

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 бортового тахометра на PIC16C84

Виконав: студент (ка) IV курсу, групи ТР-402

Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

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

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Гузьо Василь Ярославович

(прізвище та ініціали)

Керівник Іващук А. Д.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Дедів І. Ю.

(прізвище та ініціали)

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова циклової комісії
телекомунікацій та радіотехніки
_____ Ольга ВАСИЛИШИН
“20” _____ квітня 2026 року

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Гузьо Василь Ярославович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи

Розробка конструкції бортового тахометра на PIC16C84

керівник кваліфікаційної роботи Іващук Андрій Дмитрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

КР затверджені наказом закладу фахової передвищої освіти від 27.02.2026 року №4/9-133.

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи: 16.06.2026 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи:

Напруга живлення +12 В

Струм споживання 0,1 А

Діапазон робочих температур -10...+30° С

Габаритні розміри 153x93x42 мм

Маса 0,3 кг

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

Анотація

Вступ. Призначення і область застосування радіопристрою

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 компонування 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 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла
 - 2.2.5 Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу
- Розділ 3 Економічна частина
 - 3.1 Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень.
 - 3.2 Визначення собівартості спроектованого виробу.
 - 3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень.
- Розділ 4 Охорона праці
 - 4.1 Повідомлення про нещасні випадки, їх розслідування та облік.
 - 4.2 Основні способи припинення горіння.
- 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	Генадій ГОРЯЧИК		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	Отримання і аналіз технічного завдання	20.04	20.04
2	Збір і узагальнення інформації по проекту	13.05	13.05
3	Написання першого розділу	25.05	25.05
4	Розробка технічного та робочого проекту	29.05	29.05
5	Написання спеціального розділу	29.05	29.05
6	Розрахунок економічної частини	25.05	25.05
7	Написання розділу охорони праці	26.05	26.05
8	Виконання графічної частини	19.05	19.05
9	Оформлення проекту	08.06	08.06
10	Погодження нормоконтролю	12.06	12.06
11	Попередній захист проекту	16.06	16.06
12	Захист проекту		26.06

7. Дата видачі завдання 20 квітня 2026 р.

Студент

(підпис)

_____ Гузьо В. Я.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

(підпис)

_____ Івашук А. Д.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	7
ВСТУП. Призначення і область застосування радіопристрою.....	9
РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА	11
1.1 Розробка технічного завдання	11
1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу	11
1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз.....	12
РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	15
2.1 Розрахунково-конструкторська частина.....	15
2.1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покриттів	15
2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції.	17
2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази	19
2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів	28
2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу	31
2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу (розрахунок площі радіатора при необхідності).....	34
2.1.7 Розрахунок надійності проектного пристрою.....	35
2.1.8 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності.....	38
2.2 Технологічна частина.....	39
2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу. Вибір типу технології.....	39
2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції.	40

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Гцзьо			Розробка конструкції бартовий тахометр на PIC16C84 Послужальна записка			Лім.	Арк.	Аркуші
Перевір.		Іващук							5	72
Рецензент								ВСП ТФК ТНТУ ТР-402 м. Тернопіль		
Н. Контр.		Задорожний								
Затверд.										

2.2.3 Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів	42
2.2.4 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла.....	44
2.2.5 Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу.....	46
РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	48
3.1 Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень	48
3.2 Розрахунок собівартості продукції.....	50
3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень.....	54
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	58
4.1 Повідомлення про нещасні випадки, їх розслідування та облік.....	58
4.2 Основні способи припинення горіння.....	63
ВИСНОВКИ.....	68
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	69
ДОДАТКИ.....	

АНОТАЦІЯ

Гузьо В.Я. Розробка конструкції бортового тахометра на PIC16C84: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-кваліфікаційний рівень молодший спеціаліст, за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2026.

Елементи на платі розташовані дуже компактно, і тому розміри плати мінімальні 113*83 мм. Всі основні елементи розміщені на одній стороні плати, на іншій стороні плати світлодіод HL1-HL7. У приладі на вузлі відстані елементи, котрі виділяють велику кількість тепла.

У розробленому приладі корпус виконано з чорної пластмаси, яка характеризується належними механічними та електроізоляційними властивостями, а також має привабливий зовнішній вигляд. Габаритні розміри корпусу становлять 153×98×42 мм. Конструктивно корпус складається з верхньої та нижньої кришок, виконаних у формі типу «корито». У кутах кришок передбачено стійки, що забезпечують їх надійне з'єднання між собою за допомогою саморізів.

У верхній кришці реалізовано чотири монтажні стійки для кріплення друкованої плати, яка безпосередньо на ній встановлена. Також на верхній кришці закріплено елементи керування, зокрема перемикачі. У зоні з'єднання двох частин корпусу встановлено гніздо для підключення зовнішніх пристроїв. Корпус виготовлено методом лиття під тиском, що забезпечило високу точність форми та якість поверхні.

Підібрана елементна база дозволяє реалізувати закладені в пристрій функції, є недорогою та доступною.

Ключові слова: мікроконтроллер, швидкість, бортовий, автомобіль.

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

Guzio V.Ya. Development of the design of an on-board tachometer on PIC16C84: qualification work for obtaining the educational and qualification level of a junior specialist, in the specialty 172 Telecommunications and Radio Engineering. Ternopil: VSP "TFK TNTU", 2026.

The elements on the board are located very compactly, and therefore the dimensions of the board are minimal 113*83 mm. All the main elements are located on one side of the board, on the other side of the board the HL1-HL7 LED. In the device, the elements that emit a large amount of heat are located on the node.

In the developed device, the case is made of black plastic, which is characterized by proper mechanical and electrical insulating properties, and also has an attractive appearance. The overall dimensions of the case are 153×98×42 mm. Structurally, the case consists of upper and lower covers, made in the form of a "trough". The corners of the covers have racks that ensure their reliable connection with each other using self-tapping screws.

The top cover has four mounting racks for mounting the printed circuit board, which is installed directly on it. Control elements, in particular switches, are also fixed on the top cover. A socket for connecting external devices is installed in the area where the two parts of the case connect. The case is made by injection molding, which ensures high accuracy of the shape and surface quality.

The selected element base allows you to implement the functions built into the device, is inexpensive and accessible.

Keywords: microcontroller, speed, onboard, car.

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Цифровий тахометр із квазіаналоговою світлодіодною шкалою, що пропонується, відрізняється від більшості аналогічних пристроїв простішою схемною реалізацією та водночас забезпечує вищу точність вимірювань.

Конструкція тахометра розроблена таким чином, що прилад зручно використовувати як під час руху автомобіля, так і при регулюванні двигуна в стаціонарних умовах, наприклад у гаражі.

У транспортних засобах, не обладнаних штатним тахометром, контроль частоти обертання колінчастого вала двигуна здійснюється за допомогою зовнішніх електронних тахометрів. Такі пристрої можуть відображати інформацію або в цифровому вигляді, або у формі світлодіодної шкали. Шкальні тахометри є більш наочними та зручними для швидкого сприйняття, однак їх точність обмежується кількістю елементів індикації. Прилади, що базуються на обробці імпульсних сигналів, є чутливими до параметрів імпульсів у часі, що може спричиняти нестабільність показань при зміні температури та проявлятися у вигляді мерехтіння шкали. Унаслідок цього сфера застосування подібних тахометрів зазвичай обмежується лише орієнтовною індикацією обертів, оскільки вони не забезпечують точності, достатньої для регулювання карбюратора чи проведення діагностики двигуна.

Використання програмної обробки імпульсів від датчика обертів дозволяє поєднати зручність шкальної індикації з високою точністю вимірювання, перетворюючи тахометр на повноцінний вимірювальний прилад. Для реалізації такого підходу доцільно застосовувати програмовані периферійні мікроконтролери виробництва Microchip Technology Inc., які характеризуються високою швидкодією та достатньою навантажувальною здатністю портів.

У даній конструкції використано мікроконтролер PIC16C84. Його особливістю є наявність вбудованої пам'яті EEPROM з електричним стиранням програм і даних обсягом 1 К слів (14-бітних) програмної пам'яті та 64 байти пам'яті даних. Завдяки цьому відпадає необхідність у зовнішніх модулях

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пам'яті, що суттєво спрощує конструкцію приладу. Тахометр відзначається простотою виготовлення, надійністю в роботі та не потребує додаткового налагодження.

Прилад оснащений двома світлодіодними шкалами та може функціонувати у двох режимах: індикації та вимірювання.

У режимі індикації діапазон частоти обертання від 0 до 6000 хв⁻¹ поділено на 12 інтервалів, що формують оглядову шкалу з кроком 500 хв⁻¹.

У режимі вимірювання тахометр працює в межах від 300 до 3000 хв⁻¹. В цьому режимі оглядова шкала має дискретність 250 хв⁻¹. Додатково використовується розтягнута шкала в межах 0–200 хв⁻¹, сформована чотирма світлодіодами з кроком 50 хв⁻¹.

Значення частоти обертання n визначається як сума двох складових:

$$n = 250N_0 + 50N_p,$$

де N_0 — кількість активних світлодіодів оглядової шкали,

N_p — кількість активних світлодіодів розтягнутої шкали.

Похибка вимірювання дорівнює ціні поділки розтягнутої шкали, тобто 50 хв⁻¹, що є цілком достатнім для більшості практичних завдань, зокрема налаштування та діагностики двигуна.

Принцип роботи тахометра базується на прямому вимірюванні періоду повторення імпульсів, знятих із контактів переривника, з подальшим обчисленням частоти обертання колінчастого вала та відображенням результату на дискретній світлодіодній шкалі.

Вимірювання часових інтервалів здійснюється шляхом підрахунку каліброваних часових відрізків (дискрет), які формуються програмно на основі тактових імпульсів мікроконтролера. Для підвищення стабільності показань використовується усереднення результатів за 10 періодів сигналу [1].

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Розробка технічного завдання

Технічні характеристики приладу:

1. Напруга живлення.....+12В;
2. Струм споживання.....0,1А;
3. Діапазон робочих температур.....-10...+30°C;
4. Габаритні розміри.....153*98*42мм;
5. Маса.....0,3кг;
6. Відносна вологість повітря повітря.....80%;

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

Схема складається з таких блоків: напруги живлення +12В, стабілізатора напруги +5В, мікроконтролера, вхідного формувача, дишефратора, буферного елемента та вузла індикації.

