

<https://doi.org/10.31891/2307-5732-2025-355-83>
УДК 621.31

СТАСІВ АНДРІЙ

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

<https://orcid.org/0009-0005-2966-5529>

e-mail: astasiw@expres1.com

СИСАК ІВАН

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

<https://orcid.org/0000-0002-2315-7911>

e-mail: sisak.tntu@gmail.com

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕРЕБІЙНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВИХ ТА МАЛИХ ПРОМИСЛОВИХ СПОЖИВАЧІВ У ПЕРІОД БЛЕКАУТІВ

У статті авторами розглянуто актуальну проблему забезпечення безперебійного електропостачання побутових та малих промислових споживачів в умовах блекаутів, спричинених як техногенними, природними, так і воєнними чинниками. Наведено приклади масштабних відключень електроенергії в Європі, Азії та Україні, підкреслено важливість автономного електроживлення в умовах нестабільної енергетичної ситуації. Проведено порівняльний аналіз основних джерел резервного живлення: генераторів, сонячних панелей з акумуляторами, джерел безперебійного живлення, комплексних систем та портативних зарядних станцій. Особливу увагу приділено перевагам та недолікам кожного з методів, з акцентом на ефективність використання зарядних станцій різної потужності, їх мобільність, екологічність та можливість зарядки від сонячних панелей. Надано рекомендації щодо вибору зарядної станції залежно від потреб користувача. Стаття буде корисною як для пересічних споживачів, так і для фахівців у сфері енергетики та енергоефективності.

Ключові слова: зарядна станція, сонячна батарея, безперебійне живлення, побутові споживачі, дрібні промислові споживачі, блекаут.

STASIV ANDRII, SYSAK IVAN

Terнопil National Ivan Puluj Technical University

ENSURING UNINTERRUPTED POWER SUPPLY TO RESIDENTIAL AND SMALL INDUSTRIAL CONSUMERS DURING BLACKOUTS

In this paper the authors consider the urgent problem of ensuring uninterrupted power supply to household and small industrial consumers in blackout conditions caused by technogenic, natural and military factors. Specific examples of large-scale power outages in various countries around the world, including countries in Europe (Spain, Portugal) and Asia (Indonesia) are given, and the situation in Ukraine is analyzed, as the problem of ensuring energy supply here has become particularly acute due to regular attacks of critical infrastructure.

Comparative analysis of the well-known technical solutions for backup power supply including gasoline and diesel generators, systems based on solar panels with batteries, uninterruptible power supplies (UPS), integrated hybrid systems, and modern mobile charging stations is carried out. The advantages and disadvantages of each of the options, taking into account current realities and consumer needs are identified. Particular attention is paid to practicality, environmental friendliness, financial feasibility, ease of use, autonomy and mobility.

Detailed investigation of the efficiency of the application of portable charging stations, which combine rechargeable power sources with the possibility of fast charging both from the mains and from solar panels, is proposed as a promising area. The key parameters for choosing such devices, including capacity, rated and peak power, connector types, charging time, and mobility level are analyzed in this paper. Recommendations for the selection of charging station depending on the type of load, which makes it possible to organise rationally the autonomous power supply for household or small business under conditions of unstable power supply are given.

The obtained results are valuable for the practical implementation of solutions in order to ensure autonomous energy supply, especially in regions experiencing systematic outages, and can be used for further scientific and technical investigations in the field of energy security.

Keywords: charging station, solar battery, uninterruptible power supply, household consumers, small industrial consumers, blackout.

Стаття надійшла до редакції / Received 23.05.2025

Прийнята до друку / Accepted 26.06.2025

Постановка проблеми

28 квітня 2025 року в Португалії та Іспанії сталися масштабні відключення світла [1]. Без електропостачання залишилися багато районів в обидвох країнах. У Мадриді зупинилось метро і приміські електрички. Португальська поліція повідомила, що світлофори не працюють по всій країні, у столиці Лісабоні та Порту закрито метро, і поїзди не курсують. Перебої в постачанні електроенергії були спричинені збоєм в іспанській електромережі, пов'язаним з «рідкісним атмосферним явищем». Через екстремальні коливання температури в Іспанії відбулися аномальні коливання на лініях дуже високої напруги (400 кВ). Ці коливання спричинили порушення синхронізації між електричними системами, що призвело до послідовних порушень у всій європейській мережі.

2 травня 2025 року блекаут стався на Балі [2]. В деяких районах індонезійського курортного острова сталися відключення світла. Відключення відбулись, зокрема, у аеропорті острова, але його роботу не було зупинено завдяки генераторам. Внаслідок відключення електроенергії утворилися затори на дорогах і довгі черги на стійках реєстрації в аеропорту. Відключення було спричинене пошкодженням підводних кабелів, які з'єднують енергосистему Балі з островом Ява, що призвело до відключення електроенергії в ряді районів Балі.

Нажаль причиною блекауту може бути не тільки «рідкісне атмосферне явище» чи пошкодження підводного кабелю.

26 листопада 2024 року жителі м. Тернопіль та частково Тернопільської області відчули проблеми з електро- та водопостачанням [3]. Це сталося внаслідок удару російськими ударними дронами по критичній інфраструктурі міста Тернопіль. Сталося це приблизно першої години вночі. Прогриміли вибухи, після чого у містян та в населених пунктах поблизу обласного центру зникло електропостачання. Повторний вибух знову було чути о 01:47.

