МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
"КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО"

Радіотехнічний факультет
Кафедра прикладної радіоелектроніки

ЗВІТ

З ПЕРЕДДИПЛОМНОЇ ПРАКТИКИ

Виконав:
Студент 4 курсу, групи РА-91
Білоус О.В.
(Прізвище І.П.) Підпис

Звіт прийняли:

Шульга А. В.
(Прізвище І.П. керівника
Підпис практики від підприємства)
«____» _____2023 р.

Головня В. М. _____
(Прізвище І.П. Підпис керівника
практики від кафедри)
«____» _____2023 р.

Київ – 2023 р.

ЗМІСТ

ВСТУП 4
1. АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО СТАНУ ОБ’ЄКТУ 5
1.1 Роль зарядних станцій у сучасних реаліях 5
1.2 Різноманітність зарядних станцій 5
1.2.1 Зарядні станції з дисплеєм 6
1.2.2 Зарядні станції без дисплею 7
1.2.3 Огляд аналогів на ринку 8
1.3 Огляд існуючих рішень 11
1.4 Аналіз технічного завдання 11
2. ОБҐРУНТУВАННЯ СХЕМОТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ 13
2.1 Структурна схема 13
2.2 Схема електрична принципова 14
3. ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРОННОГО МОДУЛЯ 16
3.1 Метод виготовлення плати 16
3.2 Вибір матеріалу плати та обґрунтування вибору припою 16
3.3 Вибір класу точності плати та щільності виробництва 16
3.4 Розрахунок розмірів контактних майданчиків 17
3.5 Розробка плати в програмному забезпеченні Altium Designer 17
3.5.1 Визначення габаритів та параметрів друкованого монтажу 19
3.5.2 Розрахунок ширини друкованих провідників 19
3.5.3 Трасування провідників 19
4. ПРОЕКТУВАННЯ ПРИЛАДУ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЕРГОНОМІКИ 22
5. РОЗРАХУНОК СОБІВАРТОСТІ ПРИЛАДУ 24
ВИСНОВОК 25
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 26

ВСТУП

В даний момент стрімко розвивається техніка та нові технології, які значно полегшують життя. Люди не розлучаються зі своїми гаджетами, адже використовуючи їх ми комунікуємо у сучасному світі[1].

Телефон чи ноутбук є невід'ємним засобом зв'язку з навколишнім світом. Хоч ці пристрої і є дуже важливими, вони можуть просто перестати виконувати свої функції через нестачу заряду в акумуляторі. Зазвичай, зарядити телефон чи ноутбук у місцях відпочинку неможливо або досить незручно через зайняте місце біля розетки чи відсутність блоку живлення або кабелю.

Тому виробники зарядних станцій (ЗС) створили свій продукт – задля комфорту користувача. Хоча цей ринок є ще не розвинутим у нашій країні, в азійських країнах він є досить популярним. Однак, товар, який був створений для азійського користувача може бути достатньо незрозумілим чи незвичним для представники іншої культури. Кожен з представлених на ринку ЗС має як переваги, так і недоліки[2-3]. Якщо коротко описати спільні недоліки, то:

- ЗС є складними пристроями із-за нагромадження непотрібних функцій. Зі складності виробу випливає і ненадійність цілої системи загалом;
- Складність або неможливість ремонту ЗС;
- Відсутність локалізації ЗС (при наявності графічного інтерфейсу).

Враховуючи вище зазначене, метою дипломного проекту є розробка удосконаленої зарядної станції з урахуванням існуючих проблем, а саме: висока ціна, складність ремонту та монтажу, відсутність зручності використання.

1. АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО СТАНУ ОБ'ЄКТУ

Розглянемо роль зарядних станцій в нашому житті, проаналізуємо їх різноманітність та розглянемо аналоги на сучасному ринку.

1.1 Роль зарядних станцій у сучасних реаліях

Що таке взагалі зарядна станція? Це пристрій, за допомогою якого користувач має змогу портативно заряджати свою техніку[4], тобто без доступу до розетки. Основними складовими ЗС є: акумулятор(літій-іонний чи літій-полімерний), корпус та контролери. Контролер складається з: плати, портів та, інколи, світлового індикатора.

Портативний акумулятор, наприклад, у кафе чи ресторані, є дуже чудовою інвестицією, оскільки, буде мати велику користь для відвідувачів, ще й залишить гарне враження про сам заклад. Адже, популярним трендом стає дистанційна робота чи фрілансинг. Тобто люди не мають прив'язки до робочого місця, головне, щоб був ноутбук та доступ до інтернету.

Існує декілька типів зарядний станцій для шерингу акумуляторів: ті що мають відстежування локації акумулятора, та ті що не мають. На мою думку, доцільніше буде використовувати у кафе чи ресторані саме ті акумулятори, що не матимуть функції відстежування. Адже персонал і так буде знати кому віддали пристрій. А ось для громадських місць, такі як ТРЦ чи парки – відстежування є необхідним.

Зарядних станцій для шерингу акумуляторів на українському ринку немає. Проте, найбільш популярні іноземні виробники: *RELINK (КНР), WST (КНР), STW (КНР)*.

1.2 Різноманітність зарядних станцій

Існує декілька видів ЗС, однак виділяють два основні:

1) З дисплеєм;
2) *Без дисплея.*

1.2.1 Зарядні станції з дисплеєм

ЗС з дисплеєм (рис 1.1) являється більш комерційним варіантом, оскільки, краще підходить для роботи в громадських місцях. Їх найчастіше використовують у парках, на майданчиках, фестивалях.

Принцип роботи такої системи: Акумулятори сховані та заряджається кожен у своїй комірці. Клієнт прив’язує свою банківську карту до спеціального терміналу, після чого йому дістається один з акумуляторів. Плата стягується за хвилину користування акумулятором.

Рисунок 1.1 — ЗС з дисплеєм.

Переваги: такий ЗС може відстежувати акумулятори, і при необхідності стягувати штрафи, адже клієнт прив’язує карту банку.

Недоліки: Складність ремонту, необхідність встановлення додатку, висока вартість.

1.2.2 Зарядні станції без дисплею

ЗС без дисплею зазвичай використовують там, де клієнтопотік значно менший, найчастіше у кафе чи ресторані. Цей прилад значно простіше та використовує значно менше електроенергії (рис. 1.2).

Принцип роботи: Акумулятори заряджаються кожен у своїй комірці. При прохані клієнта закладу персонал бере з пристрою акумулятор та відносить клієнту. Клієнт має змогу зразу їм користуватися. Коли клієнт покидає місце, персонал забирає пристрій і ставить його у ЗС, після чого починається зарядка.

