

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

«бакалавр»

(назва освітнього ступеня)

---

на тему:

«Велоспідометр з живленням від сонячної батареї»

Виконав(ла): студент(ка) IV курсу, групи РАс - 41  
спеціальності 172 “Телекомунікація та радіотехніка”

(шифр і назва спеціальності)

\_\_\_\_\_ Кудрик Є.К.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник \_\_\_\_\_ Яськів В. І.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Велоспідометр з живленням від сонячної батареї». Кваліфікаційна робота бакалавра// Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії, група РАС-41. // Тернопіль, 2023р. //с.- 97, рис.- 41, табл.- 5, бібліог. – 39, додат.- 23.

Ключові слова: ВЕЛОСПІДОМЕТР, ЖИВЛЕННЯ ВІД СОНЯЧНОЇ БАТЕРЕЇ, ТЕХНІЧНІ ПАРАМЕТРИ, ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ, УМОВИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ, СОБІВАРТІСТЬ, ЕЛЕКТРИЧНА ПРИНЦИПОВА СХЕМА, ЕЛЕМЕНТНА БАЗА.

У роботі описано розробку велоспідометра з додатковим живленням від сонячної батареї. Проведено якісну та кількісну оцінку технологічності, визначено умови експлуатації. У спеціальній частині роботи розкрито призначення та область застосування велоспідометра, описано принцип роботи по електричній принциповій схемі, виконано розрахунок електричних параметрів окремих каскадів та обґрунтування виробу і опис конструкції.

Основні техніко - експлуатаційні характеристики:

Напруга живлення пристрою, В.....	3,6...5;
Максимальний струм споживання, мА.....	450;
Габаритні розміри ДхШхВ, мм.....	150x149x115;
Маса, г.....	200;
Діапазон робочих температур, °С.....	+5...+50;
Максимальний час роботи, год.....	0...99;
Максимальна відстань вимірювання, км.....	0...999,9;
Максимальна швидкість, км/год.....	0...100.

## ANNOTATION

Topic of the qualification work: "Bicycle speedometer powered by a solar battery." Bachelor's thesis // Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University, Faculty of Applied Information Technologies and Electrical Engineering, group RAc-41. // Ternopil, 2023 // p. - 97, fig. - 41, tab. - 5, bibl. - 39, addendum - 23.

Keywords: BICYCLE SPEEDOMETER, SOLAR POWERED, TECHNICAL PARAMETERS, TECHNOLOGICAL FEASIBILITY, OPERATING CONDITIONS, COST, ELECTRICAL CIRCUIT DESIGN, COMPONENT BASE.

This work describes the development of a bicycle speedometer with additional power supply from a solar battery. A qualitative and quantitative assessment of technological feasibility has been carried out, operating conditions and device cost have been determined. In the special section of the work, the purpose and scope of application of the bicycle speedometer are revealed, the principle of operation according to the electrical circuit diagram is described, calculation of the electrical parameters of individual cascades and justification of the product and description of the construction are carried out.

Main technical and operational characteristics:

Device power supply voltage, V.....	3.6...5;
Maximum power consumption, mA.....	450;
Dimensions LxWxH, mm.....	150x149x115;
Weight, g.....	200;
Operating temperature range, °C.....	+5...+50;
Maximum working time, hours .....	0...99;
Maximum measurement distance, km .....	0...999,9;
Maximum speed, km/h .....	0 ....100.

## **Перелік умовних позначень, символів, скорочень і термінів**

БЖД – безпека життєдіяльності

В – вольт (одиниця вимірювання напруги)

Вт – Ват (одиниця вимірювання потужності)

Гц – герц

ДВ – друкований вузол

ДП – друкована плата

ЕРЕ – електрорадіоелемент

ККД – коефіцієнт корисної дії

мА – міліампер (одиниця вимірювання сили струму)

МК – мікроконтролер

САПР – система автоматизованого проектування

ЧПУ – числове програмоване управління

ЧСС – частота серцевих скорочень

ШИМ – широтно-імпульсна модуляція

GB – літій-іонний акумулятор

HG – індикатор

R – резистор

SPI – Serial Peripheral Interface

TRM – таймер

VT – транзистор

ZQ – резонатор

## ЗМІСТ

Вступ.....	9
1. Основна частина.....	11
1.1. Аналіз технічного завдання.....	11
1.2. Розробка структурної та функціональної схеми пристрою.....	13
1.3. Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми пристрою.....	17
1.3.1. Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів.....	20
1.4. Опис і обґрунтування вибору компонентної бази.....	29
2. Спеціальна частина (САПР).....	52
2.1. Вибір типу конструкції й класу точності ДП.....	52
2.2. Вибір матеріалу основи ДП.....	54
2.3. Вибір габаритних розмірів ДП.....	55
2.4. Розрахунок елементів друкованого монтажу.....	56
2.5. Маркування, захисні шари ДП.....	60
2.6. Технологічний процес виготовлення ДП.....	61
2.7. Розробка друкованої плати.....	62
2.8. Обґрунтування вибору конструкції.....	68
2.9. Оцінка теплових режимів роботи виробу (розрахунок площі радіатора при необхідності).....	71
2.10. Розрахунок надійності проектного пристрою.....	71
2.11. Аналіз технологічності конструкції виробу.....	73
2.12. Компоновка друкованого вузла пристрою (вузла).....	77
2.13. Розробка і оформлення маршрутної технології складання і монтажу друкованого вузла.....	78

					<i>КЕК 2.899.001 ПЗ</i>			
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Велоспідометр з живленням від сонячної батареї</i>  <i>Пояснювальна записка</i>	<i>Літ</i>	<i>Аркцш</i>	<i>Аркцшів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Кудрик Е.К.</i>				7	97	
<i>Перевір.</i>		<i>Яськів В.І.</i>						
<i>Н. контр.</i>								
<i>Рецензент</i>								
<i>Зат. каф.</i>					<i>ТНТУ, ФПТ, каф. РТ</i> <i>гр. РАС-41</i>			

3. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.....	79
3.1. Вплив діяльності людини на довкілля.....	79
3.2 Стихійні лиха та їх класифікація.....	81
Висновки.....	89
Список використаних джерел.....	93
Додатки.....	97

## Вступ

Сьогодні все більше осіб виявляють зацікавленість у використанні велосипедного транспорту. Це пояснюється кількома чинниками, включаючи те, що велосипед є корисним для здоров'я, екологічно чистим та економічно вигідним видом пересування. У великих містах, де інтенсивність транспортного потоку наростає вранці та ввечері, з'являються проблеми зі сповільненням руху автотранспорту, заторами та втратою часу. Використання велосипедів стає одним із рішень цих проблем.

Встановлення додаткового обладнання на велосипеди сприяє покращенню безпеки під час катання. Це включає в себе різноманітні елементи, такі як передні фари, світлові маячки для підвищення видимості, звукові сигнали, а також велосипедні комп'ютери з різними датчиками. Один з найулюбленіших аксесуарів серед них є велоспідометр, який дозволяє контролювати швидкість, оберти педалей, маршрут з використанням геолокації, а також фізіологічні показники велосипедиста, такі як серцевий ритм (ЧСС) і кількість спалених калорій.

Новітні велосипедні комп'ютери, відомі як велоспідометри, складаються з трьох основних компонентів: головної одиниці (комп'ютера), датчика швидкості і датчика каденсу. Вони відстежують кількість обертів колеса і педалей відповідно. Деякі моделі велоспідометрів мають вбудований GPS-навігатор з картами. Велоспідометри можуть бути провідними або бездротовими. Провідні вимагають прокладання кабелів по всьому велосипеду, що може призвести до їх зламання або обриву. У той час як бездротові використовують радіочастотну технологію. Дорожчі моделі використовують "кодований" канал передачі даних, що забезпечує надійний зв'язок навіть в умовах сильного електромагнітного випромінювання або коли їздять у групі. Сучасні велоспідометри мають водонепроникну конструкцію і можуть витримувати невеликі удари. Проте багато з них мають високу

					КЕК 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		9

вартість, яка не завжди виправдовується їх функціональністю, і часто потребують додаткових аксесуарів.

У велоспідометра основна структура складається з трьох ключових компонентів: центральної блокової системи, датчика швидкості та датчика каденсу. Центральна блокова система, яка може бути названа мозком усієї системи, відповідає за збір, обробку та відображення інформації, що надходить від датчиків. Датчик швидкості встановлюється на колесо, тоді як датчик каденсу закріплюється на педалі, і обидва вони реєструють кількість обертів за певний проміжок часу.

Одним з основних відмінних рис нашого велоспідометра є застосування більш надійних технологій зв'язку, які забезпечують стабільний канал зв'язку, навіть в умовах високого рівня електромагнітного випромінювання або під час їзди у групі. Це досягається за допомогою застосування "кодованого" каналу передачі даних, що забезпечує більш надійний зв'язок між велоспідометром та датчиками.

Крім того, наш велоспідометр відрізняється вищою водонепроникністю та стійкістю до ударів, що забезпечує надійність його роботи в екстремальних умовах їзди по гірському рельєфу або в умовах обмеженого освітлення. Більше того, наш велоспідометр має розширені можливості для з'єднання з іншими пристроями, такими як датчик каденсу, датчик швидкості та датчик ЧСС, що дає велосипедистам можливість отримувати додаткову інформацію про їхні показники під час їзди.

Наш велоспідометр підтримує бездротовий зв'язок для обміну даними з іншими пристроями та платформами, що забезпечує велосипедистам зручну та швидко можливість завантажувати свої дані та проводити їх аналіз.

Завдяки всім цим функціям та можливостям, велосипедисти мають змогу отримувати докладну та точну інформацію про свої тренування, що сприяє поліпшенню їхніх результатів та досягненню нових вершин у спортивній діяльності.

					КЕК 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		10



# 1. Основна частина

## 1.1. Аналіз технічного завдання

Згідно з вимогами технічного завдання, наша мета полягає у створенні пристрою, що здатний фіксувати швидкість та часові параметри руху велосипеда, а також фізіологічні показники велосипедиста під час поїздки. Для досягнення цієї мети, пристрій буде обладнаний спеціальними сенсорами, які дозволять виміряти кількість обертів колеса та педалей.

Пристрій також буде включати всі стандартні функції велоспідометра, такі як годинник з відображенням поточного часу та загального часу поїздки, відображення швидкості руху (поточної, середньої та максимальної) і загального пробігу. Проте, наш пристрій буде значно більш водонепроникним та стійким до ударів, що забезпечить додатковий захист в разі нещасних випадків. Для бездротової передачі даних з датчиків, наш пристрій буде оснащений можливістю синхронізації зі смартфоном або комп'ютером за допомогою технології Bluetooth. Це дозволить користувачам зручно зберігати та аналізувати дані про свої поїздки.

Для живлення самого велоспідометра буде використовуватися акумулятор 3,6В-Samsung. Для живлення датчиків окремо будуть використовуватися батарейки типу CR2032 з напругою 3,6В. В конструкції пристрою будуть передбачені спеціальні місця для розміщення елементів живлення.

На основі цих вимог для велоспідометра можна визначити наступні основні параметри та характеристики:

1. Необхідно використовувати сонячну батарею з напругою від 3,6В до 5В, для заряджання акумуляторної батареї під час їзди в денний час.
2. Пристрій повинен споживати не більше 450 мА.
3. Габаритні розміри пристрою повинні бути не більше 225 мм в довжину, 215 мм в ширину та 83 мм в висоту.
4. Маса пристрою повинна бути не більше 200 грам.

					КЕК 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		11

5. Пристрій повинен працювати в діапазоні температур від -5 до +50 градусів Цельсія.

6. Велоспідометр повинен мати дисплей для відображення швидкості, відстані та часу.

7. Пристрій повинен мати можливість вимірювання швидкості в діапазоні від 0 до 100 км/год.

8. Пристрій повинен мати можливість вимірювання відстані в діапазоні від 0 до 999,9 км.

9. Пристрій повинен мати можливість вимірювання часу поїздки в діапазоні від 0 до 99 годин.

10. Пристрій повинен бути водонепроникним та стійким до впливу прямих сонячних променів, а також до пошкоджень, що виникають під час експлуатації велосипеда, такими як вібрації та удари.

11. Пристрій повинен мати можливість автоматичного вимикання для захисту від глибокого розряду акумулятора.

12. Пристрій повинен легко монтуватися на кермо велосипеда та легко видалятися з нього.

13. Пристрій повинен мати можливість зберігати дані про поїздку, які можна переглянути на дисплеї або експортувати на смартфон або комп'ютер за допомогою Bluetooth.

14. Пристрій повинен мати можливість підключення до сумісних додатків на смартфонах для відображення додаткової інформації про поїздку та аналізу даних.

15. Пристрій повинен мати довгий термін експлуатації та надійну роботу з мінімальними витратами на обслуговування.

Одним із можливих вирішень цих проблем може бути використання якісних компонентів та проведення тестування пристрою в різних умовах експлуатації перед випуском на ринок.

					<i>КЕК 2.899.001 ПЗ</i>	Арк
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		12

## 1.2. Розробка структурної та функціональної схеми пристрою.

На основі проведеного аналізу створено функціональну структурну схему (рис.1.1)

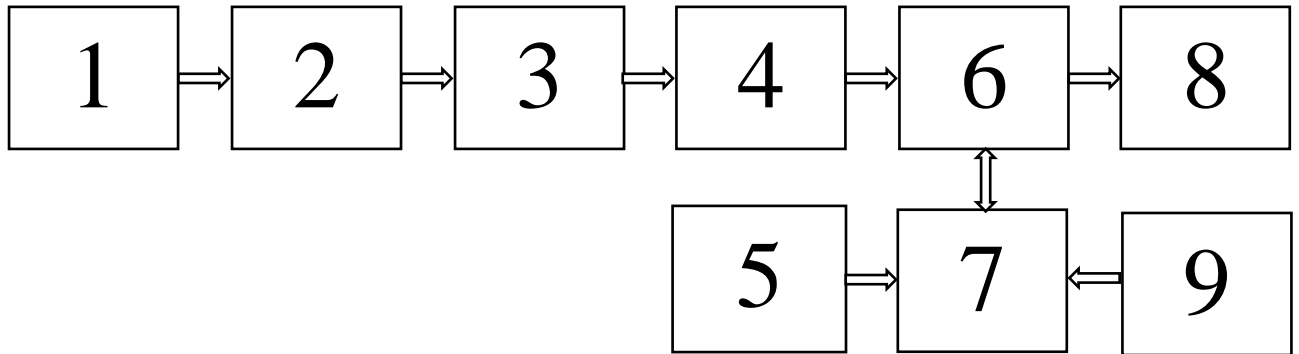


Рисунок 1.1 — Структурна схема велоспідометра з живленням від сонячної батареї.

Структурна схема велоспідометра з живленням від сонячної батареї може бути наступною:

1. Сонячна батарея, що живить літій-іонний акумулятор.
2. Плата захисту акумулятора.
3. Літій-іонний акумулятор G1 з напругою 3,6 В та ємністю 3000 мА.
4. Підвищуючий перетворювач MT3608.
5. Датчик швидкості та каденсу, який передає дані про оберти колеса на МК.
6. Мікроконтролер, що відповідає за збір та обробку даних від сенсорів та розрахунок пройденого шляху.
7. Bluetooth модуль HC-05, забезпечує безпроводний зв'язок по радіо каналу Bluetooth між МК та безпроводними датчиками.
8. Дисплей для відображення інформації про швидкість, пройдений шлях та інші параметри.
9. Датчик ЧСС – використовується для реєстрації показників ЧСС. Даний датчик виконано у формі браслету, який одягається на зап'ястя.

Функціональна схема велоспідометра може бути наступною:

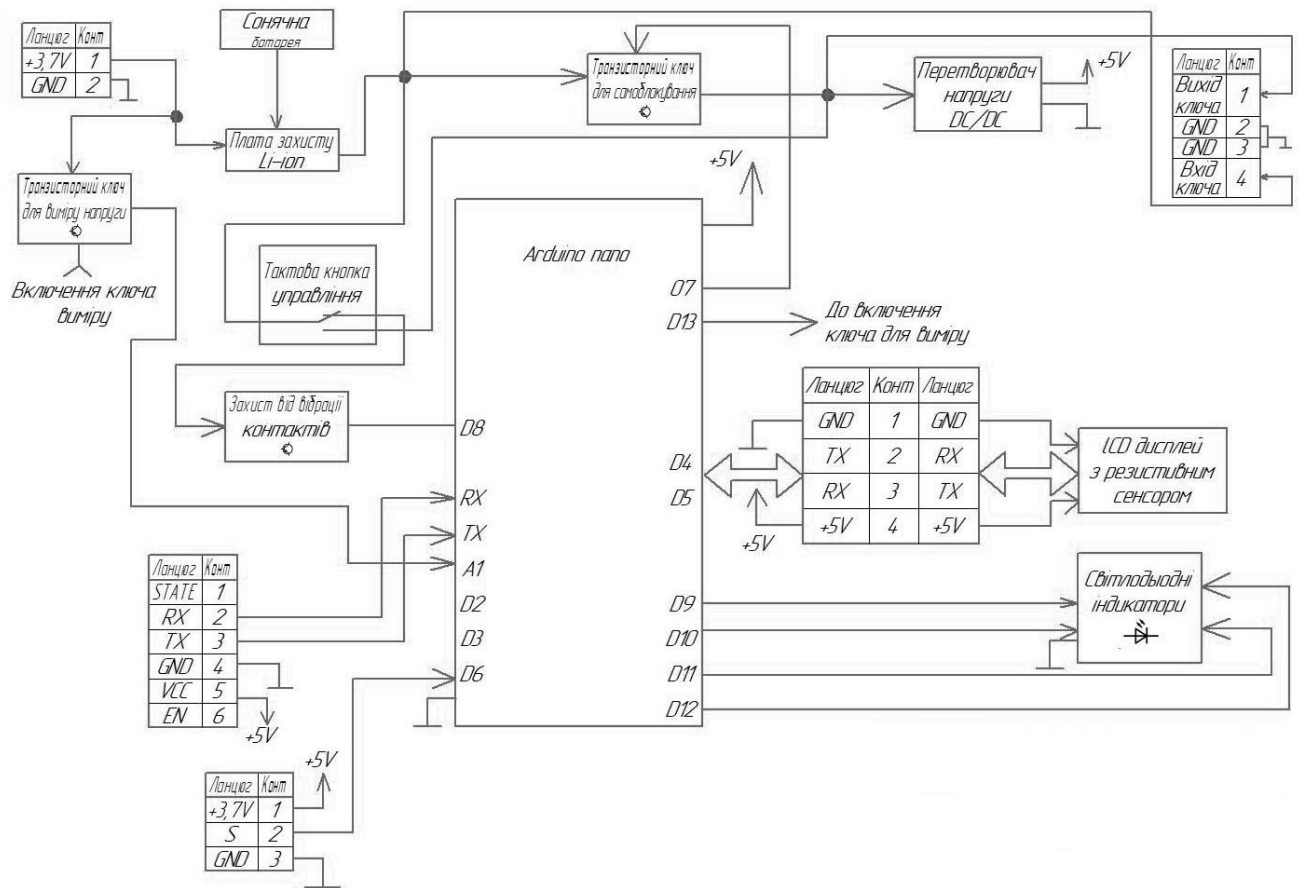


Рисунок 1.2 — Функціональна схема.

Принцип роботи велоспідометра наступний. Згідно функціональної схеми сонячна батарея, через плату захисту живить літій-іонний акумулятор G1. Ця плата потрібна для забезпечення безпечної експлуатації пристрою та запобігання швидкої деградації акумулятора. Плата захисту має включати наступні функції: захист від глибокого розряду, перезаряду, короткого замикання та переплюсовки.

Після цього, напруга поступає до транзисторного ключа, який відповідає за комутацію плюса в схемі. Крім ключа, напруга з акумулятора також подається на тактову кнопку з двома контактами: нормально-замкнутий і нормально-розімкнутий. Нормально-розімкнутий контакт використовується для увімкнення велоспідометра, а нормально-замкнутий контакт використовується для передачі сигналу на МК для подальшої обробки. Для вимкнення велоспідометра або переведення його в режим налаштування та

виведення з цього режиму використовується сигнал логічного нуля. Транзисторний ключ виконує функцію самоблокування та підтримує живлення в схемі, поки воно потрібне, та автоматично відключає живлення, коли воно не потрібне, без необхідності у механічних контактах. Самоблокування - це принцип увімкнення або вимкнення пристрою короткочасним замиканням контактів, таких як кнопки, і він також застосовується для підтримки роботи без жодних фіксацій, таких як тумблери або кнопки.

Після транзисторного ключа VT5 напруга з акумулятора подається на підвищувальний DC/DC перетворювач. Це перетворювач, що перетворює постійну напругу на більшу, ніж вхідна, тому він називається підвищувальним. Підвищувальний перетворювач видає на своєму виході стабільні 5 вольт, які подаються в основну мережу живлення велоспідометра.

З вихідної плати захисту акумулятора отримується напруга для другого транзисторного ключа, який використовується для вимірювання напруги акумулятора МК у схемі. Ця дія необхідна для відстеження рівня заряду акумулятора велоспідометра та демонстрації його користувачеві.

Після того, як користувач натисне на тактову кнопку і викличе її нормально-закритий контакт, сигнал надходить на плату захисту від вібрації контактів. Вібрація - це неприємне явище, яке виникає при замиканні механічних контактів, коли вони не можуть стабільно перемикатися і здійснюють неконтрольовані замикання та розмикання протягом 40-100 мс. Це може стати причиною помилкових вимірювань, тому потрібен захист від вібрації контактів. На рисунку 1.2 зображена схема, яка використовує платформу Arduino та середовище розробки Arduino IDE для програмування МК DD1. МК DD1 виконуватиме основні функції велоспідометра, включаючи вимірювання та обчислення. Таким чином, цей пристрій буде працювати згідно з технічним завданням.

МК збирає та обробляє дані через Bluetooth модуль від датчиків та розраховує пройдений шлях. Безпроводний датчик швидкості SunDing

					<i>КЕК 2.893.001 ПЗ</i>	Арк
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		15

Bluetooth (рисунок 1.3) складається з трьох частин - вимірювального пристрою і двох магнітів. Вимірювач за допомогою двох стяжок встановлюється біля заднього колеса так, щоб педаль проходила поруч із сенсором.

Далі спеціальні магніти одягаються на одну зі спиць і на педаль, при цьому відстань між магнітами і сенсорами не має перевищувати 3 мм (рисунок 1.4).



Рисунок 1.3 – Датчик швидкості.



Рисунок 1.4 – Датчик обертів (каденсу).

Для реєстрації показників ЧСС використовується фітнес браслет Smart Band, або інший.



Рисунок 1.5 — фітнес браслет Smart Band M2

					КЕК 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		16

Даний датчик виконано у формі браслету, який одягається на зап'ястя велосипедиста, реєструє покази ЧСС та відправляє їх по каналу Bluetooth на МК. Попередньо в МК прописані норми ЧСС для кожної вікової групи людей, що дозволяє аналізувати отримані покази та порівнювати їх з нормованими значеннями ЧСС (рис. 1.6).

