



МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему:

Автоматизація процесу заряджання портативної зарядної станції

Виконав: студент 2 курсу, групи 2АКІТ-22м
спеціальності 151 – Автоматизація та
комп'ютерно-інтегровані технології


 Дмитро ПОРФЕНЮК
Ім'я ПРІЗВИЩЕ

Керівник: д.т.н., доцент т.в.о. зав. каф. КСУ
ступінь, звання, посада

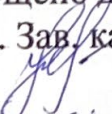
 Марія ЮХИМЧУК
Ім'я ПРІЗВИЩЕ

« 01 » грудня 2023 р.

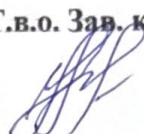
Опонент: к.т.н., доцент каф. АІТ
ступінь, звання, посада

 Володимир ГАРМАШ
Ім'я ПРІЗВИЩЕ

« 05 » грудня 2023 р.

Допущено до захисту
Т.в.о. Зав. кафедри КСУ
 Марія ЮХИМЧУК
« 07 » грудня 2023

Вінницький національний технічний університет
 Факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації
 Кафедра комп'ютерних систем управління
 Рівень вищої освіти другий (магістерський)
 Галузь знань – 15 – Автоматизація та приладобудування
 Спеціальність – 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
 Освітньо - професійна програма – Інтелектуальні комп'ютерні системи

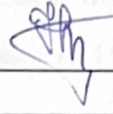

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Т.в.о. Зав. кафедри КСУ

 Марія ЮХИМЧУК
 “09” жовтня 2023 року

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

студенту Порфенюку Дмитру Ігоровичу.
 (прізвище, ім'я, по батькові)

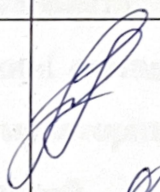

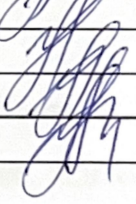
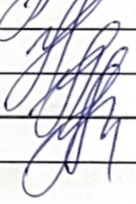
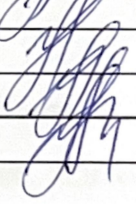
1. Тема роботи. Автоматизація процесу заряджання портативної зарядної станції керівник роботи Юхимчук Марія Сергіївна затверджені наказом ВНТУ від “18” вересня 2023 року №247
2. Термін подання студентом роботи “1” грудня 2023 року
3. Вихідні дані до роботи: підвищення ефективності заряджання, модульність, підвищена ремонтогідність, зменшення собівартості готового продукту для споживача, перелік матеріалів для розробки:
 1. М. С. Юхимчук Розробка математичних моделей аналізу впливу параметричних збурень на стійкість автоматичних систем з логічними управляючими пристроями / М. С. Юхимчук, А. І. Деркач // Вісник Вінницького політехнічного інституту. - 2016. - № 2. - С. 145-151. - URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vvpi_2016_2_27
 2. В. О. Шевченко Огляд основних технологій бездротової зарядки накопичувачів енергії для малопотужних систем / В. О. Шевченко, Б. П. Пахалюк, О. О. Гусев // Чернігів : ЧНТУ. – 2018. – 133-146 с.
 3. В. В. Грабко ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН Частина IV. Трансформатори систем / В. В. Грабко, М. П. Розводюк, С. М. Левицький // навчальний посібник. – Вінниця : ВНТУ. – 2008. – 221 с.
4. Зміст текстової частини: вступ, аналітичний огляд переваг та недоліків аналогів, стан розв'язання технічної задачі, розробка і тестування системи за допомогою Ардуїно для перемикання зарядного пристрою
5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) об'єкт, предмет та мета дослідження, основні системи управління акумуляторними батареями, середовище розробки Arduino ide, блок схема.

1. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	виконання прийняв
4	Буреннікова Н. В., д.е.н., професор кафедри ЕПВМ.		

2. Дата видачі завдання "09" жовтня 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва та зміст етапу	Термін виконання		Примітка
		початок	закінчення	
1	Аналітичний огляд переваг та недоліків використання портативної акумуляторної станції та паливного генератора	9.10.2023	10.10.2023	
2	Дослідження стану розв'язання технічної задачі	23.10.2023	25.10.2023	
3	Розробка та тестування системи	10.11.2023	15.11.2023	
4	Розрахунок економічної частини	24.11.2023	26.11.2023	
5	Оформлення матеріалів до захисту	27.11.2023	29.11.2023	

Студент

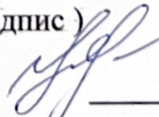


Дмитро ПОРФЕНЮК

(підпис)

(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

Керівник роботи



Марія ЮХИМЧУК

(підпис)

(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

АНОТАЦІЯ

УДК 681.5

Порфенюк Д. І. Автоматизація процесу заряджання портативної зарядної станції. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, освітня програма – Інтелектуальні комп'ютерні системи. Вінниця: ВНТУ, 2023. 130 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 52 назв; рис.: 47; табл. 16.

У магістерській кваліфікаційній роботі розроблено автоматизовану систему заряджання портативної зарядної станції. У оглядово-аналітичній частині роботи розглянуто особливості використання портативних акумуляторних батарей, актуальність використання портативних акумуляторів, використання електроенергії. Розглянуто переваги використання портативної зарядної станції. Проаналізовано аналогічні прилади, повторне використання акумуляторних батарей від електромобілів. Розглянуто види захисту акумуляторних батарей.

Розроблена та протестована система перемикання процесу заряджання на базі Arduino uno за допомогою компонентів.

Ілюстративна частина складається з 17 плакатів із результатами роботи.

Ключові слова: автоматизована система, управління, реле, Arduino, блок-схема.

ABSTRACT

UDC 681.5

Porfeniuk D. I. Automation of the charging process of a portable charging station. Master's thesis on specialty 151 - Automation and computer-integrated technologies, educational program - Intelligent computer systems. Vinnytsia: VNTU, 2023. 130 p.

In Ukrainian speech Bibliography: 52 titles; fig.: 47; table 16.

An automated charging system for a portable charging station was developed in the master's thesis. In the review and analytical part of the work, the peculiarities of the use of portable storage batteries, the relevance of the use of portable storage batteries, and the use of electricity are considered. The advantages of using a portable charging station are considered. Similar devices, reuse of batteries from electric vehicles were analyzed. The types of battery protection are explained.

A system for switching the charging process based on Arduino uno with the help of components was developed and tested.

The illustrative part consists of 17 posters with the results of the work.

Keywords: automated system, control, relay, Arduino, block diagram.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	11
1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ПЕРЕВАГ ТА НЕДОЛІКІВ ВИКОРИСТАННЯ ПОРТАТИВНОЇ АКУМУЛЯТОРНОЇ БАТАРЕЇ ТА ПАЛИВНОГО ГЕНЕРАТОРА	14
1.1 Актуальність проблеми використання додаткового живлення.....	14
1.2 Розвиток ідустрії портативних батарей додати посилання на літературу	18
1.3 Використання паливного генератора як джерело додаткового живлення	22
1.4 Використання портативної акумуляторної батареї в домашніх умовах	25
1.5 Використання електроенергії в Україні та у світі	28
2 СТАН РОЗВ’ЯЗАННЯ ТЕХНІЧНОЇ ЗАДАЧІ ВИРОБНИКАМИ, АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ, ВИБІР МАТЕРІАЛІВ	33
2.1 Продукти популярних виробників зарядних станцій.....	33
2.2 Хімічні сполуки в акумуляторних портативних батареях	36
2.3 Переробка чи повторне використання акумуляторів	38
2.3.1 Використання батарей з електрокарів в нових пристроях	40
2.4 Типи підключень, характеристики конекторів і їх види.....	45
2.5 Види інверторів та типи струму, які перетворюють	54
2.5.1 Модифікований синус (Modified Sine Wave)	54
2.5.2 Чистий синус (Pure Sine Wave).....	54
2.5.3 Вибір інвертора для користування.....	55
2.6 Види захисту акумуляторних батарей	58
2.7 Вибір матеріалів які найкраще підходять для корпусу обладнання.....	60
2.7.1 Як підвищити вогнестійкість пластику	63
2.8 Ремонтоздатність сучасних портативних батарей.....	64
3 РОЗРОБКА ТА ТЕСТУВАННЯ СИСТЕМИ.....	68

3.1 Вибір інвертора по заданим параметрам	68
3.2 Вибір акумуляторної батареї	75
3.3 Вибір зарядного пристрою	78
3.4 Розробка захисту від перезаряджання та обмеження подачі струму при критичній температурі для акумуляторної батареї	79
3.4.1 Розробка захисту від перезаряджання акумуляторної батареї.....	79
3.4.2 Розробка захисту для збереження коректної температури заряджання акумуляторної батареї	83
3.5 Тестування перемикачів процесу заряджання	86
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	91
4.1 Проведення комерційного та технологічного аудиту науково-технічної розробки	91
4.2 Визначення рівня конкурентоспроможності розробки	95
4.3 Розрахунок витрат на проведення науково-дослідної роботи.....	98
4.3.1 Витрати на оплату праці.....	98
4.3.2 Відрахування на соціальні заходи.....	101
4.3.3 Сировина та матеріали	101
4.3.4 Розрахунок витрат на комплектуючі	102
4.3.5 Спецустаткування для наукових (експериментальних) робіт.....	103
4.3.6 Програмне забезпечення для наукових (експериментальних) робіт	104
4.3.7 Амортизація обладнання, програмних засобів та приміщень.....	105
4.3.8 Паливо та енергія для науково-виробничих цілей	106
4.3.9 Службові відрядження	107
4.3.10 Витрати на роботи, які виконують сторонні підприємства, установи і організації	108
4.3.11 Інші витрати.....	108
4.3.12 Накладні (загальнопромислові) витрати	109

4.4 Розрахунок економічної ефективності науково-технічної розробки при її можливій комерціалізації потенційним інвестором.....	110
ВИСНОВКИ.....	115
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	117
ДОДАТКИ.....	123
Додаток А	
Додаток Б.....	
Додаток В	129
Додаток Г	

ВСТУП

Актуальність роботи. Автоматизація процесу заряджання портативної зарядної станції в умовах виключення світла може стати критично важливою задачею, оскільки під час відключення електроенергії можуть виникнути проблеми зі забезпеченням заряду для портативних пристроїв.

Наше суспільство зіткнулось з великою кількістю проблем одночасно. Для поліпшення умов існування люди придумують цікаві речі, пристрої, інновації.

Сьогодення в Україні важке для іт сфери, оскільки постійні вимкнення світла, невідповідність графіків знеструмлення тощо. Щоб залишатись на зв'язку і мати змогу працювати Ecoflow, Bluetti, BanderPower та інші пропонують рішення своїх акумуляторних пристроїв. Кожна з моделей має переваги і недоліки. Для підвищення ефективності заряджання акумуляторних батарей і оптимізації використання буде розроблено пристрій.

Автоматизація процесу заряджання портативної зарядної станції є актуальною та важливою проблемою в сучасному світі, оскільки зростає популярність портативних електронних пристроїв (смартфонів, планшетів, ноутбуків, гарнітур тощо), які потребують регулярного заряджання.

Ефективність заряджання: Оптимальне заряджання пристроїв вимагає точної контрольованої подачі струму і напруги. Автоматизація може допомогти у підтримці оптимальних параметрів заряджання для кожного пристрою, щоб забезпечити швидке та ефективне заряджання без перегріву або перезаряджання батареї.

Зручність користувача: Автоматизований процес заряджання повинен бути зручним і легким у використанні. Це означає, що користувач повинен мати можливість підключити свій пристрій до зарядної станції без додаткових зусиль і отримати повідомлення про завершення заряджання, коли пристрій готовий до використання. [2]

Правильна автоматизація заряджання також повинна гарантувати безпеку для користувачів та пристроїв. Це означає виявлення потенційних небезпек, таких як короткі замикання чи перегрів, і автоматичне відключення зарядки для

уникнення пошкоджень.

Автоматизація може також допомогти у підвищенні енергоефективності процесу заряджання, що важливо для зменшення витрат електроенергії та захисту навколишнього середовища.

Деякі портативні зарядні станції можуть підтримувати функції віддаленого управління через мобільний додаток або веб-портал. Це дозволяє користувачам відстежувати стан заряджання та керувати процесом навіть на відстані.

Оскільки існує багато різних типів портативних пристроїв і стандартів заряджання, автоматизований процес повинен бути сумісним з різними моделями і брендами.

Суспільство дійсно стикається з багатьма проблемами, і тому інновації є важливим інструментом для поліпшення умов життя. Щодо ІТ-сфери в Україні, то зараз вона є однією з найбільш перспективних галузей економіки країни. За останні двадцять років вона стала експортним сектором на суму майже 7 мільярдів доларів США з близько 285 000 фахівців. Незважаючи на війну, яка почалася в 2022 році, ІТ-компанії зберегли 95% контрактів і продовжують збільшувати експорт. За даними Міністерства цифрової трансформації України, ІТ-галузь не тільки проявляє стійкість, але й демонструє зростання, що підтверджується рекордним \$2 мільярдом доларів США доходів від експорту послуг у першому кварталі 2022 року.

Об'єктом досліджень є аналіз процесів експлуатації акумуляторних батарей.

Предметом досліджень є аналіз аналогічних приладів, виявлення їх недоліків та покращення характеристик.

Метою магістерської кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності заряджання, розширення функціональних властивостей, зменшення собівартості готового продукту для споживача.

Задачі досліджень магістерської кваліфікаційної роботи:

1. Детальне вивчення існуючої реалізації аналогічних пристроїв.
2. Дослідження методів та засобів заряджання акумуляторів.
3. Розробка системи вимикання зарядного пристрою для підвищення

продуктивності використання акумуляторних батарей.

4. Тестування системи вимикання зарядного пристрою

Новизна отриманих результатів дослідження полягатиме в тому, що на відміну від існуючих портативних акумуляторів, новий прилад будуватиметься на основі існуючих оптимальних компонентів, що дозволить зменшити ціну і буде доступним для звичайного користувача.

Практична цінність отриманих результатів дослідження полягатиме в тому, що їх можна буде легко застосувати при створенні аналогічних портативних акумуляторів власноруч.

Апробація результатів дослідження: Представлені в роботі результати апробовані в результаті участі в конференції Всеукраїнська науково-практична Інтернет-конференція студентів, аспірантів та молодих науковців «МОЛОДЬ В НАУЦІ: ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРОБЛЕМИ, ПЕРСПЕКТИВИ (МН-2024)» [1]

Публікації. За результатами виконаних досліджень підготовлено та подано до публікації статтю. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗАРЯДЖАННЯ ПОРТАТИВНОЇ ЗАРЯДНОЇ СТАНЦІЇ [Електронний ресурс] // Д. Порфенюк. – 2023. – URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2024/paper/view/19676/16332>

1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ПЕРЕВАГ ТА НЕДОЛІКІВ ВИКОРИСТАННЯ ПОРТАТИВНОЇ АКУМУЛЯТОРНОЇ БАТАРЕЇ ТА ПАЛИВНОГО ГЕНЕРАТОРА

1.1 Актуальність проблеми використання додаткового живлення

Вимкнення електроенергії може призвести до численних проблем у сфері інформаційних технологій (ІТ). Приклад охоплення столиці блекаутом зображено на рисунку 1.1. Ось деякі з основних проблем, з якими можуть стикатися підприємства та користувачі ІТ-систем під час відключення світла:

Без належного джерела живлення можуть втратитися дані, які не були збережені належним чином. Це може призвести до втрати важливої інформації та збитків для бізнесу.[3]



Рисунок 1.1 – Місто Київ без світла через відсутність електроенергії

Відключення електроенергії може спричинити перерви в роботі серверів і обладнання, що може призвести до недоступності важливих служб та додатків.

Різке вимкнення живлення впливає на стан обладнання, зокрема, на жорсткі диски, блоки живлення і мережеве обладнання. Це може призвести до пошкодження апаратної частини.

Відключення світла може призвести до проблем з безпекою мережі, оскільки інформація може бути неправильно зашифрована або залишитися незахищеною внаслідок недостатньої роботи заходів захисту.

Перерви в роботі інформаційних систем під час відключення світла можуть спричинити великі втрати в робочому часі та призвести до затримок в проектах і негативно вплинути на бізнес-процеси.

Деякі підприємства використовують резервні джерела живлення, такі як генератори, щоб уникнути перебоїв. Проте, ці генератори можуть бути перенавантажені під час тривалого відключення світла або якщо їх робота не належним чином налаштована.

Підприємства повинні мати плани для забезпечення резервного живлення, щоб зменшити вплив відключення світла. Це може включати в себе використання UPS (нестійких джерел живлення) та генераторів.

Для попередження або зменшення впливу цих проблем, важливо мати плани надзвичайних ситуацій і резервні заходи, а також регулярно робити резервне копіювання даних та проводити навчання персоналу щодо дій у випадку відключення світла.

Втрата контрактів через відключення світла це справжній виклик для різного ступенів розміру ІТ компаній. Серйозною проблемою для бізнесів та організацій, які оперують у сфері інформаційних технологій. Ось деякі конкретні способи, якими це може статися:

Неможливість виконання зобов'язань перед клієнтами: Якщо бізнес має контракти на надання послуг або продуктів, відключення світла може призвести до припинення роботи. Це може призвести до порушення умов контрактів і великих збитків для компанії.

Зупинка розробки проектів: ІТ-компанії можуть бути задіяні у розробці програмного забезпечення або проектах для клієнтів. Відключення світла може

спричинити припинення роботи над цими проектами і затримки в їх виконанні.

Втрата довіри клієнтів: Постійні перебої через відключення світла можуть призвести до втрати довіри клієнтів до компанії. Це може вплинути на їх рішення продовжувати співпрацю з вами.

Збитки від відшкодування клієнтам: Якщо відключення світла призводить до невиконання контрактних зобов'язань перед клієнтами, компанія може бути змушена відшкодувати їм завдані збитки, що може призвести до фінансових втрат.

В деяких випадках, після відключення світла, клієнти можуть вимагати перегляду умов контрактів або внесення змін у них, щоб забезпечити більшу стабільність і надійність послуг.

Для уникнення цих проблем, компанії повинні розробити плани надзвичайних ситуацій і мати резервні джерела живлення, а також резервні копії даних. Також важливо мати відповідні умови контрактів, які регулюють ситуації надзвичайних вимкнень електроенергії та можливі наслідки для всіх сторін.

Наразі ІТ-індустрія вже перевищує попередні рівні до війни. Компанії в Україні продовжують створювати продукти та надавати експертизу в розробці програмного забезпечення, дизайні інтерфейсу користувача, хмарних сервісах, штучному інтелекті, аналізі даних, кібербезпеці та інших ІТ-послугах. Інновації в ІТ-сфері можуть допомогти вирішити багато проблем, з якими стикається наше суспільство, наприклад, забезпечити доступ до якісної медичної допомоги, покращити якість освіти, зменшити кількість злочинів, збільшити ефективність виробництва та інше.[4]

Інновації в ІТ-сфері можуть допомогти вирішити багато проблем, з якими стикається наше суспільство, наприклад, забезпечити доступ до якісної медичної допомоги, покращити якість освіти, зменшити кількість злочинів, збільшити ефективність виробництва та інше. Україна має потужний та перспективний ІТ-сектор, який продовжує зростати навіть під час війни. За останні двадцять років вона стала експортним сектором на суму майже 7 мільярдів доларів США з близько 285 000 фахівців. Незважаючи на війну, яка почалася в 2022 році, ІТ-компанії зберегли 95% контрактів і продовжують збільшувати експорт. За даними

Міністерства цифрової трансформації України, ІТ-галузь не тільки проявляє стійкість, але й демонструє зростання, що підтверджується рекордним \$2 мільярдом доларів США доходів від експорту послуг у першому кварталі 2022 року. Компанії в Україні продовжують створювати продукти та надавати експертизу в розробці програмного забезпечення, дизайні інтерфейсу користувача, хмарних сервісах, штучному інтелекті, аналізі даних, кібербезпеці та інших ІТ-послугах.

Українські ІТ-компанії пережили 2022 рік, викликаний повномасштабним вторгненням, завдяки релокації, втриманню клієнтів та адаптації до впливу рецесії¹. Основні зміни, що торкнулися технологічних компаній 2022 року, — пришвидшення глобалізації, відкриття нових офісів за кордоном та вплив спеціалістів з України. Компанії здебільшого не надали деталей про те, як вони фінансово пережили 2022 рік.[5]

Щодо завищених цін на обладнання, були випадки, коли ціни на деякі види обладнання були завищені вдвічі. Наприклад, ціни на трансформатори були завищені вдвічі для завищення RAB-тарифів обленерго. Також були випадки завищення цін на обладнання для укриття в житловому будинку.

Враховуючи вищезазначене, українські ІТ-компанії продовжують адаптуватися до нових викликів. Вони шукають нові способи оптимізації витрат, зокрема через перегляд своїх стратегій закупівлі обладнання.

Щодо завищених цін на обладнання, це питання залишається актуальним. Компанії повинні бути обережними при закупівлі обладнання і ретельно перевіряти ціни, щоб уникнути платежів за завищені ціни.[6]

Загальною метою автоматизації процесу заряджання є полегшення життя користувачів та забезпечення оптимальних умов для заряджання їх пристроїв. Розвиток технологій, таких як бездротове заряджання та інтелектуальні системи управління, сприяє вирішенню цієї проблеми. Однак, важливо враховувати питання безпеки та надійності в процесі розробки та впровадження автоматизованих рішень для заряджання портативних пристроїв.

1.2 Розвиток індустрії портативних батарей додати посилання на літературу

Портативні батареї, також відомі як зовнішні акумулятори або портативні зарядні пристрої, є невід'ємною частиною сучасного життя, допомагаючи людям тримати свої електронні пристрої зарядженими у русі. Їх історія розвитку охоплює кілька десятиліть, від перших експериментальних пристроїв до сучасних легких і потужних портативних батарей.

Початок розвитку (початок 2000-х років): [49]

На початку 2000-х років портативні батареї були досить великими і важкими пристроями порівняно з сучасними стандартами. Вони використовувалися в основному у ситуаціях, де була потреба великого джерела енергії віддалених або автономних пристроїв. Ось деякі ключові аспекти розвитку портативних батарей на той час:

Великі розміри та вага: Перші портативні батареї були великими, нерідко важили кілька кілограмів і мали значні розміри. Це було пов'язано з обмеженою технологією акумуляторів.

Використання у важких умовах: Ці ранні портативні батареї використовувалися у важких умовах, таких як військові операції, віддалені нафтові риги, де стандартні джерела енергії були недоступні.

Помітний розвиток технологій: У 2000-х роках відбувалася активна робота над поліпшенням технологій літій-іонних акумуляторів, що дозволило створювати більш потужні і компактні батареї.

Заряджання пристроїв безпосередньо від батареї: Зазвичай ці портативні батареї мали вбудовані розетки або інтерфейси для підключення різних пристроїв безпосередньо до батареї.

Вартість і доступність: Перші портативні батареї були досить дорогими і не були широко доступні для звичайних споживачів. Вони були в основному використовувані в професійних галузях.

У 2000-х роках із зростанням популярності персональних електронних пристроїв, таких як мобільні телефони та плеєри, попит на портативні батареї

збільшувався, що вже в середині десятиліття призвело до подальших інновацій у цій галузі.

Популяризація (початок 2010-х років): З появою смартфонів та інших портативних пристроїв, попит на портативні батареї значно зростає. Компанії почали розробляти компактніші та легші моделі з великою ємністю батареї для тривалого заряджання смартфонів.

На початку 2010-х років ринок портативних батарей зазнав значних змін і почав швидко розвиватися. Ось деякі ключові аспекти цього періоду:[50]

Популярність смартфонів і планшетів: З появою сучасних смартфонів і планшетів, які стали невід'ємною частиною життя багатьох людей, зросла потреба в портативних зарядних пристроях. Люди потребували зручних та портативних способів заряджати свої електронні пристрої в дорозі.

Зменшення розмірів і ваги: Технології літій-іонних акумуляторів стали більш продуктивними, що дозволило створювати менші і легші портативні батареї з великою ємністю. Це зробило їх більш зручними для переносу.

З'ява швидкого заряджання: У цей період з'явилися портативні батареї із підтримкою технологій швидкого заряджання. Це було особливо важливо, оскільки користувачі хотіли швидко заряджати свої пристрої і продовжувати користуватися ними.

Розширення функціоналу: Портативні батареї почали мати різноманітні інтерфейси, що дозволяли заряджати різні типи пристроїв, включаючи смартфони, планшети, ноутбуки, фотокамери і навіть інші портативні батареї.

Розширення ринку: Поширення портативних батарей стало можливим завдяки глобальному розгортанню технологій та зниженню їх вартості. Вони стали доступнішими для звичайних споживачів.

Зростання конкуренції і інновації: Зростання попиту призвело до збільшення конкуренції на ринку, що стимулювало компанії до вдосконалення своїх продуктів і введення нових функцій. Це означало інновації у дизайні, вартості, ємності та інших характеристиках портативних батарей.

Цей період був ключовим для становлення портативних батарей як

популярного і необхідного гаджету в повсякденному житті багатьох людей. З тих пір розвиток цієї технології продовжується, з'являються нові функції і покращені характеристики, що робить портативні батареї ще більш зручними і ефективними.

Технологічні вдосконалення (середина 2010-х років): З розвитком технологій літій-іонних акумуляторів портативні батареї стали менше, легше та потужніше. Також з'явилися більш ефективні методи заряджання та захисту від перенапруги.

Поява сучасних електронних пристроїв: З поширенням мобільних телефонів, плеєрів та інших портативних електронних пристроїв з'явилася потреба в портативних зарядних пристроях. Люди хотіли мати можливість тривало користуватися своїми пристроями без перерви через розряджену батарею.

Розвиток технологій акумуляторів: Технології літій-іонних акумуляторів стали набагато ефективнішими, що призвело до створення батарей з більш високою ємністю та меншим розміром. Це зробило портативні батареї меншими і легшими для переносу.

Стандарти та інтерфейси: У цей період виникли стандарти та інтерфейси для портативних зарядних пристроїв, такі як USB, які робили їх сумісними з більшістю електронних пристроїв. Це зробило заряджання пристроїв більш універсальним і зручним.

Популяризація портативних батарей: Поширення і реклама портативних батарей сприяли їхній популярності. Це було підсилено також великими подіями, наприклад, заходами з масовими зборами, де люди витрачали багато часу і шукали способи заряджати свої пристрої.

Зручність і портативність: Поява менших та легших портативних батарей, які можна було легко носити в кишені або сумці, зробила їх дуже популярними серед людей, які подорожують або активно використовують свої пристрої в русі.[2]

Цей період створив основи для подальшого розвитку портативних батарей. З тих пір вони стали ще більш потужними, швидшими та зручнішими, що забезпечує нам можливість залишатися підключеними в будь-який момент і в будь-якому місці.

Бездротове заряджання (кінець 2010-х років - початок 2020-х років): Деякі

портативні батареї отримали можливість бездротового заряджання, що дозволило користувачам зручно заряджати свої пристрої без кабелів.

Інновації та різноманітність (по сьогоднішній день): Сучасні портативні батареї мають різноманітні форми, ємності та функції. Є портативні батареї з великими ємностями для заряджання навіть ноутбуків, а також компактні моделі для заряджання лише смартфонів. Технології швидкого заряджання також стали стандартом для багатьох портативних батарей.

Зелена енергія (від середини 2020-х років): У зв'язку з ростом усвідомлення щодо збереження навколишнього середовища, деякі компанії розробляють портативні батареї з використанням екологічно чистих матеріалів та відновлюваних джерел енергії.

На початку 2020-х років розвиток зеленої енергії став однією з найбільших технологічних та соціальних тенденцій. Ось деякі ключові аспекти розвитку зеленої енергії з середини 2020-х років і далі:

Зростання виробництва відновлювальних джерел енергії: Сонячна енергія, вітряна енергія, гідроенергетика та інші відновлювальні джерела енергії зазнали значного росту. Нові технології дозволили збільшити ефективність панелей та вітроустановок, знизити витрати на їх виробництво та встановлення.

Розвиток сховища енергії: Великий прорив стався у сфері зберігання енергії, зокрема батарей для зберігання сонячної та вітряної енергії. Розвиток літій-іонних батарей та інших типів акумуляторів дозволяє ефективніше використовувати вироблену енергію.

Електромобілі та зарядна інфраструктура: Зелена енергія вплинула на розвиток автомобільної промисловості. Зростання виробництва електромобілів та встановлення зарядних станцій стали важливими кроками у впровадженні зеленої транспортної системи.

Інновації у використанні відходів: Нові технології переробки відходів у джерела енергії, такі як біогаз чи біопаливо другого покоління, стали важливою галуззю в розвитку зеленої енергії.[51]

Зелена інфраструктура та зелені будівлі: Урбаністичне планування і

будівництво також зазнали змін. Зелена інфраструктура, сонячні покрівлі на будівлях, енергоефективні технології стали стандартом у нових будівництвах та реконструкціях.

Фінансування та інвестиції: Зростання інтересу до зеленої енергії привело до більших інвестицій та фінансування відновлюваних джерел енергії. Це включає у себе як державні програми підтримки, так і приватні інвестиції у стартапи та інноваційні проекти.

Розумні сітки та технології управління енергією: Впровадження розумних сіток дозволяє ефективніше розподіляти та використовувати енергію, забезпечуючи більшу стабільність та надійність енергопостачання.

