання. Він чудово підійде для будинку, кав'ярні, перукарні та навіть маленького магазину. Часто використовуються в умовах побуту та недовгих відключень електроенергії, адже їм потрібно давати паузу в роботі через кожних 5 годин хоча б на 30 хвилин згідно рекомендацій. Даний тип генератора вирізняється своєю невеликою ціною, малим рівнем шуму, що й підходить для житлових зон, його легко запускати при низьких температурах -20°C порівняно з дизельним і він має ручний стартер або ж електричний, що спрощує заведення. Дизельний генератор характеризується своїм тривалим часом роботи, більшою потужністю, довговічністю, якщо зрівнювати з бензиновими. Тому може використовуватись не лише в побутових потребах, а навіть на підприємствах, підтримувати роботу торгових центрів, лікарень. Серед дизельних генераторів є переносні, що охолоджуються повітрям або ж стаціонарні з рідинним охолодженням. Всі вони витримують значні навантаження порівняно з бензиновими. Дизельним генераторам не потрібно давати паузи в роботі і витрата пального на 20-30% менша, аніж у бензинового. Зате вони мають і ряд недоліків. Дизельні генератори є досить дорогими, виділяють шкідливі викиди, є складнощі в запуску при температур нижче 0°C . Також є строгі вимоги до вибору палива, адже дизель не повинен містити присадки або домішки, сірки повинно бути менше 0,05%, а цетанове число має бути рівним 45 і більше. Інверторні генератори – це один з підвидів бензинових генераторів, які перетворюють напругу через інвертор забезпечуючи чисту синусоїду і стабільну частоту, що і підходить для підключення чутливих електроприладів. Обирають їх через компактність, низький рівень шуму, мобільність, вони є економічно вигідними та швидко й легко запускаються в роботу. Інверторні генератори можуть понижувати або підвищувати оберти двигуна в залежності від навантаження. Якщо навантаження не є великими, то він бере менше пального, що робить його вигідним у користуванні. Проте є декілька суттєвих недоліків. Інверторний генератор дорожчий від будь-якого із вище згаданих на 30-50% і він має обмежений вибір по потужності від 1 до 8 кВт. Газовий генератор

використовує такий тип пального як пропан або природний газ. Вони є екологічно чистими, адже практично не викидають шкідливих речовин або ж випарів в атмосферу. Газові генератори швидше заводяться в холодну погоду, мають досить невеликий шум під час роботи, є економічними через нижчу ціну пального на якому працюють. Втім мають декілька значних недоліків. Газові генератори у порівнянні з бензиновими є важчими, габаритними, що обмежує їх мобільність. Вони під'єднані до газової магістралі, що робить генератори залежними від неї або потребують регулярної заміни відпрацьованих балонів.

Розглянемо декілька критерій для того, щоби обрати саме той генератор. Варто обрахувати потужність всіх побутових приладів і відштовхуючись від цього, підібрати генератор, який матиме необхідний обсяг паливного баку, ефективність використання пального за годину часу та його потужність. Слід звернути увагу на наявність усіх необхідних портів та наявність такого функціоналу, а саме: регулятор напруги, вольтметр, паливний датчик, прилад обліку мотогодин, панель керування. Доцільно теж підібрати фазність. Однофазні генератори підходять для звичайних електроприладів таких як телевізор, ноутбук, телефон чи електрочайник, а трифазні для потужних типу електроплит, компресорів, водонагрівачів, теплових pomp, насосів.

Спільними критичними недоліками усіх вищезгаданих генераторів є їх залежність від палива. Така картина неодноразово виникала від початку вторгнення агресора на наші території. При нестачі палива користуватись генераторами фактично неможливо. Практично усі генератори великої потужності не є переносними, тому їх важко транспортувати або ж зберігати та й створюють вони чималий шум. Також слід дотримувати ряд вимог щодо зберігання палива та правильної утилізації мастил. Їх потрібно зберігати на відстані більше 10-ти метрів у закритих каністрах. Забороняється заправляти генератори коли вони ще не охолодились або перебувають в робочому режимі, а також не слід з'єднувати генератори у ланцюг. Їх варто ставити лише на відкритій ділянці, а не в закритому приміщенні, адже є ризик отруїтися чадними газами. Встановлювати генератори можна на відстані не менше 6-ти метрів, аби

предмети, що знаходяться поруч, не загорілись. Крім того вартість генератора і регулярна заправка паливом є фінансовою перепоною для звичайних мешканців і не кожен може скористатись даним методом забезпечення безперебійного живлення в умовах постійних відключень.



Рисунок 1.4 – Генератор “RS5500”

1.4.3 Сонячні панелі

Розглянемо третій метод забезпечення постійного живлення побутових електроприладів в періоди відключень електроенергії під час масованих атак. І це використання сонячних панелей без/з акумуляторними батареями та можливість продажу згідно “зеленого” тарифу.

Перш за все визначимо, що таке фотоелектрична комірка. Це напівпровідниковий пристрій, що перетворює світлову енергію електромагнітного випромінювання в електричну за допомогою явища фотоефекту. Напівпровідником часто виступає кремній. Сукупність послідовно або ж паралельно розташованих фотоелектричних комірок якраз і формує сонячну панель. В залежності від їх комбінацій отримується певна напруга й струм. Проаналізуємо чи може сонячна панель функціонувати без акумуляторів і який вибір буде кращим [10-19].

Якщо звернути увагу на автономну систему, то вона не обов'язково має мати акумуляторні батареї, але автономний інвертор повинен бути. Він не під'єднується до централізованої електромережі. Вхідні параметри автономного інвертора мають бути налаштовані під параметри сонячних панелей, а вихідні співпадати із стандартними напругами 220 В або 380 В, в залежності яка буде використовуватись. Проте для цього потрібно придбати великі сонячні панелі, потужності яких буде достатньо для побутових приладів в періоди відключень електроенергії як через нестачу енергії в мережі, так і через постійні атаки на енергосистему. Все ж надійного забезпечення електричною енергією не буде через відсутність акумуляторних батарей. Сонячні панелі є мінливими і залежать від природних умов. Вони не можуть гарантувати постійність живлення побутових приладів вночі, в хмарну погоду чи в зимовий період. Відсутність диспетчеризації вказує на те, що така система не буде стабільною. Важливим показником є коефіцієнт стійкості. За відсутності акумуляторних батарей він складає 0%.

Якщо розглядати гібридну сонячну систему, що має як і акумуляторні батареї так і можливість підключення до загальної електромережі, то таким чином буде забезпечуватись вища стійкість, що в свою чергу дозволяє краще інтегруватись в електромережу. Саме в такий спосіб досягається енергоефективність, а система швидше окупається. В такому випадку використовуються гібридні інвертори, що мають функцію як мережеву, так автономну. Через наявність акумуляторних батарей є можливість використати накопичену електроенергію в піки споживання або вночі, коли недостатньо енергії сонця. Коли ми споживаємо накопичену електроенергію під час підвищеного попиту, то таким чином економимо кошти, уникнувши максимальних тарифів на послуги. В даній гібридній системі використовуються літій-іонні акумулятори, що вирізняються своїм високим терміном служби, мінімальним показником саморозряду, значною енергоефективністю. Їх ціна опустилась за останні роки через прогрес в індустрії електромобілів, а саме - доступних, компактних та великоємнісних акумуляторів до них. Завдяки

гібридному інвертору відбувається своєрідне "підмішування" електроенергії з трьох джерел таких як сонячні панелі, мережа та акумуляторні батареї. Вбудована програма дає змогу налаштувати так, щоб спершу живлення бралось від сонячних панелей, потім від акумуляторів, а тоді вже від мережі. Коли потрібно запустити більш високопотужні електроприлади і виникають пускові струми, тоді живлення тимчасово береться з мережі. Це дозволяє запобігти зносу акумуляторних батарей, збільшити їх термін служби. Деякі типи таких гібридних інверторів можуть бути оснащені системою моніторингу, яка свідчить про поступлення енергії від сонячних панелей. Згідно деяких досліджень було встановлено вимоги щодо підбору ємності акумуляторної батареї для забезпечення безперебійності живлення побутових приладів протягом дня під час регулярних відключень електроенергії. Насамперед залишковий рівень заряду має становити не менше 20 %, а повністю заряджена акумуляторна батарея повинна мати на 10 % меншу ємність за максимальну. Саме ці вимоги збільшують термін служби і створюють додатковий запас ємності. Отож, правильно підібрана ємність акумуляторної батареї є тоді, коли вона становить середньодобовому споживанню, а особливо в зимовий період, коли опалюється житло і є підвищений попит електроенергії ввечері.

Коротко проаналізуємо ще можливість продажу електроенергії згідно "зеленого" тарифу. Це спеціальна програма, яка дає змогу продавати електроенергію державі з відновлюваних джерел енергії. Якщо брати сонячну енергетику в домашніх умовах, то потужність такої станції не повинна перевищувати 30 кВт. Розглянемо гібридну сонячну електростанцію, до прикладу на 5 кВт. Для цього буде потрібно 20 сонячних панелей з полікристалу (потужність кожна по 270 Вт), алюмінієвий каркас з анодованим покриттям для монтажу сонячних панелей, набір штекерів для комутації і кабель, мережевий інвертор потужністю 5 кВт, який оснащений сонячним контролером, автоматична система захисту для струму як змінного, так і постійного, лічильник двонаправлений для роботи за "зеленим" тарифом, набір акумуляторних батарей в залежності від ємності кожної поокремо (рекомендована ємність всієї батареї

не менше 25 кВт·год), з'єднувальні перемички та стенд для акумуляторів. Виділимо декілька переваг. Окупність такої станції сягає в середньому 5 років, після чого починається прибуток, найвища ставка за кВт в Європі, тариф фіксується курсом валют, що є захистом від інфляції, підтримка міжнародними інвестиційними установами, є хорошою заміною традиційним депозитам у банках, пільги на податки для тих, хто є учасником “зеленого” тарифу, вироблена енергія за цим тарифом має пріоритети у викупі серед інших джерел енергії. Важливим показником усіх сонячних електростанцій для збереження довкілля є зменшення викидів CO₂ і відмова від викопного палива в автомобільній галузі та опаленні будівель. Разом із перевагами є й ряд недоліків “зеленого” тарифу. Це залишок боргу від “Укренерго”, потреба у вдосконаленні законодавства щодо відновлюваної енергетики, нестабільність державної політики, адже є ймовірність оновлень чинних моделей розрахунків, помітне зниження тарифу в порівнянні з попередніми роками, сплачування ПДФО (18%) та військового збору (5%) зменшує чистий дохід для власників сонячних електростанцій, несвоєчасність виплат, що негативно відображається на плануванні бюджету, чітка відповідність електромережі технічним умовам.

Узагальнюючи все вищесказане варто відмітити високу вартість установки сонячної панелі в домашніх умовах. Тут важливо врахувати витрати на сонячні панелі, акумуляторну батарею, інвертор автономний/гібридний, двонаправлений лічильник, якщо буде відбуватись продаж електроенергії в центральну мережу, а також вартість всієї установки включно із комутаційною апаратурою, системами захисту. Також необхідно постійно очищати панелі від будь-яких забруднень аби не втрачалася їх потужність через погане потрапляння сонячного світла і врахувати потребу постійної технічної перевірки стану обладнання. Сонячним панелям необхідний значний значний простір для розташування і не завжди є можливість їх розмістити правильно. Слід забезпечити оптимальну відстань між рядами панелей, аби запобігти затіненню, тобто втратам ефективності. Ще одним вагомим недоліком попри високу ціну є виникнення затримок монтажу через черги. А все через те, що не вистачає комплектуючих і

робота може затриматись аж до півтора місяця. Крім того слід наголосити на купівлі якісних сонячних панелей та інших компонентів. Ненадійність кабельних з'єднань у розподільчих коробках та втрати герметичності можуть викликати корозію, порушити тепловідведення, вивести з ладу зворотні діоди, що в свою чергу спричинить дуговий пробій. Сонячні панелі генерують електроенергію у потрібному обсязі лише в сонячні ясні дні. Тому спостерігається нестача у похмурі дні, дощову погоду, а вночі взагалі виробіток практично припиняється. Виникає потреба в акумуляторах, що й підвищує загальну вартість всієї установки. А при постійних відключеннях є потреба в додатковому джерелі живлення. Одним із таких може бути дизельний або бензиновий генератор, а це вже поєднання декількох систем, що й буде розглянуто в наступному підпункті.