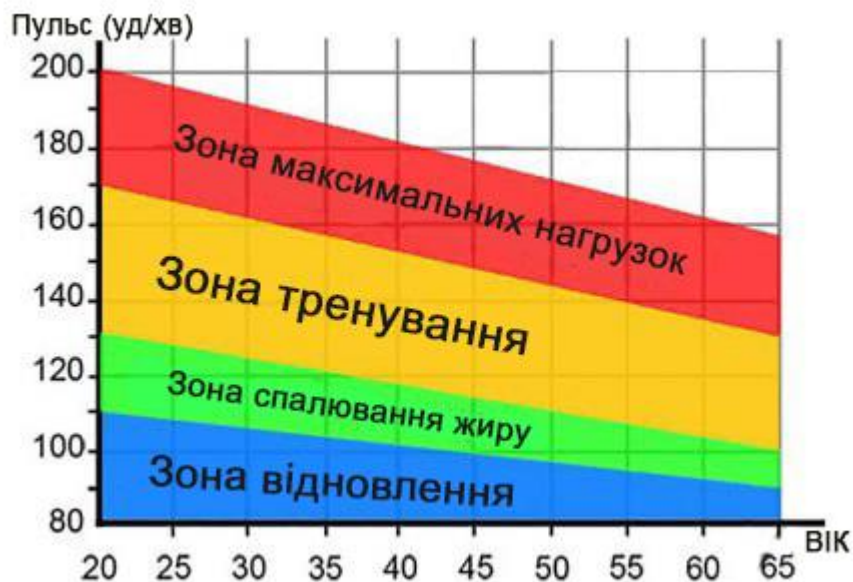


Рисунок 1.6 — Графік зонної діаграми ЧСС від вікового показника.

Дальше дисплей відображає інформацію про швидкість, пройдений шлях та інші параметри.

### 1.3. Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми пристрою.

При проектуванні електричної принципової схеми велоспідометра з живленням від сонячної батареї було вирішено використовувати пакет програм Dip Trace, а саме програму Schematic.

А зараз розглянемо принцип роботи велоспідометра більш детально, згідно електричної принципової схеми (рис. 1.7). Енергія від сонячної батареї подається на плату захисту акумулятора, яка заряджає акумулятор під час їзди в денний час і сонячну погоду, після чого воно проходить через транзисторний ключ, який у закритому стані блокує прохід напруги в схемі. Таким чином,

пристрій перебуває вимкненим, а споживання струму в схемі дорівнює значенню струму саморозряду, вказаному в характеристиках акумулятора. Крім того, до ключа паралельно підключається тактова кнопка з контактами, що знаходяться в нормально розімкненому стані.

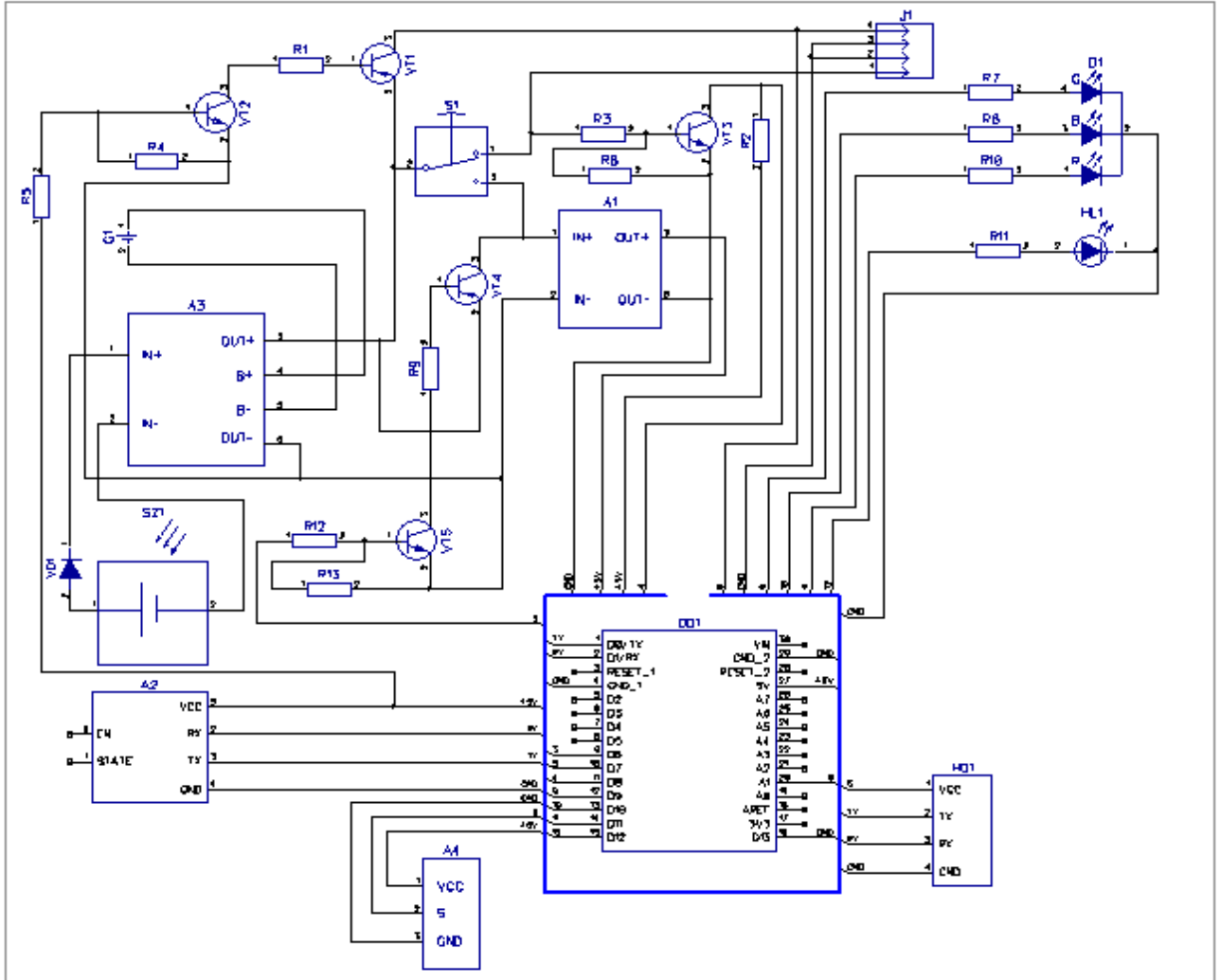


Рисунок 1.7 — Схема електрична принципова.

Якщо нам потрібно увімкнути велоспідометр, натискаємо на тактову кнопку S1 та утримуємо її протягом 1-2 секунд. Після цього пристрій буде увімкненим. Тепер розглянемо як це працює. Під час натискання на кнопку S1, транзисторний ключ з'єднується, тим самим дозволяючи акумуляторній напрузі пройти до підвищувального перетворювача A1. Перетворювач перетворює напругу акумулятора на стабільну 5 вольт, яка подається до

Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата

КЕК 2.899.001 ПЗ



головного живильного ланцюгу пристрою.

МК DD1 вмикається та виконує програму, одним з пунктів якої є відкриття транзисторного ключа. Після цього напруга проходить через ключ, поки його не буде знову закрито. Тому для ввімкнення велоспідометра потрібно всього лише натиснути на кнопку і відпустити її. Це забезпечує принцип самоблокування в схемі.

Коли велоспідометр працює, він отримує дані від датчика температури та вологості A4, а також через Bluetooth модуль A2 отримує дані від датчиків швидкості та каденса і ЧСС відповідно. Отримані дані обробляються МК DD1, після чого швидкість та оберти показуються на дисплеї HG1. Якщо велоспідометр тільки монтується на велосипед, необхідно встановити датчики швидкості та каденса правильно, як було показано вище на (рис. 1.3, 1.4). При увімкненні налагоджувального пристрою світлодіоди показують, чи працюють датчики, що дозволяє встановити або замінити їх без проблем. Після цього можна вимкнути живлення налагоджувального пристрою.

Щоб вимкнути велоспідометр, необхідно утримувати кнопку включення близько 5 секунд до того моменту, коли червоний світлодіод почне світитися. Після цього кнопку можна відпустити, і велоспідометр вимкнеться. Для налаштування датчиків швидкості та каденса і інших параметрів велоспідометра, необхідно перейти в режим налаштування і калібрування, натиснувши кнопку включення на близько 3 секунди, поки зелений світлодіод не загориться. Після активації цього режиму можна налаштувати та зберегти параметри. Щоб завершити процедуру, треба натиснути кнопку включення S1 знову на близько 3 секунди, поки зелений світлодіод не погасне. Після цього велоспідометр можна використовувати для його прямого призначення, а для вимкнення потрібно повторити процедуру, як описано вище.

Окрім цього, було вирішено використовувати літій-іонний акумулятор G1 з напругою 3,6 В та ємністю 3000 мА год, як основне джерело живлення. Акумулятор G1 заряджається від сонячної батареї SZ1 китайського виробництва, яка забезпечує енергією пристрій вдень.

					<i>КЕК 2.899.001 ПЗ</i>	Арк
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		19

Розрахунки схеми виконувались з урахуванням максимального струму використання пристрою, а також вимог до надійності та стійкості до впливу зовнішніх факторів. Було здійснено відповідні розрахунки і вибір компонентів, щоб забезпечити оптимальну роботу пристрою.

### **1.3.1 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів.**

Для забезпечення візуального контролю роботи датчиків швидкості та каденсу велоспідометра, що є важливим при їх установці на колесо або педаль, а також у випадках, коли виникають сумніви у їх правильній роботі, можна використати два підходи: програмний і апаратний.

Один з плюсів апаратного вирішення полягає у тому, що мікроконтролер не потребує обчислювальної потужності та пам'яті для виконання операції візуального контролю датчиків. Однак, цей спосіб має декілька недоліків, зокрема, ускладнення схеми, збільшення кількості радіокомпонентів, що може призвести до ускладнення друкованої плати та зниження надійності пристрою.

Після розгляду цих способів, було вирішено використати програмний спосіб, що спрощує схему. Перевагами такого рішення є спрощена схема, менш складна друкована плата, більша надійність пристрою та менше споживання струму. Мінусом цього варіанту є те, що більше затрат на розрахункові ресурси і ресурси пам'яті МК.

Наступним етапом є підбір світлодіодів і відповідних резисторів. Згідно з планом, потрібно встановити чотири світлодіоди: два для калібрування датчиків швидкості і каденсу, і ще два для системних повідомлень велоспідометра, таких як низький рівень заряду, повний розряд, режим налаштування та процес вимикання.

Розглянемо детальніше саме системні повідомлення. Для попередження про швидку повну розрядку було вибрано метод по черговому вмиканню та вимиканню червоного світлодіода з частотою 1 секунда. Під час попередження про повну розрядку, спочатку по черзі вмикається та вимикається синій світлодіод, а потім червоний світлодіод з частотою менше секунди.

					<i>КЕК 2.899.001 ПЗ</i>	Арк
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		20

Після 10 циклів виконання цього алгоритму велоспідометр повністю вимикається.

Так само під час входу в режим налаштувань велоспідометра загорятиметься та вимикатиметься світлодіод, а під час виконання алгоритму вимкнення - червоний світлодіод буде вмикатися до самого вимкнення пристрою.

Для цього завдання найкраще підійде один RGB світлодіод, плюс до нього - другий світлодіод. Другий світлодіод потрібний для того, щоб забезпечити безперервний візуальний контроль за роботою пристрою. RGB світлодіод містить три основні кольори - червоний, зелений та синій, що дозволяє отримувати всі основні кольори та їхні відтінки. Для регулювання яскравості кольорів також потрібно мати можливість ШІМ виводів МК. Схема візуального контролю датчиків зображена на рисунку 1.8.

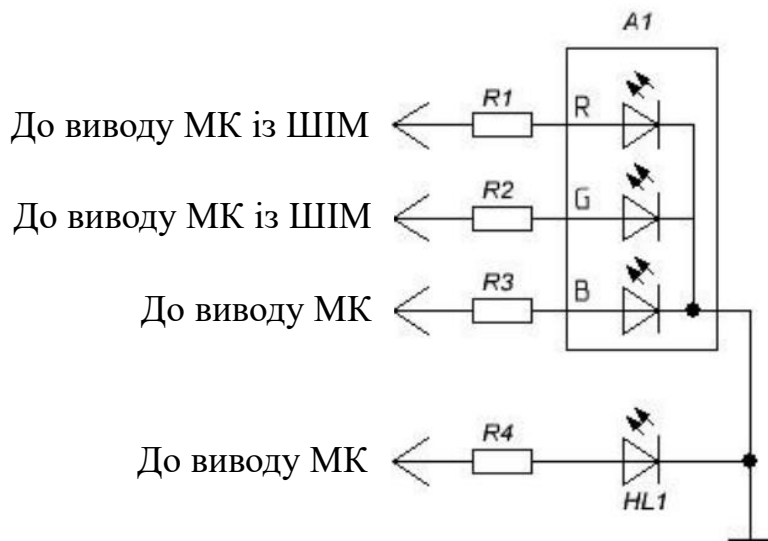


Рисунок 1.8 — Схема візуального контролю датчиків.

Для світлодіодів, що потребують обмеження струму, потрібно розрахувати струмообмежувальні резистори, оскільки їхній робочий діапазон напруги менший, ніж напруга живлення 5 вольт, як зазначено в характеристиках. Це необхідно для запобігання швидкої деградації кристала світлодіода. Для розрахунку струмообмежувального резистора, я вирішив використовувати значення струму 13 міліампер замість номінальних 20 міліампер. Це допоможе зменшити можливість деградації кристала світлодіода

та знизити енергоспоживання системи, при цьому не втрачаючи нормального рівня світіння світлодіода.

**1.** Розрахунок струмообмежувального резистора для червоного кристалу:  
Вихідні дані для проведення розрахунку:

$$U_{жив.} = 5В$$

$$U_{світ.} = 1,9В$$

$$I_{світ.} = 13мА = 0,013А$$

$$R_ч = (U_{жив.} - U_{пн.}) / I_{світ.} \quad (1.1)$$

де  $U_{жив.}$  – напруга живлення, вольт;

$U_{пн.}$  – падіння напруги на світлодіоді;

$I_{світ.}$  – струм споживаний світлодіодом.

$$R_ч = (5В - 1,9В) / 0,013А \approx 230 \text{ Ом},$$

Згідно розрахунків вибираємо резистор із стандартного ряду Е12 з опором 220 Ом. Розрахуємо потужність, що розсіюється на резисторі за формулою 1.2.

$$P_{рос.} = I_{світ.} * R_ч \quad (1.2)$$

де  $P_{рос.}$  – потужність, яка розсіюється на резисторі, Вт;

$I_{світ.}$  – струм споживаний світлодіодом;

$R_ч$  – струмообмежувальний резистор для червоного кристалу.

Згідно формули розрахунку потужності 1.2,

$$P_{рос.} = 0,013 * 200 = 0,037 \text{ Вт}$$

Для схеми підходить резистор з потужністю розсіювання 0,25Вт.

**2.** Розрахунок струмообмежувального резистора для зеленого кристалу

$R_з$ :

$$R_з = (5 - 2,3) / 0,013 \approx 208 \text{ Ом}$$

Згідно стандарту Е12 вибираємо резистор 220 Ом. Оскільки опір такий самий, як і для червоного кристалу, то потужність буде 0,25Вт.

**3.** Аналогічно для синього кристалу вибираємо резистор з опором 220 Ом і потужністю 25Вт.

**4.** Подальший розрахунок для окремого синього світлодіода буде майже

ЗМ	Арк	№ докцм	Підпис	Дата

КЕК 2.899.001 ПЗ

Арк

22

ідентичний, так як в нього параметри подібні, ми робимо висновок, що обираємо точно такий самий резистор 220 Ом і 25Вт.

За результатами розрахунків можна зробити висновок, що опір для різних світлодіодів майже однаковий і вистачає для потреб споживаного струму. Ці незначні відмінності можна просто проігнорувати і вибрати один резистор з однаковим номіналом та маркуванням, що спростить схему та полегшить монтаж. Такий підхід також зменшить витрати порівняно з придбанням чотирьох різних резисторів з майже однаковим опором.

Згідно з електричною схемою, яка зображена на рисунку 1.7, необхідна тактова кнопка для ввімкнення та вимкнення велоспідометра. Для вибору відповідної кнопки з необхідними параметрами, потрібно розрахувати загальний споживаний струм всієї схеми. Це можна зробити за допомогою формули 1.3, враховуючи характеристики компонентів та модулів, зазначені вище.

$$I_c = I_a + I_{dm} + I_{bl} + I_d + (I_{cv} * 4) \quad (1.3)$$

де  $I_c$  – струм усієї схеми, мА;

$I_a$  – струм модуля ардуіно, мА;

$I_{dm}$  – струм датчика температури, мА;

$I_{bl}$  – струм Bluetooth модуля, мА;

$I_{cv}$  – струм світлодіодів, мА.

$I_{cv}$  множимо на 4, бо в нас є два світлодіода з чотирма кристалами. Звідси

$$I_c = 60 + 2,5 + 50 + 250 + 13 * 4 = 404,5 \text{ мА.}$$

Але потрібно врахувати, що в схемі є модуль DC-DC підвищувального перетворювача, в якого ККД дорівнює 93%. Тому розрахуємо струм, який споживається за формулою 1.4.

$$I_{cn} = (I_c * 100) / \text{ККД}_n, \quad (1.4)$$

де  $I_{cn}$  – споживання струму схеми з розрахунком втрат на підвищення, мА;

$\text{ККД}_n$  – ККД модуля DC-DC підвищувального перетворювача, %.

					КЕК 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		23

$$I_{cn} = (414,5 * 100) / 93 \approx 435 \text{ мА.}$$

Отже будемо підбирати кнопку згідно розрахованого споживання струму всієї схеми 450 мА. В даний момент нам підійде кнопка Daier KW4-1.

Для комутації плюсового живлення необхідно використовувати прямий транзистор PNP-структури. Однак, через особливості керування PNP-транзистором, МК не може безпосередньо керувати ним. У зв'язку з цим, було вирішено використовувати зворотний транзистор NPN-структури, за допомогою якого можна легко керувати за допомогою МК. На рисунку 1.9 зображена схема транзисторного ключа з керуванням. Резистор R1 отримує логічну одиницю з цифрового виходу МК, що дорівнює приблизно 5 Вольтам. Це створює керуючий струм на базі транзистора VT1, який відкривається, пропускаючи напругу через R2 та створюючи керуючий струм на базі транзистора VT2. Після цього транзистор VT2 відкривається, пропускаючи плюс напруги з акумулятора на підвищувальний перетворювач.

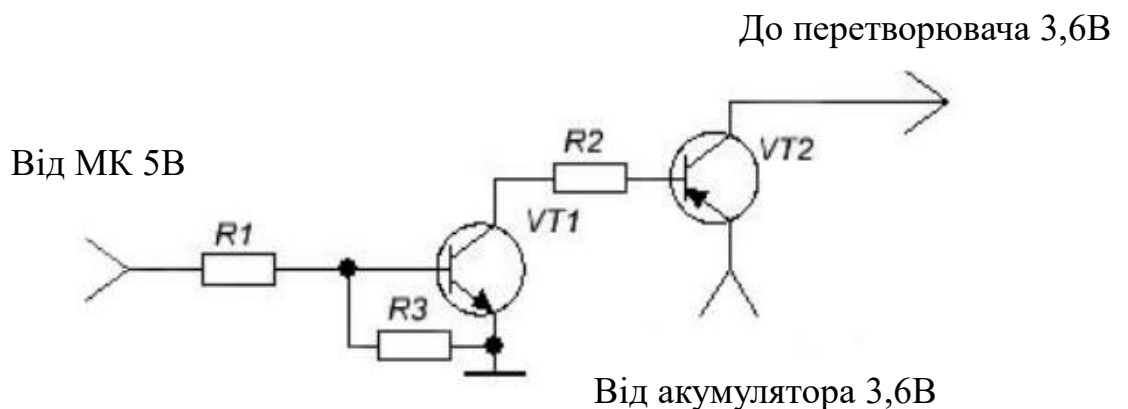


Рисунок 1.9 — Схема транзисторного ключа

Починаємо з вибору силового транзистора VT2. Після розрахунку параметрів ми зможемо вибрати транзистор VT1. З врахуванням втрат, споживання струму схеми складає 450 мА. Ми обираємо транзистор з запасом за струмом у кілька разів, оскільки велоспідометр повинен бути компактним і не має місця для радіатора охолодження транзистора. Транзистор з великим запасом за струмом не потребуватиме додаткового охолодження, оскільки не буде перегріватися.

Зм	Арк	№ докum	Підпис	Дата

КЕК 2.899.001 ПЗ

Арк

24

Після дослідження довідкової інформації в інтернеті, було вибрано транзистор марки BC548.

Розрахуємо тепер опір R2, який зображений на рисунку 1.9, для роботи транзистора VT2 в ключовому режимі. Спочатку розрахуємо струм бази  $I_b$ , за допомогою формули 1.5.

$$I_b = I_k / h_{21e}, \quad (1.5)$$

де  $I_b$  – струм бази транзистора, ампер;

$I_k$  – максимальний струм колектора, ампер;

$h_{21e}$  – підсилення по струму.

$$I_b = 1,5/30 = 0,05 \text{ ампер} \approx 50 \text{ мА.}$$

Далі необхідно розрахувати напругу на базі транзистора по формулі 1.6.

$$U_b = U_{ж} - U_{пжбе}, \quad (1.6)$$

де  $U_b$  – напруга бази транзистора, вольт;

$U_{ж}$  – напруга живлення, вольт;

$U_{пжбе}$  – падіння живлення на переході база-емітер, вольт.

$$U_b = 5 - 0,6 = 4,4\text{В}$$

Звідси, коли відомо всі дані, а саме струм бази 50 мА і напруга 4,4В ми можемо розрахувати опір по формулі 1.7.

$$R_b = U_b / I_b, \quad (1.7)$$

де  $R_b$  – опір резистора бази, Ом.

$$\text{Отже } R_b = 4,4 / 0,05 = 88 \text{ Ом}$$

Згідно розрахунку вибираємо резистор із стандарту E24, який дорівнює 82 Ом.

Дальше потрібно розрахувати потужність розсіювання на базовому резисторі. Проведемо розрахунки за формулою 1.8.

$$P_{рос} = I_{світ} * R_{ср}, \quad (1.8)$$

де  $P_{рос}$  – потужність, що розсіюється на резисторі, Вт;

$I_{світ}$  – реальний струм споживання світлодіода, ампер;

$R_{ср}$  – струмообмежувальний резистор, Ом.

$$P_{рос} = 0,05^2 * 852 = 0,205 \text{ Вт}$$

					КЕК 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докцм	Підпис	Дата		25

Згідно наших розрахунків, нам підійде резистор стандартної потужності 0,25Вт. Робимо висновок, що згідно отриманих даних, ми можемо використати резистор CF-25.

Тепер розрахуємо керуючий транзистор VT1. Через значний маленький струм бази може підійти майже будь-який NPN транзистор. Після дослідження довідника транзисторів, було вибрано транзистор КТ315G.

Тепер розрахуємо резистор R1, який зображений на рисунку 1.9, для роботи транзистора VT1 в ключовому режимі.

Розрахуємо спочатку струм бази  $I_b$ , за допомогою формули 1.5.

$$I_b = 0,1 / 200 = 0,0005 \text{ ампер, це } 0,5\text{мА.}$$

Дальше розрахуємо напругу на базі транзистора по формулі 1.6.

$$U_b = 2,6 - 0,4 = 2,2 \text{ В}$$

Маючи всі потрібні параметри, а це струм бази і напругу бази, за допомогою закону Ома ми можемо розрахувати опір резистора бази за допомогою формули 1.7.

$$R_b = 2,2 / 0,0005 = 4400 \text{ Ом}$$

Згідно моїх розрахунків вибираємо резистор по стандарту E24, який дорівнює 4,3 кОм. Далі розрахуємо потужність розсіювання на базовому резисторі по формулі 1.8.

$$P_{\text{рос}} = 0,0005^2 * 4300 = 0,0010 \text{ Вт.}$$

Згідно з розрахунком потужності для схеми нам підійде резистор 0,25Вт. Отже, з цього випливає, що обрано модель резистора CF-25.

