

Міністерство освіти і науки України

Відокремлений структурний підрозділ  
«Тернопільський фаховий коледж  
Тернопільського національного технічного університету імені Івана  
Пулюя»

(повне найменування вищого навчального закладу)  
відділення телекомунікацій та електронних систем  
(назва відділення)  
циклова комісія телекомунікацій та радіотехніки  
(повна назва циклової комісії)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
до кваліфікаційної роботи

фаховий молодший бакалавр

(освітньо-професійний ступінь)

на тему: Розробка конструкції простого електронного годинника з  
рідкокристалічним індикатором

Виконав: студент (ка) II курсу, групи ТР-403ск

Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Освітня програма: «Конструювання, виробництво та технічне  
обслуговування радіотехнічних пристроїв».

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Ониськів О.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Задорожний В.Ю.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2024

**Відокремлений структурний підрозділ  
«Тернопільський фаховий коледж  
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя»  
Відділення телекомунікацій та електронних систем  
Циклова комісія телекомунікацій та радіотехніки  
Освітньо-професійний ступінь «фаховий молодший бакалавр»  
Галузь знань 17 «Електроніка та телекомунікації»  
Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»  
Освітня програма «Конструювання, виробництво та технічне обслуговування  
радіотехнічних пристроїв».**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Голова циклової комісії  
телекомунікацій та радіотехніки  
\_\_\_\_\_ Ольга ВАСИЛИШИН  
“15” квітня 2024 року

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

\_\_\_\_\_ Ониськів Олександр Іванович \_\_\_\_\_

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи

\_\_\_Розробка конструкції простого електронного годинника з рідкокристалічним \_\_\_\_\_  
індикатором\_\_\_\_\_

керівник кваліфікаційної роботи \_Задорожний Віктор Юліанович \_\_\_\_\_,

(прізвище, ім'я, по батькові)

КР затверджені наказом вищого навчального закладу від 08.04.2024 року №4/9-161.

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи: 14.06.2024 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи

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

Анотація

Вступ. Призначення і область застосування електронного пристрою

Розділ 1 Загальна частина

1.1 Розробка технічного завдання

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

Розділ 2 Спеціальна частина

2.1 Розрахунково-конструкторська частина

2.1.1 Опис конструювання виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покриттів

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції.

- 2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази
- 2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів
- 2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу
- 2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу (розрахунок площі радіатора при необхідності)
- 2.1.7 Розрахунок надійності проектного виробу
- 2.1.8 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності.
- 2.2 Технологічна частина
  - 2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу. Вибір типу технології
  - 2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції. Вибір інструментів, пристосувань, оснастки
  - 2.2.3 Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів
  - 2.2.4 Розробка і оформлення маршрутної технології складання і монтажу виробу
- Розділ 3 Економічна частина
  - 3.1 Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень
  - 3.2 Розрахунок собівартості продукції
  - 3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень
- Розділ 4 Охорона праці
  - 4.1 Особливості охорони праці жінок
  - 4.2 Засоби захисту людини від шкідливих речовин
- Висновки
- Перелік посилань
- Додатки

Додаткові вказівки:

Виконання проекту (з виготовленням макета, стенда, приладу і т.д.)

\_\_\_\_\_ без виготовлення макета \_\_\_\_\_

- 5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
  - Аркуш №1 Схема електрична принципова
  - Аркуш №2 Схема електрична структурна або функціональна (при необхідності)
  - Аркуш №3 Креслення плати друкованої
  - Аркуш №4 Складальне креслення друкованого вузла
  - Аркуш №5 Складальне креслення виробу
  - Аркуш №6 Креслення деталі (елемент корпусу, радіатор, тримач, планка і т.д.) при необхідності
  - Аркуш №7 Таблиця ТЕП

## 6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічна частина	Оксана КУЩАК		
Охорона праці	Ігор ОКІПНИЙ		

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	Отримання і аналіз технічного завдання	29.04	
2	Збір і узагальнення інформації для кваліфікаційної роботи	01.05	
3	Написання першого кваліфікаційної роботи	85.05	
4	Розробка технічного та робочого проекту кваліфікаційної роботи	22.05	
5	Написання спеціального розділу	29.05	
6	Розрахунок економічної частини	24.05	
7	Написання розділу охорони праці	26.05	
8	Виконання графічної частини кваліфікаційної роботи	19.05	
9	Оформлення кваліфікаційної роботи	06.06	
10	Погодження нормоконтролю	12.06	
11	Попередній захист кваліфікаційної роботи	13.06	
12	Захист кваліфікаційної роботи		

7. Дата видачі завдання 29 квітня 2024р.

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Ониськів О.І.  
(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

Задорожний В.Ю.  
(прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

<b>АНОТАЦІЯ</b> .....	7
<b>ВСТУП.</b> Призначення і область застосування радіопристрою.....	9
<b>РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА</b> .....	10
1.1 Розробка технічного завдання .....	10
1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу .....	10
1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз...	10
<b>РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА</b> .....	12
2.1 Розрахунково-конструкторська частина.....	13
2.1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покриттів .....	13
2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції. ....	14
2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази .....	15
2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів .....	21
2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу .....	22
2.1.7 Розрахунок надійності проектного пристрою.....	27
2.1.8 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності.....	27
2.2 Технологічна частина.....	28
2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу. Вибір типу технології.....	28
2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції. Вибір інструментів, пристосувань, оснастки .....	29
2.2.3 Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів .....	31

					<b>2024 КВБ 172 А02 010 000 000 ПЗ</b>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Описув.			<b>Простий електронний годинник з піллокристаличним</b>	Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.		Заверш.						
Рецензент								
Н. Контр.		Заверш.						
Затверд.								

2.2.4 Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу.....	33
<b>РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....</b>	<b>37</b>
3.1 Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень .....	37
3.2 Розрахунок собівартості продукції.....	39
3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень.....	43
<b>РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....</b>	<b>47</b>
4.1 Особливості охорони праці жінок.....	47
4.2 Засоби захисту людини від шкідливих речовин.....	49
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>52</b>
<b>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....</b>	<b>53</b>
<b>ДОДАТКИ.....</b>	<b>55</b>

## АНОТАЦІЯ

Ониськів О.І. Розробка конструкції простий електронний годинник з рідкокристалічним індикатором: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-професійного ступеня фаховий молодший бакалавр, за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2024.

В роботі розроблена двостороння плата друкована, на якій розміщені решта електрорадіоелементів. Підібрана елементна база дозволяє реалізувати закладені в пристрій функції, є недорогою та доступною.

Запропонована маршрутно-операційна технологія складання виробу може бути використана для серійного виробництва, є уніфікованою та розробленою з врахуванням типових технологічних процесів в галузі виробництва електронних пристроїв, що забезпечує швидку окупність вкладених інвестицій.

Конструкція приладу має хороші характеристики, гарний зовнішній вигляд, та хорошу конструкцію, розміри 160×92×50 мм. Верхня та нижні кришки мають форму типу “корито” та ще є передня кришка. На верхню кришку кріпиться гніздо живлення. На передню кришку кріпляться скло під дисплей за допомогою клею та накладки під кнопки.

Ключові слова: мікроконтроллер, управління, годинник, мікросхема, індикатор.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2024 KRB 172 102 010 000 000				

## ABSTRACT

Oniskiv O.I. Development of a design of a simple electronic watch with a liquid crystal indicator: a qualification work for obtaining an educational and professional degree of a professional junior bachelor, majoring in 172 Telecommunications and radio engineering. Ternopil: VSP "TFC TNTU", 2024.

In the work, a double-sided printed circuit board was developed, on which the rest of the electro-radio elements are placed. The selected element base allows you to implement the functions built into the device, it is inexpensive and available.

The proposed route-operational technology of assembling the product can be used for serial production, is unified and developed taking into account typical technological processes in the field of electronic devices production, which ensures a quick return on investment.

The design of the device has good characteristics, good appearance and good construction, dimensions 160×92×50 mm. The top and bottom covers are trough-shaped and there is also a front cover. A power socket is attached to the top cover. The glass for the display is attached to the front cover with the help of glue and an overlay for the buttons.

Key words: microcontroller, control, clock, chip, indicator.

					<i>Університет ТФК ТНТУ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## ВСТУП

Тема "Простий електронний годинник з рідкокристалічним індикатором" залишається актуальною у всі часи, адже електронні годинники користуються великою популярністю серед споживачів. Попри те, що сучасні смартфони та інші електронні пристрої можуть показувати час, багато людей віддають перевагу електронним годинникам як зручному та надійному засобу відстежування часу.

Прості електронні годинники з рідкокристалічним індикатором особливо затребувані серед тих, хто шукає надійний і легкий у використанні пристрій. Вони часто мають базові функції, такі як показ часу, дати та будильника, що робить їх привабливими для споживачів, які шукають простий та економічний варіант.

Також електронні годинники знаходять застосування у різних сферах, таких як спорт, медицина, наукові дослідження та інші. Тому тема "Простий електронний годинник з рідкокристалічним індикатором" залишається актуальною, оскільки такі годинники продовжують бути популярними у багатьох сферах життя.

Незважаючи на поширення сучасних багатофункціональних пристроїв, таких як смартфони, прості електронні годинники зберігають свою популярність завдяки своїй зручності, надійності та простоті використання. Вони не тільки пропонують базові функції, які задовольняють потреби багатьох споживачів, але й знаходять широке застосування в різних сферах, включаючи спорт, медицину та наукові дослідження. Тому вивчення та розробка простих електронних годинників з рідкокристалічним індикатором має велике значення і сьогодні [1].

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KRB 172 102 010 000 000					

## РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

### 1.1 Розробка технічного завдання

Технічні характеристики приладу:

1. Допустима вологість, %.....88;
2. Маса.....0,5 кг;
3. Габаритні розміри .....160x92x50мм;
4. Діапазон робочих температур.....0...+30°C;
5. Напруга живлення.....+6В ;
6. Струм споживання.....100мА.

### 1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

В схемі структурній простого електронного годинника з рідкокристалічним індикатором є живлення +6В, генератор з кварцовою стабілізацією частоти, лічильники перетворювачі кодів та семисегментний індикатор.

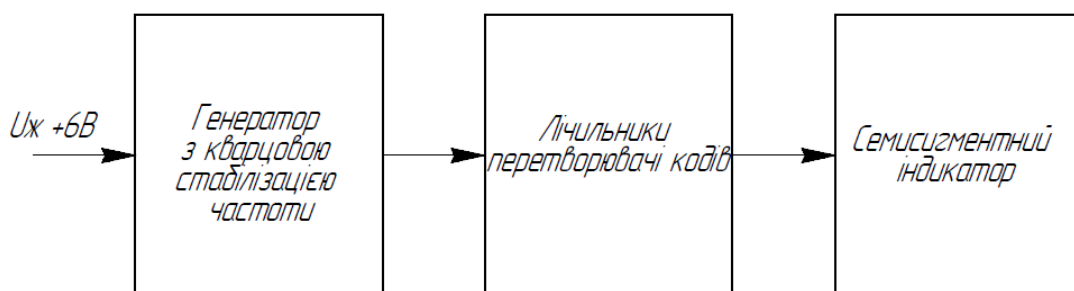


Рисунок 1.1-Схема Е1 простого електронного годинника з рідкокристалічним індикатором

### 1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

На мікросхемі DD1 (MM5368) побудований генератор з кварцовою стабілізацією частоти. Мікросхеми DD2-DD5 функціонують як лічильники-перетворювачі кодів для управління семисегментними індикаторами. З виходу М (вивід 10) генератора DD1 хвилинні імпульси через нормально замкнуті

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KRB 172 102 010 000 000					

контакти кнопки SB3 поступають на вхід лічильника одиниць хвилин (DD2). Імпульси з виходу перенесення Р (вивід 2) цього лічильника надходять на лічильник десятків хвилин (DD3), а потім з виходу перенесення Р мікросхеми DD3 — на лічильник одиниць годин і так далі. Опівночі (24 години) високий рівень на входах R мікросхем DD4 і DD5, що надходить з виводів 4 (вивід 3) мікросхеми DD4 та з виводу 2 (вивід 3) мікросхеми DD5, обнуляє показники годин.

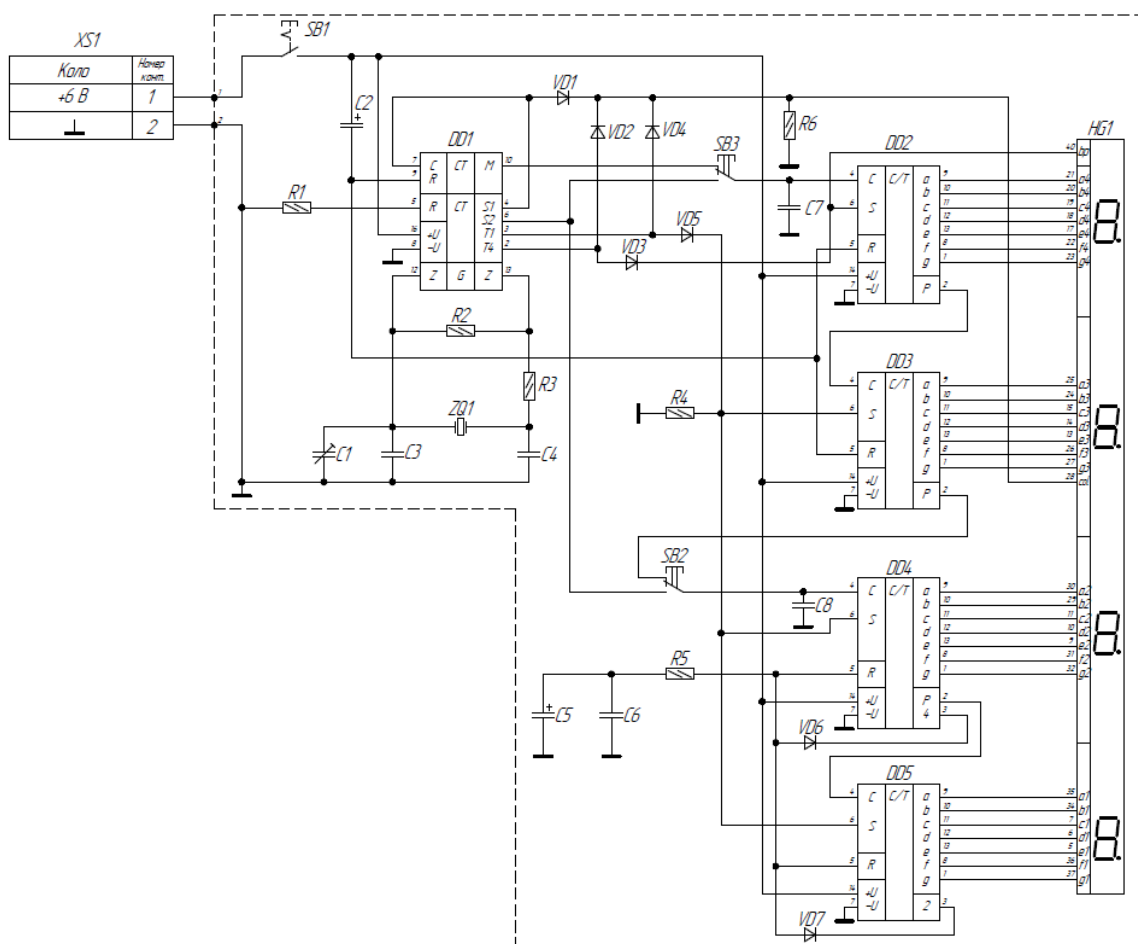


Рисунок 1.2-Схема E2 зарядно-розрядного простого електронного годинника з рідкокристалічним індикатором

Для коректної роботи рідкокристалічного індикатора необхідно подавати протифазні імпульси (меандр) частотою 33-100 Гц на його підкладку та елементи індикації. Коли на підкладці високий рівень, на елементах індикації буде низький рівень. Це досягається подачею імпульсів на керуючі входи 8 мікросхем DD2-DD5 та підкладку (виводи 1 і 40) рідкокристалічного

індикатора. Якщо на входах 8 є високий рівень, то на виходах a, b, c, d, e, f, g мікросхем буде низький рівень. Частота імпульсів — 128 Гц, що дещо вище необхідної, але це не впливає на роботу годинника. Сигнал для миготливої точки, що розділяє години та хвилини, формується на резисторі R6 за допомогою діодів VD1, VD2, VD4. Конденсатори C7, C8 пригнічують стрибки напруги, викликані деренчанням контактів кнопок SB2 і SB3. За допомогою RC-ланцюга C2R1 при подачі живлення лічильники всіх мікросхем встановлюються в нульовий стан. Підстроювальний конденсатор C1 призначений для підстроювання частоти кварцового генератора, тобто для корекції ходу годинника. Налаштування годинника здійснюється натисканням кнопок SB2 або SB3, при цьому на рахункові входи мікросхем DD2 або DD4 поступають імпульси з частотою 2 Гц [1].