Уночі 3 грудня 2024 року ворожий дрон знову влучив в об'єкт енергетичної інфраструктури міста Тернополя, внаслідок чого частина міста залишилася без електроенергії [4].

Такі випадки стаються чи не щодня по всій території України. Країна-агресор тероризує мирне населення, знищуючи будинки, школи, лікарні, вбиває людей та робить їх каліками, не щадить навіть дітей.

І відсутність електропостачання це лише один із багатьох наслідків таких дій росії на чолі з військовим злочинним керівництвом. Проте, у зимовий період, коли потрібно обігріти будинки, подати воду чи банально розігріти їжу, відсутність у населення електроенергії є проблемою.

Відключення електроенергії можуть бути викликані не тільки наслідками масових ракетних та дронних обстрілів росії критичної інфраструктури України. Це може бути банальна нестача потужності в зимовий період через недостатній транзит із країн-імпортерів, таких як Молдова, Угорщина чи Словаччина.

У місті Тернополі розроблено мобільний додаток «е-Тернопіль», за допомогою якого можна відслідковувати графіки відключень від АТ «Тернопільобленерго» (рисунок 1). Зручність додатку полягає у прив'язці до адреси проживання і чіткому поділу на групи відключення. Також зручним є поділ графіків по дням. Одночасно можна побачити п'ять днів.

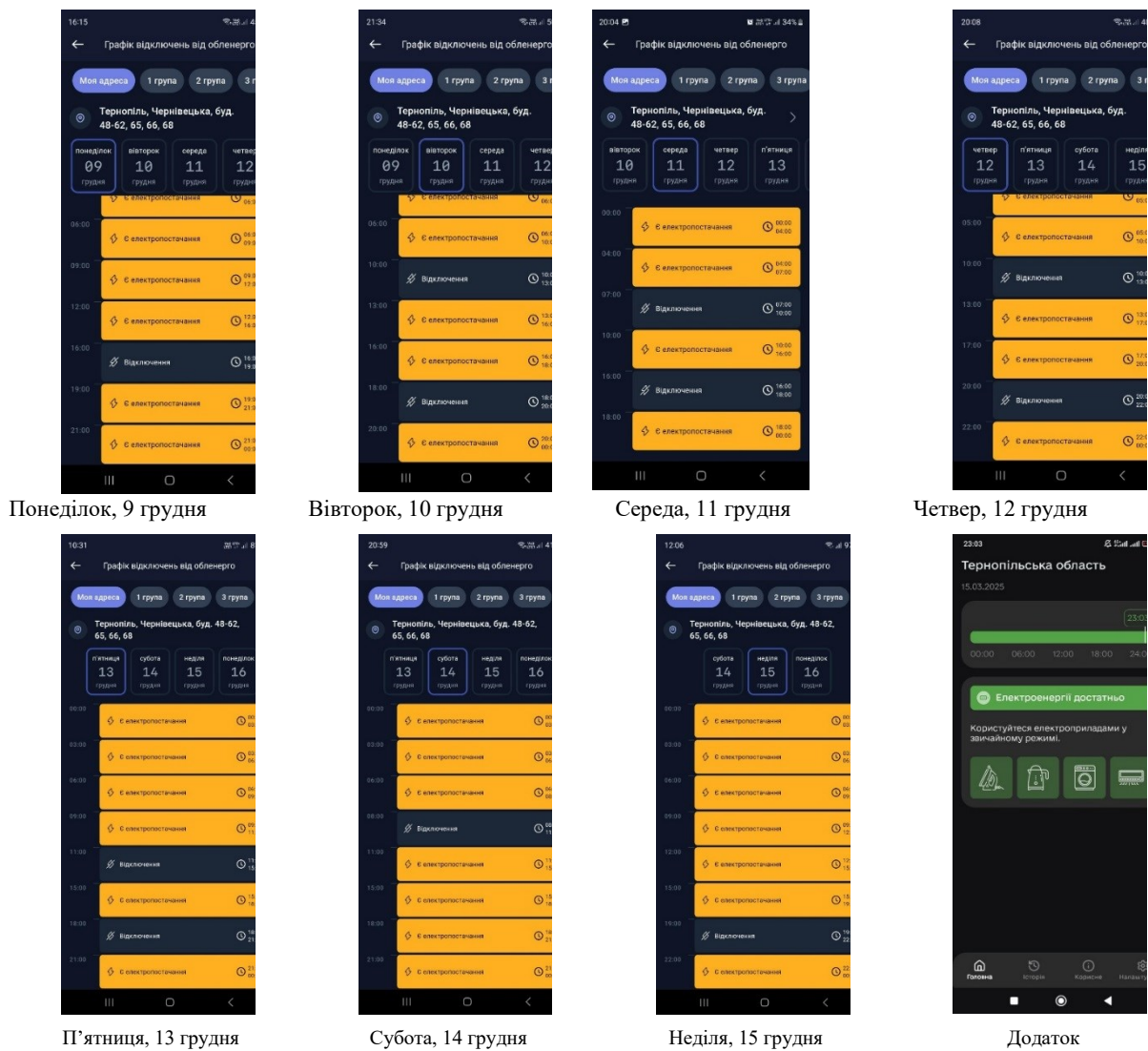


Рисунок 1 - Мобільний додаток «е-Тернопіль». Графіки відключення електроенергії у період з 9 по 15 грудні 2024 року за адресою: м. Тернопіль, вул. Чернівецька, буд 48-62, 65, 66, 68.