Для правильної роботи транзисторного ключа, що знаходиться на транзисторі VT1, необхідно використовувати резистор R3, зображений на рисунку 1.9. Це забезпечить повне закриття транзистора VT1, що, в свою чергу, повністю закриє VT2. Однак, через можливість перешкод на платі, VT1 може не закриватися належним чином. Щоб цього уникнути, між базою та емітером транзистора VT1 використаєм резистор. Його опір забере будь-які перешкоди до загального контакту схеми, що запобігає неповному закриттю.

					КЕК 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докum	Підпис	Дата		26



Крім того, резистор допомагає транзистору нормально відкриватися під час подачі керуючої напруги та запобігає короткому замиканню. Хоча значення резистора не потрібно розраховувати, але зазвичай воно приймається від 5 до 10 кОм. У даному випадку було обрано резистор марки CF-25.

Велоспідометр також вимірює напругу акумулятора з використанням аналогового входу, який конвертує сигнал в цифровий формат. Проте, якщо ланцюг живлення не буде розірваний, то при спробі вимкнути велоспідометр, контролер все ще отримуватиме живлення через цей ланцюг, і тому не вимкнеться.

Щоб вирішити цю проблему, було прийнято рішення встановити транзисторний ключ, який не буде потужним, оскільки ми будемо комутувати напругу позитивної полярності. Для цього нам необхідний транзистор структури PNP, і також другий транзистор структури NPN для його керування. Схема транзисторного ключа з керуванням для комутації вимірюваної напруги зображена на малюнку 1.10.

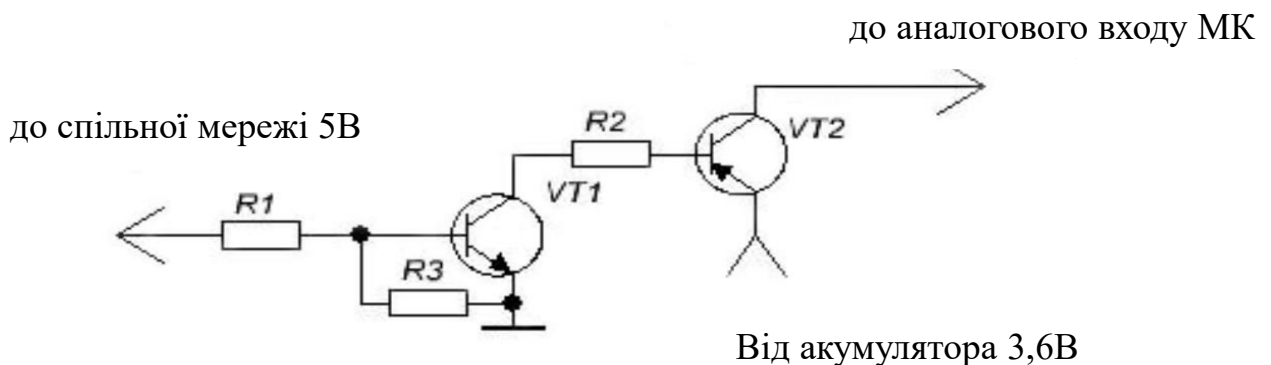


Рисунок 1.10 — Схема транзисторного ключа з управлінням.

Розрахуємо опір резистора R2 для роботи транзистора VT2 в ключовому режимі, згідно схеми.

Спочатку нам необхідно розрахувати струм бази  $I_b$ , згідно формули 1.5.

$$I_b = 0,05 / 55 = 0,0009 \text{ ампер} \approx 0,9 \text{ мА.}$$

Тепер розрахуємо напругу на базі транзистору  $U_b$ , згідно формули 1.6.

$$U_b = 5 - 0,6 = 4,4 \text{ В}$$

Оскільки в нас є всі необхідні параметри, струм і напруга бази, то за законом Ома ми вираховуємо опір бази по формулі 1.7.

					КЕК 2.899.009 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докum	Підпис	Дата		27

$$R_6 = 4,4 / 0,0009 = 4889 \text{ Ом} \approx 4,9 \text{ кОм}$$

Згідно розрахунку вибираємо резистор по стандарту E24, який рівний 4,7 кОм.

Далі за формулою 1.8 розрахуємо потужність розсіювання на базовому резисторі.

$$P_{\text{рос}} = 0,0009^2 * 4700 = 0,0038 \text{ Вт}$$

Згідно проведених розрахунків, для схеми підійде модель резистору CF-25.

Після цих даних нам відомо, що струм бази транзистора становить 0,9 мА, ми практично можемо вибрати будь-який транзистор необхідної структури в якості керуючого транзистора VT1, а саме я вибрав транзистор BC547, який був вибраний раніше для попереднього ключа, тому далі робити обрахунки не бачу змісту.

Тепер нам потрібно вирішити проблему вібрації контактів з мікроперемикача, який взаємодіє з МК. Погортавши документацію я вибрав метод вирішення цієї проблеми на апаратному рівні. Схема захисту від вібрації контактів відображена на рисунку 1.11.

Від акумулятора 3,6В

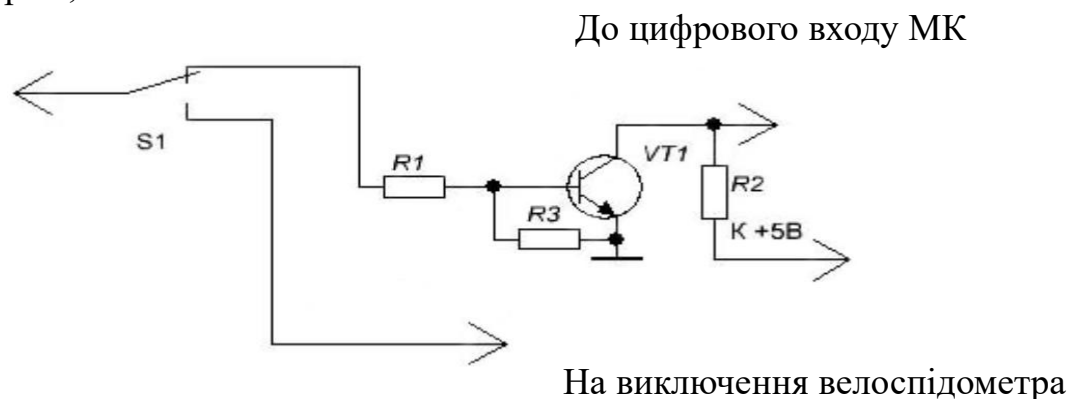


Рисунок 1.11 — Схема захисту від вібрації контактів.

Як ми бачимо на рисунку 1.11, для захисту від вібрації на контактах використовується транзистор у режимі транзисторного ключа. Принцип його дії полягає в наступному: коли кнопка не натиснута і на неї не діє механічний тиск, то керуючий імпульс напруги від акумулятора подається на базу

транзистора, що утримує його відкритим. В такому випадку цифровий вхід знаходиться на рівні землі, а отже його напруга дорівнює нулю. Але якщо натиснути на кнопку, контакт мікроперемикача розімкнеться, і через резистор R2 на цифровий вхід МК буде підведена напруга живлення, відповідно МК розпочне виконувати заданий алгоритм. Щодо транзистора VT1, то для цього призначення ідеально підходить BC547, який був вибраний вище, тому додатковий розрахунок не потрібен. Резистор R2 зазвичай має опір від 5 до 10 кОм, тому підійде резистор марки CF-25.

#### 1.4 Опис і обґрунтування вибору компонентної бази

При виборі елементної бази для проектування виробу слід керуватися наступними критеріями:

- відповідність номіналів елементів, зазначених у схемі, електричній принципові;
- наявність даних елементів на виробництві;
- технічні вимоги, що ставляться до конструкції;
- економічна доцільність;
- універсальність радіоелементів;
- стабільність параметрів;
- мінімальна кількість розмірів корпусів.

З урахуванням цих умов, пропонуємо використовувати наступні електро-радіоелементи:

1. Для живлення пристрою ми обрали акумулятор типу 18650 Samsung SDI INR18650-30Q Li-Ion 3000мА



Рисунок 1.12 - Зовнішній вигляд акумулятора типу 18650 Samsung.

					КЕК 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		29

Основні параметри акумулятора:

- вихідна напруга, В.....3,7;
- номінальний струм, мА.....680;
- ємність, мА.....3000.

Такий тип акумулятора обирався виходячи із його електричних параметрів, які повинні задовольняти схему, а також враховували його вартість та поширеність.

2. Для вмикання і вимикання пристрою ми використали мікроперемикач Daier KW4-1.



Рисунок 1.13 - Зовнішній вигляд мікроперемикача.

Основні параметри мікроперемикача:

- робочий ресурс, натисків.....5000000;
- максимальний струм, А.....5;
- діапазон робочих температур, °С.....-25 .. +65.

3. Було вирішено використовувати готовий модуль TP4056 через його розміри і поверхневому монтажу, ціна готового модуля виходить дешевшою, ніж встановлення таких самих елементів на схему. Готовий модуль TP4056, зовнішній вигляд його зображено на рисунку 1.14.

					КЕК 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		30

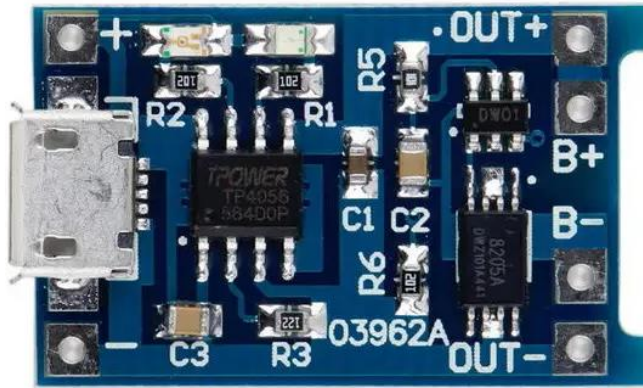


Рисунок 1.14 - Зовнішній вигляд модуля TP4056.

Основні параметри модуля TP4056:

- напруга живлення, В.....від 4,5 до 8;
- струм, який споживається, А.....не більше 1,0;
- програмований струм заряду, А.....від 0,1 до 1,0;
- максимальна напруга заряду акумулятора, В.....4,2;
- вбудований захист від переполюсовки;
- вбудований захист від перевантаження струмом – обмеження, А.....3;
- вбудований захист від глибокого розряду, В.....2,4;
- наявність індикації (заряду).....червоний світлодіод;
- наявність індикації (кінець заряду).....зелений світлодіод;
- наявність USB-роз'єму.....Micro-USB;
- розміри модуля, мм.....15\*25,5;
- вага модуля, грами.....2,1.

Схема електрична принципова модуля TP4056, яка знайдена на сайті виробника і зображена на рисунку 1.15.

					КЕК 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		31

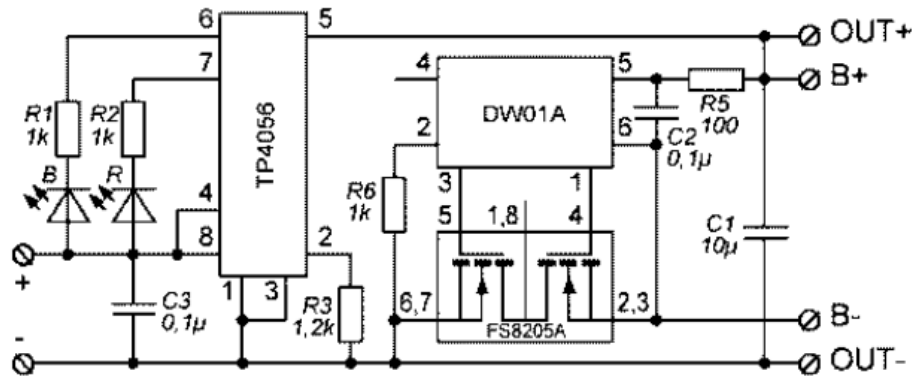


Рисунок 1.15 - Схема електрична принципова модуля TP4056.

Модуль побудований на мікросхемі TP4056, яка відповідає за контроль зарядки літій-іонних акумуляторів та має вбудований термодатчик. Мікросхема має лінійну схему зарядки та забезпечує зарядку з постійною напругою/постійним струмом. Вона випускається в корпусі SOP-8, де металева площадка у нижній частині мікросхеми не пов'язана з контактами мікросхеми та слугує для відведення тепла, яке виділяється. Це дозволяє мікросхемі забезпечувати струм заряду до 1,0 ампера. Струм заряду можна знизити до 0,1 ампера, використовуючи струмозадавальний резистор, який на рисунку 1.16 позначено як R3. За замовчуванням, на цьому модулі резистор встановлено на струм заряду 1,0 ампер.

Під час використання цього модуля не передбачено використання вбудованих датчиків температури в акумуляторі. Якщо необхідно вимкнути цю функцію, потрібно з'єднати 1 вивід мікросхеми з мінусом живлення. Крім того, мікросхема може переходити в режим сну та виходити з нього, але ця функція не доступна в цьому модулі. Щоб викликати режим пробудження, потрібно надійти на 8 вивід мікросхеми логічну одиницю, який з'єднаний з плюсом живлення.

Ця мікросхема обладнана захистом від перезарядки акумулятора, але ці її можливості є обмеженими. Щодо захисту модуля від глибокого розряду, короткого замикання та обмеження споживаного струму, то ці функції виконуються за допомогою мікросхеми DW01A і здвоєного польового ключа MOSFET FS8205. Контролер літій-іонного акумулятора - мікросхема DW01A,

здійснює моніторинг споживання струму та переплюсовування навантаження, а також вимикає акумулятор при досягненні напруги 2,4 Вольта. Захист здійснюється за допомогою двох польових транзисторів MOSFET N-типу, проте ці транзистори не є частиною мікросхеми, тому використовується здвоєний польовий ключ FS8205, який відповідає всім необхідним характеристикам для забезпечення повного захисту.

Розглянемо призначення виводів даного модуля захисту. Виводи IN+ і IN- призначені для підключення вхідної (зарядної) напруги, ми використовуємо сонячну батарею, а не USB роз'єм. Ці виводи не є обов'язковими для використання. Крім того, вони дозволяють об'єднувати кілька модулів захисту для роботи від одного джерела живлення. Але, щоб уникнути просадок напруги та забезпечити необхідний струм, необхідно мати потужний блок живлення.

Виводи В+ і В- є входом вбудованого захисту і до них підключається сам акумулятор або два акумулятори, які підключаються паралельно. Виводи OUT+ і OUT- призначені для підключення навантаження і є виходом захисту. У випадку спрацювання захисту, акумулятор буде відключений від навантаження.

4. Далі розглянемо модуль DC-DC підвищувального перетворювача. Цей модуль є необхідним у нашій схемі, оскільки наші акумулятори не здатні забезпечити напругу в 5 вольт, а для багатьох елементів, таких як мікросхеми, датчики та інші компоненти, 5 вольт є однією з найпоширеніших напруг для нормальної роботи.

Зовнішній вигляд модуля MT3608 зображено на рисунку 1.16.



Рисунок 1.16 - Зовнішній вигляд модуля MT3608.

Основні параметри модуля МТ3608:

- вхідна напруга, В.....від 2 до 24;
- максимальна вихідна напруга, В.....28;
- максимальний вхідний струм, А.....2;
- ККД перетворювача, %..... $\leq 93$ ;
- розміри модуля, мм.....17\*36;
- вага модуля, грами.....1,4.

Схема електрична принципова модуля МТ3608, також взята із сайту виробника і зображена на рисунку 1.17.

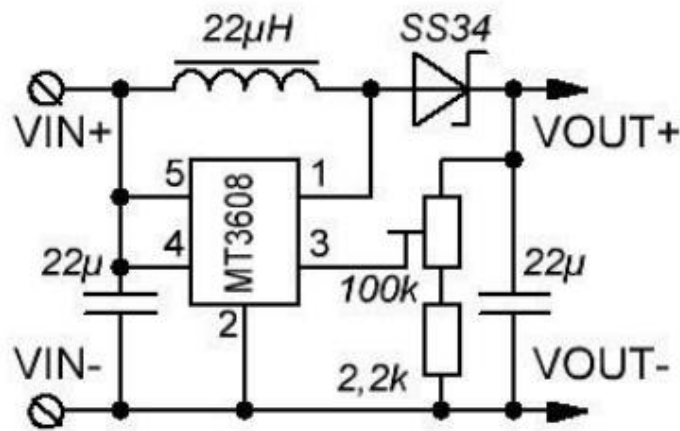


Рисунок 1.17 - Схема електрична принципова модуля МТ3608.

Мікросхема, що використовується в модулі, має назву МТ3608, що можна побачити на рисунку 1.18. Ця мікросхема є регульованим підвищувальним перетворювачем напруги. Назва "підвищувальний" відтворює той факт, що напруга на виході не може бути меншою, ніж на вході, або вона може бути близькою до вхідної, або більшою за ту, яка потрібна в нашій схемі.

Модуль перетворення напруги містить мікросхему в корпусі SOT23, яку можна побачити на рисунку 1.18. В схемі є налаштування напруги на виході, що здійснюється за допомогою змінного резистора. Загалом, ця схема є досить класичною. Але слід зазначити, що на виході модуля є помітні пульсації напруги, які можна вирішити за допомогою керамічного конденсатора на 10 мікрофард та електролітичного конденсатора на 220 або 470 мікрофард з допустимою максимальною напругою.



5. Згідно зі схемою, для виконання обчислень необхідно використовувати МК. Після вивчення технічного завдання та каталогів, було вирішено використати готовий модуль Arduino nano, який має компактні розміри та вже має встановлену обв'язку. На рисунку 1.18 можна побачити зовнішній вигляд даного модуля. Також він має відповідний для пристрою функціонал, який буде описаний нижче. Крім того, вартість даного модуля є невеликою.

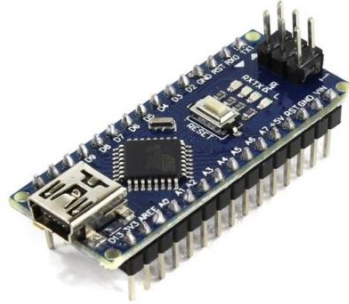


Рисунок 1.18 - Зовнішній вигляд модуля Arduino nano.

На рисунку 1.20 зображено схему модуля, яку було взято з сайту виробника.

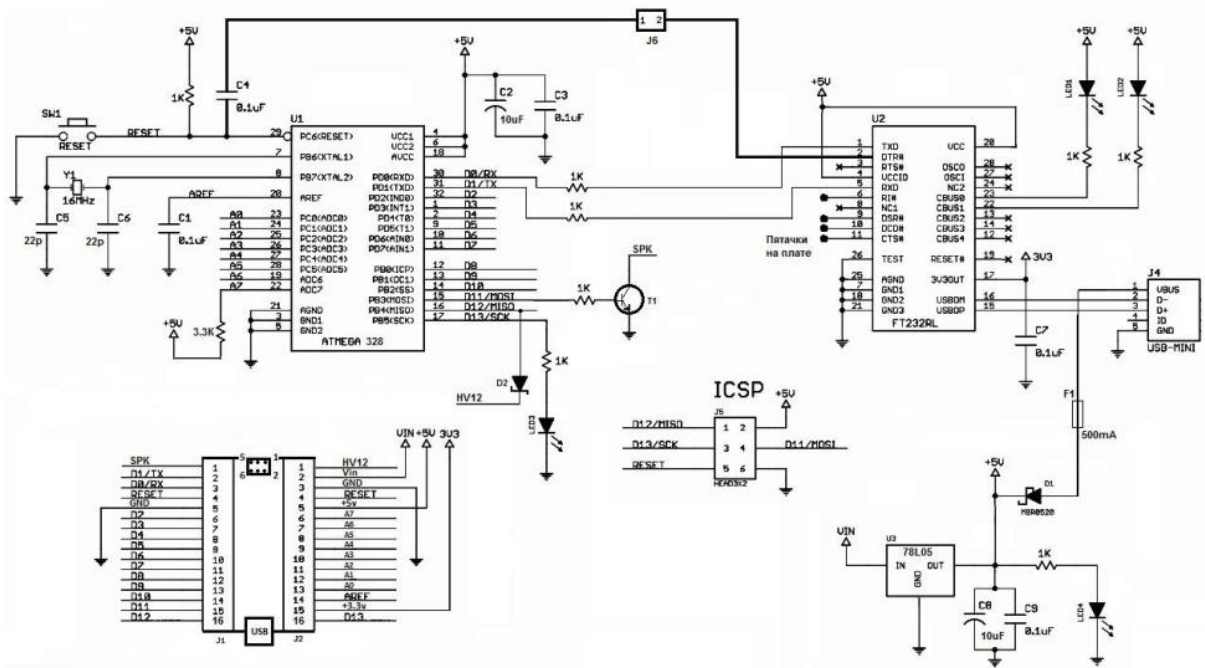


Рисунок 1.19 - Схема модуля Arduino nano.

Як видно з рисунка 1.19, модуль складається з МК Atmega328, в який заливається програма і відбувається її виконання, а так само підключена до неї обв'язка з кварцового резонатора і конденсаторів, яка є частотнозадаючим ланцюгом для МК.

Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата

КЕК 2.899.001 ПЗ

У модулі також наявні світлодіоди, які сигналізують про живлення мікроконтролера, присутність логічної одиниці на 13 виводі та двох виводах з маркуванням RX та TX, які використовуються для відстеження передачі та прийому сигналів через послідовний порт. Програму для мікроконтролера можна передати через вбудований послідовний порт, а для відправки програми з комп'ютера до модуля використовується мікросхема перетворювача FT232. Ця мікросхема забезпечує перехід з USB до асинхронного послідовного інтерфейсу UART, при цьому протокол USB інтегрований у мікросхему. Для живлення модуля використовується лінійний стабілізатор, який забезпечує напругу не менше 5 вольт. Крім того, модуль має роз'єм ICSP, який використовується для перепрограмування мікроконтролера Arduino. Характеристики модуля, взяті з сайту виробника.

Основні параметри модуля Arduino nano:

- Мікроконтролер: ATmega328P.
- Тип корпусу: TQFP-32.
- Робоча напруга: 5В.
- Вхідна напруга (рекомендована): 7-12В.
- Цифрових входів / виходів: 14 (з яких 6 можуть бути використані як ШІМ).
- Аналогових входів: 8.
- Сила струму на входах / виходах: 40 мА.
- Сила струму для 3.3В виходу: 50 мА.
- Пам'ять: 32 кБ з яких 2кб використовується бутлоадер.
- SRAM: 2 кБ.
- EEPROM: 1 кБ.
- Частота: 16 МГц.
- Розмір: 1,85 см x 4,2 см.

					КЕК 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		36

Розглянемо призначення виводів модуля. Для початку звернемо увагу на рисунок 1.20, на якому зображено всі виводи модуля та їхні назви. Почнемо зліва-згори, перше, що ми бачимо, це виводи TX і RX.

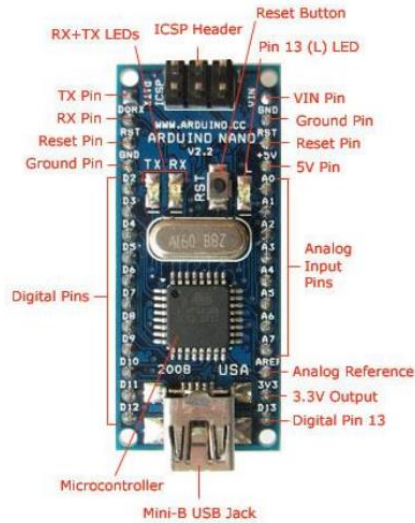


Рисунок 1.20 – Назва і розміщення аиаодів модуля Arduino nano.

Даний модуль має послідовний інтерфейс UART, який використовується для передачі і отримання даних. Вивід Reset призначений для можливості перезавантаження мікроконтролера в разі, якщо кнопка Reset недоступна. Перезавантаження відбувається, коли вхідний сигнал має низький рівень. Вивід з назвою Ground є загальним мінусом модуля. Виводи Digital є цифровими і можуть використовуватись як на вхід, так і на вихід. Всього на модулі є 14 цифрових виводів, з яких 6 можуть генерувати широтно-імпульсну модуляцію з роздільною здатністю 8 біт. Модуль також оснащений роз'ємом Mini-B USB для прошивки мікроконтролера і передачі даних з нього.