					2021 KRD 172 102 010 000 000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

### 2.1 Розрахунково-конструкторська частина

#### 2.1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покрить.

Друкована плата (ДП) для простого електронного годинника з рідкокристалічним індикатором розроблена з урахуванням компактності та зручності монтажу. Основні компоненти, такі як мікросхеми DD1-DD5, кварцовий резонатор, кнопки SB2, SB3, резистори, конденсатори та рідкокристалічний індикатор (РКІ), розміщені на платі таким чином, щоб забезпечити мінімальні довжини з'єднувальних доріжок і зменшити паразитні індуктивності та ємності [13].

Розміщення компонентів:

Мікросхема DD1 (MM5368): розташована в центрі плати для забезпечення зручного підключення кварцового резонатора та інших компонентів.

Мікросхеми DD2-DD5: розміщені в ряд уздовж однієї сторони плати, що полегшує з'єднання з РКІ.

РКІ: встановлений на передній частині плати, зручний для візуального спостереження.

Кварцовий резонатор: розміщений поблизу DD1 для мінімізації довжини з'єднувальних доріжок.

Кнопки SB2, SB3: розташовані зручно для користувача на краю плати.

Електричні з'єднання:

З'єднувальні доріжки між компонентами прокладені таким чином, щоб уникнути перехрещень і забезпечити мінімальні електромагнітні перешкоди.

Використовуються багатопарові з'єднання для забезпечення ефективного розміщення складних схем.

Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покрить

Матеріали для друкованої плати:

					<i>2021 KRD 172 102 010 000 000</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

FR-4 (фольгований склотекстоліт): стандартний матеріал для друкованих плат, що має хороші електричні та механічні властивості. Він забезпечує надійну основу для монтажу компонентів, стійкий до термічних навантажень і має достатню міцність.

Мідь: використовується для створення провідних доріжок. Мідь має високу електропровідність, що забезпечує ефективне з'єднання між компонентами.

Покриття:

Паяльна маска (Solder mask): захищає мідні доріжки від окислення і запобігає коротким замиканням під час пайки. Зазвичай використовується зелена паяльна маска, хоча доступні й інші кольори.

Захисний лак: наноситься на поверхню плати для додаткового захисту від вологи, пилу та хімічних впливів.

Покриття мідних доріжок (HASL, ENIG): HASL (Hot Air Solder Leveling) або ENIG (Electroless Nickel Immersion Gold) використовуються для покриття мідних доріжок. HASL забезпечує хорошу паяність, тоді як ENIG надає кращий захист від корозії та більш рівну поверхню для монтажу компонентів.

Вибір конструкційних матеріалів та покриттів для друкованої плати простого електронного годинника з рідкокристалічним індикатором базується на необхідності забезпечення надійності, довговічності та ефективності роботи пристрою. Використання FR-4 як основного матеріалу плати, мідних доріжок, паяльної маски та захисного лаку дозволяє створити міцний та стабільний електронний пристрій, здатний ефективно виконувати свої функції в різних умовах експлуатації.

### 2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції

Корпус виготовлений з чорної пластмаси, яка має хороші характеристики, гарний зовнішній вигляд, та хорошу конструкцію, розміри 160×92×50 мм. Верхня та нижні кришки мають форму типу “корито” та ще є передня кришка. Кришки по кутах мають розміщені стійки для закріплення

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KRD 172 102 010 000 000				

одна до одної за допомогою саморізів. Також нижня кришка має 4 ніжки для кріплення плати за допомогою чотирьох гвинтів та чотирьох шайб, на верхню кришку кріпиться гніздо живлення. На передню кришку кріпляться скло під дисплей за допомогою клею та накладки під кнопки.

Корпус вилитий методом лиття під тиском. Для даного виробу важливим фактором є зручність керування пристроєм. Також гарний естетичний вигляд щоб з таким пристроєм було приємно і зручно працювати. Даний виріб може використовуватись у будь-де через свої невеликі розміри [21].

При виготовленні апаратури метою є забезпечення мінімального впливу магнітних полів, зменшення паразитної ємності між друкованими провідниками.

### 2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

Таблиця 2.1- Конденсатор ЕСАР [2]

Позиційне позначення	C2, C5
Назва компонента	Конденсатор ЕСАР
Виробник	Ерcos
Критерії вибору	Діапазон ємностей, максимальна напруга, відхилення від номіналу
Параметри та характеристики	
Номінальна напруга	10 В
Номінальна ємність	1, 10 мкФ
Допуск ємності	± 20%
Термін служби	2000 г
Робоча температура	-55 ... 105 ° С
Тангенс кута втрат, %	0,14

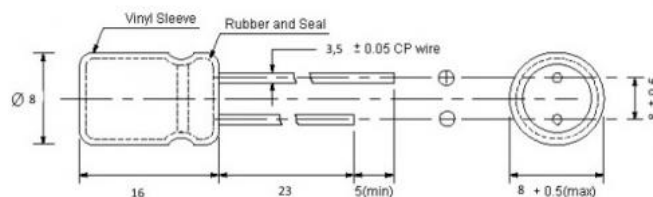


Рисунок 2.1- Габаритні розміри конденсатора типу ЕСАР

Таблиця 2.2- Резистор MFP [3]

Позиційне позначення	R1-R6
Назва компонента	MFP
Виробник	Yageo
Критерії вибору	Потужність розсіювання, максимальна робоча напруга, діапазон опорів, відхилення від номіналу
Параметри та характеристики	
номінальна потужність	0,125 Вт
діапазон номінальних опорів	1...10·10 <sup>6</sup> Ом
допустиме відхилення опору	±10%
максимальна робоча напруга	200В
діапазон робочих температур	-60.....+70°C

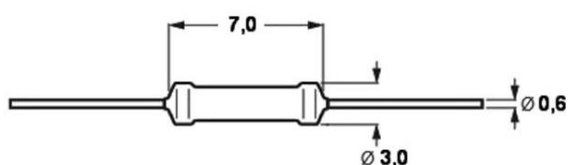


Рисунок 2.2- Габаритні розміри резисторів MFP " Yageo "

Таблиця 2.3- Конденсатор b37979 [4]

Позиційне позначення	C2...C4
Назва компонента	b37979
Виробник	Еrcos
Критерії вибору	відповідність електричних параметрів режиму
Параметри та характеристики	
робоча напруга	50В
відхилення ємності від номінального значення	±10%
інтервал робочих температур	-40°C...+100°C
температурний коефіцієнт ємності	+3,3%;
відносна вологість	до 98%
діапазон тиску	6,6-2942гПа
діапазони ємностей	5нФ – 0,1мкФ
група ТКЕ	H20

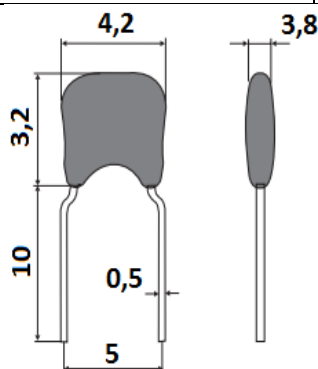


Рисунок 2.3- Габаритні розміри конденсатора b37979-"Еrcos"

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KRD 172 102 010 000 000				



Таблиця 2.4- Мікросхема MM5368 [5]

Позиційне позначення	DD1
Назва компонента	Мікросхема MM5368
Виробник	"ON Semiconductor"
Критерії вибору	лічильник-ділителя для використання в електронному годиннику
Параметри та характеристики	
Напруга живлення номінальна	9В±5%
Напруга живлення допустима	+3..15В
Струм споживання статичний	<25мкА
Струм споживання динамічний	<0,3мА
Вихідна напруга "0"	<0,3В
Вихідна напруга "1"	>8,2В
Вхідний струм "0/1"	<0,3мкА
Вхідна ємність	<10пФ
Гранична тактова частота	1,2 МГц
Коефіцієнт розгалуження виходу	50
Максимальний вихідний струм з виходів	T1-T4 2мА
Температурний діапазон	-45 ... +85 °С
Корпус	DIP-16

16-pin plastic DIP  
(DIP-16P-M03)

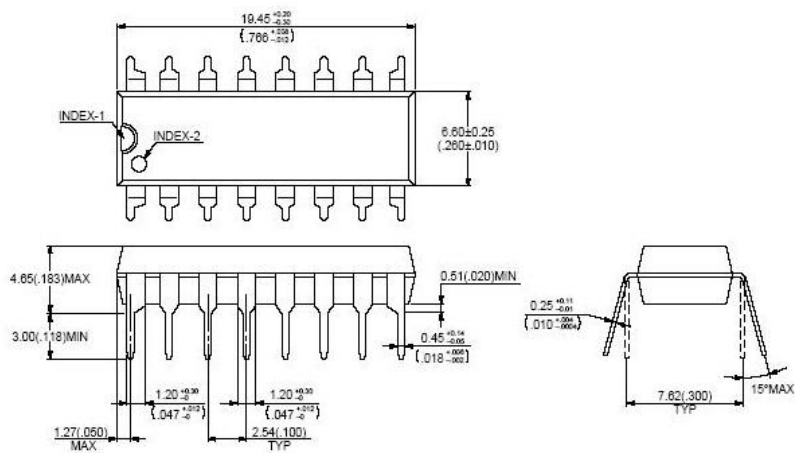


Рисунок 2.4 – Габаритні розміри мікросхеми MM5368

Таблиця 1.5- Мікросхема CD4026BE "Texas Instruments" [6]

Позиційне позначення	DD2-DD5
Назва компонента	Мікросхема CD4026BE
Виробник	"Texas Instruments"
Критерії вибору	лічильник по модулю 6 з дешифратором для виведення інформації на семисегментний індикатор

Параметри та характеристики	
Напруга живлення номінальна	9В±5%
Напруга живлення допустима	5..10В
Вихідна напруга "0" <	0,3В
Вихідна напруга "1" >	8,2В
Вхідний струм "0/1" <	0,5мкА
Струм споживання (статичний) <	0,3(0,25)мА
Максимальна тактова частота	1МГц
Максимальний вихідний струм	0,2мА

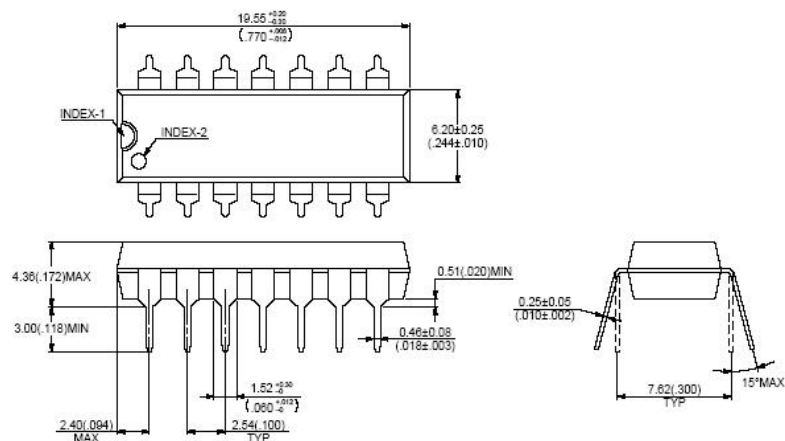
14-pin plastic DIP  
(DIP-14P-M02)

Рисунок 2.5 – Габаритні розміри мікросхеми CD4026BE

Таблиця 2.6- Діод 1N483 "ON Semiconductor" [7]

Позиційне позначення	VD6-VD7
Назва компонента	Діод 1N483
Виробник	"ON Semiconductor"
Критерії вибору	Потужність, напруга, струм
Параметри та характеристики	
Потужність розсіювання	1.3Вт
Номінальна напруга стабілізації	15В
Статичний опір R <sub>ст</sub>	150м
Робоча температура	-55 ... 175С
Спосіб монтажу	в отвір
Корпус	do41
Ваг	0.4г

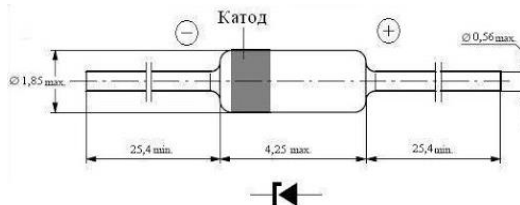


Рисунок 2.6– Габаритні розміри діода Діод 1N483

Таблиця 2.7 Діод 1N4148 [8]

Позиційне позначення	VD1-VD5
Назва компонента	Діод 1N4148
Виробник	Diotec
Призначення у виробі	Вхідна напруга, струм, відповідність схемі
Параметри та характеристики	
прямий середній струм	150 мА
прямий піковий струм	500 мА
ємність переходу	4 пФ
швидкість перемикання	4 нс
неповторна пікова зворотна напруга	100 В
пікова зворотна напруга	75 В
чинне значення зворотної напруги	53 В

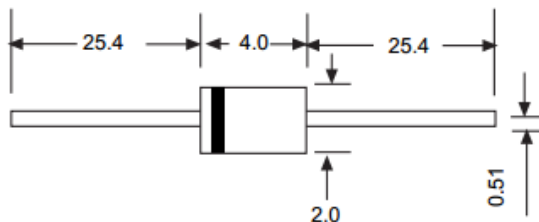


Рисунок 2.7- Зовнішній вигляд діода 1N4148 "Diotec"

Таблиця 2.8- Кварцевий резонатор НС-49U-16 МГц [9]

Позиційне позначення	ZQ1
Назва компонента	Кварцевий резонатор НС-49U-16 МГц
Виробник	"АСТ"
Критерії вибору	Частота та відповідність схемі
Параметри конструкції	див.рис.2.8
Параметри та характеристики	
Резонансна частота, МГц	16
Точність настройки dF / Fx	10-6 50
Здатність навантаження ємність, пФ	32
Робоча температура, С	-20 ... 70
Довжина корпусу L., мм	11.05
Діаметр (ширина) корпусу, D (W), мм	4.65
Вага, г	1

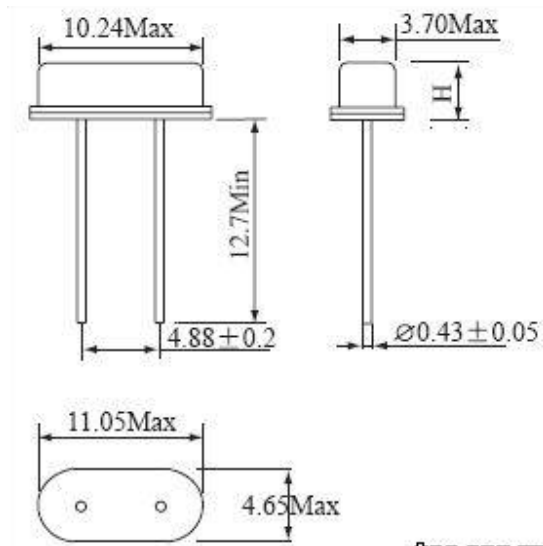


Рисунок 2.8 – Габаритні розміри кварцевого резонатора HC-49U-16МГц

Таблиця 2.9 Кнопка тактова KLS7-TS6601-13.0-180 [10]

Позиційне позначення	SB2-SB3
Назва компонента	Кнопка тактова KLS7-TS6601-13.0-180
Виробник	KLS
Призначення у виробі	Кнопка тактова призначена для управління пристроєм.
Параметри та характеристики	
Робоча напруга	12 В
Робочий струм	0.05 А
Висота	7 мм
Типорозмір	6x6
Вага	0.26г



Рисунок 2.9- Зовнішній вигляд кнопки тактової KLS7-TS6601-13.0-180 "KLS"

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KRD 172 102 010 000 000				

Таблиця 2.10- Дисплей DE119-RS-20/6.35 [11]

Позиційне позначення	HG1	
Назва компонента	Дисплей DE119-RS-20/6.35	
Виробник	"Display Elektronik"	
Критерії вибору	Для наочного відображення інформації, розміри	
Параметри та характеристики		
Тип дисплея	LCD	
Вид дисплея	7-сегментний	
Технологія індикатора	STN Positive	
Кількість відображуваних знаків	4	
Розміри	50,8x30,5x1,1мм	
Розмір вікна (вис. x шир.)	44,5x16,5мм	
Висота знака	12,7мм	
Робоча температура	-20...70°C	

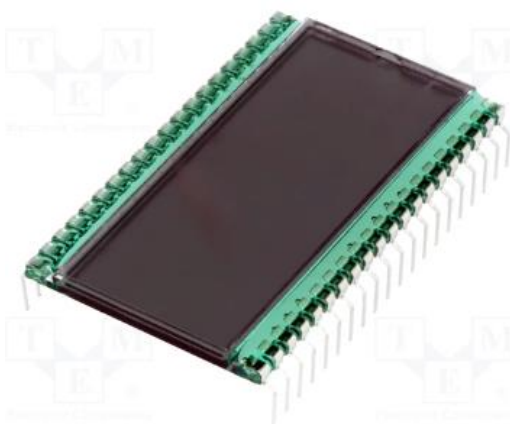


Рисунок 2.10- Зовнішній вигляд дисплея DE119-RS-20/6.35

#### 2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

Схема електрична принципова RC-фільтра зображена на рисунку 2.11 [14].