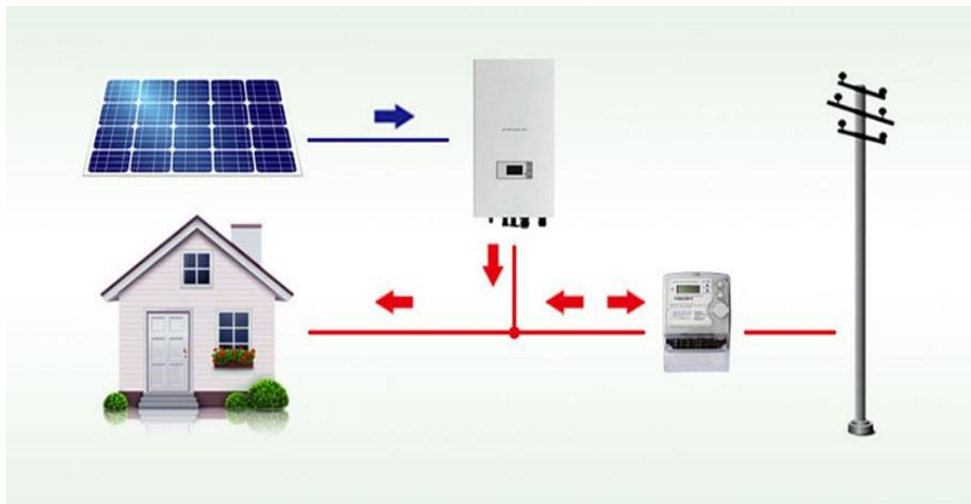


Рисунок 1.5 – Схема підключення сонячних панелей до власного будинку та центральної мережі через двонаправлений лічильник

1.4.4 Поєднання декількох систем

Розглянемо четвертий метод постачання електроживлення до побутових приладів чи дрібної промисловості в періоди масових відключень електромережі. Це комбінація із сонячних панелей, гібридного інвертора, акумуляторних батарей та бензинового генератора [20].

Через часті відключення центральної електромережі, а також виходу з ладу трансформаторів на підстанціях доцільно використати генератор у автономну

систему живлення будинку. Сонячної енергії може бути достатньо у літні дні вдень, щоб забезпечити живлення побутових приладів і зарядити акумуляторні батареї. А от вночі, коли у господарстві, до прикладу, працюватиме насос для поливу, то акумуляторні батареї можуть розрядитися до ранку. Саме з цим дозволяє впоратись генератор. Він повинен бути інверторним аби при вмиканні всіх необхідних побутових приладів він також віддавав заряд на батареї і був такої потужності, щоб не зашкалювали обороти, не зростала частота струму, адже тоді інвертор не зможе пропустити таку енергію в повній мірі, щоби зарядити акумуляторні батареї. Варто обрати саме бензиновий генератор, який працює тихіше, є легшим, компактнішим, вихлопи не такі різкі й неприємні, як у дизельного, має весь обсяг автоматики і режим економії пального на низьких оборотах при мінімальному споживанні, що є важливим через чималі ціни на бензин. Проте є нюанс з використанням даного режиму. При одночасному вмиканні всіх приладів генератор не встигає вийти з режиму економії, тобто миттєво збільшити оберти, тому слід обмежити використання деяких електроприладів або ж перейти на стандартний режим роботи.

З'ясуємо чому саме гібридний інвертор. Він має більшу конфігурацію і дає змогу підключатися до сонячних панелей, аби часто не користуватися генератором. Велика кількість налаштувань дозволяє правильно реагувати на зміни заряду в акумуляторних батареях, напруг на джерелах живлення, точно налаштовувати функціонал відповідно до часу. Обраний інвертор повинен мати WI-FI модуль та додаток, який дає змогу моніторити його роботу дистанційно, що дуже зручно. Для реалізації процесу задіюється SIM-карта мобільного зв'язку. Така можливість забезпечує запуск генератора на віддалі від домівки, в будь-який час завдяки додатку на базі автоматики DATAKOM. Якщо акумуляторні батареї розряджені, через інвертор автоматично вмикається генератор. Якщо надто великий шум від генератора вночі, то є змога поставити його у режим STOP і він не буде запускатися в певний проміжок часу. Система інформує нас про зміни через повідомлення на телефон чи планшет.

Обираючи сонячні панелі необхідно врахувати повну споживану потужність усіх необхідних побутових приладів. Навіть під час зимового періоду можна досягти помірного забезпечення побутових приладів електроенергією протягом дня, яка буде сягати 10-15% від максимальної потужності панелей. Оптимальним буде 0,5-1 кВт енергії. Частина сонячних панелей слід розташовувати на південно-східний напрям, аби вони давали достатню кількість енергії зранку, а частину на південно-західний, щоб забезпечити живленням ввечері.

Для цієї системи підбираємо літій-фосфатні акумулятори. Вони розряджаються до певної напруги і заряджаються до 80%, аби продовжити їх термін служби. На інверторі встановлюється такий зарядний струм, щоб зарядити акумуляторні батареї за 3-4 години для мінімізації часу роботи генератора через його шум і ціну пального в періоди, коли сонячної енергії вистачило лиш на побутові потреби, а центральна мережа була відсутня цілу добу.

До того ж слід використати реле напруги та контактори, аби відсікати потужні електроприлади, які не є першонеобхідними. В даній системі використано декілька обхідних перемикачів, автоматичне перемикання резерву в разі відсутності одного з джерел живлення.

Принцип роботи цієї системи буде наступним. Напочатку електроенергія використовується у повній мірі з сонячних панелей, потім з центральної електромережі, а тоді з акумуляторних батарей. Акумуляторні батареї використовуються в останню чергу, адже їх енергія буде потрібна вночі, коли може відбутись вимкнення центральної мережі через ракетну атаку на енергосистему. Якщо сонячної електроенергії за дня недостатньо, інвертор “підмішує” енергію з центральної електромережі, а якщо вона відсутня через аварійні відключення внаслідок масованих атак або банальну перевантаженість мережі, тоді використовує накопичену енергію від акумуляторів. Електроенергія в акумуляторних батареях накопичується вдень від сонячних панелей. Якщо вночі не було центрального електроживлення, а день похмурий, то акумуляторні

батареї вдень будуть заряджатись від центральної мережі. За відсутності і центральної електромережі, подається сигнал від інвертора на автоматику генератора, і він вмикається. Коли акумуляторні батареї накопили відповідний заряд, тоді відключається генератор і живлення будинку здійснюється від акумуляторів поки не з'явиться сонце або запрацює центральна електромережа. При їх появі навантаження будинку перемикається на одне з цих джерел, а батареї паралельно заряджаються. І такий цикл здійснюється по колу.

Підводячи підсумки можна сказати, що така система гарантує комфортне проживання в оселі при частих відключеннях електропостачання. В ній мінімально задіюється генератор і забезпечується безперервність автономного живлення з використанням автоматичних пристроїв. Серед недоліків слід відзначити надзвичайно високу вартість системи, яка, ймовірно, зовсім не окупиться. Висока ціна на паливо, а в даному випадку на бензин. До того ж монтаж усієї апаратури, встановлення металевих каркасів, на яких вони будуть розташовуватись, підняття конструкцій на дах, налаштування автоматики генератора, комутаційного щита фаз після інвертора потребує багато часу, додаткових коштів, допоміжного персоналу, а також виникає нестача комплектуючих і затримка у їх поставці.

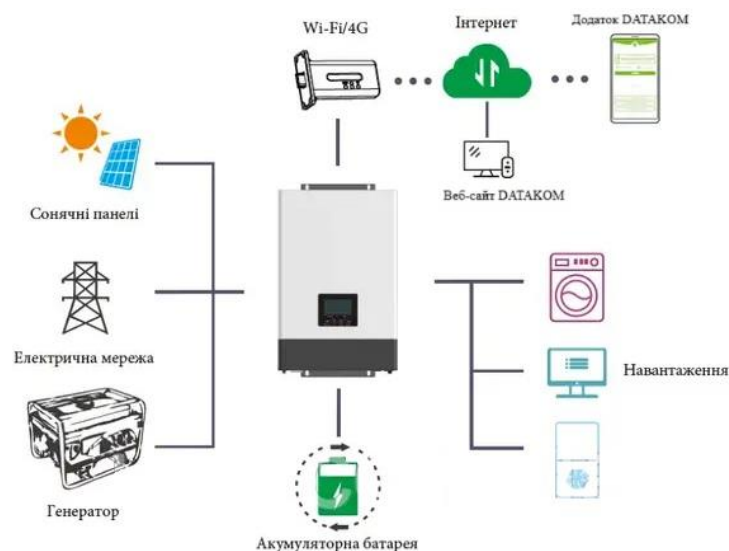


Рисунок 1.6 – Схема підключення сонячних панелей та АКБ, центральної електромережі, генератора через гібридний інвертор до навантаження

1.4.5 Джерело безперебійного живлення

Розглянемо п'ятий метод. В ньому використовується джерело безперебійного живлення (ДБЖ). Даний пристрій миттєво переключається на резервне джерело у разі відключення центральної електромережі через масовані ракетні атаки на енергоструктуру, звичайні збої в мережі або її перевантаження, щоб забезпечити постійну роботу побутових приладів. Резервним джерелом в ДБЖ виступають вбудовані батареї, які допомагають безпечно вимкнути електроприлади, зберегти їх працездатність або ж уникнути втрати даних. Деякі джерела безперебійного живлення здатні виявляти перепади напруги і усувати їх [21,22].

З'ясуємо які є види джерел безперебійного живлення. Існує три типи, кожен з яких відрізняється вартістю, функціоналом та призначенням.

ДБЖ резервного типу, які також відомі як офлайнові. Вони прості в користуванні, дешеві та не потребують спеціального технічного обслуговування. В момент вимкнення центральної електромережі даний ДБЖ переходить на акумулятор і таким чином продовжує роботу пристроїв, що підключені до нього. Все ж є ряд недоліків, що свідчать про недоцільність вибору вищезгаданого ДБЖ. Через відсутність стабілізатора напруги під час навіть невеликих її коливань він переходить на автономний режим від акумулятора. Коли напруга в мережі стабілізується, ДБЖ знову повертається на живлення від мережі. Звідси впливає недолік, що за короткий інтервал часу напруга часто змінює своє значення відносно номінального і як наслідок зношується акумулятор, набридають постійні клацання. Слід врахувати також затримку при перемиканні з одного джерела на інше, яка становить до 20мс. Більш чутливі прилади через таке будуть вимикатись в момент переключення, тому такі ДБЖ не рекомендуються для холодильників або ж котлів.

ДБЖ лінійно-інтерактивні. Вони є більш розповсюдженими і мають широке застосування для побутових приладів. Лінійно-інтерактивні на противагу резервним мають стабілізатор напруги, що забезпечує не лише

резервне живлення, а й стабілізує перепади напруги і може працювати в діапазоні 160-290В. Даний тип ДБЖ може мати два типи сигналу: модифікована синусоїда та правильна. На це в паспорті слід звертати увагу. Адже побутова техніка, яка живиться від ДБЖ з модифікованою синусоїдою перегрівається або швидше виходить з ладу, тому не дивно, що такий тип безперебійника є дешевшим. Вибір варто зосередити на правильній формі синусоїди. Важливими недоліками усіх цих ДБЖ є те, що втрачається живлення на роботу стабілізатора і час затримки хоч і менший, аніж у ДБЖ резервного типу, проте сягає 8-15мс і цього для окремих споживачів може бути недостатньо.

ДБЖ подвійного перетворення, знані як онлайніві. В колі випрямляча змінна напруга мереж перетворюється в постійну, а в колі інвертора з постійної створюється змінна напруга. Таким чином на виході забезпечується усталена напруга попри провали вхідної напруги. Цей тип ДБЖ буде мати більшу вагу і для її зменшення виробники застосовують для трансформатора алюмінієву обвитку. Також значною буде його ціна через наявність мережевого трансформатора, випрямляча та інвертора. Усі ці компоненти мають працювати на повну потужність та безперервно. Більша частина енергії через мережний трансформатор живить інвертор, а решту йде на зарядку акумулятора. В момент вимкнення центральної електромережі інвертор продовжує живитися, але від акумулятора, адже він напряду під'єднаний до нього. Отож, підтримується нормальна робота такої системи для пристроїв, які мають високі вимоги до напруги на вході. Описаний тип ДБЖ зачасти використовується для потужності 5000 ВА та вище і зрідка – нижче 750 ВА. Перевагами онлайн ДБЖ є наступні: відсутність стрибків вихідної напруги, інтегрована схема регулювання коефіцієнта потужності, нульова затримка при перемиканні, правильна синусоїда, яка є безпечною для комп'ютерів, котлів, медичного і серверного обладнання, що дозволяє ширше використовувати даний тип ДБЖ. Проте є низка недоліків таких як: малий термін служби через високі робочі температури, потреба в додатковому охолодженні, зростання вартості експлуатації, шум

постійно активного інвертора та вентиляторів, найбільш дорога модель серед запропонованих.

Спільною і найбільшою проблемою усіх запропонованих ДБЖ є довготривалий час зарядки акумуляторів. Складнощі виникають за умов постійних відключень центральної електромережі. Акумулятори просто не встигають зарядитись, а ємність саме вбудованих не є великою, тому не буде забезпечуватись довготривале живлення пристроїв, а лиш для короткочасного користування, збереження важливих даних чи коректного завершення роботи. А потреба в додаткових АКБ надзвичайно підвищує вартість установки.