Ці тенденції свідчать про зростання усвідомлення необхідності переходу до зеленої енергії та впровадження сталих практик у всіх сферах життя. Цей розвиток сприяє зменшенню впливу нашої діяльності на навколишнє середовище та сприяє створенню більш стійкого та екологічно чистого енергетичного майбутнього.

1.3 Використання паливного генератора як джерело додаткового живлення

Вибір між портативною акумуляторною батареєю та паливним генератором залежить від конкретних потреб. Для домашнього користування може підійти обидва варіанти, проте вони мають низку своїх особливостей. Для прикладу, не має можливості використовувати твердопаливний генератор в багатоквартирних будинках. [7]

Відпрацьовані гази від бензинового чи дизельного генератора мають негативний вплив на людей. Продуктами окислення і неповного згоряння вуглеводневого чи інших видів палива. Вихлопні гази містять певну кількість токсичних і шкідливих компонентів.

Монооксид вуглецю (чадний газ) — це токсична речовина, яка, потрапляючи у легені та у кров, «зв'язує» кров'яні тілця, що призводить до кисневого голодування тканин організму і до смерті.

Оксиди азоту, які приблизно в 10 разів небезпечніші, ніж чадний газ.

Потрапляючи на слизові оболонки та у кров, оксиди азоту утворюють азотні і азотисті кислоти та інші небезпечні для здоров'я і життя сполуки. Рекомендації для використання твердопаливного генератору:

Генератор розміщується суворо на відкритому повітрі або в просторому приміщенні з працюючою вентиляцією і можливістю провітрювання.

Відстань до стін та іншого обладнання повинна бути більше одного метра.[7]

Не відкривати кришку бензобаку при включеному двигуні.

Бензиновий генератор заборонено вмикати в умовах підвищеної вологості, під час дощу або снігу.

Не торкатися генератору вологими руками

Установка твердопаливного генератора в багатоквартирних будинках вимагає дотримання певних правил і рекомендацій:

Генератори не можна використовувати в багатоквартирних будинках. Це пов'язано з підвищеним ризиком для безпеки мешканців.

Перед заправкою електростанції їй потрібно дати охолонути, інакше паливо може спалахнути та викликати пожежу і травмування людини, яка здійснює її обслуговування.

Забороняється зберігати запас бензину поряд із генератором.

Якщо є необхідність під'єднати генератор до всієї будівлі, перед цим необхідно від'єднати будинок від зовнішніх електромереж, тобто вимкнути автомати на ввідному щитку або викрутити плавкі запобіжники (пробки).

Якщо у будинку (дачі) часто відбувається припинення постачання електричної енергії, у Державній інспекції енергетичного нагляду рекомендують під'єднати електростанцію до внутрішньої мережі через перекидний рубильник або систему автоматичного включення резерву (АВР).[8]

Рубильник або АВР повинен знаходитися в схемі мережі будівлі після лічильника та ввідного автоматичного вимикача.

Наполегливо рекомендується, щоб роботи з приєднання електростанції до мереж будівлі виконували спеціалісти.

Також при встановленні генератора забороняється виконувати підключення

електростанції до мережі будівлі, якщо потужність електростанції може значно перевищувати пропускну здатність розетки. Підключення має відбуватись чітко до вимог і сертифікацій конкретного роз'єму.[9]

Перевагою паливних генераторів можуть працювати протягом довшого часу та забезпечувати велику потужність. Здатні працювати безперервно з можливістю заправки пального. На рисунку 1.2 спостерігаємо бензиновий генератор, який використовувався для того щоб пережити блекаут 2022-2023. Ідеально підходять для великих навантажень або в разі, коли потрібна велика потужність. Зазвичай видають більше шуму, що може бути неприємним для внутрішнього використання. Викидають вихлопні гази, тому потребують використання на відкритому повітрі або відповідної вентиляції. Потребують регулярного поповнення пального.

Враховуючи не низькі ціни на паливо, основним фактором для вибору є порівняння витрат на бензинові та дизельні генератори. Усім відомо, що будь-який генератор, як невеликої потужності (до 5 кВт), так і більшої, найкраще працює при навантаженнях, які становлять від 30 до 80% номіналу генератора. Так як більш низький або високий рівень навантаження може призвести до перевантаження або холостого ходу, що не заборонено, але не рекомендується тривалий час. Такі режими збільшують споживання палива.

Середньостатистичний дизельний генератор витрачає 250 г/кВт год., що означає, що він витрачає 250 г дизеля при навантаженні 1 кВт протягом години. Бензиновий генератор витратить більше, приблизно 350 г/кВт год.. Це означає, що при навантаженні 1 кВт протягом години він витратить 350 г бензину. Незважаючи на це, будь-який бензиновий генератор, як і дизельний, споживає приблизно 1 літр на годину при навантаженні до 1 кВт. Тобто ви повинні враховувати вищезазначену витрату після навантаження 1 кВт. Таким чином, ці дані не можна використовувати для розрахунку малопотужних генераторів.



Рисунок 1.2 – Генератор на твердому пальному Champion 2,5 кВт

Обираючи між цими двома опціями враховуючи конкретні потреби, бюджет та умови використання. Якщо потрібно тихий та екологічний варіант для короткочасного живлення невеликих пристроїв, електроаккумулятори можуть бути відмінним вибором. У той час як для тривалого живлення приміщень або об'єктів з великими енергетичними потребами, генератор може бути більш практичним.

1.4 Використання портативної акумуляторної батареї в домашніх умовах

Використання портативної акумуляторної батареї в домашніх умовах дозволяє користувачу переживати вимкнення світла у комфортних умовах існування.

Наразі найпоширенішим питанням є можливість отримання електрики з альтернативних джерел. Існує павербанк для телефонів і планшетів. Але через їхню ємність павербанк швидко стає непотрібним гаджетом під час подорожі на природу. Газовий чи дизельний генератор є чудовим вирішенням проблеми. Але цей важкий, габаритний і постійно потребує палива для заправки.

Наразі портативне джерело живлення є найкращим варіантом. Розглянемо переносну міні-електростанцію. Цей невеликий, зручний пристрій може

забезпечити якісний струм кільком споживачам одночасно, а також забезпечити прискорену зарядку різних пристроїв. Крім того, найкращі портативні зарядні станції призначені для зарядки великої побутової техніки вдома. Вони перевершують бензогенератори за своїми характеристиками.

Крім того, портативна зарядна станція для будинку компактна, що означає, що вона не потребує заправки паливом, технічного обслуговування та інших проблем, пов'язаних із бензиновими двигунами.



Рисунок 1.3 – Вигляд портативної зарядної станції ecoflow river 2 max

Такі станції легко переносити або перевозити у багажнику автомобіля завдяки своїм розмірам, приклад використання зображено на рисунку 1.3 . Завдяки своїй функції вони можуть заряджати пристрій від розетки 220В, а також від прикурювача в автомобілі та сонячних панелей.

Таким чином, переносна зарядна станція є найкращим способом вирішити проблеми з відсутністю або перебоями електроенергії. Її можна використовувати вдома, на дачі або на природі. Ми склали рейтинг портативних зарядних станцій, які мають найкращі характеристики потужності та ємності батарей, щоб допомогти

вам вибрати. Користувачі високо оцінили цей пристрій у своїх відгуках як найзручніший у використанні, зображено на рисунку 1.4.[10]

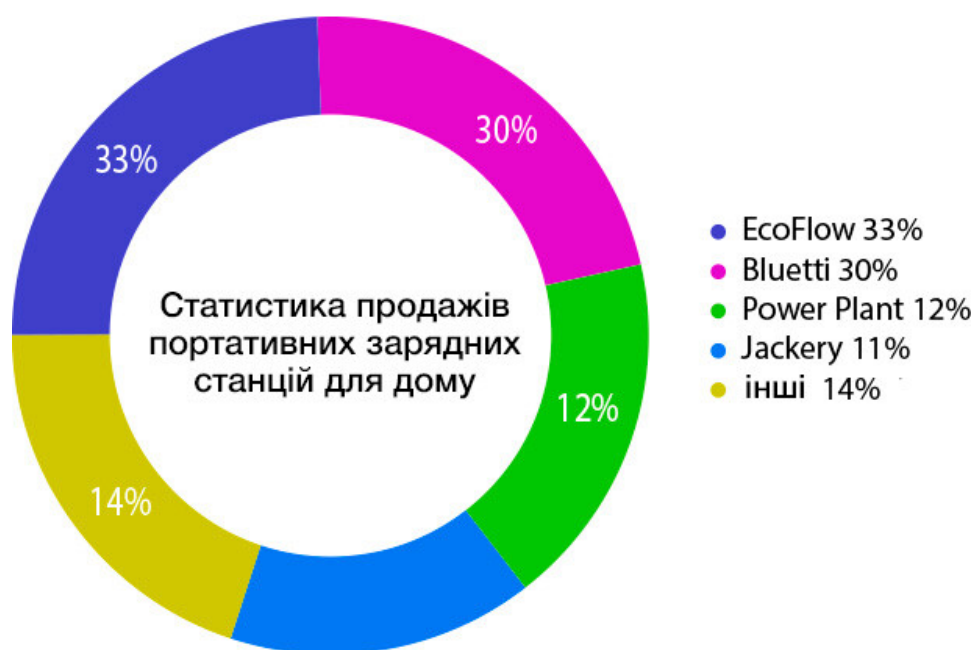


Рисунок 1.4 – Статистика продажів в магазинах

Електроакумулятори зазвичай є тихими та екологічно чистими, оскільки не викидають шкідливих газів під час роботи. Деякі моделі електроакумуляторів можуть автоматично вмикатися при виявленні відсутності електроенергії.

Зазвичай безпечніші для внутрішнього використання, оскільки не використовують паливо та не виділяють вихлопні гази.

Недоліки використання портативної акумуляторної батареї. Електроакумулятори мають обмежену ємність і можуть працювати обмежений час, особливо при великих навантаженнях. Зазвичай дорожчі в порівнянні з паливними генераторами при однаковій потужності.

Вибір між цими двома варіантами залежить від ваших конкретних потреб та обставин. Наприклад, якщо ви живете в районі з високим рівнем сонячного світла, сонячні батареї можуть бути хорошим вибором. З іншого боку, якщо ви маєте доступ до достатньої кількості палива і вам потрібна велика кількість енергії, паливний генератор може бути кращим вибором.

1.5 Використання електроенергії в Україні та у світі

Споживання електроенергії у світі безперервно зростало протягом останніх півстоліття, досягнувши приблизно 25 500 терават-годин у 2022 році. У період з 1980 по 2022 рік споживання електроенергії зросло більш ніж утричі, а населення планети досягло майже восьми мільярдів людей. Зростання індустріалізації та доступ до електроенергії в усьому світі ще більше підвищили попит на електроенергію.[11]

Економічний підйом Китаю та зростання глобального використання електроенергії. З 2000 року ВВП Китаю зафіксував дивовижне 15-кратне зростання, перетворивши його на другу за величиною світову економіку, поступаючись лише Сполученим Штатам. Щоб стимулювати розвиток свого мільярдного населення та різноманітних виробничих галузей, Китаю потрібно більше енергії, ніж будь-якій іншій країні. В результаті вона стала найбільшим споживачем електроенергії в світі.

За рівнем споживання електроенергії на душу населення Китай та інші країни БРІК все ще значно випереджають розвинені країни з меншою чисельністю населення. Ісландія з населенням менше півмільйона жителів споживає найбільше електроенергії на людину у світі. Норвегія, Катар, Канада та США також мають найвищі показники споживання. Численні сприяючі фактори, такі як наявність енергоємних галузей промисловості, розмір домогосподарств, життєві умови, стандарти електроприладів і ефективності, а також доступ до альтернативних видів палива для опалення, визначають кількість електроенергії, яку потребує середня людина в кожній країні.

Енергоспоживання в Україні

Найважливішим показником енергетичного балансу України є загальне споживання та становить 124,53 млрд кВт/год електроенергії на рік. На душу населення це в середньому 3277 кВт/год.

Загальне кінцеве енергоспоживання в Україні за секторами з

розбивкою на житло, 2019 р зображена на рисунку 1.5.[12]

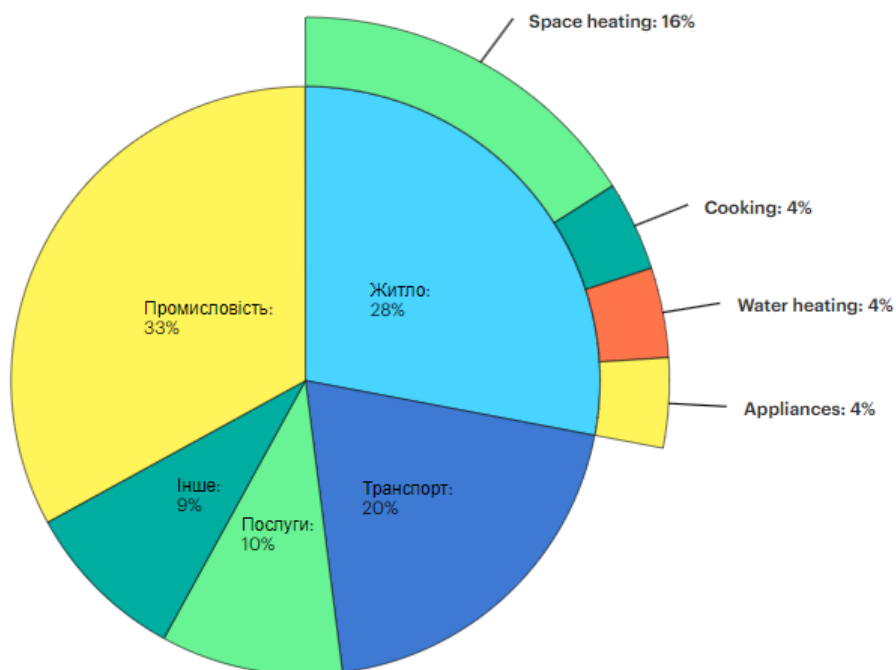


Рисунок 1.5 – Загальне енергоспоживання в Україні за секторами з розбивкою на житло, 2019 р

Україна могла б бути самозабезпеченою енергією власного виробництва. Загальне виробництво електроенергії всіма генеруючими потужностями становить 143 млрд кВт/год, що становить 115 відсотків від власного споживання країни. Незважаючи на це, Україна торгує енергією з іноземними державами поряд із чистим споживанням. Важливу роль відіграють виробництво, імпорт та експорт.

Насправді, для розуміння обсягу споживання електроенергії домогосподарствами має вирішальне значення, оскільки ми прагнемо до більш екологічної мережі.

Енергоспоживання будинку може значно відрізнитися залежно від багатьох факторів. Ці фактори включають вибір способу життя, кількість осіб, які проживають у домогосподарстві, будівництво будинку, його географічне розташування та різні інші змінні. Кожен із цих елементів впливає на загальне

споживання енергії, і його слід враховувати при оцінці споживання електроенергії будинком.[13]

Якщо ви хочете отримати уявлення про те, скільки енергії споживає середній будинок, продовжуйте читати цю статтю. Це дасть вам знання для точного визначення середнього споживання електроенергії, що дозволить вам ефективно керувати рахунками за електроенергію.

Відстеження загального споживання енергії в нашому домі є ключовим для скорочення витрат на електроенергію та скорочення нашого вуглецевого сліду. Ми розберемо загальні категорії приладів, розглянемо номінальні показники потужності та розрахуємо витрати на використання енергії.

Пристрої для опалення та охолодження потребують значної енергії, яка залежить від умов. Наприклад, ваше споживання кВт/год може значно збільшитися, якщо ви працюєте віддалено та потребуєте постійного кондиціонування повітря для підтримки комфортного робочого середовища.

Типовий кондиціонер потужністю 1800 Вт, який працює протягом 8 годин, може споживати близько 14,4 кВт/год на день, що становить майже половину середнього споживання електроенергії. Подібним чином, обігрівачі, що працюють на 1500 Вт, можуть споживати порівнянну або навіть більшу кількість енергії взимку, ніж охолоджувальне обладнання.

Пральні та сушильні машини можуть суттєво впливати на ваше енергоспоживання, особливо якщо ними регулярно користуються кілька членів родини чи сусідів. Наприклад, 45-хвилинний цикл сушіння з сушаркою для білизни потужністю 5000 Вт може споживати приголомшливі 3,5 кВт-год електроенергії, що коштує приблизно 33,60 центів за один цикл.

Світлові прилади можуть бути оманливими, коли мова заходить про споживання електроенергії. Одна 100-ватна лампочка, наприклад, може споживати 1 кВт/год (або 11,20 центів) електроенергії на день. Хоча це може здатися невеликим, кумулятивний ефект може бути значним, якщо кілька джерел світла використовуються одночасно протягом дня, особливо в домогосподарствах з кількома членами сім'ї. Тому важливо пам'ятати про використання освітлення,

щоб ефективно управляти витратами на електроенергію.

Дуже важливо враховувати частоту використання та кількість людей у домі, оскільки ваші електронні пристрої можуть споживати більше кВт/год, ніж ви очікуєте. Наприклад, ігровий ноутбук може споживати від 300 до 500 Вт, приблизно 1 кВт/год кожні кілька годин.

Уявіть собі трьох додаткових членів родини, які одночасно користуються такими пристроями, як телевізор, підключений ноутбук і стереосистема. Таке комбіноване використання може накопичуватись і суттєво вплинути на споживання енергії.

У середньому домогосподарство споживає від 800 до 1000 кВт-год електроенергії на місяць, що становить приблизно 9600-12 000 кВт-год на рік. Якщо розділити на кількість днів у році, це означає середнє щоденне споживання енергії приблизно від 26 до 33 кВт-год, що еквівалентно 26 000-33 000 ват-годин. Ці цифри оцінюють середнє споживання електроенергії домом і служать орієнтиром для розуміння та управління споживанням електроенергії домогосподарствами.[14]

Деякі поради для економії енергії вдома. Оскільки вартість життя та рахунки за електроенергію зростають, ви можете шукати способи економії енергії вдома. Ось кілька корисних порад про те, як почати економити енергію, щоб заощадити більше грошей.

Перемикачі прилади, які мають жовтий ярлик ENERGY STAR®. Ці прилади розроблені таким чином, щоб споживати менше енергії порівняно з іншими моделями. Вибираючи прилади, сертифіковані ENERGY STAR®, ви можете зменшити споживання енергії та зменшити рахунки за електроенергію, одночасно сприяючи екологічній стійкості.

Будівельні матеріали, які використовуються у домі, справді можуть впливати на кількість електроенергії, що споживається щомісяця. Старі будинки, зокрема, можуть бути побудовані з матеріалів, які дозволяють гарячому або холодному повітрю легко входити або виходити, що призводить до вищих витрат на опалення або охолодження. Погана ізоляція або неефективні вікна та двері можуть призвести

до втрати енергії, вимагаючи більше енергії для підтримки комфортної температури в приміщенні.

Утеплення всього будинку з даху може призвести до значної річної економії. Правильна ізоляція допомагає створити більш енергоефективний дім, зменшуючи втрати тепла взимку та надходження тепла влітку.

2 СТАН РОЗВ'ЯЗАННЯ ТЕХНІЧНОЇ ЗАДАЧІ ВИРОБНИКАМИ, АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ, ВИБІР МАТЕРІАЛІВ

2.1 Продукти популярних виробників зарядних станцій

Існує безліч аналогів чи підходів до розв'язання проблеми розробки автоматизації процесу заряджання портативної зарядної станції в умовах виключення світла нижче наведено основні приклади, які є доступні на нашому ринку.

В Україні працюють щонайменше п'ять виробників зарядних станцій. Одним з найпопулярніших брендів є "Промавтоматика", яка виготовляє до чотирьох різних моделей зарядних станцій лінійки «Бандера». Ці станції в основному використовуються українськими військовими, але ними можуть користуватися і цивільні.[15]

Іншим популярним виробником є EcoFlow. На рисунку 2.1 зображено модель RIVER 2 Max вважається найшвидшою за часом зарядки у світі. Ця станція може заряджатися від розетки, автомобільного прикурювача, а також від сонячних панелей.[16]



Рисунок 2.1 – Вигляд EcoFlow, модель RIVER 2 Max

Ці портативні зарядні станції допомагають тримати всю необхідну електроніку зарядженою і навіть забезпечують аварійне освітлення, якщо під час віялових відключень електроенергії світло надовго відключають.

У Вінниці підприємство «Промавтоматика» виробляє вісім різних моделей зарядних станцій лінійки «Бандера», які здебільшого використовуються українськими військовими, але їх можуть використовувати і звичайні люди. Усі серії випускалися з камуфляжними чохлами, які захищали від ударів і морозу, але вони мали різні характеристики. Розробник рекомендує використовувати зарядну станцію як запасне джерело живлення, щоб дозволити швидко заряджати такі пристрої, як рації, мобільні телефони та супутникові термінали Starlink. На офіційному сайті компанії можна придбати портативну зарядну станцію.

Bandera Power 305s — це портативна батарея, яка може забезпечити вам необхідне резервне електроживлення. Підтримує зарядку різних пристроїв зв'язку, таких як смартфони, планшети та інші. Можна використовувати в бомбосховищах, підвалах, тимчасових блокпостах і інших місцях, де електромережа недоступна.[17] На рисунку 2.2 зображено Bandera Power 305s та має батарею, яка може підзарядити акумулятор смартфонів 65 разів, дрон (5000 мАг) 52 зарядки, Старлінк 60Вт 16 годин.

Bandera Power 305 S

- 305 000 мАг, 1 126 Вт*год LiFePO4
- 3 розетки 220 В, змінного струму, загальною потужністю 1 000 Вт
- 4 порти USB quick-charge
- Автомобільна розетка "прикурювач", 12 В, 10 А
- Роз'єм для BanderaSolar
- Габарити 475x365x210
- 15,5 кг



Рисунок 2.2 – Характеристика Bandera Power 305s

Портативні зарядні станції EcoFlow, це відомий світовий виробник технологічних рішень для портативних накопичувачів електроенергії та енергетичних систем, які використовують можливості відновлюваних джерел енергії для автономного забезпечення будинків. Компанія розробляє стратегії енергонезалежності та пропонує автономні умови для будинків, пересувних будівель і транспортних засобів, які не підключені до центральної електромережі. На даний момент EcoFlow, глобальний бренд, доступний у 83 країнах світу.

Офіційний авторизований магазин EcoFlow в Україні, EcoFlow Ukraine, має понад 400 партнерів у всіх містах країни. [18]

На рисунку 2.3 зображено офіційний сайт, який дозволяє ознайомитись з продукцією даного бренду. [19]

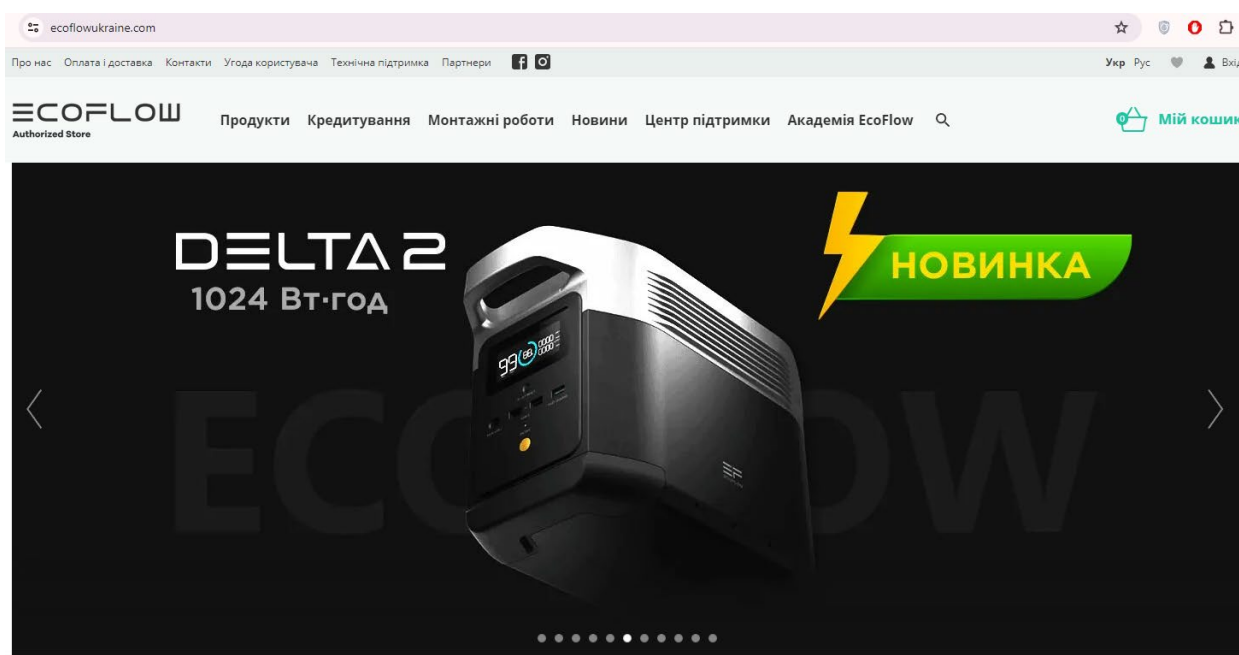


Рисунок 2.3 – офіційний сайт EcoFlow Україна

Компанія DroneUA, авторизований дистриб'ютор EcoFlow в Україні, пропонує клієнтам широкий вибір товарів, а також підтримку та гарантію.

Широкий спектр EcoFlow включає: мобільні зарядні станції для промислового використання DELTA та лінійки RIVER; EcoFlow сонячні панелі; Power Kit для системи енергонезалежності; генератори, додаткові батареї та

аксесуари, які можна використовувати для створення власних енергетичних екосистем. [19]

Перейшовши за посиланням, можна спостерігати велику кількість продукції розроблену під різні тип задач користувачів, зображено на рисунку 2.4.



Рисунок 2.4 Огляд продукції на офіційному сайті виробника

2.2 Хімічні сполуки в акумуляторних портативних батареях

Існує кілька основних типів акумуляторних батарей, і кожен з них має свої переваги та обмеження.

Акумуляторна батарея - це пристрій, що зберігає електричну енергію в хімічній формі і перетворює її назад в електричну при потребі. Акумуляторні батареї можуть бути перезаряджені багато разів, що робить їх корисними для різних застосувань, таких як електроніка, транспорт, альтернативна енергетика тощо.[22]

Лужні акумулятори (Ni-Cd, Ni-MH) - це акумулятори, які використовують лужний електроліт і металеві електроди, такі як нікель-кадмій (Ni-Cd) або нікель-метал-гідрид (Ni-MH). Вони мають високу швидкість зарядки та розрядки, довгий термін служби, стійкість до глибокого розряду, але також мають низьку ємність, високий рівень саморозряду, ефект пам'яті (зменшення ємності при частковому

розряді) та містять токсичний кадмій. Лужні акумулятори можуть бути перероблені, але це складний і дорогий процес.

Літій-іонні акумулятори (Li-ion) - це акумулятори, які використовують літій як анодний матеріал і різні сполуки, такі як літій-кобальт-оксид (LiCoO₂), літій-марганець-оксид (LiMn₂O₄), літій-залізо-фосфат (LiFePO₄) тощо, як катодний матеріал. Вони мають високу ємність, високу напругу, низький рівень саморозряду, відсутність ефекту пам'яті, але також мають високу вартість, обмежений термін служби, чутливість до перезаряду та перерозряду, ризик перегріву та загоряння. Літій-іонні акумулятори можуть бути перероблені, але це також складний і дорогий процес.

Літій-полімерні акумулятори (Li-Po) - це акумулятори, які схожі на літій-іонні, але використовують полімерний електроліт замість рідкого або гелевого. Вони мають високу ємність, високу напругу, низький рівень саморозряду, відсутність ефекту пам'яті, але також мають високу вартість, обмежений термін служби, чутливість до перезаряду та перерозряду, ризик перегріву та загоряння. Літій-полімерні акумулятори можуть бути перероблені, але це також складний і дорогий процес.

Свинцево-кислотні акумулятори (Pb-Acid) - це найдавніші і найбільш поширені акумулятори, які використовуються в автомобілях, електромобілях, мотоциклах, джерелах безперебійного живлення, промислового устаткування тощо. Вони мають високу ємність, низьку вартість, довгий термін служби, але також важкі, об'ємні, чутливі до глибокого розряду, потребують обслуговування та містять токсичний свинець. Свинцево-кислотні акумулятори можуть бути перероблені майже повністю, що зменшує їхній екологічний вплив.

Кращий тип акумулятора залежить від конкретного застосування. Літій-іонні акумулятори, наприклад, є популярним вибором для більшості портативних електронних пристроїв через їхню велику ємність та вагу. Однак, для великих систем зберігання енергії у великих масштабах, таких як електростанції на відновлювальних джерелах, можуть використовуватися інші типи акумуляторів, зокрема нікель-метал-гідридні акумулятори.

У майбутньому можна очікувати подальший розвиток технологій заряджання та ємності батарей, що зробить портативні батареї ще більш зручними та ефективними для користувачів.