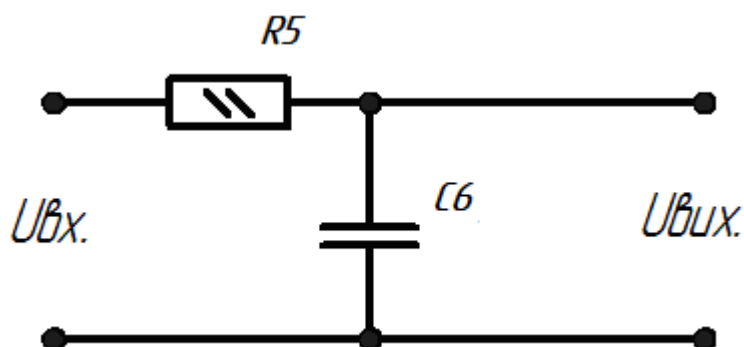


Рисунок 2.11- Схема електрична принципова RC-фільтра

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KRD 172 102 010 000 000				

1. Вихідні дані для проведення розрахунку:

$$C = 0,1 \text{ мкФ}$$

$$f_c = 10 \text{ кГц}$$

2. Розрахунок частоти зрізу проводиться за формулою:

$$f_c = \frac{1}{2\pi CR}, \quad (2.1)$$

де  $C$  – ємність конденсатора;

$R$  – опір резистора;

Оскільки частота зрізу нам відомо, вона становить 10кГц, то розрахуємо тільки опір резистора.

3. Розрахунок опору резистора:

$$R = \frac{1}{2\pi C f_c}, \quad (2.2)$$

де  $f_c$  – частота зрізу, становить 10кГц.

$$R = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 10000 \cdot 10} = 91 \text{ кОм}$$

Вибираємо резистор з опором 100 кОм та потужністю розсіювання 0,125Вт.

$$R6 = 100 \text{ кОм}$$

### 2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

Виходячи з технологічних можливостей виробництва вибрано комбінований метод виготовлення, 4 клас точності друкованої плати ОСТ 4.010.022-85.

Визначаємо мінімальну ширину друкованого провідника, мм., по постійному струму для кіл живлення і заземлення [18]:

$$b_{\min} = \frac{I_{\max}}{i_{\text{доп}} * t} = \frac{0,5 \text{ А}}{48 \frac{\text{А}}{\text{мм}^2} * 0,035 \text{ м}} = 0,3 \text{ мм} \quad (2.3)$$

де  $I_{\max}$  – допустима густина струму, який протікає в провідниках.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KRD 172 102 010 000 000				

Визначається із аналізу принципової схеми,  $I_{max}=0,5A$ ;

$J_{доп}$  – допустима густина струму, вибирається в залежності від методу виготовлення плати з табл.,

$$j_{доп} = 48A/мм^2, t – товщина провідника, 35мкм=0,035м$$

Визначаємо мінімальну ширину провідника, мм., виходячи з допустимого падіння напруги на ньому:

$$b_{min2} = \frac{\rho * I_{max} * l}{U_{д} * t} = \frac{0,0175 \frac{Ом.мм^2}{м} * 0,5A * 0,5м}{2B * 0,035м} = 0,2мм \quad (2.4)$$

де:  $\rho = 0,0175 Ом * мм^2 / м$  – питомий об'ємний опір,

$L = 0,5м$  – довжина провідника,

$U_{доп} = 2B$  – допустиме падіння напруги.

Визначаємо номінальне значення діаметрів монтажних отворів  $d$ :

$$d = d_E + |\Delta d_{н.в.}| + r \quad (2.5)$$

де:  $d_E$  – максимальний діаметр виводу встановленого ЕРЕ (діаметр вивода ЕРЕ.)

$\Delta d_{н.в.}$  – нижнє граничне відхилення від номінального діаметру монтажного отвору (0,1 для всіх)

$r$  – різниця між мінімальним діаметром отвору і максимальним діаметром вивода ЕРЕ, її вибирають в межах 0,1...0,4мм. Розрахункові значення  $d$  зводяться до нормалізованого ряду отворів: 1,1; 1,3; 1,5 мм.

$d_{E1} = 0,8$ -для мікросхем, конденсаторів, резисторів, діодів, підпаювання провідників та кнопок;

$d_{E2}=1,0$ - для дисплея НГ1.

$$d = d_{E1} + |\Delta d_{н.в.}| + r = 0,8 + | \pm 0,1 | + 0,2 = 1,1 мм$$

$$d = d_{E2} + |\Delta d_{н.в.}| + r = 1,0 + | \pm 0,1 | + 0,2 = 1,3 мм$$

Приймаємо такі стандартні діаметри отворів; 1,1; 1,3; 1,5.

Розраховуємо діаметр контактних площадок.

$$D_{min} = D_{1min} + 1,5hf + 0,03 \quad (2.6)$$

де:  $hf$  – товщина фольги;  $D_{1min}$  – мінімальний ефективний діаметр площадки;

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KRB 172 102 010 000 000				

$$D_{1\min} = 2 \left( b_m + \frac{d_{\max}}{2} + \delta d + \delta p \right) \quad (2.7)$$

де:  $b_m$  – відстань від краю просвердленого отвору до краю контактної площадки;

$$b_m = 0,06 \text{ мм.}$$

$\delta_d$  і  $\delta_p$  - допуски на розташування отворів і контактних площадок;

$$\delta_d = 0,25 \text{ мм, } \delta_p = 0,4 \text{ мм.}$$

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

$$d_{\max} = d + \Delta d + (0,1 \dots 0,15) \quad (2.8)$$

де:  $\Delta d$  - допуск на отвір.

$$d_{\max 1} = 1,1 + 0,1 + 0,1 = 1,3 \text{ мм}$$

$$d_{\max 2} = 1,3 + 0,1 + 0,1 = 1,5 \text{ мм}$$

$$D_{1\min 1} = 2 \left( 0,06 + \frac{1,3}{2} + 0,25 + 0,4 \right) = 2,72 \text{ мм}$$

$$D_{1\min 2} = 2 \left( 0,06 + \frac{1,5}{2} + 0,25 + 0,4 \right) = 2,92 \text{ мм}$$

$$D_{\min 1} = 2,92 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 2,8 \text{ мм}$$

$$D_{\min 2} = 2,92 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 3 \text{ мм}$$

Максимальний діаметр контактної площадки:

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

$$D_{\max 1} = 2,82 + 0,02 = 2,82 \text{ мм}$$

$$D_{\max 2} = 3 + 0,02 = 3,02 \text{ мм}$$

Визначаємо ширину провідників. Мінімальна ширина провідників для ДДП і зовнішніх шарів БДП, які виготовлені комбінованим методом:

$$b_{\min} = b_{1\min} + 1.5hf + 0,03 \quad (2.10)$$

де  $b_{1\min}$  - мінімальна ефективна ширина провідника, мм.  $b_{1\min} = 0,15$  мм для плат 4- го класу точності.

$$b_{\min} = 0,15 + 1.5 \cdot 0,035 + 0,03 = 0,23 \text{ мм}$$

Визначаємо мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу.

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою:

					2021 KRD 172 102 010 000 000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$$S_{1\min} = L_0 - \left[ \left( \frac{D_{\max}}{2} + \delta_p \right) + \left( \frac{d_{\max}}{2} + \delta_1 \right) \right] \quad (2.11)$$

$$S_{1\min 1} = 2,5 - \left[ \left( \frac{2,82}{2} + 0,4 \right) + \left( \frac{1,3}{2} + 0,05 \right) \right] = -0,01 \text{ мм}$$

$$S_{1\min 2} = 2,5 - \left[ \left( \frac{3,02}{2} + 0,4 \right) + \left( \frac{1,5}{2} + 0,05 \right) \right] = -0,21 \text{ мм}$$

де:  $L_0$  – відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

$$S_{2\min} = L_0 - (D_{\max} + 2\delta_p) \quad (2.12)$$

$$S_{2\min 1} = 2,5 - (2,82 + 2 \cdot 0,4) = -1,12 \text{ мм}$$

$$S_{2\min 2} = 2,5 - (3,02 + 2 \cdot 0,4) = -1,32 \text{ мм}$$

Мінімальна відстань між двома провідниками:

$$S_{3\min} = L_0 - (D_{\max} + 2\delta_1) \quad (2.13)$$

$$S_{3\min 1} = 2,5 - (2,82 + 2 \cdot 0,05) = -0,42 \text{ мм}$$

$$S_{3\min 2} = 2,5 - (3,02 + 2 \cdot 0,05) = -0,62 \text{ мм}$$

У зв'язку із тим, що в розрахунку виходять від'ємні значення, то необхідно контактні площадки робити овальними для резисторів, конденсаторів електролітичних і керамічних, мікросхем, діодів, транзисторів.

### 2.1.6 Розрахунок надійності проектного пристрою

Надійність – це властивість виробу виконувати задані функції в певних умовах експлуатації при збереженні значень основних параметрів в заданих межах. Імовірність безвідмовної роботи вказує на те, яка частина виробів із заданої їх кількості буде працювати безвідмовно протягом заданого часу. Інтенсивністю відмов називають кількість відмов за одиницю часу, що приходить на один виріб, який продовжує працювати в даний момент часу. Чим більше значення ТСР, тим краща надійність виробу. Розрахунок надійності проектного виробу проводимо за допомогою спеціальної програми NAD\_Release [12]:

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>2021 KRD 172 102 010 000 000</i>					

Таблиця 2.11 - Вихідні дані для розрахунку надійності

п/п	Назва групи елементів	К-сть шт.	$K_{\text{нопр}}$	$I_{\text{відм}} * 1e-06$	$K\text{-сть} * K_{\text{нав}} \text{ від} * 1e-06$
1	Мікросхеми	5	1	0,03	0,15
2	Діоди	7	0,35	0,7	1,715
3	Конденсатори електролітичні	2	0,4	2,4	1,92
4	Конденсатори керамічні	6	0,1	1,4	0,84
5	Резистори постійні	6	0,42	0,8	2,016
6	Друкована плата	1	1	0,1	0,1
7	Пайки	173	1	0,02	3,46
8	Резонатор кварцовий	1	1	0,2	0,2
9	Дисплей	1	1	20	20
10	Кнопки	3	1	2,2	6,6
11	Гніздо	1	1	0,02	0,02

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів: 1;

Коефіцієнт впливу вологості і температури: 1;

Коефіцієнт атомосферних впливів: 1;

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов:  $3.7021e-005$  1/год

Середня наробка до відмови: 27011.7 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи  $P(t)$ :

$t = 10$  год.  $P(t) = 0.999630$

$t = 100$  год.  $P(t) = 0.996305$

$t = 1000$  год.  $P(t) = 0.963656$

$t = 10000$  год.  $P(t) = 0.690589$

$t = 100000$  год.  $P(t) = 0.024672$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>2021 KRD 172 102 010 000 000</i>					

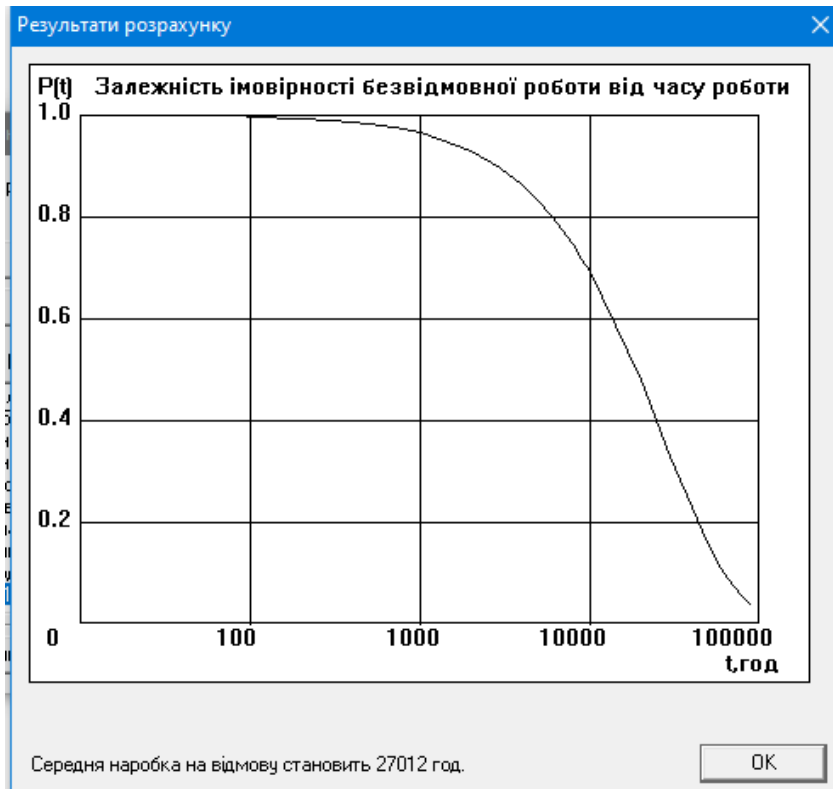


Рисунок 2.12 - Графік залежності імовірності безвідмовної роботи від часу

Напрацювання на відмову становить 27012 год. Надійність виробу є досить високою, що супроводжується якісною роботою приладу довго та надійно.

### 2.1.7 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності

Найбільш важливий технічний показник будь-якого електричного обладнання є, безумовно, його споживана потужність, яка вимірюється у ВАТ [15].

Пристроям, яким характерна реактивна потужність, і у яких не стоять фільтри і вузли компенсації цієї реактивної складової, властиві, як мінімум невідповідність зазначеної номінальної електричної потужності і реально робочої, а як максимум, вони здатні вносити в електричну мережу перешкоди і перевантажувати окремі ділянки електричної системи електропостачання (до тих місць, де може стояти ємність або індуктивність, яка гаситиме реактивну складову).

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>2021 KRB 172 102 010 000 000</i>				

Даний пристрій відноситься до вимірювальних приладів. Його напруга живлення становить +6В, а струм споживання 0,5А. Тому потужність буде рівна:

$$P=I*U=6*0,5=3 \text{ (Вт)} \quad (2.14)$$

Для зменшення використовуваної потужності можна використати багатокристалічний індикатор.