Рисунок 1.2 — ЗС без дисплею

Переваги: невелика ціна, зручність та простота користування, ремонтопридатність.

Недоліки: менша кількість одночасних користувачів, відсутність контролю за акумулятором.

1.2.3 Огляд аналогів на ринку

Розглянемо асортимент найпопулярніших ЗС на ринку.

Прилад іноземної компанії «Wanshuntong» (КНР) (рис. 1.3(а)). Компанія була заснована в 2004 році, вона багато років зосереджується на дослідженнях і розробках, виробництві та продажу аксесуарів для мобільних телефонів, таких як мобільні акумулятори, акумулятори для мобільних телефонів, електростанції та зарядні пристрої. Їх продукція зазвичай не дорога.

Отже, можна зробити висновок, що станції «Wanshuntong» розраховані не тільки для комерційного користувача та не виділяються ціною та якістю.

а) б)

Рисунок 1.3 — Зарядні станції (а - Li-polymer battery power banks table; б - STW restaurant portable charger)

Ще один прилад з КНР від «Shenzhen Zhongxinli Electronic» (рис. 1.3(б)). Компанія орієнтована виключно на зарядні станції для комерційного використання (бари, ресторани, кафе). Мають додаток для відстежування стану та місцеположення акумулятора.

Отже, ЗС цієї компанії досить складні та навантажені функціями, з чого виходить що їх досить важно ремонтувати. Мають високу ціну.

На американському ринку доступна зарядна станція Yoobao Wireless Charging Station (рис 1.4). Yoobao - це китайський виробник аксесуарів для

мобільних пристроїв, заснований в 2005 році. Компанія виготовляє різноманітні аксесуари, такі як зарядні пристрої, кабелі, захисні плівки, чохли та інші товари для смартфонів, планшетів, ноутбуків та інших пристроїв. Yoobao має високу репутацію серед споживачів за якість своїх продуктів та надійність. Компанія використовує тільки високоякісні матеріали та передові технології в виробництві своїх товарів.

Рисунок 1.4 - Yoobao Wireless Charging Station

Прилад розрахований на заряджання одразу 5 акумуляторних батарей. Кожна батарея має свій кабель та роз’єм для зарядки приладу. ЗС має ціну $170, що є досить дорогою ціною. Також, оскільки прилад розрахований на американського споживача, він має американський варіант виделки підключення до мережі та розрахований на іншу напругу у цій ж мережі.

Отже, ЗС цієї компанії можуть похвалитися надійністю, але мають високу ціну та не підходять для використання у нашій країні.

Прилад іноземної компанії WST. Shenzhen WanShunTong Science (WST) - це китайська компанія, що спеціалізується на виробництві і розробці технологій для зарядки та зберігання електроенергії. Компанія була заснована в 2004 році, і зараз вона є однією з провідних виробників електроніки у Китаї. Основні продукти WST - це різні типи зарядних пристроїв, батарей та зарядних пристроїв для батарей. Крім того, компанія розробляє інноваційні технології, що сприяють підвищенню продуктивності і технічних характеристик батарей. WST має власні науково-дослідні лабораторії, які дозволяють їм розробляти нові технології та виробляти продукцію відповідно до високих стандартів якості. Компанія також має сертифікати якості, такі як ISO9001, ISO14001 та OHSAS18001.

Прилад WST 8000mAh Multi Functional Power Bank Charging Station (рис.1.5) розрахований на одразу 8 акумуляторних батарей великої ємноті (8000mAh). Найдорожчий прилад з мого переліку аналогів та має ціну $470. Саме ця ЗС робиться тільки для американського ринку, одже має американський варіант виделки та розрахований на відповідну напругу в мережі.

Отже, ця зарядна станція має занадто високу ціну та 8 акумуляторних батарей не є необхідністю, на мою точку зору. Також із мінусів, ЗС має американську виделку, що не дає змогу повноцінно використовувати її у нашій країні.

Рисунок 1.5 - WST 8000mAh Multi Functional Power Bank Charging Station

1.3 Огляд існуючих рішень

Для початку було проаналізовано ринок продукції який вже існує, для доцільності виготовлення своєї ЗС. Як видно, з прикладів вище, кожна станція має свої переваги та недоліки.

1.4 Аналіз технічного завдання

Згідно з технічним завданням потрібно розробити зарядну станцію для акумуляторних батарей. Пристрій розрахований для користування всередині приміщення. Зарядна станція буде розрахована на максимум 5 акумуляторних батарей Xiomi Redmi Power Bank 10000mAh (VXN4305GL). Кожна з батарей буде заряджатися використовуючи струм величиною 2А. Отже доцільно

розробити таку схему та підібрати компоненти так, щоб можна було забезпечити заряджання таким струмом.

Зарядна станція містить:

1) Друковану плату з компонентами (200 х 100 мм), яка становлення всередині корпусу на спеціально визначеному місці. Плата містить екран, для перегляду ступені заряду кожного з АКБ.
2) Блок живлення 10А та за розмірами не більше (84 х 58 х 38 мм). Живлення якого відбувається з мережі 220В.
3) Корпус з ABS пластмаси розмірами (224 х 150 х 124 мм).

Пристрій повинен працювати в таких теплових межах (+1℃; +35℃), згідно ГОСТ 15150 УХЛ-5.

2. ОБҐРУНТУВАННЯ СХЕМОТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

Для початку, було розроблено структурну схему для зарядної станції та схему електричну принципову. Розглянемо будову цих схем.

2.1 Структурна схема

Розглянувши аналоги представлені на ринку та визначившись із функціоналом системи, було створено структурну схему зарядної станції.

На рисунку 2.1 показано структурну схему ЗС.