2.3 Переробка чи повторне використання акумуляторів

Щодо переробки батарей, важливо відзначити, що багато акумуляторів містять матеріали, які можуть бути токсичними чи небезпечними для довкілля. Правильна утилізація та переробка батарей є критичними аспектами з точки зору екології. Технології переробки можуть включати в себе:

Розбирання батарей на складові частини для подальшого використання або відновлення ресурсів. Виділення корисних матеріалів (таких як літій, нікель, кобальт) для повторного використання або переробки. Використання хімічних процесів для вилучення цінних матеріалів та безпечної утилізації небезпечних компонентів.[20]

Якщо розглянути використання батарей з електрокарів для нових пристроїв, важливо враховувати потреби цих пристроїв та забезпечити відповідну конверсію або інтеграцію, щоб забезпечити оптимальну продуктивність та безпеку. Крім того, враховуйте фактори, пов'язані з обробкою та утилізацією попередніх батарей, щоб мінімізувати вплив на довкілля.

Переробка батарей з електромобілів це складний етап для забезпечення екологічної сталості та відновлення цінних ресурсів. Батареї електромобілів, зазвичай літій-іонні або літій-полімерні, містять деякі цінні матеріали, такі як літій, кобальт, нікель і інші, які можна відновити чи використовувати в інших пристроях.[21]

Основні етапи переробки батарей з електромобілів: збір та транспортування, розбір на комірки, сортування та вилучення матеріалів, піроліз або відновлення, вторинне використання або рециклінг, безпечна утилізація, моніторинг та ведення обліку.

Батареї вилучаються з електромобілів та транспортуються до пунктів

переробки. Під час цього етапу важливо забезпечити безпеку та відокремлення батарей від інших компонентів. Батареї розбираються на складові частини. Це може включати в себе вилучення електродів, електроліту, оболонок та інших компонентів.

Різні компоненти батарей сортуються для подальшого вилучення цінних матеріалів, таких як літій, кобальт, нікель тощо.

Вилучені матеріали можуть бути піддані піролізу або іншим процесам, які розкладають їх на базові складові. Це може бути важливим для отримання чистих елементів.[22]

Отримані матеріали можуть бути використані для виробництва нових акумуляторів або інших продуктів. Вторинне використання дозволяє використовувати цінні ресурси і зменшити витрати на видобуток нових матеріалів.

Випуск або утилізація компонентів, які не можуть бути використані для вторинного використання. Це важливо для запобігання забрудненню довкілля.

Важливо вести облік обсягів відходів та ресурсів, що вилучаються під час процесу переробки.

Пірометалургійна технологія - це технологія, що використовує високу температуру для плавлення та окиснення металів у батареях. Це дозволяє вилучити свинець, нікель, кобальт, мідь, залізо тощо, але також викидає в атмосферу шкідливі гази, такі як діоксид сірки, діоксид вуглецю, оксиди азоту тощо. Пірометалургійна технологія застосовується для переробки свинцево-кислотних, нікель-кадмієвих та нікель-метал-гідридних батарей .

Гідрометалургійна технологія - це технологія, що використовує різні розчинники, такі як кислоти, луги, солі тощо, для видобування металів у батареях. Це дозволяє вилучити літій, кобальт, нікель, марганець, алюміній тощо, але також створює велику кількість токсичних рідинних відходів, які потребують подальшої очистки. Гідрометалургійна технологія застосовується для переробки літій-іонних та літій-полімерних батарей .

Механічна технологія - це технологія, що використовує фізичні процеси, такі як подрібнення, сортування, магнітне відділення, флотація тощо, для розділення

матеріалів у батареях. Це дозволяє вилучити пластик, скло, гуму, папір тощо, але також залишає дрібні фракції металів, які важко відокремити. Механічна технологія застосовується для переробки всіх типів батарей .

При переробці батарей з електромобілів важливо дотримуватися стандартів екологічної безпеки, оскільки деякі компоненти можуть бути токсичними або небезпечними для навколишнього середовища. Розвиток технологій і методів вторинного використання є ключовим для створення сталого циклу життя батарей та зменшення впливу на довкілля.

2.3.1 Використання батарей з електрокарів в нових пристроях

Батареї з електрокарів - це акумуляторні батареї, які використовуються для живлення електричних двигунів у електромобілях. Вони зазвичай мають велику ємність, високу напругу, довгий термін служби, але також важкі, дорогі, чутливі до перезаряду та перерозряду, ризикують перегрівом та загорянням. Батареї з електрокарів зазвичай є літій-іонними або літій-полімерними .

Батареї з електрокарів можуть бути використані в нових пристроях, якщо вони ще мають достатню ємність та напругу для живлення цих пристроїв. Наприклад, батареї з електрокарів можуть бути використані для живлення домашніх апаратів, сонячних панелей, електрогенераторів, електроскутерів, електровелосипедів тощо. Однак, для цього потрібно враховувати ряд факторів, таких як сумісність роз'ємів, рівень заряду, стан батареї, безпека, законодавство тощо.[23]

Автовиробники використовують всі переваги технологій та впроваджують все більше інновацій. Однією з найкращої технології, яка дозволяє продовжити термін експлуатації електромобілів – теплонасос.

Теплонасос - це пристрій, який дозволяє перетворювати електричну енергію на теплову або холодильну, використовуючи енергію зовнішнього джерела, такого як повітря, вода або земля.



Рисунок 2.5 – Вигляд теплонасосу в електромобілі Tesla Model Y

Теплонасос може використовуватися для опалення або охолодження приміщень, а також для нагрівання гарячої води, як він виглядає можна побачити на рисунку 2.5.

Захист електромобілів, який використовується для контролю зносу батареї — управління температурою. Літій-іонні акумулятори найкраще працюють при тій же температурі, що й люди — це 21°C.

Батарея електрокара - це електричний акумулятор, який накопичує енергію в хімічній формі і віддає її у вигляді електричного струму для живлення електродвигуна та інших споживачів на борту електромобіля. Батарея електрокара повинна мати високу ємність, енергетичну щільність, тривалий термін служби, стійкість до циклічних зарядів і розрядів, низьку вартість та екологічну безпеку.[24]

Теплонасос може впливати на батарею електрокара різними способами, залежно від типу теплонасоса, типу батареї, режиму роботи, кліматичних умов та інших факторів. Ось деякі приклади порівняння:

Теплонасос повітря-вода може використовувати енергію з батареї

електрокара для нагрівання води в бойлері, який може бути використаний для опалення або гарячого водопостачання. Це може зменшити витрату енергії з мережі або збільшити автономність електрокара, якщо використовувати воду з бойлера для охолодження батареїб. Однак, це також може знизити ємність батареї, якщо теплонасос працює за низьких температур повітря, оскільки це збільшує внутрішній опір батареї та її саморозряд.

Теплонасос земля-вода може використовувати енергію з батареї електрокара для нагрівання або охолодження води в теплообміннику, який може бути використаний для опалення або охолодження приміщень. Це може збільшити комфорт та енергоефективність електрокара, оскільки теплонасос земля-вода має високий коефіцієнт корисної дії (COP) та стабільну температуру джерела тепла. Однак, це також може збільшити витрату енергії з батареї, якщо теплонасос працює за високих температур води, оскільки це зменшує COP та збільшує навантаження на компресор.[25]

Теплонасос повітря-повітря може використовувати енергію з батареї електрокара для нагрівання або охолодження повітря в салоні. Це може збільшити комфорт та безпеку пасажирів, оскільки теплонасос повітря-повітря може регулювати температуру та вологість повітря, а також зменшити запотівання скла. Однак, це також може знизити ємність батареї, якщо теплонасос працює за низьких температур повітря, оскільки це збільшує внутрішній опір батареї та її саморозряд.

Хоча холодна температура тимчасово знижує запас ходу та продуктивність, вона не загрожує терміну служби батареї так само, як це робить висока температура. Робота при високих температурах може прискорити процес деградації батареї.

У Nissan Leaf немає активної системи охолодження батареї, зараз вже дуже багато електромобілів, які випускались в першому поколінні Leaf страждають низькими параметром здоров'я батареї. А це означає що її потрібно замінити та утилізувати. Для прикладу на них встановлювались 24 кВт/год. батареї, а залишкова ємність при активному використанні автомобіля близько 12-14 кВт/год. Автомобіль зображено на рисунку 2.6.



Рисунок 2.6 – Вигляд електромобіля Nissan LEAF

Не всі виробники публікують інформацію про «корисну» ємність акумулятора своїх електромобілів, але Chevrolet, наприклад, публікує інформацію про свій плагін-гібрид Volt. Вигляд автомобіля зображено на рисунку 2.7.



Рисунок 2.7 – Вигляд електромобіля Chevrolet Volt

З 18,4 кВт-год ємності акумулятора водієві фактично доступно лише 14 кВт-

год, що становить приблизно 75% від фактичної ємності акумулятора.

Це означає, що зарядка автомобіля від 0% до 100% схожа на зарядку від 15% до 90% і використовує набагато менше акумулятора. Для досягнення оптимального використання, яке значно добавить життя батареї.

Для прикладу можна порівняти реалізацію цього принципу. Через блок контролю заряджання батареї відбувається обмеження, а саме BMS (Battery management system). Акумуляторні батареї в процесі використання міняють свої технічні характеристики. Наприклад, повністю заряджений елемент 18650 має 4,2 В, по мірі використання струму з нього він знижується до номінальної напруги в 3.7 В. Якщо далі продовжувати використання воно знижується до мінімального порогу 3 В. В блок контролю заряджанням батареї вбудований вольтметр, який в найкращий момент вмикає заряджання чи взагалі вмикає з'єднання з батареєю, щоб її було не можливо використовувати до початку заряду з мережі. Вигляд прикладу БМС плати зображено на рисунку 2.8.

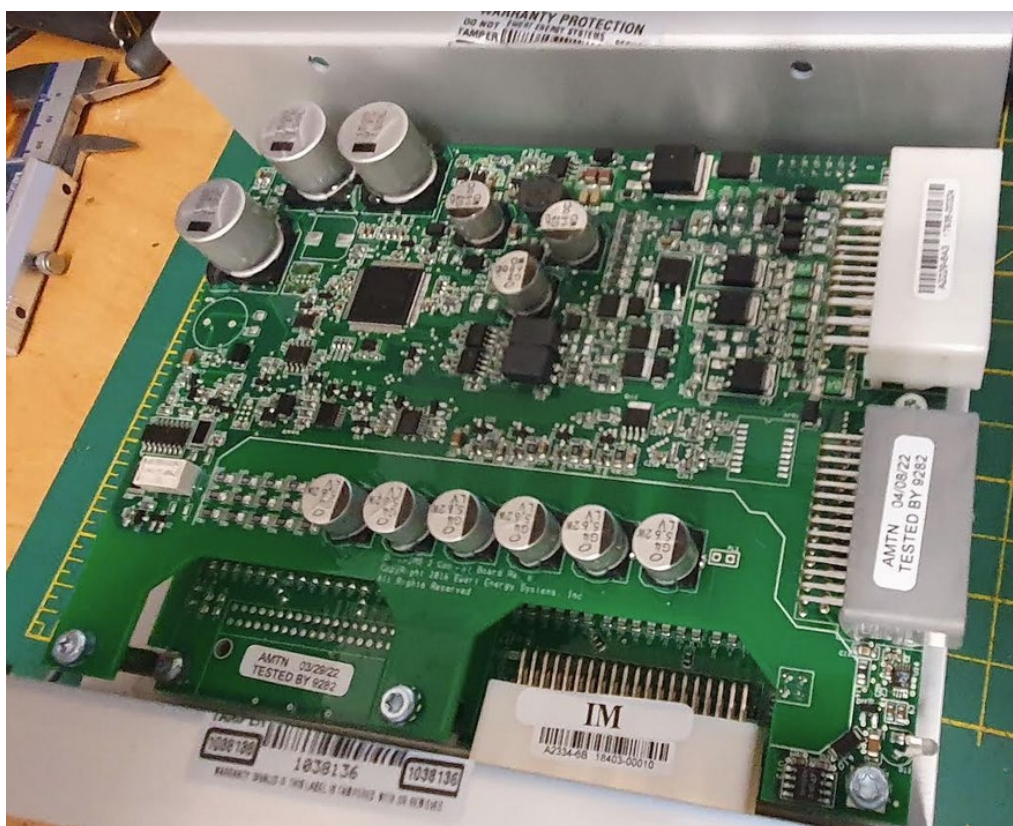


Рисунок 2.8 – Вигляд блоку контролю заряджання батареї

Теплонасос може мати позитивний або негативний вплив на батарею електрокара, залежно від багатьох умов. Тому, при виборі теплонасоса для електрокара, слід враховувати його тип, характеристики, режим роботи, кліматичні умови та інші фактори, що впливають на енергоефективність та продуктивність обох пристроїв.

2.4 Типи підключень, характеристики конекторів і їх види

Вибір конектора для підключення до мережі та для порту зарядного пристрою.

Вибір конектора для підключення портативної батареї до мережі та порту зарядного пристрою може залежати від декількох факторів, таких як тип батареї, потужність, технічні вимоги та зручність в експлуатації. Декілька поширених конекторів, які використовуються для цих цілей, включають:

USB (Micro-USB, USB-C), зображено на рисунку 2.9 :

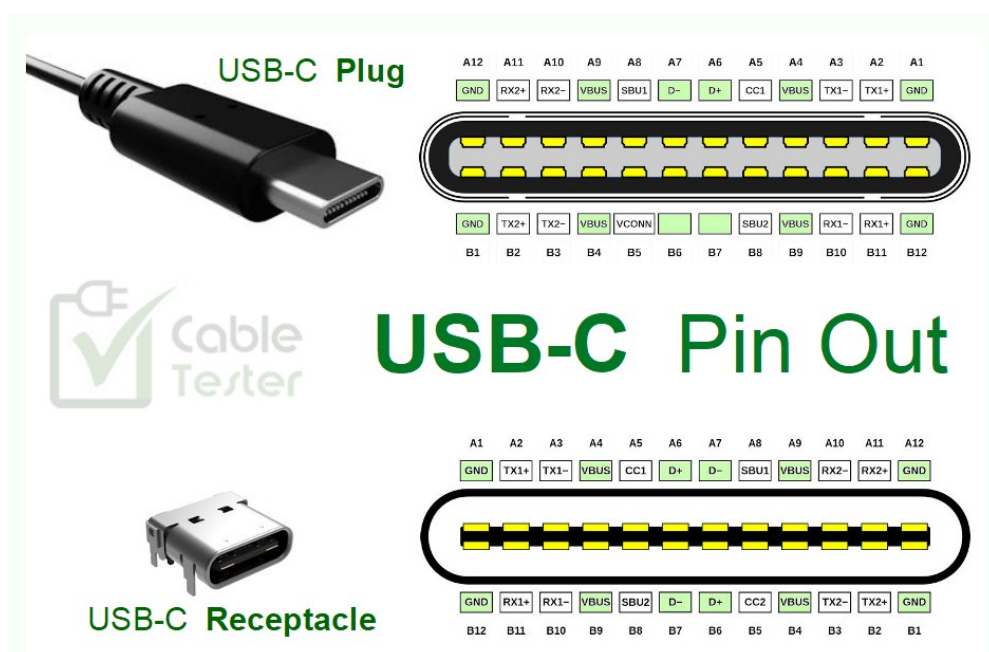


Рисунок 2.9 – Розташування контактів входу Type C

Переваги: Універсальний, широко поширений, легко доступний.

Недоліки: Обмежена потужність для деяких пристроїв, найчастіше

використовується для зарядки малих портативних пристроїв.

Зазвичай кабелі USB Type-C забезпечують зарядження пристроїв з максимальною потужністю до 100 Вт.

DC 5.5x2.5mm, зображений на рисунку 2.10:



Рисунок 2.10 – Зображення штекеру DC 5.5x2.5mm

Зручний для зарядки різних електронних пристроїв, включаючи деякі портативні батареї.

Може бути менш стійким до фізичних впливів порівняно з іншими конекторами.

Розрахований на потужність до 50 Вт, там напругу 12-24 В.

XT60 або XT90:

Переваги: Широко використовується у сфері радіокерованої техніки та моделювання.[26]

Недоліки: Менш загальний стандарт для портативних батарей, але дуже популярний у певних галузях.[27]



Рисунок 2.11 – Зображення роз'єму XT30, XT60 та XT90

XT90 — це популярний роз'єм для батареї, який зазвичай використовується в задній частині батареї електромобіля та інших додатках RC або Drone. Версія XT90-S оснащена вбудованим резистором навантаження, щоб уникнути іскор, які зазвичай виникають під час підключення клем акумулятора. Вигляд роз'ємів зображено на рисунку 2.11.

Особливості та технічні характеристики XT60:

Сила струму до 30 А та 500 В

Зовнішній вогнетривкий нейлон

Опір контакту 0,55 мОм.[26]

Характеристики роз'єму XT-90

Номінальний струм: 90А

Температурний діапазон: від -20°C до 120°C

Розмір дроту: 8AWG[27]

XT-90S має антиіскрову функцію

Витримує високу температуру

Надійний термінал для максимальних циклів витягування та від'єднання (1 тис. разів)

Anderson Powerpole:

Переваги: Забезпечує надійне електричне з'єднання, використовується у багатьох застосунках.

Недоліки: Популярний у ряді галузей, але може бути менш зручним для повсякденного користування. Зображено на рисунку 2.12.



Рисунок 2.12– Зображення роз'єму Anderson Powerpole PP15/4512

Специфікації для Anderson Powerpole конекторів: номінальний струм: до 55А
Розмір проводу: 20 до 10 AWG (0.75 до 6 мм²).

IEC 60320 C13 та C14 (для мережі), зображено на рисунку 2.13:

Перевагами та недоліками можна виділити, широко використовується для підключення до живлення електронних пристроїв та зазвичай використовується для пристроїв з великими потужностями та стаціонарного використання.

Номінальний струм: 10А (міжнародний) та 15А (Північна Америка), номінальна напруга: 250В, температурний діапазон: від -20°C до 70°C

Ці конектори використовуються для підключення детахованих шнурів живлення до електричного або електронного обладнання.



Рисунок 2.13 – Зображення роз'єму ІЕС 60320 С13 та С14

ІЕС 60320 С7 та С8 (для мережі), зображено на рисунку 2.14:

Переваги: Компактний і часто використовується для невеликих електропристроїв.

Недоліки: Зазвичай обмежена потужність.

Номінальний струм: 5 (міжнародний) та 7А (Північна Америка)

Номінальна напруга: 250В

Температурний діапазон: від -20°С до 70°С



Рисунок 2.14 – Зображення роз'єму ІЕС 60320 С7 та С8

Вибір конкретного конектора також може залежати від стандартів, які використовуються у вашому регіоні та галузі. Важливо перевірити, що батарея і зарядний пристрій використовують сумісні конектори та стандарти для оптимальної продуктивності та безпеки.

NEMA 6-20R (Type B):

Використання: Зокрема для електричних пристроїв індустріального призначення, зображено на рисунку 2.15.

Особливості: Два гарячих провідника (фаза), нуль та заземлення. Здатний передавати великі потужності, номінальний струм: 20А, номінальна напруга: 250В.

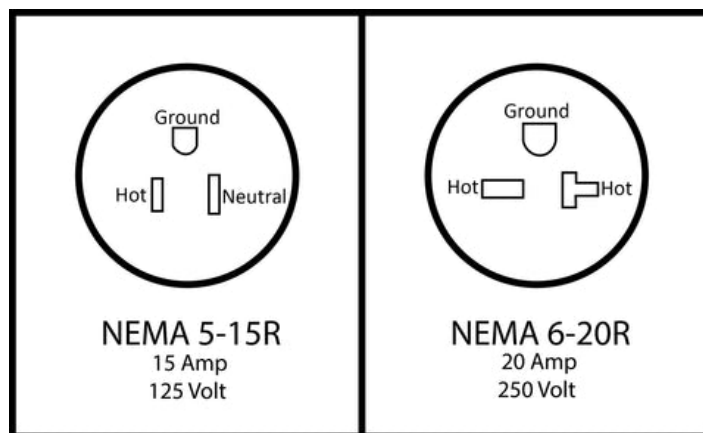


Рисунок 2.15 – Зображення роз'єму NEMA 6-20R (Type B),

NEMA 6-30R (Type B), зображено на рисунку 2.16.

Використання: Застосовується для пристроїв, які вимагають велику потужність, таких як пилососи та інструменти.

Особливості: Три провідники — два гарячих (фаза), нуль та заземлення.

Номінальний струм: 30А, номінальна напруга: 250В.



Рисунок 2.16 – Зображення роз'єму NEMA 6-30R (Type B),

NEMA 6-50R (Type B):

Використання: Зазвичай використовується для підключення електроінструментів і пристроїв для завдань, які вимагають великої потужності.

Особливості: Три провідники — два гарячих (фаза), нуль та заземлення.

Номінальний струм: 50А, номінальна напруга: 250В.



Рисунок 2.17 – Зображення роз'єму NEMA 6-50R (Type B)

NEMA 14-30R (Type B), зображено на рисунку 2.18:

Використання: Зазвичай використовується для підключення пральних та сушильних машин вдома.

Особливості: Чотири провідники — два гарячих (фаза), нуль, заземлення та додатковий гарячий.



Рисунок 2.18 – Зображення роз'єму NEMA 14-30R (Type B)

NEMA 14-30R (Type B) розрахований на струм 30 Ампер та напругу 125/250 Вольт. Це розетка з двома гарячими проводами по 125 вольт кожен, що стає 250 вольт. Цей тип розетки часто використовується для сучасних сушарок, які використовують 125 вольт для своїх контролерів та 250 вольт для живлення нагрівального елемента.

NEMA 14-50R (Type B), зображений на рисунку 2.19:

Використання: Застосовується для великих потужних пристроїв, таких як електричні автомобілі. Особливості це чотири провідники — два гарячих (фаза), нуль, заземлення та додатковий гарячий.



Рисунок 2.19 – Зображення роз'єму NEMA 14-50R (Type B)

CS8365 (Type B), зображено на рисунку 2.20:

Використання: Індустріальний стандарт для передачі великої потужності.

Особливості: Три фази, нуль та заземлення.

Ці типи входів та штекерів розраховані на великі потужності та дозволяють ефективно та безпечно передавати струм в індустріальних та домашніх умовах. Важливо перевірити сумісність вашого приладу з обраною розеткою і вибрати стандарт, який відповідає його потужності та електричним вимогам.



Рисунок 2.20 – Зображення роз'єму

2.5 Види інверторів та типи струму, які перетворюють

Інвертори призначені для перетворення постійного струму (DC) у змінний струм (AC). Вони зазвичай використовуються для живлення різних електричних пристроїв, таких як побутова техніка, електроніка або інструменти, від акумуляторів або інших джерел постійного струму.[28]

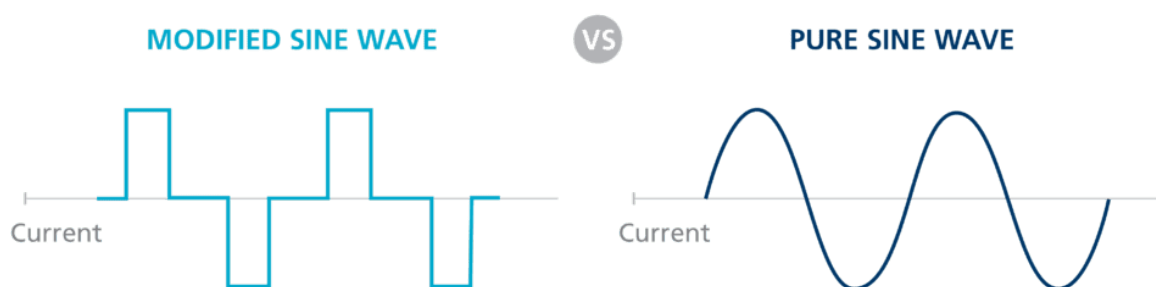


Рисунок 2.21 – Різниця модифікованої та чистого синуса

2.5.1 Модифікований синус (Modified Sine Wave)

Генерує змінний струм, який відрізняється від стандартного синусоїдального струму. Має певні переривчастість та гармоніки.

Підходить для більшості електроприладів, але не всі пристрої працюватимуть ефективно або можуть пошкодитися від такого типу хвилі.

У комп'ютерних «безперебійниках» використовують інвертори з модифікованим синусом, оскільки поступаючи на вхід комп'ютера або монітора напруга все одно перетворюється на цифрову форму. Завдяки цьому не потрібно думати про те, що таке синусоїдальність і як її отримати. На виході таких інверторів форма сигналу поділена невеликими сходами, що нагадує класичну синусоїду. Крім того, менше цих «сходинок» означає кращі ДБЖ, а форма сигналу ближче до синусоїдального.[29]

2.5.2 Чистий синус (Pure Sine Wave)

Чистий синус є більш дорогим варіантом, але він забезпечує найвищий рівень сумісності для всіх видів електроніки. Багато сучасних електронних пристроїв, особливо чутливих пристроїв, таких як лінійно-індуктивні навантаження, схильні до перевантаження, краще працюють на чистому синусі.

Генерує стандартний синусоїдальний струм, який ідентичний до того, що надходить від мережі.[29]

Рекомендується для всіх типів електроніки, включаючи чутливі пристрої, комп'ютери, зарядки для електромобілів та ін.

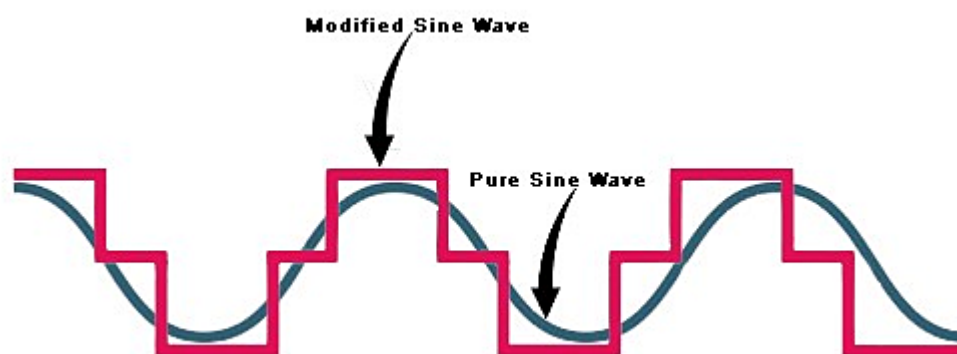


Рисунок 2.22 – Різниця модифікованого та чистого синусу

Чистий синус є більш дорогим варіантом, але він забезпечує найвищий рівень сумісності для всіх видів електроніки. Багато сучасних електронних пристроїв, особливо чутливих пристроїв, таких як лінійно-індуктивні навантаження, схильні до перевантаження, краще працюють на чистому синусі. Різницю модифікованого та чистого синусу зображено на рисунку 2.21 та 2.22.

2.5.3 Вибір інвертора для користування

При виборі інвертора важливо враховувати потужність, яку вам потрібно, тип акумуляторів (гелеві, кислотні, літій-іонні тощо), а також вимоги конкретних пристроїв, які ви плануєте жити.

Інвертори - це пристрої, які перетворюють постійний струм (DC) на змінний струм (AC). Інвертори можуть бути класифіковані за декількома параметрами,

такими як тип вхідного джерела, тип вихідної фази, метод комутації, кількість рівнів напруги та тип модуляції ширини імпульсів (PWM).

Інвертор 48 вольт на 220 вольт є прикладом інвертора, який перетворює DC напругу 48 вольт на AC напругу 220 вольт. Інвертори можуть мати різні характеристики синусоїдальної хвилі, такі як чистий синус, модифікований синус або квадратична хвиля. Чистий синус є найбільш оптимальним варіантом, оскільки він найбільш точно відтворює змінну напругу, яку ми отримуємо від електричної мережі. Це особливо важливо для електронних пристроїв, таких як комп'ютери, телевізори, медичне обладнання та інші, які можуть бути чутливими до змін напруги .

Якщо шукати інвертор для домашнього використання, то чистий синус може бути найкращим варіантом. Якщо ви шукаєте інвертор для використання в автомобілі або на кемпінгу, то модифікований синус може бути достатнім варіантом. Якщо шукати інвертор для використання в сфері радіокерованої техніки та моделювання, то найкраще підходить XT60 або XT90.

Мова про інвертор і вибір між 12 на 48 вольт

Використання 48-вольтової батареї, яка є частиною акумулятора від електрокару, порівняно з двома автомобільними акумуляторами по 12 вольт, може мати кілька переваг у певних сценаріях. [30]

Ось деякі з основних переваг:

Використання одного блоку 48-вольтової батареї дозволяє працювати з вищою напругою. Це може бути важливим для деяких пристроїв, особливо якщо потрібна велика потужність.

Висока напруга дозволяє зменшити втрати енергії під час передачі електричного струму. Це особливо корисно при використанні на великій відстані або в системах, де ефективність має важливе значення.

Замість двох автомобільних акумуляторів можна використовувати одну 48-вольтову батарею, що може спростити систему інверторів та з'єднань. Менше з'єднань може знизити ймовірність помилок та збільшити надійність.

Зазвичай батареї з електрокарів базуються на літій-іонних технологіях, які є

ефективними та легкими. Використання таких батарей може бути більш екологічно ефективним порівняно з використанням традиційних свинцево-кислотних акумуляторів.

Батареї з електрокарів часто спроектовані для оптимального співвідношення ваги та потужності. Одна 48-вольтова батарея може мати менше об'єму та ваги порівняно з двома 12-вольтовими акумуляторами.