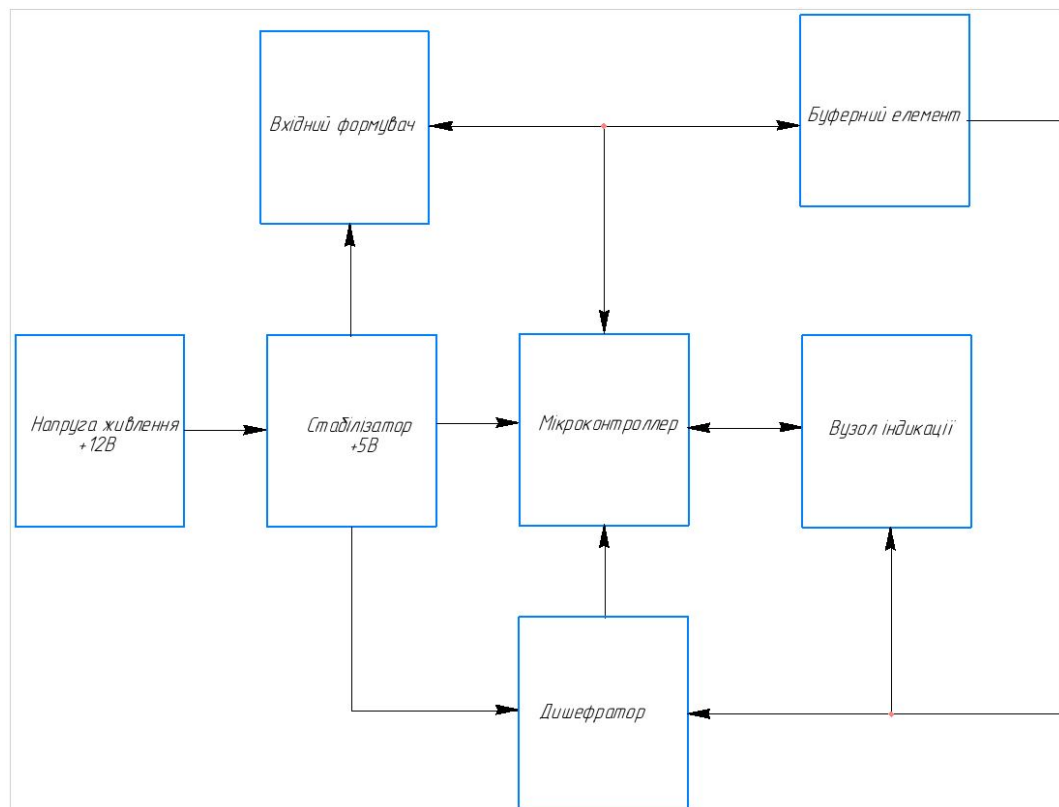


Рисунок 1.1-Схема електрична структурна

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

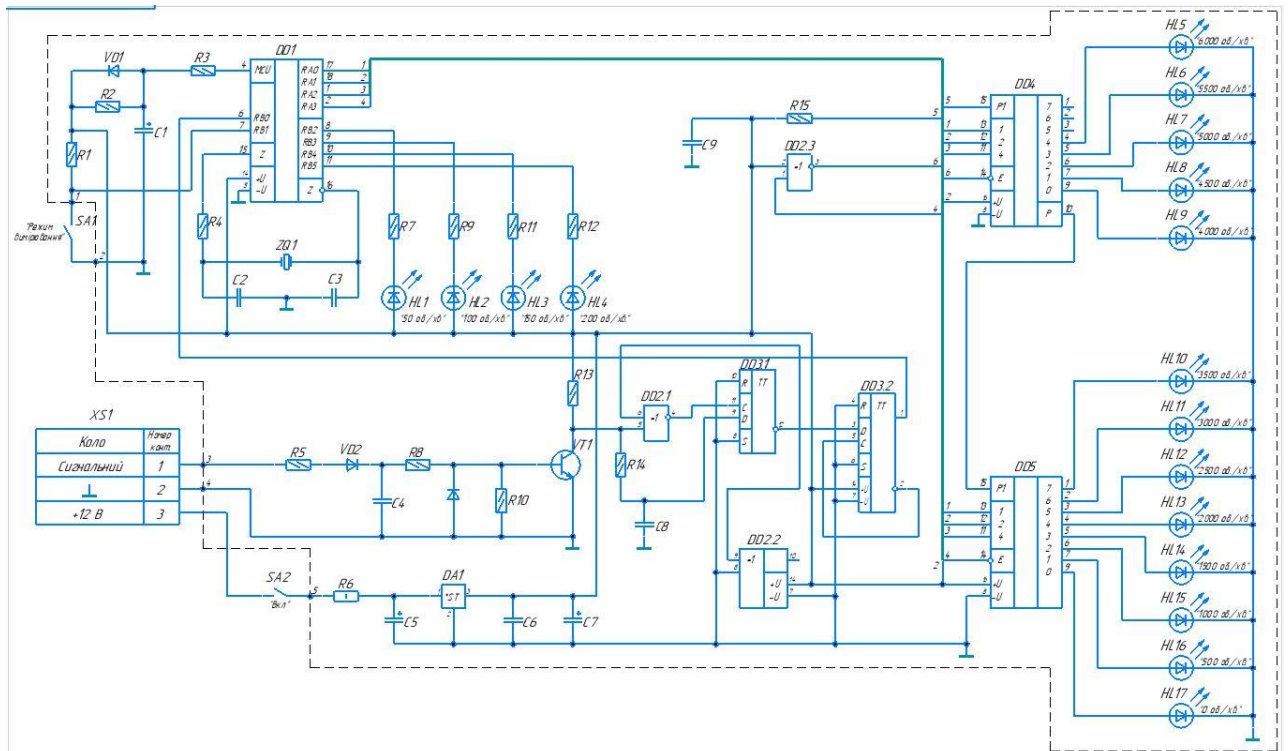


Рисунок 1.2- Схема електрична принципова

До складу тахометра входять такі основні вузли: центральний процесор, вхідний формувач сигналу, блок індикації та джерело живлення.

Центральний процесор реалізований на мікроконтролері DD1. Він оснащений двома портами введення-виведення: портом А (п'ять ліній) і портом В (вісім ліній), які можуть програмно конфігуруватися як входи або виходи. Лінії RA0–RA3 та RB2–RB5 налаштовані на виведення сигналів, RB0 і RB1 використовуються як входи, а RA4, RB6 і RB7 у даній схемі не задіяні. Тактування процесора здійснюється внутрішнім генератором, частота якого задається кварцовим резонатором ZQ1.

Скидання мікроконтролера під час увімкнення живлення забезпечується ланцюгом R2C1, підключеним до входу MCL. Резистор R3 обмежує струм у цьому колі, а діод VD1 забезпечує швидкий розряд конденсатора C1 після вимкнення живлення, що гарантує коректний повторний запуск пристрою.

Вхідний формувач сигналу виконаний на логічному елементі DD2.1 та тригері DD3.1 і доповнений попереднім підсилювачем на транзисторі VT1. У базове коло транзистора включені елементи, які підвищують завадостійкість формувача та стабільність його роботи.

Імпульси з виходу формувача надходять на буферний елемент DD2.2, а також на D-тригер DD3.2, увімкнений як дільник частоти на два. На виході тригера формується сигнал типу «меандр» із частотою, удвічі меншою за вхідну.

Буфер DD2.2 дозволяє підключати додаткові пристрої автомобільної електроніки (наприклад, систему запалювання) та одночасно використовується для контролю роботи формувача. Частота імпульсів на його виході відповідає частоті іскроутворення. Застосування DD2.2 і DD3.2 не є обов'язковим — ці елементи розширюють функціональні можливості приладу.

Сформована імпульсна послідовність подається на вхід RB0 мікроконтролера DD1, де обробляється відповідно до вбудованої програми з використанням механізму переривань. Режим роботи (індикація або вимірювання) вибирається перемикачем SA1, який змінює логічний стан входу RB1.

Блок індикації складається з двох світлодіодних шкал (HL1–HL4 і HL5–HL17) та дешифратора, реалізованого на мікросхемах DD4 і DD5. Оглядова шкала сформована світлодіодами HL6–HL17, підключеними до виходів дешифратора. На його входи з порту А мікроконтролера надходить двійковий код, що відповідає значенню частоти обертання, унаслідок чого активується відповідна кількість світлодіодів. Світлодіод HL5 виконує функцію індикації ввімкнення приладу — його світіння відповідає нульовому коду на вході дешифратора.

Розтягнута шкала утворена світлодіодами HL1–HL4, які підключені до виводів RB2–RB5 процесора через струмообмежувальні резистори R7, R9, R11 та R12.

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Живлення тахометра здійснюється від бортової мережі автомобіля напругою 12 В. Через вимикач SA2 і вхідний фільтр R6C5 напруга надходить на стабілізатор DA1, який формує стабілізовані 5 В для живлення всіх функціональних вузлів приладу.

Програмне забезпечення записується в пам'ять мікроконтролера за допомогою програматора; обсяг програми становить приблизно 400 байтів.

Частота кварцового резонатора ZQ1 визначає параметри програмних налаштувань таким чином, щоб тривалість часової дискрети з урахуванням переддільника процесора перебувала в межах 20–160 мкс. Збільшення частоти може призвести до переповнення лічильника мікроконтролера, тоді як її зменшення погіршує роздільну здатність вимірювання [1].

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						14
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 покриттів.

Компонування виробу виконано з урахуванням вимог до надійності, технологічності та забезпечення стабільних електричних характеристик пристрою. Під час розроблення друкованого вузла особливу увагу приділено раціональному розміщенню електрорадіоелементів на друкованій платі. Елементи розташовані таким чином, щоб забезпечити оптимальну щільність монтажу та мінімізувати довжину друкованих провідників, що дозволяє знизити рівень паразитних електричних зв'язків і покращити роботу виробу в цілому.

Для монтажу використано елементи зі штирьовими виводами, які встановлюються у наскрізні отвори друкованої плати. Після встановлення виводи згинаються під кутом $30^\circ \pm 2^\circ$, обрізаються в межах контактних площадок та закріплюються методом пайки «хвилею припою». Такий спосіб монтажу забезпечує високу механічну міцність з'єднань і надійний електричний контакт. Інтегральні мікросхеми розміщені з одного боку плати, що значно спрощує процес монтажу та контролю якості пайки. Запаяні виводи надійно утримують корпуси мікросхем і забезпечують стійкість до механічних навантажень.

При компонуванні виробу враховано необхідність зменшення впливу електромагнітних полів і паразитних ємностей між провідниками. Для цього елементи розташовані з урахуванням їх функціонального призначення та теплових режимів роботи. Потужні елементи, що виділяють значну кількість тепла, не розміщуються поблизу інтегральних мікросхем та напівпровідникових компонентів. Також джерела електромагнітних завад віддалені від чутливих елементів схеми. Такий підхід дозволяє підвищити завадостійкість і стабільність роботи пристрою.

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Під час розміщення компонентів на друкованій платі передбачено забезпечення природної конвекції повітря, особливо в зонах встановлення нагрівних елементів. Це сприяє ефективному відведенню тепла та підтриманню допустимого температурного режиму роботи. Елементи, які потребують регулювання або технічного обслуговування, розташовані у місцях із зручним доступом. Важкі та великогабаритні компоненти не встановлюються в центральній частині плати, а для масивних деталей передбачені додаткові способи механічного кріплення — за допомогою скоб, клею або різьбових з'єднань.

Мікросхеми на платі орієнтовані довшою стороною вздовж напрямку повітряних потоків, що покращує умови охолодження. Крім того, конструкція друкованого вузла забезпечує вільний доступ до місць кріплення плати та зручність під час складання і ремонту виробу.