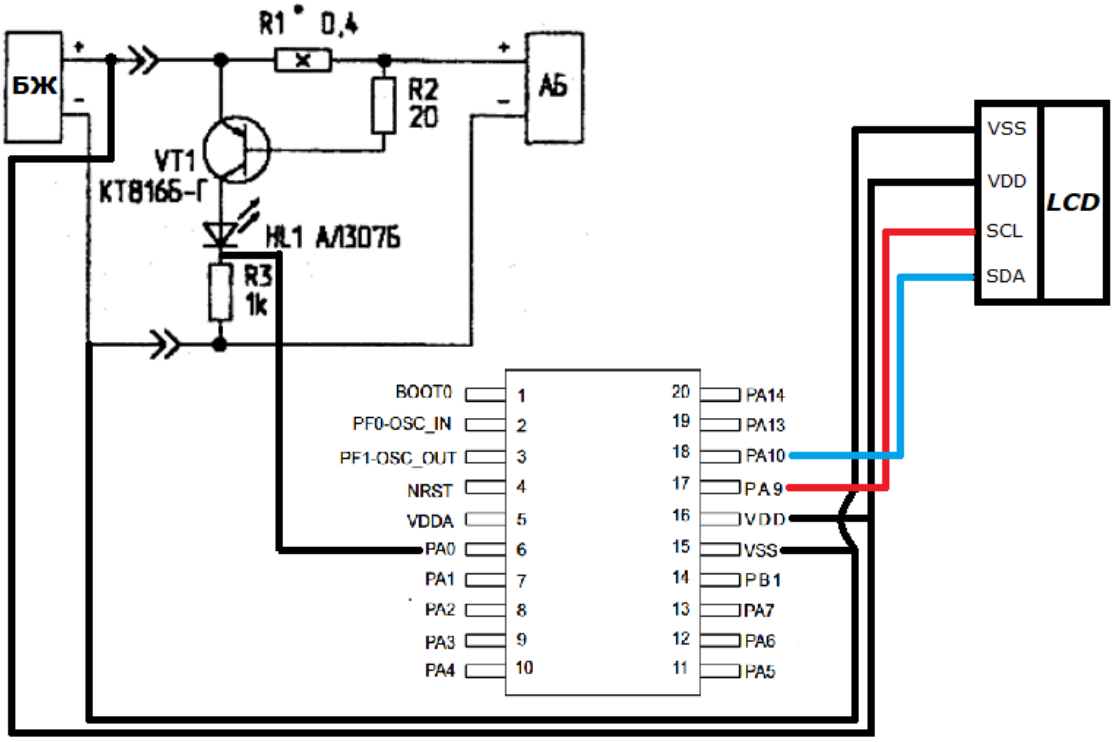


Рисунок 2.1 – Структурна схема

Схема являє собою транзисторний ключ VT1, що вмикає світлодіод HL1, коли через R1 протікає заданий струм. У цьому випадку падіння напруги на резисторі R1 (понад 0,6 В) достатньо для відкривання транзистора VT1 і запалювання HL1. Для конкретного акумулятора номінал R1 підбирають так, щоб світлодіод запалювався за необхідного зарядного струму. За яскравістю його світіння можна приблизно оцінити зарядний струм. Резистор R1 - дротяний, виготовляється з 6...12 витків обмотувального дроту діаметром 1 мм. Можна використовувати дріт з високим питомим опором (ніхром) або

резистор промислового виготовлення, наприклад, ПЕВР-10. Таких каскадів всього 5 штук. При цьому, з кожного з них поступає сигнал до мікроконтролера(pin PA0, PA1,…,PA4, для 1,2,…,5 каскаду відповідно), з якого вже поступає сигнал до Екрану LCD, для відображення ступенів заряду кожного з АКБ.

2.2 Схема електрична принципова

Принципова електрична схема призначена для повного відображення взаємозв'язків пристроїв з урахуванням послідовностей роботи та принципів їх дії. Принципова схема контролера зображена на рисунку 2.2.

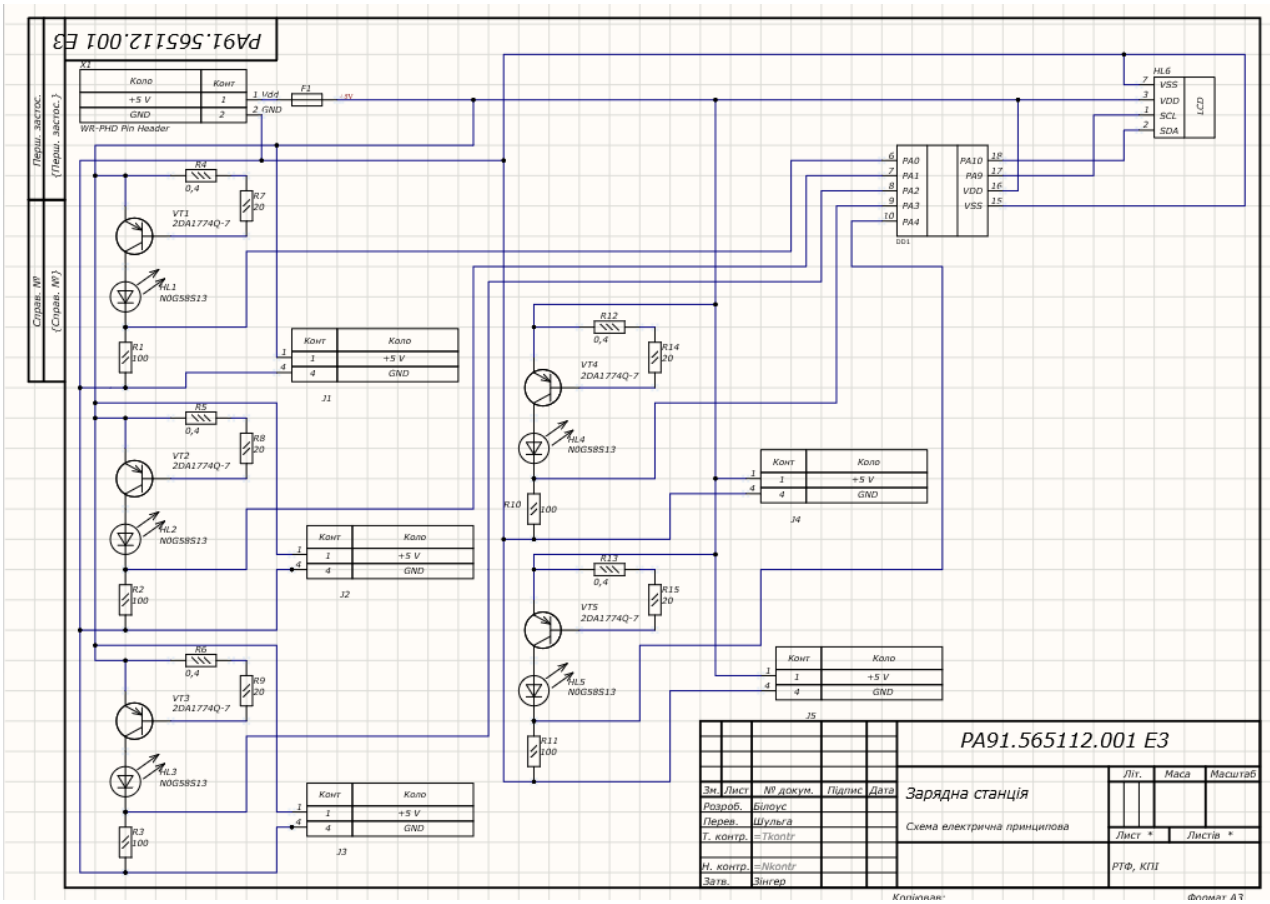


Рисунок 2.2 - Схема електрична принципова

Мікроконтролер був обраний STM32F030F4. Використовується він для обробки сигналу, прийнятого на USB порті, контролю ступенів заряду АКБ та відображенню цієї інформації на екрані. Живлення схеми відбувається за допомогою блока живлення RS-50-5 (5V 10A). За вивід інформації відповідає екран (NHD-C12864A1Z). На екран виводиться така інформація: Ємність

акумуляторної батареї у відсотках, сила струму яка поступає на кожну з батарей, помилки(при наявності).