Мобільний додаток «Укренерго»

В таблиці 1 показано графіки відключення електроенергії у період з 9 по 15 грудня 2024 року за адресою: м. Тернопіль, вул. Чернівецька, буд 48-62, 65, 66, 68.

Таблиця 1

Графіки відключення від АТ «Тернопільобленерго»

	День тижня, дата						
	Понеділок 09 грудня	Вівторок 10 грудня	Середа 11 грудня	Четвер 12 грудня	Пятниця 13 грудня	Субота 14 грудня	Неділя 15 грудня
Години відключення	16:00-19:00	10:00-13:00 18:00-20:00	07:00-10:00 16:00-18:00	10:00-13:00 20:00-22:00	11:00-15:00 18:00-21:00	08:00-11:00	19:00-22:00
Загальна кількість годин відключення	3	5	5	5	7	3	3

Із представленої таблиці можна зробити висновок, що графіки мають хаотичний характер, тому їх потрібно відслідковувати кожного дня. Також потрібно відмітити, що графіки можуть змінюватися протягом дня. Інформація про зміну приходить у вигляді повідомлення на телефон, що є досить зручно.

У понеділок, суботу та неділю бачимо, що графік відключень дещо «м'якший», що частково може бути обґрунтовано вихідними днями на промислових підприємствах, тому у місті немає великого споживання потужності.

Ще одним дуже важливим і зручним мобільним додатком є «Укренерго» (рисунок 1).

Даний додаток дає можливість простежити завантаженість електричної мережі області, в якій ми проживаємо. Так ми можемо точно знати, чи в даний момент варто підключати потужних побутових споживачів, чи потрібно зачекати деякий час.

У зв'язку із систематичними відключеннями електроенергії потрібно розглянути питання забезпечення безперебійного живлення побутових та дрібних промислових споживачів. Це питання потрібно розглянути комплексно, а саме: усі методи, за допомогою яких можна досягти бажаного результату, усі переваги та недоліки запропонованих методів, та обрати найбільш доцільний, розглянути його детально.

Аналіз відомих результатів досліджень

Забезпечення безперебійного живлення побутових та дрібних промислових споживачів є важливим завданням для підтримки нормального функціонування електричних пристроїв та систем. Це може бути досягнуто за допомогою різних методів, до яких можна віднести використання генераторів, системи сонячних панелей з акумуляторами, комплексних систем резервного живлення, джерел безперебійного живлення [5, 6]. Також окремо потрібно відмітити управління навантаженням. Розглянемо більш детально кожен із вище згаданих методів.

Бензинові або дизельні генератори можуть використовуватися для забезпечення електропостачання на тривалий період. Вони є особливо корисними під час тривалих відключень електрики або в умовах, де присутні часті перебої з електроживленням [7].

Проте використання генераторів має певні недоліки. Генератори можуть створювати високий рівень шуму, що заважає навколишнім людям. Це особливо важливо в густонаселених (спальних) районах великих міст або при тривалому використанні. Генератори потребують постійної заправки паливом (дизелем або бензином), регулярного моніторингу і вчасної заміни мастила. Виходячи з вартості палива на заправних станціях, тривале використання генераторів є дорогівартісним. Також потрібно відмітити залежність від наявності палива. З даною проблемою ми неодноразово стикалися після початку повномасштабного вторгнення росії в Україну. Тобто, при дефіциті палива використання генератора стає практично неможливим. Великопотужні генератори є досить важкими та громіздкими. Це утруднює їх транспортування і зберігання. Потрібно відмітити безпеку зберігання пального та порушення інструкції з експлуатації генератора. Неправильне зберігання пального може призвести до пожежі. При неправильному використанні генератора можуть накопичуватися токсичні гази у замкненому приміщенні, що призводить до отруєння людей чи домашніх тварин. Також початкова вартість генератора, особливо великої потужності, є високою. Це може бути фінансовим бар'єром для багатьох користувачів.

Системи сонячних панелей з акумуляторами встановлюють для забезпечення енергією дому вдень, а також для її зберігання в акумуляторах для використання вночі або у разі відключення основного джерела живлення [8, 9].

Проте як і для генераторів, використання сонячних панелей має ряд недоліків. По перше, потрібно відмітити високу початкову вартість. Сюди потрібно віднести вартість самих панелей, інверторів, акумуляторів, обладнання місця та саме встановлення. Залежність від погодних умов також має велике значення. Панелі виробляють електричну енергію в достатній кількості тільки в сонячну погоду. У хмарні дні або вночі вироблення енергії значно знижується. Також, для ефективної роботи сонячних панелей потрібно значне місце на даху або на землі. У містах з обмеженим простором місце для встановлення може бути проблемою. Потрібно відмітити регулярне технічне обслуговування панелей: очищення від пилу та бруду,

періодичні перевірки стану обладнання. Енергія, що виробляється панелями не завжди стабільна. Вона виробляється залежно від інтенсивності сонячного випромінювання, стабільність та кількість виробленої енергії можуть варіюватися протягом доби чи пори року, що може бути недоліком для постійних навантажень. Також потрібно відмітити необхідність додаткових інвестицій у зберігання енергії. Для забезпечення стабільного постачання в нічний час або в періоди з низьким сонячним освітленням, потрібні системи зберігання енергії, що збільшує загальну вартість комплексу. Останнім і не менш важливим недоліком є установка сонячних панелей. Попри високу вартість, в Україні створилася черга на монтаж обладнання. Проблемою виявилася банальна нестача комплектуючих, тому населення подекуди має чекати на установку кілька місяців.