Компонування радіоелектронного апарата є важливим етапом конструювання, під час якого визначаються габаритні розміри пристрою, форма конструкції та взаємне розміщення окремих вузлів і деталей. Від правильності компонування значною мірою залежать технічні, експлуатаційні та естетичні характеристики виробу, а також його довговічність і надійність. При цьому враховується не лише електрична сумісність елементів, але й зручність автоматизованого складання, ремонту та експлуатації.

Крок встановлення інтегральних мікросхем вибирається залежно від щільності монтажу, теплових режимів роботи, типу корпусу та складності електричної схеми. Для даного виробу рекомендований крок встановлення ІМС становить 2,5 мм, що забезпечує достатню компактність і водночас полегшує трасування друкованих провідників.

Для виготовлення друкованої плати як конструкційний матеріал використовується фольгований склотекстоліт, який характеризується високою механічною міцністю, хорошими електроізоляційними властивостями та стійкістю до температурних впливів під час пайки.

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Провідники та контактні площадки виконані з мідної фольги, що забезпечує низький електричний опір і добру паяльну здатність. Для захисту поверхні плати від окиснення та впливу зовнішнього середовища застосовується захисне покриття у вигляді паяльної маски та шару лаку.

У випадках, коли корпус елемента є електропровідним і під ним проходять друковані провідники, передбачається додаткова ізоляція. Вона може виконуватися шляхом нанесення шару епоксидної смоли, використання ізоляційних прокладок або надягання ізоляційних трубок на корпуси елементів. Такі заходи дозволяють уникнути коротких замикань і підвищують електричну надійність конструкції.

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції

У розробленому приладі корпус виконано з чорної пластмаси, яка характеризується належними механічними та електроізоляційними властивостями, а також має привабливий зовнішній вигляд. Габаритні розміри корпусу становлять 153×98×42 мм. Конструктивно корпус складається з верхньої та нижньої кришок, виконаних у формі типу «корито». У кутах кришок передбачено стійки, що забезпечують їх надійне з'єднання між собою за допомогою саморізів.

У верхній кришці реалізовано чотири монтажні стійки для кріплення друкованої плати, яка безпосередньо на ній встановлена. Також на верхній кришці закріплено елементи керування, зокрема перемикачі. У зоні з'єднання двох частин корпусу встановлено гніздо для підключення зовнішніх пристроїв. Корпус виготовлено методом лиття під тиском, що забезпечило високу точність форми та якість поверхні.

Під час розробки конструкції особливу увагу приділено зручності керування пристроєм та його ергономічним характеристикам. Компактні розміри і продумане розташування елементів забезпечують комфортне

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використання приладу в різних умовах експлуатації. Крім того, досягнуто належного естетичного вигляду, що підвищує зручність роботи з пристроєм.

У процесі проєктування та компоновання виробу забезпечено мінімізацію впливу магнітних полів і зменшення паразитних ємностей між провідниками друкованої плати.

Також реалізовано якісне відображення інформації на рідкокристалічному дисплеї з урахуванням кута огляду та зручності сприйняття інформації користувачем. Раціональна компоновка елементів позитивно вплинула на надійність пристрою та його експлуатаційні характеристики.

При розміщенні електрорадіоелементів на друкованій платі у даному виробі враховано умови ефективного тепловідведення: забезпечено можливість природної конвекції повітря в зонах розташування елементів, що нагріваються.

Напівпровідникові прилади та інтегральні мікросхеми розташовано на безпечній відстані від джерел тепла і сильних магнітних полів. Також передбачено зручний доступ до елементів, що потребують налаштування.

У випадках, коли елементи мають електропровідні корпуси та під ними проходять провідники, у конструкції реалізовано ізоляцію шляхом застосування ізоляційних матеріалів, зокрема ізоляційних трубок, прокладок або нанесення ізоляційного шару на плату. Це дозволило підвищити електробезпеку та надійність пристрою.

Раціональне розташування корпусів мікросхем на друкованій платі у розробленому приладі забезпечило оптимальні габаритні показники, зменшення маси, підвищення надійності та завадостійкості радіоелектронної апаратури [18].

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

Таблиця 2.1 - Конденсатор керамічний b37979 [2]

Позиційне позначення	C2-C4,C6,C8,C9
Назва компонента	Конденсатор керамічний b37979
Виробник	Ерcos
Критерії вибору	Номінал ємності, напруга пробою, робоча напруга
Параметри конструкції	див.рисунок 2.1
Параметри та характеристики	
робоча напруга	50В
відхилення ємності від номінального значення	$\pm 10\%$;
інтервал робочих температур	$-40^{\circ}\text{C} \dots +100^{\circ}\text{C}$
температурний коефіцієнт ємності	$+3,3\%$
відносна вологість	до 98%
діапазони ємностей	5нФ – 0,1м

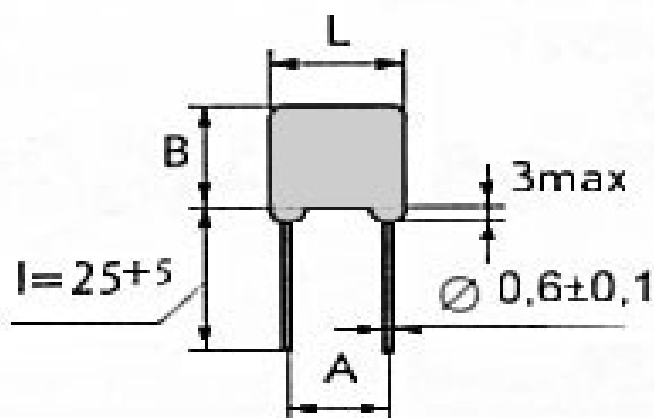


Рисунок 2.1- Вигляд та розміри конденсатора b37979

Таблиця 2.2 - Конденсатор типу b41828 [3]

Позиційне позначення	C10,C15, C16,C17,C9
Назва компонента	Конденсатор b41828
Виробник	Ерcos
Критерії вибору	Напруга робоча, струм, розміри, тангенс кута втрат
Параметри конструкції	див.рисунок 2.2
Параметри та характеристики	
Номінальна напруга	10В, 25 В
відхилення ємності від номінального значення	±30%
інтервал робочих температур	-40°C+100°C
ТКС	+3,3%
відносна вологість	до 98%
діапазони ємностей	1..... 1000мкФ.
тангенс кута діелектричних втрат	15...40

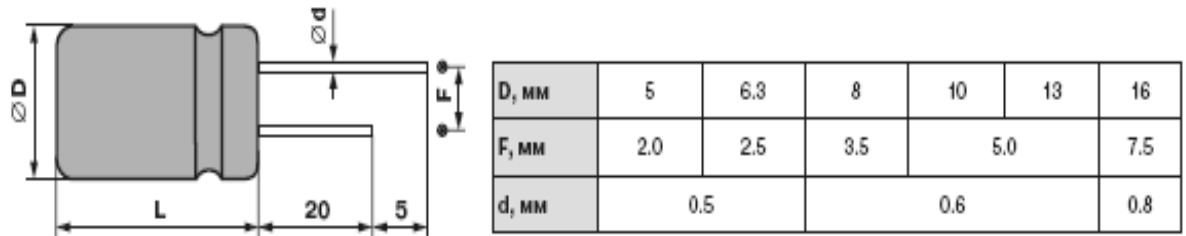


Рисунок 2.2 - Габаритні розміри конденсатора типу b41828

Таблиця 2.3 - Резистор MFP [4]

Позиційне позначення	R1-R15
Назва компонента	Резистор MFP
Виробник	Yageo
Критерії вибору	Потужність розсіювання, максимальна робоча напруга, діапазон опорів, габаритні розміри
Параметри конструкції	див.рисунок 2.3
Параметри та характеристики	
номінальна потужність	0,125 Вт
діапазон номінальних опорів	1...10·10 ⁶ Ом
допустиме відхилення опору	±10%
максимальна робоча напруга	200В
діапазон робочих температур	-60.....+70°C

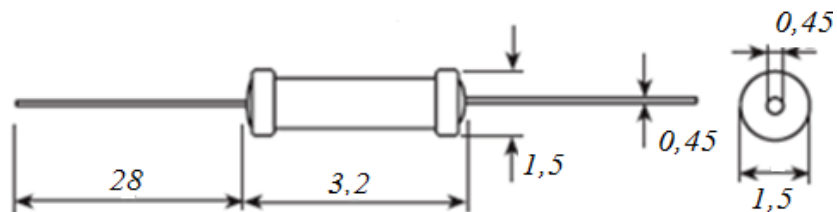


Рисунок 2.3- Зовнішній вигляд резисторів MFP- "Yageo"

Таблиця 2.4 - Світлодіод L-1503GT "Betlux" [5]

Позиційне позначення	HL1-HL17
Назва компонента	Світлодіод L-1503GT
Виробник	"Betlux"
Критерії вибору	Робоча напруга та робочий струм, кольори свічення
Параметри конструкції	див.рисунок 2.4
Параметри та характеристики	
Корпус	5 мм
Колір світіння	Червоний (R), Зелений (G), Синій (B)
Спільний вивід	Анод (CA – Common Anode)
Напруга прямого падіння (Vf)	• Червоний: 1.8–2.2 В • Зелений: 3.0–3.2 В • Синій: 3.0–3.2 В
Струм прямий	20 мА
Кут розсіювання	~30°
Робоча температура	-40°C до +85°C
Яскравість	• Червоний: ~300 мкд • Зелений: ~6000 мкд • Синій: ~1500 мкд

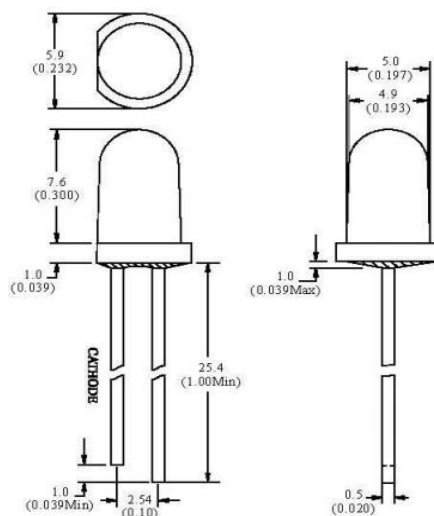


Рисунок 2.4 – Габаритні розміри світлодіода L-1503GT

Таблиця 2.5 – Діод 1N4147 "Diotec" [6]

Позиційне позначення	VD1
Назва компонента	Діод 1N4742A
Виробник	Diotec
Критерії вибору	напруга випрямлення, максимальний струм, робоча частота
Параметри конструкції	див. рисунок 2.5
Параметри та характеристики	
Напруга стабілізації	3.3В
Макс. відхилення напруги	5%
Номінальний струм стабілізації	76 мА
Розсіювана потужність	1 Вт
Діапазон робочих температур	-65°C..+200°C
Корпус	DO-41