З правого боку модуля ми можемо побачити останній цифровий вивід, який був розглянутий раніше, а також вихід напруги 3,3 Вольта, який призначений для живлення датчиків з напругою живлення 3,3 Вольта та для інших цілей, де потрібна така напруга.

Наступний вивід, який ми бачимо на рисунку 1.20, це Analog Reference. Даний вивід служить для подачі на нього опорної напруги, щоб аналого-цифровий перетворювач мікроконтролера міг працювати з ним. Це необхідно для роботи зі слабкими сигналами та для підвищення точності. Потім можна

побачити виводи з назвою Analog Input. Це аналогові входи, які надходять на аналого-цифровий перетворювач. У даному мікроконтролері 10-бітний перетворювач, що означає, що можна приймати 1024 різних значення. Усього в цьому модулі 8 аналогових входів, які можна ще використовувати як цифрові.

Далі ми бачимо вивід для подачі на нього 5 Вольт. Якщо модуль вже живиться від USB або стабілізатора, можна взяти 5 Вольт звідти, наприклад, для живлення датчиків. Також поруч знаходиться вивід Vin, який є вхідним для подачі живлення, яке більше 5 вольт, але не більше гранично допустимої напруги, зазначеної в характеристиках цього модуля. Також на модулі є вивід для подачі на нього 5 Вольт, який можна використовувати для живлення датчиків, або ж, якщо модуль вже живиться, взяти напругу з іншого джерела. Поруч з ним розташований вивід Vin, який можна використовувати для подачі живлення, що більше 5 Вольт, але не перевищує гранично допустиму напругу, зазначену в характеристиках модуля.

Зверху модуля є роз'єм ICSP, який використовується для встановлення завантажувача на новий мікроконтролер. Це дає можливість прошивати мікроконтролер через інтерфейс USB та використовувати модуль як USB-програмактор.

Слід звернути увагу на те, що Arduino Nano має кілька виводів, які мають додаткові функції. Наприклад, як вище зазначалося, деякі виводи можуть генерувати ШІМ. Цифрові виводи з номерами 3, 5, 6, 9, 10 і 11 мають можливість генерації ШІМ. Крім того, на цифрових виводах 1 і 0 є шина послідовного інтерфейсу, яка була описана вище. На виводах 2 і 3 є можливість використання апаратного переривання. Це означає, що на цих виводах можна викликати програмне переривання на передньому або задньому фронті сигналу, а також при зміні значення сигналу.

Також на аналогових виводах модуля (виводи з номерами 4 і 5) є додаткова функція - зв'язок по I2C інтерфейсу. Конкретно, вивід 4 є SDA, а вивід 5 - SCL.

					<i>КЕК 2.899.001 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>38</i>

6. Завдяки Bluetooth модулю HC-05 (рис.1.21) забезпечується безпроводний зв'язок по радіо каналу Bluetooth між МК та безпроводними датчиками.

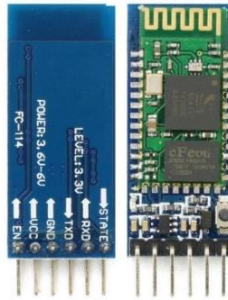


Рисунок 1.21 — Модуль Bluetooth HC-05.

Основні параметри Bluetooth модуля HC-05:

- протокол зв'язку Bluetooth Specification v2.0 + EDR;
- частота GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying);
- потужність відправки  $\leq 4\text{dBm}$ , Class 2;
- потужність прийому  $\leq -84\text{dBm}$  at 0.1% BER;
- швидкість асинхронна 2.1Mbps(Max)/160 kbps, синхронна 1Mbps/1Mbps;
- безпека Authentication and encryption;
- профіль Bluetooth serial port;
- живлення 5В;
- струм 50мА;
- робочі температури  $-20 \sim +75^{\circ}\text{C}$ ;
- розміри 26.9мм x 13мм x 2,2мм.

Bluetooth модуль HC-05 є бездротовим модулем зв'язку, який використовується для передачі даних між електронними пристроями з використанням технології Bluetooth. Цей модуль працює на частоті 2,4 ГГц і підтримує Bluetooth версії 2.0 і вище.

HC-05 підключається до МК, а також до нього підключаються датчики швидкості і каденсу та ЧСС за допомогою Bluetooth. Інші електронні пристрої можуть підключатися до HC-05 в режимі майстра. Після успішного підключення, HC-05 стає відправником і отримувачем даних між пристроями.

Щоб використовувати HC-05, його спочатку необхідно налаштувати. Налаштування можна виконати за допомогою AT-команд, які передаються через UART інтерфейс. Налаштування включають в себе параметри, такі як ім'я пристрою, пароль для захисту доступу та швидкість передачі даних.

Крім передачі даних, HC-05 може використовуватися для керування електронними пристроями, такими як датчики. Для цього можна використовувати AT-команди для встановлення відповідних параметрів модуля.

HC-05 є досить простим і зручним у використанні Bluetooth модулем зв'язку, який може використовуватися в різних проектах з електронікою і автоматизацією.

Як видно із рис. 1.22, модуль Bluetooth HC-05 містить МК та чіп Bluetooth-модуля, які працюють разом, щоб забезпечити бездротовий зв'язок між пристроями через Bluetooth.

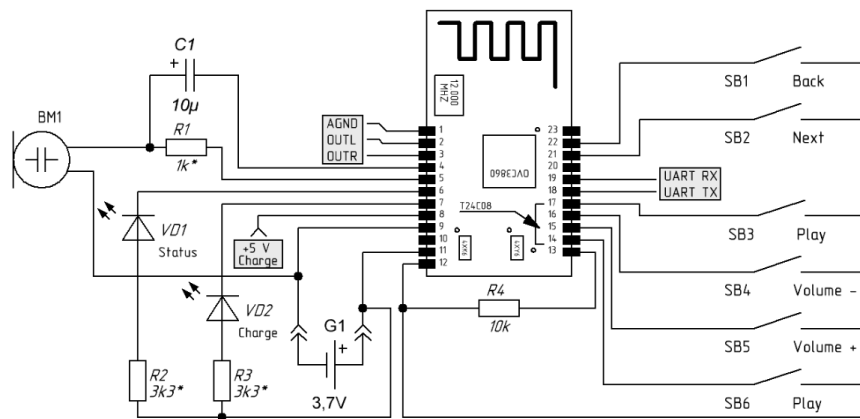


Рисунок 1.22 – Схема модуля Bluetooth HC-05.

У модулі HC-05 використовується МК для керування процесом передачі даних через Bluetooth. Коли дані надходять на вхід модуля, вони спочатку передаються до МК для обробки. Після цього МК передає дані на Bluetooth-чіп для передачі через бездротовий канал.

Bluetooth-чіп забезпечує зв'язок між модулем HC-05 та іншим Bluetooth-сумісними пристроями. Для забезпечення цього зв'язку чіп використовує радіочастоти в діапазоні 2,4 ГГц. Він передає дані на інший Bluetooth-пристрій і отримує дані від нього.

Коли модуль HC-05 отримує дані від іншого пристрою через Bluetooth, він передає їх на МК, який обробляє отриману інформацію. МК може виконувати різноманітні дії з цими даними, наприклад, зберігати їх у пам'яті або відображати на дисплеї.

Отже, принцип роботи схеми модуля Bluetooth HC-05 полягає в спільній роботі мікроконтролера та Bluetooth-чіпу для передачі даних через бездротовий канал між різними пристроями.

7. Для вимірювання швидкості та каденса використовується безпроводний датчик SunDing Bluetooth (рис. 1.23). SunDing є виробником бездротових датчиків швидкості та каденсу для велосипедів, які використовуються для вимірювання швидкості руху та обертання педалей. Датчики відправляють дані про швидкість та каденс до приймача, який може бути підключений до велоспідометра або смартфона за допомогою Bluetooth або ANT+ технології.



Рисунок 1.23 — Безпроводний датчик швидкості та каденса SunDing

Основні параметри безпроводного датчика SunDing Bluetooth:

- протокол зв'язку Bluetooth Specification v2.0 і вище;
- живлення одна батарейка типу CR2032 3,3В;
- інтерфейс підключення Bluetooth 4.0;
- Підтримка ОС версія iOS 6, Android 4.3 і вище;
- Діапазон трансмісії до 3 м;
- Робоча температура -10 до 50 °С;
- Матеріал пластик;
- Колір чорний;

					КЕК 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		41

- Розміри 6.2 x 5.0 x 1.8 см;
- Комплектація вимірювальний пристрій, магніти.

Принцип роботи датчика швидкості полягає в тому, що на вилку переднього або заднього колеса велосипеда закріплюється магніт, а на раму - датчик, який фіксує кожне обертання магніту. Кожен раз, коли магніт проходить повз датчик, він створює магнітне поле, яке індукує напругу в датчику. Ця напруга перетворюється на електричний сигнал, який відправляється до приймача, де обробляється і перетворюється на швидкість.

Датчик каденсу закріплюється на з'єднанні педалів велосипеда, і він працює на основі магнітних датчиків. Кожен раз, коли педаль проходить повз датчик, він створює магнітне поле, яке індукує напругу в датчику. Ця напруга перетворюється на електричний сигнал, який відправляється до приймача, де обробляється і перетворюється на каденс.

Отже, бездротовий датчик SunDing для велосипедів працює на основі магнітних датчиків, які відправляють дані про швидкість та каденс до приймача, де вони обробляються і перетворюються на корисну інформацію для велосипедиста.

**8.** Щоб забезпечити більший комфорт використання велосипедистом велоспідометра, було вирішено додати до нього датчик температури та вологості. Цей датчик буде відображати актуальну температуру та вологість під час їзди на велосипеді. Після проведення досліджень було обрано датчик температури DHT11, який зображений на рисунку 1.24.



Рисунок 1.24 – Зовнішній вигляд датчика температури DHT11.

Основні параметри датчика температури:

- напруга, В.....3,3 - 5;
- струм в режимі даних, мА.....2,5;

					<i>КЕК 2.899.001 ПЗ</i>	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		42



- струм в режимі спокою, мкА.....100;
- діапазон температури, яка вимірюється, °С.....0 – 50;
- похибка температури, °С.....±2;
- діапазон вологості, %.....20 – 90;
- похибка вологості, %.....±5;
- розмір, мм.....25\*25.

Як зазначено в параметрах, обраний датчик температури DHT11 може вимірювати тільки позитивну температуру, що дуже підходить для використання велоспідометра. Оскільки велосипеди не призначені для їзди в холодну пору року, а кількість людей, які займаються цим, невелика, то ця характеристика не є проблемою. Напруга живлення та споживання струму датчика повністю підходять для використання велоспідометра. Завдяки своєму корпусу, датчик є портативним і може бути легко встановлений в будь-якій частині велосипеда, що робить його дуже зручним для велосипедиста.

Принцип дії датчика полягає в використанні термістора для вимірювання температури. Термістор - це резистор, який має опір, що значно змінюється залежно від температури. Якщо температура зростає, то опір термістора зменшується, тобто відбувається негативний температурний коефіцієнт, який використовується в даному датчику. Також існують терморезистори з позитивним температурним коефіцієнтом, що означає, що опір збільшується зі збільшенням температури до заданого максимального значення.

Для вимірювання вологості застосовується ємнісний датчик на основі конденсатора, у якому змінюється ємність. На текстоліті розташовуються мідні обкладки, що становлять струмопровідні елементи. Ці обкладки знаходяться в герметичному чохлі, покритому волого поглинаючим шаром. При потраплянні води на цей шар, змінюється його діелектрична проникність, що призводить до зміни ємності конденсатора. Також існують ємнісні датчики з температурним коефіцієнтом, які використовуються для вимірювання температури. Показання термістора і конденсатора обробляються спеціальною

мікросхемою, яка інтегрована в корпус датчика. Зібрані дані про температуру і вологість обробляються мікроконтролером і надсилаються в цифровому вигляді.

9. Для того, щоб візуально взаємодіяти з велоспідометром, а також керувати ним за допомогою натискання пальцем на площині, нам необхідний дисплей із сенсором. Була обрана ця модель Nextion NX4827T043\_011R дисплея з сенсором у зборі. Основні характеристики дисплею Nextion NX4827T043\_011R:

- розмір, дюйми.....4,3;
- розширення, пікселі.....480 x 272;
- Touch Panel.....RTP;
- кількість кольорів.....65536;
- Flash, МВ.....16;
- RAM, byte.....2048.

Електричні характеристики дисплея такі:

- номінальна напруга живлення, В.....5;
- межі напруги живлення, В.....від 4,75 до 7;
- максимальне споживання струму дисплеєм, А.....0,25;
- споживання струму в режимі сну, А.....0,015;
- рекомендований блок живлення для нормальної роботи.....5 В і 0,5 А;
- робоча напруга (логічний рівень), В.....5;
- тип підсвічування дисплея.....LED.

На рисунку 1.25 зображений зовнішній вигляд дисплея Nextion моделі NX4827T043\_011R від компанії ITEAD. Малюнок 1.26 показує тильний бік дисплея з усіма основними вузлами. Nextion - це окремий дисплейний модуль, який може працювати автономно, тому розглянемо його більш детально.



Рисунок 1.25 – Зовнішній вигляд дисплею Nextion.



Рисунок 1.26 – Основні вузли дисплею.

Дисплей Nextion складається з:

- мікроконтролера GD32F103R8T6;
- flash пам'ять Winbond W25Q256FG (16 МБ, 100 000 циклів перезапису);
- роз'єм для SD карт пам'яті;
- RAM пам'ять Winbond W9864G6KH-6 (8 МБ);
- PLD Altera MAX II EPM570T144C5N;
- драйвер резистивного дисплея ХРТ2045;
- роз'єм UART інтерфейсу зв'язку та живлення.

Даний модуль дисплея, позначений як Nextion NX4827T043\_011R, складається з матриці та сенсора на ній, МК, що містить основну прошивку та забезпечує обробку логічної інформації. Він також має flash-пам'ять, яка

зберігає зображення та інші графічні складові дисплея, що робить її енергонезалежною. Крім того, є роз'єм для SD-карти, який використовується для перепрошивки дисплея в разі відсутності доступу до комп'ютера. Модуль також має RAM-пам'ять, відому як оперативна пам'ять, яка є енергозалежною та використовується для зберігання частин коду мікроконтролера та проміжних значень з метою підвищення продуктивності.

На рисунку 1.26 можна побачити мікросхему PLD, яка також може бути названа програмованою логічною інтегральною мікросхемою, і використовується для покращення продуктивності пристрою. Крім того, у цьому дисплеї є мікросхема драйвера резистивного сенсора, яка обробляє натискання на сенсор і передає дані до МК дисплея. Також пристрій має роз'єм UART інтерфейсу зв'язку для програмування та зв'язку з іншими пристроями, що підтримують цей інтерфейс, наприклад МК. Нарешті, до дисплея підводиться живлення.

Цей модуль дисплея було обрано через високу продуктивність, а також завдяки тому, що це окремий пристрій, він не буде навантажувати основний МК, завдяки чому не потрібно брати потужний МК. А так само резистивний сенсор ідеально підходить для велоспідометра, оскільки не реагує на воду і дотик інших предметів, оскільки йому потрібне саме натискання, а не дотик.

**10.** Постійні резистори типу CF-25 з потужністю 0,25 Вт. Ці резистори мають дуже високу стабільність параметрів, малу залежність опору від температури, частоти та напруги, а також малі габарити та високу надійність.

Вони призначені для роботи в електричних колах постійного, змінного та імпульсного струму. Хоча ці резистори не є дуже поширеними на ринку, їх варто використовувати через їх високу точність та недорогу ціну, що дозволить знизити вартість виробу.

					КЕК 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докum	Підпис	Дата		46



Рисунок 1.27 - Зовнішній вигляд резистора типу CF-25

Основні параметри резистора CF-25:

- номінальна потужність, Вт.....0,25;
- номінальний опір, Ом.....220;
- допустиме відхилення опору, %.....±5;
- максимальна робоча напруга, В.....250;
- діапазон робочих температур, °С..... -55.....+125.

**11.** Для світлової індикації роботи пристрою ми обрали світлодіод типу FYL-5019RGBW1C:



Рисунок 1.28 - Зовнішній вигляд світлодіода

Основні параметри світлодіода:

- колір свічення.....червоний/зелений/синій;
- колір лінзи.....білий(прозора);
- довжина хвилі, нм.....628/520/470;
- інтенсивність світіння, мКд.....340/370/260;
- падіння напруги на червоному кристалі, В.....1,9;
- падіння напруги на зеленому кристалі, В.....2,3;
- падіння напруги на синьому кристалі, В.....2,1;

- кут огляду, градусів.....50;
- максимальний імпульсний струм, мА.....20;

Було обрано такі типи світлодіодів через те, що їх було легко знайти в продажі, а також вони не є дорогим та якісними.

**12.** Діод Шотки типу MUR120 виробник фірми «ON Semiconductor»:



Рисунок 1.29 - Зовнішній вигляд діода типу MUR120  
виробник фірми «ON Semiconductor»

Основні параметри діода:

- зворотня постійна напруга, В.....40;
- зворотня імпульсна напруга, В.....55;
- максимальний прямий струм, А.....0,5;
- максимальний прямий імпульсний струм, А.....0,5;
- пряма напруга, В.....1,1;
- зворотній струм, мА.....5;
- ємність переходу, пФ.....4;
- температура кристалу, °С.....+85;
- час відновлення, нс.....4;
- маса, г.....15;
- постійна максимальна напруга емітер-база, В.....4;
- гранична частота, МГц.....90;
- структура.....n-p-n;
- постійна потужність розсіювання колектора, Вт.....0,25;
- діапазон температур навколишнього середовища, °С.....-40...+125;

**13.** Біполярний транзистор - напівпровідниковий прилад з трьома електродами, один з яких використовується для керування струмом між двома іншими. Цей термін "біполярний" походить від того, що принцип роботи транзистора базується на взаємодії з електричним полем частинок, які мають як позитивний, так і негативний електричний заряд.

У електронній схемі біполярний транзистор використовується як підсилювач сигналу та формує стабілізатор струму.

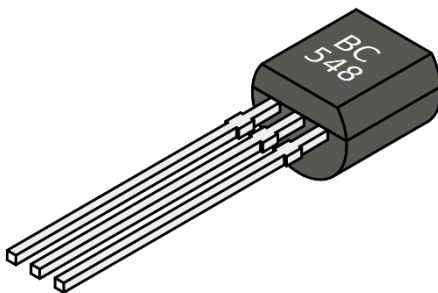


Рисунок 1.30 - Зовнішній вигляд транзистора BC548

Основні параметри транзистора:

- Структура.....PNP;
- $U_{кб0_{\text{макс}}}$ .....100 В;
- $U_{кe_{\text{макс}}}$ .....80 В;
- $I_{к_{\text{макс}}}$ .....1500(3000) мА;
- $h_{21e}$ .....30-275;
- $f_{гр}$ .....3МГц;
- Максимальна потужність, що розсіюється.....1(10)Вт;
- Корпус.....КТ-17.

**14.** Біполярний напівпровідниковий елемент електронних схем має три електроди, з яких один служить для керування струмом між двома іншими. Назва "біполярний" підкреслює той факт, що його принцип роботи полягає у взаємодії з електричним полем частинок, які мають як позитивний, так і негативний електричний заряд.

У схемі біполярний транзистор використовується як диференційний каскад підсилення. Крім того, VT6, що є "струмовим дзеркалом", стабілізує напругу на емітерах VT5 та VT7.



Рисунок 1.31 - Зовнішній вигляд транзистора BC547

Основні параметри транзистора:

- Тип матеріалу.....Si;
- Структура.....NPN;
- Максимальна потужність, що розсіюється .....0,15Вт;
- Максимально допустима напруга колектор-база .....40В;
- Максимально допустима напруга колектор-емітер .....40В;
- Максимально допустима напруга емітер-база .....6В;
- Максимальний постійний струм колектора .....50мА;
- Гранична температура PN-переходу .....120 ° С;
- Гранична частота коефіцієнта передачі струму .....250МГц;
- Ємність колекторного переходу .....7;
- Статичний коефіцієнт передачі струму .....20/90.

У даній схемі передбачено використання цих транзисторів з урахуванням їх дешевизни, легкої доступності та відповідних електричних параметрів, які задовольняють потужність схеми. При виборі елементної бази для розробки даного пристрою було враховано відповідність параметрів елементів схеми, їх доступність на ринку, якість виконання та доступну ціну.

**15.** Для візуального відображення режимів налаштувань було вибрано один RGB світлодіод KINGBRIGHT\_LED(RGB)-5R.





Рисунок 1.32 – Зовнішній вигляд RGB світлодіода.

Основні параметри RGB світлодіода:

- колір свічення.....червоний/зелений/синій;
- колір лінзи.....білий(прозора);
- довжина хвилі, нм.....630/525/465;
- інтенсивність світіння, мКд.....R 700/G 1300/B 300;
- падіння напруги на червоному кристалі, В.....1,95;
- падіння напруги на зеленому кристалі, В.....2,3;
- падіння напруги на синьому кристалі, В.....2,1;
- кут огляду, градусів.....60;
- максимальний імпульсний струм, мА.....R 20/G 20/ В 20;

					КЕК 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		51

## 2. Спеціальна частина (САПР)

### 2.1. Вибір типу конструкції й класу точності ДП

Для даного типу виробу прийнято рішення використати двосторонній варіант друкованої плати.

Двостороння плата входить до категорії друкованих плат, що використовуються у розробці електронних пристроїв. Вона відрізняється від односторонньої плати тим, що має можливість розміщувати елементи та проводки на обох сторонах. Це надає можливість розмістити більшу кількість елементів на двосторонній платі, що дозволяє створювати більш складні електронні схеми.

Двостороння плата також дозволяє зменшити розміри електронного пристрою, оскільки можна використовувати обидві сторони плати для підключення елементів. Це дозволяє зробити більше компонентів доступними на обмеженому просторі, що сприяє зменшенню розмірів пристрою. Крім того, використання двосторонньої плати допомагає зменшити кількість необхідних проводів для підключення елементів, що призводить до зменшення ваги та обсягу пристрою.

Розробка двосторонньої плати вимагає додаткових зусиль і часу через потребу уважно спланувати розташування елементів на обох сторонах та розробити детальний макет плати. Крім того, виробництво двосторонньої плати є більш витратним порівняно з односторонньою платою.

Клас точності друкованих плат (PCB) визначається залежно від того, наскільки точно виготовлена плата і наскільки точно розміщені на ній деталі. Чим вищий клас точності, тим більш точна і надійна плата, але і вартість її виготовлення буде вищою.