Комплексні системи резервного живлення поєднують кілька технологій, наприклад, акумулятори, генератори та сонячні панелі. Такі системи забезпечують безперебійне живлення в будь-яких умовах. Проте, вони вимагають автоматичного переключення джерел, для прикладу АВР (автоматичного включення резерву), що значно підвищує вартість системи [10, 11]. Поряд з цим також потрібно відмітити управління навантаженням, тобто використання розумних технологій для оптимізації споживання під час відключень. Прикладом цього може бути автоматичне вимкнення менш важливих пристроїв для збереження енергії в разі перебоїв. Не важко здогадатися, що такі технології потребують дороговартісних автоматичних пристроїв та кваліфікованих споживачів, котрі розуміють що і, головне навіщо система робить.

Останнім методом забезпечення безперебійного живлення споживачів є використання джерел безперебійного живлення (ДБЖ): батарей та акумуляторів [12]. Система ДБЖ може використовувати акумулятори для зберігання енергії, що дозволяє підтримувати роботу побутових пристроїв протягом короткого часу після відключення електрики. Більшість ДБЖ мають автоматичний перехід на батарейне живлення при втраті основного джерела живлення.

Акумулятори, якщо не розглядається живлення світлодіодних пристроїв, працюють в парі з інверторами. Дані пристрої використовують для перетворення постійного струму з акумуляторів на змінний струм, що підходить для живлення побутових приладів.

Акумулятори мають багато переваг, таких як: екологічність (порівняно з використанням бензину чи вугілля), енергетична незалежність (можливість збереження енергії), ефективність (використання літєвих акумуляторів із високою енергетичною щільністю). Проте, як і інші системи, використання акумуляторів має певні недоліки. Основним із них є тривалий процес зарядки. Проблема виявляється при постійних і довготривалих відключеннях електроенергії. В результаті чого, акумулятори банально не встигають зарядитися. Також є питання до техніки безпеки користування таким приладом.

Окремою групою акумуляторних систем потрібно винести зарядні станції. Вони мобільні та компактні (можна використовувати на різних локаціях, при цьому переміщення приладу не завдає дискомфорту), швидко заряджаються (час зарядки становить близько однієї години), мають можливість підзарядки від сонячної панелі, навіть при відсутності централізованого електропостачання.

Тому, в даній статті, розглянемо детально ефективність використання зарядних станцій різної потужності та їх підзарядку як від електричної мережі так і від сонячних панелей.

Виклад основного матеріалу

Для початку розберемося що ж таке портативна зарядна станція. Отже, зарядна станція – це можливість у будь-якому місці і в будь-який час залишатись із електроенергією. Портативна зарядна станція на потребує спеціальних умов експлуатації, особливих налаштувань, є зручною в транспортуванні. Даний пристрій можна використовувати у приміщеннях, таких як приватний будинок чи квартири.

Потрібно розуміти для чого можна використати зарядну станцію. Отже, зарядна станція – це надійне джерело електроенергії, для функціонування якого не потрібно вугілля, дизель, бензин чи газ. Даний пристрій, в залежності від своєї потужності, без проблем підтримує функціонування практично всіх побутових приладів. Очевидно що, чим потужніша така портативна зарядна станція, тим до неї можна підключати потужніші побутові прилади. Зарядна станція є екологічним продуктом. Одними з найбільших переваг таких приладів є портативність і мобільність, порівняно невисока ціна. Тому зарядні станції без проблем можна брати з собою у подорож чи на відпочинок. Це дозволить зарядити усі необхідні гаджети, забезпечити необхідний комфорт навіть за відсутності централізованого електропостачання.

Потрібно розуміти як правильно вибрати зарядну станцію. При виборі потрібно звернути увагу на такі показники:

- Ємність та потужність. Ці величини не можна путати. Для прикладу, зарядна станція ємністю 1024 Вт·год може мати номінальну потужність 1,8 кВт і пікову потужність 2,7 кВт. Для правильного вибору потрібно визначитися для яких потреб планується використання даної зарядної станції. Якщо цими завданнями є зарядка ноутбука чи мобільного телефону, то достатньою ємністю є близько 600-800 Вт·год. Якщо ж планується підключення потужніших споживачів, таких як мікрохвильова піч, то ємність повинна становити приблизно 1 кВт·год. Для живлення потужніших приладів, таких як пральна машина чи бойлер потрібно вибрати зарядну станцію ємністю 2048 Вт·год та потужністю близько 3 кВт. Пізніше ми детально на прикладах розберемося яка різниця у використанні є між ємністю та потужністю зарядної станції.