Батареї з електрокарів зазвичай мають високу ємність, що означає, що вони можуть надавати енергію на тривалий період часу без перезарядки.

Однак важливо враховувати, що вибір між 48-вольтовою батареєю та двома 12-вольтовими акумуляторами залежить від конкретних потреб системи, електричних вимог обладнання та інших факторів. Перед вибором рекомендується вивчати технічні характеристики та рекомендації виробника.

Використання 48-вольтової батареї може спростити систему управління інверторами. Деякі інвертори та сонячні контролери можуть бути оптимізовані для роботи з високовольтними системами, що дозволяє знизити втрати і покращити продуктивність.[30]

48-вольтові батареї можуть бути добре сумісні із системами живлення від альтернативних джерел енергії, таких як сонячні панелі, вітряні генератори та гібридні системи. Це важливо, якщо ви плануєте будувати альтернативну або автономну систему живлення.

Деякі 48-вольтові батареї можуть підтримувати швидку підзарядку, що може бути важливо для швидкої зарядки та готовності до використання системи.

Висока напруга 48 вольт може дозволяти менше з'єднань батарей у серії для досягнення певної напруги, що спрощує систему та зменшує ймовірність виникнення проблем з підключенням.

Необхідно враховувати конкретні вимоги проекту, а також особливості акумуляторів, які плануються використовувати. Крім того, важливо враховувати ефективність інверторів, їхню сумісність з високовольтними системами та можливість оптимізації всієї системи для досягнення максимальної продуктивності та ефективності.

Портативні акумуляторні батареї, такі як літій-іонні, часто оснащені вбудованими системами захисту для забезпечення безпеки та надійності.



Рисунок 2.23 – Акумулятор типу 18650 від компанії Samsung

Акумулятор 18650, зображено на рисунку 2.23 має номінальну напругу 3,6 V і ємність 3000 mAh, що дорівнює $3,6 V * 3000 mAh = 10,8 Wh$ або 0,0108 кВт·год. $1 кВт \cdot год = 1000 Вт \cdot год$. $1000 Вт \cdot год \setminus 10,9 Вт \cdot год = 92,59$ Ціна за 1 кВт·год для акумулятора 18650 становить $180 грн * 93 од. =$ приблизно 16740 грн.[31]

Ціна 1 кВт·год без урахування пакування в 1 цілий блок становить 16740 грн.

2.6 Види захисту акумуляторних батарей

Захист від перезарядки: Ця система запобігає перезарядці батареї після того, як вона досягла своєї максимальної ємності. Це допомагає запобігти пошкодженню батареї та збільшує її термін служби.[32]

Захист від переривання заряду: Ця система автоматично вимикає батарею, коли вона не використовується, щоб запобігти непотрібному розряду.

Захист від короткого замикання: Ця функція запобігає потенційно небезпечному короткому замиканню в електричній системі батареї.

Захист від перенапруги: Ця система захищає батарею від пошкодження, яке може виникнути внаслідок раптових збільшень напруги.

Системи захисту допомагають забезпечити безпечне та ефективно використання портативних акумуляторних батарей. Завжди потрібно слідкувати за тим, щоб усі процедури використання відповідали вимогам виробника і місцевих нормативів. Приклад переупаковки в індивідуальну захисну плівку зображено на рисунку 2.24.



Рисунок 2.24 – Захисна плівка на акумуляторі 18650

Акумулятори 18650 можуть бути виготовлені з платою захисту або без неї. Плата захисту допомагає забезпечити безпеку використання акумулятора, вона спрацьовує в таких ситуаціях, при паралельному або послідовному з'єднанні акумуляторів. При можливому неакуратному використанні, захист спрацює при короткому замиканні. При занадто високому току розряду акумулятора.



Рисунок 2.25 – Порівняння розмірів акумуляторів 18650 без захисту та з ним

Таким чином, акумулятори 18650 з захистом набагато безпечніші як для людини, так і для самого акумулятора. Однак, це може збільшити довжину акумулятора на 2-4 міліметра, різницю добре видно на рисунку 2.25.

Акумулятори без плати захисту можуть бути трохи дешевшими та компактнішими, але вони вимагають більш обережного використання, оскільки вони не мають додаткового захисту від короткого замикання та інших потенційно шкідливих ситуацій. Вибір між акумуляторами з захистом та без нього залежить від конкретних потреб та вимог до безпеки користувача.[33]

Захисна плівка на акумуляторах 18650 виконує кілька важливих функцій:

Плівка захищає корпус акумулятора від подряпин, ударів та інших механічних пошкоджень, які можуть виникнути під час експлуатації.

Електрична ізоляція: Плівка служить електричним ізолятором, що запобігає короткому замиканню, якщо металеві частини або проводи торкаються корпусу акумулятора.[34]

Ідентифікація: Плівка може мати різні кольори або маркування, що допомагає визначити бренд, модель, характеристики або іншу інформацію про акумулятор.

Важливо зазначити, що колір корпусу не визначає ні його ємність, ні фірму-виробника. Можна купувати батареї будь-якого кольору.

2.7 Вибір матеріалів які найкраще підходять для корпусу обладнання

Матеріали, що використовуються для виготовлення корпусу потужних портативних акумуляторних батарей, зазвичай з пластику, сталевих, алюмінієвих оболонки.[34]

Пластикові корпуси є поширеними в батареях. Це ще один тип матеріалу, що використовується для корпусів батарей. Алюміній був використаний у батареях спочатку через його високу стійкість до впливу вологи та повітря.

З часом полімери, такі як поліпропілен, замінили алюміній як матеріал вибору для корпусів через легкість формування полімерів у різні форми разом з

відмінною хімічною стійкістю.

Вуглецево-волокнистий пластик (CFRP) та скловолокнистий пластик (GFRP), ці матеріали мають відмінні механічні властивості, такі як висока жорсткість та міцність при низькій вазі³. Наприклад, корпус батареї, виготовлений з CFRP, може зекономити до 40 відсотків ваги порівняно з алюмінієм або сталлю.

Види пластику, які володіють вогнетривкими властивостями.[35]

МС (Мономерний Компонент): Це форма нейлону, яка складається з розплавлених мономерів Lactam Monomer C₆H₁₁NO, алкалійних сполук як каталізаторів, активаторів та інших добавок. МС є формою нейлону - сомономерної суміші, яка складається з розплавлених мономерів Lactam Monomer C₆H₁₁NO, лужних сполук як каталізаторів, активаторів та інших добавок. Характеристиками пластику МС є висока поверхнева твердість, пластичність, міцність на розрив, хороша стійкість до ударів, стійкість до втоми, зносостійкість, дуже хороша стійкість до складання та особливо висока вогнестійкість.

З МС пластику виготовляють зносостійкі подушки, несучі деталі, транспортні механізми, вогнестійкі МС панелі.

РОМ (поліоксиметилен), також відомий як ацеталь, поліацеталь і поліформальдегід, має хімічну формулу (CH₂O)_n, щільність 1,41–1,42 г/см³, температура плавлення 175оС. Він молочного кольору через високий кристалічний склад, але може бути виготовлений у різних кольорах. Було винайдено німецьким хіміком Германом Штаудінгером у 1953 році.

Смола РОМ має високу поверхневу твердість, низьку корозію, хорошу ударну втому та ударостійкість, низький коефіцієнт тертя та є самозмащувальною. Хоча РОМ має високу швидкість усадки, розміри все ще стабільні. Хороші діелектричні властивості, стійкість до розчинників, відсутність розтріскування під напругою та відсутність бульбашок також є перевагами смоли РОМ. Завдяки своїй міцності на кручення він може зберігати свою первісну форму, коли зовнішнє зусилля припинено.[36]

Пластик РОМ має гарну вогнестійкість, полум'я при горінні ясно-синє, вугільний дим не виходить, а розплавлений пластик чорніє і має характерний

різкий запах формальдегіду. Як наслідок, це може дратувати тканини носа, горла та очей.

Найбільш поширеними сферами застосування пластику POM є механічне, електричне та електронне виробництво, медицина, харчова промисловість та інші галузі, такі як іграшки, вікна, резервуари для води та раковини.

PP (поліпропілен) пластик має хімічну формулу $(C_3H_6)_n$. За нормальних умов поліпропіленовий пластик прозора-білий, безбарвний, без запаху, смаку та нетоксичний. Однак через широке застосування у виробництві ПП-пластик часто додають кольорові добавки.[37]

ПП-пластик має високу механічну міцність, досить твердий і не такий гнучкий, як PE-пластик, не розтягується і тому складається з волокон. PP пластик може легко порватися через невеликий поріз або прокол. Крім того, цей пластик може витримувати температуру вище 100 градусів за Цельсієм, має кращу термостійкість, ніж PE, а також має дуже хороші електричні та хімічні властивості.

З точки зору горючості, ПП важче спалити, ніж інші пластики, завдяки його гарній термостійкості. При горінні він виробляє світло-блакитне полум'я та виділяє запах горілого, схожий на запах гуми.

Популярне застосування ПП-пластику в пакувальній промисловості, текстилі, сільськогосподарських покриттях, пластикових пляшках та деяких інших продуктах, які вимагають термостійкості.

PA (Polyamide – поліамід, ПА) має хімічну формулу довгих полімерних ланцюгів, що містять амідні ланки ($NH-C=O$). Ці полімери отримують кислотною полімеризацією з амідами. Наприклад: PA66 отримують реакцією адипінової кислоти з гексаметилендіаміном. PA

ПА має гарну термостійкість і самозмащування, має високу механічну міцність, високу жорсткість, твердість і міцність. Крім того, він також має відмінну зносостійкість, хорошу хімічну стійкість, шумопоглинання та ударостійкість.

ПА-пластик має гарну вогнестійкість, і ця перевага ще більше посилюється, якщо він армований вогнетривким скловолокном.

ПА смола часто використовується як протизносні листи, деталі підшипників,

будівельна промисловість, суднобудування, літаки та інші комунальні послуги.

АБС (акрилонітрилбутадієнстирол, ABS) має хімічну формулу $(C_8H_8)_x(C_4H_6)_y(C_3H_3N)_z$. Основний АБС-пластик молочно-білий і твердий, але не крихкий.

Характеристики АБС-пластику – хороша ударостійкість, хороша стабільність розмірів, можливість фарбування, легкість обробки та формування. Він добре обробляється, має високу механічну міцність і жорсткість, а також низьке водопоглинання. Крім того, ABS-пластик також має хорошу стійкість до корозії, просте з'єднання, нетоксичний і не має запаху.

Протягом понад 50 років з моменту винаходу виробники пластику постійно досліджували та вдосконалювали ABS для покращення його вогнезахисних властивостей. В даний час ABS має високу термостійкість, тому це провідне ім'я, коли мова йде про вогнетривкі пластики.

Електроніка, побутова техніка, автомобільна промисловість, мотоциклетна промисловість, пакувальна промисловість, будівельні матеріали тощо є поширеними сферами застосування ABS-пластику. Крім того, завдяки своїм вогнестійким властивостям АБС використовується в корпусах електричного та електронного обладнання, такого як телефони та комп'ютери.

Варто відзначити, що вибір конкретного типу пластику залежить від конкретних вимог до продукту, включаючи його вогнетривкість.

2.7.1 Як підвищити вогнестійкість пластику

Не існує такого поняття, як негорючий пластик, просто більш-менш горючий. Щоб підвищити вогнестійкість пластмас, до антипіренів додають речовини, які затримують або перешкоджають поширенню полум'я.

Обов'язки вогнезахисних добавок включають: підвищити температуру займання матеріалу, уповільнити швидкість пожежі, зменшити кількість виділеного тепла, зменшити зростання полум'я.[37]

Щоб мати такі властивості, вогнезахисні добавки повинні бути добре

дисперговані з основною смолою, не знижуючи властивостей основної смоли та не викликаючи корозії обладнання.

Види антипіренів які слід додати бо пластмаси для поліпшення характеристик.

Галогенні антипірени (Cl, Br)

Під час розкладання цих речовин утворюються вільні радикали Br° , Cl° , які реагують з активними вільними радикалами (O° , HO° , H°) з утворенням стійких, легкозаймистих продуктів.

Деякі приклади галогенних антипіренів: декабромдифенілоксид (DECA), тетрабромбісфенол А (ТВВА), гексабромциклододекан (НВСД), ТВВА-біс-(2,3-дибромпропіловий ефір), хлорпарафіни

Фосфорний антипірен

Сполуки фосфору під час спалювання виробляють фосфорну кислоту, яка допомагає утворити твердий, теплоінертний шар шлаку навколо предмета, що горить, допомагаючи запобігти контакту з киснем.

Деякі приклади фосфорних антипіренів: поліфосфат амонію (APP), червоний фосфор, поліфосфат меламіну (MPP), алкілфосфат, ефір фосфатної кислоти, дифосфат бісфенолу А (BDP)

Азотні антипірени

Бере участь в утворенні інертного шлакового шару, який перешкоджає надходженню кисню. Під час горіння вони також виділяють інертний газ (N_2 , NO_2), який відштовхує кисень від палаючого об'єкта.

Деякі приклади азотних антипіренів: меламінполіфосфат (MPP), меламінціануарат (MC), неорганічні антипірени.

Продукти згоряння є інертними твердими сполуками, що сприяє утворенню інертного шару шлаку. Деякі сполуки термічно розкладаються і виділяють воду, яка знижує температуру процесу горіння.

2.8 Ремонтоздатність сучасних портативних батарей

Портативні батареї EcoFlow є високотехнологічними пристроями, і їх ремонт може бути складним через наступні причини:

Літій-іонні акумулятори, які використовуються в портативних батареях, можуть бути небезпечними при неправильному обслуговуванні. Наприклад, вони можуть спричинити пожежу або вибух, якщо їх пошкодити або зарядити неправильно.

Ремонт портативних батарей вимагає спеціалізованих інструментів та глибоких знань з електроніки у фахівця. Для покращення нових моделей портативних батарей слід звернути увагу на покращену енергоефективність, розширений функціонал продукту, більшу міцність та надійність, більшу ремонтоздатність

Нові моделі можуть використовувати більш ефективні технології зарядки та розрядки для збільшення тривалості роботи батареї.

Нові моделі можуть включати додаткові функції, такі як вбудовані інвертори для підключення до домашніх електромереж, або можливість зарядки від сонячних панелей.[39]

Портативні батареї містять багато складних компонентів, включаючи літій-іонні акумулятори, контролери заряду, інвертори та інші електронні компоненти.

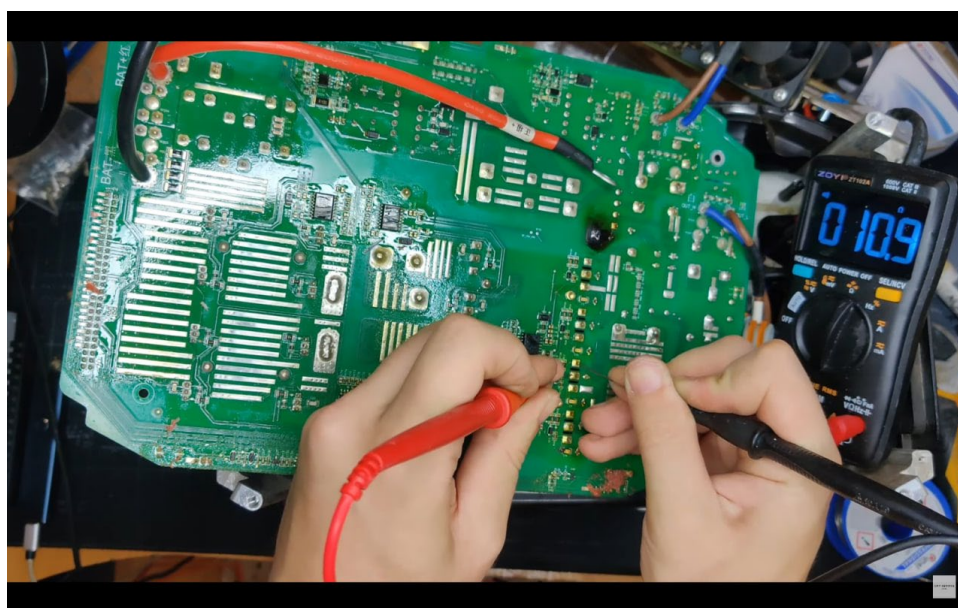


Рисунок 2.26 – Розміщення елементів на друкованій платі Ecoflow Delta 2

Для зменшення ремонтоздатності виробники ускладнюють схеми своїх розробок, можна побачити на рисунку 2.26 . Розміщують елементи таким чином, щоб зробити ремонт важким чи не можливим. Розташовують елементи ближче один до одного, що підвищує ризики задіти сусідній елемент при ремонті. Приклад ремонту зображено на рисунку 2.27 [38]

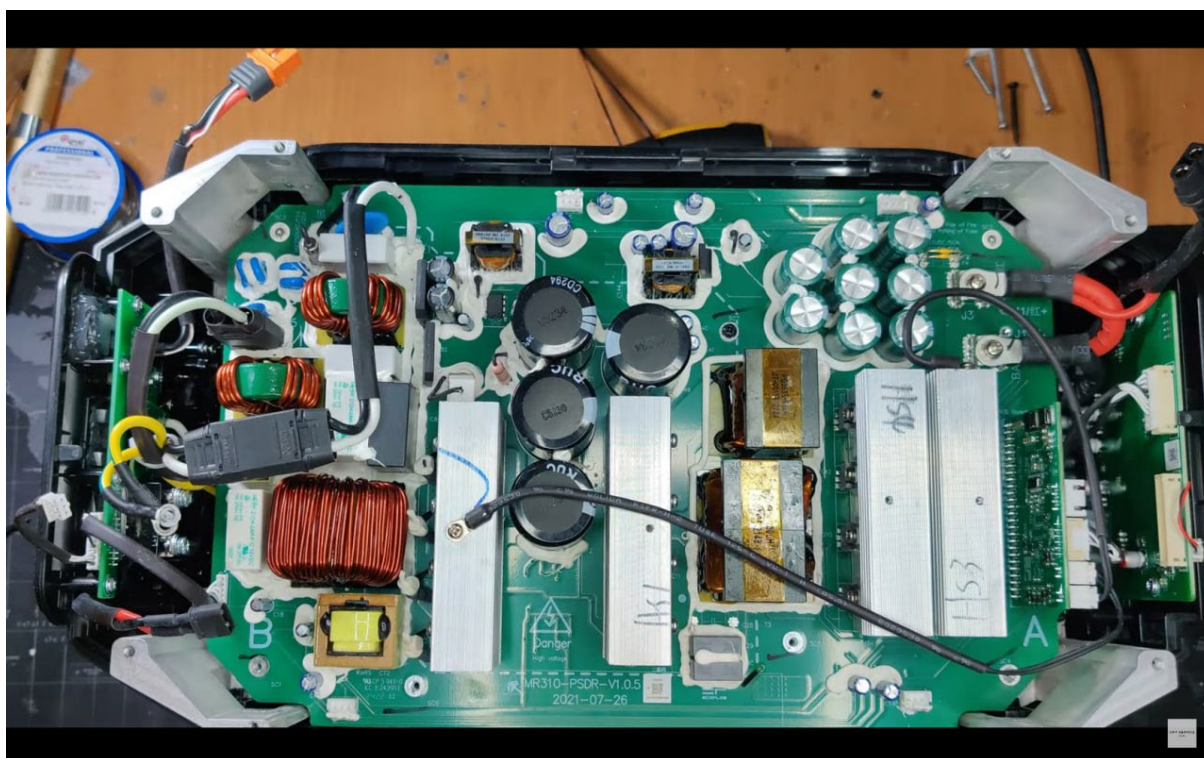


Рисунок 2.27 – Елементи на друкованій платі Ecoflow Delta 2

Через ці маніпуляції підвищується ціна від фахівців з ремонту та знижується рентабельність ремонту[39]

Портативні батареї EcoFlow є високотехнологічними пристроями, і їх ремонт може бути складним через наступні причини:

Нові моделі можуть бути розроблені таким чином, щоб їх було легше ремонтувати, з можливістю заміни окремих компонентів замість заміни всієї батареї. Забезпечте конструкцію, яка дозволяє легко розбирати батарею для доступу до компонентів, які можуть вимагати заміни (батареїні комірки, контролери, плати заряду).

Використовувати стандартизовані компоненти, щоб спростити заміну. Це

може зменшити час та витрати на ремонт. Забезпечити легкий доступ до запчастин для користувачів та сервісних центрів. А саме легко замінні компоненти, які буде не важко знайти в умовах військових конфліктів.

Надати докладну інструкцію з розборки та заміни компонентів у відкритий доступ, що спростить процес ремонту.

Модульність розробки дозволить замінювати лише ті частини, які вимагають ремонту. Додати сучасні системи відстеження стану батарей, які надають користувачеві точну інформацію про стан заряду та здоров'я батареї

Розглянути можливість інтеграції з енергозберігаючими технологіями, такими як оптимізація енергоспоживання та сонячні панелі. Розробка покращеного корпусу пристрою, обрати кращі матеріали, змоделювати 3д моделі і з'ясувати який матеріал найкраще підходить для розробки.

Слід звернути увагу на дуже важливий аспект як безпека пристрою. Додати додаткові системи безпеки, такі як захист від перегріву, короткого замикання та перенапруги.

Це лише декілька можливих напрямків для покращення. Конкретні покращення будуть залежати від конкретних потреб користувачів та технологічних можливостей.

3 РОЗРОБКА ТА ТЕСТУВАННЯ СИСТЕМИ

На мою думку, модульність елементів та правильний підбір комплектуючих надає користувачу перевагу по ємності і потужності за ту саму ціну.

Звертаючи увагу на ремонтоздатність сучасних портативних батарей можна спостерігати кроки виробників у бік зменшення ремонтоздатності своїх приладів. Передусім це проявляється на звичайних користувачах. Проаналізувавши ці недоліки було прийнято рішення розробити модульний прилад для зменшення собівартості готового продукту для споживача.

3.1 Вибір інвертора по заданим параметрам

Інвертор - це пристрій, який перетворює постійний струм (DC) на змінний струм (AC). Інвертори використовуються для живлення різних електронних пристроїв, таких як телевізори, холодильники, комп'ютери, освітлення тощо. Інвертори також можуть використовуватися для використання сонячної енергії або інших альтернативних джерел енергії.

Проаналізувавши потреби було прийнято рішення зупинитись на інверторі з чистим синусом. Чистий синус допомагає працювати таким приладам як холодильник та газовий котел, оскільки інвертор з модифікованою синусоїдою не має такої можливості. Для коректного вибору інвертора по характеристикам було підраховано використання електроенергії. Проаналізувавши ці дані було прийнято рішення купити інвертор в онлайн магазині. Прочитавши відгуки, можна спостерігати що виробник значно завищує характеристики і можливості свого виробу. В такому випадку інвертор потрібно брати з запасом по потужності.

При підрахунку загального користування електроенергії в себе в приміщенні отримав такі результати: газовий котел споживає 60 Вт, холодильник 120 Вт, лампи освітлення 100 Вт, телевізор 70 Вт, персональний комп'ютер 70 Вт, монітор 60 Вт, модеми для інтернету 24 Вт, зарядний пристрій для телефону 20 Вт.

Обрахуочи дані отримав результат 524 Вт год. При тому що котел працює

при номінальному споживанні 30 Вт, телефон можна заряджати коли буде світло, тобто при бажанні можна зменшити споживання до 294 Вт на 1 годину

При виборі інвертору слід звернути увагу на такі характеристики:

Потужність - це кількість енергії, яку інвертор може видавати за одиницю часу. Потужність вимірюється у ватах (Вт) або кіловатах (кВт). Потужність інвертору повинна бути достатньою для живлення всіх пристроїв, які планується підключати до нього.

Напруга - це рівень електричного потенціалу, який інвертор може створювати. Напруга вимірюється у вольтах (В). Напруга інвертору повинна відповідати напрузі мережі, до якої ви плануєте підключати інвертор. Наприклад, в Україні стандартна напруга мережі становить 220 В, потрібен інвертор, який може виробляти 220 В.

Форма хвилі - це графічне зображення зміни напруги в часі. Форма хвилі може бути синусоїдальною, квадратною, трапецієподібною або модифікованою синусоїдальною. Форма хвилі впливає на якість та ефективність перетворення енергії. Синусоїдальна форма хвилі є найбільш природною та найбільш сумісною з більшістю електронних пристроїв.

Ефективність - це відношення вихідної потужності до вхідної потужності. Ефективність вимірюється у відсотках (%). Ефективність інвертору показує, наскільки добре він перетворює енергію без втрат. Чим вища ефективність, тим менше енергії витрачається на нагрівання та інші втрати.

Захист - це набір функцій, які запобігають пошкодженню інвертору та підключених пристроїв від різних небезпечних ситуацій, таких як перевантаження, коротке замикання, перегрів, перенапруга, низька напруга, зворотна полярність тощо.

Додаткові функції - це різні можливості, які розширюють функціонал інвертору та підвищують його зручність використання.

Основні характеристики інвертора наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Назва інвертора	Потужність	Напруга	Форма хвилі	Ефективність	Типи захисту	Додаткові функції	Ціна
ProFix PSW7 - 3000 W	3000 W / 6000 W	48 V DC / 220 V AC	Чиста синусоїда	90 %	Перевантаження, коротке замикання, перегрів, перенапруга, низька напруга	Зарядка 35 А, LCD дисплей, USB	18 920 грн.
SMA RTEN Bravo 3500 W	3500 W / 7000 W	48 V DC / 220 V AC	Чиста синусоїда	92 %	Перевантаження, коротке замикання, перегрів, перенапруга, низька напруга, зворотна полярність	LCD дисплей, пульт дистанційного керування, синхронізація з мережею, режим економії енергії	19 010 грн.
GENE RGY IFR6000-48	6000 W / 12000 W	48 V DC / 220 V AC	Чиста синусоїда	94 %	Перевантаження, коротке замикання, перегрів, перенапруга, низька напруга, зворотна полярність	LCD дисплей, пульт дистанційного керування, Wi-Fi, синхронізація з мережею, регулювання напруги	47 000 грн.
ProFix - 3000 W	3000 W / 6000 W	48 V DC / 220 V AC	Чиста синусоїда	90 %	Перевантаження, коротке замикання, перегрів, перенапруга, низька напруга	LCD дисплей, USB	9 540 грн.
SMA RTEN Bravo 5000 W	5000 W / 10000 W	48 V DC / 220 V AC	Чиста синусоїда	92 %	Перевантаження, коротке замикання, перегрів, перенапруга, низька напруга, зворотна полярність	LCD дисплей, пульт дистанційного керування, синхронізація з мережею, режим економії енергії	32 095 грн.
ProFix - 4000 W	4000 W / 8000 W	48 V DC / 220 V AC	Чиста синусоїда	90 %	Перевантаження, коротке замикання, перегрів, перенапруга, низька напруга	LCD дисплей, USB	12 700 грн.

Продовження таблиці 3.1

Назва інвертора	Потужність	Напруга	Форма хвилі	Ефективність	Типи захисту	Додаткові функції	Ціна
WZRELB 3000 W	3000 Вт	48 V DC / 220 V AC	Чиста синусоїда	85 %	Перевантаження, коротке замикання, перегрів, перенапруга, низький заряд	LCD дисплей, USB	6 500 грн.
МКР 3000-482	3000 Вт	48 V DC / 220 V AC	Модифікована синусоїда	80 %	Перевантаження, коротке замикання, перегрів, перенапруга, низький заряд	LED індикатор	3 000 грн.
МКР 5000-482	5000 Вт	48 V DC / 220 V AC	Модифікована синусоїда	80 %	Перевантаження, коротке замикання, перегрів, перенапруга, низький заряд	LED індикатор	5 000 грн.
2200 W MF Display	2200 Вт	48 V DC / 220 V AC	Чиста синусоїда	90 %	Перевантаження, коротке замикання, перегрів, перенапруга, низький заряд, зворотна полярність	LCD дисплей, м'який старт	2700 грн.

Інвертор має таку негативну характеристику для портативних батарей, як так званий холостий хід.

Це означає, що при перетворенні з постійного струму акумуляторів на змінний, він витрачає певну кількість електроенергії. Визначення холостого ходу інвертора 2200W MF Display зображено в таблиці 3.2. Можна спостерігати те, що потужність холостого ходу не залежить від нагріву, чи рівня зарядки акумуляторної батареї.