## 2.2 Технологічна частина

### 2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектованого виробу

Корпус приладу виготовляється з поліетилентерефталату литтєвого ПЕТФ – КМ. Деякі характеристики матеріалу [21]:

- Густина 1300 – 1330 кг/м<sup>3</sup>
- інтервал робочих температур -50°....+90°С;
- розрахункова усадка 1,2 – 1,5%.

Слідуючим етапом є виготовлення корпусу. Оскільки будуть виготовлятися дві кришки , то технологічний процес буде складатися з слідуючих операцій:

1. Виготовлення форми, згідно з типової інструкції з допомогою станків ЧПК.
2. Виготовлення суміші пластмаси. Кришки виготовляються з пластмаси методом лиття.
3. Процес лиття. Здійснюється через литникові канали в спеціально заготовлені форми.
4. Охолодження. Здійснюється поступове охолодження сплаву.
5. Операція механічних доробок. Проводиться зняття литникових каналів, свердління отворів і інші доробки.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KRB 172 102 010 000 000				

6. Контроль якості. Здійснюється 100% контроль. Виконується операція спеціалістами візуально [13].

Основною складовою частиною виробу є друкований вузол. На якому розміщено всі електрорадіоелементи пристрою, на верхню і нижню кришки не кріпиться жоден ЕРЕ. На поверхню верхньої та нижньої кришок не виведено жодних елементів управління чи індикації, оскільки пристрій всю роботу виконує в автоматичному режимі на основі алгоритмів, що реалізовані за допомогою набору логіки відповідних типів мікросхем.

Друкована плата являється двосторонньою, але при цьому має досить велику кількість електричних з'єднань і при цьому потрібно забезпечити компактність пристрою, тому було викорис-тано металізацію отворів та більш компактне встановлення ЕРЕ, за допомогою таких методів було спрощено розробку конструктиву плати друкованої [18].

Виготовлятися плата буде з фольгованого склотекстоліту СФ2–35–1,5КП ГОСТ 10316-78. Плата виготовляється комбінованим позитивним методом, який є найбільш поширеним і доцільним для двосторонніх друкованих плат, також даний метод вимагає значно дорожчого технологічного процесу виготовлення друкованої, оскільки потрібно проводити металізацію отворів, що підвищує вартість розробки, та ускладнює сам технологічний процес, але при цьому можна виготовити складні друковані плати і зробити їх більш компактними [21].

### 2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції

Компактність розташування: Компоненти розміщені на друкованій платі таким чином, щоб забезпечити мінімальні довжини з'єднувальних доріжок, що зменшує паразитні індуктивності та ємності.

Доступність для монтажу: Компоненти, такі як мікросхеми, резистори, конденсатори та кварцовий резонатор, легко доступні для ручного або автоматичного монтажу, що підвищує ефективність виробництва.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KRD 172 102 010 000 000				

Легкість ремонту та обслуговування: Зручний доступ до основних компонентів, таких як мікросхеми та кнопки, дозволяє легко здійснювати ремонт та обслуговування годинника.

## 2. Матеріали та технології

Стандартні матеріали: Використання стандартних матеріалів, таких як FR-4 для друкованої плати та мідь для доріжок, забезпечує високу надійність і доступність компонентів на ринку.

Сучасні методи покриття: Застосування паяльної маски та захисного лаку забезпечує додатковий захист від вологи та механічних пошкоджень, що збільшує термін служби пристрою.

## 3. Електричні характеристики

Стабільність і точність: Кварцовий генератор забезпечує високу стабільність і точність часу, що є важливим для функціонування годинника.

Низьке енергоспоживання: Використання сучасних мікросхем із низьким енергоспоживанням дозволяє подовжити термін роботи від батареї.

## 4. Ергономіка та користувацький досвід

Зручність користування: Прості та зрозумілі кнопки для налаштування часу забезпечують зручність використання годинника.

Читабельність індикатора: Рідкокристалічний індикатор забезпечує чітке відображення часу, що полегшує користувачеві зчитування інформації.

## 5. Виробничий процес

Автоматизація монтажу: Конструкція плати передбачає можливість автоматичного розміщення та пайки компонентів, що знижує виробничі витрати та підвищує точність монтажу.

Контроль якості: Проста структура схеми дозволяє легко здійснювати контроль якості на кожному етапі виробництва, від перевірки компонентів до тестування готового виробу.

## 6. Вартість

					<i>2024 KRD 172 102 010 000 000</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Економічність: Використання доступних і широко поширених компонентів та матеріалів знижує вартість виробництва, що робить годинник економічно вигідним для споживачів.

#### Висновок

Технологічність конструкції простого електронного годинника з рідкокристалічним індикатором у радіотехніці оцінюється як висока. Вона забезпечує ефективний виробничий процес, зручність монтажу та обслуговування, високу надійність та довговічність пристрою. Використання стандартних матеріалів та сучасних методів покриття додає додаткової вартості, зберігаючи при цьому економічну доцільність і доступність для широкого кола споживачів [13].

### **2.2.3 Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів**

Опис технології виготовлення друкованої плати простого електронного годинника з рідкокристалічним індикатором комбінованим позитивним методом

#### 1. Вибір основних та допоміжних матеріалів

Основні матеріали:

FR-4 (фольгований склотекстоліт): Основний матеріал плати, який має хороші механічні та електричні властивості.

Мідь: Для провідних доріжок використовується тонка мідна фольга, нанесена на основу FR-4.

Допоміжні матеріали:

Фоторезист: Світлочутливий матеріал, який наноситься на мідну поверхню для створення захисної маски під час травлення.

Фоторезистор: Прозора плівка з надрукованою схемою плати, яка використовується під час експонування.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KRB 172 102 010 000 000				

Травильний розчин: Зазвичай це розчин персульфату амонію або хлорного заліза, який використовується для видалення непотрібної міді.

Розчинник: Використовується для зняття фоторезисту після травлення.

Паяльна маска: Захисне покриття, яке наноситься на поверхню плати після травлення для захисту доріжок.

Захисний лак: Наноситься для додаткового захисту плати від зовнішніх впливів.

Флюс та припій: Для пайки компонентів на платі.

## 2. Технологічний процес виготовлення друкованої плати

Підготовка основи:

Розрізання листів FR-4 до необхідного розміру.

Очищення поверхні мідної фольги від окислів та забруднень.

Нанесення фоторезисту:

Нанесення шару фоторезисту на чисту мідну поверхню методом занурення або ламінування.

Сушіння фоторезисту для його стабілізації.

Експонування:

Накладення фоторезистора на поверхню плати з фоторезистом.

Експонування ультрафіолетовим світлом для перенесення зображення схеми на фоторезист.

Видалення фоторезистора.

Проявлення:

Обробка плати в проявному розчині для видалення неекспонованих ділянок фоторезисту, залишаючи лише захисну маску на мідних доріжках.

Травлення:

Плата занурюється у травильний розчин, який видаляє незахищені ділянки міді, залишаючи провідні доріжки під захисною маскою.

Зняття фоторезисту:

					<i>2021 KRD 172 102 010 000 000</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Після травлення залишковий фоторезист видаляється розчинником.

Нанесення паяльної маски:

Нанесення паяльної маски на плату для захисту провідних доріжок та покращення пайки.

Сушіння та полімеризація паяльної маски.

Друк позначок (серіграфія):

Нанесення позначок компонентів, логотипу та інших індикаторів на плату за допомогою шовкотрафаретного друку.

Нанесення захисного лаку:

Нанесення захисного лаку для додаткового захисту плати від зовнішніх впливів.

Пайка компонентів:

Нанесення флюсу на контактні площадки.

Розміщення компонентів на платі.

Пайка компонентів за допомогою припою, що забезпечує надійне з'єднання.

Комбінований позитивний метод виготовлення друкованої плати для простого електронного годинника з рідкокристалічним індикатором забезпечує високу точність і якість друкованих доріжок, знижуючи ризик дефектів і забезпечуючи надійну роботу готового виробу. Використання стандартних матеріалів, таких як FR-4 і мідь, а також сучасних захисних покриттів, дозволяє створити міцну і довговічну плату, яка відповідає всім вимогам сучасної радіотехніки.

#### **2.4 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла**

При кількісній оцінці технологічності розраховується комплексний показник технологічності  $K$ , який враховує усереднене значення часткових показників з урахуванням коефіцієнтів, які характеризують їх значимість при розрахунку [14].

Коефіцієнт використання мікросхеми  $K_{вик.імс}$  визначається за формулою:

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KRB 172 102 010 000 000				

$$K_{\text{вик.імс}} = \frac{H_{\text{імс}}}{H_{\text{імс}} + H_{\text{ЕРЕ}}} = \frac{5}{5 + 31} = 0,14 \quad (2,15)$$

Коефіцієнт автоматизації і механізації монтажу  $K_{\text{А.М}}$  виробу визначається за формулою:

$$K_{\text{А.М}} = \frac{H_{\text{А.М}}}{H_{\text{М}}} = \frac{127}{173} = 0,73 \quad (2,16)$$

де  $H_{\text{А.М}}$  – загальна кількість монтажних з'єднань, які здійснюються або можуть здійснюватись автоматизованим способом, тобто наявні механізми для виконання монтажних з'єднань.

$H_{\text{М}}$  – загальна кількість монтажних з'єднань.

Коефіцієнт амортизації і механізації підготовки ЕРЕ до монтажу  $K_{\text{М.П.ЕРЕ}}$  визначається за формулою:

$$K_{\text{М.П.ЕРЕ}} = \frac{H_{\text{М.П.ЕРЕ}}}{H_{\text{ЕРЕ}}} = \frac{27}{31} = 0,87 \quad (2,17)$$

де  $H_{\text{М.П.ЕРЕ}}$  кількість ЕРЕ, підготовка до яких до монтажу здійснюється або може здійснюватися механізованим або автоматизованим методом, тобто наявні механізми, обладнання чи оснастки для виконання цих операцій. До числа вказаних ЕРЕ входять і такі, що не потребують спеціальної підготовки до монтажу.

Коефіцієнт повторюваності електрорадіоелементів  $K_{\text{ПОВТ.ЕРЕ}}$  визначається за формулою:

$$K_{\text{ПОВТ.ЕРЕ}} = 1 - \frac{H_{\text{Т.ЕРЕ}}}{H_{\text{ЕРЕ}}} = 1 - \frac{25}{31} = 0,19 \quad (2,18)$$

де  $H_{\text{ЕРЕ}}$  – загальна кількість ЕРЕ у виробі.

Коефіцієнт застосовності електрорадіоелементів  $K_{\text{ЗАСТ.ЕРЕ}}$  визначається за формулою:

$$K_{\text{ЗАСТ.ЕРЕ}} = 1 - \frac{H_{\text{Т.ОР.ЕРЕ}}}{H_{\text{Т.ЕРЕ}}} = 1 - \frac{7}{31} = 0,77 \quad (2,19)$$

де  $H_{\text{Т.ОР.ЕРЕ}}$  кількість типорозмірів оригінальних ЕРЕ у виробів

$H_{\text{Т.ЕРЕ}}$  – загальна кількість типорозмірів ЕРЕ у виробі

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>2021 KRB 172 102 010 000 000</i>					

Коефіцієнт установочних розмірів електрорадіоелементів  $K_{ВСТ.Р}$

визначається за формулою:

$$K_{ВСТ.Р} = 1 - \frac{H_{ВСТ.Р}}{H_{ЕРЕ}} = 1 - \frac{7}{31} = 0,77 \quad (2.20)$$

де  $H_{ВСТ.Р}$  кількість видів встановлених розмірів ЕРЕ у виробі

Коефіцієнт прогресивності Формоутворення  $K_{\phi}$  деталей визначається за формулою:

$$K_{\phi} = \frac{D_{np}}{D} = \frac{1}{1} = 1 \quad (2.21)$$

де  $D_{np}$  – кількість деталей, заготовки або самі деталі отримані прогресивним методом формоутворення.

Комплексний показник технологічності  $K$  визначається за формулою

$$K = \frac{K_1\phi_1 + K_2\phi_2 + \dots + K_i\phi_i}{\phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_i} = \frac{0,14*1 + 0,73*1 + 0,87*0,75 + 0,19*0,5 + 0,77*0,310 + 0,77*0,187 + 1*0,110}{1 + 1 + 0,75 + 0,5 + 0,310 + 0,187 + 0,110} = 0,55 \quad (2.22)$$

Оцінка рівня технологічності виробу визначається з відношення розрахованого комплексного показника  $K$  до комплексного нормативного показника  $K_n$ , який відображає реальний існуючий рівень технологічності на підприємствах по випуску РЕА. Для нашого виробу  $K_n = 0,5$ .

Відношення  $K/K_n$  повинно задовольняти умову:

$$\frac{K}{K_n} \geq 1 \quad (2.23)$$

Перевіряємо умову:  $\frac{0,55}{0,5} = 1,1 \geq 1$ .

З відношення бачимо що дана умова виконується, отже виріб вважається технологічним.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KRD 172 102 010 000 000				

## 2.2.5 Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу

Маршрутно-операційна технологія складання і монтажу описує в собі послідовність виконання операцій спочатку для виготовлення друкованого вузла, а потім для складання корпусу всього пристрою. Виконується на спеціальних технологічних картах з дотриманням відповідних вимог.

Також в технологічних картах розраховується кількість витрачених на виробництво матеріалів та затрата часу на складання виробу.

Докладна маршрутно-операційна технологія складання і монтажу друкованого вузла приведена в додатках до даного дипломного проекту.

					<i>2021 KRD 172 102 010 000 000</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 3.1. Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень

Для реалізації проектних рішень необхідно визначити обсяг інвестицій для їх здійснення. Обсяг інвестицій складається з вартості основних фондів за групами та витрат, пов'язаних з їх придбанням і вводом в експлуатацію.

1) Вартість будівель визначається, виходячи із орендної плати за них (приймається середня величина оренди виробничих приміщень в даному регіоні на час написання дипломного проекту; обрано – 700грн/м<sup>2</sup> за місяць). При цьому вартість передавальних пристроїв включається в орендну плату будівель.

Вартість будівель розраховується за формулою:

$$V_{\text{буд}} = C_{\text{буд}} \times S_{\text{буд}}, \quad (3.1)$$

$$V_{\text{буд}} = 700 \times 100 = 70000 \text{ (грн.)}$$

де  $V_{\text{буд}}$  - вартість будівлі, грн.;

$C_{\text{буд}}$  – орендна плата за 1м<sup>2</sup> будівлі, грн./м<sup>2</sup>;

$S_{\text{буд}}$  – площа будівлі, м<sup>2</sup> (приймається 120 м<sup>2</sup>).

Будівлі орендуються разом із обладнанням, тобто :

$$V_{\text{буд}\Sigma} = V_{\text{буд}} + V_{\text{обл}}, \quad (3.2)$$

$$V_{\text{буд}\Sigma} = 70000 + 35000 = 105000 \text{ (грн.)}$$

де  $V_{\text{буд}\Sigma}$  - вартість оренди будівель включно з вартістю обладнання;

$V_{\text{обл}}$  – вартість обладнання.

При цьому вартість обладнання складає:

$$V_{\text{обл}} = V_{\text{буд}} \cdot K_o, \quad (3.3)$$

$$V_{\text{обл}} = 70000 \cdot 0,5 = 35000 \text{ (грн.)}$$

де  $K_o$  – коефіцієнт, що враховує вартість обладнання ( $K_o = 0,4 \div 0,6$ ).