Виходячи із складності проєктованого РЕЗ і використаної елементної бази (таблиця 1.1) вибирають клас точності ДП. Відповідно до ДСТУ ДСТУ(ГОСТ23751-86) "Плати друковані. Основні параметри конструкції"

					КЕК 2.899.001 ПЗ	Арк
						52
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		

виділено 5 класів точності, коротка характеристика яких приведена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 — Характеристика класів точності ДП

Клас точності	Сфера застосування	Основний матеріал
1	Друковані плати з дискретними елементами і низькою щільністю монтажу (1 і 2-а групи складності)	Фольгований гетинакс
2	Друковані плати з дискретними елементами і ІМС із середньою щільністю монтажу (2 – 4-а групи складності)	Фольгований склотекстоліт
3	Друковані плати з ІМС і високою щільністю монтажу (3 і 4-а групи складності)	Фольгований склотекстоліт з товщиною фольги 20-35 мкм
4, 5	Друковані плати з ВІС, СВІС, ІМС і високою щільністю монтажу (5-а група складності)	Термостійкі діелектрики, що туються, з надтонкою фольгою

Таблиця 2.2 — Список ЕРЕ друкованої плати

№	Назва групи елементів	К-сть шт
1	Батарея 18650 Samsung SDI INR18650-30Q	1
2	Перемикач (на три контакти) Daier KW4-1	1
3	Сонячна батарея	1
4	Arduino nano ATmega328P	1
5	MT3608 DC-DC модуль	1
6	Bluetooth модуль HC-05	1
8	Модуль заряджання та захисту 1A Li-ion на TP4056 micro-USB	1
9	Датчик вологості і температури DHT11	1
10	Резистори постійні 0.25Вт CF-25-0,25Вт	13
11	LCD-дисплей Nextion NX4827T043_011R	1
12	Роз'єм (на 4 контакти) FTSH-102-01-L-DH	1

13	Транзистори NPN BC547	3
14	Транзистори PNP KT-814G	2
15	Світлодіоди FYL-5019RGBW1C, KINGBRIGHT_LED(RGB)-5R	2
16	Діод MUR120 «ON Semiconductor»	1

Враховуючи наведені фактори, вибір 3-го класу точності ДП є доцільним. Цей вибір зумовлений економічними міркуваннями та тим, що точність не є критичною для функціональності плати. Дрібні відхилення вимірювань не мають значення для правильної роботи плати.

## 2.2. Вибір матеріалу основи ДП

Вибір матеріалу основи друкованої плати обґрунтовується наступними факторами: вага елементів, точки кріплення ДП, умови експлуатації пристрою й інші чинники.

У відповідності до вибраного типу конструкції та точності друкованої плати, найбільш підходящим матеріалом друкованої плати є фольгований склотекстоліт СФ2-35.

Вибір матеріалу для друкованої плати, зокрема фольгованого склотекстоліту СФ2-35, може бути обґрунтований такими факторами:

1. Електричні властивості: Фольгований склотекстоліт СФ2-35 має добрі електричні властивості, такі як низька діелектрична проникність і низька втрати сигналу. Це важливо для забезпечення стабільної передачі сигналів і мінімізації шумів на платі.

2. Механічна міцність: Фольгований склотекстоліт СФ2-35 відомий своєю високою механічною міцністю і стійкістю до механічних напруг. Це робить його відповідним для використання в різних умовах, включаючи вимогливі промислові середовища.

3. Добре обробляється: Фольгований склотекстоліт СФ2-35 легко обробляється і має хорошу адгезію до мідного шару. Це сприяє зручності

					КЕК 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		54

виготовлення плати і дозволяє легко виконувати операції фрезерування, свердління та монтажу компонентів.

4. Теплові властивості: Фольгований склотекстоліт СФ2-35 має добрі теплові властивості, що дозволяє ефективно розподіляти тепло на платі. Це особливо важливо для компонентів, які виробляють значну кількість тепла, таких як високопотужні мікросхеми.

5. Доступність: Фольгований склотекстоліт СФ2-35 є широко поширеним і доступним матеріалом для друкованих плат. Це означає, що його можна з легкістю знайти на ринку і використовувати в багатьох проектах.

СФ-2 має високу електричну і термічну стійкість, що робить його ідеальним матеріалом для використання в електронних пристроях. Він також має хорошу механічну міцність і добре піддається обробці, що дозволяє виготовляти з нього складні деталі та вузли.

СФ-2 використовують для виробництва двосторонніх та багатошарових друкованих плат, а також для виготовлення інших електронних компонентів, наприклад, корпусів ізольованих плат.

Усі ці фактори впливають на якість, надійність і функціональність друкованої плати. Обираючи фольгований склотекстоліт СФ2-35, ми отримуємо матеріал з властивостями, які добре підходять для багатьох типів застосувань і забезпечують задоволення вимог нашого проекту.

### **2.3. Вибір габаритних розмірів ДП**

При розробці друкованої плати необхідно враховувати, що форма плати може значно впливати на технологічність та вартість її виготовлення. Особливо важливо враховувати цей аспект, коли ми маємо справу з пристроями масового виробництва. Наприклад, якщо форма плати має складну структуру з багатьма перерізами, вигинами або отворами, це може призвести до збільшення складності процесу виготовлення, підвищення витрат на матеріали та зробити виробництво більш часо- та ресурсомістким.

Водночас, якщо форма друкованої плати є простою, з обмеженою

					КЕК 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		55

кількістю вигинів та перерізів, це може сприяти більш доступному виготовленню та зменшенню витрат на матеріали.

Також необхідно враховувати можливості технології виготовлення друкованої плати, такі як мінімальні діаметри отворів, товщина мідної фольги та інші фактори, які можуть впливати на якість та вартість виробництва плати. Загалом, форма розробленої друкованої плати повинна бути максимально простою та оптимізованою з точки зору технологічності та вартості виробництва.

Згідно вимог технічного завдання, конкретні габаритні розміри та форма друкованої плати не визначені. Оскільки немає специфічних вимог, було обрано прямокутну форму для друкованої плати. Остаточні габаритні розміри плати будуть встановлені на етапі трасування з'єднань в процесі дизайну.

#### 2.4. Розрахунок елементів друкованого монтажу

Визначення мінімальної ширини друкованого провідника, мм., по постійному струму для кіл живлення і заземлення:

$$b_{min1} = \frac{I_{max}}{j_{дон} \cdot t}, \quad (2.1)$$

де  $I_{max}$  – максимальний постійний струм, який протікає в провідниках (визначається з аналізу схеми),  $I_{max} = 0,15$  А;

$j_{дон}$  – допустима густина струму, що вибирається в залежності від методу виготовлення друкованої плати з таблиці 1,  $j_{дон} = 20$  А/мм<sup>2</sup>;

$t$  – товщина провідника,  $t = 0,035$  мм.

$$b_{min} = 0,15 / (25 \cdot 0,035) = 0,17 \text{ мм} \quad (2.2)$$

3. Визначення мінімальної ширини провідника, мм., виходячи з допустимого падіння напруги на ньому:

					КЕК 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		56

$$b_{min2} = \frac{\rho \cdot I_{max} \cdot l}{t \cdot U_{don}}, \quad (2.3)$$

Таблиця 2.3 – Допустима густина струму в залежності від методу виготовлення друкованої плати.

Метод виготовлення	Товщина фольги, мкм	Допустима густина струму, А/мм <sup>2</sup>	Питомий опір, ρ, Ом·мм <sup>2</sup> /м
Хімічний: Внутрішні шари БДП, зовнішні шари ОДП, ДПП	20,35,50	15	0,050
	20,35,50	20	
Комбінований позитивний	20	75	0,0175
	35	48	
	50	38	
Електрохімічний	-	25	0,050

де  $\rho$  – питомий об'ємний опір згідно табл.1,  $\rho = 0,05$  Ом·мм<sup>2</sup>/м;

$l$  – довжина провідника,  $l = 0,265$  м;

$U_{don}$  – допустиме падіння напруги (визначається з аналізу електричної схеми),  $U_{don} = 0,6$  В.

$$b_{min2} = (0,05 \cdot 0,15 \cdot 0,265) / (0,6 \cdot 0,025) = 0,13 \text{ мм} \quad (2.4)$$

4. Визначання номінального значення діаметрів монтажних отворів  $d$ :

$$d = d_E + |\Delta d_{H.B.}| + r, \quad (2.5)$$

де  $d_E$  – максимальний діаметр виводу встановлюваного ЕРЕ, мм;

$\Delta d_{H.B.}$  – нижнє граничне відхилення від номінального діаметру монтажного отвору (з таблиці 1), мм;

$r$  – різниця між мінімальним діаметром отвору та максимальним діаметром виводу ЕРЕ (вибирається в межах 0,1...0,4 мм).

для штирьових роз'ємів і тактових кнопок (SB1-SB3) отвір 0,7 мм.

$$d_1 = 0,7 + 0,1 + 0,1 = 0,9 \text{ мм}$$

Відповідно до ряду номінальних значень вибирається діаметр монтажних отворів для штирьових роз'ємів рівним 0,9 мм.

Відповідно до ряду номінальних значень вибирається діаметр монтажних отворів для резисторів і роз'ємів рівним 1,1 мм.

#### 5. Розрахунок діаметру контактних площадок:

Мінімальний діаметр контактних площадок для ОДП і внутрішніх шарів БДП, виготовлених хімічним методом:

$$D_m = D_{1min} + 1,5 h_{\Phi} \quad , \quad (2.6)$$

де  $h_{\Phi}$  – товщина фольги, мм;

$D_{1min}$  – мінімальний ефективний діаметр площадки, мм:

$$D_{1min} = 2 \cdot (b_M + \frac{d_{max}}{2} + \delta d + \delta p), \quad (2.7)$$

де  $b_M$  – відстань від краю просвердленого отвору до краю контактної площадки, мм;

$\delta d$  і  $\delta p$  – допуски на розташування отворів і контактних площадок (з таблиці 2.2), мм;

$d_{max}$  – максимальний діаметр просвердленого отвору, мм:

$$d_{max} = d + \Delta d + (0,1 \dots 0,15) \quad (2.6)$$

де  $\Delta d$  – допуск на отвір (з таблиці 2), мм

$$d_{max} = 0,9 + 0,1 + 0,1 = 1,1 \text{ мм}$$

$$D_{1min} = 2 \cdot (0,06 + 1,1/2 + 0,2 + 0,35) = 2,32 \text{ мм}$$

$$D_{min1} = 2,32 + 1,5 \cdot 0,035 = 2,37 \text{ мм}$$

Максимальний діаметр контактної площадки:

$$D_{max} = D_{min} + (0,02 \dots 0,06) \quad (2.7)$$

$$D_{max1} = 2,37 + 0,03 = 2,4 \text{ мм}$$

					КЕК 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		58



5. Визначення ширини провідників:

Мінімальна ширина провідників для ОДП і внутрішніх шарів БДП, які виготовлені хімічним методом :

$$b_{min} = b_{1min} + 1,5_{hf} \quad (2.8)$$

де  $b_{1min}$  – мінімальна ефективна ширина провідника, мм.  $b_{1min} = 0,18$  мм для плат 4-го класу точності.

$$b_{min} = 0,18 + 1,5 \cdot 0,035 = 0,23 \text{ мм}$$

Максимальна ширина провідників:

$$b_{max} = b_{min} + (0,02 \dots 0,06) \quad (2.9)$$

$$b_{max} = 0,23 + 0,04 = 0,27 \text{ мм}$$

6. Визначення мінімальної відстані між елементами провідного малюнку:

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою:

$$S_{1min} = L_0 - \left( \frac{D_{max}}{2} + \delta p \right) + \left( \frac{d_{max}}{2} + \delta l \right), \quad (2.10)$$

$$S_{1min1} = 2,5 \left( \frac{2,4}{2} + 0,35 \right) + \left( \frac{1,1}{2} + 0,15 \right) = 0,25 \text{ мм}$$

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

$$S_{2min} = L_0 - (D_{max} + 2\delta p), \quad (2.11)$$

$$S_{2min1} = 2,5 - (2,4 + 2 \cdot 0,35) = 0,6 \text{ мм}$$

Мінімальна відстань між двома провідниками:

$$S_{3min} = L_0 - (D_{max} + 2\delta l), \quad (2.12)$$

$$S_{3min1} = 2,5 - (2,4 + 2 \cdot 0,15) = 0,2 \text{ мм}$$

Висновок: в результаті розрахунку конструктивного розрахунку друкованого монтажу були отримані такі параметри:

1. Мінімальна ширина друкованого провідника по постійному струму для кіл живлення і заземлення..... $t = 0,2$  мм;

					КЕК 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		59

2. Мінімальна ширина провідника виходячи з допустимого падіння напруги на ньому, мм..... $t_2 = 0,1$  мм;
3. Відповідно до ряду номінальних значень вибрано діаметр монтажних отворів для штирьових роз'ємів і тактових кнопок рівним ..... $0,9$  мм;
4. Мінімальний діаметр контактних площадок для діаметру монтажних отворів  $0,9$  мм..... $t_1 = 2,4$  мм;
5. Мінімальна ширина провідників..... $t = 0,2$  мм;
6. Максимальна ширина провідників..... $t = 0,3$  мм;
7. Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою.. $t = 0,25$  мм;
8. Мінімальна відстань між двома контактними площадками... $2t = 0,6$  мм;
9. Мінімальна відстань між двома провідниками ..... $3t = 0,2$  мм.

## 2.5. Маркування, захисні шари ДП

Маркування та захисні шари друкованих плат (ДП) використовуються для різних цілей, таких як ідентифікація компонентів, захист від корозії, створення ізоляційних шарів тощо. Кілька загальних відомостей про маркування та захисні шари ДП.

**Маркування:** Маркування на ДП може включати інформацію про компоненти, серійний номер, логотипи, індикатори положення та інші дані, що допомагають в ідентифікації та монтажі компонентів. Зазвичай маркування розміщується на верхньому шарі ДП і виконується за допомогою друку, нанесення фарби або гравіювання.

**Захисні шари:** Захисні шари використовуються для забезпечення електричної і механічної захисту ДП. Основні типи захисних шарів включають:

**Паяльну маску:** Це шар полімеру (зазвичай епоксидна смола), який наноситься на плату для захисту мідних треків та інших важливих областей від паяльного флюсу та припою під час процесу паяння компонентів.

					<i>КЕК 2.899.001 ПЗ</i>	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		60

Маску контактів: Цей шар наноситься на контактні площадки, де з'єднуються компоненти з платою, для запобігання корозії та створення надійного електричного з'єднання.

Лак-ізоляція: Тонкий шар лаку наноситься на всю поверхню ДП для створення електричної ізоляції та захисту від вологості, пилу та інших зовнішніх впливів.

Термінована маска: Цей шар наноситься на деякі області ДП, де потрібно створити ізольовані області, наприклад, для створення окремих шарів, таких як провідники, компоненти, паяльні маски.

## 2.6. Технологічний процес виготовлення ДП

Основним елементом у виробі є друкована плата, яка виготовляється комбінованим методом з двостороннього фольгованого склотекстоліту СФ2-35-ІКП ДСТУ(ГОСТ10316-78) товщиною 1,5 мм. При такому методі стравлюються незахищені на фользі ділянки, утворюючи друкований монтаж, та наноситься металізація на отвори ЕРЕ. Цей метод є трохи складнішим і дорожчим, ніж травлення, і потребує складніших процесів.

На даному етапі ми використовуємо фольгований склотекстоліт товщиною 35мкм. В якості провідного шару – мідь. Цей матеріал володіє необхідними провідними властивостями, а також володіє хорошою адгезією з ізолюючим матеріалом.

Розміщення елементів на платі можна умовно поділити на 3 частини. В лівій частині плати розміщений акумулятор, роз'єм живлення від сонячної батареї, модуль захисту, Arduino nano. В центральній частині розміщені датчик вологості і температури, перетворювач 5В, кнопка включення та налаштування приладу. В правій частині розміщені роз'єми підключень до LED-екрану, налаштування arduino, блютуз модуль, світлодіоди. Конструкція і технологія виготовлення деталі, вузла чи виробу технологічна, якщо відповідає всім експлуатаційним вимогам і для її виготовлення витрачається

					КЕК 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		61

мінімальна кількість суспільно-корисної праці. В умовах виробництва, де конструкція виробу і технологія його виготовлення проектується в рамках автоматизованої системи технологічної підготовки виробництва, технологічність конструкції виробів впливає на вихідні параметри гнучкість, продуктивність, надійність, якість обробки. Тому для складання друкованого вузла був вибраний такий маршрут складання:

- розконсервація ДП;
- маркування заводського номера за допомогою офсетних форм, сітчастих трафаретів або штемпеля;
- захист монтажних площадок, на які будуть встановлюватись штирьові з'єднувачі для підключення до дисплею та роз'ємів. Захищаємо латексом. При цьому використовуємо дозатор латексу;
- сушка плати в сушильних шафах;
- нанесення пасти-припою XG-50 з допомогою трафарету для smd елементів, а саме: резисторів, конденсаторів, мікросхем, транзисторів;
- монтаж ЕРЕ – встановлення ЕРЕ, які будуть запаюватися автоматизовано. Встановлення починається від резисторів та конденсаторів до мікросхем;
- автоматизована пайка в інфрачервоній печі;
- електромонтаж – встановлення і запаювання штирьових з'єднувачів та кнопок;
- оживлення та регулювання ДВ – операція вимагає великої кількості вимірювальних пристроїв та високої кваліфікації робітників. Всі роботи як правило здійснюються вручну;
- лакування вузла; технічний контроль якості.

## 2.7. Розробка друкованої плати

Після розробки електричної принципової схеми та вибору та розрахунку компонентів пристрою, наступним кроком є розробка друкованої плати, яка є важливою складовою електронного пристрою. Друкована плата має

					КЕК 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		62

конструктивну структуру, що складається з діелектричної підкладки та струмопровідного шару. В сучасних платах найчастіше використовується склотекстоліт як діелектрична підкладка. Однак, в залежності від специфічних вимог можуть використовуватися інші матеріали. Наприклад, для потужних світлодіодів може застосовуватися анодований алюміній, а для гнучких клавіатур - капрон.

Мідна фольга широко використовується як струмопровідний шар на друкованих платах. Зазвичай товщина мідної фольги становить від 18 до 35 мікрметрів, хоча існують випадки, коли потрібна товщина струмопровідного шару 70, 105 або 140 мікрметрів. Більші значення товщини використовуються для пристроїв з великими струмами, наприклад, для драйверів високострумних двигунів або потужних світлодіодних прожекторів.

Друковані плати можуть бути односторонніми, двосторонніми або багатошаровими. Для простих пристроїв часто використовуються односторонні друковані плати, оскільки вони є найбільш економічними та простими у виготовленні і проектуванні. У таких платах струмопровідний шар розташований лише з одного боку.

Друковані плати можуть мати струмопровідний шар, який простирається на обох сторонах, що дає можливість створювати складніші пристрої з меншими розмірами порівняно з односторонніми платами. Однак виготовлення і проектування двосторонніх плат є більш складними і коштовними процесами порівняно з односторонніми платами.

Багатошарові друковані плати складаються з трьох або більше шарів струмопровідного матеріалу, розділених ізолюваними діелектричними шарами. Цей тип плат використовується для дуже складних пристроїв, де потрібна велика кількість з'єднань і маршрутів. Вони забезпечують високу густину компонентів і знижують електромагнітні перешкоди, але їх виготовлення та проектування є складними і вимагають спеціального обладнання та технологій.

					КЕК 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докum	Підпис	Дата		63

Процес виготовлення друкованої плати починається з фольгованого склотекстоліту, який має єдиний шар струмопровідного матеріалу. Далі на нього наноситься малюнок друкованої плати різними методами, а надлишки міді зі склотекстоліту видаляються різними способами. Це дозволяє формувати доріжки друкованої плати. Після цього застосовуються маски і захисні шари, і тоді вже можна говорити про готову друковану плату.

Існують різні методи нанесення малюнка, такі як застосування лаку, фоторезисту та інших подібних способів. Також існують різні методи видалення надлишків міді, включаючи механічні методи, такі як фрезерування або лазерне випалювання, або хімічні методи, які полягають у витравлюванні міді у хімічному розчині.

Для розробки друкованої плати було вирішено використовувати програму Dip Trace з функціоналом PCB Layout. Ця програма дозволяє створювати електричні принципові схеми та подальше перетворення їх в друковані плати. Після завершення розробки електричної принципової схеми у програмі Schematic та її відображення на малюнку 2.1, ви можете скористатися відповідною функцією у меню програми для перетворення схеми в друковану плату.

Після цього, Dip Trace автоматично відкриває програму Schematic з корпусами радіоелементів та з'єднаннями між ними, що відповідають електричній принциповій схемі. На даному етапі ми встановлюємо межі друкованої плати з необхідними розмірами та розміщуємо внутрішні корпуси радіоелементів. На малюнку 2.2 показано межі друкованої плати та корпуси зі з'єднаннями для велоспідометра. Після цього ми виконуємо функцію перетворення в друковану плату, що автоматично створює доріжки відповідно до з'єднань. На малюнку 2.3 показано готову двосторонню друковану плату, яка готова до виготовлення.

Після завершення процесу розробки друкованої плати, необхідно визначити оптимальну ширину доріжок для живлення, щоб запобігти осіданню від напруги та струму. Для цього ми скористаємося онлайн

					КЕК 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		64

калькулятором, призначеним для розрахунку ширини доріжок на друкованих платах. Початкові дані для розрахунку наведені на рисунку 2.4. Після виконання розрахунків ми отримаємо відповідь щодо оптимальної ширини доріжок для зовнішніх шарів друкованої плати. Результат розрахунків зображений на рисунку 2.5.

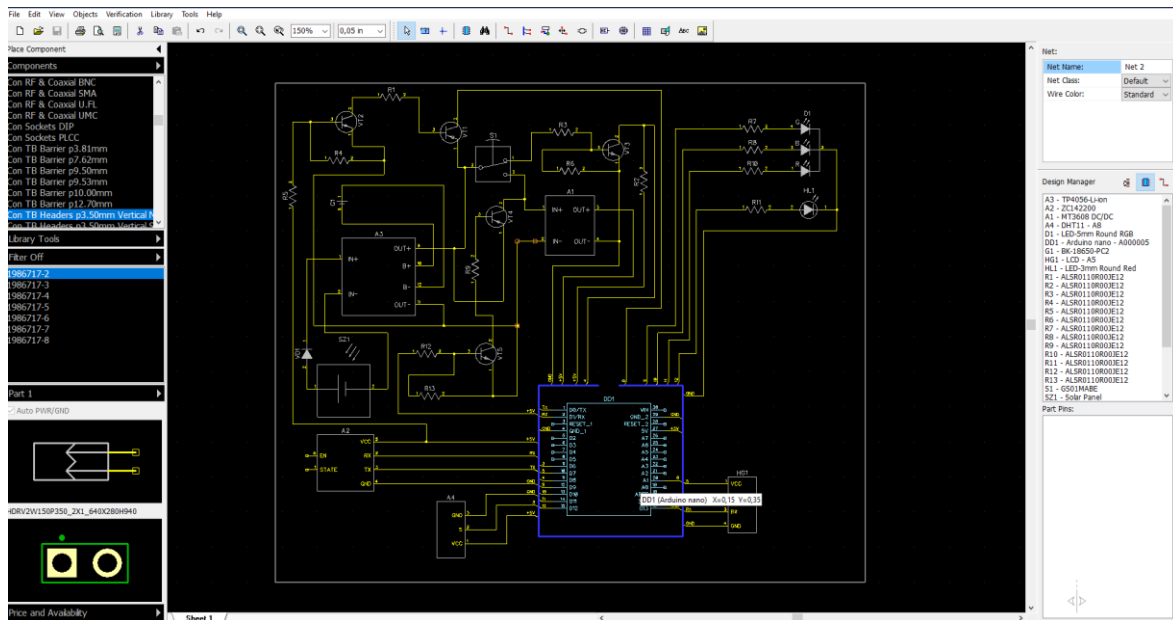


Рисунок 2.1 – Готова схема для компіляції в друковану плату.