Пристрій повністю самостійний та не потребує налагодження та контролю, отже керування ним відсутнє.

3. ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРОННОГО МОДУЛЯ

Визначившись з компонентами системи, спроектуємо електричний модуль. Зокрема, визначимо метод виготовлення плати, виберемо матеріал плати і тип припою, виберемо клас точності плати і розрахуємо розміри контактних майданчиків, розрахуємо розміри і параметри друкованої плати, розрахуємо ширину друкованих провідників і проведемо трасування плати.

3.1 Метод виготовлення плати

Оскільки розроблена схема, відповідно до завдання, має велику кількість елементів, як поверхневого, так і вивідного монтажу, ця плата орієнтовно матиме двосторонній монтаж і два шари металізації, тому доцільно виготовляти її комбінованим позитивним методом. Для монтажу елементів на плату використовується технологія пайки. Ця процедура дозволяє отримати повністю нероз'ємне з'єднання деталей шляхом вприскування розплавленого металу.

3.2 Вибір матеріалу плати та обґрунтування вибору припою

Матеріалом плати обрано фольгований склотекстоліт FR-4. Склотекстоліт має високу механічну міцність, термостійкість, низькі втрати, високий поверхневий опір[6].

З міркувань оптимального співвідношення температури плавлення та міцності, доступності, низької ціни було обрано припій LC60.

3.3 Вибір класу точності плати та щільності виробництва

Оскільки плата має штирьові та планарні виводи з високим насиченням поверхні ДП елементами, то клас точності – 3.

3.4 Розрахунок розмірів контактних майданчиків

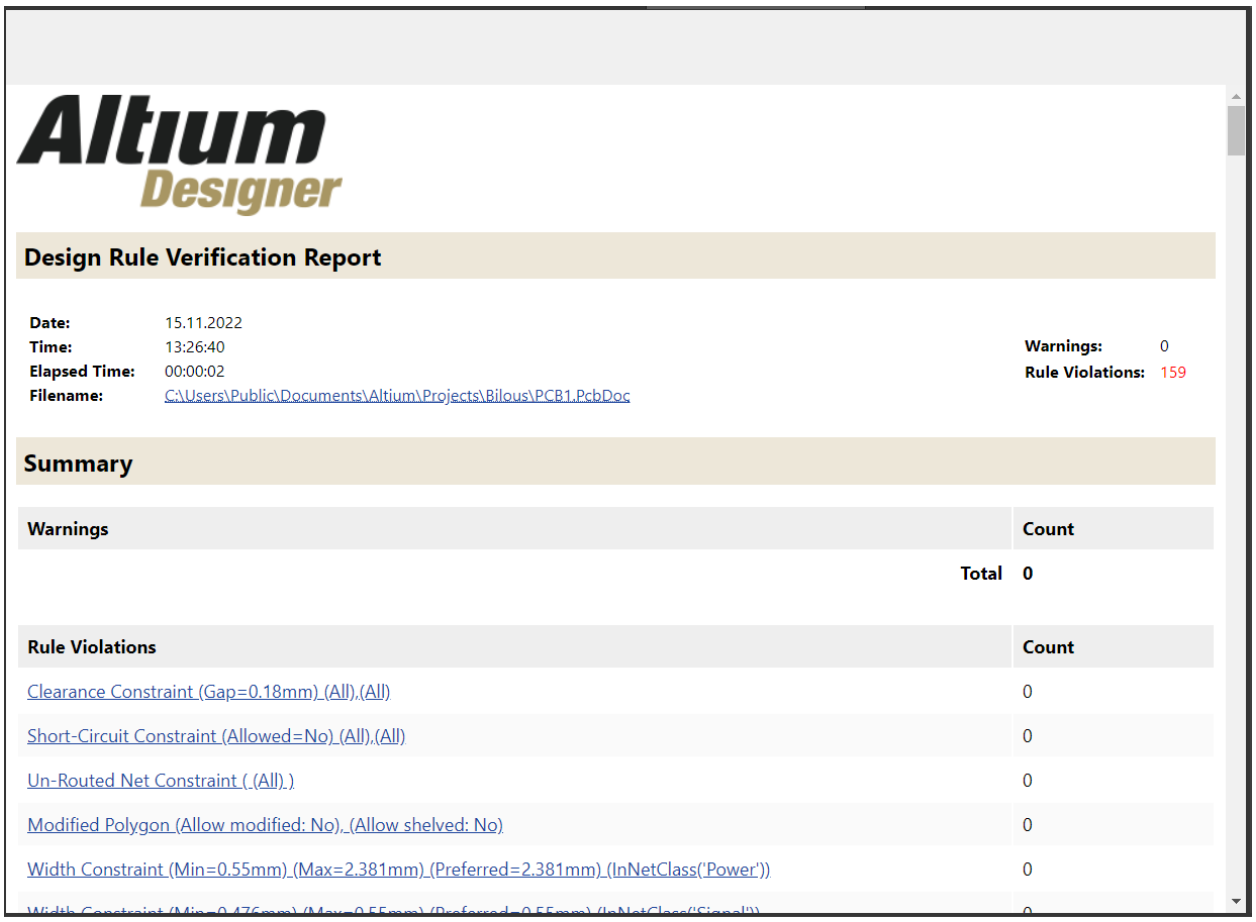
Щоб розрахувати мінімальну площу плати на провідників я дізнавався площу кожного з компонентів, множив на кількість штук на платі та підсумувавши всі, отримав число 5200 мм².

Розрахунок:

- Запобіжник (5х20мм) 1 шт = 100 мм².
- Мікроконтролер (6.5х4.4мм) 1 шт = 28.6 мм².
- Діод (0.5х1мм) 5 шт = 0.5 мм².
- Екран (80х60мм) 1 шт = 4800 мм2.
- Резистор 1206 (1.6х3.2мм) 10 шт = 52 мм2.
- Резистор 0402 (1х0.5мм) 5 шт = 2.5 мм².
- Порти USB (10х3мм) 5 шт = 150 мм².
- Транзистор (2х1.4) 5 шт = 14 мм².
- Пін 1 шт = 10 мм².