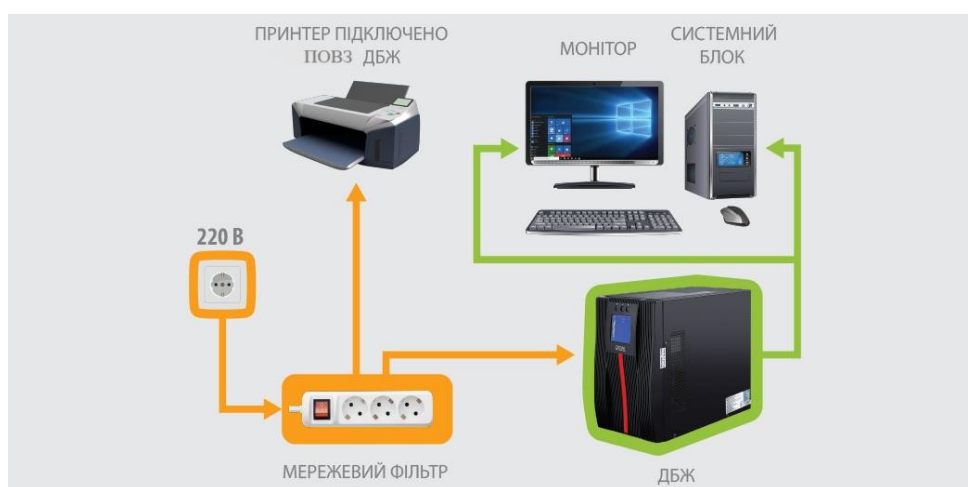


Рисунок 1.7 – Схема підключення ДБЖ від центральної мережі до побутових приладів

1.4.6 Вітрогенератор

Розглянемо шостий метод, в якому застосовуються вітрові генератори. Їх принцип полягає в перетворенні вітрової енергії на електричну. Система, що об'єднана з декількох вітрових генераторів має назву вітрова електростанція.

Спрощений принцип дії вітрових генераторів можна подати наступним чином. Рух лопатей виникає завдяки силі вітру, а вони в свою чергу обертають ротор через спеціальний привід. Механічна енергія руху ротора завдяки обмотці статора перетворюється на електричну. Гвинти за рахунок своєї аеродинамічності швидко розкручують турбіну генератора. В подальшому обертова сила генерує електрику, що накопичується в батареї. Зі збільшенням

потoku повітря лопаті обертаються швидше і відповідно збільшується кількість виробленої електроенергії. Щоб установка функціонувала без перебоїв, в ній застосовується гальмівна система при високому тиску повітря. Якщо швидкість вітру перевищує 50 км/год, то спрацьовують гальма, які знижують частоту обертання ротора. У момент досягнення вітром швидкості 80 км/год лопаті зупиняються повністю. Усі компоненти турбіни сконструйовані максимально ефективно, аби вся енергія вітру використовувалась [23-25].

Розберемось із конструкцією вітряка. Одним із таких компонентів є щогла. Вона служить для монтажу вітрової станції на оптимальній висоті задля безперешкодного потоку повітря і його необхідної швидкості. Турбіною виступає ротор, що перетворює енергію рухомого повітря на обертовий рух. Наявна також система, яка керує цією турбіною. Генератор перетворює обертовий рух в електричну енергію. Ланкою, що передає цю енергію виступає вал або мультиплікатор. Також до конструкції вітряка може входити випрямляч, який живить акумулятори або постачає електрику в мережу і виступає як побутовий сегмент, адже у вітряках зазвичай застосовуються генератори на змінному струмі. Крім того може використовуватись так званий “хвіст” або азимутальний привід задля орієнтації турбіни в напрямку потоку повітря для максимальної продуктивності.

Система вітрової електростанції складається перш за все з самої вітрогенераторної установки. Також сюди входять акумуляторні батареї, котрі розподіляють енергію в залежності від графіків споживання і вироблення електроенергії. Має місце й контролер заряду, який запобігає перезаряду АКБ обмежуючи будь-які скачки напруги. Останнім є інвертор, що змінює тип напруги на необхідну.

За сферою застосування та за потужністю поділяють на промислові (понад 500 кВт) та побутові (0-10 кВт). За конструкцією розрізняють два типи побутових вітряків. З вертикальною віссю або ж їх називають “карусельними”. Вони є малоефективними і використовують два типи турбін. Перший тип – ротор Савоніуса. Основним недоліком в ньому виступає коефіцієнт випередження,

адже в такому випадку закінцівка турбіни буде обертатись зі швидкістю, що в декілька раз більша швидкості вітру. Тому вітряк самостійно стартувати не може і його слід розкрутити, аби він запрацював. У всіх цих вітряках турбіна розміщена відносно землі вертикально і працює навіть при невеликому вітрі. Вони здатні забезпечити живлення одного будинку чи домогосподарства і є зручними в обслуговуванні, адже всі важливі вузли знаходяться знизу установки. Другий тип – ротор Дар'є. Через свою малу ефективність вони в більшості виступають як анемоскопи. Другий тип за конструкцією є з горизонтальною віссю або ж крильчасті. У них ротор відносно землі обертається паралельно, а от лопаті – перпендикулярно. Для їх працездатності вимагається значна інтенсивність вітру, саме тому щогла розташовується високо і такі вітряки є більш потужними в порівнянні з вертикальними. Коефіцієнт використання потоку вітру сягає 30%, а з вертикальною віссю – 20%. Система управління ротором в даних вітряків може бути аеромеханічною та з азимутальним приводом. В першому випадку поворотний механізм регулює кут атаки лопатей в залежності від швидкості вітру задля оптимальної роботи пристрою. В другому випадку електроніка вимірює напрям та швидкість вітру і відповідно до цього корегує положення турбіни для захисту від сильних вітрових потоків, що перевищують номінальне значення.

Проаналізуємо всі переваги і недоліки встановлення вітрових електростанцій при відключеннях електромережі під час масованих ракетних атак, частих перебоїв мережі чи відсутності централізованого енергопостачання у віддалених територіях. Ключовими перевагами є використання поновлюваного та екологічного джерела енергії, вироблення електрики відбувається без використання пального (вуглеводнів) і технічної води, можливість продавати зайву електроенергію за “зеленим” тарифом. Якщо порівнювати із сонячними панелями, то побутовим вітровим електростанціям непотрібна велика ділянка для їх розташування. Також є можливість використовувати вітряки для обігріву будинку чи гарячого водопостачання, адже отриманий струм завдяки тепловим насосам конвертується в тепло, натомість резервуар з водою виступає

аккумулятором енергії. Ще однією перевагою є те, що в осінньо-зимовий період збільшується кількість виробленої електроенергії на 7-15% через збільшення тиску та підвищення густини повітря. Що ж до мінусів такої системи – це залежність роботи вітряків від вітрового потоку. Найменша швидкість вітру при якій буде генеруватись електроенергія сягає не менше 4 м/с враховуючи те, що середня його швидкість фіксується на висоті 10-12 метрів. Зі збільшенням висоти щогли на 10 м швидкість вітру теж зростає на 1 м/с, схожа закономірність спостерігається при збільшенні діаметру ротора. Це дозволяє збільшити вироблену потужність, але в свою чергу збільшує витрати на встановлення через потребу у підйомних механізмах. Вітряки рекомендується розташовувати на підйомах чи пагорбах, але слід уникати їх розміщень на даху будинку через можливість його пошкодження та шум та вібрації який він буде спричиняти. Крім того навколо цього вітряка не повинно бути високих будинків чи дерев, які були б бар'єром для вітру. До того ж така система потребує надійний блискавковідвід, адже вітряк являється найвищою точкою, яка притягуватиме заряди, що й зумовлюватиме його поломку, а разом із цим призведе до несправностей побутових приладів. При регулярному використанні раз у 3-5 років необхідно змащувати або ж повністю замінити підшипники. Такі роботи є трудомісними, оскільки потрібно знімати вітряк зі щогли. Подібну ситуацію можна повторити, якщо птах вдаряється об вітряк, тоді металеві лопаті гнуться, а пластмасові розлітаються. Це спричиняє додаткові витрати грошей та часу. На додачу слід врахувати високі ціну вітряків потужністю хоча б 1 кВт для побутових потреб та надто великий період окупності, що сягає 20-25 років, коли термін експлуатації може скласти стільки ж. В більшості вітрових електростанцій гарантійний термін складає 1 рік, а це означає, що потрібно буде за свої кошти здійснювати технічне обслуговування, бо обертові механізми часто виходять з ладу. Якщо щогла сталева, то необхідно запобігати корозійним процесам, а також пошкодженням, які можуть виникати через обмерзання або ураган. Собівартість вітрової електростанції збільшується при використанні АКБ

та інвертора, дизель-генератора за недостатньої енергії вітру або ж сонячних панелей через нестачу потужності влітку внаслідок зменшення ККД.



Рисунок 1.8 – Схема підключення вітрової установки до побутових приладів через інвертор та АКБ

1.4.7 Зарядні станції

Розглянемо сьомий метод – найбільш оптимальний, у якому задіюються зарядні станції. Оскільки останніми роками українці зіткнулися з проблемою нестабільного електропостачання внаслідок несподіваних аварійних ситуацій та планових ремонтів. Саме тому зарядним станціям слід приділити велику увагу, адже вони гарантують доступ до електроживлення за відсутності традиційних джерел енергії. З їх допомоги ми можемо підтримувати зв'язок з рідними та близькими, зарядивши мобільні пристрої або інші засоби комунікації. Також є можливість працювати й навчатися, особливо це актуально тим, у кого робота чи навчання проходить в онлайн режимі. Зарядні станції можуть використовуватись і для медичної допомоги, як от для живлення кисневих концентраторів та інших необхідних пристроїв життєзабезпечення. Окрім того їх застосовують для побутових потреб, до прикладу, для живлення холодильника або ж освітлення задля збереження продуктів і забезпечення комфорту перебування в домі. Отож, зосередимося більше на зарядних станціях у другому розділі [26].

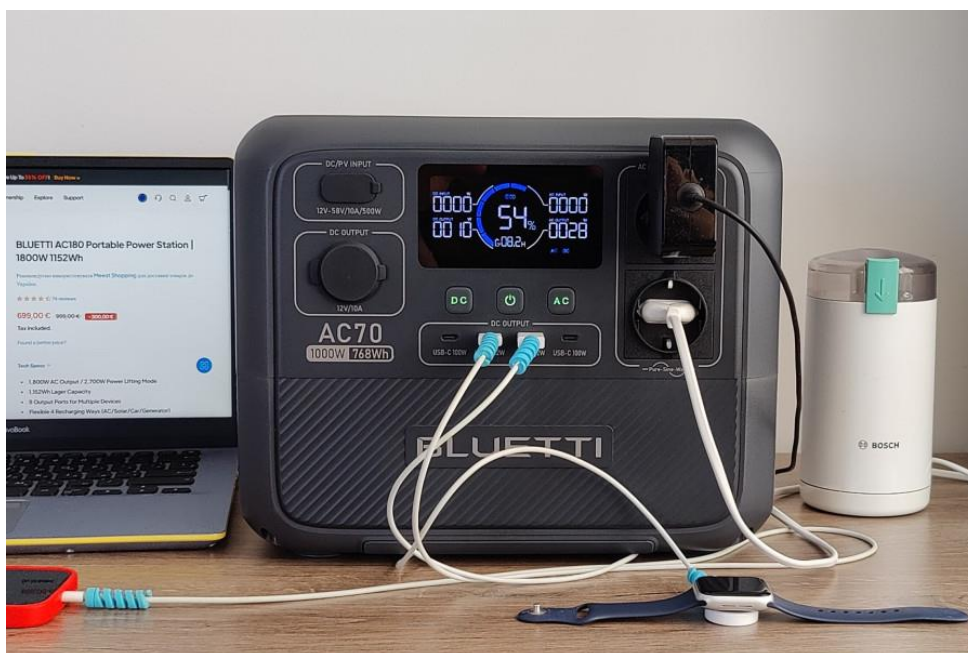


Рисунок 1.9 – Підключення побутових пристроїв до зарядної станції

1.5. Постановка задач

1. Розглянути зарядні станції, особливості, що відрізняють їх від павербанків.
2. Дослідити використання зарядних станцій, типи та переваги.
3. Правильно підібрати зарядну станцію по ємності та потужності.
4. Розглянути типи АКБ, що використовуються в станціях.
5. Навести ряд додаткових функцій, які забезпечать комфортне використання станцій.
6. Дослідити лінійки зарядних станцій EcoFlow та їх моделі. Створити порівняльну таблицю.
7. Підібрати перехідники для китайської версії EcoFlow.
8. Дослідити дійсну ємність зарядних станцій.
9. Дослідити час зарядки зарядних станцій.
10. Дослідити час роботи зарядних станцій при різних навантаженнях. Побудувати таблицю та порівняльні графіки.
11. Зобразити схему живлення квартири або приватного будинку від зарядної станції.