Таблиця 3.2

№ тесту	Напруга акумулятора В	Тривалість тестування	Струм на амперметрі мА	Потужність	Температура батареї °С
1	49,8	1 хв	0,1445	7,2 Вт	21
2	49,8	3 хв	0,1445	7,2 Вт	22
3	49,5	1 хв	0,1454	7,1 Вт	21
4	49,2	3 хв	0,1463	7,2 Вт	21
5	49	3 хв	0,1469	7,2 Вт	21
6	48,8	1 хв	0,1475	7,2 Вт	21
7	48,8	2 хв	0,1475	7,2 Вт	21
8	48,6	1 хв	0,1481	7,2 Вт	21
9	48,3	1 хв	0,1490	7,2 Вт	21
10	48,1	1 хв	0,1496	7,1 Вт	21
11	47,9	2 хв	0,1503	7,2 Вт	21
12	47,7	1 хв	0,1509	7,2 Вт	22
13	47,5	2 хв	0,1515	7,2 Вт	22
14	47,3	1 хв	0,1522	7,2 Вт	22
15	47,1	1 хв	0,1528	7,1 Вт	22
16	46,7	1 хв	0,1541	7,2 Вт	22
17	46,5	1 хв	0,1548	7,2 Вт	23
18	46,3	1 хв	0,1555	7,2 Вт	24
19	46,1	1 хв	0,1561	7,2 Вт	24
20	45,9	1 хв	0,1568	7,1 Вт	24

Продовження таблиці 3.2

№ тесту	Напруга акумулятора В	Тривалість тестування	Струм, на амперметрі мА	Потужність	Температура батареї °С
21	45,7	1 хв	0,1553	7,1 Вт	25
22	45,5	1 хв	0,1582	7,2 Вт	25
23	45,3	1 хв	0,1567	7,1 Вт	26
24	45,1	3 хв	0,1596	7,2 Вт	27
25	44,8	1 хв	0,1607	7,2 Вт	27
26	44,6	1 хв	0,1614	7,2 Вт	28
27	44,3	1 хв	0,1602	7,1 Вт	29
28	44,1	1 хв	0,1609	7,1 Вт	29
29	43,9	1 хв	0,1640	7,2 Вт	29
30	43,6	1 хв	0,1628	7,1 Вт	29
31	43,3	1 хв	0,1662	7,2 Вт	29
32	43	1 хв	0,1674	7,2 Вт	29
33	42,7	1 хв	0,1662	7,1 Вт	29
34	42,5	1 хв	0,1694	7,2 Вт	29
35	42,1	1 хв	0,1710	7,2 Вт	30
36	41,7	1 хв	0,1702	7,1 Вт	30
37	41,3	1 хв	0,1743	7,2 Вт	30
38	41	1 хв	0,1756	7,2 Вт	31
39	40,5	1 хв	0,1753	7,1 Вт	31
40	39,6	1 хв	0,1818	7,2 Вт	31

Побудована діаграма залежності температури від кількості тестування, зображена на рисунку на 3.1

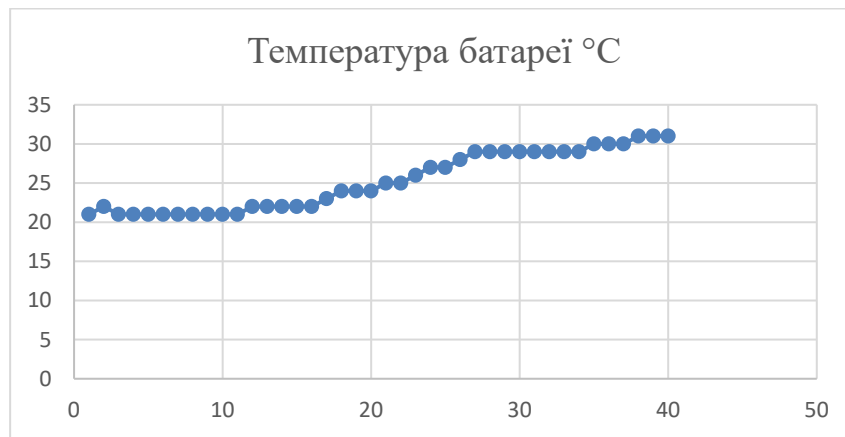


Рисунок 3.1 Діаграма залежності температури від використання

При підрахунку через спеціальне обладнання було досліджено, що холостий хід інвертора номінальної потужності 2200 Вт становить 0,146 А, зображено на рисунку 3.2. Що дорівнює $49,2 \text{ В} * 0,146 \text{ А} = 7,2 \text{ Вт. Год.}$

Саме цей інвертор має дуже багато різних ступенів захисту, наприклад: від перенавантаження, перенагрівання пристрою, при короткому замиканні, не правильно підключеній полярності акб, плавний пуск струму.



Рисунок 3.2 – Визначення холостого ходу інвертора

3.2 Вибір акумуляторної батареї

Проведено аналіз технічних характеристик

Для розробки було використано 3 акумуляторних блока по 12 комірок, загальна схема буде виглядати 12S 3P, що дозволяє отримати 3,6 кВт год. портативну акумуляторну станцію. Кожний блок має 12 комірок, кожна комірка має 28 А год., при номінальній напрузі 3,7 В. Підраховуючи на кВт год. $12 \cdot 28 \cdot 3,7 = 1243$ Вт. Год. Технічні характеристики акумуляторних батарей зображено в таблиці 3.3

Таблиця 3.3

Назва та модель	Напруга	Ємність	здоров'я акумулятору	Діапазон температур	Ціна за 1 кВт\год.	Кількість циклів заряду	Тип хімії
Honda Clarity	660 В	18 кВт\год	96-99%	0°C - 50°C	4700 грн.	1500-2000	Li ion
Chevrolet Volt	360 В	16 кВт\год	90-95%	0°C - 50°C	7300 грн	1000	Li ion
Nissan Leaf	360 В	24 кВт\год	45%-55%	0°C - 50°C	4800 грн.	200-500	Li ion
Вживані catl	3,2 В	0.320 кВт\год	85-95%	0°C - 50°C	11000 грн.	2000	LiFe Po
ENERSUN LiFePO4 48V 100AH	48 В	4,8 кВт\год	99-100%	0°C - 60°C	11250 грн.	3500	LiFe Po
LiFePO4 Hors Pack	48 В	5,1 кВт\год	99-100%	0°C - 60°C	14341 грн.	6000	LiFe Po
Panasonic 18650	3,7 В	0,011 кВт\год	100%	0°C - 50°C	16740 грн.	1500	Li ion

Оскільки попит на акумулятори великої ємності та продуктивності продовжує зростати, акумулятори LiPo стали популярним вибором для широкого спектру застосувань, включаючи електромобілі, дрони та побутову електроніку. Серед різноманітних конфігурацій акумуляторів LiPo акумуляторна батарея 12S виділяється як потужний і універсальний варіант.

Акумулятор 12S — це літій-полімерний (LiPo) акумулятор, який складається з 12 окремих елементів, з'єднаних послідовно. Кожен елемент має номінальну напругу 3,7 вольт, отже акумулятор 12S має номінальну напругу 44,4 вольт (12 x 3,7 В). Однак фактична напруга може змінюватися залежно від стану заряду та умов навантаження.

12S 4P відноситься до конкретної конфігурації акумуляторної батареї 12S. «4P» означає, що кожна з 12 комірок у пакеті підключена паралельно до 3 інших комірок, у результаті чого загалом виходить 48 комірок. Ця конфігурація зазвичай використовується в електричних велосипедах, скутерах та інших потужних системах, оскільки забезпечує вищу місткість і швидкість розряду.

Акумулятор 16S — це LiPo акумулятор, який складається з 16 окремих елементів, з'єднаних послідовно. Кожен елемент має номінальну напругу 3,7 вольт, отже акумулятор 16S має номінальну напругу 59,2 вольт (16 x 3,7 В). Знову ж таки, фактична напруга може змінюватися залежно від стану заряду та умов навантаження.

Акумулятор 10S — це акумуляторна батарея LiPo, яка складається з 10 окремих елементів, з'єднаних послідовно. Кожна комірка має номінальну напругу 3,7 вольт, тому акумулятор 10S має номінальну напругу 37 вольт (10 x 3,7 В). Як і в інших конфігураціях батареї, фактична напруга може змінюватися залежно від стану заряду та умов навантаження.

Перш за все, розглянемо характеристики батареї li ion гібриду Honda Clarity. Батарея підключаемого гібриду містить 14 блоків li ion та має заявлену виробником ємність 17 кВт\год. Тип підключення цих блоків між собою паралельний, що робить їх не зручними для використання на інших електрокарах. Зазвичай у електрокарів батарея має різні об'єми, проти напруга стала і варіюється в районі

400 В. У цього гібриду 660 В, що робить його не зручним у встановленні в інші автомобілі, через це можна отримати дуже якісні, об'ємні акумулятори по приємній ціні, оскільки використати їх можна лише на цьому автомобілі.

Батарея має свій окремий контур на охолодження та підігрів. Відбувається це за рахунок термопрокладок, якими вона під'єднана до спеціальної металевої конструкції. Через ці інновації батарея має більший термін експлуатації.

При паралельному з'єднанні акумуляторів – напруга залишається незмінною, а ємність дорівнює добутку ємності однієї АКБ на кількість комірок. При паралельному з'єднанні отримується висока ємність і сила струму. Ємність та сила струму батареї дорівнює сумі ємностей всіх акумуляторів та силі струму всіх складових схеми

Батарея на 660 В має 14 блоків, зображена на рисунку 3.3, по 48 В, кожен блок має 12 комірок по 3,7 В номіальної напруги, елементи виробляються компанією Panasonic і мають такі характеристики: [40]

Комірка має запас ємності 28 А*год. Через те, що всі комірки підключені між собою отримаємо $660 \text{ В} * 28 \text{ А*год} = 18480 \text{ Вт.год}$, що дорівнює 18,480 кВт год. Виробник залишив запас ємності, який по принципу гібриду Chevrolet Volt зберігає оптимальне використання АКБ.

Вигляд батареї після зняття головної кришки зображено на рисунку 3.3.



Рисунок 3.3 – Батарея Honda Clarity під час розбору

3.3 Вибір зарядного пристрою

Було розглянуто акумуляторну батарею з номінальною напругою на 48 В. Для вибору потрібно врахувати характеристики, які найкраще підходять користувачу. При блекауті, який охопив Україну у 2022 році, було виключення світла 2 через 4. Це означає, що доступ до міського світла був 2 години та був відсутній упродовж 4 годин.

При обрахунку використання електроенергії в домашніх умовах отримано результат 524 Вт год, який при бажанні можна зменшити до 294 Вт на 1 годину. Тобто, потрібно знайти зарядний пристрій, який зможе покрити це споживання струму. Зарядний пристрій обирається за такими критеріями: швидкість зарядку, тип охолодження та якість компонентів.

Для покращення температурного режиму батареї заборонено використання швидких зарядних станцій. Оскільки в батареї відсутнє активне охолодження батареї. Виробники радять не заряджати зі швидкістю більше ніж 10% на годину, оскільки це знижує здоров'я батареї.

При споживанні від 300 до 550 Вт потрібно перевести ці значення в Ампер години, оскільки зарядні станції в інтернет магазинах обраховуються в А год. Для обрахунку потрібно Вт год. розділити на номінальний струм акумуляторних батарей. Що становить від 6,25 А год. до 11,5 А год. Отримавши такий результат, потрібно знайти акумуляторний пристрій розрахований на струм від 6 А год. до 10 А год.

Ємність акумулятора значно вище необхідного мінімуму, тобто можна заряджати не тільки по необхідності, а тоді коли є світло. Вночі світло подавалось майже без вимкнень. Запас струму дозволяє використовувати зарядний пристрій зі швидкістю зарядного пристрою в 5 А год., зображено на рисунку 3.4, в перерахунку на Вт год. дорівнює 240 Вт год. Даний пристрій має активну систему охолодження, що дозволяє використовувати його автономно.[41]



Рисунок 3.4 – Зображення зарядного пристрою 48 В 5 А год.

На етапі вибору акумуляторної батареї прийнято рішення використовувати 12s елементи від гібриду Honda Clarity діапазон напруги зарядного пристрою має бути в межах від 39,6 В до 49,8 В. Технічні характеристики зарядних пристроїв наведені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Модель	Діапазон напруги	Номінальний струм	Тип охолодження	Ціна
Jinyi	30-54,6 В	5 А\год.	активний	670 грн.
logicpower	30-58,4В	10 А\год.	активний	2100 грн.
СігмаВольт	30-54,6 В	5 А\год.	активний	1140 грн.
СігмаВольт	30-54,6 В	2 А\год.	пасивний	840 грн.
Jinyi	30-54,6 В	3 А\год.	пасивний	480 грн.

3.4 Розробка захисту від перезаряджання та обмеження подачі струму при критичній температурі для акумуляторної батареї

Досліджуючи

3.4.1 Розробка захисту від перезаряджання акумуляторної батареї

Вольтаж системи Ардуїно розрахований максимум на 5 Вольт, для цього було прийнято рішення зменшити його за допомогою дільника напруги.

Для вимірювання 48 вольт постійної напруги та використання її через Arduino, знадобитися додатковий елемент відсічення, оскільки стандартний аналоговий вхід Arduino працює в межах 0-5 вольт. Однак можна використати подібний підхід до замірювання великих напруг.

Використання дільника для зниження вхідної напруги до безпечного діапазону для Arduino. Дільник може бути реалізований двома резисторами, включеними в ланцюг ділянки напруги.

Для прикладу взяти 2 резистора, перший має опір в 10 кОм та другий 1 кОм. Отримаєм коефіцієнт в 11 до 1. При обрахунку верхній поріг вхідної напруги становить 50 В та через 2 резистора вона знижується до 4,545 В. Якщо взяти нижній поріг акумуляторної батареї, який становить 39,6 та ті самі резистори отримаємо 3,6 В на платі Ардуїно. Підсумовуючи, отримаємо діапазон напруги від 3,6 В до 4,545 В, що відповідає параметрам системи.[42]

Ще одним варіантом підключення можна забезпечити через спеціальний датчик напруги, но він обмежений характеристиками, які не підходять для виконання завдання. Датчик виміряє постійний струм в межах від 0 В до 25 В, оскільки напруга батареї варіюється в межах від 40 В до 50 В, використання датчику є неможливою задачею. Використання датчику, зображеного на рисунку 3.5 і дільника значно ускладнює систему, через це його краще не використовувати у системі.[43]

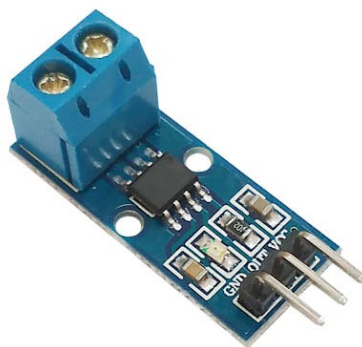


Рисунок 3.5 – Датчик напруги ACS712 30А

Після вибору зарядного пристрою, який розрахований на 5А год., потрібно вибрати реле.

Реле це механічний прилад, для живлення якого потрібно подавати струм на Ардуїно для можливості перемикання. Принцип дії простий: воно має механічний елемент, який в запрограмований момент перемикає в положення згідно коду в скетчі.

Реле вибирається по характеристикам зарядного пристрою. Характеристики, на які слід звернути увагу: зарядний пристрій видає силу струму в 5 А год. та напругу в 44 В – 54,6 В постійного струму. Для коректної роботи пристрою ідеально підходить однофазне твердотільне реле SSR-40DD 40А DC-DC. На рисунку 3.6 зображено реле, яке перемикає між собою контакти. [44]

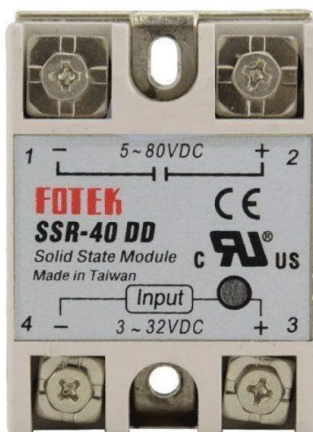


Рисунок 3.6 – однофазне твердотільне реле SSR-40DD 40А DC-DC

Для подачі сигналу перемикання ардуїно під'єднується через контакти 3 та 4. Зарядний пристрій перепрограмувати не потрібно. Підключення зарядного пристрою відбувається через 1 та 2 контакт. 4 контакт реле підключено до заземлення на Ардуїно, 3 контакт під'єднується в зручне місце на платі, але в аналоговий вхід.

При програмуванні слід враховувати який тип реле використовується. Згідно характеристик, які були досліджені, реле SSR-40DD 40A DC-DC має початковий стан піднятий.

Принцип дії програми:

Вимірювання напруги відбувається за рахунок підключення батареї відповідно полюсності до входів на платі Ардуїно, за допомогою 2 резисторів 10 кОм та 1 кОм. Задається початковий стан реле як піднятий. Реле підключається в цифровий порт 8. Ардуїно зчитує з аналогового входу A0 напругу. Перетворює значення датчика напруги та записує в voltage. Наступним етапом порівнює отримані дані з заданим порогом напруги в 49,8 В. Якщо напруга 49,8 В і більше виключає подачу струму з зарядного пристрою, а саме опускає положення реле. Якщо напруга менше 49,8 В підключає зарядний пристрій.

Реалізація зображена в вигляді блок схеми рисунок 3.7 та вигляд в вікні програми – рисунок 3.8.

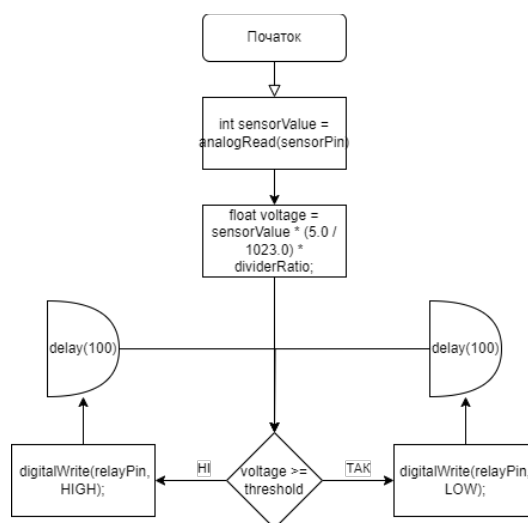


Рисунок 3.7 – Блок схема реалізації вимкнення по заданій напрузі

```

MKR
int relayPin = 8; // на 8 пін підключено реле
int sensorPin = A0; // до порту A0 підключений Voltage sensor
const float dividerRatio = 11.0; // Коефіцієнт дільника зменшення напруги
const float threshold = 49.8; // Порогова напруга при вимірюванні ЗП

void setup() {
  Serial.begin(9600); // Ініціалізація порту виводу

  pinMode(relayPin, OUTPUT);
  digitalWrite(relayPin, HIGH); // початковий стан реле піднятий
}

void loop() {
  //Зчитування напруги з датчика
  int sensorValue = analogRead(sensorPin);
  // Перетворення значення датчика напруги
  float voltage = sensorValue * (5.0 / 1023.0) * dividerRatio;

  if (voltage >= threshold) {
    // Відключає зарядний пристрій, встановлює реле в положення від'єднано
    digitalWrite(relayPin, LOW);
    delay(100);
  }
  else {
    // Підключає зарядний пристрій, встановлює реле в з'єднано
    digitalWrite(relayPin, HIGH);
    delay(100);
  }
  delay(300); // чекає 300 мілісекунд до наступного вимірювання напруги
}

```

Рисунок 3.8 – Реалізації перемикачання реле при порозі напруги 45 джерело книжка про програмування

3.4.2 Розробка захисту для збереження коректної температури заряджання акумуляторної батареї

Датчики температури - це компоненти, які можуть вимірювати температуру повітря, повітря або іншого матеріалу за допомогою електричних змін. Arduino може спілкуватися з датчиками температури за допомогою різних протоколів, таких як OneWire, I2C або SPI.

Температура вимірюється через спеціальні датчики. Отримані результати передаються до системи Ардуїно через порти на платі. Існує безліч різних типів датчиків. Більш надійним і сучасним вважається цифровий тип датчиків.[46]

Один з найпоширеніших типів датчиків температури для Arduino - це лампочковий термостат (LM35), який має високу точність і простоту використання. LM35 має один провід, який підключається до одного з контактів Arduino. LM35 може вимірювати температуру в діапазоні від -55 до 150 °C і має стандартний роздільник 10 °C.

Інший тип датчика температури для Arduino - це DS18B20, який має багато переваг перед LM35. DS18B20 також має один провід, який підключається до одного з контактів Arduino. DS18B20 може вимірювати температуру і вологість повітря за допомогою одного протоколу OneWire і має стандартний роздільник 0.1 °C і 0.5 %RH.

Тому я обрав DS18B20 замість LM35, оскільки він є сучасним і надійнішим типом датчика температур для Arduino.

LM35 - це аналоговий датчик температури, який працює за протоколом одного проводу. Він також може бути підключений до Arduino або ESP проектів. Він має низьку потужність споживання, менший діапазон вимірювання температури (від -55 до 150 °C) і меншу точність (± 0.5 °C при 25 °C).

Оскільки обрано цифровий датчик, він підключається до цифрового порту Ардуїно.

Для того, щоб користуватися DS18B20 з Arduino, потрібно встановити два бібліотеки: OneWire і DallasTemperature. OneWire - це загальна бібліотека для одного проводного протоколу, яка надає функції для пошуку адрес, переведення значень та контролю за режимом працювання. DallasTemperature - це спеціальна бібліотека для DS18B20, яка надає функції для конвертації значень та обробки помилок.

Принцип дії програми:

Задається початковий стан реле як піднятий. Реле підключається в цифровий порт 8. Датчик температури під'єднується до цифрового порту 2.

Задають параметри критичних точок: TEMPERATURE_MAX = 45.0 та TEMPERATURE_MIN = 1.0. Далі відбувається Ініціалізація датчика за допомогою команди: sensor.begin(). Наступним етапом порівнює отримані дані з заданим порогом температури в 45 °C та 1 °C. Якщо температура 45°C і більше виключає подачу струму з зарядного пристрою, а саме опускає положення реле. Якщо температура більше 1 °C підключає зарядний пристрій.

Реалізація зображена в вигляді блок схеми рисунок 3.9 та вигляд в вікні програми – рисунок 3.10.

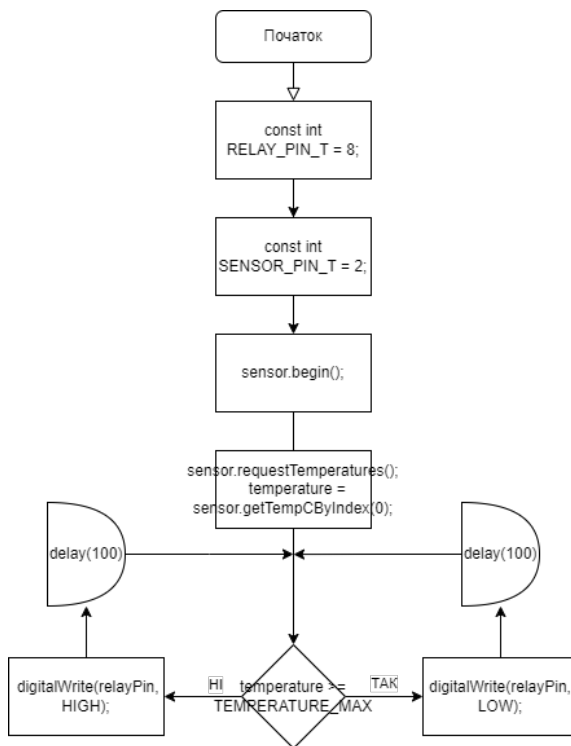


Рисунок 3.9 – Блок-схема реалізації вимкнення по заданій температурі

```

MKR_Temp09c | Arduino 1.8.16
Файл Правка Скетч Інструменти Допомога
MKR_Temp09c $
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>

const int RELAY_PIN_T = 8; // Пін реле для контролю температури
const int SENSOR_PIN_T = 2; // Пін датчика температури

// Порогові значення вольтажу та температури
const float TEMPERATURE_MAX = 45.0; // Максимальна температура зарядки, °C
const float TEMPERATURE_MIN = 1.0; // Мінімальна температура зарядки, °C

// Створимо об'єкти OneWire і DallasTemperature
OneWire oneWire (SENSOR_PIN_T);
DallasTemperature sensor (&oneWire);

float temperature; // Температура батареї, °C
int relay_state_t; // Стан реле для контролю температури

void setup() {
  // Ініціалізація з'єднання
  Serial.begin(9600);

  // Ініціалізація датчика температури
  sensor.begin();

  pinMode(RELAY_PIN_T, OUTPUT);
  // початковий стан реле піднятий
  digitalWrite(RELAY_PIN_T, HIGH);
}

void loop() {
  // Зчитуємо температуру з датчика
  sensor.requestTemperatures();
  temperature = sensor.getTempCByIndex(0);
  if (temperature >= TEMPERATURE_MAX) {
    // Відключає зарядний пристрій, встановлює реле в положення від'єднано
    digitalWrite(RELAY_PIN_T, LOW);
    delay(100);
  }
  else (temperature < TEMPERATURE_MIN) {
    // Підключає зарядний пристрій, встановивши реле в з'єднано
    digitalWrite(RELAY_PIN_T, HIGH);
    delay(100);
  }
  delay(300); // затримка між циклами
}

```

Рисунок 3.10 – Реалізація вимкнення зарядного пристрою

3.5 Тестування перемикання процесу заряджання

Дослідження перемикання подачі струму буде проведено в 2 етапи: відключення заряджання по граничній напрузі та критичній температурі.

Реалізація відбувається в середовищі Arduino ide, мова програмування C++. Задаються критичні точки вимикання для напруги та температури: `const float VOLTAGE_MAX = 49.8; const float VOLTAGE_MIN = 39.6; const float TEMPERATURE_MAX = 45.0 °C, const float TEMPERATURE_MIN = 1.0`. Задається коефіцієнт дільника, для коректного підрахунку напруги акумуляторної батареї: `const float DIVIDER_RATIO = 11.0`.

Було прийнято рішення використовувати 2 реле, одне на керування вимикання температури, а інше на керування через напругу. Ініціалізація портів Ардуїно: `const int RELAY_PIN_V = 7; // пін реле для контролю напруги, const int RELAY_PIN_T = 8; // пін реле для контролю температури, const int SENSOR_PIN_V = A0; // пін датчика напруги, const int SENSOR_PIN_T = 2; // пін датчика температури`.

Ініціалізація датчика температури: `sensor.begin()`, далі задається початкові стани реле, як підняті: `digitalWrite(RELAY_PIN_V, HIGH); digitalWrite(RELAY_PIN_T, HIGH)`.

Зчитуються дані з датчику напруги: `int sensorValue = analogRead(SENSOR_PIN_V)`, далі перетворюється за допомогою дільника: `voltage = sensorValue * (5.0 / 1023.0) * DIVIDER_RATIO`.

Наступним етапом зчитується температура з датчика: `sensor.requestTemperatures(); temperature = sensor.getTempCByIndex(0)`.

Отримані дані порівнюємо між собою за допомогою циклу. Якщо напруга більше 49,8 В, то відправляється сигнал на припинення подачі струму. Наступним кроком перевіряється: якщо напруга менше 49,8 В розпочинає заряджання акумуляторної батареї, а саме піднімає реле в .

Наступним в програмі є керування реле по температурі. Якщо температура більше рівна 45°C реле від'єднує зарядний пристрій. Якщо температура більше мінімальної критичної точки в 1°C, то розпочинає заряджання.