3.5 Розробка плати в програмному забезпеченні Altium Designer

У редакторі Altium Designer створюємо попередній вигляд друкованої плати, розміщуємо елементи на платі, а також проводимо трасування. Перевіряємо на помилки та дотримання правил трасування. Після першої перевірки (рис. 3.1) знайдено 159 помилок. Виправивши помилки (рис. 3.2), закінчили розробку друкованої плати.



Altium Designer

Design Rule Verification Report

Date: 15.11.2022
Time: 13:26:40
Elapsed Time: 00:00:02
Filename: C:\Users\Public\Documents\Altium\Projects\Bilous\PCB1.PcbDoc

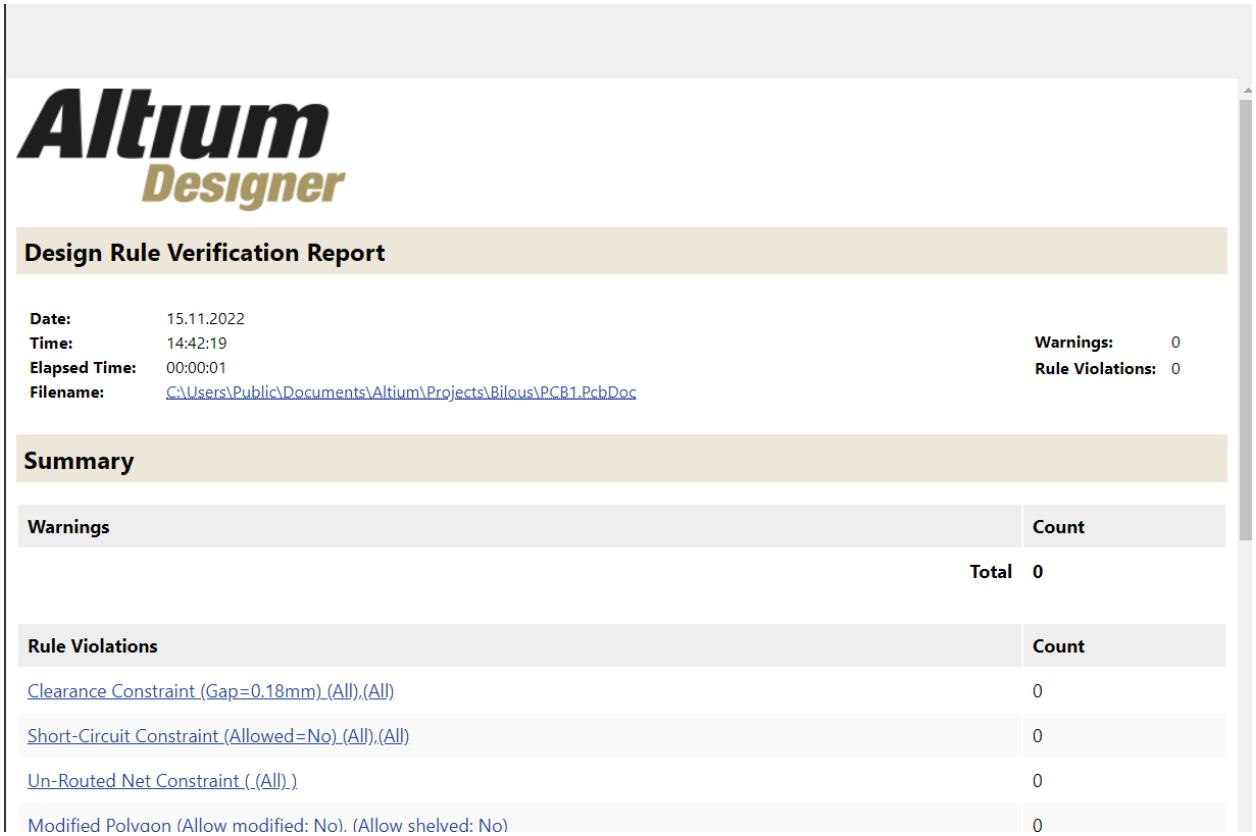
Warnings: 0
Rule Violations: 159

Summary

Warnings	Count
Total	0

Rule Violations	Count
Clearance Constraint (Gap=0.18mm) (All),(All)	0
Short-Circuit Constraint (Allowed=No) (All),(All)	0
Un-Routed Net Constraint ((All))	0
Modified Polygon (Allow modified: No), (Allow shelved: No)	0
Width Constraint (Min=0.55mm) (Max=2.381mm) (Preferred=2.381mm) (InNetClass('Power'))	0

Рис. 3.1 – Результат першої перевірки



Altium Designer

Design Rule Verification Report

Date: 15.11.2022
Time: 14:42:19
Elapsed Time: 00:00:01
Filename: C:\Users\Public\Documents\Altium\Projects\Bilous\PCB1.PcbDoc

Warnings: 0
Rule Violations: 0

Summary

Warnings	Count
Total	0

Rule Violations	Count
Clearance Constraint (Gap=0.18mm) (All),(All)	0
Short-Circuit Constraint (Allowed=No) (All),(All)	0
Un-Routed Net Constraint ((All))	0
Modified Polygon (Allow modified: No), (Allow shelved: No)	0

Рис. 3.2 – Результат фінальної перевірки

3.5.1 Визначення габаритів та параметрів друкованого монтажу

Компоновка плати зроблена з міркувань зручності користування та підлаштована під розміри корпуса, так, щоб акумуляторна батарея (power bank), зміг встати на спеціально визначене місце на платі. Отже друкована плата є значно більшою за мінімальну розраховану площу (200 мм х 100 мм). Також на платі присутні нетрасовані області по довшим бокам плати, тому що за ці боки, вона буде триматися і вставлятися у корпус пристрою.

3.5.2 Розрахунок ширини друкованих провідників

Для розрахунку ширини друкованих провідників необхідно знати який максимальний струм та напруга проходять через силові та сигнальні ланцюги. Аналізуючи отримане завдання отримуємо, що для сигнальних провідників I_{max}=0,1А, а для силових I_{max}=5А. Розраховані ширини друкованих провідників показано в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Розрахунок ширини друкованих провідників

Тип лінії	Напруга,В	Струм,А	Ширина пров., мм (у вузькому)	Ширина пров. мм (у широкому)	Зазор,мм
Силова	5	5	2.381	2.381	0.24
Сигнальна	3	0.1	0.46	0.55	0.24

3.5.3 Трасування провідників

Розраховуємо всі параметри плати та встановлення елементів. Розробивши друковану плату, ми будемо її трасувати, тобто створювати доріжки та полігони. Результати трасування у верхньому шарі наведено на рисунку 3.3, у нижньому шарі — на рисунку 3.4.