- Кількість роз'ємів та їх типи. Зазвичай усі станції оснащені традиційними роз'ємами, такими як: розетка 220 В із заземленням, USB, USB Type-C, роз'єм для підключення сонячних панелей. Також може бути наявний автомобільний зарядний порт.

- Мобільність. Зарядні станції є компактними. Їх зручно переносити. У легших моделей є ручка для тримання, важчі моделі мають ручку та колеса для зручності транспортування.

Ще однією перевагою портативних зарядних станцій є швидка зарядка, яка становить орієнтовно 100% за одну годину. Тобто, навіть при короткочасному централізованому живленні, з чим дуже часто останнім часом стикається Україна, станція може бути ефективно заряджена.

Розглянемо конкретні приклади портативних зарядних станцій. Для дослідження було обрано лінійку зарядних станцій EcoFlow [13].

Даний бренд виробляє портативні джерела енергії для професійного та особистого використання, що дає змогу захопити більший ринок споживачів. Станції мають тривалий термін служби.

Портативні станції EcoFlow мають дві лінійки: River та Delta.

Перша лінійка – River, включає в себе чотири моделі: River Mini, River, River Max, River Pro.

Першу модель даної лінійки River Mini можна використовувати щодня. Вона має ємність 210 Вт·год, номінальну потужність 300 Вт та пікову потужність 600 Вт. Швидкість зарядки сімох пристроїв одночасно складає до 80% за одну годину.

Друга модель River одночасно заряджає до 9 пристроїв. Має ємність 245 Вт·год, номінальну потужність 300 Вт та пікову потужність 600 Вт. Дана модель зображена на рисунку 2. Її будемо розглядати детальніше нижче.



Рис.2 .Портативні зарядні станції EcoFlow Delta (зліва) та EcoFlow River (справа), сонячна батарея EcoFlow 60 W Solar Panel, які знаходяться в лабораторії електропостачання кафедри Електричної інженерії

Третя модель River Max одночасно заряджає до 9 пристроїв. Має ємність 576 Вт·год, номінальну потужність 600 Вт та пікову потужність 1,2 кВт.

Четверта модель River Pro одночасно заряджає до 10 пристроїв. Має ємність 720 Вт·год, номінальну потужність 600 Вт та пікову потужність 1,2 кВт. Підключення Extra Battery (додатковий акумулятор) збільшує ємність вдвічі, тобто до 1440 Вт·год.

Лінійка Delta також включає в себе чотири моделі: Delta Mini, Delta, Delta Max та Delta Pro.

Перша модель Delta Mini має ємність 882 Вт·год, номінальну потужність 1,4 кВт та пікову потужність 2,1 кВт. Одночасно заряджає до 9 пристроїв.

Друга модель Delta має ємність 1024 Вт·год, номінальну потужність 1,8 кВт та пікову потужність 2,7 кВт. Може заряджати одночасно до 13 пристроїв. Забезпечує повний заряд за 1 годину. Дана модель зображена на рисунку 1,6. При проведенні досліджень використовувалися 5 зразків даної портативної зарядної станції.

Третя модель Delta Max має ємність 2048 Вт·год, номінальну потужність 2,4 кВт та пікову потужність 4,8 кВт.

Четверта модель Delta Pro має ємність 3600 Вт·год, номінальну потужність 3,6 кВт та пікова потужність 7,2 кВт. Має до 3500 заряджень.

Для більш зручного аналізу різниці в лінійках та в моделях, зведемо дану інформацію у таблицю 2.

Таблиця 2

Лінійки та моделі EcoFlow, їх ємність та потужності

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

Потрібно розуміти технічні можливості зарядних станцій за їх потужністю.

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

Станції з потужністю від 0,8 кВт до 2,0 кВт забезпечують живлення пральних машин, холодильника, насосів, бойлера.

Станції потужністю від 3,0 кВт до 5,0 кВт забезпечують живлення майже всіх електроприладів.

Відмітимо, що до будь-якої зарядної станції можна докупити додатковий акумулятор виробництва EcoFlow, що збільшить їх ємність. Також у більшості станцій є функція зарядки від сонячних панелей.

Потрібно також зрозуміти різницю між європейською та китайською версією EcoFlow. Різниця полягає тільки у типі розетки. При покупці китайської версії EcoFlow для використання для прикладу в Україні дана проблема вирішується за рахунок перехідника. На рисунку 3 показано підключення перехідника до китайської версії зарядної станції EcoFlow Delta.



Рис.3. Підключення перехідника до китайської версії зарядної станції EcoFlow Delta.

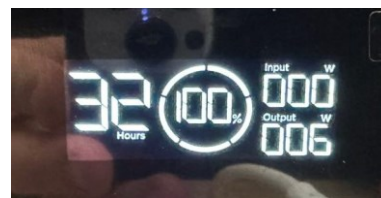
Потрібно також знати як правильно заряджати EcoFlow. Відновлення енергії зарядної станції відбувається за допомогою мережі живлення. Також станцію можна заряджати від автомобільного акумулятора, або від сонячного світла.

Проведемо необхідні дослідження.

По перше, зарядна станція не буде видавати паспортну ємність. Розглянемо два випадки. Зарядна станція EcoFlow River при 100% зарядженості і номінальній ємності 245 Вт·год при першому запуску видає 170-186 Вт·год. Тобто ємність станції буде меншою на 24-30%, а корисна ємність буде складати 70-76%. Це відображено на фото дисплею – рисунок 4, а, б. Для проведення експерименту як навантаження використовувалися мобільні телефони різних моделей.