Реалізація зображена в вікні програми – рисунок 3.11 та вигляді блок схеми рисунок 3.12

```
// Порогові значення вольтажу та температури
const float VOLTAGE_MAX = 49.8; // Максимальна напруга зарядки, В
const float VOLTAGE_MIN = 39.6; // Мінімальна напруга зарядки, В
const float TEMPERATURE_MAX = 45.0; // Максимальна температура зарядки, °C
const float TEMPERATURE_MIN = 1.0; // Мінімальна температура зарядки, °C
const float DIVIDER_RATIO = 11.0; // Коефіцієнт дільника напруги

// Створити об'єкти OneWire і DallasTemperature
OneWire oneWire (SENSOR_PIN_T);
DallasTemperature sensor (&oneWire);

float voltage; // Напруга батареї, В
float temperature; // Температура батареї, °C
int relay_state_v; // Стан реле для контролю напруги
int relay_state_t; // Стан реле для контролю температури

void setup() {
  // Ініціалізація з'єднання
  Serial.begin(9600);

  // Ініціалізація датчика температури
  sensor.begin();

  pinMode(RELAY_PIN_V, OUTPUT);
  pinMode(RELAY_PIN_T, OUTPUT);
  // Початковий стан реле як піднятий
  digitalWrite(RELAY_PIN_V, HIGH);
  digitalWrite(RELAY_PIN_T, HIGH);
}

void loop() {
  // Зчитуємо напругу з датчика
  int sensorValue = analogRead(SENSOR_PIN_V);
  // Перетворення значення датчика на напругу
  voltage = sensorValue * (5.0 / 1023.0) * DIVIDER_RATIO;

  // Зчитуємо температуру з датчика
  sensor.requestTemperatures();
  temperature = sensor.getTempCByIndex(0);

  // Порівняння напруги і температури з порогом
  if (voltage > VOLTAGE_MAX) {
    // Реле для контролю напруги в опущено
    digitalWrite(RELAY_PIN_V, LOW);
    delay(100);
  }
  else (voltage < VOLTAGE_MIN) {
    // Реле для контролю напруги в піднято
    digitalWrite(RELAY_PIN_V, HIGH);
    delay(100);
  }

  if (temperature >= TEMPERATURE_MAX) {
    // Реле для контролю температури в опущено
    digitalWrite(RELAY_PIN_T, LOW);
    delay(100);
  }
  else (temperature > TEMPERATURE_MIN) {
    // Реле для контролю температури в піднято
    digitalWrite(RELAY_PIN_T, HIGH);
    delay(100);
  }
  delay(300);
}
```

Рисунок 3.11 – Реалізація вимкнення зарядного пристрою по температурі та напрузі

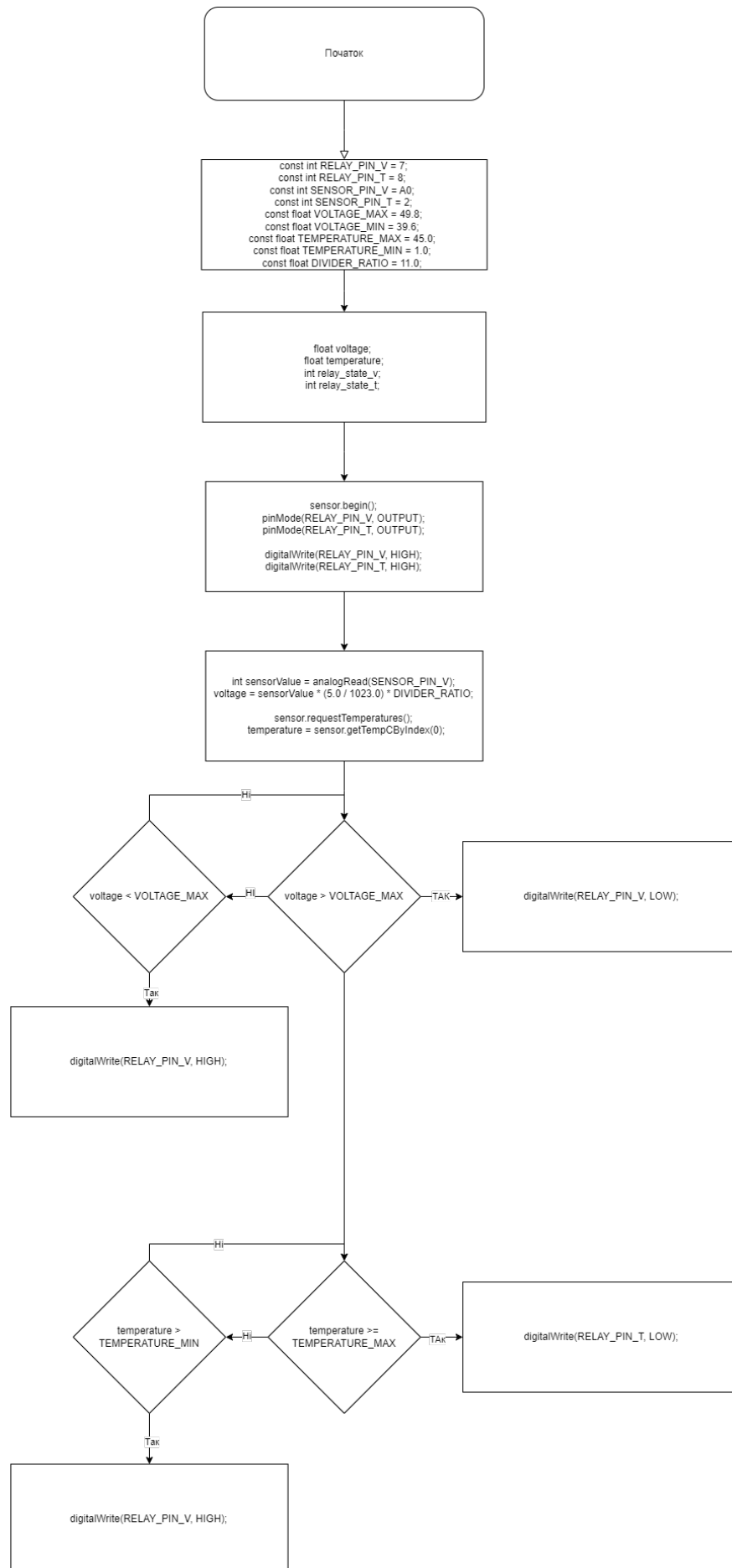


Рисунок 3.12 – Блок-схема реалізації вимкнення по заданій температурі та напрузі

Датчик температури підключений до Ардуїно, та поставлений максимально близько в батареї. В обраній батареї є спеціально відведене місце для датчика температури. В місце для розташування датчика температури встановлюємо датчик, рисунок 3.13



Рисунок 3.13 – Встановлення датчика температури

Підключають датчики температури через резистор до Arduino, щоб зменшити потенційний зазор між датчиком та платою, який може впливати на точність вимірювання. Резистор також служить для регулювання напруги живлення датчика та для захисту від перевантаження. Розмір резистора залежить від типу датчика та його параметрів. Наприклад, для датчика DS18B20 рекомендується підключити резистор номіналом 4,7 кОм.

При зміні температури батареї реле розмикається і зарядний пристрій переходить в режим очікування, зображено на рисунку 3.14



Рисунок 3. 14– ЗП червоний, зелений – режим очікування

При температурі кімнати 21 °С Цельсія не спрацьовує, в кодї міняємо граничнодопустимі значення на 35 °С і ЗП переходить в режим очікування, зображено на рисунку 3.15.

Для тесту було підбрано напругу 44,61 В, щоб саме на цій напрузі відкривалось реле і зарядний пристрій переходив в режим очікування.

Підключення до мережі видно по зарядному пристрою, а саме по індикації: червоний, червоний - початок заряджання акумуляторної батареї. Режим простою: червоний, зелений, зображено на рисунку 3.17.



Рисунок 3.15 – Спрацювання реле при напрузі 44,61 В

При спрацюванні реле при заданій напрузі в 44,61 В, яка підбиралась для тестування, зарядний пристрій переходить в режим очікування: червоний-зелений.

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Науково-технічна розробка має право на існування та впровадження, якщо вона відповідає вимогам часу, як в напрямку науково-технічного прогресу та і в плані економіки. Тому для науково-дослідної роботи необхідно оцінювати економічну ефективність результатів виконаної роботи.

Магістерська кваліфікаційна робота «Автоматизація процесу заряджання портативної зарядної станції» відноситься до науково-технічних робіт, які орієнтовані на виведення на ринок (або рішення про виведення науково-технічної розробки на ринок може бути прийнято у процесі проведення самої роботи), тобто коли відбувається так звана комерціалізація науково-технічної розробки. Цей напрямок є пріоритетним, оскільки результатами розробки можуть користуватися інші споживачі, отримуючи при цьому певний економічний ефект. Але для цього потрібно знайти потенційного інвестора, який би взявся за реалізацію цього проекту і переконати його в економічній доцільності такого кроку.

Для наведеного випадку нами мають бути виконані такі етапи робіт:

- 1) проведено комерційний аудит науково-технічної розробки, тобто встановлення її науково-технічного рівня та комерційного потенціалу;
- 2) розраховано витрати на здійснення науково-технічної розробки;
- 3) розрахована економічна ефективність науково-технічної розробки у випадку її впровадження і комерціалізації потенційним інвестором і проведено обґрунтування економічної доцільності комерціалізації потенційним інвестором.

4.1 Проведення комерційного та технологічного аудиту науково-технічної розробки

Метою проведення комерційного і технологічного аудиту дослідження за темою «Автоматизація процесу заряджання портативної зарядної станції» є оцінювання науково-технічного рівня та рівня комерційного потенціалу розробки, створеної в результаті науково-технічної діяльності.

Оцінювання науково-технічного рівня розробки та її комерційного потенціалу рекомендується здійснювати із застосуванням 5-ти бальної системи оцінювання за 12-ма критеріями, наведеними в табл. 4.1 [47].

Таблиця 4.1 – Рекомендовані критерії оцінювання науково-технічного рівня і комерційного потенціалу розробки та бальна оцінка

Бали (за 5-ти бальною шкалою)					
	0	1	2	3	4
Технічна здійсненність концепції					
1	Достовірність концепції підтверджена	Концепція не підтверджена експертними висновками	Концепція підтверджена розрахунками	Концепція перевірена практиці	Перевірено на працездатність продукту в реальних умовах
Ринкові переваги (недоліки)					
2	Багато аналогів на малому ринку	Мало аналогів на малому ринку	Кілька аналогів на великому ринку	Один аналог на великому ринку	Продукт не має аналогів на великому ринку
3	Ціна продукту значно вища за ціни аналогів	Ціна продукту дещо вища за ціни аналогів	Ціна продукту приблизно дорівнює цінам аналогів	Ціна продукту дещо нижче за ціни аналогів	Ціна продукту значно нижче за ціни аналогів
4	Технічні та споживчі властивості продукту значно гірші, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту трохи гірші, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту на рівні аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту трохи кращі, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту значно кращі, ніж в аналогів
5	Експлуатаційні витрати значно вищі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати дещо вищі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати на рівні експлуатаційних витрат аналогів	Експлуатаційні витрати трохи нижчі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати значно нижчі, ніж в аналогів
Ринкові перспективи					
6	Ринок малий і не має позитивної динаміки	Ринок малий, але має позитивну динаміку	Середній ринок з позитивною динамікою	Великий стабільний ринок	Великий ринок з позитивною динамікою
7	Активна конкуренція великих компаній на ринку	Активна конкуренція	Помірна конкуренція	Незначна конкуренція	Конкуренція немає
Практична здійсненність					

8	Відсутні фахівці як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї	Необхідно наймати фахівців або витратити значні кошти та час на навчання наявних фахівців	Необхідне незначне навчання фахівців та збільшення штату	Необхідне незначне навчання фахівців	Є фахівці з питань як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї
9	Потрібні значні фінансові ресурси, які відсутні. Джерела фінансування ідеї відсутні	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування відсутні	Потрібні значні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Не потребує додаткового фінансування
10	Необхідна розробка нових матеріалів	Потрібні матеріали, що використовуються у військово-промисловому комплексі	Потрібні дорогі матеріали	Потрібні досяжні та дешеві матеріали	Всі матеріали для реалізації ідеї відомі та давно використовуються у виробництві
11	Термін реалізації ідеї більший за 10 років	Термін реалізації ідеї більший за 5 років. Термін окупності інвестицій більше 10-ти років	Термін реалізації ідеї від 3-х до 5-ти років. Термін окупності інвестицій більше 5-ти років	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій від 3-х до 5-ти років	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій менше 3-х років
12	Необхідна розробка регламентних документів та отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту	Необхідно отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту, що вимагає значних коштів та часу	Процедура отримання дозвільних документів для виробництва та реалізації продукту вимагає незначних коштів та часу	Необхідно тільки повідомлення відповідним органам про виробництво та реалізацію продукту	Відсутні будь-які регламентні обмеження на виробництво та реалізацію продукту

Результати оцінювання науково-технічного рівня та комерційного потенціалу науково-технічної розробки потрібно звести до таблиці.

Таблиця 4.2 – Результати оцінювання науково-технічного рівня і комерційного потенціалу розробки експертами

Критерії	Експерт (ПШБ, посада)		
	1	2	3
	Бали:		
1. Технічна здійсненність концепції	5	5	4
2. Ринкові переваги (наявність аналогів)	3	4	3
3. Ринкові переваги (ціна продукту)	4	4	3
4. Ринкові переваги (технічні властивості)	3	3	4
5. Ринкові переваги (експлуатаційні витрати)	2	2	3
6. Ринкові перспективи (розмір ринку)	3	3	3
7. Ринкові перспективи (конкуренція)	2	2	2
8. Практична здійсненність (наявність фахівців)	5	5	5
9. Практична здійсненність (наявність фінансів)	2	3	2
10. Практична здійсненність (необхідність нових матеріалів)	4	5	5
11. Практична здійсненність (термін реалізації)	3	4	5
12. Практична здійсненність (розробка документів)	4	5	4
Сума балів	40	45	43
Середньоарифметична сума балів $СБ_c$	42,7		

За результатами розрахунків, наведених в таблиці 4.2, зробимо висновок щодо науково-технічного рівня і рівня комерційного потенціалу розробки. При цьому використаємо рекомендації, наведені в табл. 4.3 [47].

Таблиця 4.3 – Науково-технічні рівні та комерційні потенціали розробки

Середньоарифметична сума балів СБ , розрахована на основі висновків	Науково-технічний рівень та комерційний потенціал розробки
41...48	Високий
31...40	Вище середнього
21...30	Середній
11...20	Нижче середнього
0...10	Низький

Згідно проведених досліджень рівень комерційного потенціалу розробки за темою «Автоматизація процесу заряджання портативної зарядної станції» становить 42,7 бала, що, відповідно до таблиці 4.3, свідчить про комерційну важливість проведення даних досліджень (рівень комерційного потенціалу розробки високий).

4.2 Визначення рівня конкурентоспроможності розробки

В процесі визначення економічної ефективності науково-технічної розробки також доцільно провести прогноз рівня її конкурентоспроможності за сукупністю параметрів, що підлягають оцінюванню.

Одиничний параметричний індекс розраховуємо за формулою [47]:

$$q_i = \frac{P_i}{P_{базі}} \quad (4.1)$$

де q_i – одиничний параметричний індекс, розрахований за i -м параметром;

P_i – значення i -го параметра виробу;

$P_{базі}$ – аналогічний параметр базового виробу-аналога, з яким проводиться порівняння.

Загальні технічні та економічні характеристики розробки представлено в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Основні техніко-економічні показники аналога та розробки, що проектується

Показники (параметри)	Одиниця вимірювання	Аналог	Проектований пристрій	Відношення параметрів нової розробки до аналога	Питома вага показника
Об'єм акумуляторної батареї	Квт\год	1,8	2	1,1	0,3
Час зарядки	Год.	3	0,7	4,3	0,15
Пікова потужність	Вт	3000	4000	1,33	0,25
Номинальна потужність	Вт	1000	800	1,25	0,25
Точність інформації обсягу заряду	%	95	98	1,03	0,05
Експлуатаційні витрати	грн	850	250	0,29	0,5
Ціна пристрою	грн	50000	10000	0,2	0,5

Нормативні параметри оцінюємо показником, який отримує одне з двох значень: 1 – пристрій відповідає нормам і стандартам; 0 – не відповідає.

Груповий показник конкурентоспроможності за нормативними параметрами розраховуємо як добуток частинних показників за кожним параметром за формулою [47]:

$$I_{HP} = \prod_{i=1}^n q_i, \quad (4.2)$$

де I_{HP} – загальний показник конкурентоспроможності за нормативними параметрами;

q_i – одиничний (частинний) показник за i -м нормативним параметром;

n – кількість нормативних параметрів, які підлягають оцінюванню.

За нормативними параметрами розроблюваний пристрій відповідає вимогам ДСТУ, тому $I_{HP} = 1$.

Значення групового параметричного індексу за технічними параметрами

визначаємо з урахуванням вагомості (частки) кожного параметра [47]:

$$I_{ТП} = \sum_{i=1}^n q_i \cdot \alpha_i, \quad (4.3)$$

де $I_{ТП}$ – груповий параметричний індекс за технічними показниками (порівняно з виробом-аналогом);

q_i – одиничний параметричний показник i -го параметра;

α_i – вагомість i -го параметричного показника, $\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1$;

n – кількість технічних параметрів, за якими оцінюється конкурентоспроможність.

Проведемо аналіз параметрів згідно даних таблиці 4.4.

$$I_{mn} = 1,1 \cdot 0,3 + 4,3 \cdot 0,15 + 1,33 \cdot 0,25 + 1,25 \cdot 0,25 + 1,03 \cdot 0,05 = 1,67.$$

Груповий параметричний індекс за економічними параметрами розраховуємо за формулою [47]:

$$I_{ЕП} = \sum_{i=1}^m q_i \cdot \beta_i, \quad (4.4)$$

де $I_{ЕП}$ – груповий параметричний індекс за економічними показниками;

q_i – економічний параметр i -го виду;

β_i – частка i -го економічного параметра, $\sum_{i=1}^m \beta_i = 1$;

m – кількість економічних параметрів, за якими здійснюється оцінювання.

Проведемо аналіз параметрів згідно даних таблиці .

$$I_{ЕП} = 0,29 \cdot 0,5 + 0,2 \cdot 0,5 = 0,25.$$

На основі групових параметричних індексів за нормативними, технічними та економічними показниками розрахуємо інтегральний показник конкурентоспроможності за формулою [47]:

$$K_{ИТ} = I_{НП} \cdot \frac{I_{ТП}}{I_{ЕП}}, \quad (4.5)$$

$$K_{\text{ИИТ}} = 1 \cdot 1,67 / 0,25 = 6,82.$$

Інтегральний показник конкурентоспроможності $K_{\text{ИИТ}} > 1$, отже розробка переважає відомі аналоги за своїми техніко-економічними показниками.

4.3 Розрахунок витрат на проведення науково-дослідної роботи

Витрати, пов'язані з проведенням науково-дослідної роботи на тему «Автоматизація процесу заряджання портативної зарядної станції», під час планування, обліку і калькулювання собівартості науково-дослідної роботи групуємо за відповідними статтями.

4.3.1 Витрати на оплату праці

До статті «Витрати на оплату праці» належать витрати на виплату основної та додаткової заробітної плати керівникам відділів, лабораторій, секторів і груп, науковим, інженерно-технічним працівникам, конструкторам, технологам, креслярам, копіювальникам, лаборантам, робітникам, студентам, аспірантам та іншим працівникам, безпосередньо зайнятим виконанням конкретної теми, обчисленої за посадовими окладами, відрядними розцінками, тарифними ставками згідно з чинними в організаціях системами оплати праці.

Основна заробітна плата дослідників

Витрати на основну заробітну плату дослідників (Z_o) розраховуємо у відповідності до посадових окладів працівників, за формулою [47]:

$$Z_o = \sum_{i=1}^k \frac{M_{ni} \cdot t_i}{T_p}, \quad (4.6)$$

де k – кількість посад дослідників залучених до процесу досліджень;

M_{ni} – місячний посадовий оклад конкретного дослідника, грн;

t_i – число днів роботи конкретного дослідника, дн.;

T_p – середнє число робочих днів в місяці, $T_p=21$ дні.

$$Z_o = 17580,00 \cdot 32 / 21 = 26788,57 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зведемо до таблиці.

Таблиця 4.5 – Витрати на заробітну плату дослідників

Найменування посади	Місячний посадовий оклад, грн	Оплата за робочий день, грн	Число днів роботи	Витрати на заробітну плату, грн
Керівник проекту з дослідження автоматизації процесу заряджання протративної зарядної станції	17580,00	837,14	32	26788,57
Інженер-розробник автоматизованих систем	16500,00	785,71	32	25142,86
Інженер-системотехнік	16420,00	781,90	10	7819,05
Технік 1-ї категорії	8200,00	390,48	32	12495,24
Всього				72245,71

Основна заробітна плата робітників

Витрати на основну заробітну плату робітників (Z_p) за відповідними найменуваннями робіт НДР на тему «Автоматизація процесу заряджання портативної зарядної станції» розраховуємо за формулою:

$$Z_p = \sum_{i=1}^n C_i \cdot t_i, \quad (4.7)$$

де C_i – погодинна тарифна ставка робітника відповідного розряду, за виконану відповідну роботу, грн/год;

t_i – час роботи робітника при виконанні визначеної роботи, год.

Погодинну тарифну ставку робітника відповідного розряду C_i можна визначити за формулою:

$$C_i = \frac{M_M \cdot K_i \cdot K_c}{T_p \cdot t_{зм}}, \quad (4.8)$$

де M_M – розмір прожиткового мінімуму працездатної особи, або мінімальної місячної заробітної плати (в залежності від діючого законодавства), прийmemo $M_M=6700,00$ грн;

K_i – коефіцієнт міжкваліфікаційного співвідношення для встановлення тарифної ставки робітнику відповідного розряду (табл. Б.2, додаток Б) [47];

K_c – мінімальний коефіцієнт співвідношень місячних тарифних ставок робітників першого розряду з нормальними умовами праці виробничих об'єднань

і підприємств до законодавчо встановленого розміру мінімальної заробітної плати.

T_p – середнє число робочих днів в місяці, приблизно $T_p = 21$ дн;

$t_{зм}$ – тривалість зміни, год.

$C_l = 6700,00 \cdot 1,10 \cdot 1,35 / (21 \cdot 8) = 59,22$ грн.

$Z_{pl} = 59,22 \cdot 8,00 = 473,79$ грн.

Таблиця 4.6 – Величина витрат на основну заробітну плату робітників

Найменування робіт	Тривалість роботи, год	Розряд роботи	Тарифний коефіцієнт	Погодинна тарифна ставка, грн	Величина оплати на робітника грн
Встановлення допоміжного обладнання робочих місць інженерів-розробників	8,00	2	1,10	59,22	473,79
Інсталяція програмного забезпечення розробки електронних схем та систем управління	7,50	3	1,35	72,68	545,12
Встановлення цифрових обчислювальних систем забезпечення процесу моделювання	5,60	4	1,50	80,76	452,25
Монтаж спеціального обладнання та устаткування	6,35	3	1,35	72,68	461,54
Підготовка експериментальної моделі	5,00	5	1,70	91,53	457,63
Формування бази даних результатів експериментів	16,00	3	1,35	72,68	1162,93
Всього					3553,26

Додаткова заробітна плата дослідників та робітників

Додаткову заробітну плату розраховуємо як 10 ... 12% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$Z_{\text{дод}} = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{\text{дод}}}{100\%}, \quad (4.9)$$

де $H_{\text{дод}}$ – норма нарахування додаткової заробітної плати. Прийmemo 11%.

$$Z_{\text{дод}} = (72245,71 + 3553,26) \cdot 11 / 100\% = 8337,89 \text{ грн.}$$

4.3.2 Відрахування на соціальні заходи

Нарахування на заробітну плату дослідників та робітників розраховуємо як 22% від суми основної та додаткової заробітної плати дослідників і робітників за формулою:

$$Z_n = (Z_o + Z_p + Z_{\text{дод}}) \cdot \frac{H_{zn}}{100\%} \quad (4.10)$$

де H_{zn} – норма нарахування на заробітну плату. Приймаємо 22%.

$$Z_n = (72245,71 + 3553,26 + 8337,89) \cdot 22 / 100\% = 18510,11 \text{ грн.}$$

4.3.3 Сировина та матеріали

До статті «Сировина та матеріали» належать витрати на сировину, основні та допоміжні матеріали, інструменти, пристрої та інші засоби і предмети праці, які придбані у сторонніх підприємств, установ і організацій та витрачені на проведення досліджень за темою «Автоматизація процесу заряджання портативної зарядної станції».

Витрати на матеріали (M), у вартісному вираженні розраховуються окремо по кожному виду матеріалів за формулою:

$$M = \sum_{j=1}^n H_j \cdot C_j \cdot K_j - \sum_{j=1}^n B_j \cdot C_{ej}, \quad (4.11)$$

де H_j – норма витрат матеріалу j -го найменування, кг;

n – кількість видів матеріалів;

C_j – вартість матеріалу j -го найменування, грн/кг;

K_j – коефіцієнт транспортних витрат, ($K_j = 1,1 \dots 1,15$);

B_j – маса відходів j -го найменування, кг;

C_{ej} – вартість відходів j -го найменування, грн/кг.

$$M_1 = 3,0 \cdot 214,00 \cdot 1,02 - 0,0 \cdot 0,0 = 654,84 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зведемо до таблиці.

Таблиця 4.7 – Витрати на матеріали

Найменування матеріалу, марка, тип, сорт	Ціна за 1 кг, грн	Норма витрат, кг	Величина відходів, кг	Ціна відходів, грн/кг	Вартість витраченого матеріалу, грн
Папір канцелярський офісний (A4-500/80)	214,00	3,0	0,0	0,0	654,84
Папір для заміток (A5)-500/70	98,00	3,0	0,0	0,0	299,88
Начиння канцелярське Lezard Ultra	211,00	4,0	0,0	0,0	860,88
Органайзер офісний Lezard Ultra	235,00	3,0	0,0	0,0	719,10
Картридж для принтера Canon 750AF-DX	2089,00	2,0	0,0	0,0	4261,56
Диск оптичний LG-10 (CD-R)	25,00	5,0	0,0	0,0	127,50
Диск оптичний LG-W (CD-RW)	31,00	5,0	0,0	0,0	158,10
USB-пам'ять Kingstar (32 ГБ) Class 10	149,00	1,0	0,0	0,0	151,98
USB-пам'ять Kingstar (64 ГБ) Class 10 A	199,00	2,0	0,0	0,0	405,96
Кабель мідний КВВП-21	280,00	0,4	0,0	0,0	114,24
Флюс STANNOL 900-3302	389,00	0,02	0,0	0,0	7,94
Припій ПОСК 36-17	600,00	0,04	0,0	0,0	24,48
Кінцевики зажимні КЗ-21	12,00	8,0	0,0	0,0	97,92
Всього					7884,38

4.3.4 Розрахунок витрат на комплектуючі

Витрати на комплектуючі (K_6), які використовують при проведенні НДР на тему «Автоматизація процесу заряджання портативної зарядної станції»,

розраховуємо, згідно з їхньою номенклатурою, за формулою:

$$K_{\epsilon} = \sum_{j=1}^n H_j \cdot C_j \cdot K_j \quad (4.12)$$

де H_j – кількість комплектуючих j -го виду, шт.;

C_j – покупна ціна комплектуючих j -го виду, грн;

K_j – коефіцієнт транспортних витрат, ($K_j = 1,1 \dots 1,15$).

$$K_{\epsilon} = 1 \cdot 2599,00 \cdot 1,02 = 2650,98 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зведемо до таблиці.

Таблиця 4.8 – Витрати на комплектуючі

Найменування комплектуючих	Кількість, шт.	Ціна за штуку, грн	Сума, грн
Корпус для батареї	1	2599,00	2650,98
Мікропроцесор Arduino	1	650,00	663,00
WI-FI модуль	1	780,00	795,60
Інші комплектуючі (пристрій зарядний, бмс плата тощо)	1	800,00	816,00
Всього			4925,58

4.3.5 Спецустаткування для наукових (експериментальних) робіт

До статті «Спецустаткування для наукових (експериментальних) робіт» належать витрати на виготовлення та придбання спецустаткування необхідного для проведення досліджень, також витрати на їх проектування, виготовлення, транспортування, монтаж та встановлення.

Балансову вартість спецустаткування розраховуємо за формулою:

$$B_{\text{спец}} = \sum_{i=1}^k C_i \cdot C_{\text{пр.і}} \cdot K_i, \quad (4.13)$$

де C_i – ціна придбання одиниці спецустаткування даного виду, марки, грн;

$C_{\text{пр.і}}$ – кількість одиниць устаткування відповідного найменування, які придбані для проведення досліджень, шт.;

K_i – коефіцієнт, що враховує доставку, монтаж, налагодження устаткування тощо, ($K_i = 1,10 \dots 1,12$);

k – кількість найменувань устаткування.

$$B_{\text{снеч}} = 25999,00 \cdot 1 \cdot 1,02 = 26518,98 \text{ грн.}$$

Отримані результати зведемо до таблиці:

Таблиця 4.9 – Витрати на придбання спецустаткування по кожному виду

Найменування устаткування	Кількість, шт	Ціна за одиницю, грн	Вартість, грн
Батарея акумуляторна тягова АКБ Hawker Evolution	1	25999,00	26518,98
Інвертор 48-220В (Гібридний інвертор Powmr Solar 6200W POW-HVM6.2M-48V, 48 В, 6200 Вт)	1	20200,00	20604,00
Осцилограф ОС-99	1	8599,00	8770,98
Паяльна станція ВАКУ-2233FA	1	6900,00	7038,00
Мобільний телефон Samsung Galaxy A14 4/128GB Silver (SM-A145FZSVSEK)	1	6599,00	6730,98
Всього			69662,94

4.3.6 Програмне забезпечення для наукових (експериментальних) робіт

До статті «Програмне забезпечення для наукових (експериментальних) робіт» належать витрати на розробку та придбання спеціальних програмних засобів і програмного забезпечення, (програм, алгоритмів, баз даних) необхідних для проведення досліджень, також витрати на їх проектування, формування та встановлення.

Балансову вартість програмного забезпечення розраховуємо за формулою:

$$B_{\text{прог}} = \sum_{i=1}^k C_{\text{инрг}} \cdot C_{\text{прог.і}} \cdot K_i, \quad (4.14)$$

де $C_{\text{инрг}}$ – ціна придбання одиниці програмного засобу даного виду, грн;

$C_{\text{прог.і}}$ – кількість одиниць програмного забезпечення відповідного найменування, які придбані для проведення досліджень, шт.;

K_i – коефіцієнт, що враховує інсталяцію, налагодження програмного засобу тощо, ($K_i = 1, 10 \dots 1, 12$);

k – кількість найменувань програмних засобів.

$$V_{прз} = 7646,00 \cdot 1 \cdot 1,1 = 8410,60 \text{ грн.}$$

Отримані результати зведемо до таблиці:

Таблиця 4.10 – Витрати на придбання програмних засобів по кожному виду

Найменування програмного засобу	Кількість, шт	Ціна за одиницю, грн	Вартість, грн
Прикладний пакет Microsoft Visual Studio Community 2019	1	7646,00	8410,60
Прикладний пакет MathLab 2019 Pro	1	6999,00	7698,90
Всього			16109,50

4.3.7 Амортизація обладнання, програмних засобів та приміщень

В спрощеному вигляді амортизаційні відрахування по кожному виду обладнання, приміщень та програмному забезпеченню тощо, розраховуємо з використанням прямолінійного методу амортизації за формулою:

$$A_{обл} = \frac{Ц_б}{T_в} \cdot \frac{t_{вик}}{12}, \quad (4.15)$$

де $Ц_б$ – балансова вартість обладнання, програмних засобів, приміщень тощо, які використовувались для проведення досліджень, грн;

$t_{вик}$ – термін використання обладнання, програмних засобів, приміщень під час досліджень, місяців;

$T_в$ – строк корисного використання обладнання, програмних засобів, приміщень тощо, років.

$$A_{обл} = (45389,00 \cdot 2) / (2 \cdot 12) = 3782,42 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зведемо до таблиці.