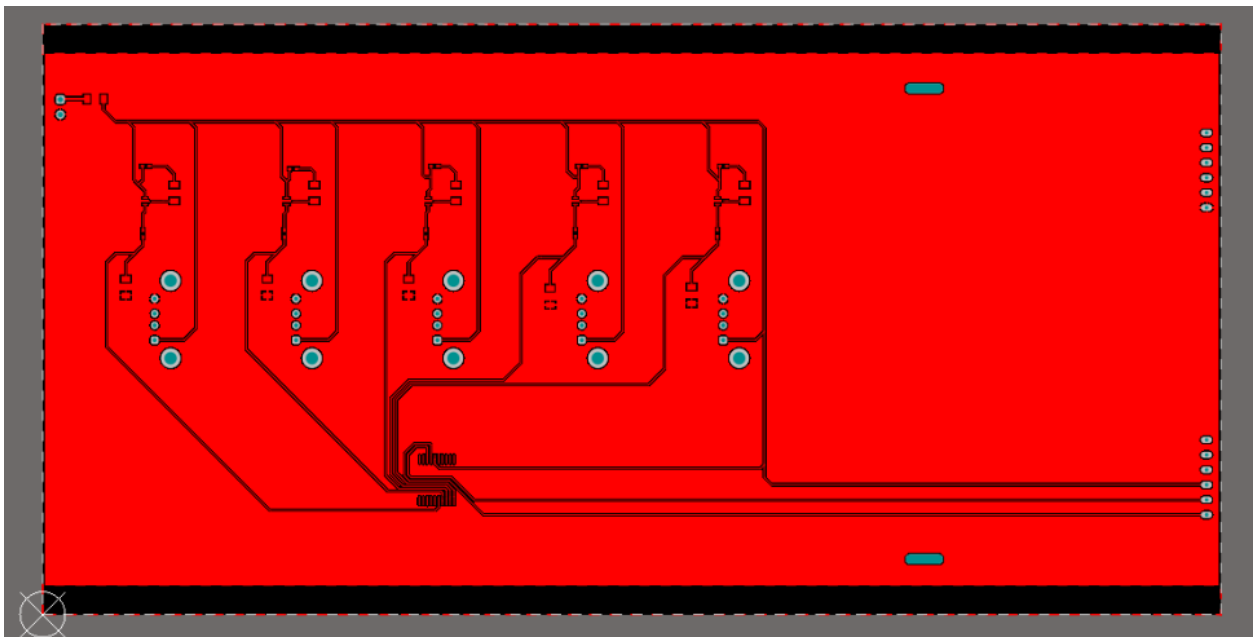


Рисунок 4.3 — Верхній шар трасування

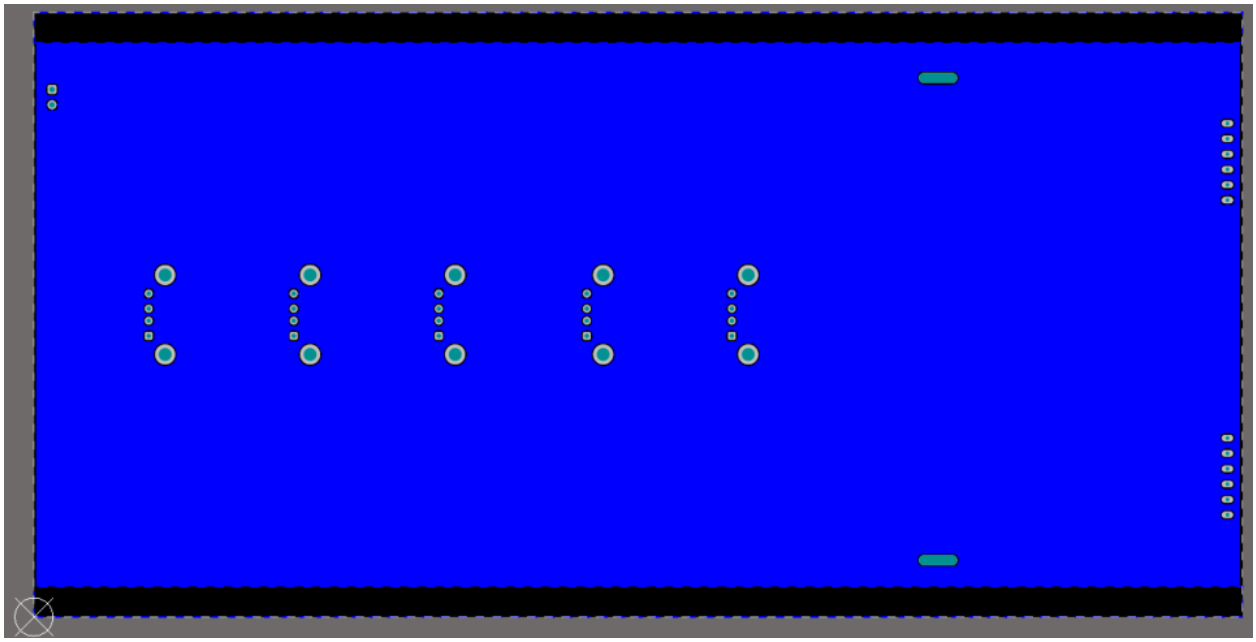


Рисунок 4.4 — Нижній шар трасування

Визначившись з матеріалом плати, класом її точності, методом виготовлення, припоєм, зробивши розрахунки монтажу компонентів, виконавши трасування, робимо модель плати (рис 3.5). Далі проектуємо корпус приладу.