2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1. Що таке зарядна станція

З'ясуємо що ж являє собою зарядна станція. Це пристрій, що використовує вбудовані акумулятори як альтернативне джерело енергії. Зарядну станцію ще можна назвати великим павербанком, який має більшу ємність, потужність і кількість портів. Щодо технічного погляду, то ключовими елементами, які входять в збірку, є зарядний пристрій, інвертор та АКБ. Зарядні станції легко можна взяти з собою в мандрівку, на відпочинок, адже їх вага становить від 2кг. Існує декілька особливостей, які відрізняють їх від павербанків [27]:

- Акумулятор об'ємом понад 40000 мА·год;
- Ємність понад 150 Вт·год;
- Потужність понад 150 Вт;
- Наявність портів на 220 В;
- Опція з можливістю підключення додаткової АКБ для збільшення ємності станції, одночасна зарядка широкого спектру електроприладів.

2.2. Використання, різновиди, переваги

Доцільно було б визначити можливості використання зарядної станції. Адже вона являється надійним джерелом живлення і для її функціонування не потрібно бензину, газу, дизелю чи вугілля. Саме тому зарядна станція є відносно екологічним продуктом. Такий пристрій, залежно від вбудованої потужності, здатен безпроблемно підтримувати функціонал багатьох побутових приладів. Одними із найбільш суттєвих переваг зарядних станцій є мобільність та портативність. Тобто, їх легко взяти із собою на відпочинок чи подорож, що й дозволяє зарядити необхідні гаджети за відсутності центральної електромережі.

На ринку існують зарядні станції таких різновидів: портативні та стаціонарні. Перші не є громісткими, тому вони підходять для будь-яких умов,

адже їх легко переносити. Портативними зарядними станціями можна заряджати ноутбуки, планшети, телефони та інші переносні девайси. До їх комплектації можуть входити сонячні панелі для автономної зарядки. Другі зачасту встановлюються в будинках, невеликих підприємствах, аеропортах, офісах чи торгових центрах для живлення більшої кількості пристроїв одночасно [27].

Наведемо ряд переваг зарядних станцій. Перш за все – це зручність, адже не потрібно шукати розетку для того, щоби зарядити пристрої десь в дорозі або при частих відключеннях центральної електромережі. Зарядні станції – це про енергоефективність, оскільки вони регулюють процес зарядки, що дає змогу заощаджувати електроенергію і зменшувати навантаження мережі. До того ж вони є багатофункціональними через свою можливість заряджати будь-які пристрої одночасно, що є зручно при обмеженому доступі до розетки. Окрім цього зарядні станції є достатньо безпечними, тому що вони оснащені різноманітними захистами, а саме: від короткого замикання, перенапруги чи перегріву. Ще однією їх ключовою перевагою є швидка зарядка, яка складає майже 100% за 1 годину. І це насправді рятує при короткочасному живленні з центральної електромережі, адже станція встигає практично повністю зарядитись, що дуже актуально в нинішній час.

2.3. Безпека використання

Розглянемо декілька порад для правильного і безпечного використання зарядних станцій. Перш за все не рекомендується без нагляду залишати електроприлади на зарядці. Це допоможе запобігти перегрівам та іншим схожим проблемам. Необхідно використовувати лише оригінальні кабелі, а також адаптери. Це гарантія ефективності зарядки та безпеки. Варто систематично перевіряти справність станцій та відсутність на них будь-яких забруднень. Крім того потрібно уникати екстремальних умов використання зарядних станцій, високих чи низьких температур, пилу, надмірної вологості, адже це може вивести пристрій з ладу [26].

2.4. Як підібрати і що слід врахувати

Під час підбору зарядної станції варто врахувати декілька ключових критеріїв, які будуть наведені нижче [28].

Одним із них є потужність станцій. Вона вимірюється у Ватах і коливається в межах 150-3600 Вт. Чим більшим буде цей параметр, тим більш енергоємні пристрої можна буде підключити, серед яких мікрохвильові печі або електрочайники. Слід звернути увагу на ємність, яка вимірюється у мА·год. Вона визначає час, протягом якого можуть заряджатися пристрої до повної розрядки зарядної станції. Непотрібно плутати між собою ємність та потужність. До прикладу, ємність зарядної станції може сягати 1024 Вт·год, а от номінальна і пікова потужність 1,8 кВт та 2,7 кВт відповідно. Необхідно з'ясувати для яких потреб буде використовуватись зарядна станція і зробити правильний вибір. Якщо планується зарядка мобільного телефону чи ноутбука, то 600-900 Вт·год. ємності буде достатньо. Якщо ж будуть підключатися потужніші споживачі, такі як електрочайник, праска чи скороварка, то приблизна ємність повинна бути 1 кВт·год. Для стабільного живлення потужних приладів, як от бойлер чи пральна машина, то слід обирати станцію, що має ємність 2048 Вт·год, а потужність складає 3 кВт.

Також варто врахувати кількість роз'ємів і їх тип задля забезпечення живлення багатьох пристроїв одночасно. Здебільшого зарядні станції оснащені такими роз'ємами: розетка на 220 В, USB Type-A, USB Type-C, DC роз'єм постійного струму. Додатковою перевагою буде наявність роз'єму для заживлення від сонячних панелей та порту автомобільного прикурювача, що дуже зручно особливо тим, хто багато часу проводить за кермом і таким чином може підзарядити станцію.

Не буде зайвим перевірити сумісність зарядної станції із пристроями, що будуть заряджатись, наприклад, швидка зарядка та інші специфічні вимоги.

Потрібно звернути уваги і на мобільність, тобто вагу і габарити станції. На ринку існують моделі, вага яких складає від 2 до 22 кг, тому мінімальна маса

містких і потужних зарядних станції не може бути меншою, аніж 5-7 кг. Проте загалом їх зручно переносити і вони є компактними. Оскільки в легших моделях наявна ручка для тримання, а у важчих є окрім ручок ще й колеса для комфортного транспортування.

2.5. АКБ зарядних станцій та їх електрохімічна схема

Одним із основних компонентів станції є акумулятор. Його електрохімічна схема впливає на кількість циклів та швидкість зарядки. Також вплив на швидкість заряджання має й потужність зарядного адаптера [28].

Важливим параметром акумуляторів є ресурс. Інакше кажучи це є кількість циклів повної розрядки і зарядки, після яких ємність починає поступово знижуватись. Під повним циклом розуміється цикл, при якому заряд батареї знизився від 100% до 20%. Часто виробники вказують це так: “до 1000 циклів зарядки при потужності 80%”. Тут мається на увазі саме потужність електроприладів, що живляться від зарядної станції. На сучасному ринку доступні такі типи акумуляторних батарей:

- Li-Pol, Li-Ion та NCM. Властивості усіх цих трьох типів АКБ є дуже схожими, а відмінності (стосовно використання їх у зарядних станціях) між ними не суттєві. Найвищий ККД таких типів акумуляторів досягається при температурі 15-35 °C. Їхній ресурс складає 800-1000 перезарядок (у деяких випадках до 2000). Швидкість зарядки є середньою. Вони не стійкі до глибокого розрядження;
- LiFePo4. Такі типи акумуляторів є компактнішими та легше переносять глибоку розрядку (хоча теж шкодить для них), заряджаються швидше, але при цьому виникає потреба в потужному адаптері. Максимальний ККД спостерігається в інтервалі температур 10-35 °C. Ресурс складає від 2500-3000 повних циклів.

2.6. Додаткові опції та можливості

Не слід забувати про додаткові функції, які, хоч і не є визначальними, проте доповнюють зарядну станцію, таким чином збільшується її функціонал і підвищується рівень комфорту при використанні. Ось декілька з них [28]:

- Цифровий дисплей. У більш простіших моделях зображена шкала заряду, вхідне значення потужності, струму та напруги. У вдосконалених версіях наявний таймер зворотного відліку, що показує час до повної розрядки батареї при поточному навантаженні, а також кількість підключених пристроїв;
- Додаток для ПК або ж смартфона. Дає можливість отримувати більш докладні звіти в порівнянні з цифровим дисплеєм, відстежувати стан батареї віддалено;
- Бездротова зарядка. Так, це дуже зручно, але в такий спосіб заряджання багато енергії витрачається даремно, адже ККД буде рівним 60-75%;
- Вмонтовані сонячні панелі. Допомогають додатково при наявності сонячних променів підзарядити станцію;
- Підсвітка дисплею та наявність ліхтарика в більш компактних моделях;
- Модулі розширення. Дозволяють підключити через силові кабелі додаткові акумулятори;
- Кабелі та інвертори. Можуть входити у комплект разом із зарядною станцією.
- Транспортувальні коліщата. Зустрічається у важких та великогабаритних зарядних станціях.

2.7. Моделі EcoFlow, порівняння

В цьому підпункті буде розглянуто конкретні приклади зарядних станцій. Для дослідження обрано лінійку портативних зарядних станцій EcoFlow. Портативні джерела енергії даного бренду виробляються як для особистого, так і для

професійного використання. Це дає змогу охопити більший ринок споживачів. Термін служби таких станцій є досить тривалим [29].

Є дві лінійки портативних зарядних станцій EcoFlow: River та Delta.

До першої лінійки входять такі чотири моделі, а саме: River Pro, River Max, River та River Mini.

Модель River Mini з даної лінійки можна використовувати на щодень. Її номінальна потужність складає 300 Вт, пікова 600 Вт, а ємність 210 Вт·год. Така зарядна станція здатна заряджати 7 пристроїв одночасно до 80% за 1 годину.

Модель River спроможна заряджати одночасно 9 пристроїв. Її номінальна потужність становить 300 Вт, пікова 600 Вт, а ємність 245 Вт·год. На рисунку 2.1 зображена дана модель. Згодом будемо її розглядати детальніше.



Рисунок 2.1 – Загальний вигляд портативної зарядної станції типу EcoFlow лінійки River (кафедра Електричної інженерії)

Модель River Max здатна заряджати одночасно 9 пристроїв. Її номінальна потужність складає 600 Вт, пікова 1,2 кВт, а ємність 576 Вт·год.

Модель River Pro спроможна заряджати вже 10 пристроїв. Її номінальна потужність становить 600 Вт, пікова 1,2 кВт, а ємність 720 Вт·год. Якщо підключити до неї Extra Battery, то ємність стане 1440 Вт·год, тобто зросте вдвічі.

До другої лінійки входять також чотири моделі: Delta Pro, Delta Max, Delta та Delta Mini.

Модель Delta Mini може одночасно заряджати 9 пристроїв. Її номінальна потужність рівна 1,4 кВт, пікова 2,1 кВт, а ємність 882 Вт·год.

Модель Delta спроможна одночасно заряджати 13 пристроїв та гарантує повний заряд всього лиш за 1 годину. Її номінальна потужність рівна 1,8 кВт, пікова 2,7 кВт, а ємність 1024 Вт·год. На рисунку 2.2 зображена дана модель. Щоби провести дослідження використовувався 1 зразок даної зарядної станції.



Рисунок 2.2 – Загальний вигляд портативної зарядної станції типу EcoFlow лінійки Delta (кафедра Електричної інженерії)

Модель Delta Max має номінальну потужність 2,4 кВт, пікову 4,8 кВт, а ємність 2048 Вт·год.

Модель Delta Pro має номінальну потужність 3,6 кВт, пікову 7,2 кВт, а ємність 3600 Вт·год. Розрахована до 3500 циклів повної зарядки.

Аби достеменно порівняти всі лінійки та моделі між собою і побачити різницю, сформуємо дану інформацію в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – лінійки EcoFlow та їх моделі, значення потужностей та ємностей

Лінійка	River				Delta			
Модель	River Mini	River	River Max	River Pro	Delta Mini	Delta	Delta Max	Delta Pro
Ємність, Вт·год	210	245	576	720	882	1024	2048	3600
Номінальна потужність, кВт	0,3	0,3	0,6	0,6	1,4	1,8	2,4	3,6
Пікова потужність, кВт	0,6	0,6	1,2	1,2	2,1	2,7	4,8	7,2

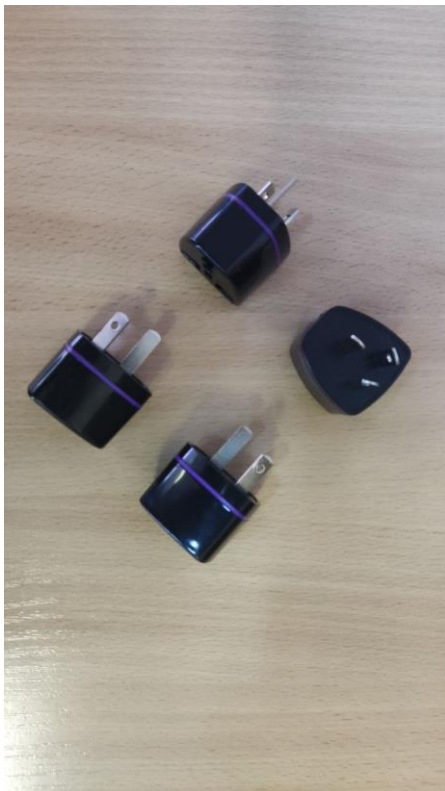
Необхідно оцінювати технічні можливості портативних зарядних станцій відповідно до їхньої потужності.

Станції потужністю 0,2-0,8 кВт здатні заряджати планшети, ноутбуки, смартфони, фотокамери, смарт-годинники, світлодіодні лампи, невеликі телевізори.