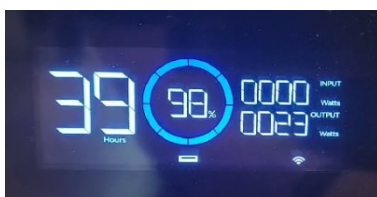
а)



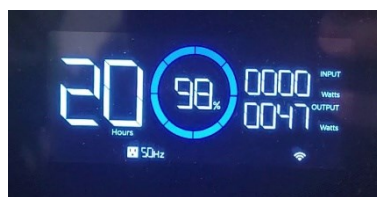
б)

Рис.4. Фото дисплею зарядної станції EcoFlow River при 100% зарядженості і підключеному навантаженні.

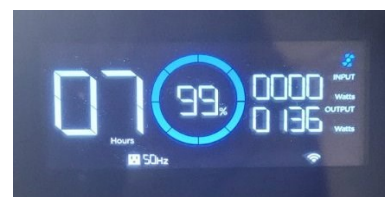
Зарядна станція EcoFlow Delta при 100% зарядженості і номінальній ємності 1024 Вт·год при першому запуску видає 897-952 Вт·год. Тобто ємність станції буде меншою на 7-15%, а корисна ємність буде складати 85-93%. Це відображено на фото дисплею – рисунок 5, а, б, в. Для проведення експерименту як навантаження використовувалися: мобільні телефони різних моделей (рисунок 5, а), ноутбуки (рисунок 5, б), газовий котел Vaillant в різних режимах роботи (рисунок 5, в), настільні лампи.



а)



б)



в)

Рис.5. Фото дисплею зарядної станції EcoFlow Delta при 100% зарядженості і підключеному навантаженні.

Потрібно звернути увагу, що ККД зарядних станцій не вказано в технічних характеристиках пристроїв. Він не має сталого значення. ККД залежить від багатьох факторів: фактичного навантаження при роботі, інтерфейсу для підключення споживача – 12 В або 220 В. Ємність зарядної станції вказано як

характеристику вбудованої акумуляторної батареї. Час роботи зарядної станції може змінюватися в залежності від умов використання: температури зовнішнього споживання, способу підключення, величини навантаження. Також потрібно пам'ятати, що частина енергії акумулятора йде на підтримку працездатності самої зарядної станції.

Для відслідковування зарядження станції зручно користуватися мобільним додатком EcoFlow (рисунок 6).



Рис.6. Мобільний додаток EcoFlow

Зарядження станції EcoFlow River від електричної мережі при 54% до 100% становить 26 хв. Це відображено на фото дисплею – рисунок 7, а. Тобто 1% буде заряджатися приблизно за 0,5 хв. Зарядну станцію EcoFlow River з 0% до 100% можна зарядити приблизно за 50 хв.

Зарядження станції EcoFlow Delta від електричної мережі при 79% до 100% становить 22 хв. Це відображено на фото дисплею – рисунок 7, б. Тобто 1% буде заряджатися приблизно за 1 хв. Зарядну станцію EcoFlow Delta з 0% до 100% можна зарядити приблизно за 1 годину 40 хв.

Це підтверджує, що зарядну станцію можна підзарядити за час близький 1 год, що є дуже зручно в періоди погодинних відключень.



а)



б)

Рис.7. Фото дисплею зарядної станції EcoFlow River при зарядженні від електричної мережі – а; EcoFlow Delta – б.

Корисною для споживача є інформація скільки часу буде працювати зарядна станція при підключенні певного навантаження. Для цього використаємо обидві лінійки станцій. Отриману інформацію представимо у табличному вигляді – таблиця 3.

Потрібно відмітити, що при проведенні досліджень, зарядження станції складає 100%.

Таблиця 3

Час роботи зарядних станцій при підключенні різного навантаження.

Лінійка	River	Delta
Модель	River 245 Вт·год	Delta 1024 Вт·год
Час роботи, 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

Для більш наглядного представлення отриманих результатів зобразимо їх у вигляді стовпчикової діаграми (рисунок 8).