2) Вартість інструментів та приладів ( $V_{\text{інстр}}$ ) складає 2% від вартості обладнання. При цьому витрати на їх доставку приймають в розмірі 10% від

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KRB 172 102 010 000 000				

їх вартості. Таким чином, вартість інструментів та приладів *розраховується за формулою:*

$$V_{\text{інстр}} = V_{\text{обл}} \times 0,02 \times 1,1, \quad (3.4)$$

$$V_{\text{інстр}} = 35000 \times 0,02 \times 1,1 = 770 \text{ (грн.)}$$

3) Вартість виробничого та господарського інвентарю ( $V_{\text{інв}}$ ) *складає 3% від вартості обладнання. При цьому витрати на його доставку приймають в розмірі 10% від його вартості. Таким чином, вартість інвентарю розраховується за формулою:*

$$V_{\text{інв}} = V_{\text{обл}} \times 0,03 \times 1,1, \quad (3.5)$$

$$V_{\text{інв}} = 35000 \times 0,03 \times 1,1 = 1155 \text{ (грн.)}$$

4) Загальний обсяг виробничих інвестицій *розраховується за формулою:*

$$\Pi = V_{\text{буд}\Sigma} + V_{\text{інстр}} + V_{\text{інв}} \quad (3.6)$$

$$\Pi = 105000 + 770 + 1155 = 106925 \text{ (грн.)}$$

5) Величина амортизаційних відрахувань *розраховується за формулою:*

$$A = \frac{S_{\text{бал}} \times H_a}{100}, \quad (3.7)$$

$$A = \frac{1925 \times 25}{100} = 481,25 \text{ (грн.)}$$

де  $S_{\text{бал}}$  - балансова вартість основних фондів, грн. (для розрахунку приймають величину вартості основних фондів, що розрахована за формулами 3.4– 3.5 в тому випадку, коли будівлі орендують разом з обладнанням);

$H_a$  - норма амортизації, % (величина норми амортизації встановлюється у відсотках до вартості кожної з груп основних фондів і становить: для будівель – 5%, обладнання – 20%, інструментів та приладів – 25%, інвентарю – 25%).

Результати розрахунку річної суми амортизаційних відрахувань слід звести в табл. 3.1

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KPB 172 102 010 000 000				

Таблиця 3.1 Розрахунок річних амортизаційних відрахувань

№з/ п	Найменування основних фондів	Балансова вартість основних фондів, тис. грн.	Річна сума амортизаційних відрахувань, тис. грн.
	Інструменти та прилади	770	192,5
	Виробничий та господарський інвентар	1155	288,75
	Всього:	1925	481,25

### 3.2 Розрахунок собівартості продукції

Собівартість продукції як економічна категорія є грошовим виразом витрат на її виробництво та реалізацію. При розрахунку собівартості всі витрати групуються за калькуляційними статтями. При цьому перелік статей калькуляції повинен відповідати переліку, прийнятому на конкретному підприємстві. В загальному вигляді калькуляція собівартості продукції включає такі статті витрат:

1. Сировина і матеріали.
2. Енергія технологічна.
3. Заробітна плата виробничих робітників (основна і додаткова).
4. Відрахування на соціальні заходи.
5. Утримання та експлуатація машин і механізмів.
6. Загальновиробничі витрати.

Виробнича собівартість

7. Адміністративні витрати.
8. Витрати на збут.
9. Інші операційні витрати.

Повна собівартість

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>2021 KRB 172 102 010 000 000</i>					

Рекомендації щодо розрахунку статей калькуляції собівартості продукції.

1 ) Витрати матеріалів (покупних виробів) на одиницю продукції визначають за формулою:

$$B_M = \sum_{i=1}^m (H_{Mi} \times C_{Mi}) \times K_{Tr} \quad (3.8)$$

$$B_M = 543 \times 1,04 = 564,72 \text{ (грн.)}$$

де  $t$  — кількість видів матеріалів, які використовують для виробництва одиниці продукції;

$H_{Mi}$  — норма витрат  $i$ -го виду матеріалу (покупних виробів) на виробництво одиниці продукції, натур. од.;

$C_{Mi}$  — ціна придбання  $i$ -го виду матеріалу (покупних виробів), грн. од.;

$K_{Tr}$  - коефіцієнт, що враховує транспортні витрати на доставку матеріалів до підприємства (для розрахунку приймається в розмірі 4 % від вартості матеріалів:  $K_{Tr}=1.04$ ). Розрахунки слід звести в табл.3.2

Таблиця 3.2 -Розрахунки

№ з/п	Назва матеріалу (покупного виробу)	Кількість	Ціна за одиницю	Загальна вартість
1	Плата друкована	1	50	50
2	Кришка нижня	1	35	35
3	Кришка верхня	1	35	35
4	Мікросхеми	5	50	250
5	Конденсатори електролітичні	3	5	15
6	Резистори постійні	6	0,5	3
7	Діоди	7	5	35
8	Конденсатори керамічні	5	1	5
9	Роз'єми	1	10	10
10	Кнопки	3	10	30
11	Дисплей	1	75	75
				543

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KRD 172 102 010 000 000					



2) Вартість технологічної енергії враховується при розрахунку витрат на утримання та експлуатацію машин і механізмів згідно статистичних даних базового підприємства (див. п.6).

3) Витрати на основну заробітну плату виробничих працівників ( $V_{\text{о.з.пл.}}$ ): для розрахунку заробітної плати працівників визначають відрядну розцінку за кожну операцію (одиницю роботи чи продукції), виконану працівником, за формулою:

$$P_{\text{від}} = \frac{\sum_{i=1}^m T_{\text{шт.}i}}{60} \times C_{\Gamma}, \quad (3.9)$$

$$P_{\text{від}} = \frac{37}{60} \times 117 = 72,2(\text{грн})$$

де  $t_{\text{шт.}i}$  – час виконання однієї операції (одиниці роботи чи продукції);

$C_{\Gamma}$  – годинна тарифна ставка відповідно до розряду виконуваних робіт

Розрахунок витрат на основну заробітну плату основних робітників слід звести в табл.3.3

Таблиця 3.3-Розрахунок основної заробітної плати

№ з/п	Назва операції	$T_{\text{шт.}}$ хв.	Розряд	Годинна тарифна ставка, ( $C_{\Gamma}$ ), грн/год
1	Пайка	15	V	117
2	Регулювання	10	V	117
3	Складання	12	V	117
	<b>Всього</b>	<b>37</b>		

4) Витрати на додаткову заробітну плату працівників ( $V_{\text{дод.з.пл.}}$ ): приймаються в розмірі 11% від основної заробітної плати виробничих працівників і розраховують за формулою:

$$V_{\text{дод.з.пл.}} = P_{\text{від}} \times 0.11 \quad (3.10)$$

$$V_{\text{дод.з.пл.}} = 72,2 \times 0,11 = 7,9 (\text{грн})$$

					<b>ЗАДА КРД 172 А02 010 000 000</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5) Сума відрахувань на соціальні заходи ( $C_{в.с.з.}$ ) визначається за встановленими законодавством нормами у відсотках від витрат на основну й додаткову заробітну плату:

$$C_{в.с.з.} = \frac{\alpha}{100} \times (P_{від} + B_{дод.з.пл.}) \quad (3.11)$$

$$C_{в.с.з.} = \frac{22}{100} \times (72,2 + 7,9) = 17,6 \text{ (грн)}$$

де  $\alpha$  відсоток відрахувань на соціальні заходи (приймаємо 22%);

6) Витрати на утримання та експлуатацію машин і механізмів є комплексними, оскільки охоплюють витрати, що безпосередньо необхідні для експлуатації обладнання; амортизаційні відрахування на відтворення машин і механізмів, тощо. Оскільки такі витрати неможливо обчислити безпосередньо на одиницю продукції, їх розподіляють за вибраною базою розподілу. Найчастіше за таку базу беруть заробітну плату виробничих працівників.

Витрати на утримання та експлуатацію машин і механізмів розраховуються за формулою:

$$B_{уео} = \frac{\alpha_{уео}}{100} \times (P_{від} + B_{дод.з.пл.}) \quad (3.12)$$

$$B_{уео} = \frac{94}{100} \times (72,2 + 7,9) = 75,29 \text{ (грн.)}$$

де  $\alpha_{уео}$ - відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання (приймається 94%);

7) Витрати за статтею “ Загальновиробничі витрати ” також комплексні. Загальновиробничі витрати охоплюють витрати на управління, виробниче та господарське обслуговування в межах виробництва, а також витрати на заробітну плату з відрахуванням на соціальні заходи управлінських працівників, спеціалістів, обслуговуючого персоналу, охорону праці, тощо. Вказані витрати розраховують за формулою:

$$B_{зв} = \frac{\alpha_{зв}}{100} \times (P_{від} + B_{дод.з.пл.}) \quad (3.13)$$

$$B_{зв} = \frac{175}{100} \times (72,2 + 7,9) = 81,85 \text{ (грн.)}$$

де  $\alpha_{зв}$ - відсоток загальновиробничих витрат (приймаю 175%).

					<b>ЗПДЛ КРД 172 Л02 010 000 000</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. Разом виробнича собівартість ( $S_{\text{вир}}$ ) визначається як сума витрат за пунктами 1-6.

$$S_{\text{вир}} = V_{\text{м}} + (P_{\text{від}} + V_{\text{дод.з.пл.}} + C_{\text{в.с.з.}}) + V_{\text{уео}} + V_{\text{зв}} \quad (3.14)$$

$$S_{\text{вир}} = 564,72 + (72,2 + 7,9 + 17,6) + 75,29 + 81,85 = 819,56 \text{ (грн.)}$$

На підставі розрахованих вище даних складають калькуляцію собівартості одиниці продукції (однієї деталі) та запланованого випуску. Калькуляція собівартості представлена в табл. 3.4

Таблиця 3.4-Калькуляція собівартості

№ з/п	Найменування статей витрат	Величина витрат, грн.
1	2	3
1	Витрати матеріалів	564,72
2	Основна заробітна плата виробничих робітників	72,2
3	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	7,9
4	Відрахування на соціальні заходи	17,6
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	75,29
6	Загальновиробничі витрати	81,85
Разом виробнича собівартість (сума 1-6), в тому числі:		819,56
7	-змінні (сума 1-4) $V_{\text{зм.од}}$	662,42
8	-умовно-постійні (сума 5-6) $V_{\text{ун.од}}$	157,14

8. Ціна одиниці продукції(одного виробу) розраховується за формулою:

$$Ц_{\text{одпр}} = S_{\text{пов}} \times \frac{100 + \alpha_{\text{пр}}}{100} \quad (3.15)$$

$$Ц_{\text{одпр}} = 819,56 \times \frac{100 + 29}{100} = 1057,23 \text{ (грн.)}$$

де  $\alpha_{\text{пр}}$  – відсоток запланованого прибутку (приймається 29%);

### 3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень

Розрахунок економічної ефективності інвестиційного проекту проводиться за наступними критеріями:

					<b>ЗПДЛ КРД 172 ЛОЗ 010 000 000</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1) Річний прибуток від реалізації проекту *розраховується за формулою:*

$$\Pi_p = (\text{Цод}_{\text{пр.}} - S_{\text{пов.}}) \times N_p, \quad (3.16)$$

$$\Pi_p = (1057,23 - 819,56) \times 1550 = 368388,5 (\text{грн.}),$$

де  $\Pi_p$  - річний прибуток від реалізації проекту, грн.;

$\text{Цод}_{\text{пр.}}$  - ціна одиниці продукції, грн.;

$S_{\text{пов.}}$  - собівартість одиниці продукції, грн.;

$N_p$  - річна виробнича програма (план виробництва), од.

2) Чистий прибуток від реалізації проекту *розраховується за формулою:*

$$\text{ЧП} = \Pi_p - \Pi_p \times \frac{\Pi_{\text{п}}}{100}, \quad (3.17)$$

$$\text{ЧП} = 368388,5 - 368388,5 \times \frac{18}{100} = 302078,57 (\text{грн.})$$

де ЧП - чистий прибуток від реалізації проекту, грн.;

$\Pi_{\text{п}}$  - ставка податку на прибуток, % (приймається відповідно до чинного законодавства – 18%).

3) Собівартість всього виробництва *розраховується за формулою:*

$$S_{\text{повв}} = S_{\text{пов}} \times N_p \quad (3.18)$$

$$S_{\text{повв}} = 819,56 \times 1550 = 1270318 (\text{грн.})$$

4) Рентабельність продукції *визначається за формулою:*

$$R_{\text{п}} = \frac{\text{ЧП}}{S_{\text{повв}}} \times 100\% \quad (3.19)$$

$$R_{\text{п}} = \frac{302078,57}{1270318} \times 100\% = 23,78 \%$$

де  $R_{\text{п}}$  - рентабельність продукції, %;

$S_{\text{повв}}$  - собівартість всього виробництва, грн.

Повернення інвестованого капіталу оцінюється на основі показника грошового потоку від інвестицій.

5) Сума чистих грошових надходжень від інвестицій *розраховується за формулою:*

$$\text{ГП} = \text{ЧП}_t + A_t, \quad (3.20)$$

$$\text{ГП} = 302078,57 + 481,25 = 302559,82 (\text{грн.}),$$

					<b>ЗПЗЛ КРБД 172 ЛО2 010 000 000</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $ГП_t$  - сума чистих грошових надходжень у t-му році, грн.;

$A_t$ - величина амортизаційних відрахувань у t-му році, грн.

б) Загальний абсолютний ефект від реалізації інвестицій характеризує чиста теперішня (дисконтована) вартість проекту, яка розраховується за формулою:

$$ЧТВ = ТВ - ПІ \quad (3.21)$$

$$ЧТВ = 275054,38 - 106925 = 168129,38 \text{ (грн.)}$$

де ЧТВ - чиста теперішня вартість проекту, грн.;

ТВ - теперішня вартість майбутніх грошових потоків від інвестиційного проекту, грн.

Теперішню вартість майбутніх грошових потоків від інвестиційного проекту обчислюють за формулою:

$$ТВ = \sum_{i=1}^n \frac{ГП_t}{(1+r)^t} \quad (3.22)$$

$$ТВ = \sum_{i=1}^n \frac{302559,82}{(1+0,1)^t} = 275054,38 \text{ (грн.)}$$

де  $ГП_t$ - грошовий потік, який очікується у t-му році від реалізації проекту, грн.;

$\frac{1}{(1+r)^t}$ - коефіцієнт коригування майбутніх сум грошових потоків (дисконтний множник);

r - норматив приведення різночасових витрат (ставка дисконту) у вигляді десяткового дробу ( $r = 0,1-0,2$ );

n - кількість років інвестування,  $t = 1,2, \dots, n$  (приймається з розрахунку виконання умови  $ТВ > ПІ$ ).

Якщо чиста теперішня вартість перевищує нуль, проект має бути схвалений як прибутковий, якщо ж вона має від'ємну величину або дорівнює нулю, то проект слід відхилити, оскільки його реалізація призведе до збитків або не принесе підприємству додаткового доходу на вкладений капітал.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЗАДА КРД 172 ЛОЗ 010 000 000				

Іншою характеристикою інвестиційного проекту є індекс прибутковості інвестицій, який порівнює теперішню вартість майбутніх грошових потоків з початковими інвестиціями:

$$ІП = \frac{ТВ}{ПІ} \quad (3.23)$$

$$ІП = \frac{275054,38}{106925} = 2,57$$

де ІП- індекс прибутковості інвестицій.

Проект, який має індекс прибутковості більший за одиницю, схвалюється як прибутковий, а якщо цей індекс менший за одиницю - відхиляється.

Дисконтований термін окупності інвестицій( $Ток_{диск}$ ) характеризує кількість років, за які будуть відшкодовані початкові інвестиції та розраховується за формулою:

$$Ток_{диск} = \frac{ПІ}{ГП_{диск}} \quad (3.24)$$

$$Ток_{диск.} = \frac{106925}{275054,38} = 0,4 \text{ р}$$

де  $ГП_{диск}$  - середньорічна величина дисконтованих грошових потоків:

$$ГП_{дк} = \frac{ТВ}{t}, \quad (3.25)$$

$$ГП_{диск} = \frac{275054,38}{1} = 275054,38 \text{ (грн.)}$$

де t- кількість років інвестування. Підсумки вищенаведених розрахунків доцільно звести в табл. 3.5

Таблиця 3.5- Показники оцінки економічної ефективності використання елементів виробничо-ресурсного потенціалу

№ з/п	Найменування показника	Одиниця виміру	Величина показника
1	Річний обсяг виробництва виробу:	од.	1550
2	Собівартість виробу	грн./од.	819,56
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	1057,23
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	106925
5	Чистий прибуток	грн.	302078.57

Арк.