Таблиця 4.11 – Амортизаційні відрахування по кожному виду обладнання

Найменування обладнання	Балансова вартість, грн	Строк корисного використання, років	Термін використання обладнання, місяців	Амортизаційні відрахування, грн
Електронний комплекс аналітичної системи ПК DELL OPTIPLEX 7010 MFF / I5-13500T (N007O7010MFF)	45389,00	2	2	3782,42
Персональний комп'ютер HP PRODESK 405 G6 SFF / RYZEN3 4300G (294D5EA)	19699,00	2	2	1641,58
Спеціалізоване робоче місце розробника автоматизованої системи	8699,00	5	2	289,97
Пристрій виводу текстової інформації	6899,00	4	2	287,46
Оргтехніка	8400,00	5	2	280,00
Приміщення лабораторії досліджень	399000,00	25	2	2660,00
ОС Windows 11	6500,00	2	2	541,67
Прикладний пакет Microsoft Office 2019	6540,00	2	2	545,00
Вольтметр цифровий	7250,00	5	2	241,67
Всього				10269,76

4.3.8 Паливо та енергія для науково-виробничих цілей

Витрати на силову електроенергію (B_e) розраховуємо за формулою:

$$B_e = \sum_{i=1}^n \frac{W_{yi} \cdot t_i \cdot C_e \cdot K_{eni}}{\eta_i}, \quad (4.16)$$

де W_{yi} – встановлена потужність обладнання на визначеному етапі розробки, кВт;

t_i – тривалість роботи обладнання на етапі дослідження, год;

C_e – вартість 1 кВт-години електроенергії, грн; (вартість електроенергії визначається за даними енергопостачальної компанії), прийmemo $C_e = 7,50$ грн;

K_{eni} – коефіцієнт, що враховує використання потужності, $K_{eni} < 1$;

η_i – коефіцієнт корисної дії обладнання, $\eta_i < 1$.

$$B_e = 0,32 \cdot 220,0 \cdot 7,50 \cdot 0,95 / 0,97 = 528,00 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зведемо до таблиці.

Таблиця 4.12 – Витрати на електроенергію

Найменування обладнання	Встановлена потужність, кВт	Тривалість роботи, год	Сума, грн
Електронний комплекс аналітичної системи ПК DELL OPTIPLEX 7010 MFF / I5-13500T (N007O7010MFF)	0,32	220,0	528,00
Персональний комп'ютер HP PRODESK 405 G6 SFF / RYZEN3 4300G (294D5EA)	0,25	220,0	412,50
Спеціалізоване робоче місце розробника автоматизованої системи	0,08	220,0	132,00
Пристрій виводу текстової інформації	0,25	4,5	8,44
Оргтехніка	0,50	2,0	7,50
Вольтметр цифровий	0,23	100,0	172,50
Інвертор 48-220В (Гібридний інвертор Powmr Solar 6200W POW-HVM6.2M-48V, 48 В, 6200 Вт)	0,10	100,0	75,00
Осцилограф ОС-99	0,15	100,0	112,50
Паяльна станція ВАКУ-2233FA	0,70	2,0	10,50
Всього			1458,94

4.3.9 Службові відрядження

До статті «Службові відрядження» дослідної роботи на тему «Автоматизація

процесу заряджання портативної зарядної станції» належать витрати на відрядження штатних працівників, працівників організацій, які працюють за договорами цивільно-правового характеру, аспірантів, зайнятих розробленням досліджень, відрядження, пов'язані з проведенням випробувань машин та приладів, а також витрати на відрядження на наукові з'їзди, конференції, наради, пов'язані з виконанням конкретних досліджень.

Витрати за статтею «Службові відрядження» розраховуємо як 20...25% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$B_{cv} = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{cv}}{100\%}, \quad (4.17)$$

де H_{cv} – норма нарахування за статтею «Службові відрядження», прийmemo $H_{cv} = 20\%$.

$$B_{cv} = (72245,71 + 3553,26) \cdot 20 / 100\% = 15159,79 \text{ грн.}$$

4.3.10 Витрати на роботи, які виконують сторонні підприємства, установи і організації

Витрати за статтею «Витрати на роботи, які виконують сторонні підприємства, установи і організації» розраховуємо як 30...45% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$B_{cn} = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{cn}}{100\%}, \quad (4.18)$$

де H_{cn} – норма нарахування за статтею «Витрати на роботи, які виконують сторонні підприємства, установи і організації», прийmemo $H_{cn} = 30\%$.

$$B_{cn} = (72245,71 + 3553,26) \cdot 30 / 100\% = 22739,69 \text{ грн.}$$

4.3.11 Інші витрати

До статті «Інші витрати» належать витрати, які не знайшли відображення у зазначених статтях витрат і можуть бути віднесені безпосередньо на собівартість досліджень за прямими ознаками.

Витрати за статтею «Інші витрати» розраховуємо як 50...100% від суми

основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$I_e = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{ie}}{100\%}, \quad (4.19)$$

де H_{ie} – норма нарахування за статтею «Інші витрати», прийmemo $H_{ie} = 50\%$.

$$I_e = (72245,71 + 3553,26) \cdot 50 / 100\% = 37899,49 \text{ грн.}$$

4.3.12 Накладні (загальновиробничі) витрати

До статті «Накладні (загальновиробничі) витрати» належать: витрати, пов'язані з управлінням організацією; витрати на винахідництво та раціоналізацію; витрати на підготовку (перепідготовку) та навчання кадрів; витрати, пов'язані з набором робочої сили; витрати на оплату послуг банків; витрати, пов'язані з освоєнням виробництва продукції; витрати на науково-технічну інформацію та рекламу та ін.

Витрати за статтею «Накладні (загальновиробничі) витрати» розраховуємо як 100...150% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$B_{нзв} = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{нзв}}{100\%}, \quad (4.20)$$

де $H_{нзв}$ – норма нарахування за статтею «Накладні (загальновиробничі) витрати», прийmemo $H_{нзв} = 100\%$.

$$B_{нзв} = (72245,71 + 3553,26) \cdot 100 / 100\% = 75798,97 \text{ грн.}$$

Витрати на проведення науково-дослідної роботи на тему «Автоматизація процесу заряджання портативної зарядної станції» розраховуємо як суму всіх попередніх статей витрат за формулою:

$$B_{заг} = Z_o + Z_p + Z_{дод} + Z_n + M + K_e + B_{спец} + B_{прг} + A_{обл} + B_e + B_{св} + B_{сп} + I_e + B_{нзв}. \quad (4.21)$$

$$B_{заг} = 72245,71 + 3553,26 + 8337,89 + 18510,11 + 7884,38 + 4925,58 + 69662,94 + 16109,50 + 10269,76 + 1458,94 + 15159,79 + 22739,69 + 37899,49 + 75798,97 = 364556,01 \text{ грн.}$$

Загальні витрати ZB на завершення науково-дослідної (науково-технічної) роботи та оформлення її результатів розраховується за формулою:

$$ЗВ = \frac{B_{заг}}{\eta}, \quad (4.22)$$

де η - коефіцієнт, який характеризує етап (стадію) виконання науково-дослідної роботи, прийmemo $\eta=0,9$.

$$ЗВ = 364556,01 / 0,9 = 405062,23 \text{ грн.}$$

4.4 Розрахунок економічної ефективності науково-технічної розробки при її можливій комерціалізації потенційним інвестором

В ринкових умовах узагальнюючим позитивним результатом, що його може отримати потенційний інвестор від можливого впровадження результатів тієї чи іншої науково-технічної розробки, є збільшення у потенційного інвестора величини чистого прибутку.

Результати дослідження проведені за темою «Автоматизація процесу заряджання портативної зарядної станції» передбачають комерціалізацію протягом 4-х років реалізації на ринку.

В цьому випадку майбутній економічний ефект буде формуватися на основі таких даних:

ΔN – збільшення кількості споживачів пристрою, у періоди часу, що аналізуються, від покращення його певних характеристик;

Показник	1-й рік	2-й рік	3-й рік	4-й рік
Збільшення кількості споживачів, осіб	500	750	1000	700

N – кількість споживачів які використовували аналогічний пристрій у році до впровадження результатів нової науково-технічної розробки, прийmemo 5000 осіб;

C_o – вартість пристрою у році до впровадження результатів розробки, прийmemo 9500,00 грн;

$\pm \Delta C_o$ – зміна вартості пристрою від впровадження результатів науково-технічної розробки, прийmemo 629,25 грн.

Можливе збільшення чистого прибутку у потенційного інвестора $\Delta\Pi_i$ для кожного із 4-х років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки, розраховуємо за формулою [47]:

$$\Delta\Pi_i = (\pm\Delta C_o \cdot N + C_o \cdot \Delta N)_i \cdot \lambda \cdot \rho \cdot \left(1 - \frac{\mathcal{G}}{100}\right), \quad (4.23)$$

де λ – коефіцієнт, який враховує сплату потенційним інвестором податку на додану вартість. У 2023 році ставка податку на додану вартість складає 20%, а коефіцієнт $\lambda = 0,8333$;

ρ – коефіцієнт, який враховує рентабельність інноваційного продукту).

Прийmemo $\rho = 35\%$;

\mathcal{G} – ставка податку на прибуток, який має сплачувати потенційний інвестор, у 2023 році $\mathcal{G} = 18\%$;

Збільшення чистого прибутку 1-го року:

$$\Delta\Pi_1 = (629,25 \cdot 5000,00 + 10129,25 \cdot 500) \cdot 0,83 \cdot 0,35 \cdot (1 - 0,18/100\%) = 1955912,53$$

грн.

Збільшення чистого прибутку 2-го року:

$$\Delta\Pi_2 = (629,25 \cdot 5000,00 + 10129,25 \cdot 1250) \cdot 0,83 \cdot 0,35 \cdot (1 - 0,18/100\%) = 3765579,02$$

грн.

Збільшення чистого прибутку 3-го року:

$$\Delta\Pi_3 = (629,25 \cdot 5000,00 + 10129,25 \cdot 2250) \cdot 0,83 \cdot 0,35 \cdot (1 - 0,18/100\%) = 6178467,66$$

грн.

Збільшення чистого прибутку 4-го року:

$$\Delta\Pi_4 = (629,25 \cdot 5000,00 + 10129,25 \cdot 2950) \cdot 0,83 \cdot 0,35 \cdot (1 - 0,18/100\%) = 7867489,71$$

грн.

Приведена вартість збільшення всіх чистих прибутків $\Pi\Pi$, що їх може отримати потенційний інвестор від можливого впровадження та комерціалізації

науково-технічної розробки:

$$ППП = \sum_{i=1}^T \frac{\Delta\Pi_i}{(1+\tau)^i}, \quad (4.24)$$

де $\Delta\Pi_i$ – збільшення чистого прибутку у кожному з років, протягом яких виявляються результати впровадження науково-технічної розробки, грн;

T – період часу, протягом якого очікується отримання позитивних результатів від впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки, роки;

τ – ставка дисконтування, за яку можна взяти щорічний прогнозований рівень інфляції в країні, $\tau=0,15$;

t – період часу (в роках) від моменту початку впровадження науково-технічної розробки до моменту отримання потенційним інвестором додаткових чистих прибутків у цьому році.

$$\begin{aligned} ППП &= 1955912,53/(1+0,15)^1 + 3765579,02/(1+0,15)^2 + 6178467,66/(1+0,15)^3 + \\ &+ 7867489,71/(1+0,15)^4 = 1700793,51 + 2847318,73 + 4062442,78 + 4498262,78 = \\ &= 13108817,79 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Величина початкових інвестицій PV , які потенційний інвестор має вкласти для впровадження і комерціалізації науково-технічної розробки:

$$PV = k_{инв} \cdot 3B, \quad (4.25)$$

де $k_{инв}$ – коефіцієнт, що враховує витрати інвестора на впровадження науково-технічної розробки та її комерціалізацію, приймаємо $k_{инв}=2$;

$3B$ – загальні витрати на проведення науково-технічної розробки та оформлення її результатів, приймаємо 405062,23 грн.

$$PV = k_{инв} \cdot 3B = 2 \cdot 405062,23 = 810124,46 \text{ грн.}$$

Абсолютний економічний ефект $E_{абс}$ для потенційного інвестора від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки

СТАНОВИТИМЕ:

$$E_{abc} = III - PV \quad (4.26)$$

де III – приведена вартість зростання всіх чистих прибутків від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки, 13108817,79 грн;

PV – теперішня вартість початкових інвестицій, 810124,46 грн.

$$E_{abc} = III - PV = 13108817,79 - 810124,46 = 12298693,33 \text{ грн.}$$

Внутрішня економічна дохідність інвестицій E_e , які можуть бути вкладені потенційним інвестором у впровадження та комерціалізацію науково-технічної розробки: [48]

$$E_e = T_{ж} \sqrt[4]{1 + \frac{E_{abc}}{PV}} - 1, \quad (4.27)$$

де E_{abc} – абсолютний економічний ефект вкладених інвестицій, 12298693,33 грн;

PV – теперішня вартість початкових інвестицій, 810124,46 грн;

$T_{ж}$ – життєвий цикл науково-технічної розробки, тобто час від початку її розробки до закінчення отримання позитивних результатів від її впровадження, 4 роки.

$$E_e = T_{ж} \sqrt[4]{1 + \frac{E_{abc}}{PV}} - 1 = (1 + 12298693,33 / 810124,46)^{1/4} - 1 = 1,01.$$

Мінімальна внутрішня економічна дохідність вкладених інвестицій τ_{min} :

$$\tau_{min} = d + f, \quad (4.28)$$

де d – середньозважена ставка за депозитними операціями в комерційних банках; в 2023 році в Україні $d = 0,11$;

f – показник, що характеризує ризикованість вкладення інвестицій, прийmemo 0,25.

$\tau_{\min} = 0,11 + 0,25 = 0,36 < 1,01$ свідчить про те, що внутрішня економічна дохідність інвестицій E_g , які можуть бути вкладені потенційним інвестором у впровадження та комерціалізацію науково-технічної розробки вища мінімальної внутрішньої дохідності. Тобто інвестувати в науково-дослідну роботу за темою «Автоматизація процесу заряджання портативної зарядної станції» доцільно.

Період окупності інвестицій $T_{ок}$ які можуть бути вкладені потенційним інвестором у впровадження та комерціалізацію науково-технічної розробки:

$$T_{ок} = \frac{1}{E_g}, \quad (4.29)$$

де E_g – внутрішня економічна дохідність вкладених інвестицій.

$$T_{ок} = 1 / 1,01 = 0,99 \text{ р.}$$

$T_{ок} < 3$ -х років, що свідчить про комерційну привабливість науково-технічної розробки і може спонукати потенційного інвестора профінансувати впровадження даної розробки та виведення її на ринок.

ВИСНОВКИ

Під час виконання магістерської кваліфікованої роботи було проведено глибоке дослідження стану автоматизації процесу заряджання портативної зарядної станції.

У першому розділі було виконано аналіз актуальності використання додаткового живлення. Проаналізовано розвиток індустрії портативних акумуляторних станцій. Досліджено переваги і недоліки використання твердопаливних генераторів. Також розглянуто використання портативної акумуляторної батареї в домашніх умовах.

Другий розділ присвячений стану розв'язання технічної задачі виробниками та аналіз технологій. Детальний розгляд аналогічних пристроїв, дослідження їх переваг та недоліків. Вибір конектору який найкраще підходить для входу зарядного пристрою. Вибір інвертора, як обов'язкової частини системи. Технічні характеристики та обґрунтований вибір обов'язкових параметрів. Було піднято питання переробки акумуляторних батарей від електромобілів. Розглянуто види та реалізації захисту акумуляторних батарей. Вибір матеріалів для корпусу обладнання. Розглянуто питання ремонтоздатності сучасний портативних акумуляторних батарей.

Крім того, середовище розробки Arduino IDE було обрано за свою зручність, наявність інтегрованих бібліотек та наявність великої кількості навчального матеріалу.

Використання C\C++ у поєднанні з Arduino IDE створює оптимальне робоче середовище для проведення дослідження та розробки нових підходів до аналізу автоматизації.

У третьому розділі даної роботи було складено 4 таблиці: для вибору інвертору, визначення холостого ходу даного інвертора, для вибору акумуляторної батареї та для вибору зарядного пристрою. Розроблено вимкнення зарядного пристрою при критичних точках, заданих програмою для підвищення здоров'я батареї за рахунок оптимізації заряджання, оскільки акумуляторна батарея

має специфічні умови використання. Для цього було використано середовище Arduino ide та мову програмування: C\C++ та відповідні бібліотеки.

Було розроблено 3 програми: перша для вимикання через реле при критичній напрузі для забезпечення безпеки користувача, оскільки акумуляторна батарея в стані перенапруги небезпечна в мірах безпеки.

Наступна програма реалізована для вимикання зарядного пристрою, за допомогою реле, при критичній температурі, оскільки висока температура в акумуляторній батареї призводить до швидкої деградації хімічних сполук батареї.

Заключна програма розроблена для охоплення загального комплексу: напруги та температури. Реалізовано через 2 реле. Це дозволяє значно підвищити тривалість життя акумуляторної батареї та додає значний приріст безпеки користувачу.

Висновками економічної частини є те, що згідно проведених досліджень рівень комерційного потенціалу розробки за темою «Автоматизація процесу заряджання портативної зарядної станції» становить 42,7 бала, що, свідчить про комерційну важливість проведення даних досліджень (рівень комерційного потенціалу розробки високий). При оцінюванні за технічними параметрами переважає існуючі аналоги приблизно в 1,67 рази. При оцінюванні рівня конкурентоспроможності, розробка переважає існуючі аналоги приблизно в 6,82 рази. Також термін окупності становить 0,99 р., що менше 3-х років, що свідчить про комерційну привабливість.

Отже можна зробити висновок про доцільність проведення науково-дослідної роботи за темою «Автоматизація процесу заряджання портативної зарядної станції». Зроблена робота надає можливість підвищити ремонтпридатність за рахунок модульності компонентів. Зменшить собівартість готової портативної зарядної станції. Значно продовжить термін експлуатації портативних акумуляторних станцій та підвищить безпеку користування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗАРЯДЖАННЯ ПОРТАТИВНОЇ ЗАРЯДНОЇ СТАНЦІЇ [Електронний ресурс] // Д. Порфенюк. – 2023. – URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2024/paper/view/19676/16332>
2. Б. Трейсі Вийди із зони комфорту. Зміни своє життя // навчальний посібник – 2019 – 144 с. – ISBN 978-5-00057-908-4
3. Влада Києва не виключає блекауту в столиці: подробиці [Електронний ресурс] // kyiv.comments.ua. – 2022. – URL: <https://kyiv.comments.ua/ua/news/society/developments/13691-vlada-kieva-ne-viklyuchae-blekautu-v-stolici-podrobici.html>
4. Ukraine and the Return of the Multipolar World подробиці [Електронний ресурс] // nationalinterest.org. – 2022. – URL: <https://nationalinterest.org/feature/ukraine-and-return-multipolar-world-203276>
5. The growing IT sector in Ukraine [Електронний ресурс] // bbc.com. – 2020. – URL: <https://www.bbc.com/storyworks/future/ukraine-innovating-for-the-future/ukraines-dynamic-it-sector>
6. Олігархи вдвічі завищили ціни на трансформатори для завищення РАВ-тарифів обленерго [Електронний ресурс] // nashigroshi.org. – 2021. – URL: <https://nashigroshi.org/2021/05/12/oliharkhy-vdvichi-zavyshchily-tsiny-na-transformatory-dlia-zavyshchennia-rab-taryfiv-oblenerho/>
7. Експлуатація бензинового генератору. Частина 5: Техніка безпеки при роботі з бензогенератором [Електронний ресурс] // vinur.com.ua. – 2023. – URL: <https://vinur.com.ua/ua/aboutus/usefull-info/articles/303-ekspluataciya-benzinovogo-generatora-5>
8. Як правильно підключити генератор до будинку: поради і застереження [Електронний ресурс] // tsn.ua. – 2023. – URL: <https://tsn.ua/other/yak-pravilno-pidklyuchiti-generator-do-budinku-poradi-i-zasterezhennya-2455867.html>
9. Як підключити генератор до мережі вдома схема [Електронний ресурс] // s-tehnika.com.ua. – 2022. – URL: <https://s-tehnika.com.ua/yak-pidklyuchiti-generator->

do-merezhi-vdoma-sxema/

10. Net electricity consumption worldwide in select years from 1980 to 2022 [Електронний ресурс] // [statista.com](https://www.statista.com/statistics/280704/world-power-consumption/). – 2022. – URL: <https://www.statista.com/statistics/280704/world-power-consumption/>

11. Energy consumption in Ukraine [Електронний ресурс] // [worlddata.info](https://www.worlddata.info/europe/ukraine/energy-consumption.php). – 2022. – URL: <https://www.worlddata.info/europe/ukraine/energy-consumption.php>

12. Ukraine total final energy consumption by sector with residential breakdown, 2019 [Електронний ресурс] // [iea.org](https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/ukraine-total-final-energy-consumption-by-sector-with-residential-breakdown-2019). – 2021. – URL: <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/ukraine-total-final-energy-consumption-by-sector-with-residential-breakdown-2019>

13. Electricity Usage: How Much Energy Does an Average House Use [Електронний ресурс] // [anker.com](https://www.anker.com/blogs/home-power-backup/electricity-usage-how-much-energy-does-an-average-house-use). – 2023. – URL: <https://www.anker.com/blogs/home-power-backup/electricity-usage-how-much-energy-does-an-average-house-use>

14. Види електростанцій — характеристика, плюси і мінуси [Електронний ресурс] // [moayaosvita.com.ua](https://moayaosvita.com.ua/geografija/vidi-elektrostantsij-xarakteristika-plyusi-i-minusi/). – 2021. – URL: <https://moayaosvita.com.ua/geografija/vidi-elektrostantsij-xarakteristika-plyusi-i-minusi/>

15. Основні переваги та недоліки сонячних батарей [Електронний ресурс] // [hexagon-energy.com.ua](https://hexagon-energy.com.ua/ua/articles/34.osnovni_perevagi_ta_nedoliki_sonyachnih_batarey). – 2020. – URL: https://hexagon-energy.com.ua/ua/articles/34.osnovni_perevagi_ta_nedoliki_sonyachnih_batarey

16. Переваги та недоліки бензинових генераторів [Електронний ресурс] // [np.pl.ua](https://np.pl.ua/2021/08/perevahy-ta-nedoliky-benzynovykh-heneratoriv/). – 2021. – URL: <https://np.pl.ua/2021/08/perevahy-ta-nedoliky-benzynovykh-heneratoriv/>

17. Bandera Power 305 S [Електронний ресурс] // [pa.ua](https://www.pa.ua/bandera-power/). – 2023. – URL: <https://www.pa.ua/bandera-power/>

18. Правила коректної експлуатації портативних зарядних станцій EcoFlow: як правильно заряджати станції та підключати прилади [Електронний ресурс] // ecoflowukraine.com. – 2022. – URL: <https://ecoflowukraine.com/pravyla->

korektnoi-ekspluatatsii-portatyvnykh-zariadnykh-stantsii-ecoflow-yak-pravylnozariadzhaty-stantsii-ta-pidkliuchaty-prylady/

19. Зарядна станція EcoFlow DELTA Pro [Електронний ресурс] // ecoflowukraine.com. – 2023. – URL: <https://ecoflowukraine.com/product/ecoflow-delta-pro/>

20. Утилізація і переробка батарейок [Електронний ресурс] // xn--80ancaco1ch7azg.xn--j1amh/uk/utilizatsiya-othodov/utilizatsiya-batareek/

21. Переробка батарей електрокарів: екологічні та економічні фактори, перспективні технології [Електронний ресурс] // intelmag.com. – 2022. – URL: <https://intelmag.com/transport/17592-pererobka-batarej-elektrokariv-ekologichni-ta-ekonomichni-factory-perspektyvni-tehnologiyi/>

22. Утилізація батарейок. Куди здати використані батарейки в Україні? [Електронний ресурс] // ecogrizzly.shop. – 2023. – URL: <https://ecogrizzly.shop/batteries-disposal/>

23. Поширені типи акумуляторів, які найчастіше використовуються для накопичення електроенергії [Електронний ресурс] // sun-energy.com.ua. – 2023. – URL: <https://sun-energy.com.ua/articles/typu-akumulyatoriv>

24. Сучасні типи літєвих батарей та їх використання [Електронний ресурс] // logicpower.ua. – 2023. – URL: <https://logicpower.ua/ua/blog/overviews/Sovremennye-tipy-litievyyh-batarej-i-ih-ispolzovanie>

25. Як довго прослужить акумулятор електромобіля та як правильно його заряджати [Електронний ресурс] // ecocars.in.ua. – 2019. – URL: <https://ecocars.in.ua/yak-dovgo-prosluzhit-akumulyator-elektromobilya-ta-yak-pravilno-jogo-zaryadzhati/>

26. XT60 Connector [Електронний ресурс] // components101.com. – 2021. – URL: <https://components101.com/connectors/xt60-connector>

27. XT90 Battery Connector [Електронний ресурс] // components101.com. – 2019. – URL: <https://components101.com/connectors/xt90-battery-connector>

28. Pure Sine Wave vs. Modified Sine Wave Inverters – What’s the Difference? [Електронний ресурс] // [altestore.com](https://www.altestore.com). – 2015. – URL: <https://www.altestore.com/blog/2015/10/pure-sine-wave-vs-modified-sine-wave-whats-the-difference/>
29. Understanding Pure Sine Wave Inverters [Електронний ресурс] // [electricity-magnetism.org](https://www.electricity-magnetism.org). – 2023. – URL: <https://www.electricity-magnetism.org/pure-sine-wave-inverter/>
30. Why A 48V Battery Is Better Than 12V Battery [Електронний ресурс] // N. Seghers. – 2023. – URL: <https://cleversolarpower.com/48v-vs-12v-battery/>
31. Акумулятор 18650: характеристики і типи, способи зарядки, область застосування і ремонт [Електронний ресурс] // ukrhistory.com.ua. – 2023. – URL: <https://ukrhistory.com.ua/akumulyator-18650-xarakteristiki-i-tipi-sposobi-zaryadki-oblast-zastosuvannya-i-remont/>
32. Якими бувають акумулятори 18650 [Електронний ресурс] // dcelektro.com.ua. – 2023. – URL: <https://dcelektro.com.ua/kakimi-byvajut-akkumuljatory-18650/>
33. Liitokala NCR18650B 3400mAh з захистом [Електронний ресурс] // 18650.in.ua. – 2023. – URL: <https://18650.in.ua/ua/li-ion-battaries/protected-battery/liitokala-3400mah-s-zashhitoj.html>
34. What Are The Types Of Lithium Battery Casing Materials? [Електронний ресурс] // [ennoproducts.com](http://www.ennoproducts.com). – 2019. – URL: <http://www.ennoproducts.com/news/1711-29133496.html>
35. Lithium-ion batteries Can and Casing [Електронний ресурс] // evsemart.com. – 2021. – URL: <https://evsemart.com/blog/lithium-ion-battery/lithium-ion-batteries-can-and-casing>
36. Типи акумуляторних батарей: повний огляд [Електронний ресурс] // deps.ua. – 2023. – URL: <https://deps.ua/ua/knowegable-base/reference-information/10591.html>
37. 5 common fire resistant plastics and how to enhance plastic fire resistance [Електронний ресурс] // europas.com.vn. – 2023. – URL: <https://europas.com.vn/en>

- US/blog-1/5-common-fire-resistant-plastics-and-how-to-enhance-plastic-fire-resistance
38. Ремонт Ecoflow River Max [Електронний ресурс] // amp.service.ua. – 2023. – URL: https://www.youtube.com/watch?v=mmbVJ9AQ-Kw&ab_channel=AMPService%F0%9F%87%BA%F0%9F%87%A6
 39. Ремонт портативних зарядних станцій EcoFlow [Електронний ресурс] // skeleton.ua. – 2022. – URL: <https://skeleton.ua/uk/repaircats/remont-portativnih-zaryadnih-stantsij-ecoflow/>
 40. Розбирання батареї Honda Clarity [Електронний ресурс] // Electrovoz Electrovoz. – 2020. – URL: https://www.youtube.com/watch?v=cjsEOn7Hs7c&ab_channel=ElectrovozElectrovoz
 41. Зарядний пристрій для літєвих акумуляторів 48 Вольт [Електронний ресурс] // electro-bike.com.ua. – 2023. – URL: <https://electro-bike.com.ua/uk/zaryadnye-ustrojstva/zaryadnoe-ustrojstvo-dlya-litievvykh-akkumkulyatorov-48-volt>
 42. What is a 12S Battery and How Does it Work? [Електронний ресурс] // Ph. Borges. – 2021. – URL: <https://batterytools.net/what-is-a-12s-battery-and-how-does-it-work/>
 43. Датчик тока ACS712 30A [Електронний ресурс] // mini-tech.com.ua. – 2023. – URL: <https://www.mini-tech.com.ua/datchik-toka-ac712-20a-modul>
 44. Однофазне твердотільне реле SSR-40DD 40A DC-DC [Електронний ресурс] // evse.com.ua. – 2023. – URL: https://evse.com.ua/ua/odnofaznoe-tverdotelnoe-rele-ssr-40dd-40a-dc-dc?gclid=CjwKCAiAmsurBhBvEiwA6e-WPDJO9ZYAFQh-eM4ik5ROJl8VJ39f7a2f48tNeQYVinUJhtJlhxFjRoCKNEQAvD_BwE
 45. С. Прата Мова програмування C++ // навчальний посібник – Київ. – 2015 – 1245 с. – ISBN 978-0-321-77640-2
 46. М. Г. Попович, О. В. Ковальчук, К. Либідь Теорія автоматичного керування. // навчальний посібник – 1997 – 544 с.
 47. В. О. Козловський О. Й. Лесько, В. В. Кавецький Методичні вказівки до виконання економічної частини магістерських кваліфікаційних робіт. – Вінниця: ВНТУ. – 2021. – 42 с.