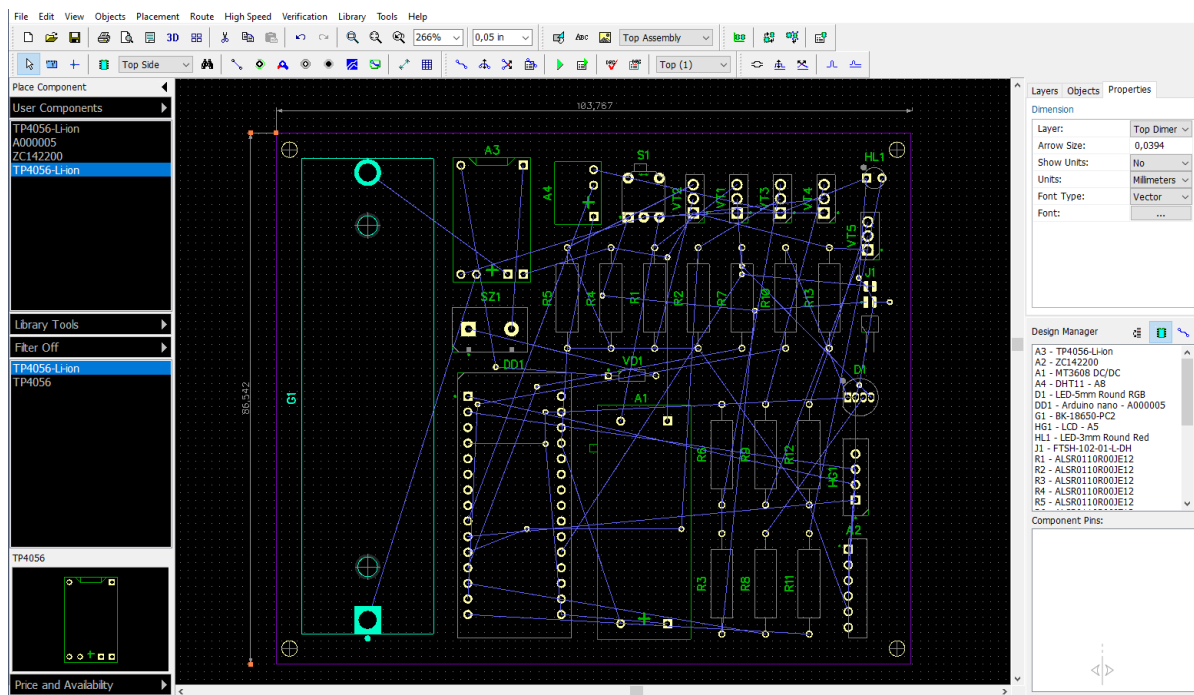


Рисунок 2.2 – Зображення меж друкованої плати та зв'язку радіоелементів.

ЗМ	Арк	№ докум	Підпис	Дата

КЕК 2.899.001 ПЗ

Арк

65

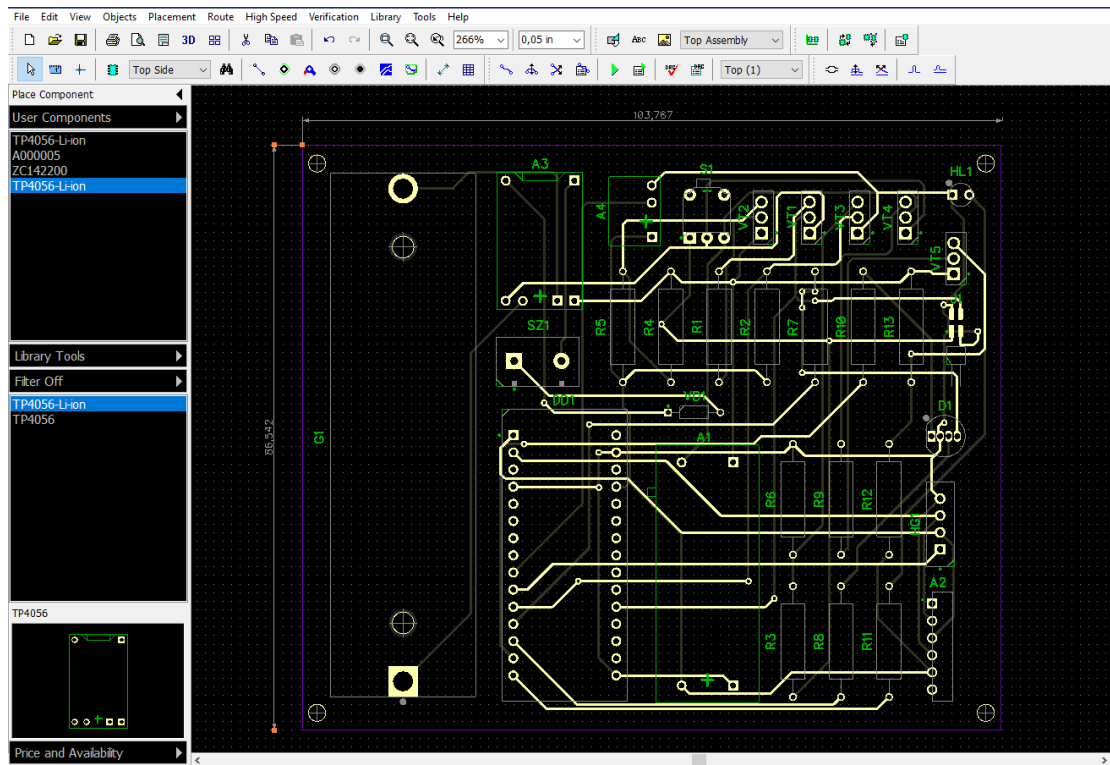


Рисунок 2.3 – Двостороння друкована плата.

### Розрахунок

Вводу:

Піковий струм:	<input type="text" value="500"/>	<input type="text" value="мА"/>
Одиниці ширини:	<input type="text" value="Мм"/>	<input type="text"/>
Товщина доріжки:	<input type="text" value="35"/>	<input type="text" value="МКМ"/>
Підвищення температури:	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="°C"/>
Температура навколишнього середовища:	<input type="text" value="30"/>	<input type="text" value="°C"/>
Довжина доріжки:	<input type="text" value="200"/>	<input type="text" value="Мм"/>

Рисунок 2.4 – Початкові дані для розрахунку.

Зм	Арк	№ докum	Підпис	Дата

КЕК 2.899.001 ПЗ

Арк

66



Результати:

	Для зовнішніх шарів	Для внутрішніх шарів	
Ширина доріжки:	0,604	1,571	мм
Температура відстеження:	31	31	°C
Опору:	0,1720	0,0661	Ом
Падіння напруги:	0,0860	0,0331	В
Розсіювання потужності:	0,0430	0,0165	Вт

Рисунок 2.5 – Результат розрахунку ширини доріжок.

У результаті виконаної роботи було отримано друковану плату з розмірами 139x74 міліметри. розмірами 103,45x86,55 міліметрів. Ширина сигнальних доріжок становить 0,7 міліметра, а ширина доріжок живлення в 1 міліметр. Підсумкова ширина живильних доріжок виконана ширше із запасом, для більш надійної роботи пристрою.

Пластиковий корпус пристрою містить різноманітні електронні компоненти, такі як батарея, сонячна панель, світлодіоди, перемикач і дисплей. При розміщенні цих компонентів на корпусі, було враховано людське психофізіологічне сприйняття. Наприклад, перемикач та світлодіоди були розміщені на передній панелі для зручного управління. Сонячна батарея та індикатор були закріплені на верхній кришці, а акумулятор та друкований вузол були розміщені в відповідному відсіку нижньої кришки.

Розміри плати мають відповідати ДСТУ(ГОСТ 10317-72), в якому рекомендується використання типів плат зі співвідношенням сторін від 1:1 до 2:1. Максимальна ширина плати не повинна перевищувати 500 мм. Рекомендовані товщини плати в мм: 0,8, 1, 1,5, 2, 2,5 та 3.

Електрорадіоелементи з штировими виводами слід встановлювати в отвори друкованої плати та загинати їх під кутом 60°. Виводи обрізають в межах контактних площадок та запаюють методом пайки «хвилею припою». Це забезпечує більшу щільність монтажу, тому що більша кількість елементів може бути розміщена на одній платі.

При розміщенні електрорадіоелементів на друкованій платі необхідно враховувати наступне:

1. Напівпровідникові прилади та мікросхеми не повинні розміщуватися близько до елементів, що виділяють велику кількість теплоти, а також до джерел сильних магнітних полів, таких як постійні магніти, трансформатори тощо;

2. Має бути передбачена можливість конвекції повітря в зоні розташування елементів, що виділяють велику кількість теплоти;

3. Повинна бути передбачена можливість легкого доступу до елементів, які підбирають при регулюванні схеми.

Якщо елемент має електропровідний корпус і провідник проходить під корпусом, передбачається ізоляція корпусу або провідника. Ізоляцію можна здійснити надяганням на корпус елемента трубок з ізоляційного матеріалу, нанесенням тонкого шару ізоляційної фарби на поверхню елемента або використання спеціальних ізоляційних матеріалів, таких як пінополіуретан, склофібробетон, мінеральна вата та інші.

В залежності від специфічних умов і вимог щодо ізоляції, можуть використовуватися різні методи та матеріали. Наприклад, у випадку трубопроводів, що передають гарячу воду або пар, можуть застосовуватися термоізоляційні матеріали, які дозволяють зберігати температуру переносної рідини.

Для компонентів електричних мереж застосовують ізоляційні матеріали, які забезпечують електричну ізоляцію та захист від електричних розрядів.

Крім цього, необхідно враховувати вимоги щодо пожежної безпеки під час вибору та використання ізоляційних матеріалів, а також дотримуватися правил монтажу компонентів з ізоляцією.

## 2.8. Обґрунтування вибору конструкції

Велосипедний спідометр з додатковим живленням від сонячної батареї містить корпус, друкований вузол, акумуляторну батарею, дисплей та сонячну

					КЕК 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		68

батарею. Корпус складається з верхньої та нижньої кришок, які з'єднуються гвинтами. Дана модель корпусу виготовлена із ABS пластика, має естетично привабливий вигляд, хороші ергономічні та механічні характеристики (табл.2.4).

Таблиця 2.4 – Характеристики матеріалу корпусу

Параметр	Пластик ABS
Густина кг/м <sup>3</sup>	1050
Модуль пружності при розтягу МПа	2340
Модуль пружності вигину МПа	2400
Температурний діапазон °С	-45
	+110
Найменша товщина мм	1,5

Друкована плата приладу кріпиться до нижньої кришки за допомогою чотирьох гвинтів, а батарея встановлюється там же.

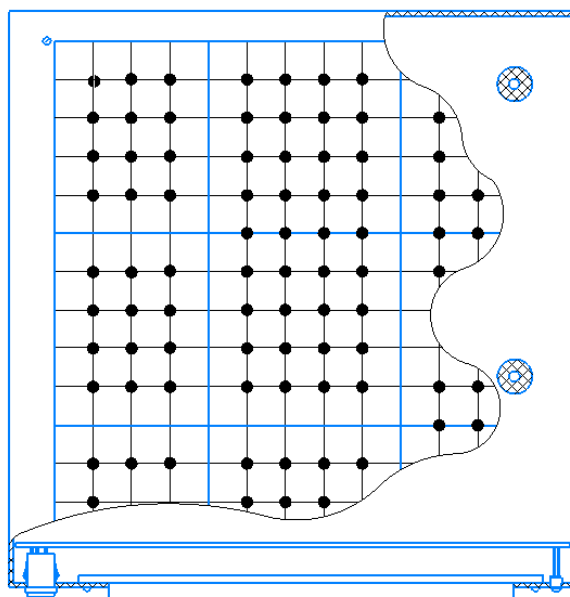


Рисунок 2.6 – Корпус, вигляд зверху.

Передня панель приладу має один вимикач, два світлодіоди для індикації

роботи. Індикатор та сонячна батарея розміщені на верхній кришці. Корпус виготовлений з чорної пластмаси методом лиття, що забезпечує зменшення маси, спрощення технологічного процесу та зниження вартості виробу.

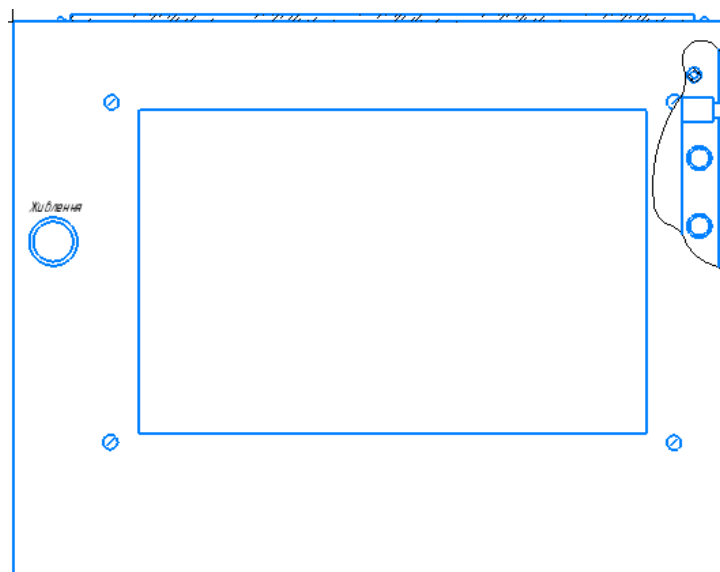
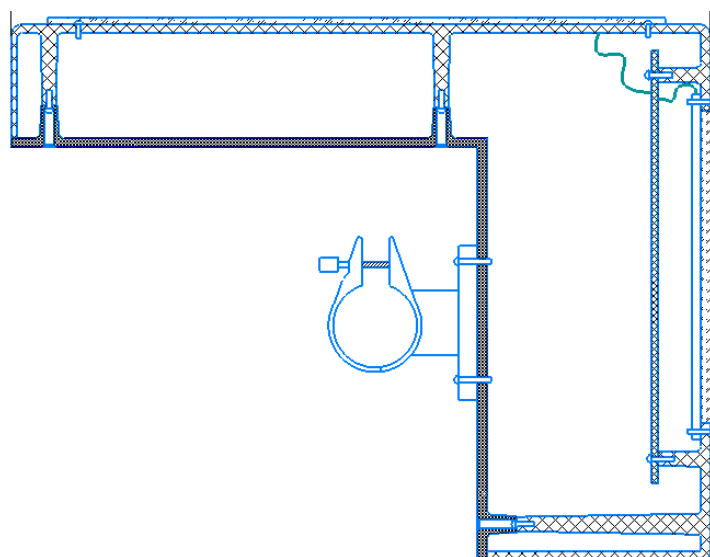


Рисунок 2.7 – Корпус, вигляд спереду.

Для зручного користування приладом, в ньому передбачені перемикач та RGB світлодіод, розташовані максимально зручно, щоб спостерігач з легкістю міг відслідковувати роботу пристрою. Для з'єднання елементів, розташованих на корпусі з друкованим вузлом, використовуються перемички.



Малюнок 2.8 – Корпус, вигляд збоку.

Конструкція корпусу дуже важлива, оскільки вона визначає експлуатаційні та техніко-економічні характеристики виробу. Раціональне взаєморозміщення радіокомпонентів на корпусі забезпечує мінімальні

					КЕК 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		70

паразитні зв'язки між елементами схеми, що допомагає знизити їх рівень.

Корпус даного пристрою має жорстку й міцну конструкцію, яка ефективно захищає всі складові від механічних пошкоджень, як під час експлуатації, так і при транспортуванні виробу. Крім того, корпус забезпечує легкий доступ до розміщених в ньому елементів для заміни, огляду та ремонту.

Конструкція пристрою мінімізує його розміри й масу, що було передбачено під час виготовлення друкованого вузла. Крім того, корпус захищає виріб від проникнення пилу й вологи всередину.

Ця конструкція корпусу пристрою забезпечує доступ до всіх елементів, регулювання параметрів та здійснення контрольних-вимірювальних робіт. Користуватися цим пристроєм дуже зручно.

## **2.9. Оцінка теплових режимів роботи виробу (розрахунок площі радіатора при необхідності)**

Проведемо аналіз теплових характеристик пристрою і визначимо, чи необхідно використовувати радіатор або вентилятор для охолодження. У даному пристрої відсутність трансформатора призводить до меншого виділення тепла. Хоча використовуються три транзистори для комутації навантаження, навантаження має невелику потужність, що уникне перегріву транзисторів. Тому не виявлено необхідності у примусовому використанні радіатора або вентилятора. Конструкція пристрою не потребує використання радіатора або вентиляції всередині корпусу, і розрахунок системи охолодження не є необхідним.

## **2.10. Розрахунок надійності проектного пристрою**

Надійність виробу вказує на його здатність виконувати задані функції під визначеними умовами експлуатації і зберігати значення основних параметрів у встановлених межах. Для оцінки надійності застосовуються розрахункові показники, такі як інтенсивність відмов, середня наробка до відмови і ймовірність безвідмовної роботи. Для проведення розрахунків надійності виробу необхідні вихідні дані, які можна знайти у таблиці 2.5.

					<i>КЕК 2.899.001 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		71

Таблиця 2.5 - Показники експлуатації

п/п	Назва групи елементів	К-сть шт.	К <sub>нопр</sub>	I <sub>відм</sub> *1e-06	К-сть*К <sub>нав</sub> від*1e-06
1	Батарея 18650 Samsung SDI INR18650-30Q	1	1	19	19
2	Перемикач (на три контакти) Daier KW4-1	1	1	0,5	1
3	Сонячна батарея	1	1,5	2,6	6,35
4	Arduino nano ATmega328P	1	1	0,02	0,3
5	MT3608 DC-DC модуль	1	1	0,02	0,3
6	Bluetooth модуль HC-05	1	1	0,02	0,3
8	Модуль зарядання та захисту 1A Li-ion на TP4056 micro-USB	1	1	0,02	0,3
9	Датчик вологості і температури DHT11	1	1	0,02	0,3
10	Резистори постійні 0.25Вт CF-25-0,25Вт	13	0,42	0,8	7,392
11	LCD-дисплей Nextion NX4827T043_011R	1	1	0,02	0,06
12	Роз'єм (на 4 контакти) FTSH-102-01-L-DH	1	1	0,1	0,1
13	Транзистори NPN BC547	3	0,35	1,7	1,785
14	Транзистори PNP KT-814G	2	0,35	1,7	1,785
15	Світлодіоди	2	1	4	8
16	Діод MUR120 «ON Semiconductor»	1	0,35	0,7	1,225

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів.....1;

Коефіцієнт впливу вологості і температури.....1;

Коефіцієнт атмосферних впливів.....1;

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов: 5.6242e-005 1/год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи P(t):

$$t = 10 \text{ год. } P(t) = 0,999569;$$

$$t = 100 \text{ год. } P(t) = 0,994753;$$

$t = 1000$  год.  $P(t) = 0,944989$ ;

$t = 10000$  год.  $P(t) = 0,564762$ ;

$t = 100000$  год.  $P(t) = 0,003453$ .

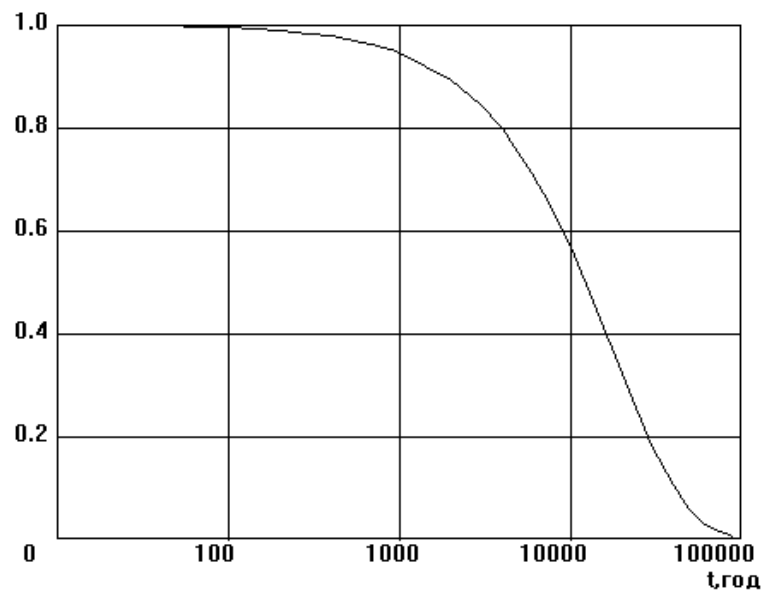


Рисунок 2.9 – Графік залежності ймовірності безвідмовної роботи від часу.

Наробка на відмову становить 35126 год. Надійність виробу є досить високою (див. рис. 2.9), що супроводжується якісною роботою приладу довго та надійно.

## 2.11. Аналіз технологічності конструкції виробу

Оцінка технологічності конструкції виробу включає сукупність властивостей, які дозволяють зменшити витрати на працю, засоби виробництва, матеріали та час при технологічній підготовці виробництва, виготовленні, експлуатації та ремонті порівняно з відповідними показниками однотипних конструкцій, забезпечуючи встановлені значення якості виробу. Оцінка технологічності може бути кількісною або якісною.

Оцінка технологічності виробу включає як кількісний, так і якісний підходи. Кількісна оцінка базується на розрахунку технологічних показників за допомогою математичних формул. Якісна оцінка, з своєї сторони, залежить від аргументованого аналізу рівня технологічності конструкції виробу.

Метою оцінки технологічності є ефективна обробка та аналіз конструкції з метою зниження витрат на розробку, підготовку технологічного процесу, виготовлення, експлуатацію та ремонт. Під час якісної оцінки проводиться аналіз конструкції з точки зору її придатності до умов виробництва і витрат при виготовленні та експлуатації.

При якісній оцінці технологічності, важливим аспектом є опис та обґрунтування вибору конструктивних матеріалів для елементів корпусу та плати, включаючи методи та умови їх виготовлення, а також застосовувані інструменти та обладнання. Для виготовлення друкованої плати виробу необхідно використовувати спеціальне обладнання, таке як верстат ЧПУ (числове програмоване управління). Перед початком виготовлення плати, спочатку на комп'ютері створюється дизайн плати з використанням спеціалізованих програм для розробки електронних схем, наприклад Dip Trace або Altium Designer.

Після створення дизайну плати друкованої, програма генерує файл G-code, який містить інструкції для верстата ЧПУ. Цей файл передається до верстата, який на основі цих інструкцій виконує необхідні операції з високою точністю та швидкістю. У процесі виготовлення плати верстат ЧПУ використовує спеціальні фрези та свердла, що дозволяють висвердлювати отвори та контактні площадки на друкованій платі.

Після виготовлення друкованої плати, на неї розміщують компоненти, такі як мікросхеми, конденсатори, резистори та інші. Цей етап називається монтажем. Компоненти прикріплюються до плати шляхом паяння, що забезпечує їх стабільність та надійність. Після завершення процесу монтажу, виготовлений вузол стає готовим до використання в складі виробу.

Друковану плату виготовляємо комбінованим методом. Цей метод включає в себе наступні операції:

1. Різання заготовок.
2. Пробивання базових отворів.

					КЕК 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		74



3. Підготовка поверхні заготовок.
4. Нанесення сухого плівкового фоторезисту.
5. Нанесення захисного лаку.
6. Свердління отворів.
7. Хімічне міднення.
8. Зняття захисного лаку.
9. Гальванічне напилення.
10. Електролітичне міднення та нанесення захисного покриття.
11. Зняття фоторезисту.
12. Травлення друкованої плати.
13. Промивання друкованої плати.
14. Механічна обробка.

Процес виробництва радіоелектронних пристроїв:

1. Заготівельні операції - це підготовка радіоелектронних компонентів для їх подальшого використання. Це роблять працівники, що займаються комплектуванням.

2. Установка та кріплення деталей проводяться вручну, але напів-автоматизовані машини можуть використовуватися на даному виробництві.

3. Монтажні проводи (гнучкі перемички), які згодом будуть під'єднуватися до радіоелектронних компонентів, що не знаходяться на друкованому вузлі, вкладають та кріплять механічно.

4. Монтажні з'єднання паяють автоматичним способом - хвильовою пайкою, а гнучкі перемички паяють вручну з використанням електропаяльника та матеріалів, таких як припій ПОС-61 та флюс АТІ-120.

5. Механічна міцність паяних з'єднань перевіряється на спеціальних стендах, де створюється штучна вібрація, тиск і інші фактори, що відповідають умовам експлуатації виробу. Контролюють цей процес працівники, що мають спеціальну кваліфікацію.