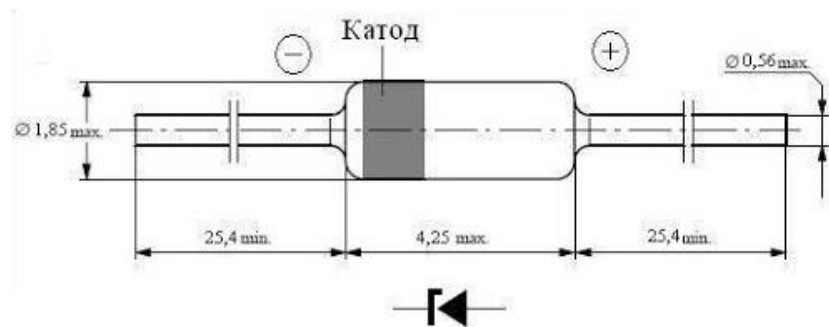


Рисунок 2.5 – Габаритні розміри стабілітрона 1N4147

Таблиця 2.6- Перемикач PSM7-1-0 "Wealth Metal Factory" [7]

Позиційне позначення	SA1-SA2
Назва компонента	Перемикач PSM7-1-0
Виробник	"Wealth Metal Factory"
Критерії виробу	Максимальні струм та напруга, робоча напруга
Параметри та характеристики	див. рисунок 2.6
Номінальний струм	6 А
Номінальна напруга	125 В АС / 250 В АС
Робоча температура	-20°C до +85°C
Тип	Механічний тумблерний перемикач
Механічна довговічність	До 50 000 циклів перемикання

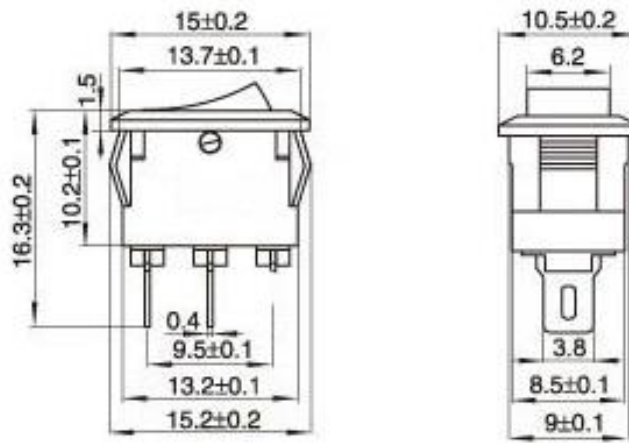


Рисунок 2.6 - Габаритні розміри перемикача PSM7-1-0

Таблиця 2.7- Транзистор BC107A [8]

Позиційне позначення	VT1
Назва компонента	Транзистор BC107A
Виробник	"Fairchild"
Критерії вибору	Коефіцієнт підсилення, напруга робоча, структура
Параметри та характеристики	
структура	npn
Максимально допустимий струм до (I _{к макс.})	0.1
Статичний коефіцієнт передачі струму h _{21е хв}	200 ... 450
Максимальна потужність, що розсіюється, Вт	0.3
Корпус	to-92
Макс. напр. к-е при заданому струмі до і розімкнутої ланцюга б. (U _{кео макс}), В	45

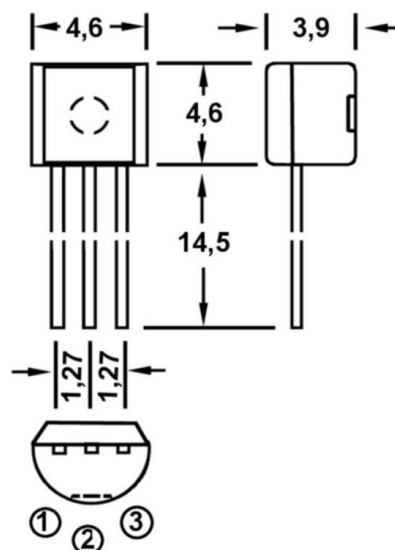


Рисунок 2.7- Габаритні розміри транзистора BC107A

Таблиця 2.8 – Мікросхема CD4013AN [9]

Позиційне позначення	DD3
Назва компонента	Мікросхема CD4013AN
Виробник	"Texas Instruments"
Критерії вибору	структура, максимально допустимий струм, максимальна потужність, що розсіюється
Параметри конструкції	Див.рис.2.8
Параметри та характеристики	
Напруга живлення (Vdd)	+3 .. + 15V (max 18V)
Вих. напруга лог	0 < 0,05V
Вих. напруга лог	1 > U _{пит} -0,05V
Робочий діапазон температур	-40°C .. + 85°C
Корпус	DIP-14

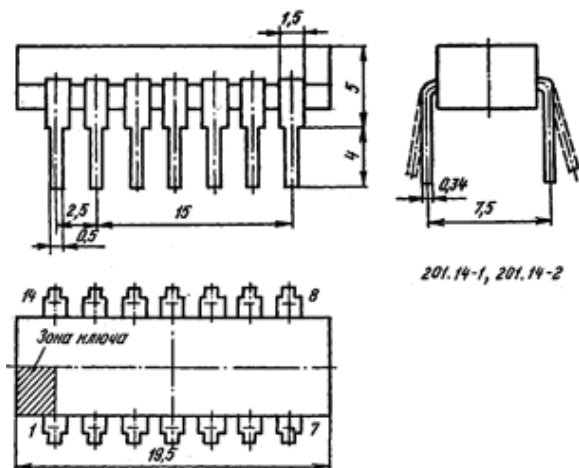


Рисунок 2.8 - Габаритні розміри мікросхеми CD4013AN

Таблиця 2.9 – Мікросхема CD4030AN [10]

Позиційне позначення	DD2
Назва компонента	Мікросхема CD4013AN
Виробник	"Texas Instruments"
Критерії вибору	структура, максимально допустимий струм, максимальна потужність, що розсіюється
Параметри конструкції	Див.рис.2.9
Параметри та характеристики	
Тип логічних елементів	2викл.АБО
Кількість елементів	4
Напруга живлення, В	3 ... 15
Робоча температура, ° С	-45 ... + 85
Вага, г	1.9

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ

Арк.

24

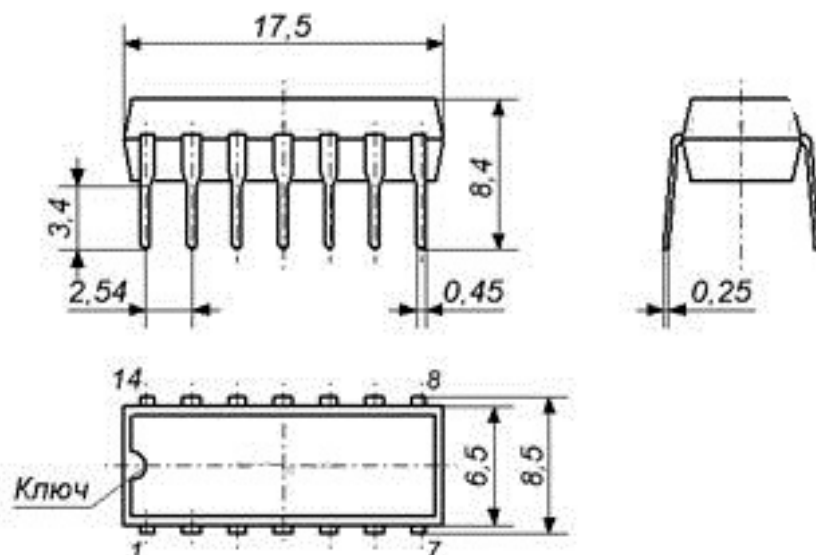


Рисунок 2.9 - Габаритні розміри мікросхеми CD4030AN

Таблиця 2.10- Мікросхема KIA7805API-U / PF "ST Microelectronics" [11]

Позиційне позначення	DA1	
Назва компонента	Мікросхема KIA7805API-U / PF	
Виробник	"КЕС"	
Критерії вибору	Напруга стабілізації, максимальний струм, відповідність схемі	
Параметри конструкції	Див.рис.2.10	
Параметри та характеристики		
полярність	позитивна	
Тип виходу	фіксований	
Кількість виходів	1	
Вихідна напруга, В	5	
Максимальний струм навантаження, А	1	
Падіння напруги при Івих, В (А)	2 (1)	
Максимальна вхідна напруга, В	35	
Робоча температура, ° С	-30 ... + 150	
Корпус	to-220fp	
Вага, г	2	

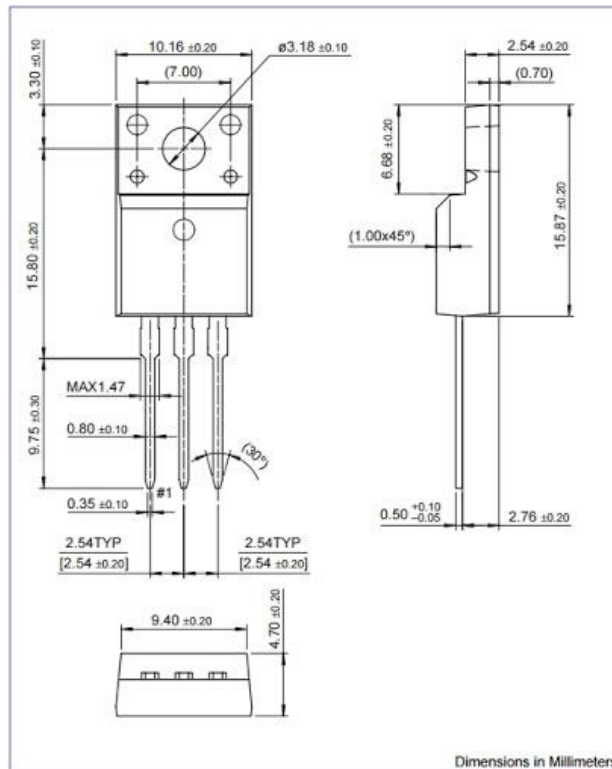


Рисунок 2.10- Габаритні розміри мікросхеми KIA7805API-U / PF

Таблиця 2.11- Мікросхема PIC16C840-04I/SL "Microchip" [12]

Позиційне позначення	DD1
Назва компонента	Мікросхема PIC16C840-04I/SL
Виробник	"Microchip"
Критерії вибору	Напруга, струм, відповідність схемі
Параметри конструкції	Див.рис.2.11
Параметри та характеристики	
Серія	pic16f
Ширина шини даних	8-біт
Тактова частота	4 МГц
Кількість входів / виходів	13
Обсяг пам'яті програм	1.75 кбайт (1k x 14)
Обсяг EEPROM	64x8
Вбудована периферія	por, wdt
Напруга живлення	4 ... 6 В
Робоча температура	0 ... + 70 ° C

18-pin ceramic DIP
(DIP-18C-C01)