2021 KPB 172 102 010 000 000

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

6	<i>Рентабельність виробу</i>	<i>%</i>	<i>23,78</i>
8	<i>Чиста теперішня вартість проекту</i>	<i>грн.</i>	<i>168129,38</i>
9	<i>Індекс прибутковості</i>	<i>-</i>	<i>2,57</i>
10	<i>Дисконтований термін окупності інвестицій</i>	<i>років</i>	<i>0,4</i>

## РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1 Особливості охорони праці жінок

Конституція України (ст. 24) на вищому законодавчому рівні закріпила рівність прав жінки і чоловіка. Разом з тим, трудове законодавство, враховуючи фізіологічні особливості організму жінки, інтереси охорони материнства і дитинства, встановлює спеціальні норми, що стосуються охорони праці та здоров'я жінок. Відповідно до ст. 174 КЗпП забороняється застосування праці жінок на важких роботах і на роботах із шкідливими або небезпечними умовами праці, а також на підземних роботах, крім деяких підземних робіт (нефізичних робіт або робіт по санітарному та побутовому обслуговуванню). Кабінет Міністрів України своєю постановою затвердив програму вивільнення жінок із виробництв, пов'язаних з важкою працею та шкідливими умовами, а також обмеження використання їх праці у нічний час.

Забороняється також залучати жінок до підймання і переміщення речей, маса яких перевищує встановлені для жінок норми. Встановлені граничні норми підймання і переміщення важких речей жінками:

- підймання і переміщення вантажів при чергуванні з іншою роботою (до 2 разів на годину) — 10 кг;
- підймання і переміщення вантажів постійно протягом робочої зміни — 7 кг.

Сумарна вага вантажу, який переміщується протягом кожної години робочої зміни, не повинна перевищувати: з робочої поверхні — 350 кг; з підлоги — 175 кг.

					<i>2021 KRB 172 102 010 000 000</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Залучення жінок до робіт у нічний час не допускається, за винятком тих галузей народного господарства, де це викликається необхідністю і дозволяється як тимчасовий захід (ст. 175 КЗпП).

У законодавстві про охорону праці приділяється значна увага наданню пільг вагітним жінкам і жінкам, які мають дітей віком до трьох років. Таких жінок забороняється залучати до роботи у нічний час, до надурочних робіт і робіт у вихідні дні, а також направляти у відрядження (ст. 176 КЗпП). Крім цього, жінки, що мають дітей віком від трьох до чотирнадцяти років або дітей-інвалідів, не можуть залучатися до надурочних робіт або направлятися у відрядження без їх згоди (ст. 177 КЗпП). Вагітним жінкам, відповідно до медичного висновку, знижують норми виробітку, норми обслуговування, або вони переводяться на іншу роботу, яка є легшою і виключає вплив несприятливих виробничих факторів, із збереженням середнього заробітку за попередньою роботою (ст. 178 КЗпП).

Відповідно до Закону України „Про відпустки” (ст. 17) на підставі медичного висновку жінкам надається оплачувана відпустка у зв'язку з вагітністю та пологами тривалістю 126 календарних днів (70 днів до і 56 після по'югів). Після закінчення відпустки у зв'язку з вагітністю та пологами за бажанням жінки їй надається відпустка для догляду за дитиною до досягнення нею трирічного віку та додаткова неоплачувана відпустка по догляду за дитиною до досягнення нею віку шести років. Час цих відпусток зараховується як в загальний, так і в безперервний стаж роботи і в стаж за спеціальністю (ст. 181 КЗпП).

Відповідно до ст. 19 Закону України „Про відпустки” жінці, яка працює і має двох і більше дітей віком до 15 років або дитину-інваліда, за її бажанням щорічно надається додаткова оплачувана відпустка тривалістю 5 календарних днів без урахування вихідних.

Забороняється відмовляти жінкам у прийнятті на роботу і знижувати їм заробітну плату за мотивів, пов'язаних з вагітністю або наявністю дітей віком до трьох років. Звільняти жінок, які мають дітей віком до трьох (шести) років,

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 КРД 172 Л02 010 000 000				



з ініціативи власника або уповноваженого ним органу не допускається, крім випадків повної ліквідації підприємства, установи, організації, але з обов'язковим працевлаштуванням (ст. 184 КЗпП).

#### 4.2 Засоби захисту людини від шкідливих речовин

У побутових умовах і на робочому місці людина нерідко стикається з ситуаціями, в яких необхідно захищати своє життя або здоров'я від впливу небезпечних факторів або отруйних речовин. Якщо безпека при роботі або збереження здоров'я не можуть бути забезпечені комплексними засобами, автоматичними системами або архітектурно-будівельними особливостями будівель і споруд, то на перший план виходять Засоби індивідуального захисту.

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) - це елементи одягу або спеціальні носимі аксесуари, призначені для захисту на виробництві і в побутових умовах від радіоактивного, хімічного ураження, впливу отруйних і біологічно небезпечних речовин, теплового, світлового випромінювання та інших факторів. Крім того, вони оберігають користувача від нетоксичного пилу, диму, вогню, рідких розчинів, механічних пошкоджень і електричного струму. Використання ЗІЗ знижує ураження внутрішніх органів, органів дихання, слуху і зору, шкірних покривів шкідливими речовинами і випромінюванням під час екстрених ситуацій, а також знижують ризик виникнення і розвитку професійних захворювань.

Згідно норм державного стандарту України 7239: 2011 ЗІЗ поділяються на десять категорій:

- засоби захисту голови - спеціальні каски, шоломи і підшоломники, берети, кепки, сітки для волосся та інше;
- засоби захисту органів слуху - протишумові вкладки для вух, звукозахисні шоломи і навушники, спеціальні пристрої з телефонією і електронними приймачами;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2021 КРБ 172 Л02 010 000 000

Арк.

- засоби захисту обличчя та очей - окуляри і екрани, що оберігають органи зору від механічного пошкодження, лазерного, ультрафіолетового, рентгенівського, інфрачервоного випромінювання;

- засоби захисту органів дихання - фільтрувальні та ізоляційні дихальні пристрої;

- засоби захисту рук, плечей і передпліч - рукавиці і рукавички, що захищають від механічних пошкоджень, хімічних речовин, електричного струму, вібрації, низької і високої температури та інших вражаючих факторів;

- засоби захисту ніг - спецвзуття, наколінники, зимові підошви, шипи і пластини, електроізолююче взуття;

- спецодяг - костюми ізолюючі, комбінезони, рятувальні жилети, сигнальний одяг, куртки, Штани, накидки, жакети, кофти, халати та інші елементи одягу, що захищають від механічних пошкоджень, хімічних речовин, електричного струму, екстремальних температур;

- засоби захисту від падіння з висоти – оберігають пояси і страхувальні троси, карабіни, стропи, затискачі, гальмівні мотузки, спускові пристрої;

- засоби захисту шкіри - гелі, креми та мазі, антисептики, що захищають і очищають шкіру склади;

- комплексні засоби.

Крім того, в ЗІЗ традиційно включають індивідуальні медичні та хімічні інструменти препарати і речовини в складі аптечок, антидотів, перев'язувальних комплектів, засобів знезараження отрут в організмі людини і профілактики радіаційного опромінення.

У разі якщо ЗІЗ купуються організаціями та компаніями для своїх співробітників, конкретні норми забезпечення працівників цехів, виробничих ділянок і структурних підрозділів встановлюються індивідуально на основі галузевих регламентуючих документів. За погодженням з інспектором з охорони праці та профспілковими організаціями керівництво підприємства може замінювати одне найменування засобів індивідуального захисту на інше,

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2021 KRB 172 102 010 000 000

Арк.

забезпечивши при цьому комплексну безпеку від усіх шкідливих факторів конкретної ділянки виробничого процесу.

Використання ЗІЗ обґрунтовано не тільки при проведенні рятувальних робіт під час пожеж та інших стихійних лих або ліквідації їх наслідків. Також, існує велика кількість робіт, умови яких передбачають вплив несприятливих зовнішніх факторів на зайнятий персонал і співробітників. Застосування засобів є обов'язковим для захисту персоналу в компаніях, пов'язаних з переробкою, зберіганням хімічно активних або радіоактивних сполук і речовин, з можливістю отримання механічних пошкоджень і травм, температурних опіків.

При виборі конкретного типу ЗІЗ важливо брати до уваги всі умови їх використання. Спеціальні протигази або респіратори застосовуються тільки в тому випадку, якщо точно відомий хімічний склад і концентрація шкідливих речовин в повітрі. Під час роботи на об'єктах житлового або промислового будівництва обов'язковим є використання будівельних касок. Під час проведення зварювальних робіт слід захищати не тільки органи зору, але і шкіру обличчя – використовується маска або лицьові щитки.

Особлива сфера застосування ЗІЗ-роботі з електроприладами та електроустановками. Для цього використовуються гумові рукавиці, спеціальне взуття і діелектричні килимки. Спеціальне взуття та рукавички також застосовуються для роботи з агресивними хімічними сполуками, які здатні викликати пошкодження шкірних покривів людини. Навушники або вкладиші застосовуються для роботи в умовах підвищеного шуму для захисту органів слуху.

## ВИСНОВКИ

При виконанні даної кваліфікаційної роботи було здійснено розробку конструкції «Простий електронний годинник з рідкокристалічним індикатором». Проведено вибір елементної бази на основі сучасних і поширених радіоелементів.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KRB 172 102 010 000 000				

Проведено розрахунок друкованого монтажу в результаті якого визначено ширину друкованих провідників, відстань між друкованими провідниками, між провідником і контактною площадкою, діаметри монтажних отворів.

В технологічній частині кваліфікаційної роботи була проведена кількісна і якісна оцінка технологічності. Розроблена конструкція даного пристрою являється технологічною і з деякими доробками може впроваджуватися у виробництво. Розроблена маршрутно-операційна технологія складання друкованого вузла і виробу.

При проектуванні друкованого вузла була використана система автоматичного проектування Altium Designer, за допомогою якої було здійснено встановлення елементів і трасування друкованих провідників на друкованій платі приладу. В результаті отримано двосторонню друковану плату розмірів 145×125мм з координатною сіткою 2,5мм. Також отримана плата має мінімальні паразитні зв'язки.

Найкращим методом для виготовлення друкованої плати виявився комбінований метод. Елементи розміщені на друкованому вузлі досить компактно. Конструкція друкованого вузла є проста, конструкція корпусу виробу є також проста.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Простий електронний годинник з рідкокристалічним індикатором [електронний ресурс] – Режим доступу <https://shemu.cifrovueshemu/458-chasy-s-termometrom-na-pic16f628a> (дата звернення 4.02.2024).

2. Конденсатор ECAP [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.radiolibrary./reference/transformers-tn/tn20.html>(дата звернення 1.02.2022).

3. Резистор MFP [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <https://www.chipdip./product/elc10d101e> [www.cityradio.narod](http://www.cityradio.narod). (дата звернення 3.02.2024).

					<i>2024 KRD 172 102 010 000 000</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Конденсатор b37979 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://ippart.com/download/3655a026-13e6-4b56-a0bb-8fd05df9b19d.pdf>  
[www.radio-portal..www.vprl..](http://www.radio-portal..www.vprl..) (дата звернення 1.02.2024).

5. Мікросхема MM5368 [електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.platan./shop/part/PBS-4.html>. (дата звернення 3.02.2024).

6. Мікросхема CD4026BE "Texas Instruments" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://www.rct./catalog/box-header-connector/pbs-4.html>. (дата звернення 4.02.2024).

7. - Діод 1N483 "ON Semiconductor" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://studies.in.ua/bjd-zaporojec/1211-173-osnovn-tehnchn-ta-organizacyn-zahodi-schodo-proflaktiki-virobnichogo-travmatizmu-ta-profesynoyi-zahvoryuvanost.html>(дата звернення 4.02.2024).

8. Діод 1N4148 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/asw-09-102-red>(дата звернення 1.02.2024).

9. Кварцевий резонатор HC-49U-16 МГц [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: [https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/leg-12\\_62137.html](https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/leg-12_62137.html)(дата звернення 1.02.2024).

10. Кнопка тактова KLS7-TS6601-13.0-180 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://eandc./catalog/detail.php?ID=3809>(дата звернення 1.02.2024).

11. Дисплей DE119-RS-20/6.35 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.platan./cgi-bin/qwery.pl/id=995635956>(дата звернення 1.02.2024).

12. Програма для розрахунку надійності РЕА [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/mod/resource/view.php?id=60057>

13. Радіотехнічні системи (Основи проектування. Частина 1) : навч. посіб. / В. М. Кичак, А. Ю. Воловик, М. А. Шутило, О. П. Червак – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 122 с.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2024 KRB 172 102 010 000 000					

14. Гуржій А. М. Основи автоматики та робототехніки: Навчальний посібник / А. М. Гуржій, А. Т. Нельга, В. М. Співак, О. С. Ітякін:—Дніпро: «Гарант СВ», 2021.- 243с.

15. Ємельянов В.В. Конспект лекцій з дисципліни “Системи мобільного зв’язку”, частина 2 – “Радіопередавальні та радіоприймальні пристрої” для студентів усіх форм навчання спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка. – Харків, Харківський національний університет радіоелектроніки, 2018. – 74 с.

16. Денисюк В.О.,Цирульник С.М. Мікропроцесорні системи управління: навч. посіб. Вінн. нац. аграр. ун-т. Вінниця: ТВОРИ, 2021. 204 с.

17. Сайт спільноти розробників проектів на ARDUINO .URL: [https://projecthub.arduino.cc/?\\_gl=1\\*4147w4\\*\\_ga\\*OTkyMzkzOTAwLjE3MTYwNjM3MjY.\\*\\_ga\\_NEXN8H46L5\\*MTcxNjkyMjQ4OS4yLjEuMTcxNjkyMjUzOS4wLjAuMTUxNjM0NjA3MQ..\\*\\_fplc\\*OUZZTmxzbGU4MkNZbiUyRkNCTHJmazAwbjdrNWNDZTc5QUV6OFRIb3A2ck5RNzhvOVY3JTJGYXhRcDNIWHAzWWxZWlJTVXkySndINXl4bUpNZCUyQkNiN29jajJqckF2c0tRMGlhdVU3SVhYRTY4ZDdRb016bCUyRjBhZ1QwY0Z1M3hubEEIM0QlM0Q](https://projecthub.arduino.cc/?_gl=1*4147w4*_ga*OTkyMzkzOTAwLjE3MTYwNjM3MjY.*_ga_NEXN8H46L5*MTcxNjkyMjQ4OS4yLjEuMTcxNjkyMjUzOS4wLjAuMTUxNjM0NjA3MQ..*_fplc*OUZZTmxzbGU4MkNZbiUyRkNCTHJmazAwbjdrNWNDZTc5QUV6OFRIb3A2ck5RNzhvOVY3JTJGYXhRcDNIWHAzWWxZWlJTVXkySndINXl4bUpNZCUyQkNiN29jajJqckF2c0tRMGlhdVU3SVhYRTY4ZDdRb016bCUyRjBhZ1QwY0Z1M3hubEEIM0QlM0Q)(дата звернення 28.05.2024).

18. Магро В. І., Рябчій В. Д., Гусев О. Ю. Вимірювання сигналів у радіотехніці: навч. посіб. Міністерство освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». Дніпро: НТУ «ДП», 2018. 191 с.

19. Пістун Є. П., Стасюк І. Д. Основи автоматики та автоматизації : навчальний посібник. Друге видання, змінене і доповнене. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. 332 с.

20. Васильківський І. С., Фединець В. О., Юсик Я. П. Виконавчі пристрої систем автоматизації: навчальний посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2020. 220 с.