6. Перевірку правильності монтажу здійснюють візуально працівники середньої кваліфікації.

					<i>КЕК 2.899.001 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		75

Електричну міцність з'єднань перевіряють за допомогою спеціальних пультів, а контроль цієї операції здійснюють працівники середньої кваліфікації.

Після успішного виконання цих операцій отримується готова друкована плата для проектованого пристрою.

Наступним етапом є виготовлення корпусу, оскільки виробляться дві кришки, то технологічний процес складання корпусу включатиме наступні кроки:

1. Обробка матеріалу. Зазвичай корпус виготовляють з металу або пластику. Першим кроком буде обробка сировини: відрізання, прокатка, пресування або лиття, залежно від матеріалу.

2. Формування корпусу. Для цього застосовуються різні технології, наприклад, лиття під тиском, випресовування, витягування або фрезерування. Процес формування буде відрізнятися залежно від матеріалу та типу приладу.

3. Опрацювання поверхні. Після формування корпусу його поверхню потрібно опрацювати: знежирити, промити та підготувати до нанесення покриття.

4. Нанесення покриття. Для забезпечення довговічності та захисту від пошкоджень корпус може бути покритий фарбою, порошковою фарбою або іншим покриттям. Нанесення покриття може здійснюватися різними методами: розпилюванням, ґрунтуванням, електростатичним методом тощо.

5. Збірка корпусу. Після покриття кожен елемент корпусу збирається разом. Це може включати встановлення ручок, кнопок, шурупів, затисків та інших елементів.

Остаточна перевірка. Після збірки корпусу проводиться остаточна перевірка, щоб переконатися, що прилад працює належним чином та відповідає вимогам.

У цілому, процес виготовлення корпусу складний та вимагає великої уваги до деталей. Він має бути виконаний з точністю, щоб забезпечити правильну роботу приладу та безпеку його використання.

					КЕК 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		76

## 2.12. Компоновка друкованого вузла пристрою (вузла)

Для забезпечення технологічності конструкції виробу, зручної збірки та розбірки на етапі виробництва та налагодження, можна використовувати верхню та нижню кришки як компоненти, які легко встановлюються та знімаються. Цей підхід дозволяє зручно отримувати доступ до внутрішніх вузлів виробу для проведення регулювання та налагодження.

Корпус для цього виробу виготовлений з чорної пластмаси, яка має переваги перед металом завдяки простоті виготовлення, легкості збірки та обробки, хоча має й певний недолік - гігроскопічність, що з часом може погіршити властивості захисту. Проте, корпус такого типу має привабливий зовнішній вигляд.

Для виготовлення корпусу використовується метод лиття, який є одним із ключових способів виробництва. Цей метод забезпечує високу точність збереження розмірів конструкції та значно скорочує час охолодження прес-форми, що позитивно позначається на продуктивності процесу.

Для кріплення друкованого вузла в корпусі використовуються чотири стійки, а товщина стінок корпусу становить 2 мм. Усі радіокомпоненти запаєні безпосередньо на друковану плату, що суттєво зменшує розмір конструкції та робить виріб компактним. Використання друкованого монтажу також значно спрощує процес збірки та налагодження вузла.

Основним елементом виробу є друкована плата, яка виготовляється комбінованим методом з двостороннього фольгованого склотекстоліту СФ2-35-ІКП ДСТУ(ГОСТ10316-78) товщиною 1,5 мм. При цьому методі стравлюють мідний шар на фольгованих сторонах плати з використанням хімічних розчинів, щоб залишити мідні доріжки, які з'єднують елементи електричної схеми.

Після цього на плату наносять шар термостійкої фоточутливої фарби, який служить захистом для мідних доріжок від корозії та інших небажаних впливів. Далі плату піддають експонуванню під впливом ультрафіолетових (UV) променів, що призводить до утворення зразків, необхідних для

					КЕК 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		77

подальшої обробки.

Після експонування плату піддають процесу травлення в спеціальних розчинах, які видаляють фоточутливий шар з тих областей, де потрібно залишити мідні доріжки. Цей процес дозволяє сформувати мідні доріжки та отвори для монтажу елементів на платі.

Після цього покривають плату захисним шаром, який призначений для захисту від корозії та негативного впливу зовнішнього середовища. Цей шар може мати форму фарби, лаку або іншої захисної плівки. Після нанесення захисного шару на плату роблять нанесення надписів та позначок, які сприяють зручності монтажу та подальшій експлуатації виробу.

Нарешті, на плату монтується електронні компоненти, такі як резистори, мікросхеми та інші. Компоненти зв'язуються з мідними доріжками за допомогою паяльної пасту або інших способів з'єднання.

Після монтажу компонентів плата проходить випробування, щоб переконатися в її правильному функціонуванні та відповідності вимогам. Кінцевий виріб готовий до використання в електронних пристроях.

### **2.13. Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу друкованого вузла**

Метод маршрутно-операційної технології використовується для керування процесом виготовлення друкованого вузла та складання корпусу пристрою. Цей метод передбачає послідовне виконання операцій, які описані у спеціальних технологічних картах і відповідають вимогам виробництва. У цих картах також зазначається кількість необхідних матеріалів та час, необхідний для зібрання виробу. Детальний опис методу маршрутно-операційної технології для друкованого вузла можна знайти в додатках до даного дипломного проекту.

					<i>КЕК 2.899.001 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>78</i>

## 3 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

### 3.1 Вплив діяльності людини на довкілля

З появою людей на планеті почався вплив їхньої діяльності на кругообіг речовин та енергетичний обмін у біосфері, що призвело до початку руйнування біосфери.

Розростаючись кількісно та поширюючись по планеті, людство неодмінно витіснило інших живих істот з природного середовища. Також, людина вплинула на саму природу, віддаливши її на задвірки біосфери і створивши нове середовище, яке можна назвати техносферою або біотехносферою, замість біосфери, яку описував Вернадський.

Техносфера - це регіон біосфери, який був перетворений людиною в минулому за допомогою прямого або непрямого впливу технічних засобів, з метою задоволення своїх матеріальних і соціально-економічних потреб.

Створюючи техносферу, людина прагнула поліпшити комфортність оточуючого середовища, збільшити можливості комунікації та забезпечити захист від природних негативних впливів. Ці зусилля мали позитивний вплив на умови життя і, разом з іншими факторами, сприяли збільшенню тривалості життя людей.

Проте, нераціональна господарська діяльність, підсилення науково-технічного прогресу, призвели до неправильного використання природних ресурсів та їх вичерпання, збитку регенераційним механізмам біосфери, порушення природного кругообігу речовин та енергії на планеті, а також дисбалансу глобальної земної соціоекологічної системи. Природні ресурси класифікуються на різні групи відповідно до їх природного походження, включаючи водні, повітряні, ґрунтові, рослинні, тваринні, мінеральні, кліматичні ресурси та інші [37].

За природно-економічною класифікацією ресурси поділяються на дві категорії: матеріальні ресурси, які використовуються у виробництві, та нематеріальні ресурси, що знаходять застосування в невиробничій сфері.

За іншою класифікацією природні ресурси поділяються на невичерпні і вичерпні, а останні на відновлювальні, важко відновлювальні та невідновлювальні.

					КЕК 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		79

Відновлюваними вважають біологічні ресурси, атмосферне повітря, поверхневі води. До важко відновлюваних можна віднести ґрунти, підземні води, деякі гірські породи, природні ландшафти. Практично невідновлювальними є переважна більшість корисних копалин та види організмів, що вже зникли на Землі.

Загальна характеристика впливу людини на природні ресурси: а) наслідки впливу на атмосферу шляхом забруднення [37]:

- парниковий ефект – глобальне потепління клімату за рахунок збільшення вмісту вуглекислого газу в повітрі;
- утворення озонових дір;
- зменшення прозорості атмосфери та збільшення хмарності;
- смог тобто димні тумани, які виникають внаслідок хімічних реакцій в повітрі при його забрудненні великою кількістю пилу та газів;
- кислотні дощі, які утворюються при викиданні в повітря сірчистих сполук і оксидів азоту;
- корозія металевих конструкцій;
- порушення фото захисту рослин.

б) наслідки впливу на водні ресурси шляхом їх забруднення:

- зменшення кількості якісної, чистої прісної води;
- порушення життєдіяльності живих організмів водою;
- вимирання окремих видів організмів (жаб, комах, риб);
- порушення ланцюгів живлення у біоценозах (історично складена сукупність тварин і рослин, що населяють територію з більш-менш однаковими умовами існування).

в) наслідки впливу на ґрунт шляхом його забруднення:

- зменшення території, що вкрита рослинністю;
- зменшення площі лісів;
- зниження родючості ґрунтів та опустелювання, пилові бурі, селі;
- погіршення умов росту та розвитку рослинного світу;

					КЕК 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		80

- міграція небезпечних речовин в гідросферу;
- накопичення небезпечних речовин в біологічних ланцюгах живлення.

г) вплив діяльності людини на корисні копалини. Корисні копалини – це мінеральні ресурси, які залягають у літосфері.

Корисні копалини поділяються на такі групи [37]:

1. Енергоносії – вугілля, нафта, природний газ, горючі сланці, уран, торій.
2. Рудні – руди чорних, кольорових та благородних металів.
3. Гірничо-хімічні – апатити, харчова сіль, карбонати, сульфати кальцію.
4. Механічні неметалорудні – алмаз, корунд та інші.
5. Будівельні – гіпс, пісчаники, будівельний камінь.
6. Гідромінеральні – підземні води.

Деякі види корисних копалин перебувають у критичному стані. Прогнозується, що запасів алюмінію вистачить приблизно на 570 років, заліза - на 250 років, цинку - на 19 років, а олова - на 35 років. З урахуванням поточних темпів споживання вугілля, нафти та газу, людству може вистачити їх протягом близько 150 років.

Результатом споживання значної кількості природних ресурсів є збільшення забрудненості всіх складових біосфери [37].

### 3.2 Стихійні лиха та їх класифікація

Стихійні лиха є небезпечними природними явищами, які, як правило, виникають раптово, і хоча деякі з них можуть бути прогнозовані за допомогою метеорології, інтенсивність цих явищ не залежить від впливу людей. Вони можуть бути класифіковані наступним чином: швидкі явища, такі як землетруси, зсуви, цунамі, снігопади, ожеледі, які характеризуються швидким рухом; повільні явища, такі як повені, спричинені підвищенням рівня води в річках внаслідок інтенсивних опадів або танення снігу та льоду, виверження вулканів або звільнення внутрішньої енергії Землі; і атмосферні явища, такі як урагани, смерчі, циклони, які характеризуються потужними і швидкими повітряними потоками через різкі зміни атмосферного тиску. Крім того,

					КЕК 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		81

стихійні лиха речовинного характеру можуть спричинити виникнення різних забруднень, які негативно впливають на здоров'я і самопочуття людей [38].

Стихійні явища часто виникають в комплексі, що значно посилює їх негативний вплив. Небезпечні природні явища визначаються трьома основними групами процесів - ендогенні, екзогенні та гідрометеорологічні. Стихійні лиха, які характерні для України, за структурою можна поділити на прості, що включають один елемент - наприклад, сильний вітер, зсув або землетрус та складні. Вони складаються з декількох процесів однієї групи або кількох груп. Найбільші збитки спричиняють повені - 40%, на другому місці - циклони (20%), на третьому - посухи та землетруси (15%).

Деякі природні катастрофи, такі як пожежі, обвали, зсуви і навіть землетруси, можуть мати походження, пов'язане з діями людей, і називаються антропогенними стихійними лихами. Проте, наслідки цих явищ завжди є результатом сил природи. Кожне стихійне лихо характеризується наявністю особливих факторів, які негативно впливають на здоров'я і життя людей.

Причинами стихійних лих можуть бути:

- швидке переміщення речовини (землетрусу, зсуви);
- вивільнення земної енергії (вулканічна діяльність, землетруси);
- підвищення рівня вод річок, ставків і морів (повені, цунамі);
- вплив надзвичайно сильного вітру (урагани, торнадо, циклони).

Своєчасне проведення робіт, спрямованих на локалізацію природних лих, має велике значення для зменшення зон руйнувань та мінімізації втрат людських життів та постраждалих.

В Україні найчастіше спостерігаються такі надзвичайні ситуації природного характеру [38]:

- Небезпечні геологічні явища (зсуви, обвали, осипки, просадки земної поверхні)
- Небезпечні метеорологічні явища (зливи, урагани, сильні снігопади, сильний град, ожеледь)

					КЕК 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		82



- Небезпечні гідрологічні явища (повені, паводки)
- Природні пожежі лісових та торф'яних масивів
- Масові інфекції та хвороби людей, тварин, рослин.

Землетрус - природне явище з підземними поштовхами та коливаннями земної поверхні. Воно спричиняє тріщини, зсуви ґрунту, грязьові потоки, сніжні лавини та цунамі. Землетруси охоплюють великі території, руйнують будівлі та споруди, виводять з ладу комунально-енергетичні мережі та призводять до людських жертв. Осередки землетрусів знаходяться на глибині 30-60 км, іноді до 700 км.

У землетрусів існує система вимірювання їх інтенсивності за допомогою балів. У нашій країні ми використовуємо міжнародну шкалу Ріхтера, яка дозволяє класифікувати землетруси за силою їх поштовхів на поверхні Землі. Згідно цієї шкали, землетруси поділяються на кілька категорій: слабкі (1-4 бали), сильні (5-8 балів) і дуже сильні або руйнівні (8 балів і більше).

При 3-бальному землетрусі коливання невеликі, відчутні лише у приміщеннях. При 5-бальному землетрусі гойдаються висячі предмети, всі в приміщенні почувають поштовхи. При 6-бальному землетрусі виникають ушкодження в будинках, а при 8-бальному з'являються тріщини у спорудах. 10-бальний землетрус супроводжується загальним руйнуванням будівель та порушенням ґрунту, а 12-бальний призводить до зміни ландшафту.

Залежно від причини виникнення, землетрусу бувають [38]:

– тектонічні – творяться у результаті переміщення мас земної кори під впливом внутрішніх напруг;

– вулканічні – виникають при виверженні вулканів. Зазвичай охоплюють невеликі райони і супроводжуються потоками лави, викидами попелу і газів. При виверженні підводних вулканів можуть утворюватися величезні хвилі-цунамі і утворюються нові острови;

– обвальні – спостерігаються при обвалі склепінь підземних карстових порожнин. Зазвичай мають локальний характер і здебільшого суттєвих руйнацій не приносять;

– море трясіння – різке коливанням води в морях і океанах під час землетрусів, осередок яких міститься під дном моря (океану) чи прибережних районах.

Сейсмоактивні зони оточують Україну на південному заході і півдні: Закарпатська, Вранча, Кримсько-чорноморська та Південно-Азовська.

В сейсмічному відношенні найбільш небезпечними областями в Україні є Закарпатська, Івано-Франківська, Чернівецька, Одеська та Автономна Республіка Крим.

За даними ЮНЕСКО, серед усіх стихійних лих землетруси займають перше місце в світі за економічною шкодою та кількістю загиблих. Найменш ймовірні землетруси спостерігаються на древніх платформах, таких як Український кристалічний масив, оскільки тут природні тектонічні процеси вже завершилися, а товщина земної кори становить близько 90 км.

За останні 100 років було зареєстровано загибель понад двох мільйонів людей внаслідок землетрусів. Сучасною тенденцією є зростання антропогенних землетрусів, тобто тих, що виникають в результаті дій людства.

Провокують початок землетрусів, навіть там де вони не повинні бути, так звані штучні "моря", особливо об'ємом більше 1 куб. км, пустоти після видобутку нафти, газу, вугілля. В Україні - це шельф Чорного та Азовського морів (активізувалась діяльність грязьових вулканів біля Керчі), Донбас.

Основним способом зниження втрат і шкоди при землетрусах є будівництво сейсмостійких будинків та споруд [38].

Найефективнішим заходом безпеки є швидко (протягом 15-20 секунд після першого поштовху) покинути приміщення і перебувати на відкритій площі, віддаленій від будівель. Якщо це неможливо, рекомендується приховатися в задалегідь обраних місцях, таких як дверні отвори, прорізи внутрішніх вертикальних стін, кутки з міцними стінами, місця під колонами та балками конструкції [39].

Повінь - це широке затоплення території, що виникає в результаті підвищення рівня води в річках, озерах, водосховищах. Вона може бути

					КЕК 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		84

спричинена різними факторами, такими як танення снігу, сильні дощі, вітрові удари, затори льоду, руйнування дамб, зсуви ґрунту або селеві потоки. Повені часто призводять до людських жертв і завдають значних матеріальних збитків. Унаслідок повеней пошкоджуються або руйнуються житлові та промислові будівлі, транспортні маршрути, електролінії, зв'язок. Крім того, втрачається худоба, урожай, сировина, паливо, продукти харчування, корми та добрива.

Повені прогножуються для встановлення часу, характеру та очікуваних розмірів. Це дозволяє організувати застережні заходи для зменшення збитків та сприяє проведенню рятувальних та аварійно-відновлювальних робіт. Населення заздалегідь отримує повідомлення про прогнозоване затоплення, в якому надаються гідрометеорологічні дані та інструкції щодо дій і евакуації.

Перед розпочатком евакуації важливо вимкнути газ, воду та електрику, приборкати вогнебезпечні печі, перемістити цінні предмети й речі на вищі поверхи будинків або горища, закрити вікна й двері на першому поверсі й заміцнити їх дошками. Після отримання повідомлення про необхідність евакуації, важливо зібрати необхідні документи, гроші, цінності, медичний посібник, сезонний одяг, запас продуктів на декілька днів та переселитися до безпечної збірної точки відправлення.

Основний напрям боротьби з повенями полягає у зменшенні максимального рівня витрати води у річках, шляхом перерозподілу стоку води за допомогою водоймищ, будівництва дамб і відводу води в русла інших рік і водосховища [39].

Шторм під час руху повітряних мас від поверхні моря (океану) викликає сильне хвилювання та хвилі. Висота хвиль сягає 10-12 метрів і більш, що зумовлює пошкодження і загибель судів.

Буря - це сильний вітер, який зазвичай супроводжує проходження циклону і призводить до пошкоджень на суші. Швидкість вітру досягає 16-27 м/с (60-100 км/год), а тривалість може становити від кількох годин до кількох днів. У різних областях України щорічно спостерігаються пилові бурі, але найчастіше вони виникають у Степовій зоні. У зимово-весняний період

					КЕК 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		85

сніжно-пилові бурі можуть траплятися в центральних та східних областях України.

Пилові бурі завдають значної шкоди сільському господарству. Вони руйнують ґрунт, пошкоджують посіви і призводять до засипання сільськогосподарських культур пилом та піском. Це негативно впливає на врожайність і розвиток рослин. Захист від пилових бурь є важливим для збереження урожаю та стабільності сільського господарства.

Град — це частинки льоду, різні за розмірами, формою, структурно неоднорідні, випадають із шарувато-дощових хмар у теплий період року.

Град може призводити до значних збитків у сільському господарстві, особливо від червня до середини вересня. Це особливо стосується Криму, Полтавської, Тернопільської, Чернівецької, Луганської, Сумської, Запорізької, Херсонської, Миколаївської і Одеської областей, а також Волині, Поділля і Приазов'я.

Тумани переважно з'являються в холодний період року, з жовтня до квітня. Вони особливо поширені у гірських районах Карпат і Криму, і часом спостерігаються на Південному березі Криму. В цих районах кількість туманних днів становить близько 100, а з сильними туманами до 80 днів на рік. На Приазовській, Придніпровській, Волинській, Подільській височині й Донецькому кряжі туман поширений протягом приблизно 80 днів, а з сильними туманами до 30 днів. У Степовій зоні, на рівнині південної частини, туманні дні відбуваються приблизно 30 разів на рік, а сильні тумани тривають до 20 днів.

Сильні снігопади і заметілі відбуваються, коли випадає інтенсивна кількість снігу, що перевищує 20 мм протягом півдоби (вимірюється як шар талої води). Це призводить до обмеження видимості та припинення руху транспорту [38].

Під час сильного снігопаду та буревію утворюються снігові замети. Ці замети можуть накопичуватися в населених пунктах та на фермах, де ведеться тваринництво. Сніг також може блокувати залізничні та автомобільні шляхи.

					КЕК 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		86

Це призводить до порушення звичайного життя в населених пунктах, а також може тимчасово призупинити постачання продуктів харчування та кормів у деяких районах.

Причини виникнення ландшафтних пожеж включають недбале поводження з вогнем, порушення правил пожежної безпеки, удари блискавок, а також самозаймання торфуги і сухої рослинності. Основними видами пожеж, які поширюються на великі території, вважаються [38]: лісові пожежі – некероване горіння рослинності, розповсюджується площею лісу у посушливе сезон:

- низові лісові пожежі характеризуються горінням лісової підстилки і підліска без захоплення крон дерев;

- верхові пожежі розвиваються, зазвичай, з низових і характеризуються горінням крон дерев;

- підземні (грунтові) пожежі виникають іноді як продовження лісових. Вони виникають у ділянках із торф'яними ґрунтами або у тих, які мають потужний шар підстилки. Горіння відбувається повільно, без вогню. Підгорають коріння дерев, які падають, створюючи завали.

2) Торф'яні пожежі найчастіше спостерігаються у місцях видобутку торфуги і зазвичай виникають через неправильну роботу з вогнем, вплив розрядів блискавки або самозагорання. Горіння торфуги відбувається повільно на всій глибині його залягання. Торф'яні пожежі охоплюють великі площі і їх важко загасити.

3) степові (польові) пожежі виникають на відкритій місцевості за наявності сухої трави чи дозрілих хлібів. Вони мають сезонний характер і частіше бувають влітку, рідше – навесні та практично відсутні взимку. З метою запобігання пожеж проводиться роз'яснювальна робота з населенням про недопущення розведення багать у лісі і дотримання запобіжних заходів при курінні тощо. Потрапивши до зони лісової пожежі необхідно з'ясувати напрям вітру, щоб визначити напрям руху вогню й напрям маршруту виходу з лісу. В пожежонебезпечний сезон в лісі забороняється розпалювати вогонь, курити

					КЕК 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		87

дозволяється тільки на спеціально обладнаних майданчиках. Забороняється спалювати сміття поблизу лісу. Якщо людина опинилася в палаючому лісі або на полі, то переходити лінію вогню необхідно проти вітру, рухатись ліпше по річці, струмках, просіках, шляхах.

При перебування у зоні пожежі рекомендується, якщо можливо, поринути у одязі у найближчу водойму. Виринувши з неї, обгорнути голову мокрою сорочкою чи чимось іншим. Щоб уникнути вдихання гарячого повітря або диму потрібно дихати через мокру тканину повітрям, прилеглим до землі, і рухатися під прямим кутом до подальшого поширення вогню.

Основними способами боротьби з лісовими і степовими пожежами є: захльостування крайки вогню, засипання його землею, zalивання водою (хімікатами), створення загороджувальних і мінеральних смуг, пуск зустрічного вогню (відпал) [38].

					КЕК 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		88

## Висновки

Згідно з цією дипломною роботою було розроблено конструкцію велосипедного спідометра, який має додаткове живлення від сонячної батареї. Були розраховані основні технічні параметри, проведена якісна та кількісна оцінка технологічності, визначено умови експлуатації та показники собівартості.

Для проектування виробу були враховані сучасні вимоги до конструктивно-технологічних, економічних та естетичних характеристик, норм ергономіки та дизайну.

Основними перевагами цього пристрою є простота виготовлення, зручність експлуатації та ремонту, а також перспективи для його збуту.

З проведених розрахунків кількісної оцінки технологічності видно, що конструкція даного пристрою є повністю технологічною і відповідає поточному рівню технологічності на підприємствах, які випускають подібні вироби.