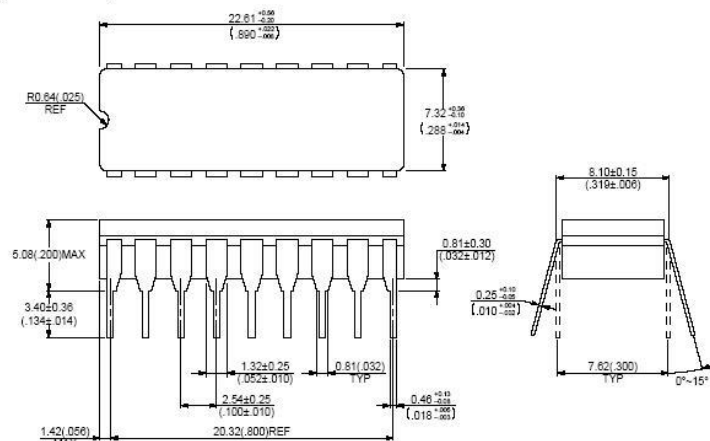


Рисунок 2.11 - Габаритні розміри мікросхеми PIC16C84

Таблиця 2.12- Мікросхема SN74141 "Texas Instruments" [13]

Позиційне позначення	DD4-DD5
Назва компонента	Мікросхема SN74141
Виробник	"Texas Instruments"
Критерії вибору	Напруга вхідна, струм, відповідність схемі
Параметри конструкції	Див.рис.2.12
Параметри та характеристики	
Напруга живлення	4,75 - 5,25 В
Вхідна напруга низького рівня	<0,4 В
Вхідна напруга високого рівня	> 2,4 В
Вхідний струм низького рівня	<16 мА
Вихідний струм високого рівня	<-0,8 мА
Ємність навантаження	<15 пФ
Тривалість фронту і зрізу вхідного імпульсу	<150 нс

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

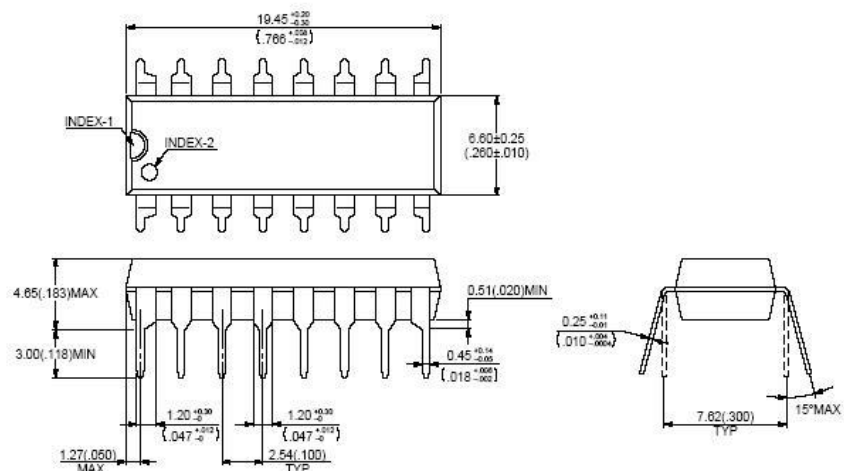


Рисунок 2.12 - Габаритні розміри мікросхеми SN74141

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

Для розрахунку стабілізаторів напруги на ІМС, як правило, необхідні наступні початкові дані: номінальне значення вихідної напруги $U_{\text{СТ ВИХ НОМ}}$; граничні значення вихідної напруги $U_{\text{СТ ВИХ min}}$, $U_{\text{СТ ВИХ max}}$; мінімальний і максимальний струми навантаження $I_{\text{Н min}}$, $I_{\text{Н max}}$; температурна нестабільність напруги вхідної α_U ; нестабільність вихідної напруги $K_{\text{НСТУ}}$ або коефіцієнт пульсацій вихідної напруги $K_{\text{П}}$; коефіцієнт стабілізації напруги $K_{\text{СТУ}}$; внутрішній опір стабілізатора $R_{\text{СТ ВИХ}}$; температурний коефіцієнт γ .

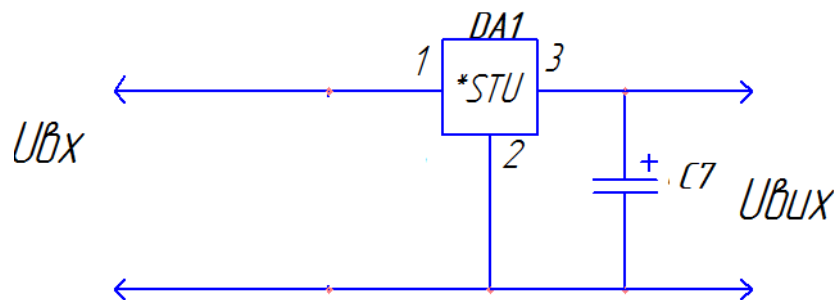


Рисунок 2.13 – Електрична принципова схема стабілізатора і конденсатора

Вибір ІМС виконується за заданими $U_{\text{СТ ВИХ}}$, $I_{\text{СТ ВИХ max}}$, $K_{\text{СТУ}}$, γ , $R_{\text{СТ ВИХ}}$ із рисунка 2.14. Бажано віддавати перевагу тим ІМС, які працюють з меншою кількістю зовнішніх елементів. При цьому повинні виконуватися наступні умови

$$U_{\text{ІМС ВИХ}} \geq U_{\text{СТ ВИХ}}$$

$$I_{\text{ІМС ВИХ max}} \geq I_{\text{Н max}}$$

$$K_{\text{ІМС СТУ}} \geq K_{\text{СТУ}}$$

Тип ІМС	$U_{CT BX}$, В (min... max)	$U_{CT BHX}$, В (min... max)	$K_{нст}$, % В не більше за	$K_{нст}$, % А не більше за	$K_{CT CT}$, дБ на 1 кГц не більше за	α_{CT} , % не більше за	$I_{CT BHX}$, А (max)	$P_{CT P03}$, Вт без радіатора/ з радіатором	$I_{CT CP}$, мА	$U_{CT PD}$, В не більше за
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
K142EH1A	9...20	3...12	0,5	0,5	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH1B	9...20	3...12	0,2	0,2	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH1B	9...20	3...12	0,8	2,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH1Г	9...20	3...12	0,8	1,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2A	20...40	12...30	0,5	0,5	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2B	20...40	12...30	0,2	0,2	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2B	20...40	12...30	0,8	2,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2Г	20...40	12...30	0,8	1,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
KT42EH3	9...45	3...30	0,05	0,25	-	0,01	1	1,4/4	10	3
K142EH4	9...45	3...30	0,05	0,25	-	0,01	1	1,4/4	10	4
K142EH5A	7,5... 15	4,9...5,1	0,05	1	70	0,02	3	1,2/10	10	2,5
K142EH5B	8,5...15	5,88...6,12	0,05	1	70	0,02	3	1,2/10	10	2,5
K142EH5B	7,5... 15	4,9...5,1	0,05	1	70	0,02	2	1,2/10	10	2,5
K142EH5Г	8,5... 15	5,88...6,12	0,05	1	70	0,02	2	1,2/10	10	2,5
KP142EH5A	7,5... 15	4,9...5,1	0,05	2	60	0,03	-	1,2/10	10	2,5
KP142EH5B	8,5...15	5,88...6,12	0,05	2	60	0,03	3	1,2/10	10	2,5
KP142EH5B	7,5... 15	4,82... 5,18	0,05	2	60	0,03	2	1,2/10	10	2,5
KP142EH5Г	8,5... 15	5,8...6,2	0,05	2	60	0,03	2	1,2/10	10	2,5
KP142EH6A	-...40	14,7...15,3	0,0015	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
KP142EH6B	-...40	14,7...15,3	0,005	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
K142EH6B	-...40	14,7...15,3	0,0025	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
K142EH6Г	-...40	14,7...15,3	0,0075	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
142EH8A	11,5...35	8,73...9,27	0,05	0,67	40	0,02	1,5	-/9	10	2,5
142EH8B	11,5...35	11,64... 12,36	-	-	-	-	-	-	-	-

Рисунок 2.14– Параметри стабілізаторів

Було обрано стабілізатор KIA7805API-U/PF "КЕС", який має параметри такі як в KP142EH5A.

Незалежно від типу обраної ІМС визначаємо наступні параметри

$$U_{CT BX \min} \equiv U_{CT BHX \max} + U_{CT ПД} \quad (2.1)$$

$$U_{CT BX \min} \equiv 5,1 + 2,5 = 7,6 \text{ В}$$

$$U_{CT BX} \equiv \frac{U_{CT BX \min}}{1 - \alpha_-} \quad (2.2)$$

$$U_{CT BX} \equiv \frac{7,6}{1 - 0,03} = \frac{7,6}{0,997} = 7,62 \text{ В}$$

$$U_{CT BX \max} \equiv U_{CT BX} (1 + \alpha_{(+)}) \quad (2.3)$$

$$U_{CT BX \max} \equiv 7,62(1 + 0,03) = 7,62 + 1,03 = 8,65 \text{ В}$$

де $\alpha(+)$, $\alpha(-)$ – найбільше позитивне та негативне відносне змінювання вхідної напруги.

Можливі граничні значення ККД

$$\eta_{\max} \equiv \frac{U_{CT\ BX\ \max}}{U_{CT\ BX\ \min}} \quad (2.4)$$

$$\eta_{\max} \equiv \frac{8,65}{7,6} = 1,14$$

$$\eta_{\min} \equiv \frac{U_{CT\ BX\ \min}}{U_{CT\ BX\ \max}} \quad (2.5)$$

$$\eta_{\min} \equiv \frac{7,6}{8,65} = 0,89$$

Передбачається, що струм споживаний стабілізатором є малим

$$I_{CT\ ВПХ} \equiv I_{CT\ ВХ} \cdot$$

Визначення ємності конденсатора за формулою:

$$C_0 = \frac{H}{rK_{\bar{I}0}}$$

де C_0 – ємність, мкФ;

Коефіцієнт пульсацій $K_{п0}=0,03$ %;

r – опір, Ом.

$$C_0 = \frac{6}{10 \cdot 0,03} = 20(\text{мкФ})$$

Розраховуємо робочу напругу:

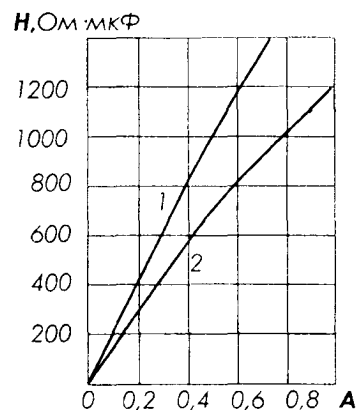


Рисунок 2.15 – Графік для визначення коефіцієнта Н:

$$U_{роб} = \sqrt{2}U_{2x} \quad (2.7)$$

$$U_{роб} = 1,4 \cdot 7 = 9,8(B)$$

Вибираємо тип конденсатора з довідника за параметрами $C_{0\text{ ном}}$ і $U_{роб}$.
Вибираємо електролітичний конденсатор типу b41828-10 В-20 мкФ 10% "Epcos" номінальною ємністю 20 мкФ та на робочу напругу 10 В.

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 [17]:

$$b_{min1} = \frac{I_{max}}{i_{доп} * t} = \frac{1A}{48 \frac{A}{мм^2} * 0,035м} = 0,6мм \quad (2.6)$$

де I_{max} - допустима густина струму, який протікає в провідниках.