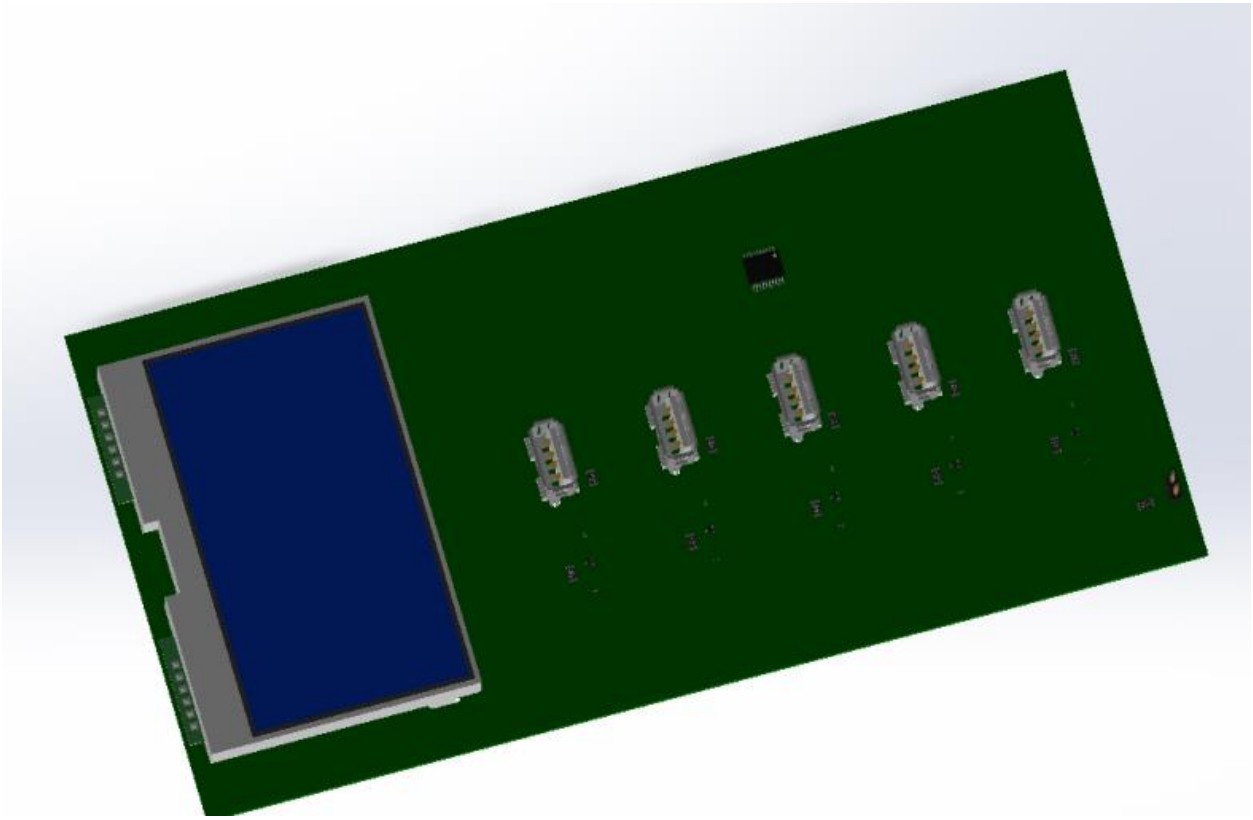


Рисунок 3.5 — Готова модель плати

4. ПРОЕКТУВАННЯ ПРИЛАДУ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЕРГОНОМІКИ

Пристрій являє собою коробку з отворами зверху, для вставляння акумуляторів. З переду знаходиться отвір для підключення пристрою до мережі 220В, та віконце для екрану (рис 4.1). До 5 акумуляторів можуть заряджатися одночасно.

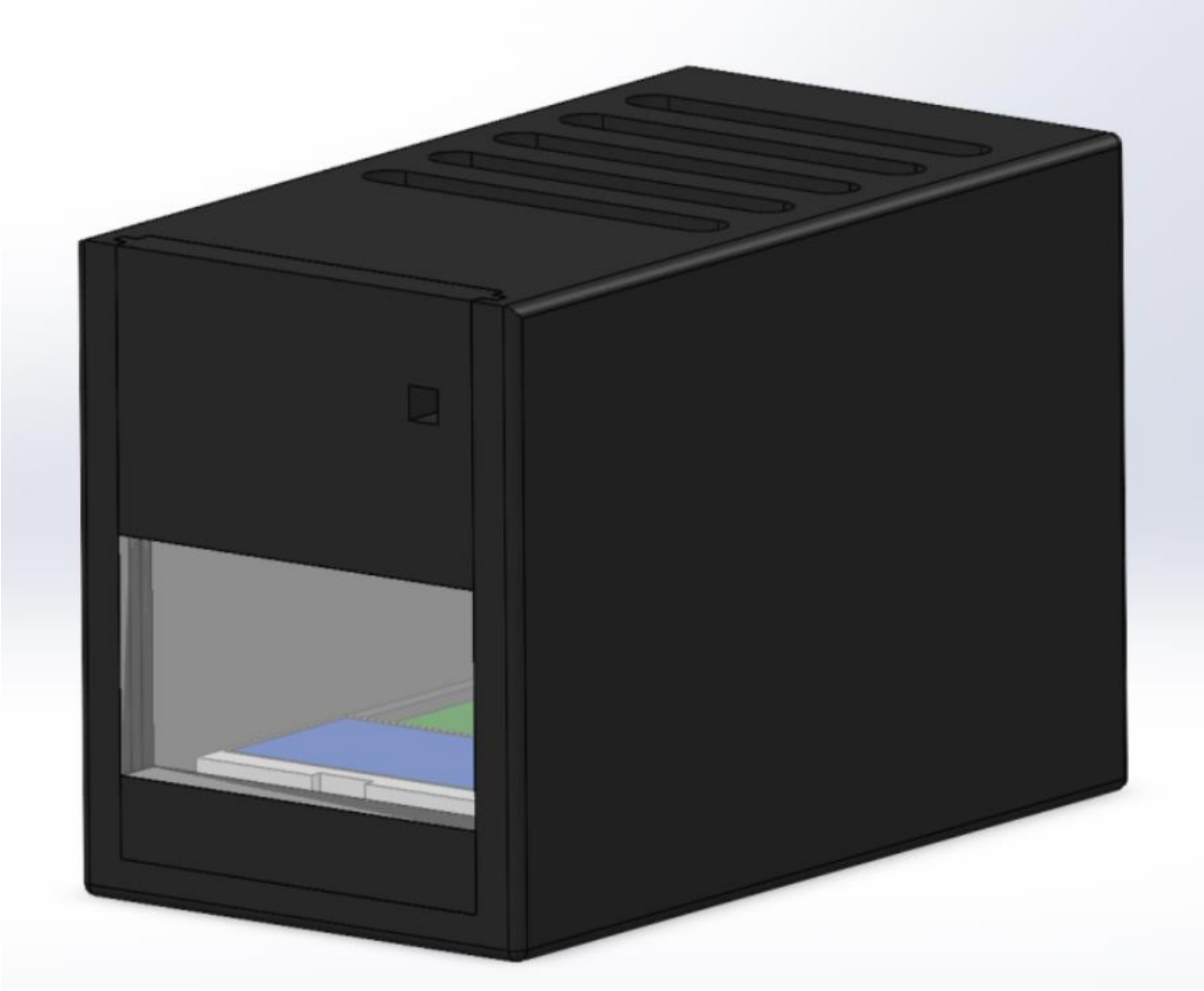


Рисунок 4.1 – Візуалізація корпуса в середовищі SolidWorks

Корпус виконаний з ABS пластмаси чорного кольору (224 х 124 х 150 мм). Пристрій повинен працювати в таких теплових межах (+1℃; +35℃), згідно ГОСТ 15150 УХЛ-5.