Станції потужність 0,8-2,0 кВт можуть забезпечити живленням холодильники, пральні машини, бойлери, насоси.

Станції потужність 3,0-5,0 кВт здатні забезпечити живленням практично всіх електроприладів.

Слід також розуміти в чому полягає різниця між китайською та європейською версією EcoFlow. Основна відмінність лише у типі розетки і також те, що перший варіант є дещо дешевшим, а це заощадить нам кошти. Проблема в іншому типі розетки в Україні вирішується за допомогою перехідника. На рисунку 2.3,а зображено даний перехідник, а на рисунку 2.3,б його підключення до EcoFlow Delta китайської версії.



а)



б)

Рисунок 2.3 – а) перехідник для EcoFlow Delta китайської версії; б) підключення перехідника до EcoFlow Delta китайської версії.

2.8. Висновки до Розділу 2

1. Розглянуто, що таке зарядна станція і наведено особливості, які відрізняють їх від павербанків: об'єм акумулятора, ємність, потужність, наявність портів на 220 В, широкий спектр пристроїв, що можуть заряджатись одночасно, можливість підключення додаткового АКБ.

2. Досліджено як використовуються зарядні станції, розглянуто їх два типи: портативні та стаціонарні. Наведено ряд переваг, серед яких мобільність, портативність, енергоефективність, багатофункціональність, безпечність, підтримка швидкої зарядки (близько 1 години).

3. Запропоновано підбирати зарядні станції по ємності та потужності. Якщо потрібно заряджати ноутбук чи мобільний телефон, то ємності 600-900 Вт·год буде достатньо. Для запуску більш потужних електроприладів таких як пральна машина чи бойлер, то слід врахувати не тільки ємність, а й номінальну потужність та пікову, яка буде відігравати важливу роль при запуску.

4. Розглянуто електрохімічну схему деяких типів АКБ, які часто зустрічаються в зарядних станціях: Li-Pol, Li-Ion, NCM, LiFePo4.

5. Наведено ряд додаткових функцій, які забезпечать комфортне використання зарядних станцій.

6. Досліджено дві лінійки зарядних станцій: River та Delta. Кожна із лінійок має такі моделі: River Pro, River Max, River, River Mini та Delta Pro, Delta Max, Delta та Delta Mini відповідно. Моделі Pro мають велику кількість портів, є найпотужнішими та мають найбільшу ємність. Для порівняння усіх моделей даних лінійок сформовано таблицю, аби підібрати ту станцію, яка необхідна.

7. Підібрано перехідники, які заощадять кошти при виборі китайської версії EcoFlow замість європейської.

3 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

3.1. Паспортна ємність зарядної станції

Перш за все варто зазначити, що повну паспортну ємність зарядна станція видавати не буде. Для цього наведемо два випадки. Зарядна портативна станція EcoFlow River маючи ємність 245 Вт·год та при заряді практично 100% (99%) під час першого запуску не видала усю номінальну ємність, адже вона склала 189 Вт·год. Тобто ємність зарядної станції є меншою на 22,9%, а корисна склала 77,1%. Це зображено на фото дисплею станції – рисунок 3.1. Видно, що споживання становить 21 Вт, а час роботи станції при такому споживанні 9 год. Отож, перемноживши два значення між собою отримуємо ємність, яку слід поділити на паспортну і отримуємо відсоток корисної ємності. В ролі навантаження для проведення експерименту використовувався павербанк Baseus.



Рисунок 3.1 – EcoFlow River, фото дисплею при заряді практично 100% (99%) та підключеному навантаженні

Зарядна портативна станція EcoFlow River маючи ємність 1024 Вт·год та при заряді практично 100% (99%) під час першого запуску не видала усю номінальну ємність, адже вона склала 702 Вт·год. Тобто ємність зарядної станції є меншою на 31%, а корисна склала 69%. Це зображено на фото дисплею станції – рисунок 3.2. Видно, що споживання становить 27 Вт, а час роботи станції при такому споживанні 26 год. Отож, перемноживши два значення між собою отримуємо ємність, яку слід поділити на паспортну і отримуємо відсоток корисної ємності. В ролі навантаження для проведення експерименту використовувався аналогічно павербанк Baseus.

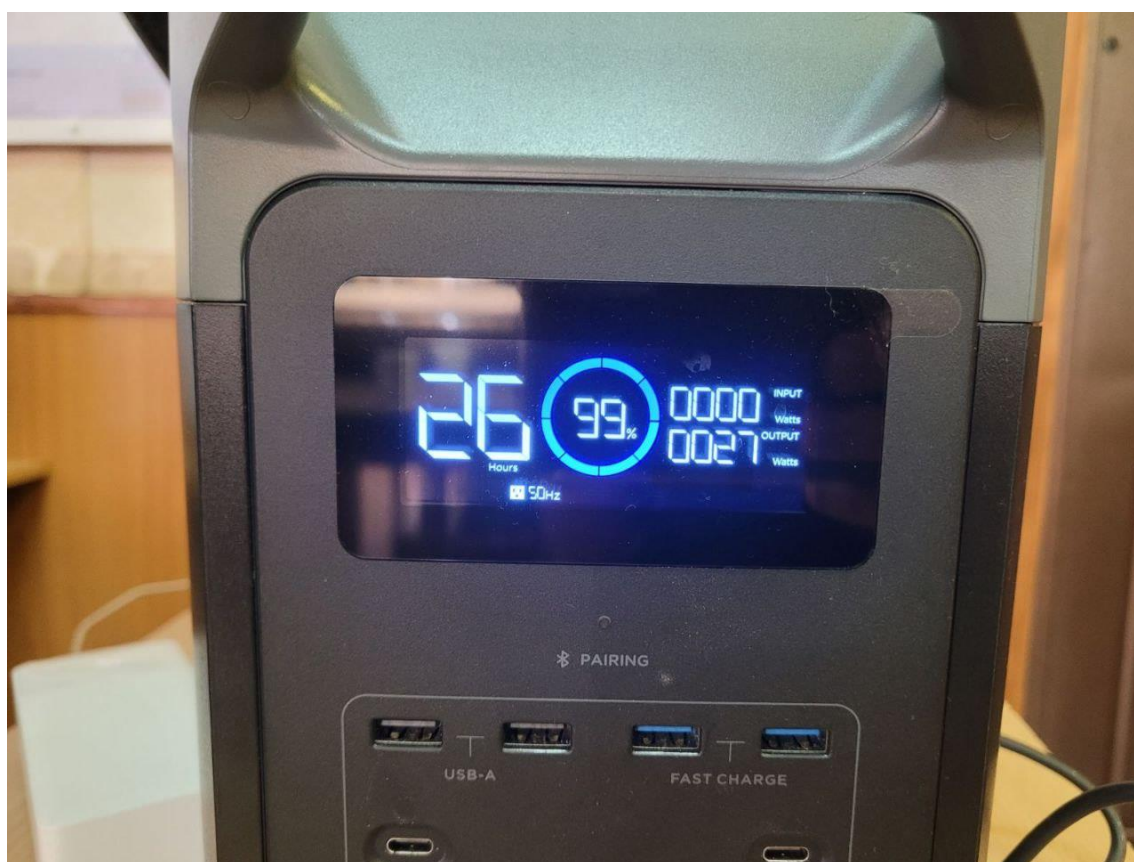


Рисунок 3.2 – EcoFlow Delta, фото дисплею при заряді практично 100% (99%) та підключеному навантаженні

Необхідно звернути увагу на те, що ККД станцій в технічній документації пристрою не вказується. Він не має значення, яке залишається постійно сталим. ККД залежить від декількох факторів, а саме: фактичного навантаження під час роботи, інтерфейсу, куди буде підключатися споживач – 220 В або 12 В. Ємність усіх цих станцій вказує на параметри вбудованих акумуляторних батарей. Час,

протягом якого зарядна станція буде працювати залежить напрямку від умов використання, тобто способу підключення, температури зовнішнього споживання, величини навантаження. Окрім того варто пам'ятати, що деяка частина енергії акумулятора витрачається на підтримання функціональності самої станції.

3.2. Мобільний додаток та час зарядки станції

Для того, щоб простежити зарядження станції, корисно буде завантажити мобільний додаток EcoFlow. Його інтерфейс представлений у двох видах та ще й на українській (рисунок 3.3) та англійській мові (рисунок 3.4).

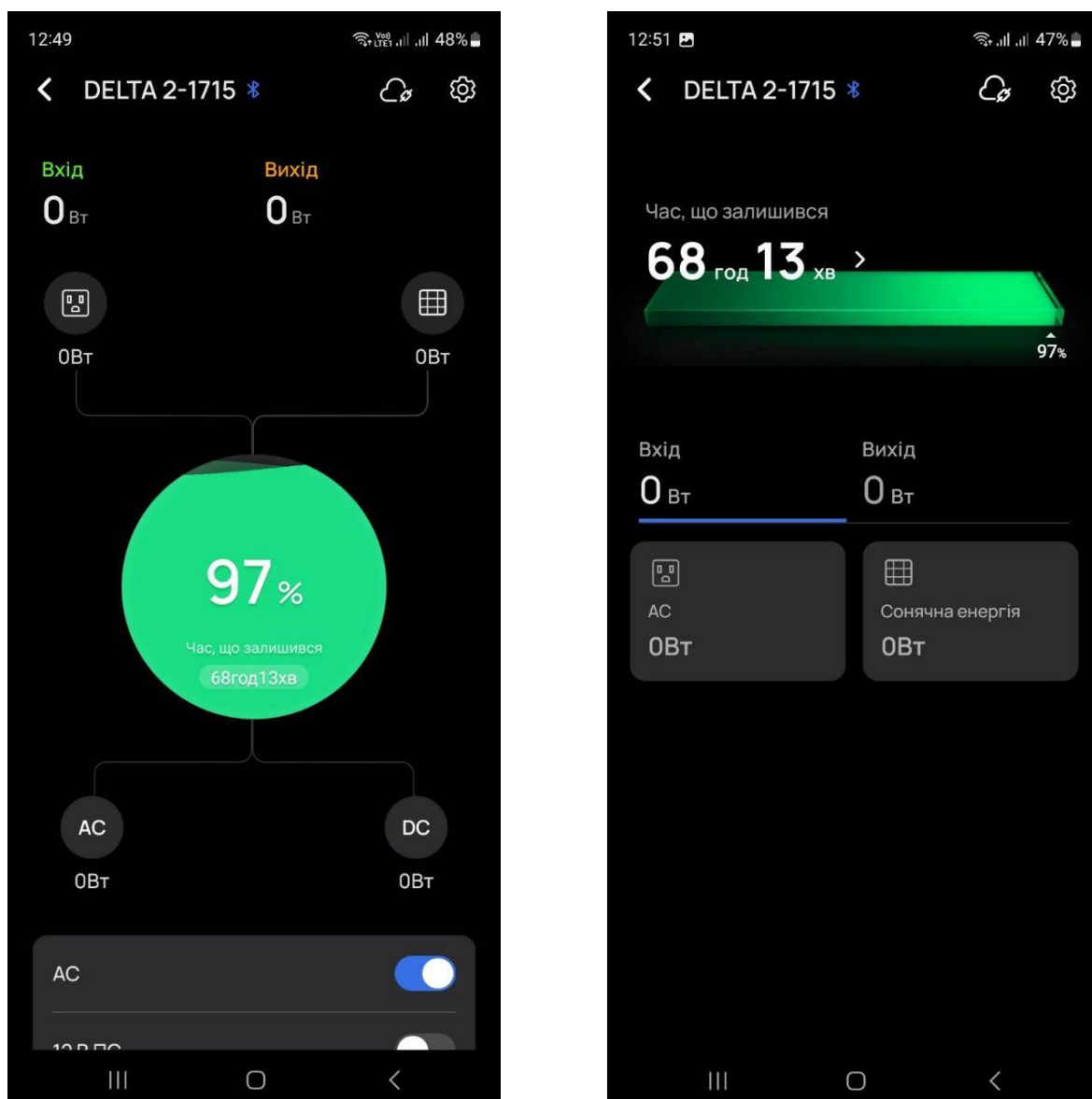


Рисунок 3.3 – додаток EcoFlow (українська версія)