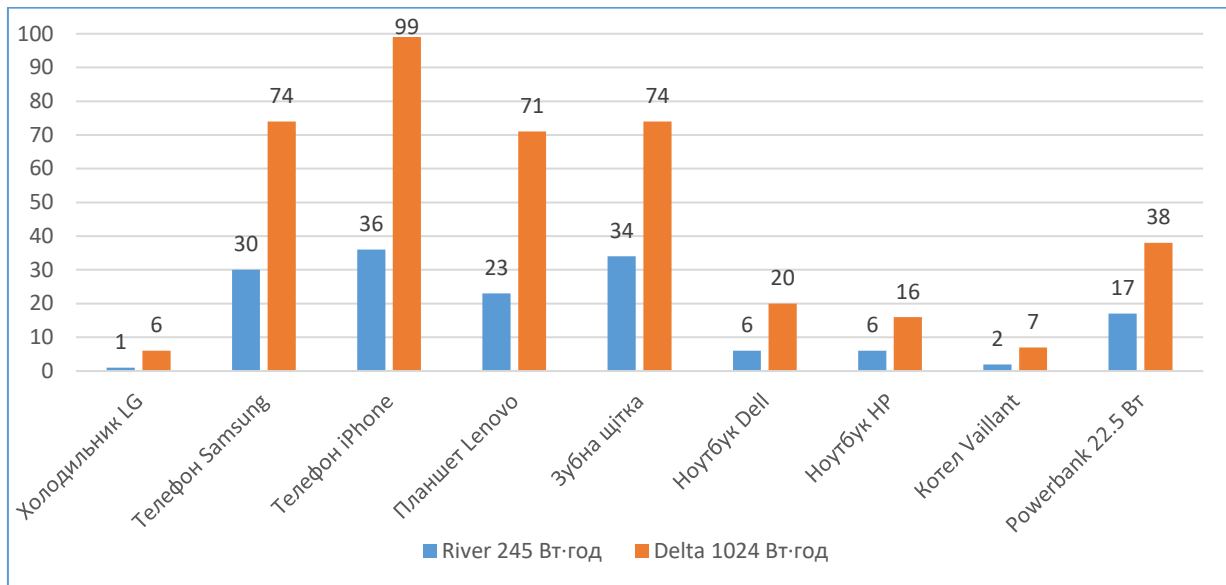


Рис. 8. Час роботи зарядних станцій при підключенні різного навантаження

З даної стовпчикової діаграми можна зробити висновок, що потужніші споживачі, такі як холодильник чи котел, будуть працювати короткий період часу. Відповідно малопотужні споживачі, такі як телефон, планшет чи електрична зубна щітка працюватимуть набагато довше.

Відзначимо, що час роботи зарядних станцій при підключенні різних навантажень є приблизним, оскільки визначається самою станцією. Для прикладу, такий споживач як котел, може працювати в різних режимах: підігріву води, підігріву приміщення, підігріву води і приміщення одночасно, не підігрівати в даний момент нічого. Відповідно до цього і буде змінюватися час роботи зарядної станції. Це потрібно враховувати при кінцевому виборі моделі зарядної станції.

Висновки

1. Досліджено, що зарядні станції при 100% зарядки не видають паспортної ємності. Показано, що для зарядної станції EcoFlow River з номінальною ємністю 245 Вт-год корисна ємність складає 170-186 Вт-год, що становить 70-76%. Для зарядної станції EcoFlow Delta з номінальною ємністю 1024 Вт-год корисна ємність складає 897-952 Вт-год, що становить 85-93%.

2. Досліджено, що зарядну станцію EcoFlow River з 0% до 100% можна зарядити приблизно за 50 хв, а зарядну станцію EcoFlow Delta - за 1 годину 40 хв. Це підтверджує, що зарядну станцію можна підзарядити за час близький 1 год, що є дуже зручно в періоди погодинних відключень.

3. Досліджено час роботи зарядних станцій при підключенні різного навантаження. Це може служити рекомендацією-путівником для споживачів при виборі моделі (ємності) зарядної станції. Оскільки зарядні станції можна підзаряджати не тільки від електричної мережі, а також і від сонячних батарей, то в подальшому цьому питанню потрібно приділити більше уваги. Ще одним нерозглянутим питанням є робота зарядної станції на електричну мережу приватного будинку чи окремої квартири. Саме останнім двом питанням будуть присвячені наступні дослідження, проведені авторами статті.

Література

1. Павлюк О., Проц А. Блекаут в Іспанії та Португалії стався через "рідкісне атмосферне явище". *Українська правда*. URL: <https://www.pravda.com.ua/news/2025/04/28/7509565/> (дата звернення: 28.04.2025).

2. Економічна правда. На Балі стався блекаут. *Економічна правда*. URL: <https://epravda.com.ua/energetika/na-bali-stalos-masove-vidklyuchennya-svitla-806199/> (дата звернення: 02.05.2025).

3. 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: 26.11.2024).

4. 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).

5. Литвин В. Забезпечення резервного живлення з огляду на військовий та мирний час в Україні : Посібник. Київ : Фонд ім. Фрідріха Еберта, 2023. 40 с.

6. Kostynchuk O. V., Zyma I. V. DEVELOPMENT OF A POWER SUPPLY CONTROL SYSTEM IN CONDITIONS OF POWER LIMITATION. *ELECTRICAL AND COMPUTER SYSTEMS*. 2024. No. 40(116). P. 54–62. URL: <https://doi.org/10.15276/eltecs.40.116.2024.6> (date of access: 18.05.2025)
7. Халмурадов Б. Д., Пронь О. В. ГЕНЕРАТОРИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ: ПЕРЕВАГИ ТА ПРИЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НЕЗАЛЕЖНОСТІ ТА СТАБІЛЬНОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ В УКРАЇНІ. “Global science: prospects and innovations” : The 5th International scientific and practical conference, Liverpool, 28 December 2023. Liverpool, 2023. P. 42–47.
8. 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: 18.05.2025).
9. Optimal integration of solar home systems and appliance scheduling for residential homes under severe national load shedding / S. Twala et al. *Journal of Automation and Intelligence*. 2023. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jai.2023.12.001> (date of access: 18.05.2025).
10. Development of Software for the Implementation of Automated Reserve Input Modes Operation. Orobchuk, B., Buniak, O., Sysak, I., ... Bodnarchuk, I., Koval, V. *CEUR Workshop Proceedings*, 2024, 3742, pp. 316–336.
11. Development of an educational laboratory stand at the base fast-acting automatic reserve input / B. Orobchuk et al. *Scientific journal of the Ternopil national technical university*. 2023. Vol. 112, no. 4. P. 12–25. URL: https://doi.org/10.33108/visnyk_tntu2023.04.012 (date of access: 18.05.2025).
12. БАГАЧ Р. В., ЛАТВИНСЬКИЙ В. Д. ЛІТІЙ-ІОННІ АКУМУЛЯТОРИ В СИСТЕМАХ БЕЗПЕРЕБІЙНОГО ЖИВЛЕННЯ. «Екологічно сталий розвиток урбосистем: виклики та рішення в контексті євроінтеграції України» : Всеукр. науково-практ. інтернет-конф., м. Харків, 5-6 листоп. 2024 р. Харків, 2024. С. 170–173.
13. Головна. *EcoFlow Ukraine - магазин EcoFlow в Україні*. URL: <https://ecoflowukraine.com/> (дата звернення: 18.05.2025).