Використання сучасної елементної бази дозволило зменшити габарити та масу пристрою, забезпечивши високий рівень вібростійкості та надійності.

Технологічний процес виготовлення даного виробу є достатньо простим і не вимагає складності, більшість операцій можна автоматизувати та механізувати. Це значно зменшує затрати на працю та підвищує продуктивність, що позитивно впливає на собівартість готової продукції.

Даний пристрій повністю пристосований для малосерійного виробництва з можливим переходом на його серійний випуск.

Використання розповсюджених технологій та елементів дозволило зменшити витрати на виробництво, що в свою чергу знизило собівартість готового виробу. Проектування було проведено з урахуванням сучасних вимог конструктивно-технологічного, економічного та естетичного характеру, що забезпечило високу конкурентоспроможність продукту на ринку.

					КЕК 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		89

Основні технічні параметри велоспідометра були розраховані та визначені з урахуванням якісної та кількісної оцінки технологічності. Конструкція пристрою є повністю технологічною та відповідає сучасному рівню технологічності на підприємствах по випуску подібної продукції. Застосування сучасних елементів дозволило зменшити габарити та масу виробу, а також підвищити його вібростійкість та надійність.

Технологічний процес виготовлення велоспідометра є простим та нетрудомістким, більшість операцій піддаються автоматизації та механізації. Це дозволяє знизити затрати на працю та підвищити продуктивність, що позитивно впливає на собівартість готової продукції. Більше того, пристрій повністю пристосований для малосерійного виробництва з можливим переходом на його серійний випуск.

Відзначимо, що пристрій має додаткове живлення від сонячної батареї, що робить його екологічно чистим та дозволяє економити на витратах на електроенергію. Також слід зазначити, що виготовлення пристрою здійснювалось з урахуванням сучасних вимог конструктивно-технологічного, економічного, естетичного характеру, норм ергономіки та дизайну. Було враховано такі фактори, як зручність експлуатації та ремонту, перспективність збуту, а також показники технологічності та собівартості.

Однією з головних переваг пристрою є його простота виготовлення, яка забезпечує зниження затрат на виробництво і підвищення продуктивності праці. Більшість операцій можуть бути піддані автоматизації та механізації, що робить процес виготовлення менш трудомістким. Це дозволяє знизити собівартість готової продукції і зробити пристрій доступнішим для широкого кола споживачів.

Конструкція пристрою є повністю технологічною і відповідає сучасному рівню технологічності на підприємствах по випуску подібної РЕА. Використання сучасної елементної бази дозволило зменшити габарити та масу пристрою, що зробило його більш зручним для експлуатації та перенесення.

Пристрій повністю пристосований для малосерійного виробництва з

					<i>КЕК 2.899.001 ПЗ</i>	Арк
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		90



можливістю переходу на серійний випуск. Розповсюдженість та широке практичне застосування вибраних елементів також значно полегшує процес ремонту пристрою.

Підсумовуючи, можна зазначити, що виготовлення даного велоспідометра було розроблено з урахуванням сучасних вимог і стандартів. Конструкція є простою і технологічною, що забезпечує зниження вартості виробництва і доступність продукту для широкого кола споживачів. Крім того, додаткове живлення від сонячної батареї забезпечує економію електроенергії та ресурсів, що є особливо актуальним у сучасних умовах.

Розрахунки собівартості виробництва показали, що запропонований пристрій має низьку собівартість, що дозволяє його виготовляти на підприємстві з максимальною ефективністю та отримувати прибуток при його продажі. Крім того, він є пристосованим для малосерійного виробництва, що забезпечує гнучкість у виробництві та можливість швидко реагувати на зміни попиту на ринку.

Характерними особливостями пристрою є не лише простота виготовлення та зручність експлуатації, але й його перспективність збуту. Завдяки сучасній елементній базі, він має низькі габарити та масу, що робить його зручним для транспортування та використання на різних типах велосипедів. Крім того, високий рівень вібростійкості та надійності забезпечує довгий термін експлуатації без необхідності в ремонті.

Проектування виробу проводилось з урахуванням сучасних вимог конструктивно-технологічного, економічного та естетичного характеру, а також норм ергономіки та дизайну. Це дозволило створити пристрій, який має всі необхідні характеристики для успішного використання та збуту на ринку.

У підсумку, розроблена конструкція велоспідометра з додатковим живленням від сонячної батареї є перспективним виробом на ринку, оскільки вона відповідає вимогам сучасного виробництва. Простота виготовлення та зручність експлуатації та ремонту забезпечують перспективність збуту, а зменшення габаритів та маси і підвищення вібростійкості та надійності

					<i>КЕК 2.899.001 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>91</i>

забезпечують конкурентоспроможність. Крім того, використання сучасної елементної бази та автоматизація і механізація більшості операцій знижують затрати праці і підвищують продуктивність, що забезпечує доступність продукту для громадян із середнім рівнем матеріального забезпечення. Усі ці фактори роблять конструкцію велоспідометра з додатковим живленням від сонячної батареї перспективною і ефективною інновацією.

					<i>КЕК 2.899.001 ПЗ</i>	<i>Арк</i>
<i>Зм</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		92

## Список використаних джерел

1. Методичні вказівки по виконанню електричних розрахунків каскадів радіоелектронної апаратури - ТНТУ, 2002р.

2. Дунець В.Л., Дедів І.Ю., Хвостівський М.О. Методичні рекомендації з оформлення кваліфікаційних робіт бакалавра за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка». Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021, 72 с.

3. Методичні вказівки по виконанню графічної частини дипломного проекту - ТК ТНТУ, 2002р.

4. Коротков І. А. Вольтметр на ICL7135 та особливості підключення індикаторів - Радіоаматор №11, 2003р., С. 22.

5. Ю. Я. Бобало, Б. А. Мандзій, П. Г. Стахів, Л. Д. Писаренко, Ю. І. Якименко. Основи теорії електронних кіл / Підручник / За ред. проф. Ю. Я. Бобала. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2008. 332 с.

6. Математичні моделі та методи аналізу електронних кіл [Текст]: навч. посіб. / [Ю. Я. Бобало, Р. І. Желяк, М. Д. Кіселичник, Мандзій, Богдан Андрійович] ; за ред. Ю. Я. Бобала та Б. А. Мандзія ; Нац. ун-т «Львів. політехніка». — Львів: Вид-во Львів. політехніки, 2013. — 315

7. Маляр В.С. Теоретичні основи електротехніки. Електричні кола: навч. посібник / В.С. Маляр. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. – 312 с.

8. Жидецький В. Ц. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник/ за ред. В. Ц. Жидецького - Львів: Афіша, 2000.- 352 с.

9. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці: Підручник.- Львів: Афіша, 2005.- 318 с.

10. Розрахунок підсилювачів звукових частот - ТК ТНТУ, 2008р.

11. Володимир Яськів. Використання високочастотних магнітних підсилювачів в апаратурі спеціального призначення. 2016.

					КЕК 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		93

12. Volodymyr Yaskiv, Anatoliy Martseniuk, Anna Yaskiv, Oleg Yurchenko, Bohdan Yavorskyu. Modular High-Frequency MagAmp DC-DC Power Converter. 2019 9th International Conference on Advanced Computer Information Technologies, ACIT 2019 – Proceedings. 213-216.

13. Volodymyr Yaskiv, Oleksandr Hurnyk, Gao Xinzhong, Gao Lijin. Power Supply Designing for High Edge Technology. Матеріали III Міжнародної науково-технічної конференції „Світлотехніка й електроніка: історія, проблеми й перспективи”, 20-22 травня 2008 р., Тернопіль, с.21.

14. V Yaskiv. Design Methods of Switch Mode Power Supplies. Tutorial 10 on 26-th International Energy Conference (INTELEC), Hyatt Regency Chicago, Illinois, USA, 2004. 39 стор.

15. Модульні перетворювачі електроенергії на основі високочастотних магнітних підсилювачів. Володимир Іванович Яськів, Анатолій Марценюк, Анна Яськів, Гао Лізінь. 2018/1/30. VI Міжнародна науково-технічна конференція «Світлотехніка й електроенергетика: історія, проблеми, перспективи». 103-105.

16. Цифрова схемотехніка 2-ге видання, доповнене і перероблене. [Електронний ресурс]. —Режим доступу: [ttp://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2015/Boiko\\_P2\\_2004\\_423.pdf](http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2015/Boiko_P2_2004_423.pdf). —Назва з екрану.

17. Беспровідний велосипедний комп'ютер Sigma Sport (BC 14.16 STS) [Електронний ресурс]. —Режим доступу: <https://www.sport-device.com.ua/prd/sigma-bc-14-16-sts/> —Назва з екрану.

18. Bluetooth модуль HC-05 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://arduino-ua.com/prod999-bluetooth-modyl-hc-05> — Назва з екрану.

19. Беспровідний датчик швидкості та каденса Sunding [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [https://www.gearbest.com/bike-computers/pp\\_374370.html](https://www.gearbest.com/bike-computers/pp_374370.html) — Назва з екрану.

					КЕК 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		94

20. Фитнес браслет Smart Band M2 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://gadgetarium.com.ua/p823844353-fitness-braslet-smart.html> - назва з екрану.

21. Методичні вказівки до Кваліфікаційна робота бакалавра [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://dl.tntu.edu.ua/content.php?cid=452260> (дата звернення 08.04.2023).

22. Програма для розрахунку надійності РЕА [електронний ресурс] – Режим доступу: <http://eguru.tk.te.ua/mod/resource/view.php?id=60057> (дата звернення 08.04.2023).

23. МТ3608 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.olimex.com/Products/Breadboarding/BB-PWR-3608/resources/MT3608.pdf> (дата звернення 08.04.2023).

24. НС – 05 [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://www.rcscomponents.kiev.ua/datasheets/hc\\_hc-05-user-instructions-bluetooth.pdf](https://www.rcscomponents.kiev.ua/datasheets/hc_hc-05-user-instructions-bluetooth.pdf) (дата звернення 08.04.2023).

25. TP4056 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://beriled.biz/data/files/tp4056new.pdf> (дата звернення 08.04.2023).

26. DHT11 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://components101.com/sensors/dht11-temperature-sensor> (дата звернення 08.14.2023).

27. Anduino nano ATmega328 P [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.arduino.cc/en/uploads/Main/ArduinoNanoManual23.pdf> (дата звернення 08.14.2023).

28. Дисплей NX4827T043 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://nextion.tech/datasheets/nx4827t043/> (дата звернення 08.14.2023).

29. Світлодіод FYL-5019RGBW1C [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/401795/FORYARD/FYL-5019RGBW1C.html> (дата звернення 08.14.2023).

30. Світлодіод KINGBRIGHT\_LED(RGB)-5R [Електронний ресурс] – Режим доступу:

					КЕК 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		95

[http://www.kingbright.com/attachments/file/psearch/000/00/20160808bak/L-154A4SURKQBDZGC\(Ver.12A\).pdf](http://www.kingbright.com/attachments/file/psearch/000/00/20160808bak/L-154A4SURKQBDZGC(Ver.12A).pdf) (дата звернення 08.14.2023).

31. Резистор CF-25 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://pdf.indiamart.com/impdf/20565728733/MY-18764726/mfr-cf-25-250-v-carbon-film-resistor.pdf> (дата звернення 08.14.2023).

32. Діод MUR120 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.onsemi.com/pdf/datasheet/mur120-d.pdf> (дата звернення 08.14.2023).

33. Транзистор КТ-814G [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://alltransistors.com/adv/pdfdatasheet/kt814a-b-v-g.pdf> (дата звернення 08.14.2023).

34. Транзистор КТ-315D [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.datasheet39.com/PDF/791973/КТ315-datasheet.html> (дата звернення 08.14.2023).

35. FTSH-102-01-L-DH [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://datasheet.su/datasheet/Samtec%20Inc/FTSH-102-01-L-DH> (дата звернення 08.14.2023).

36. 18650 Samsung SDI INR18650-30Q [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://eu.nkon.nl/sk/k/30q.pdf> (дата звернення 08.14.2023).

37. Грибан В. Г., Негодченко О. В. Охорона праці. Навч. посіб. 2ге вид.– К.: Центр учбової літератури, 2015. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://kpdі.edu.ua/biblioteka/%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B0%20%D0%BF%D1%80%D0%B0%D1%86%D1%96%20%D0%93%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BD0%93..pdf>

38. Стихійні лиха та їх класифікація [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://studfile.net/preview/5642316/page:35/> (дата звернення 6.04.2023).

39. Толстенко А. План евакуації та дії працівників у разі надзвичайної ситуації / А. Толстенко, О. Пількевич // Довідник спеціаліста з охорони праці. - 2012. - N 9. (дата звернення 6.04.2023).

					КЕК 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		96

# *ДОДАТКИ*

					КЕК 2.899.001 ПЗ	Арк
Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата		97

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри РТ  
\_\_\_\_\_ к.т.н. Дунець В.Л.  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20 \_\_ р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ  
на кваліфікаційну роботу бакалавра

на тему: «Велоспідометр з живленням від сонячної батареї»

Узгоджено:  
Керівник кваліфікаційної роботи  
Яськів В. І. \_\_\_\_\_  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20 \_\_ р.

“ВИКОНАВЕЦЬ”  
Студент групи РАС-41  
Кудрик Є.К. \_\_\_\_\_  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20 \_\_ р.



# 1 НАЗВА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ Й ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

1.1 Назва: “Велоспідометр з живленням від сонячної батареї”

1.2 Підставою для виконання кваліфікаційної роботи є наказ університету про затвердження кваліфікаційної роботи № 4/7-575 від “24” травня 2023 р.

## 2 ВИКОНАВЕЦЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

2.1. Студент Кудрик Євген Костянтинович групи РАс-41, кафедри радіотехнічних систем, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

## 3 МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Метою кваліфікаційної роботи є розробка багатofункціонального синтезатора частоти, що включає в себе:

- розробка схемотехнічного рішення для даного велоспідометра;
- вибір компонентної бази розроблювального велоспідометра;
- розрахунок і вибір компонентів для оптимальної велоспідометра;

## 4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

### 4.1. Основні параметри

4.1.1. Необхідно використовувати сонячну батарею з напругою від 3,6В до 5В, для заряджання акумуляторної батареї під час їзди в денний час.

4.1.2. Струм споживання, габарити і маса велоспідометра повинні відповідати значенням, наведеним ПЗ.

### 4.2. Технічні вимоги

4.2.1. Велоспідометр повинен відповідати вимогам стандарту, а також технічній документації на велоспідометра конкретного типу, затвердженій в установленому порядку.

4.2.2. Велоспідометр повинен забезпечувати задані вимірювання з моменту включення.

4.2.3. Велоспідометр повинен забезпечувати безперервну роботу протягом поїдки на велосипеді.

4.2.4. Всі елементи велоспідометра повинні бути захищені від струмів короткого замикання.

4.2.5. Електрична міцність і опір ізоляції між корпусом велоспідометра і мережевими контактами, а також між корпусом і контактами, повинні відповідати вимогам ДСТУ 22261.

4.2.6. За механічними, кліматичними і експлуатаційними умовами синтезатор частоти повинен відповідати ДСТУ 22261 (група 4).

Граничні умови транспортування та зберігання - 5 по ДСТУ 15150. Час витримки в нормальних умовах - 24 год.

4.2.7. У комплект велоспідометра повинно входити: велоспідометр, комплект запасних частин. До комплекту докладають паспорт.

4.2.8. Напрацювання на відмову повинне бути не менше 20000 год.

4.2.9. Час відновлення після ремонту повинен бути не більше 1 год.

4.2.10. Середній термін служби повинен бути не менше 6 років.

Випробування на термін служби не проводять.

4.3. Правила приймання.

4.3.1. Велоспідометр повинен піддаватися періодичним випробуванням.

4.3.2. При випробуваннях велоспідометра повинен піддаватися суцільному контролю. При невідповідності вимогам цього стандарту його повертають для усунення дефектів. Після усунення дефектів велоспідометр висувають на повторні випробування. Результати повторних випробувань є остаточними.

4.3.3. Періодичним випробуванням піддають не менше трьох велоспідометрів кожного типу, що пройшли випробування. Періодичні випробування на відповідність всім пунктам даного стандарту проводять при випуску настановних партій і періодично один раз на два роки. При отриманні незадовільних результатів випробувань з'ясовують причини браку, усувають їх і проводять повторні періодичні випробування на подвоєному числі виробів. Якщо при повторних періодичних випробуваннях виявлено невідповідність хоча б одного виробу вимогам цього стандарту, приймання і відвантаження велоспідометра припиняють. Рішення про подальше виготовленні виробів та їх приймання беруть замовник та підприємство-виробник.

4.3.4. Випробування на надійність проводять не рідше одного разу на три роки. Вихідні дані при проведенні випробувань:

- Приймальний рівень  $P\alpha = 0.95$ ;
- Бракувальний рівень  $P\mu = 0.8$ ;
- Ризик виробника  $\alpha = 0.1$ ;
- Ризик споживача  $\beta = 0.2$ .

## 5 ВИМОГИ ДО ДОКУМЕНТАЦІЇ

5.1 Конструкторська документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ.

5.2. Комплект конструкторської документації:

- пояснювальна записка;
- структурна велоспідометра з живленням від сонячної батареї;;
- функціональна схема велоспідометра з живленням від сонячної батареї;
- електрична принципова схема велоспідометра з живленням від сонячної батареї;;
- друкована плата велоспідометра з живленням від сонячної батареї;;
- друкований вузол;
- складальне креслення.

## 6 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Таблиця 6.1 – Стадії та етапи виконання КР

№ етапу	Назва етапу виконання КР	Термін виконання
1	Розробка та затвердження технічного завдання	01.03.2023
2	Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних матеріалів, необхідних для виконання роботи, техніко-економічний аналіз	14.03.2023
3	Розробка структурної, функціональної та електрично принципової схеми	25.03.2023
4	Розрахунок основних вузлів велоспідометра з живленням від сонячної батареї	10.04.2023
5	Вибір компонентної бази для розроблюваного велоспідометра;	21.04.2023
6	Компоновка друкованого вузла	01.05.2023
7	Створення допоміжної документації	15.05.2023
8	Спеціальна частина	02.06.2023
9	Розділ охорони праці та безпеки життєдіяльності	04.06.2023
10	Нормоконтроль	06.06.2023
11	Попередній захист КР	08.06.2023
12	Захист КР	21.06.2023

Термін виконання кваліфікаційної роботи узгоджується з керівником і з графіком виконання.

## 7 ДОДАТКОВІ УМОВИ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

7.1 Під час виконання кваліфікаційної роботи в дане технічне завдання можуть вноситися зміни та доповнення.

Поз. позн.	Назва	Кіл.	Примітка
	<u>Велоспідометр з живленням від сонячної батареї</u>		
	<u>Мікросхеми</u>		
DD1	TP4056 «Nanjing Top Power ASIC»	1	
DD2	HC-05 «Jinan Huamao Technology»	1	
DD3	DHT11 «Aosong Electronics»	1	
DD4	MT3608 «XLSEMI»	1	
DD5	Arduino nano ATmega328P «Arduino»	1	
G1	Батарея 18650 SDI INR18650-30Q «Samsung»	1	
HG1	LCD дисплей NX4827T043_011R «Nextion»	1	
	<u>Світлодіоди</u>		
HL1	KINGBRIGHT_LED(RGB)-5R «Kingbright Electronics»	1	
HL2	FYL-5019RGBW1C «FORWARD»	1	
	<u>Резистори</u>		
	«Vishay»		
R1	CF-25-82 Ом $\pm 5\%$	1	
R2	CF-25-5,1 кОм $\pm 5\%$	1	
R3	CF-25-4,7 кОм $\pm 5\%$	1	
R4	CF-25-5,1 кОм $\pm 5\%$	1	
R5	CF-25-4,3 кОм $\pm 5\%$	1	
R6	CF-25-5,1 кОм $\pm 5\%$	1	
R7-R8	CF-25-220 Ом $\pm 5\%$	2	
R9	CF-25-4,7 кОм $\pm 5\%$	1	

КЕК 2.899.001 ПЕ

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розробив		Кудрик Е. К.		
Перевірив		Яськів В.І.		
Рецензор				
Н. Контр.		Паляниця Ю.Б.		
Затвер.		Дунець В.Л.		

Велоспідометр з живленням  
від сонячної батареї  
Перелік елементів

Літ.	Аркуш	Аркушів
Н	1	2

ТНТУ, ФПТ, каф. РТ  
гр. РАС-41



Формат	Зона	Лист	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.
				Документація		
A2			КЕК2.899.001 ЕЗ	Схема електрична		
A4			КЕК2.899.001 ПЕЗ	Перелік елементів		
A2			КЕК2.899.001 СК	Вузол друкований		
				<u>Деталі</u>		
A2		1	КЕК7.101.001	Плата друкована	1	
				<u>Інші вироби</u>		
				<u>Мікросхеми</u>		
		2		TP4056 «NanJing Top Power ASIC»	1	DD1
		3		HC-05 «Jinan Huamao Technology»	1	DD2
		4		DHT11 «Aosong Electronics»	1	DD3
		5		MT3608 «XLSEMI»	4	DD4
		6		Arduino nano ATmega328P «Arduino»	1	DD5
		7		Батарея 18650 SDI INR18650-30Q «Samsung»	1	G1
				<u>Резистори</u>		
				«Vishay»		
		8		CF-25-82 Ом ±5 %	1	R1
		9		CF-25-5,1 кОм ±5 %	4	R2,R4,R6,R13
		10		CF-25-4,7 кОм ±5 %	2	R3,R7
		11		CF-25-4,3 кОм ±5 %	2	R5,R12
		12		CF-25-220 Ом ±5 %	4	R7,R8,R10,R11
				КЕК 2.899.001		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		
Розроб.		Кудрик Е.К.			Літ.	Аркцш
Перевір.		Яськів В.І.				
					н	1
						2
Н Контр.		Поляниця Ю.Б.			ТНТУ, ФПТ, каф. РТ гр. РАС-41	
Затверд.		Дунець В.Л.				
				Вузол друкований		

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.
		13		Перемикач Daier KW4-1 «Global Tone»	1	SB1
		14				
		15		Діод MUR120 «ON Semiconductor»	1	VD1
				<u>Транзистори</u>		
				«ON Semiconductor»		
		16		BC548	2	VT1,VT4
		17		BC547	3	VT2,VT3,VT5
		18		Роз'єм FTSH-102-01-L-DH «Samtec»	1	XS1
					<b>КЕК 2.899.001</b>	
					2	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.
				Документація		
A2			КЕК2.899.001 ЕЗ	Схема електрична		
A4			КЕК2.899.001 ПЕЗ	Перелік елементів		
A2			КЕК2.899.001 СК	Складальне креслення		
				<u>Складальні одиниці</u>		
A2		1	КЕК2.299.001 СК	Плата друкована	1	
		2		Сонячна батарея	1	SZ1
				<u>Деталі</u>		
		3		Втулка для світлодіода	2	
		4		Кришка верхня	1	
		5		Кришка нижня	1	
		6		Перемичка	30	50мм
		7		Велосипедне кріплення	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		8		Гвинт 2,5x6.01.019	8	
		9		Гвинт 2,5x10.01.019	10	
				<u>Інші вироби</u>		
		10		Перемикач Daier KW4-1	1	XS1
		11		Дисплей Nextion NX4827T043_011R	1	HG1
				<u>Світлодіоди</u>		
		12		FYL-5019RGBW1C	1	HL1
		13		KINGBRIGHT_LED(RGB)-5R	1	D1

КЕК 2.899.001

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Кудрик Е.К.		
Перевір.		Яськів В.І.		
Н Контр.		Полянця Ю.Б.		
Затверд.		Дунець В.Л.		

*Складальне  
креслення*

Літ.	Аркцш	Аркцшів
н	1	1
ТНТУ, ФПТ, каф. РТ гр. РАС-41		