Визначається із аналізу принципової схеми, $I_{max} = 2A$;

$i_{доп}$ – допустима густина струму, вибирається в залежності від методу виготовлення плати $j_{доп} = 48A/мм^2$, t – товщина провідника, $35мкм=0,035м$

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

$$b_{min2} = \frac{\rho * I_{max} * l}{U_{д} * t} = \frac{0,0175 \frac{Ом \cdot мм^2}{м} * 1A * 0,5м}{0,9В * 0,035м} = 0,3мм \quad (2.7)$$

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

$L = 0,5м$ – довжина провідника,

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$U_{\text{доп}} = 0,9B$ – допустиме падіння напруги.

Визначаємо номінальне значення діаметрів монтажних отворів d :

$$d = d_E + |\Delta d_{н.в.}| + r \quad (2.8)$$

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: 0,9;1,1; 1,3; 1,5 мм.

$d_{E1} = 0,7$ -для мікросхем;

$d_{E2} = 0,9$ - для конденсаторів, резисторів, діодів, транзисторів, кварцового резонатора.

$d_{E3} = 1,1$ -для мікросхеми DA1, резистора R6.

$$d = d_{E1} + |\Delta d_{н.в.}| + r = 0,7 + |\pm 0,1| + 0,4 = 1,1 \text{ мм}$$

$$d = d_{E2} + |\Delta d_{н.в.}| + r = 0,9 + |\pm 0,1| + 0,4 = 1,3 \text{ мм}$$

$$d = d_{E3} + |\Delta d_{н.в.}| + r = 0,9 + |\pm 0,1| + 0,4 = 1,5 \text{ мм}$$

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

Розраховуємо діаметри контактних площадок:

$$D_{\min} = D_{1\min} + 1,5h\phi + 0,03 \quad (2.9)$$

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

$$D_{1\min} = 2 \left(b_m + \frac{d_{\max}}{2} + \delta d + \delta p \right) \quad (2.10)$$

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

$b_m = 0,06$ мм.

δd і δp - допуски на розташування отворів і контактних площадок;

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\delta_d=0,08\text{мм}, \delta_p=0,2\text{мм}.$$

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

$$d_{max}=d+\Delta d+(0,1 \dots 0,15) \quad (2.11)$$

де: Δd - допуск на отвір.

$$d_{max1}=1,1+0,1+0,1=1,3 \text{ мм}$$

$$d_{max2}=1,3+0,1+0,1=1,5 \text{ мм}$$

$$d_{max3}=1,3+0,1+0,1=1,7 \text{ мм}$$

$$D_{1min1}=2\left(0,06+\frac{1,3}{2}+0,25+0,4\right)=2,72\text{мм}$$

$$D_{1min2}=2\left(0,06+\frac{1,5}{2}+0,25+0,4\right)=2,92\text{мм}$$

$$D_{1min3}=2\left(0,06+\frac{1,7}{2}+0,25+0,4\right)=3,12\text{мм}$$

$$D_{min1}=2,92+1,5\cdot0,035+0,03=2,8 \text{ мм}$$

$$D_{min2}=2,92+1,5\cdot0,035+0,03=3 \text{ мм}$$

$$D_{min3}=3,12+1,5\cdot0,035+0,03=3,2 \text{ мм}$$

Максимальний діаметр контактної площадки:

$$D_{max}=D_{min}+(0,02 \dots 0,06) \quad (2.12)$$

$$D_{max1}=2,82+0,02=2,82\text{мм}$$

$$D_{max2}=3+0,02=3,02\text{мм}$$

$$D_{max3}=3,2+0,02=3,22\text{мм}$$

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

$$b_{min}=b_{1min}+1.5h\phi+0,03 \quad (2.13)$$

де $b_{1min}=0,15$ мм – мінімальна ефективна ширина провідника.

$$b_{min}=0,18+1,5\cdot0,035=0,23 \text{ мм};$$

Визначаємо мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу.

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою:

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{1\min} = L_0 - \left[\left(\frac{D_{\max}}{2} + \delta p \right) + \left(\frac{d_{\max}}{2} + \delta d \right) \right] \quad (2.14)$$

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

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

$$S_{1\min 3} = 2,5 - \left[\left(\frac{3,22}{2} + 0,4 \right) + \left(\frac{1,7}{2} + 0,05 \right) \right] = -0,41 \text{ мм}$$

де: L_0 – відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

$$S_{2\min} = L_0 - (d_{\max} + 2\delta_p) \quad (2.15)$$

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

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

$$S_{2\min 3} = 2,5 - (3,22 + 2 \cdot 0,4) = -1,52 \text{ мм}$$

Мінімальна відстань між двома провідниками:

$$S_{3\min} = L_0 - (d_{\max} + 2\delta_d) \quad (2.16)$$

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

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

$$S_{3\min 3} = 2,5 - (3,22 + 2 \cdot 0,05) = -0,82 \text{ мм}$$

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 Оцінка теплових режимів роботи виробу

Оцінка теплових режимів роботи виробу показує, що пристрій працює у нормальних температурних умовах і не потребує застосування спеціальних засобів охолодження. У схемі відсутні силові елементи та компоненти з великим рівнем споживання потужності, тому тепловиділення під час роботи є незначним. Основними джерелами тепла є інтегральні мікросхеми,

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

напівпровідникові елементи та допоміжні радіоелементи, однак їх потужність розсіювання знаходиться в допустимих межах.

Під час компоновання друкованої плати враховано необхідність забезпечення нормального теплового режиму. Елементи розташовані таким чином, щоб забезпечити вільну циркуляцію повітря та рівномірний розподіл тепла по поверхні плати. Завдяки невеликому споживанню струму температура компонентів під час роботи практично не перевищує допустимих значень, що позитивно впливає на надійність і довговічність виробу.

Друкована плата виготовлена зі склотекстоліту, який має достатню теплостійкість і забезпечує стабільність механічних та електричних характеристик при нагріванні. Мідні друковані провідники додатково сприяють частковому відведенню тепла від елементів схеми.

У виробі не використовуються потужні транзистори, стабілізатори великої потужності або інші елементи, які потребують встановлення радіаторів чи примусової вентиляції. Охолодження здійснюється природним способом за рахунок конвекції повітря всередині конструкції.

Під час оцінки теплових режимів встановлено, що температура електрорадіоелементів не перевищує допустимих норм, тому тепловий режим роботи виробу можна вважати сприятливим. Це забезпечує стабільність параметрів пристрою, високу надійність функціонування та тривалий термін експлуатації.

2.1.7 Розрахунок надійності проектного пристрою

Надійність характеризується рядом розрахункових показників, найбільш важливими з яких є інтенсивність відмов, середнє напрацювання до відмови, імовірність безвідмовної роботи.

Надійність – це властивість виробу виконувати задані функції в певних умовах експлуатації при збереженні значень основних параметрів в заданих межах.

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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.

Середнє напрацювання до відмови знаходять при перевірці великої кількості виробів. Чим більше значення ТСР, тим краща надійність виробу. Розрахунок надійності проектного виробу проводимо за допомогою спеціальної програми NAD_Release [16]:

Таблиця 2.13 - Вихідні дані для розрахунку надійності

п/п	Назва групи елементів	К-сть шт.	$K_{\text{нопр}}$	$I_{\text{відм}} * 1e-06$	$K\text{-}стb * K_{\text{нав}} \text{ від} * 1e-06$
1	Мікросхеми	1	1	0,03	0,03
2	Транзистори	24	0,39	4	33,6
3	Діоди	1	0,35	0,7	0,245
4	Конденсатори електролітичні	6	0,4	2,4	5,76
5	Конденсатори керамічні	4	0,1	1,4	0,56
6	Резистори постійні	43	0,42	0,8	14,448
7	Гучномовець	1	1	0,2	0,2
8	Резонатори кварцові	1	1	0,2	0,2
9	Друкована плата	1	1	0,1	0,1
10	Пайки	236	1	0,02	4,72
11	Перемикач	3	1	0,5	1,5
12	Світлодіоди	10	1	4	40
13	Індикатори	6	1	4	24
14	Гніздо	1	1	0,2	0,02

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів: 1;

Коефіцієнт впливу вологості і температури: 1;

Коефіцієнт атомосферних впливів: 1;

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов: $8.3925e-005$ 1/год

Середня наробка до відмови: 11915.4 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи $P(t)$:

$t = 10$ год. $P(t) = 0.999161$

$t = 100$ год. $P(t) = 0.991643$

$t = 1000$ год. $P(t) = 0.919500$

$t = 10000$ год. $P(t) = 0.432034$

$t = 100000$ год. $P(t) = 0.000227$

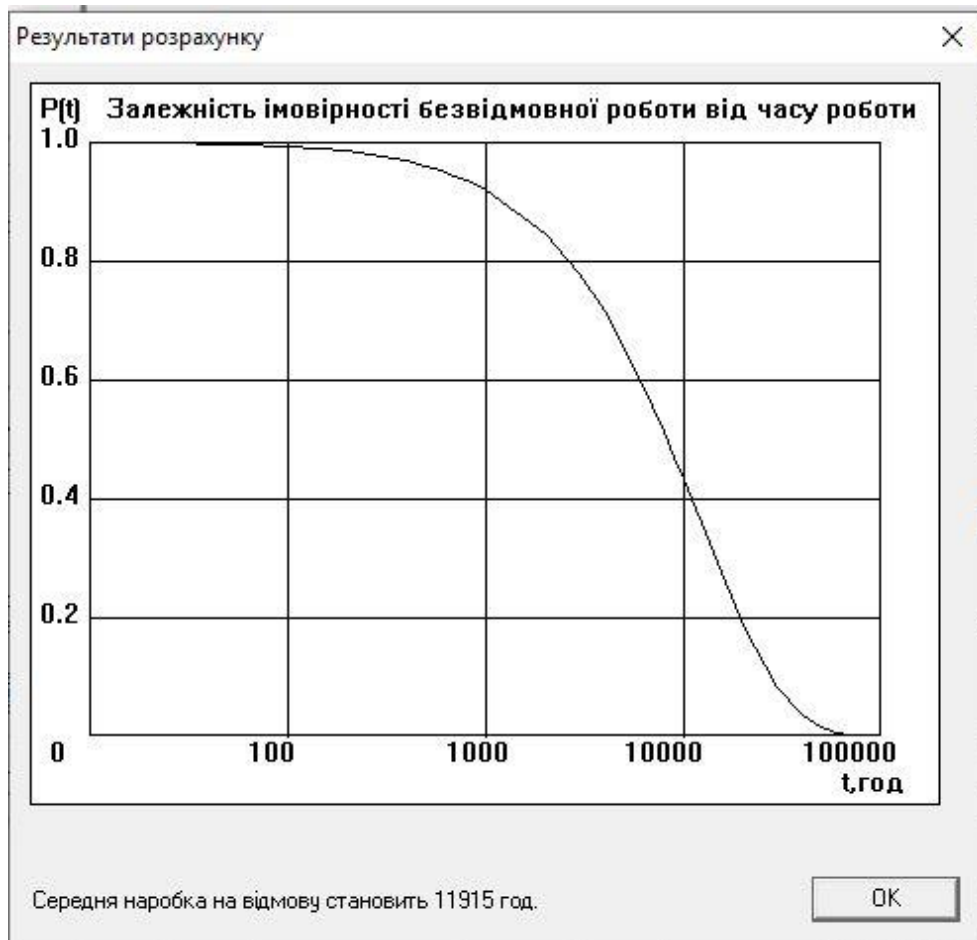


Рисунок 2.16 - Графік залежності ймовірності безвідмовної роботи від часу

Напрацювання на відмову становить 11915 год. Надійність виробу є досить високою, що супроводжується якісною роботою приладу довго та надійно.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ

Арк.