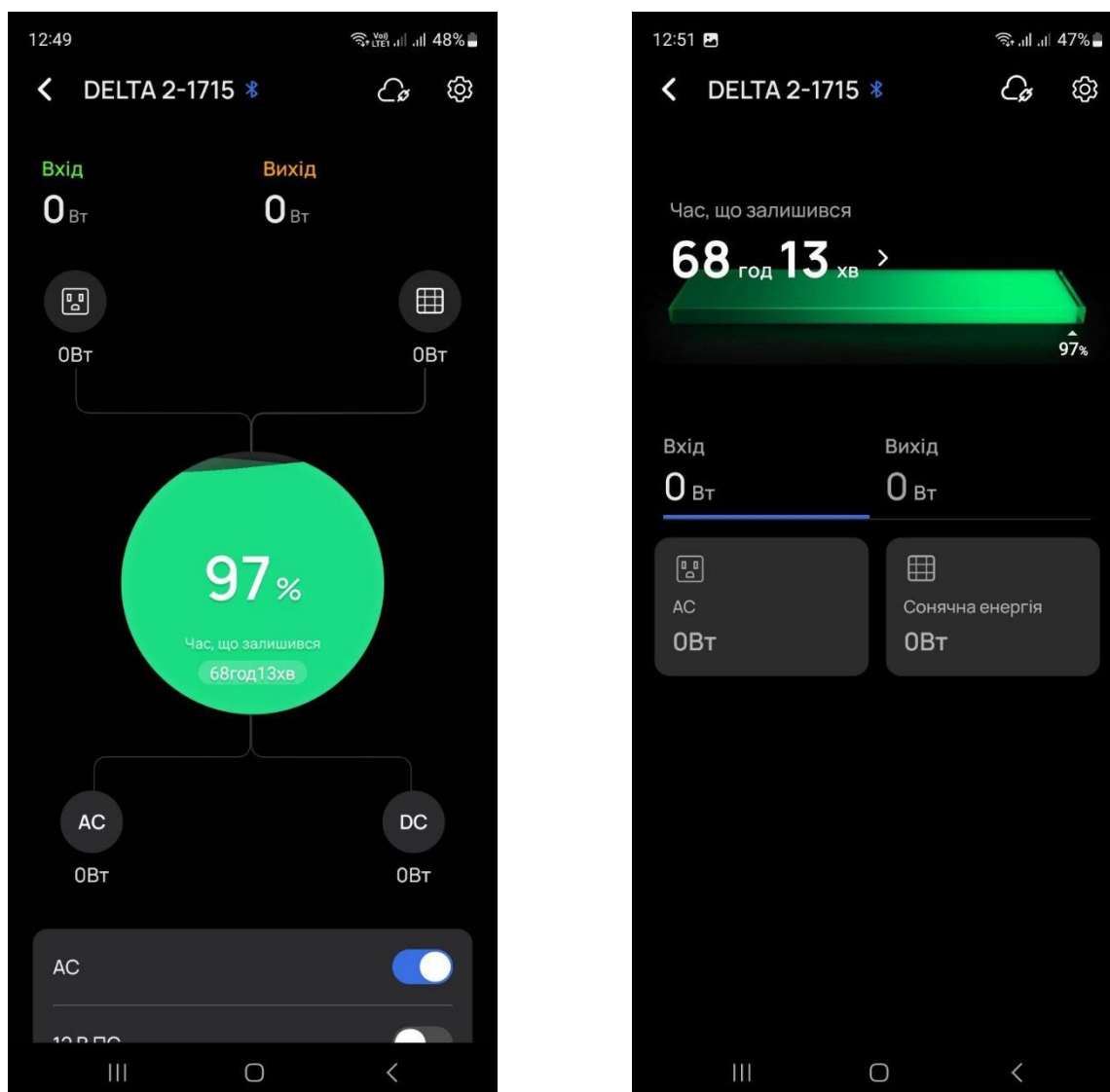


Рисунок 3.4 – додаток EcoFlow (англійська версія)

Завдяки цьому додатку є можливість побачити наступні параметри. Перш за все це час роботи, що залишився. Таким чином ми можемо спрогнозувати наскільки вистачить заряду для живлення побутових приладів. Також видно відсоток заряду станції. Окрім того можемо спостерігати значення вхідної та вихідної потужності, чи використовується порт змінної напруги та яка додаткова потужність надходить для зарядки самої станції у разі підключення сонячних панелей.

EcoFlow River заряджається від електричної мережі за 26 хв від 54% до 100%. На рисунку 3.5 зображено фото дисплею в момент зарядки. Тобто за 0,56 хв зарядна станція зарядиться на 1%. Станцію EcoFlow River можна зарядити від 0% до 100% орієнтовно за 56 хв.

EcoFlow Delta заряджається від електричної мережі за 22 хв від 79% до 100%. На рисунку 3.6 зображено фото дисплею в момент зарядки. Тобто за 1 хв зарядна станція зарядиться на 1%. Станцію EcoFlow Delta можна зарядити від 0% до 100% орієнтовно за 1 годину 40 хв.

Це вкотре показує нам, що зарядну станцію можливо підзарядити приблизно за 1 годину, що є надзвичайно зручно під час графіків погодинних відключень.

Варто також взяти до уваги те, що час зарядки протягом усього циклу змінюється. Швидке заряджання триває орієнтовно до 70-80%, а далі струм зменшується поступово, аби не перегріти батарею. Все це пов'язано із хімією акумулятора. Є декілька ключових факторів, що впливають на час зарядки АКБ, а саме: стан акумулятора, тобто його зношеність, температура батареї, тип підключеного джерела, рівень залишкового заряду.



Рисунок 3.5 – Дисплей станції EcoFlow River в момент зарядки від електромережі



Рисунок 3.6 – Дисплей станції EcoFlow Delta в момент зарядки від електромережі

3.3. Тривалість роботи побутових приладів від зарядної станції

Вкрай корисною інформацією для споживача буде те, скільки часу працюватиме зарядна станція, якщо до неї підключити певне навантаження. Для досліду залучимо обидві лінійки станцій. Одержану інформацію продемонструємо у вигляді таблиці - таблиця 3.1. Слід зазначити, що під час досліджень станцію зарядили на 100%.

Для зручності сприйняття отриманих результатів відобразимо все це у вигляді стовпчастих діаграм (рисунок 3.7. та рисунок 3.8). Також порівняємо їх між собою подавши одну спільну діаграму (рисунок 3.9). З цієї стовпчастої діаграми видно, що такі споживачі як котел чи холодильник є потужнішими, тому будуть працювати менший період часу. Малопотужні споживачі, а саме: планшет, телефон, електрична зубна щітка будуть працювати значно довше.

Необхідно відзначити, що при підключенні електроприладів різної потужності час роботи буде приблизним, адже він визначається самою станцією. До прикладу, котел може працювати у будь-якому із цих режимів роботи: підігрів приміщення, підігрів води, підігрів води і приміщення одночасно, не підігріваючи в певний момент часу абсолютно нічого. Саме тому час роботи станції буде змінюватись. Також варто взяти до уваги те, що дисплей обидвох лінійок зарядних станцій показує лише двозначне число часу роботи споживачів. Тобто коли електроприлад працюватиме більше ста годин, то зарядна станція буде показувати число “99”, що означатиме те, що споживач буде працювати саме не 99 годин, а більше. Всі вищезгадані властивості слід враховувати у момент остаточного вибору моделі зарядної станції.

Таблиця 3.1 – тривалість роботи зарядних станції при різному навантаженні

Модель	River 245 Вт·год	Delta 1024 Вт·год
Холодильник LG	1	6
Телефон Samsung	30	74
Телефон iPhone	36	99
Планшет Lenovo	23	71
Зубна щітка	34	74
Ноутбук Dell	6	20
Ноутбук HP	6	16
Котел Vaillant	2	7
Powerbank 22.5 Вт	17	38
Миючий пілосос Karcher	27	99
Світлодіодна лампа Промавтоматика	24	43
Навушники Koss	84	99
Годинник Mi Band 5	84	99
Годинник Mi Band 4	84	99
Світлодіодний прожектор 50W IP67	18	40
Телефон POCO F3	27	74
Навушники Xiaomi Haylou	83	99
Павербанк Baseus	20	40
Ноутбук HP Victus	3	10

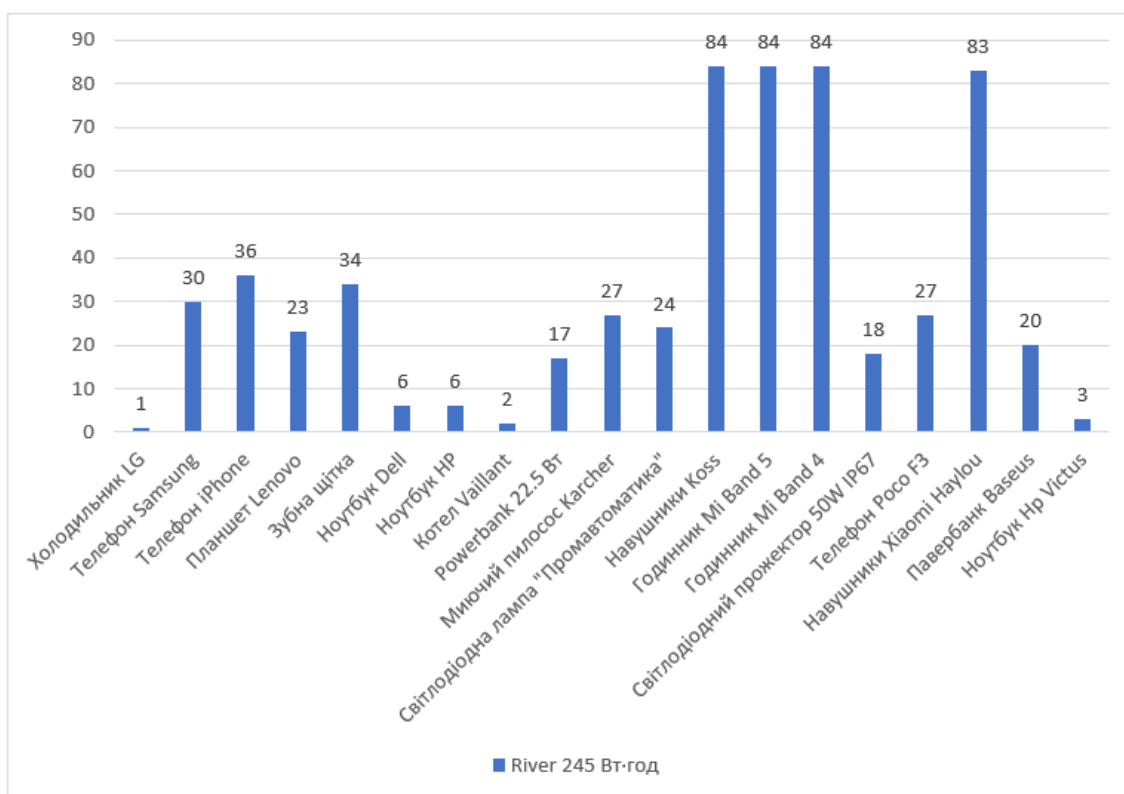


Рисунок 3.7 – тривалість роботи зарядної станції EcoFlow River при різному навантаженні

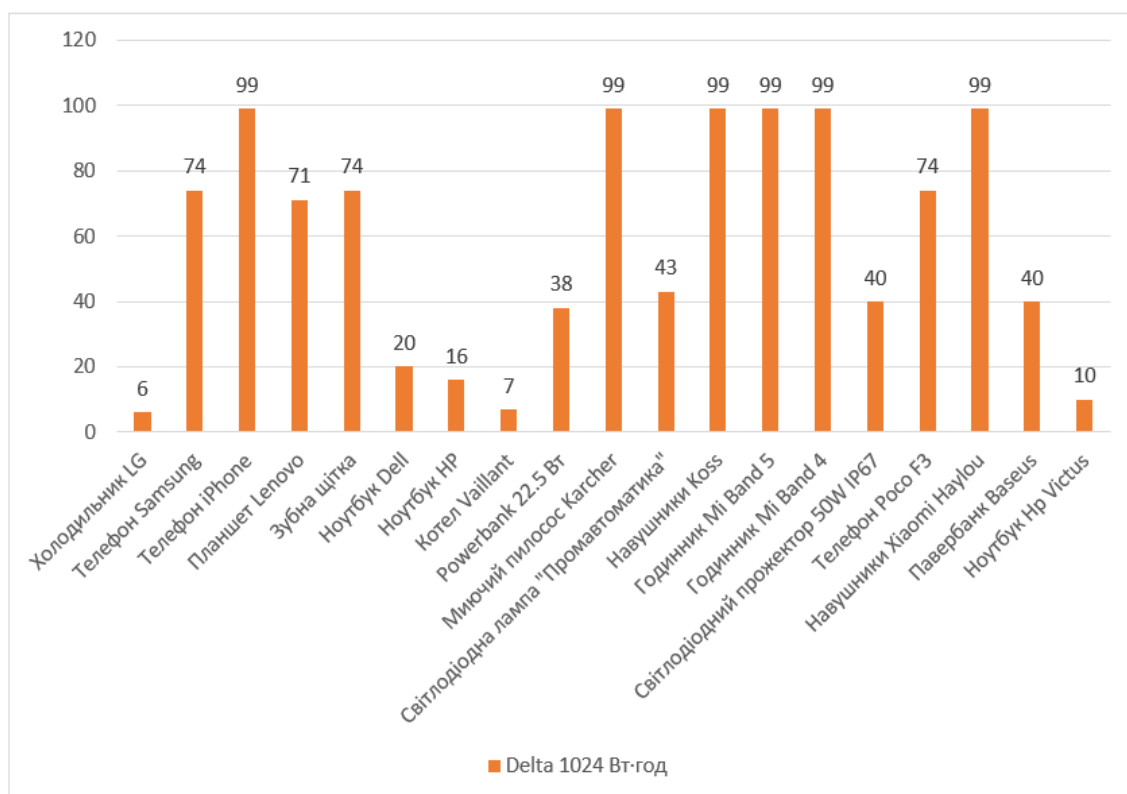


Рисунок 3.8 – тривалість роботи зарядної станції EcoFlow Delta при різному навантаженні