References

1. Pavliuk O., Prots A. Blekaut v Ispanii ta Portuhalii stavsia cherez “ridkisne atmosferne yavyshe”. *Ukrainska pravda*. URL: <https://www.pravda.com.ua/news/2025/04/28/7509565/> (data zvernennia: 28.04.2025).
2. Ekonomichna pravda. Na Bali stavsia blekaut. *Ekonomichna pravda*. URL: <https://epravda.com.ua/energetika/na-bali-stalos-masove-vidklyuchennya-svitla-806199/> (data zvernennia: 02.05.2025).
3. Diakonov I. Armiia RF vdaryla po Ternopolii: vynykly pereboi zi svitlom ta vodoiu. *Ukrainska pravda*. URL: <https://www.pravda.com.ua/news/2024/11/26/7486332/> (data zvernennia: 26.11.2024).
4. Hlushchenko O., Balachuk I. Cherez vluchannia vorozhoho BpLA v ob'ekt enerhetyky chastyna Ternopolia bez svitla – mer. *Ukrainska pravda*. URL: <https://www.pravda.com.ua/news/2024/12/3/7487373/> (data zvernennia: 03.12.2024).
5. Lytvyn V. Zabezpechennia rezervnoho zhyvlennia z ohliadu na viiskovy ta mymyi chas v Ukraini : Posibnyk. Kyiv : Fond im. Fridrikha Eberta, 2023. 40 s.
6. Kostynchuk O. V., Zyma I. V. DEVELOPMENT OF A POWER SUPPLY CONTROL SYSTEM IN CONDITIONS OF POWER LIMITATION. *ELECTRICAL AND COMPUTER SYSTEMS*. 2024. No. 40(116). P. 54–62. URL: <https://doi.org/10.15276/eltecs.40.116.2024.6> (date of access: 18.05.2025)
7. Khalmuradov B. D., Pron O. V. HENERATORY ELEKTROENERHII: PEREVAHY TA PRYZNACHENNIA DLIa ZABEZPECHENNIA NEZALEZHNOSTI TA STABILNOSTI ELEKTROPOSTACHANNIA V UKRAINI. “Global science: prospects and innovations” : The 5th International scientific and practical conference, Liverpool, 28 December 2023. Liverpool, 2023. P. 42–47.
8. ROBOTA FOTOELEKTRYCHNOI STANTsII NA OSNOVI HIBRYDNOHO INVERTORA Z RIZNOIU YeMNISTIU SYSTEMY NAKOPYCHENNIA ELEKTROENERHII / V. KOVAL ta in. *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> (data zvernennia: 18.05.2025).
9. Optimal integration of solar home systems and appliance scheduling for residential homes under severe national load shedding / S. Twala et al. *Journal of Automation and Intelligence*. 2023. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jai.2023.12.001> (date of access: 18.05.2025).
10. Development of Software for the Implementation of Automated Reserve Input Modes Operation. Orobchuk, B., Buniak, O., Sysak, I., ... Bodnarchuk, I., Koval, V. *CEUR Workshop Proceedings*, 2024, 3742, pp. 316–336.
11. Development of an educational laboratory stand at the base fast-acting automatic reserve input / B. Orobchuk et al. *Scientific journal of the Ternopil national technical university*. 2023. Vol. 112, no. 4. P. 12–25. URL: https://doi.org/10.33108/visnyk_tntu2023.04.012 (date of access: 18.05.2025).
12. БАНАЧ Р. В., ЛАТВИНСЬКИЙ В. Д. ЛІТІЙ-ІОННІ АКУМУЛЯТОРИ В СИСТЕМАХ БЕЗПЕРЕБІЙНОГО ЖИВЛЕННЯ. «Екологічно сталий розвиток урбосистем: виклики та рішення в контексті євроінтеграції України» : Всеукр. науково-практ. інтернет-конф., м. Харків, 5-6 листоп. 2024 р. Харків, 2024. С. 170–173.
13. Holovna. *EcoFlow Ukraine - mahazyn EcoFlow v Ukraini*. URL: <https://ecoflowukraine.com/> (data zvernennia: 18.05.2025).