21. Дипломне проектування URL: <https://eguru1.tk.te.ua/course/view.php?id=390>

									Арк.	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2024 KRB 172 102 010 000 000					

					<i>2021 KRD 172 102 010 000 000</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# ДОДАТКИ

					2021 KRD 172 102 010 000 000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## Додаток А Друкована плата

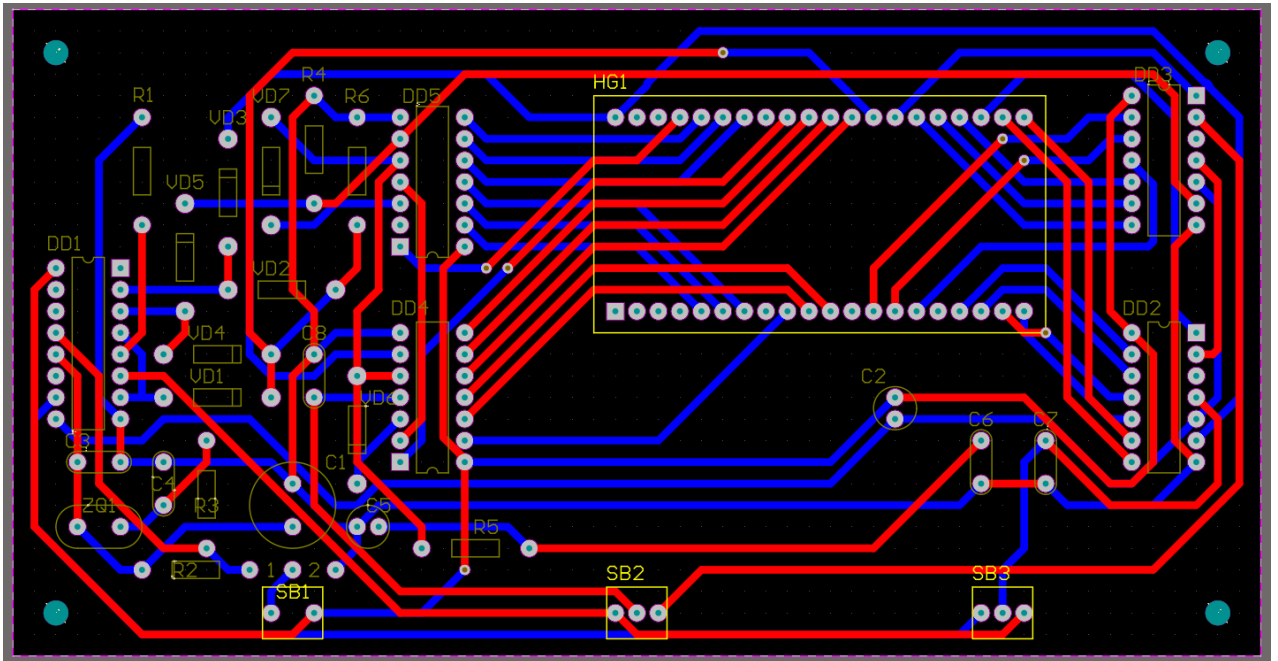


Рисунок А.1 – Друкована плата

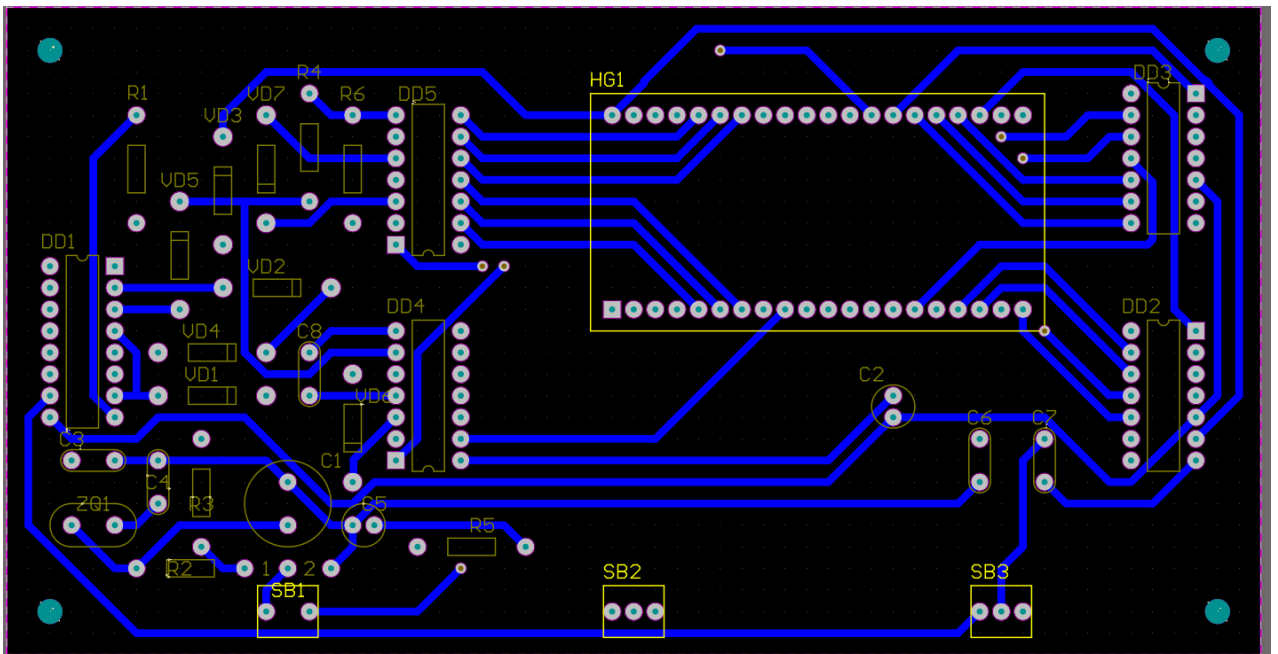


Рисунок А.2 – Друкована плата, шар Bottom

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KRD 172 102 010 000 000					

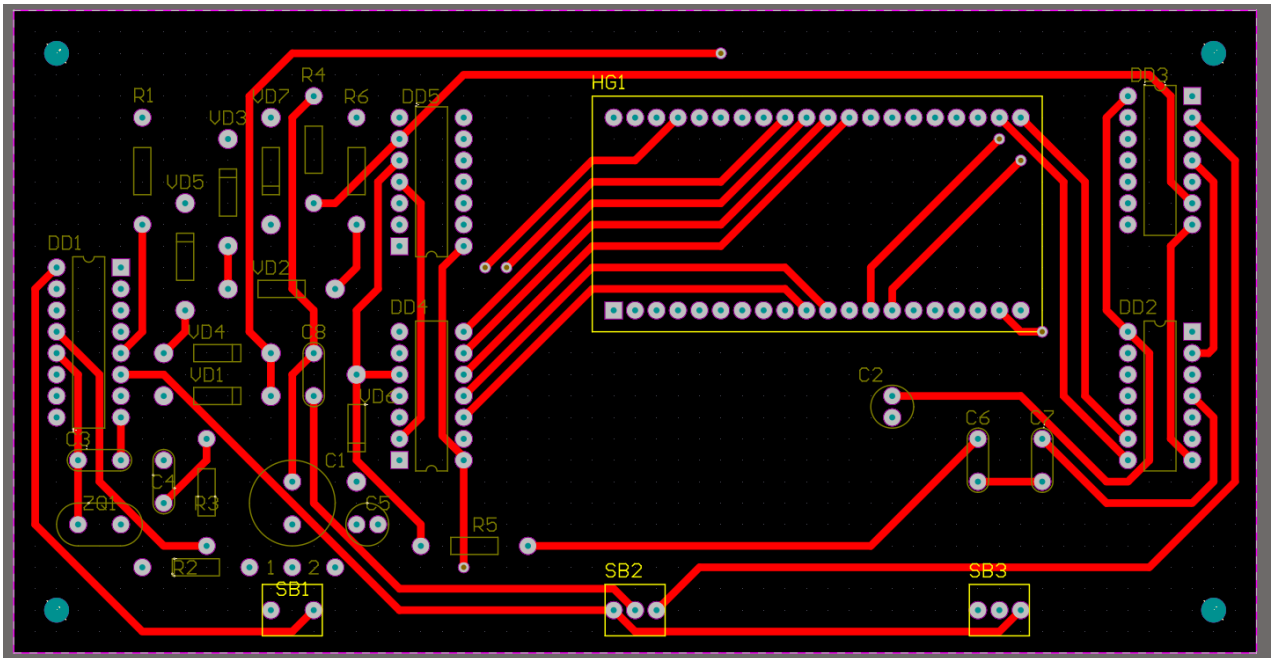


Рисунок А.3 – Друкована плата, шар Тор

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KRD 172 102 010 000 000	

## Додаток Б 3D модель пристрою

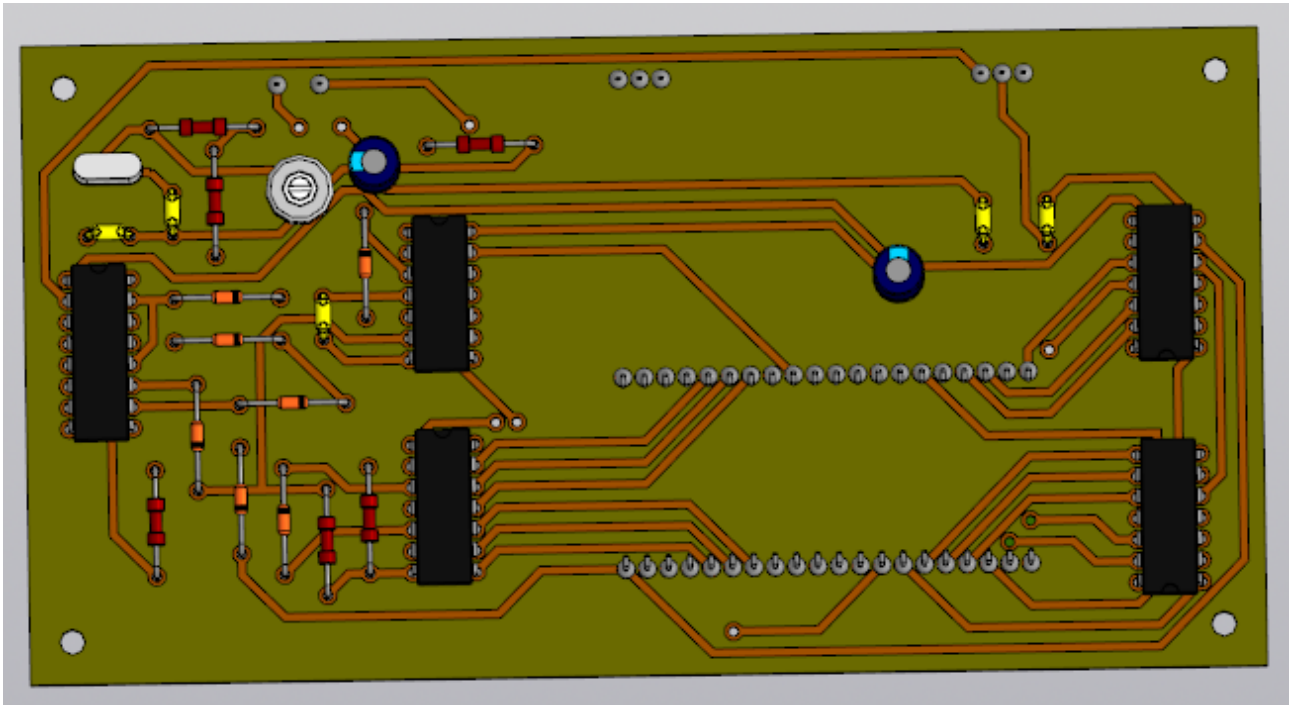


Рисунок Б.1 – 3D модель пристрою, вузол друкуваний

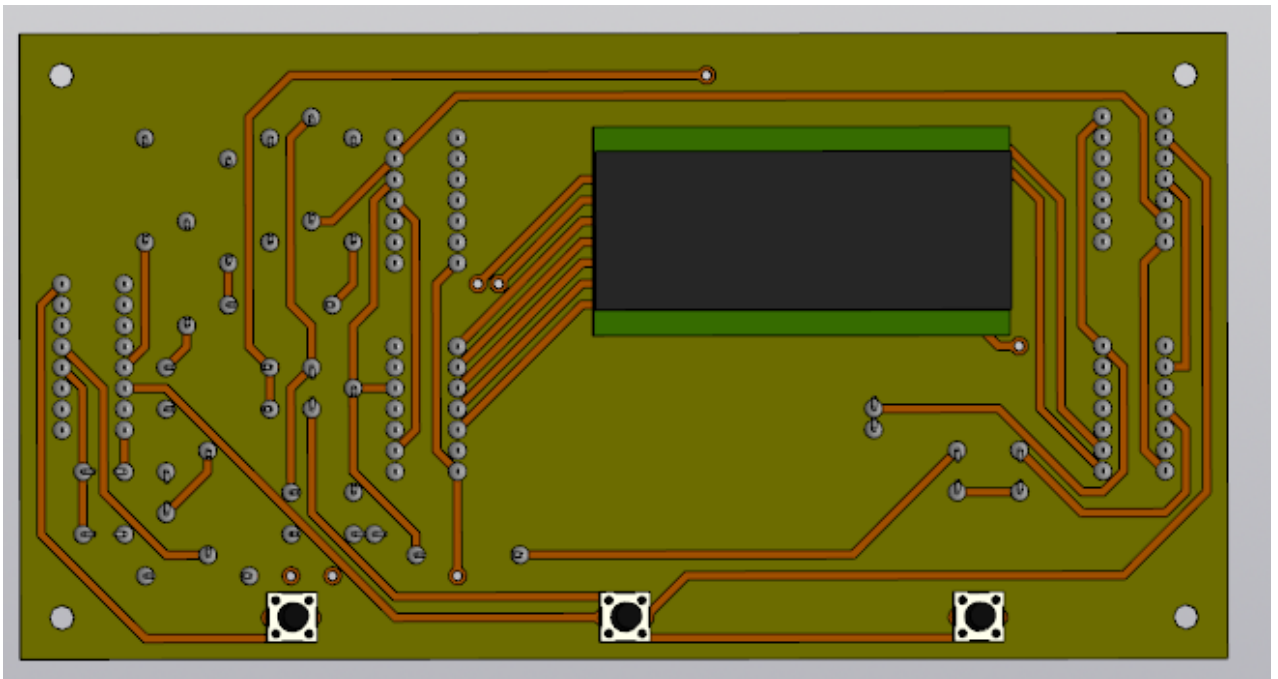


Рисунок Б.2 – 3D модель пристрою, вузол друкуваний знизу

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2021 KRD 172 102 010 000 000					