Були досліджені антропометричні параметри людини з урахуванням наступних чинників:

Долоня:

Середньостатистичний чоловік:

— Довжина близько 19.3 см

— Ширина близько 8.4 см;

Середньостатистична жінка:

— Довжина близько 17.3 см

— Ширина близько 7.4 см.

Пальці:

Великий: 7-8 см в довжину, 2-2.5 см в діаметрі

Вказівний: 6-7 см в довжину, 1.5-2 см в діаметрі

Зарядна станція була експортована в середовище Siemens NX, де я дослідив комфорт середньостатистичного користувача (рис. 4.2):

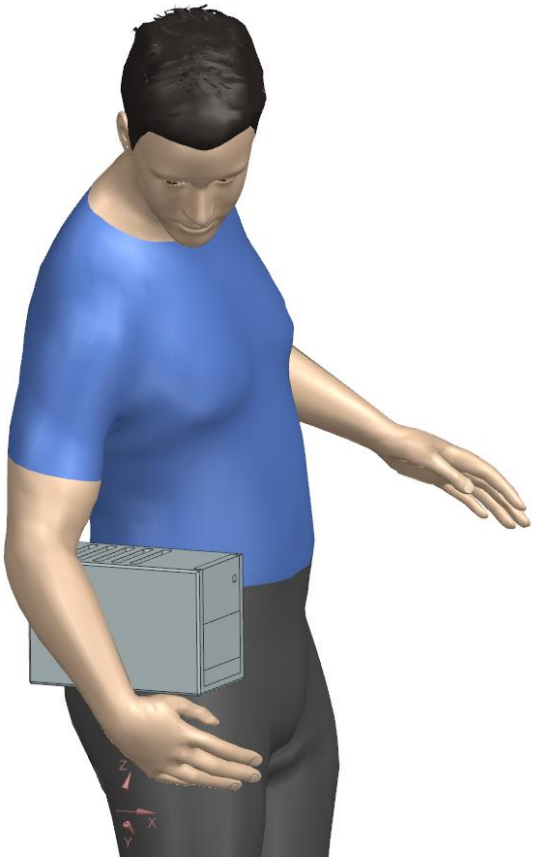


Рис. 4.2 – Антропометричне дослідження

5. РОЗРАХУНОК СОБІВАРТОСТІ ПРИЛАДУ

Було розраховано собівартість ЗС, яка сягнула 1534.5 грн (табл 5.1).

Зазначу, що ця сума не остаточна, треба додати вартість акумулятоних батарей Xiomi Redmi Power Bank 10000mAh (VXN4305GL), по 389 грн кожен. Заголом сума зарядної станції з акумуляторними батареями (5 шт.) досягнула 3480 грн.

Табл 5.1 – Розрахунок собівартості зарядної станції

Пункт	**Вартість (грн)**
Лиття корпусу	300 (ціна залежить від партії)
Друк плати	70
Блок живлення	200
Мікроконтролер	45
Екран	700
Транзистори	175
Резистори	12
Діод	3
Роз'єми	28
Запобіжник	1.5
Загальна сума	**1534.5**

ВИСНОВОК

У ході виконання даного дипломного проекту були проведені наступні етапи: аналіз існуючих приладів та ринку, обґрунтування схемотехнічного завдання, розробка конструкції та конструктивних елементів, проектування електронного модулю, проектування приладу та розробка його дизайну.

Під час аналізу існуючих приладів та ринку були вивчені технічні характеристики та функціональні можливості схожих пристроїв. На основі отриманих даних була сформульована мета проекту та визначені основні вимоги до розроблюваного приладу. Обґрунтування схемотехнічного завдання передбачало вибір оптимальної схемотехнічної реалізації, з урахуванням вимог щодо продуктивності, надійності та економічності. Були враховані особливості взаємодії компонентів. Розробка конструкції та конструктивних елементів включала проектування корпусу, розташування та кріплення елементів, обґрунтування вибору матеріалів і технологій виготовлення. Проектування електронного модулю включало розробку принципової схеми, вибір елементної бази, розміщення компонентів на платі, трасування з'єднувальних доріжок. Були використані сучасні методи проектування та інструменти для моделювання та аналізу електричних схем. Проектування приладу та розробка його дизайну передбачали виконання роботи з розробки зовнішнього вигляду приладу. Були враховані ергономічні принципи, естетичні вимоги, функціональні особливості та вимоги до захисту від небажаних впливів зовнішнього середовища. Дизайн приладу був втілений у вигляді трьохвимірної моделі, що демонструє зовнішній вигляд приладу з різних кутів.

Отже, у процесі розробки були використані сучасні методи, підходи та інструменти, що дозволили досягти високої якості та ефективності роботи. Також, розробка плати та моделі корпуса, підбір елементної та застосовані технології дали можливість значно здешевити даний пристрій у порівнянні з уже існуючими, що збільшить попит на даний продукт.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Електрохімічна енергетика: свинцеві акумулятори: улаштування, виробництво, розрахунки : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / В. Г. Нефедов, Ю. В. Поліщук ; Міністерство освіти і науки України, ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет». — Дніпро.
2. Основи будови та експлуатації акумуляторних батарей : навч. посіб. / М. Б. Шелест, П. І. Гайда ; М-во освіти і науки України, Сум. держ. ун-т. — Суми.
3. Системи акумулювання і перетворення енергії відновлювальних джерел : дис. д-ра техн. наук : 05.14.08 / Кудря Степан Олександрович ; НАН України, Інститут електродинаміки. — К., 1996. — 549 л.
4. Uninterruptible Power Supply (UPS) Battery Work: Usage, Different Types, and More. *JYC Battery* (17 серпня 2022)
5. How does an Uninterruptible Power Supply (UPS) work?. Carlson, Zack (10 вересня 2015)
6. How to calculate battery run-time when design equipment using batteries; Battery Technical Resources for Design Engineers from PowerStream. www.powerstream.com.