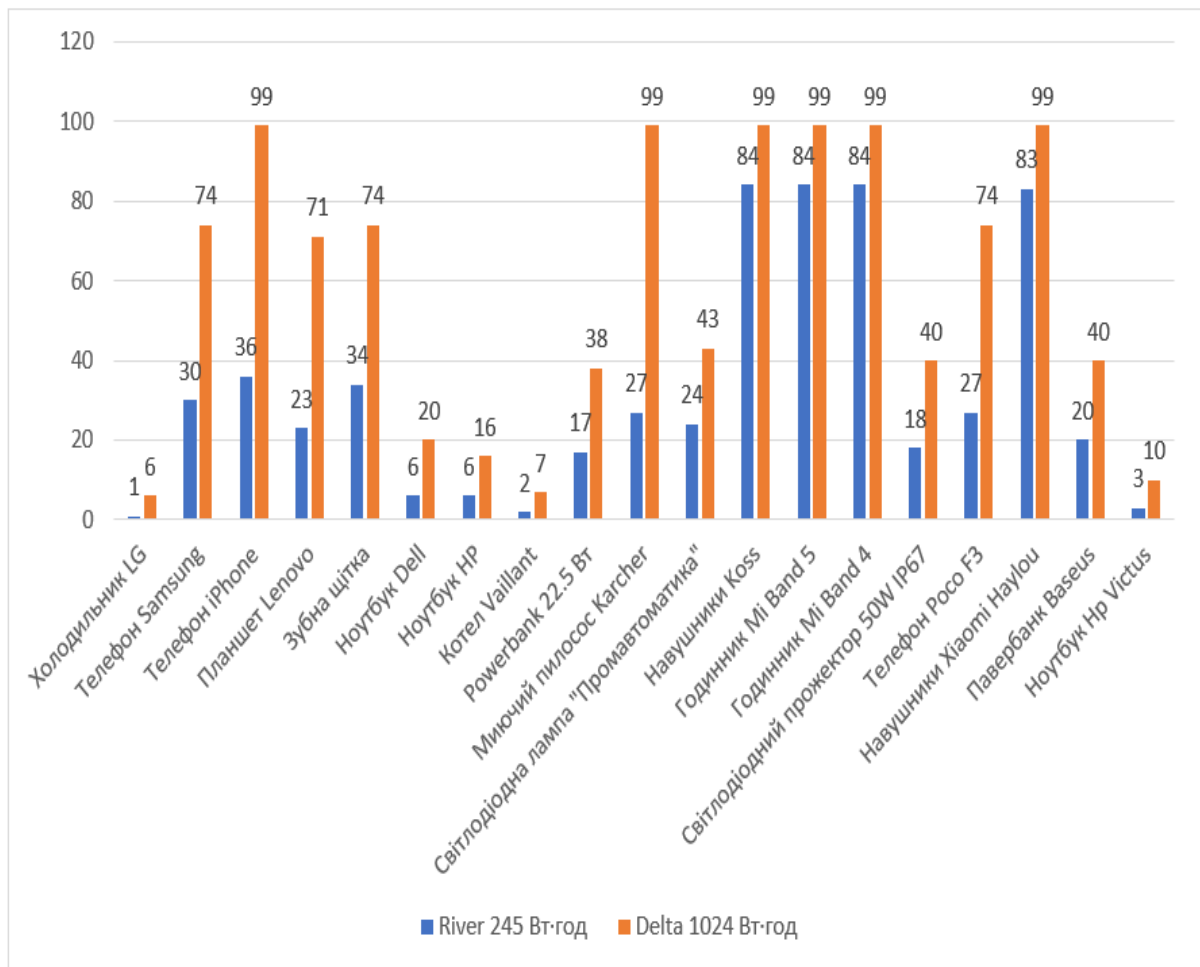


Рисунок 3.9 – тривалість роботи зарядних станцій при різному навантаженні

3.4. Живлення квартир та приватних будинків від зарядної станції

В даному підпункті представлено наглядну схему живлення приватного будинку чи квартири від зарядної станції в період відключень електроенергії (рисунок 3.10). Друга схема (рисунок 3.11) включає ще і вхідний автомат, який слід вимкнути перед вмиканням зарядної станції задля запобігання зустрічної напруги з боку центральної електромережі. Ключовим фактором є те, щоб цей автомат був розташований всередині приватного будинку чи квартири задля безпеки, щоб запобігти випадковому ввімкненню. Наведемо переваги такого підключення. Перш за все це те, що немає необхідності використовувати подовжувачі або переносити електроприлади до станції, непотрібно перемикачів чи складної автоматики, підходить як резервне живлення при блекаутах, особливо коли потрібно швидко подати живлення.



Рисунок 3.10 – живлення приватного будинку або квартири від зарядної станції через кабель з двосторонньою вилкою



Рисунок 3.11 – живлення приватного будинку або квартири від зарядної станції через кабель з двосторонньою вилкою і з відключеним ввідним автоматом

3.5. Висновки до Розділу 3

1. Досліджено, що зарядні станції попри свій заряд у 100% не видають усієї паспортної ємності. Як видно, номінальна ємність зарядної портативної станції EcoFlow River складає 245 Вт·год, проте корисна є дещо меншою, тобто 189 Вт·год, а це 77,1% від номінальної. А от номінальна ємність зарядної портативної станції EcoFlow Delta складає 1024 Вт·год, проте корисна є відчутно меншою, тобто 702 Вт·год, а це 69% від номінальної.

2. Станцію EcoFlow River можна зарядити від 0% до 100% орієнтовно за 56 хв, а що стосовно станції EcoFlow Delta, то її можна зарядити від 0% до 100% орієнтовно за 1 годину 40 хв. Це вкотре показує нам, що зарядну станцію можливо підзарядити приблизно за 1 годину, що є надзвичайно зручно під час графіків погодинних відключень.

3. Досліджено час роботи портативних зарядних станцій при різних навантаженнях. Саме це може послужити таким своєрідним путівником, який допоможе споживачам зробити правильний вибір моделі та ємності зарядної станції. Побудовано таблицю та порівняльні графіки для обидвох лінійок станцій при підключенні різних споживачів, що часто використовуються в побуті.

4. Зображено наглядну схему живлення квартири або приватного будинку від зарядної станції. В другій схемі взято до уваги вхідний автомат, який слід вимкнути при заживленні будинку аби запобігти зустрічній напрузі. Ключовим фактором є те, щоб він встановлений всередині приватного будинку чи квартири, аби запобігти випадковому вмиканню з боку інших мешканців.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Електрична безпека

Одним із ключових аспектів безпечного використання є дотримання електричної безпеки. Важливо розуміти, що навіть компактні та портативні пристрої можуть містити досить потужні батареї, здатні спричинити серйозні пошкодження у випадку неправильної експлуатації [30].

По-перше, завжди слід використовувати зарядну станцію відповідно до інструкцій виробника. Це охоплює правильне під'єднання та від'єднання пристроїв, використання оригінальних або сумісних кабелів і адаптерів, а також дотримання правил експлуатації, зазначених у посібнику користувача.

По-друге, не рекомендується використовувати агрегати в умовах підвищеної вологості або поблизу джерел води. Вода та електрика несумісні, і потрапляння вологи всередину пристрою може призвести до короткого замикання та загоряння. Якщо необхідно використовувати зарядну станцію на вулиці або в умовах підвищеної вологості, слід передбачити додаткові заходи захисту, як-от використання водонепроникних чохлах або корпусів.

По-третє, слід уникати перевантажень пристрою. Підключення занадто великої кількості техніки одночасно може призвести до перегріву та пошкодження батареї. Важливо пам'ятати, що кожна зарядна станція має певні технічні характеристики та обмеження за потужністю, які слід враховувати під час під'єднання пристроїв.

4.2 Теплова безпека

Іншим важливим аспектом є тепла безпека. Батареї портативних зарядних станцій можуть нагріватися під час роботи, особливо в разі тривалого використання або заряджання кількох пристроїв одночасно. Перегрівання може призвести до пошкодження батареї, скорочення її терміну служби і навіть до загоряння.

Для запобігання перегріву слід розміщувати ПЗС у місцях з хорошою вентиляцією, уникати її експлуатації поблизу джерел тепла і не накривати пристрій під час роботи. Також важливо регулярно перевіряти обладнання на наявність ознак перегріву, як-от зміна форми корпусу, запах горілого пластику або незвично висока температура поверхні пристрою.

4.3 Хімічна безпека

Батареї, використовувані в ПЗС, містять хімічні речовини, які можуть бути небезпечними в разі неправильної експлуатації. Літій-іонні та літій-полімерні батареї, які найчастіше використовуються в таких пристроях, потребують особливої уваги та обережності.

По-перше, ніколи не слід розбирати зарядну станцію самостійно. Внутрішні компоненти можуть містити речовини, які небезпечні при контакті зі шкірою або при вдиханні. Розбирання пристрою може також призвести до короткого замикання та загоряння.

По-друге, у разі пошкодження корпусу або видимих дефектів батареї (наприклад, здуття або витікання електроліту) слід негайно припинити використання і звернутися до фахівця. Пошкоджені батареї можуть бути нестабільними і становити серйозну небезпеку.

4.4 Експлуатаційна безпека

Для забезпечення безпечної експлуатації важливо дотримуватися рекомендацій виробника щодо експлуатації та зберігання пристрою. Деякі з основних рекомендацій включають:

- регулярна перевірка стану пристрою. Перед кожним використанням слід оглядати його на предмет видимих пошкоджень або дефектів. Якщо виявлено пошкодження, пристрій не слід використовувати до усунення несправностей.
- правильне зберігання. Агрегат слід зберігати в сухому і

прохолодному місці, подалі від прямих сонячних променів і джерел тепла. Тривале зберігання за високих температур може негативно позначитися на стані батареї.

- використання оригінальних аксесуарів. Для заряджання та під'єднання пристроїв слід використовувати тільки оригінальні або сертифіковані виробником аксесуари. Використання невідповідних кабелів або адаптерів може призвести до перевантаження та пошкодження пристрою.

- дотримання правил заряджання. Зарядну станцію слід заряджати відповідно до інструкцій виробника, уникаючи тривалого перебування на зарядці після досягнення повного заряду. Перезаряджання може негативно позначитися на терміні служби батареї.

- уникнення екстремальних умов експлуатації. Не слід використовувати зарядну станцію в екстремальних умовах, таких як сильний мороз або спека. Це може призвести до нестабільної роботи та пошкодження пристрою.

4.5 Способи запобігання аварійним ситуаціям

Для мінімізації ризиків, пов'язаних із використанням портативних зарядних станцій, важливо дотримуватися певних запобіжних заходів. Ось п'ять ключових способів запобігання аварійним ситуаціям:

- регулярна перевірка та обслуговування. Регулярне технічне обслуговування та перевірка стану зарядної станції допоможуть своєчасно виявити й усунути потенційні проблеми.

- використання захисних пристроїв. Встановіть захисні пристрої, такі як запобіжники або автоматичні вимикачі, для запобігання перевантажень і коротких замикань.

- навчання та інформування користувачів. Забезпечте користувачів інформацією про правильну експлуатацію та заходи безпеки під час використання зарядних станцій.

- належне зберігання. Зберігайте зарядні станції в безпечних умовах,

захищених від вологи, пилу та екстремальних температур.

- дотримання інструкцій виробника. Завжди дотримуйтесь рекомендацій виробника щодо експлуатації та технічного обслуговування зарядних станцій.

4.6 Висновки та загальні рекомендації

Джерела резервного живлення, зокрема портативні зарядні станції, відносяться до технічно складного обладнання, що потребує уважного та обережного використання. Ігнорування елементарних правил безпеки може спричинити не лише вихід техніки з ладу, а й значно серйозніші наслідки, як-от коротке замикання, загоряння чи ураження електричним струмом. Особливої обережності потребує експлуатація в умовах надзвичайних ситуацій або нестабільного електропостачання, коли навантаження на пристрій значно зростає [31].

За даними практики, більшість несправностей або ризиків, пов'язаних із використанням резервного живлення, виникають через помилки самих користувачів. Неправильне підключення приладів, використання пошкоджених кабелів, заряджання в неналежних умовах або спроби самостійного ремонту — усе це може спричинити аварійні ситуації. Щоб цього уникнути, важливо дотримуватись простих, але дієвих правил.

Насамперед обладнання слід тримати подалі від відкритих джерел тепла — сонця, обігрівачів, духовок тощо. Недопустиме зберігання або використання в умовах підвищеної вологості, поблизу води чи в приміщеннях з конденсатом. Перед першим використанням обов'язково прочитайте інструкцію та повністю зарядіть пристрій. Не перевантажуйте виходи — уважно контролюйте параметри напруги та струму, щоб вони відповідали характеристикам підключених приладів.