48. В. В. Кавецький, В. О. Козловський, І. В. Причепя Економічне обґрунтування інноваційних рішень: [практикум] – Вінниця : ВНТУ. – 2016. – 113 с.

49. Історія виникнення електричних батарей і акумуляторів [Електронний ресурс] // Ol. Abramova. – 2016. – URL: <https://auto34.ck.ua/quests/istoria/uk/batarea-istoria-viniknenna-elektricnih-batarej-i-akumulatoriv/>

50. Історія батареї [Електронний ресурс] // uk.wikipedia.org. – 2023. – URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%8F_%D0%B1%D0%B0%D1%82%D0%B0%D1%80%D0%B5%D1%97

51. Можливості та проблеми розвитку індустрії зберігання енергії та динамічної переробки літєвих батарей [Електронний ресурс] // iflowpower.com. – 2022. – URL: <https://www.iflowpower.com/uk/a-news-opportunities-and-challenges-of-energy-storage-industry-development-and-dynamic-lithium-battery-recycling>

52. Вибір інвертора 48 В -220 В [Електронний ресурс] // prom.ua. – 2023. – URL: <https://prom.ua/Inventory-48-220v.html>

ДОДАТКИ

Додаток А

(обов'язковий)

Протокол перевірки МКР на наявність текстових запозичень

**ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ**

Назва роботи: « Автоматизація процесу заряджання портативної зарядної станції»Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)Підрозділ КСУ, ФІТА
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unicheck

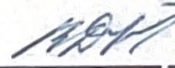
Оригінальність 96,8% Схожість 3,2%

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне)


✓ Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.

Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її автора. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.

Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку  Володимир ДУБОВОЙ
(підпис) (прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

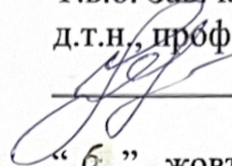
Автор роботи  Дмитро ПОРФЕНЮК
(підпис) (прізвище, ініціали)Керівник роботи  Марія ЮХИМЧУК
(підпис) (прізвище, ініціали)

Додаток Б
(обов'язковий)

ВНТУ

ЗАТВЕРДЖЕНО

Т.в.о. Зав. кафедри КСУ ВНТУ,
д.т.н., проф.


Марія ЮХИМЧУК

" 6 " жовтня 2023 р.

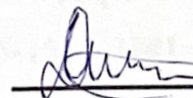
ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на виконання магістерської кваліфікаційної роботи

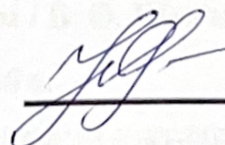
Автоматизація процесу заряджання портативної зарядної станції

08-33.МКР.016.00.000 ТЗ

Студент групи 2АКІТ-22м


Дмитро ПОРФЕНЮК

Керівник д.т.н., доцент, т.в.о. зав. каф. КСУ


Марія ЮХИМЧУК

Вінниця 2023

1. Назва та галузь застосування

1.1. Назва – Автоматизація процесу заряджання портативної зарядної станції

1.2. Галузь застосування – офіси, житлові приміщення, магазини.

2. Підстава для проведення розробки.

Тема магістерської дипломної роботи затверджена наказом по ВНТУ №247 від 18. 09. 2023р.

3. Мета та призначення розробки.

Метою магістерської кваліфікаційної роботи є створення пристрою на основі існуючого програмного та апаратного продукту. Підвищення ефективності заряджання, розширення функціональних властивостей, зменшення собівартості готового продукту для споживача.

4. Джерела розробки.

Магістерська кваліфікаційна робота виконується вперше. В ході проведення розробки повинні використовуватись такі документи:

1. М. С. Юхимчук Розробка математичних моделей аналізу впливу параметричних збурень на стійкість автоматичних систем з логічними управляючими пристроями / М. С. Юхимчук, А. І. Деркач // Вісник Вінницького політехнічного інституту. - 2016. - № 2. - С. 145-151. - URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vvpi_2016_2_27
2. В. О. Шевченко Огляд основних технологій бездротової зарядки накопичувачів енергії для малопотужних систем / В. О. Шевченко, Б. П. Пахалюк, О. О. Гусев // Чернігів : ЧНТУ. – 2018. – 133-146 с.
3. В. В. Грабко ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН Частина IV. Трансформатори систем / В. В. Грабко, М. П. Розводюк, С. М. Левицький // навчальний посібник. – Вінниця : ВНТУ. – 2008. – 221 с.

5. Вимоги до розробки.

5.1. Перелік головних функцій:

- Вивчення характеристик розробки
- Вивчення можливостей приладу

5.2. Основні технічні вимоги до розробки.

5.2.1. Вимоги до програмної платформи:

- WINDOWS 10;
- Google Chrome 101.
- Мережа 220В.
- Вимкнене світло.
- Температура повітря від -20 °С до 60 °С
- Arduino 1.8.16

5.2.2. Умови експлуатації системи:

- робота на ПК;
- дані оновлюються і є актуальними.
- можливість цілодобового функціонування системи;

6. Стадії та етапи розробки.

6.1 Пояснювальна записка:

- Аналіз технічного завдання «16» вересня 2023 р.
- Аналіз методів, принципів, підходів і засобів реалізації задачі автоматизації процесами в об'єкті управління відповідно до теми кваліфікаційної роботи. Постановка задач дослідження «03»_09__2023 р.
- Аналіз технічного завдання «16» вересня 2023 р.
- Аналіз сучасних технологій автоматизацій «17» вересня 2023 р.
- Автоматизація процесу заряджання портативної зарядної станції в умовах виключення світла «18» вересня 2023 р.
- Розвиток ідустрії портативних батарей «19» вересня 2023 р.

6.2 Графічні матеріали:

- Створення структури програмного забезпечення «23» вересня 2023 р.
- Опис інтерфейсу «1» жовтня 2023 р.

- Створення блок-схем «5» листопада 2023 р.
- Тестування програмного забезпечення «16» листопада 2023 р.

7. Порядок контролю і приймання.

- 7.1. Хід виконання роботи контролюється керівником роботи. Рубіжний контроль провести до «28» 11 2023 р.
- 7.2. Атестація МКР здійснюється на попередньому захисті. Попередній захист магістерської кваліфікаційної роботи провести до «16» 12 2023 р.
- 7.3. Підсумкове рішення щодо оцінки якості виконання роботи приймається на засіданні ЕК. Захист магістерської кваліфікаційної роботи провести до «20» 12 2023 р.

Додаток В
(довідковий)

Фрагмент лістингу програмни

```
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>

const int RELAY_PIN_V = 7; // Пін реле для контролю напруги
const int RELAY_PIN_T = 8; // Пін реле для контролю температури
const int SENSOR_PIN_V = A0; // Пін датчика напруги
const int SENSOR_PIN_T = 2; // Пін датчика температури

// Порогові значення вольтажу та температури
const float VOLTAGE_MAX = 49.8; // Максимальна напруга зарядки, В
const float VOLTAGE_MIN = 39.6; // Мінімальна напруга зарядки, В
const float TEMPERATURE_MAX = 45.0; // Максимальна температура зарядки, °C
const float TEMPERATURE_MIN = 1.0; // Мінімальна температура зарядки, °C
const float DIVIDER_RATIO = 11.0; // Коефіцієнт дільника напруги

// Створить об'єкти OneWire і DallasTemperature
OneWire oneWire (SENSOR_PIN_T);
DallasTemperature sensor (&oneWire);

float voltage; // Напруга батареї, В
float temperature; // Температура батареї, °C
int relay_state_v; // Стан реле для контролю напруги
int relay_state_t; // Стан реле для контролю температури

void setup() {
```

```
// Ініціалізація з'єднання
Serial.begin(9600);

// Ініціалізація датчика температури
sensor.begin();

pinMode(RELAY_PIN_V, OUTPUT);
pinMode(RELAY_PIN_T, OUTPUT);
// Початковий стан реле як піднятий
digitalWrite(RELAY_PIN_V, HIGH);
digitalWrite(RELAY_PIN_T, HIGH);
}

void loop() {
    // Зчитуємо напругу з датчика
    int sensorValue = analogRead(SENSOR_PIN_V);
    // Перетворення значення датчика на напруги
    voltage = sensorValue * (5.0 / 1023.0) * DIVIDER_RATIO;

    // Зчитуємо температуру з датчика
    sensor.requestTemperatures();
    temperature = sensor.getTempCByIndex(0);

    // Порівняння напруги і температури з порогоми
    if (voltage > VOLTAGE_MAX) {
        // Реле для контролю напруги в опущено
        digitalWrite(RELAY_PIN_V, LOW);
        delay(100);
    }
    else (voltage < VOLTAGE_MAX) {
```

```
// Реле для контролю напруги в піднято
digitalWrite(RELAY_PIN_V, HIGH);
delay(100);
}

if (temperature >= TEMPERATURE_MAX) {
    // Реле для контролю температури в опущено
    digitalWrite(RELAY_PIN_T, LOW);
    delay(100);

}
else (temperature > TEMPERATURE_MIN) {
    // Реле для контролю температури в піднято
    digitalWrite(RELAY_PIN_T, HIGH);
    delay(100);
}
delay(300);

}
```

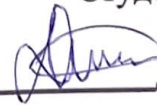

Додаток Г
(обов'язковий)

ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ЗАРЯДЖАННЯ ПОРТАТИВНОЇ ЗАРЯДНОЇ СТАНЦІЇ

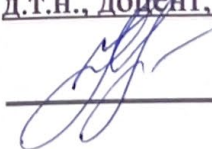
1. Об'єкт, предмет та мета дослідження мкр
2. Актуальність роботи
3. Задачі дослідження
4. Аналітичний огляд переваг та недоліків використання портативної акумуляторної батареї та паливного генератора
5. Стан розв'язання технічної задачі виробниками, аналіз технологій
6. Повторне використання акумуляторів з електромобілів
7. Важливість модульності
8. Ремонтоздатність сучасної техніки
9. Вибір інвертора зображено у таблиці
10. Визначення холостого ходу інвертора 2200w mf display
11. Технічні характеристики акумуляторних батарей зображено у таблиці
12. Технічні характеристики зарядних пристроїв зображено у таблиці
13. Реалізація вимкнення по заданій напрузі
14. Реалізація вимкнення по заданій температурі
15. Реалізація вимикання зарядного пристрою по температурі та напрузі
16. Тестування системи
17. Тестування системи

Студент групи 2АКІТ-22м



Дмитро ПОРФЕНЮК

Керівник д.т.н., доцент, т.в.о. зав. каф. КСУ



Марія ЮХИМЧУК

ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ МКР

- Об'єктом досліджень є підвищення ефективності використання акумулятора, а також додавання «розумних» елементів.
- Предметом досліджень є аналіз аналогічних приладів, виявлення їх недоліків та покращення характеристик.
- Метою магістерської кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності заряджання, розширення функціональних властивостей, зменшення собівартості готового продукту для споживача.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ

- Сьогодні в Україні важке для іт сфери, оскільки постійні вимкнення світла, невідповідність графіків знеструмлення тощо. Щоб залишатись на зв'язку і мати змогу працювати Ecoflow, Bluetti, VanderPower та інші пропонують рішення своїх акумуляторних пристроїв. Кожна з моделей має переваги і недоліки. Для підвищення ефективності заряджання акумуляторних батарей і оптимізації використання було розроблено систему приладів.



ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

- 1. Детальне вивчення існуючої реалізації аналогічних пристроїв.
- 2. Дослідження методів та засобів заряджання акумуляторів.
- 3. Техніко-економічне та науково-технічне обґрунтування загальної конфігурації нового приладу для використання під час блекауту.
- 4. Розробка технічного завдання на науково-дослідну роботу.

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ПЕРЕВАГ ТА НЕДОЛІКІВ ВИКОРИСТАННЯ ПОРТАТИВНОЇ АКУМУЛЯТОРНОЇ БАТАРЕЇ ТА ПАЛИВНОГО ГЕНЕРАТОРА

- Було досліджено різницю використання портативних акумуляторних батарей та твердопаливних генераторів.



СТАН РОЗВ'ЯЗАННЯ ТЕХНІЧНОЇ ЗАДАЧІ ВИРОБНИКАМИ, АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ

- Оскільки використання генераторів в багатоквартирних будинках заборонено з міркувань безпеки. Подальший аналіз відбувався з поглибленим вивченням аналогічних пристроїв акумуляторних портативних батарей.



ПОВТОРНЕ ВИКОРИСТАННЯ АКУМУЛЯТОРІВ З ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

- Досліджено як теплонасос впливає на життя акумуляторної батареї електромобіля. Літєві акумулятори мають знаходитись в чітких проміжках температури для довгих років експлуатації без думок про заміну батареї.



Теплонасос електромобіля tesla model Y

ВАЖЛИВІСТЬ МОДУЛЬНОСТІ

- Чому дуже багато жартів про телефон Нокія 3310? Вона була розроблена з урахуванням минулого негативного досвіду використання попередніх моделей. Що дозволило створити модульний телефон, який в найгіршому сценарію розпадався на 4 частини.
- Кожний елемент системи, в випадку виходу його з ладу можна замінити без умінь в сфері ремонту та електротехніки.

РЕМОНТОЗДАТНІСТЬ СУЧАСНОЇ ТЕХНІКИ

- На зображенні можна спостерігати велику кількість компонентів портативної зарядної станції EcoFlow Delta. Для оптимізації місця, виробники стараються розмістити на досить маленькому місці всі необхідні елементи.
- Проте тягар зменшення ремонтоздатності лягає на плечі користувачів. Ремонт даних пристроїв дуже дорога послуга.

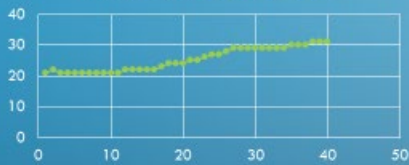


ВИБІР ІНВЕРТОРА ЗОБРАЖЕНО У ТАБЛИЦІ

Назва інвертора	Потужність	Напруга	Форма хвилі	Ефективність	Типи захисту	Додаткові функції	Ціна
ProFix PSW7-3000W	3000 W / 6000 W	48 V DC / 220 V AC	Чиста синусоїда	90%	Перевантаження, коротке замикання, перегрів, перенапруга, низька напруга	Зарядка 35 A, LCD дисплей, USB	18 920 грн.
SMARTEN Brevo 3500W	3500 W / 7000 W	48 V DC / 220 V AC	Чиста синусоїда	92%	Перевантаження, коротке замикання, перегрів, перенапруга, низька напруга, зворотна полярність	LCD дисплей, пульт дистанційного керування, синхронізація з мережею, режим економії енергії	19 010 грн.
GENERGY IFR6000-48	6000 W / 12000 W	48 V DC / 220 V AC	Чиста синусоїда	94%	Перевантаження, коротке замикання, перегрів, перенапруга, низька напруга, зворотна полярність	LCD дисплей, пульт дистанційного керування, Wi-Fi, синхронізація з мережею, регулювання напруги	47 000 грн.
ProFix-3000W	3000 W / 6000 W	48 V DC / 220 V AC	Чиста синусоїда	90%	Перевантаження, коротке замикання, перегрів, перенапруга, низька напруга	LCD дисплей, USB	9 540 грн.
SMARTEN Brevo 5000W	5000 W / 10000 W	48 V DC / 220 V AC	Чиста синусоїда	92%	Перевантаження, коротке замикання, перегрів, перенапруга, низька напруга, зворотна полярність	LCD дисплей, пульт дистанційного керування, синхронізація з мережею, режим економії енергії	32 095 грн.
ProFix-4000W	4000 W / 8000 W	48 V DC / 220 V AC	Чиста синусоїда	90%	Перевантаження, коротке замикання, перегрів, перенапруга, низька напруга	LCD дисплей, USB	12 700 грн.
Назва інвертора	Потужність	Напруга	Форма хвилі	Ефективність	Типи захисту	Додаткові функції	Ціна
WZRELB 3000W	3000 Вт	48 V DC / 220 V AC	Чиста синусоїда	85%	Перевантаження, коротке замикання, перегрів, перенапруга, низький заряд	LCD дисплей, USB	6 500 грн.
МКР3000-482	3000 Вт	48 V DC / 220 V AC B	Модифікована синусоїда	80%	Перевантаження, коротке замикання, перегрів, перенапруга, низький заряд	LED індикатор	3 000 грн.
МКР5000-482	5000 Вт	48 V DC / 220 V AC	Модифікована синусоїда	80%	Перевантаження, коротке замикання, перегрів, перенапруга, низький заряд	LED індикатор	5 000 грн.
2200W MF Display	2200 Вт	48 V DC / 220 V AC	Чиста синусоїда	90%	Перевантаження, коротке замикання, перегрів, перенапруга, низький заряд, зворотна полярність	LCD дисплей, м'який старт	2700 грн.

ВИЗНАЧЕННЯ ХОЛОСТОГО ХОДУ ІНВЕРТОРА 2200W MF DISPLAY

Температура батареї °C



№ теста	Напруга акумулятора В	Тривалість тестування	Струм на амперметрі мА	Потужність Вт	Температура Батареї °C
1	49,8	1 хв	0,1445	7,2 Вт	21
2	49,8	3 хв	0,1445	7,2 Вт	22
3	49,5	1 хв	0,1454	7,1 Вт	21
4	49,2	3 хв	0,1463	7,2 Вт	21
5	49	3 хв	0,1469	7,2 Вт	21
6	48,8	1 хв	0,1475	7,2 Вт	21
7	48,8	2 хв	0,1475	7,2 Вт	21
8	48,6	1 хв	0,1481	7,2 Вт	21
9	48,3	1 хв	0,1490	7,2 Вт	21
10	48,1	1 хв	0,1496	7,1 Вт	21
11	47,9	2 хв	0,1503	7,2 Вт	21
12	47,7	1 хв	0,1509	7,2 Вт	22
13	47,5	2 хв	0,1515	7,2 Вт	22
14	47,3	1 хв	0,1522	7,2 Вт	22
15	47,1	1 хв	0,1528	7,1 Вт	22
16	46,7	1 хв	0,1541	7,2 Вт	22
17	46,5	1 хв	0,1548	7,2 Вт	23
18	46,3	1 хв	0,1555	7,2 Вт	24
19	46,1	1 хв	0,1561	7,2 Вт	24
20	45,9	1 хв	0,1568	7,1 Вт	24
21	45,7	1 хв	0,1553	7,1 Вт	25
22	45,5	1 хв	0,1582	7,2 Вт	25
23	45,3	1 хв	0,1567	7,1 Вт	26
24	45,1	3 хв	0,1596	7,2 Вт	27
25	44,8	1 хв	0,1607	7,2 Вт	27
26	44,6	1 хв	0,1614	7,2 Вт	28
27	44,3	1 хв	0,1602	7,1 Вт	29
28	44,1	1 хв	0,1609	7,1 Вт	29
29	43,9	1 хв	0,1640	7,2 Вт	29
30	43,6	1 хв	0,1628	7,1 Вт	29
31	43,3	1 хв	0,1662	7,2 Вт	29
32	43	1 хв	0,1674	7,2 Вт	29
33	42,7	1 хв	0,1662	7,1 Вт	29
34	42,5	1 хв	0,1694	7,2 Вт	29
35	42,1	1 хв	0,1710	7,2 Вт	30
36	41,7	1 хв	0,1702	7,1 Вт	30
37	41,3	1 хв	0,1743	7,2 Вт	30
38	41	1 хв	0,1756	7,2 Вт	31
39	40,5	1 хв	0,1753	7,1 Вт	31
40	39,6	1 хв	0,1818	7,2 Вт	31

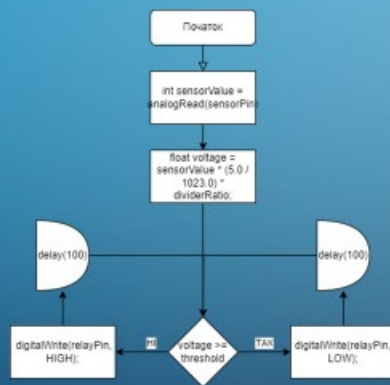
ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ ЗОБРАЖЕНО У ТАБЛИЦІ

Назва та модель	Напруга	Ємність	здоров'я акумулятору	Діапазон температур	Ціна за 1 кВт/год.	Кількість циклів заряду	Тип хімії
Hyundai Sclerity	660 В	18 кВт/год.	96-99%	0°C -50°C	4700 грн.	1500-2000	Li-Ion
Chevrolet Volt	360 В	16 кВт/год.	90-95%	0°C -50°C	7300 грн.	1000	Li-Ion
Nissan Leaf	360 В	24 кВт/год.	45%-55%	0°C -50°C	4800 грн.	200-500	Li-Ion
Вантажні van	3,2 В	0,320 кВт/год.	85-95%	0°C -50°C	11000 грн.	2000	LiFePo
ENERSUN LIFEPO4 48V 100AH	48 В	4,0 кВт/год.	99-100%	0°C -60°C	11250 грн.	3500	LiFePo
LiFePO4 Home Pack	48 В	5,1 кВт/год.	99-100%	0°C -60°C	14341 грн.	6000	LiFePo
Poweronic 18650	3,7 В	0,011 кВт/год.	100%	0°C -50°C	16740 грн.	1500	Li-Ion

ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАРЯДНИХ ПРИБОРІВ ЗОБРАЖЕНО У ТАБЛИЦІ

Модель	Діапазон напруги	Номінальний струм	Тип охолодження	Ціна
Jinyi	30-54,6 В	5 А\год.	активний	670 грн.
logispower	30-58,4В	10 А\год.	активний	2100 грн.
СігмаВольт	30-54,6 В	5 А\год.	активний	1140 грн.
СігмаВольт	30-54,6 В	2 А\год.	пасивний	840 грн.
Jinyi	30-54,6 В	3 А\год.	пасивний	480 грн.

РЕАЛІЗАЦІЯ ВИМКНЕННЯ ПО ЗАДАНІЙ НАПРУЗІ



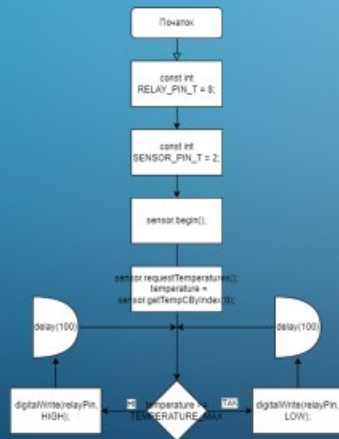
```

Arduino IDE
Файл Правка Сторінка Інструменти Діагностика
Sketch
// Вимір напруги на датчику
int sensorPin = 30; // до порту дії підключений Voltage sensor
const float dividerRatio = 11.4; // Коефіцієнт дільника напруги
const float threshold = 49.8; // Порогова напруга при вимірюванні 50

void setup() {
  Serial.begin(9600); // Ініціалізація порту серіалу
  pinMode(relayPin, OUTPUT);
  digitalWrite(relayPin, HIGH); // вимкнений реле після вимірюв.
}

void loop() {
  // Вимірювання напруги в датчику
  int sensorValue = analogRead(sensorPin);
  // Перетворення значення датчика напруги
  float voltage = sensorValue * (5.0 / 1023.0) * dividerRatio;
  if (voltage == threshold) {
    // Вимірює напругу контролер, встановлює реле в положення вкл/вимкл
    digitalWrite(relayPin, LOW);
    delay(1000);
  }
  else {
    // Вимірює напругу контролер, встановлює реле в вкл/вимкл
    digitalWrite(relayPin, HIGH);
    delay(1000);
  }
  delay(1000); // Чекає 300 мілісекунд до наступного вимірювання напруги
}
  
```


РЕАЛІЗАЦІЯ ВИМКНЕННЯ ПО ЗАДАНІЙ ТЕМПЕРАТУРІ



```
Arduino_Temp05 | Arduino 1.8.16
File Project Setup Instrumentation Diagnostics
MIR_Temp05 $
Arduino IDE | Arduino 1.8
#include <DallasTemperature.h>

const int RELAY_PIN_T = 8; // Pin реле для контролю температури
const int SENSOR_PIN_T = 2; // Pin датчика температури

// Параметри зв'язки з температурою
const float TEMPERATURE_MAX = 40.0; // Максимальна температура керування, °C
const float TEMPERATURE_MIN = 1.0; // Нижня межа температури керування, °C

// Створення об'єкта DallasTemperature
DallasTemperature sensor (<sensor>);

void setup() {
  // Ініціалізація датчика температури
  sensor.begin();

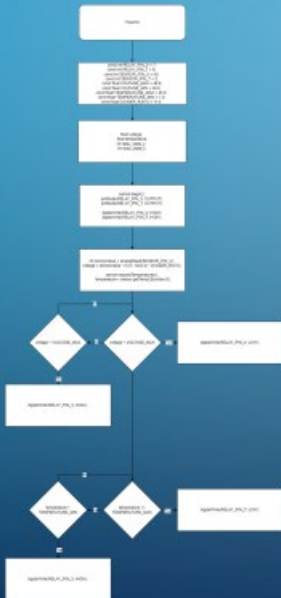
  // Ініціалізація реле
  pinMode(RELAY_PIN_T, OUTPUT);
  digitalWrite(RELAY_PIN_T, HIGH);
}

void loop() {
  // Запит температури з датчика
  sensor.requestTemperature();
  float temperature = sensor.getTempCB(index);

  // Перевірка температури
  if (temperature >= TEMPERATURE_MAX) {
    digitalWrite(RELAY_PIN_T, LOW);
  } else {
    digitalWrite(RELAY_PIN_T, HIGH);
  }

  delay(100);
}
```

РЕАЛІЗАЦІЯ ВИМИКАННЯ ЗАРЯДНОГО ПРИБОРУ ПО ТЕМПЕРАТУРІ ТА НАПРУЗІ



```
// Програма вимикає зарядний пристрій по температурі
const float VOLTAGE_LIMIT = 48.0; // Найвища дозволена напруга, В
const float TEMPERATURE_LIMIT = 55.0; // Найвища дозволена температура, °C
const float TEMPERATURE_OFFSET = 0.5; // Поправка температури датчика, °C
const float DELAY_TIME = 1000; // Час затримки між циклами

// Створює об'єкти OneWire і DallasTemperature
OneWire myOneWire(0x28);
DallasTemperature myTempSensor(myOneWire);

float voltage; // Напруга на виході
float temperature; // Температура датчика
int relayState; // Стан реле (0 - закрито, 1 - відкрито)

void setup() {
  // Ініціалізація порту серіалу
  Serial.begin(9600);

  // Ініціалізація датчика температури
  myTempSensor.begin();

  pinMode(RELAY_PIN, OUTPUT);
  digitalWrite(RELAY_PIN, LOW);
  // Ініціалізація реле (високий рівень - закрито)
  digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH);
  digitalWrite(RELAY_PIN, LOW);
}

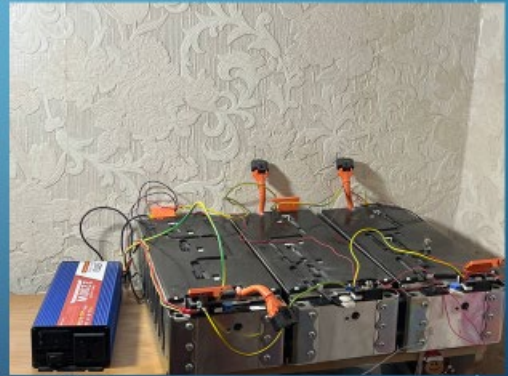
void loop() {
  // Зчитування температури
  float tempC = myTempSensor.getTempC();

  // Ініціалізація напруги
  voltage = analogRead(VOLTAGE_PIN);
  // Перетворення аналогової напруги в вольти
  voltage = voltage * (5.0 / 1023.0) * 1000;

  // Вивід температури та напруги в серіал
  Serial.print("Температура: ");
  Serial.print(tempC);
  Serial.print(" Напруга: ");
  Serial.print(voltage);
  Serial.println();

  // Перевірка умов вимкнення
  if (voltage > VOLTAGE_LIMIT ||
      temperature > TEMPERATURE_LIMIT + TEMPERATURE_OFFSET) {
    // Вимкнення реле
    digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH);
    delay(DELAY_TIME);
  } else {
    // Включення реле
    digitalWrite(RELAY_PIN, LOW);
    delay(DELAY_TIME);
  }
}
```


ТЕСТУВАННЯ СИСТЕМИ



ТЕСТУВАННЯ СИСТЕМИ