37

2.1.8 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності:

Техніко-економічний аналіз конструкції виробу показує доцільність вибраних технічних рішень з точки зору надійності, технологічності, економічності та зручності експлуатації. Під час розроблення конструкції особливу увагу приділено спрощенню процесу виготовлення, зменшенню матеріаломісткості та забезпеченню стабільної роботи пристрою.

Конструкція виробу базується на використанні друкованого монтажу, що дозволяє значно зменшити габарити та масу пристрою, підвищити механічну міцність і надійність електричних з'єднань. Застосування двосторонньої друкованої плати забезпечує компактне розміщення елементів і скорочення довжини друкованих провідників, що позитивно впливає на електричні характеристики виробу та знижує рівень паразитних завад.

Для виготовлення плати використовується фольгований склотекстоліт, який є відносно недорогим, технологічним і доступним матеріалом. Він характеризується високою механічною міцністю, теплостійкістю та хорошими діелектричними властивостями, що забезпечує довговічність конструкції та стабільність параметрів виробу. Використання стандартних електрорадіоелементів і інтегральних мікросхем дозволяє зменшити вартість виробництва та спростити ремонт і технічне обслуговування пристрою.

Обраний спосіб монтажу елементів у наскрізні отвори з пайкою методом «хвилею припою» є економічно вигідним для серійного виробництва, оскільки забезпечує високу продуктивність монтажу та якість паяних з'єднань. Крім того, такий метод знижує трудомісткість складання та підвищує повторюваність технологічного процесу.

Конструкція виробу передбачає раціональне компонування елементів, що забезпечує зручність складання, контролю та ремонту. Наявність вільного доступу до основних вузлів і регульованих елементів скорочує час технічного обслуговування та зменшує експлуатаційні витрати.

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оскільки у виробі відсутні потужні силові елементи, немає необхідності у використанні складних систем охолодження, радіаторів чи примусової вентиляції. Це дозволяє знизити собівартість конструкції, спростити її будову та підвищити надійність роботи. Невелике енергоспоживання також сприяє економічності виробу під час експлуатації.

Важливим фактором є і те, що конструкція відповідає вимогам технологічності та технічної естетики. Компактні габарити, мала маса та раціональне розташування елементів забезпечують зручність використання виробу та покращують його зовнішній вигляд.

Даний пристрій відноситься до вимірювальних приладів. Його напруга живлення становить +12В, а струм споживання 0,1А. Тому потужність буде рівна:

$$P=I*U=0,1*12=1,2 \text{ (Вт)} \quad (2.17)$$

2.2 Технологічна частина

2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектованого виробу

У результаті проведеного аналізу встановлено, що розроблений бортовий тахометр на базі мікроконтролера PIC16C84 характеризується достатнім рівнем технологічності, що забезпечує ефективність його виготовлення, складання та експлуатації.

Конструкція виробу передбачає використання стандартних і уніфікованих електрорадіоелементів, що спрощує процес постачання комплектуючих та знижує собівартість виробництва. Застосування друкованої плати з оптимальним компонуванням елементів дозволило мінімізувати довжину з'єднань, зменшити вплив паразитних параметрів і підвищити надійність роботи пристрою.

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технологічність конструкції забезпечується раціональним розміщенням елементів на друкованій платі, що враховує умови тепловідведення, електромагнітної сумісності та зручності монтажу. Передбачено можливість використання механізованих і автоматизованих методів складання, зокрема паяння методом «хвилі припою», що підвищує продуктивність і якість виготовлення.

Конструкція корпусу виробу є простою та технологічною у виготовленні, оскільки виконана з пластмаси методом лиття під тиском. Це забезпечує високу повторюваність геометричних параметрів, зменшення трудомісткості виготовлення та покращення зовнішнього вигляду виробу.

Також у конструкції забезпечено зручний доступ до елементів, що потребують налаштування або обслуговування, що підвищує ремонтпридатність пристрою. Використання інтегральних мікросхем і мікроконтролера дозволило зменшити кількість дискретних компонентів, що позитивно вплинуло на габарити, масу та надійність виробу.

Загалом, розроблений бортовий тахометр відповідає основним вимогам технологічності: простоті конструкції, можливості серійного виготовлення, зручності монтажу та обслуговування, а також забезпечує належний рівень експлуатаційних характеристик.

2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції. Вибір інструментів, пристосувань, оснастки.

Якісна оцінка технологічності конструкції виробу показує, що розроблена конструкція є достатньо простою у виготовленні, складанні та монтажі, а також придатною для серійного виробництва. Технологічність конструкції забезпечується використанням стандартних електрорадіоелементів, уніфікованих конструктивних рішень та друкованого монтажу, що дозволяє зменшити трудомісткість виготовлення і підвищити надійність виробу.

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У виробі застосовано двосторонню друковану плату, яка забезпечує компактне розташування елементів та скорочення кількості монтажних з'єднань. Використання друкованого монтажу значно підвищує повторюваність технологічного процесу, спрощує автоматизацію складання та покращує якість електричних з'єднань. Конструкція плати має достатню механічну міцність і дозволяє виконувати монтаж без застосування складних додаткових операцій.

Електрорадіоеlementи зі штирьовими виводами встановлюються у наскрізні отвори друкованої плати, що забезпечує надійність кріплення та зручність монтажу. Розташування компонентів на платі виконано з урахуванням вільного доступу до місць пайки, контролю та ремонту. Виріб не містить великої кількості складних механічних вузлів або нестандартних деталей, що позитивно впливає на технологічність конструкції.

Під час оцінки технологічності враховано можливість механізації та часткової автоматизації виробничих процесів. Монтаж елементів може виконуватись із застосуванням напівавтоматичного обладнання, а пайка — методом «хвилею припою», що забезпечує високу продуктивність і якість монтажу. Завдяки використанню стандартних типорозмірів елементів спрощується комплектація та зменшується вартість виготовлення виробу.

Для виготовлення друкованої плати та монтажу елементів використовуються стандартні інструменти, пристосування та технологічна оснастка. До основних інструментів належать паяльна станція, бокорізи для обрізання виводів, пінцети, викрутки, монтажні ножі, вимірювальні прилади та мультиметр для контролю електричних параметрів. Для встановлення елементів застосовуються монтажні пристосування та фіксатори друкованих плат, які забезпечують точність монтажу та зручність виконання робіт.

Під час пайки використовуються ванна або установка для пайки «хвилею припою», а також допоміжні матеріали — припій, флюс та засоби очищення поверхні плати. Для свердління отворів у друкованій платі застосовуються свердлильні верстати або мікродрилі з комплектом свердел необхідного

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

діаметра. Контроль якості монтажу здійснюється за допомогою оптичних засобів контролю та електровимірювальної апаратури.

Конструкція виробу передбачає мінімальну кількість складальних операцій, що скорочує тривалість виробничого циклу та знижує витрати праці. Відсутність складних теплових вузлів і потужних елементів дозволяє уникнути застосування спеціальної оснастки для охолодження чи додаткового механічного кріплення.

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

Для виготовлення друкованої плати виробу застосовується комбінований метод, який поєднує субтрактивну технологію формування друкованих провідників із металізацією монтажних отворів. Такий метод забезпечує високу точність виготовлення, надійність електричних з'єднань та можливість реалізації двостороннього монтажу при відносно невисокій собівартості виробництва.

Друкована плата є двосторонньою, тобто провідний рисунок формується з обох боків фольгованого діелектрика. Використання двосторонньої плати дозволяє значно підвищити щільність монтажу, скоротити довжину друкованих провідників, зменшити паразитні параметри та покращити електричні характеристики виробу. Крім того, таке конструктивне рішення забезпечує компактність пристрою та спрощує трасування складних електричних схем.

Як основний конструкційний матеріал використовується двосторонній фольгований склотекстоліт марки FR-4. Цей матеріал характеризується високою механічною міцністю, хорошими діелектричними властивостями, теплостійкістю та стійкістю до вологи. Основа плати виготовлена зі склотканини, просоченої епоксидною смолою, а з обох боків нанесений шар

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мідної фольги товщиною 35 мкм. Саме мідна фольга використовується для формування друкованих провідників та контактних площадок.

Технологічний процес виготовлення плати починається з підготовки заготовки необхідних розмірів. Поверхня фольги очищається від забруднень, окислів та жирових залишків для забезпечення якісного нанесення фоторезисту. Після цього на обидві сторони плати наноситься світлочутливий шар фоторезисту.

Наступним етапом є експонування рисунка провідників за допомогою фотошаблонів. Після засвічення плата проходить процес проявлення, у результаті якого на поверхні залишається захищений рисунок майбутніх друкованих провідників. Далі виконується хімічне травлення незахищених ділянок мідної фольги, унаслідок чого формується необхідний рисунок провідників на обох сторонах плати.

Після формування провідного рисунка виконують свердління монтажних та перехідних отворів. Для забезпечення електричного з'єднання між шарами проводиться металізація отворів комбінованим методом. На стінках отворів створюється тонкий провідний шар міді шляхом хімічного та подальшого гальванічного осадження. Металізація отворів підвищує механічну міцність монтажу та забезпечує надійний електричний контакт між сторонами друкованої плати.

Після завершення металізації на поверхню плати наноситься захисна паяльна маска, яка запобігає утворенню перемичок припою під час монтажу та захищає провідники від корозії і механічних пошкоджень. Для полегшення монтажу та підвищення паяльної здатності контактні площадки можуть покриватися тонким шаром припою або спеціальним захисним покриттям. На завершальному етапі наноситься маркування елементів та проводиться електричний контроль друкованої плати.

Як допоміжні матеріали під час виготовлення плати використовуються фоторезист, травильні розчини, електроліти для металізації, флюси, припій,

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мийні та знежирювальні засоби, паяльна маска, лак та ізоляційні матеріали. Для монтажу елементів застосовується олов'яно-свинцевий або безсвинцевий припій, який забезпечує високу якість паяних з'єднань.

Комбінований метод виготовлення двосторонньої друкованої плати є технологічно доцільним, оскільки забезпечує високу точність, надійність та довговічність конструкції. Використання сучасних матеріалів і технологій дозволяє отримати друковану плату з хорошими електричними та механічними характеристиками, придатну для тривалої та стабільної експлуатації виробу.

2.2.4 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.