Крім того, варто уникати механічних пошкоджень: не кидати станцію, не тягнути за дроти, не класти на неї важкі предмети. Завжди тримайте пристрій у недоступному для дітей місці. Не намагайтеся самостійно відкривати корпус чи

проводити ремонт — це має виконувати лише кваліфікований спеціаліст. Усі дії слід проводити в межах рекомендованого температурного та вологісного діапазону, зазначеного в технічній документації.

Дотримання цих рекомендацій дозволить значно продовжити строк служби зарядної станції, зберегти її технічну справність і, що найважливіше, забезпечити безпеку людей, які нею користуються.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Розглянуто, що таке зарядна станція і наведено особливості, які відрізняють їх від павербанків: об'єм акумулятора, ємність, потужність, наявність портів на 220 В, широкий спектр пристроїв, що можуть заряджатись одночасно, можливість підключення додаткового АКБ.

2. Досліджено як використовуються зарядні станції, розглянуто їх два типи: портативні та стаціонарні. Наведено ряд переваг, серед яких мобільність, портативність, енергоефективність, багатофункціональність, безпечність, підтримка швидкої зарядки (близько 1 години).

3. Запроповано підбирати зарядні станції по ємності та потужності. Якщо потрібно заряджати ноутбук чи мобільний телефон, то ємності 600-900 Вт·год буде достатньо. Для запуску більш потужних електроприладів таких як пральна машина чи бойлер, то слід врахувати не тільки ємність, а й номінальну потужність та пікову, яка буде відігравати важливу роль при запуску.

4. Розглянуто електрохімічну схему деяких типів АКБ, які часто зустрічаються в зарядних станціях: Li-Pol, Li-Ion, NCM, LiFePo₄.

5. Наведено ряд додаткових функцій, які забезпечать комфортне використання зарядних станцій, а саме: цифровий дисплей, додаток для ПК або смартфона для відстежування стану батареї, бездротова зарядка, вмонтовані сонячні панелі, підсвітка дисплею та наявність ліхтарика, модулі розширення, транспортувальні коліщатка та кабелі та інвертори, що можуть входити в комплект.

6. Досліджено дві лінійки зарядних станцій: River та Delta. Кожна із лінійок має такі моделі: River Pro, River Max, River, River Mini та Delta Pro, Delta Max, Delta та Delta Mini відповідно. Моделі Pro мають велику кількість портів, є найпотужнішими та мають найбільшу ємність. Для порівняння усіх моделей даних лінійок сформовано таблицю, аби підібрати ту станцію, яка необхідна.

7. Підібрано перехідники, які заощадають кошти при виборі китайської версії EcoFlow замість європейської.

8. Досліджено, що зарядні станції попри свій заряд у 100% не видають усієї паспортної ємності. Як видно, номінальна ємність зарядної портативної станції EcoFlow River складає 245 Вт·год, проте корисна є дещо меншою, тобто 189 Вт·год, а це 77,1% від номінальної. А от номінальна ємність зарядної портативної станції EcoFlow Delta складає 1024 Вт·год, проте корисна є відчутно меншою, тобто 702 Вт·год, а це 69% від номінальної.

9. Станцію EcoFlow River можна зарядити від 0% до 100% орієнтовно за 56 хв, а що стосовно станції EcoFlow Delta, то її можна зарядити від 0% до 100% орієнтовно за 1 годину 40 хв. Це вкотре показує нам, що зарядну станцію можливо підзарядити приблизно за 1 годину, що є надзвичайно зручно під час графіків погодинних відключень.

10. Досліджено час роботи портативних зарядних станцій при різних навантаженнях. Саме це може послужити таким своєрідним путівником, який допоможе споживачам зробити правильний вибір моделі та ємності зарядної станції. Побудовано таблицю та порівняльні графіки для обидвох лінійок станцій при підключенні різних споживачів, що часто використовуються в побуті.

11. Зображено наглядну схему живлення квартири або приватного будинку від зарядної станції. В другій схемі взято до уваги вхідний автомат, який слід вимкнути при заживленні будинку або квартири, аби запобігти зустрічній напрузі. Ключовим фактором є те, щоб він встановлений всередині приватного будинку чи квартири, аби запобігти випадковому вмиканню з боку інших мешканців.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Забезпечення безперебійного електропостачання житлових та малих промислових споживачів у період блекаутів / А. З. Стасів, Н.В. Завацький, І. М. Сисак // Тези МНПК „ Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій “, 28-29 травня 2025 року. — Т. : ФОП Паляниця В. А., 2025. — С. 60. — (Електротехніка та енергозбереження).
2. Д’яконов І. Армія РФ вдарила по Тернополю: виникли перебої зі світлом та водою. *Українська правда*. URL: <https://www.pravda.com.ua/news/2024/11/26/7486332/> (дата звернення 02.04.2025).
3. Глущенко О., Балачук І. Через влучання ворожого БПЛА в об’єкт енергетики частина Тернополя без світла – мер. *Українська правда*. URL: <https://www.pravda.com.ua/news/2024/12/3/7487373/> (дата звернення: 03.12.2024).
4. Компанія СЕА. Компанія СЕА | Виробництво електроніки, електронні компоненти, електротехніка | Компанія СЕА. URL: <https://www.sea.com.ua/ua/istochniki-pitaniya/news/invertor-vse-so-potribno-znati-pro-sucasni-pristroi/> (дата звернення: 0.04.2025).
5. 15 Advanatges and Disadvantages of Inverters | with Features – DipsLab. DipsLab – by Dipali Chaudhari. URL: <https://dipslab.com/advanatges-disadvanatages-inverters/> (дата звернення: 03.04.2025).
6. Який акумулятор вибрати для інвертора?. *Svitlobud*. URL: <https://svitlobud.com.ua/yakyi-akumuliator-vybraty-dlia-invertora/> (дата звернення: 05.04.2025).
7. На які генератори зріс попит під час блекаутів: як вибрати оптимальний варіант для себе – *PMG.ua*. *PMG.ua*. URL: <https://pmg.ua/advice/127699-na-iaki-heneratory-zris-popyt-pid-chas-blekautiv-iak-vybraty-optymalnuu-variant-dlia-sebe> (дата звернення: 06.04.2025).
8. Генератори під час блекауту: як обрати і безпечно використовувати - 20 хвилин. 20 хвилин - *Новини Вінниці*. URL:

<https://vn.20minut.ua/Podii/generatori-pid-chas-blekautu-yakiy-obrati-i-bezpechno-vikoristovuvati-11744592.html> (дата звернення: 08.04.2025).

9. Користь різних видів генераторів під час блекаутів - Generator.ua. Generator.ua. URL: <https://generator.ua/blog/yakij-generator-najefektivnishij-pri-dovgotrivalikh-vidklyuchennyakh-svitla> (дата звернення: 09.04.2025).

10. Учасники проєктів Вікімедіа. Фотоелемент – Вікіпедія. Вікіпедія. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Фотоелемент> (дата звернення: 10.04.2025).

11. Робота фотоелектричної станції на основі гібридного інвертора з різною ємністю системи накопичення електроенергії / В. Коваль та ін. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical sciences. 2024. Т. 343, № 6(1). С. 208–214. URL: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-343-6-32> (дата звернення: 12.04.2025).

12. Krivonos A. Зелений тариф та автономна електростанція або що може гібридний інвертор Deye. Bezpeka-Shop.com – Гіпермаркет охоронних систем та засобів безпеки. URL: <https://www.bezpeka-shop.com/ua> (дата звернення: 14.04.2025).

13. Зелений тариф 2025: що це як працює - SolarMax.in.ua. Сонячні електростанції під ключ. Купити сонячну електростанцію в Україні - SolarMax.in.ua. URL: <https://solarmax.in.ua/info/zeleniy-tarif-2025> (дата звернення: 16.04.2025).

14. Переваги зеленого тарифу в Україні | Leader Nrg Ukraine. Проектування та будівництво сонячних станцій в Україні. URL: <https://leader-nrg.com.ua/blog/zelenyj-tarif/> (дата звернення: 17.04.2025).

15. Що таке зелений тариф та що буде із зеленим тарифом в Україні?. Гібридна сонячна електростанція купити для дому за найкращою ціною в Україні. URL: <https://specimp.com.ua> (дата звернення: 19.04.2025).

16. Зелений тариф 2025. Все про сонячні електростанції - домашні, балконні та під власне споживання. Законодавство, окупність, поради, відгуки GreenPowerTalk. URL: <https://greenpowertalk.tech/threads/zelenij-tarif-2025.1581/> (дата звернення: 21.04.2025).

17. Вихід із ситуації! Сонячні станції та перевага систем зеленого тарифу – Вікна. Вікна. URL: <https://vikna.tv/dlia-tebe/ekonomiya/sonyachni-stancziyi-perevagy-ta-nedoliky-v-ukrayini/> (дата звернення: 23.04.2025).

18. Продаж електроенергії за "зеленим тарифом": чи дійсно вигідно встановлювати сонячні панелі. Телеграф. URL: <https://news.telegraf.com.ua/ukr/jekonomika-i-finansy/2025-02-22/5899145-prodazh-elektroenergii-za-zelenim-tarifom-chi-diysno-vigidno-vstanovlyuvati-sonyachni-paneli> (дата звернення: 25.04.2025).

19. 5 потенційних загроз від PV-систем при пожежі та як їх запобігти. Solarity. URL: <https://solarity.eu/ua/blog/fire-hazards-and-mitigation-in-photovoltaic-systems/> (дата звернення: 16.04.2025).

20. Безперебійне живлення для автономного дому | Вольтмаркет. Voltmarket UA Продаж стабілізаторів напруги, ЛАТРів, ДБЖ, Паливних електростанцій Voltmarket. URL: <https://voltmarket.ua> (дата звернення: 27.04.2025).

21. Що таке джерело безперебійного живлення (ДБЖ) та як його вибрати?. GAZIK - інтернет-магазин. URL: <https://gazik.ua/shcho-take-dzherelo-bezperebiinoho-zhyvlennia-dbzh-ta-yak-yoho-vybraty/> (дата звернення: 28.04.2025).

22. Учасники проєктів Вікімедіа. Джерело безперебійного живлення – Вікіпедія. Вікіпедія. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Джерело_безперебійного_живлення (дата звернення: 30.04.2025).

23. Paytex. Вітрогенератори - енергія вітру для побуту І Пайтекс Блог. led.paytex. URL: <https://www.led.paytex.com.ua/post/vitrogeneratoriy-vse-pro-energiyu-vitru> (дата звернення: 01.05.2025).

24. Вітрогенератори: принцип дії, типи, застосування, ефективність роботи - Альтер Ейр. Фірма з вентиляції Альтер Ейр у Києві - офіційний сайт компанії. URL: <https://alterair.ua/stati> (дата звернення: 03.05.2025).

25. Що краще - вітрогенератор чи сонячна батарея? | SolarGarden. Solar Garden. URL: <https://www.solargarden.com.ua/shho-krashhe-vitrogenerator-chy->

sonyachnaya-batareya/ (дата звернення: 09.05.2025).

26. Що таке портативна зарядна станція: види та переваги використання. Bezpeka Veritas РЕБ системи, Детектори дронів, Тепловізори. URL: <https://bezpeka-veritas.in.ua/> (дата звернення: 14.05.2025).

27. Зарядні станції: переваги, різновиди та можливості пристроїв | project.finance.ua. project.finance.ua. URL: <https://www.project.finance.ua/zaryadni-stanciyi> (дата звернення: 19.05.2025).

28. Як вибрати зарядну станцію і не схибити?. ITbox - інтернет-магазин електроніки та комп'ютерної техніки. URL: <https://www.itbox.ua/ua/blog/Yak-vibrati-zaryadnu-stanciyu-i-ne-shibiti/> (дата звернення: 22.05.2025).

29. Головна. EcoFlow Ukraine - магазин EcoFlow в Україні. URL: <https://ecoflowukraine.com/> (дата звернення: 18.05.2025).

30. Безпека використання портативних зарядних станцій: важливі аспекти. Магазин електротехніки та автоматики – системи електропостачання під ключ в Україні «Vinur». URL: <https://vinur.com.ua/ua/aboutus/usefull-info/articles/bezpeka-vykorystannya-portatyvnyh-zaryadnyh-stancij-vazhlyvi-aspekty> (дата звернення: 26.05.2025).

31. Безпечне використання зарядних станцій: основні рекомендації з експлуатації. Pipl - Системи відеоспостереження, джерела живлення, сигналізація. URL: <https://pipl.ua/article/bezpechne-vikoristannya-zaryadnih-stancii-osnovni-rekomendaciyi-z-ekspluataciyi> (дата звернення: 30.05.2025).

32. Гурик О.Я. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці [електронний ресурс]: //Інституційний репозитарій Atutor (код дисципліни ID 4656): офіційний сайт Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя – Тернопіль, 2017. – Режим доступу: <https://dl.tntu.edu.ua/index.php> (дата звернення: 06.06.25).

33. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів (НПАОП 40.1-1.21-98) (дата звернення: 08.06.2025).

34. Правила безпечної експлуатації електроустановок (НПАОП 40.1-1.01-97) (дата звернення: 10.06.2025).