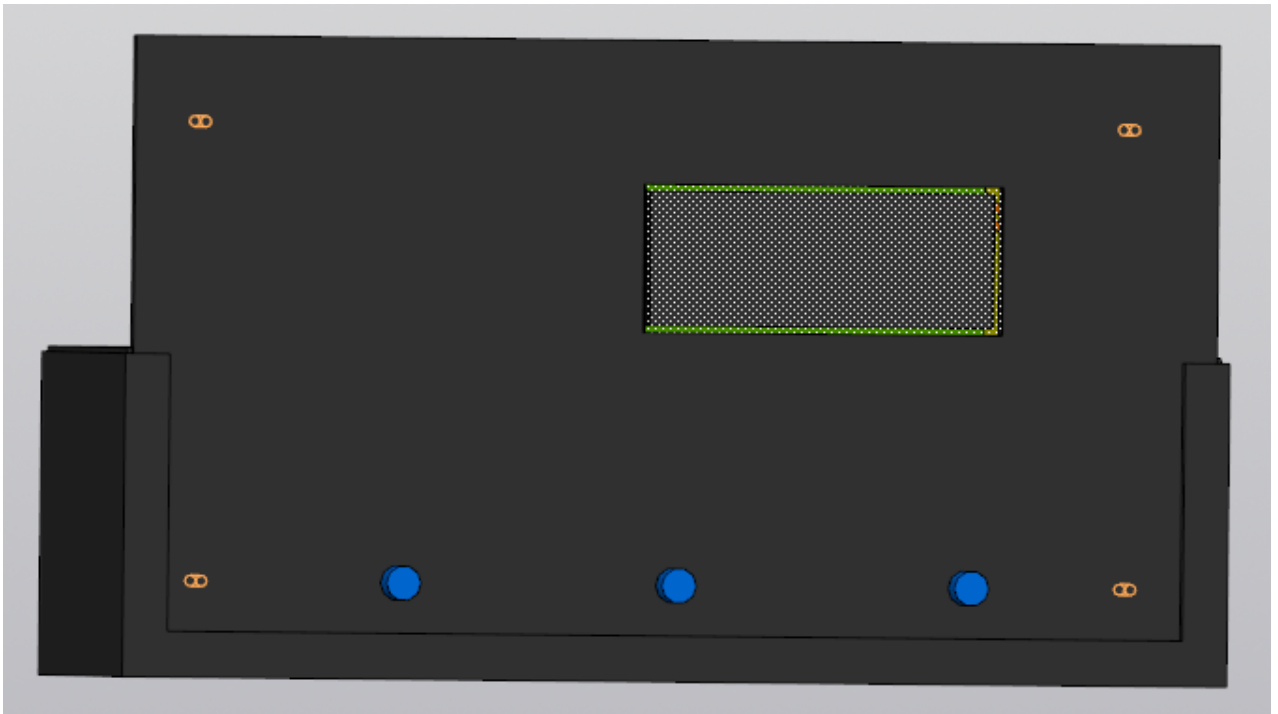


Рисунок Б.3– 3D модель пристрою, нижня кришка

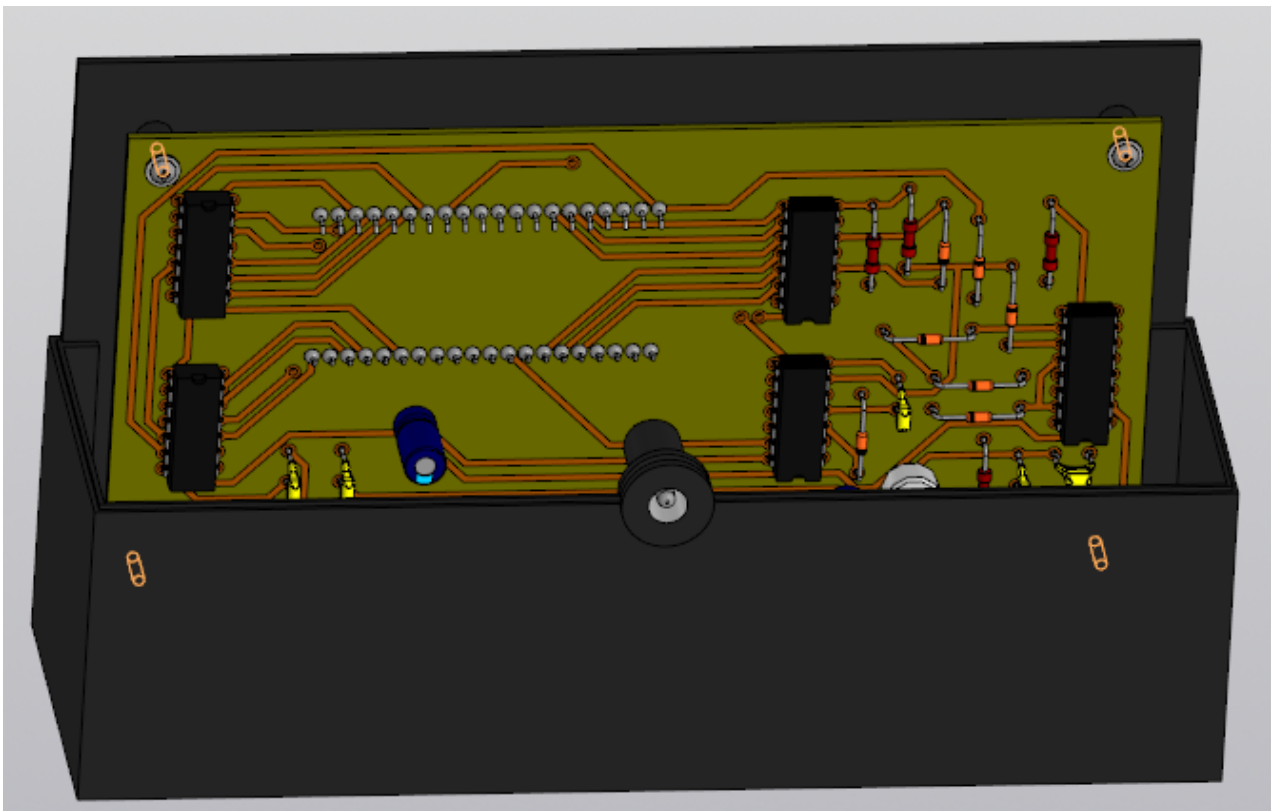


Рисунок Б.4 – 3D модель пристрою, нижня кришка знизу

					2021 KRD 172 102 010 000 000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

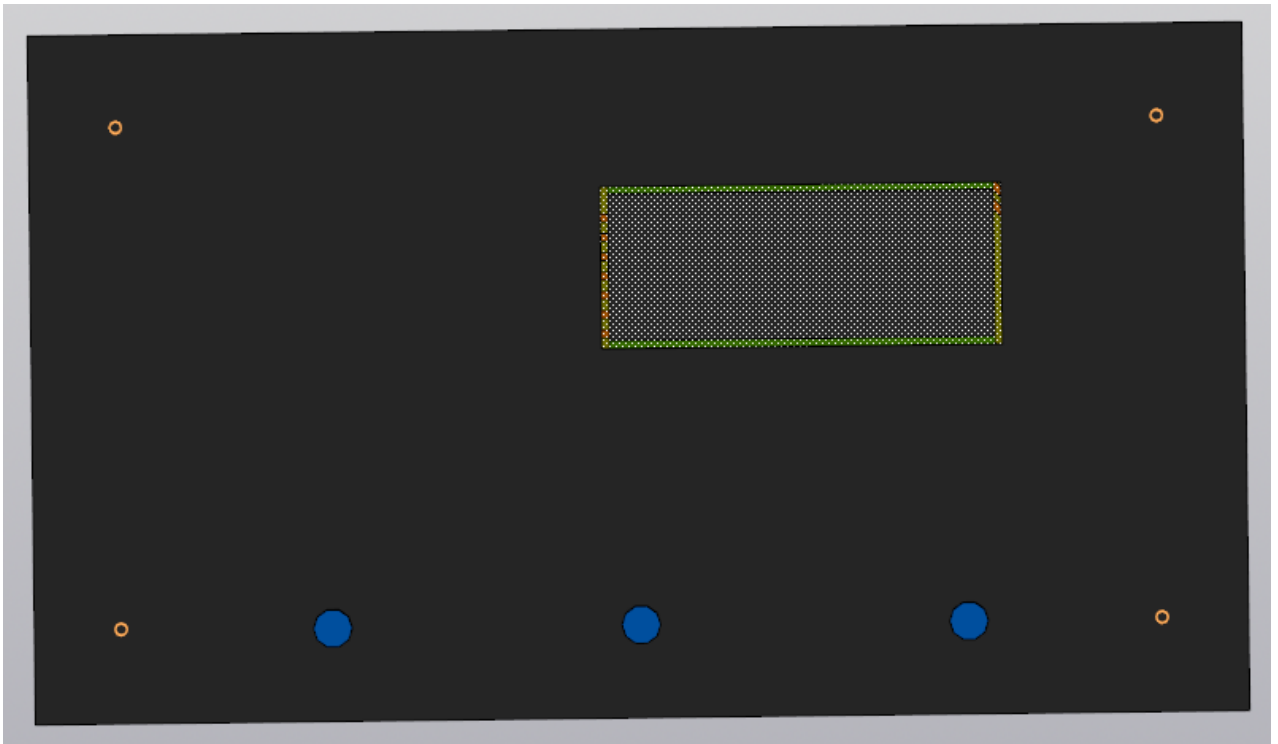


Рисунок Б.5 – 3D модель пристрою, вигляд верхньої кришки

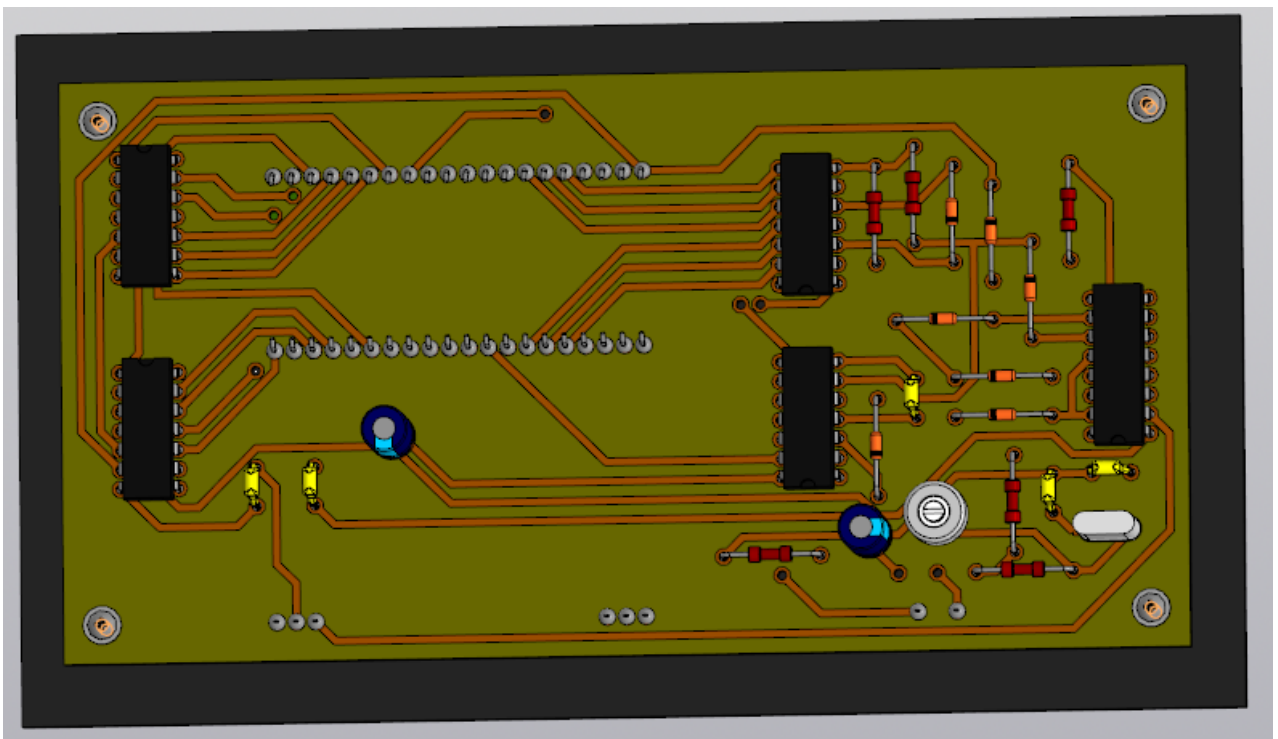


Рисунок Б.6 – 3D модель пристрою, вигляд верхньої кришки  
знизу

					2021 KRD 172 102 010 000 000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

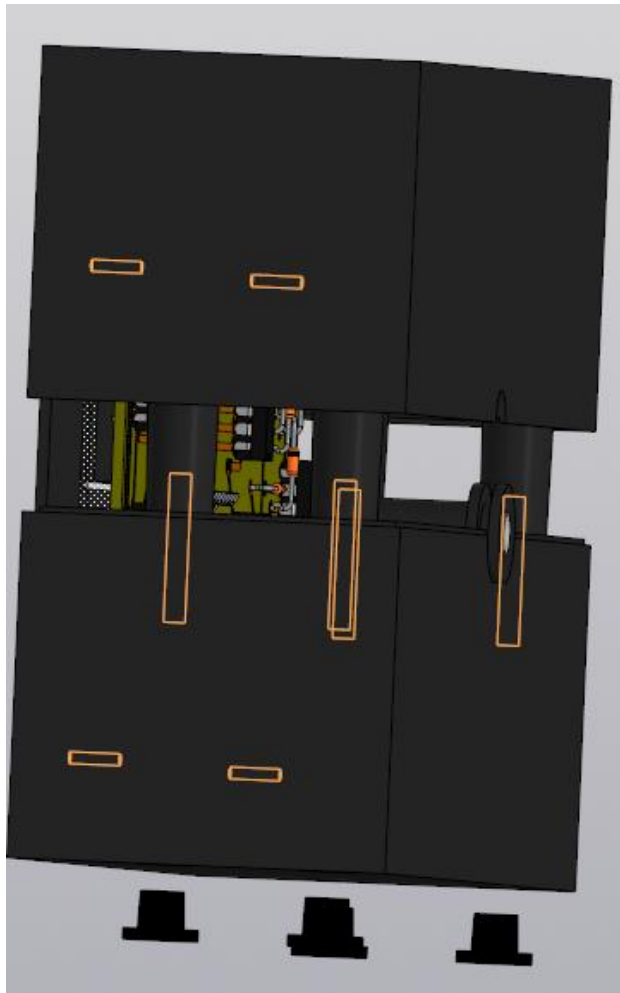


Рисунок Б.7 – 3D модель пристрою, загальний вигляд збоку

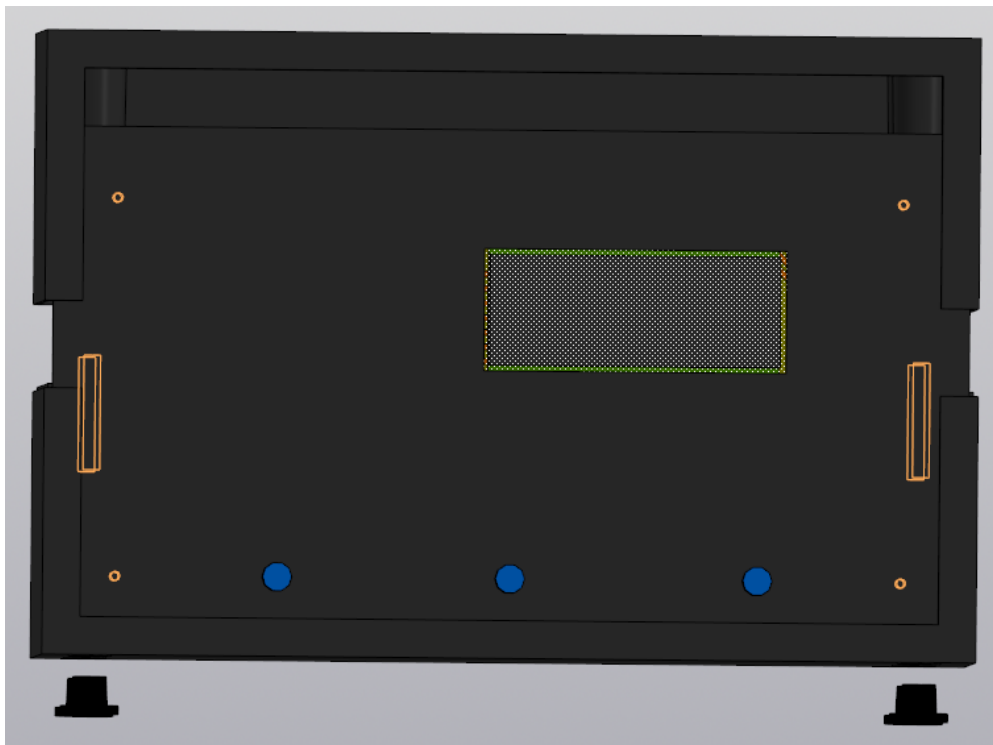


Рисунок Б.8 – 3D модель пристрою, загальний вигляд

					2021 KRD 172 102 010 000 000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		