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

$$K_{\text{вик.імс}} = \frac{H_{\text{імс}}}{H_{\text{імс}} + H_{\text{епе}}} = \frac{6}{6 + 52} = 0,1 \quad (2.18)$$

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

$$K_{\text{а.м}} = \frac{H_{\text{а.м}}}{H_{\text{м}}} = \frac{140}{179} = 0,78 \quad (2.19)$$

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.

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$K_{М.П.ЕРЕ} = \frac{H_{М.П.ЕРЕ}}{H_{ЕРЕ}} = \frac{35}{52} = 0,7 \quad (2.20)$$

де $H_{М.П.ЕРЕ}$ 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 $K_{ПОВТ.ЕРЕ}$ визначається за формулою:

$$K_{ПОВТ.ЕРЕ} = 1 - \frac{H_{Т.ЕРЕ}}{H_{ЕРЕ}} = 1 - \frac{36}{52} = 0,31 \quad (2.21)$$

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

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

$$K_{ЗАСТ.ЕРЕ} = 1 - \frac{H_{Т.ОР.ЕРЕ}}{H_{Т.ЕРЕ}} = 1 - \frac{15}{52} = 0,71 \quad (2.22)$$

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

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

Коефіцієнт установочних розмірів електрорадіоелементів $K_{ВСТ.Р}$ визначається за формулою:

$$K_{ВСТ.Р} = 1 - \frac{H_{ВСТ.Р}}{H_{ЕРЕ}} = 1 - \frac{52}{52} = 0 \quad (2.23)$$

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

Коефіцієнт прогресивності Формоутворення K_{Φ} деталей визначається за формулою:

$$K_{\Phi} = \frac{D_{np}}{D} = \frac{1}{1} = 1 \quad (2.24)$$

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Комплексний показник технологічності K визначається за формулою

$$K = \frac{K_1\phi_1 + K_2\phi_2 + \dots + K_i\phi_i}{\phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_i} = \frac{0,1*1 + 0,78*1 + 0,7*0,75 + 0,31*0,5 + 0,71*0,310 + 0*0,187 + 1*0,110}{1 + 1 + 0,75 + 0,5 + 0,310 + 0,187 + 0,110} = 0,5 \quad (2.25)$$

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:

$$\frac{K}{K_n} \geq 1 \quad (2.26)$$

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

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

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

Маршрутно-операційна технологія складання включає в себе наступні кроки:

- установка друкованого вузла у верхню частину корпусу;
- кріплення друкованого вузла до верхньої частини корпусу за допомогою чотирьох гвинтів
- кріплення гнізда та кнопок управління;
- фіксація кришок за допомогою чотирьох гвинтів та заглушок.

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Маршрутно-операційна технологія складання друкованого вузла включає в себе наступні кроки:

- розконсервація друкованої плати;
- маркування заводського номера;
- захист контактних площадок, які не підлягають автоматизованій пайці, латексом;
- сушка;
- формування виводів ЕРЕ;
- лудження виводів ЕРЕ;
- встановлення ЕРЕ;
- автоматизована пайка хвилею припою;
- рихтування;
- регулювання;
- лакування;
- технічний контроль [21].

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						47
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; приймається –1000грн/м² за місяць). При цьому вартість передавальних пристроїв включається в орендну плату будівель.

Вартість будівель розраховується за формулою:

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

$$V_{\text{буд}} = 1200 \times 50 = 60000 \text{ (грн.)}$$

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

$C_{\text{буд}}$ – орендна плата за 1м² будівлі, грн./м²;

$S_{\text{буд}}$ – площа будівлі, м² (приймається 50м²).

Будівлі орендуються разом із обладнанням, тому їх вартість слід збільшити на 40-60%, тобто :

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

$$V_{\text{буд}\Sigma} = 60000 + 30000 = 90000 \text{ (грн.)}$$

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

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

При цьому вартість обладнання складає:

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

$$V_{\text{обл}} = 60000 \cdot 0,5 = 30000 \text{ (грн.)}$$

де K_o – коефіцієнт, що враховує вартість обладнання ($K_o=0,5$).

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2) Вартість інструментів та приладів ($V_{\text{інстр}}$) складає 2% від вартості обладнання. При цьому витрати на їх доставку приймають в розмірі 10% від їх вартості. Таким чином, вартість інструментів та приладів розраховується за формулою:

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

$$V_{\text{інстр}} = 30000 \times 0,02 \times 1,1 = 660 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$V_{\text{інв}} = 30000 \times 0,03 \times 1,1 = 990 \text{ (грн.)}$$

4) Загальний обсяг виробничих інвестицій розраховується за формулою:

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

$$\Pi = 90000 + 660 + 990 = 91650 \text{ (грн.)}$$

5) Величина амортизаційних відрахувань розраховується за формулою:

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

$$A = \frac{1650 \times 25}{100} = 412,5 \text{ (грн.)}$$

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

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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	660	165
	Виробничий та господарський інвентар	990	247,5
	Всього:	1650	412,5

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

Рекомендації щодо розрахунку статей калькуляції собівартості продукції.

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

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

$$B_m = \sum_{i=1}^m (H_{mi} \times C_{mi}) \times K_{tr} \quad (3.8)$$

$$B_m = 743 \times 1,04 = 772,72 \text{ (грн.)}$$

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	80	80
2	Кришка нижня	1	75	75
3	Кришка верхня	1	75	75
4	Мікросхема	6	30	180
5	Конденсатори електролітичні	3	10	30
6	Конденсатори постійні	6	1	6
7	Резистори постійні	14	0,5	7
8	Світлодіод	17	10	170
9	Кварц	1	10	10
10	Діоди	3	5	15
11	Роз'єм	1	50	50
12	Діод	3	5	15
13	Транзистори	1	30	30
				743

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 ($B_{o.z.pll.}$):

для розрахунку заробітної плати працівників визначають відрядну розцінку за кожну операцію (одиницю роботи чи продукції), виконану працівником, за формулою:

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

$$P_{\text{від}} = \frac{31}{60} \times 220 = 113,67 (\text{грн})$$

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

$C_{\text{г}}$ – годинна тарифна ставка відповідно до розряду виконуваних робіт (див. додаток А).

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	$T_{\text{шт}, \text{хв.}}$	Розряд	Годинна тарифна ставка, $(C_{\text{г}}), \text{грн/год}$
1	Пайка	13	V	220
2	Регулювання	10	V	220
3	Складання	8	V	220
	Всього	31		

4) Витрати на додаткову заробітну плату працівників ($B_{\text{дод.з.пл.}}$):

приймаються в розмірі 11% від основної заробітної плати виробничих працівників і розраховують за формулою:

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

$$B_{\text{дод.з.пл.}} = 113,67 \times 0,11 = 12,50 (\text{грн})$$

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

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

$$C_{\text{в.с.з.}} = \frac{22}{100} \times (113,67 + 12,50) = 27,76(\text{грн})$$

де α - відсоток відрахувань на соціальні заходи (приймають 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:

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

$$V_{\text{уео}} = \frac{59}{100} \times (113,67 + 12,50) = 74,44 (\text{грн.})$$

де $\alpha_{\text{уео}}$ - відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання (приймається 59%);

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:

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

$$B_{\text{зв}} = \frac{210}{100} \times (113,67 + 12,50) = 264,96 (\text{грн.})$$

де $\alpha_{\text{зв}}$ - відсоток загальновиробничих витрат (приймають 210%).

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

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

$$S_{\text{вир}} = 772,72 + (113,67 + 12,50 + 27,76) + 74,44 + 264,96 = 1266,05 (\text{грн.})$$

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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	772,72
2	Основна заробітна плата виробничих робітників	113,67
3	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	12,50
4	Відрахування на соціальні заходи	27,76
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	74,44
6	Загальновиробничі витрати	264,96
Разом виробнича собівартість (сума 1-6), в тому числі:		1266,05
7	-змінні (сума 1-4) $B_{зм.од}$	926,65
8	-умовно-постійні (сума 5-6) $B_{уп.од}$	339,4

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

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

$$Ц_{одпр} = 1266,05 \times \frac{100 + 32}{100} = 1671,78 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{пр}$ —відсоток запланованого прибутку (приймається 32%);

3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень

Розрахунок економічної ефективності інвестиційного проекту проводиться за наступними критеріями:

1) Річний прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

$$\Pi_p = (Ц_{одпр} - S_{пов.}) \times N_p, \quad (3.16)$$

$$\Pi_p = (1671,78 - 1266,05) \times 1600 = 649168 \text{ (грн),}$$

де Π_r - річний прибуток від реалізації проекту, грн.;

$\Pi_{одпр}$ - ціна одиниці продукції, грн.;

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

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

2) Чистий прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

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

$$\text{ЧП} = 649168 - 649168 \times \frac{18}{100} = 532317,76 \text{ (грн.)}$$

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

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

3) Собівартість всього виробництва розраховується за формулою:

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

$$S_{повq} = 1266,05 \times 1600 = 2025680 \text{ (грн.)}$$

4) Рентабельність продукції визначається за формулою:

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

$$P_{п} = \frac{532317,76}{2025680} \times 100\% = 26,29 \%$$

де $P_{п}$ - рентабельність продукції, %;

$S_{повq}$ - 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:

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

$$\Gamma\Pi = 532317,76 + 412,5 = 532730,26 \text{ (грн.)},$$

де $\Gamma\Pi_t$ - сума чистих грошових надходжень у t-му році, грн.;

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

6) Загальний абсолютний ефект від реалізації інвестицій характеризує чиста теперішня (дисконтована) вартість проекту, яка розраховується

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

за формулою:

$$\text{ЧТВ} = \text{ТВ} - \text{ПІ} \quad (3.21)$$

$$\text{ЧТВ} = 484300,24 - 91650 = 392650,24 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$\text{ТВ} = \frac{532730,26}{(1 + 0,1)^1} = 484300,24 \text{ (грн.)}$$

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, ... ,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.

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

$$\text{ІП} = \frac{\text{ТВ}}{\text{ПІ}} \quad (3.23)$$

$$\text{ІП} = \frac{484300,24}{91650} = 5,28$$

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де ІІ- 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($T_{ок_{диск}}$) характеризує кількість років, за які будуть відшкодовані початкові інвестиції та розраховується за формулою:

$$T_{ок_{диск}} = \frac{II}{ГП_{диск}} \quad (3.24)$$

$$T_{ок_{диск}} = \frac{91650}{484300,24} = 0,19р$$

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

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

$$ГП_{диск} = \frac{484300,24}{1} = 484300,24 \text{ (грн.)}$$

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.	1600
2	Собівартість виробу	грн./од.	1266,05
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	1671,78
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	91650
5	Чистий прибуток	грн.	532317,76
6	Рентабельність виробу	%	26,29
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	392650,24
9	Індекс прибутковості	-	5,28
10	Дисконтований термін окупності інвестицій	років	0,19

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Повідомлення про нещасні випадки, їх розслідування та облік.

Про кожний нещасний випадок свідок, працівник, який його виявив, чи сам потерпілий повинен повідомити керівнику робіт або іншій посадовій особі. При цьому вживаються заходи з надання потерпілому долікарської допомоги, організовується доставка його в лікувально-профілактичний заклад (медпункт, поліклініку, лікарню). Про випадок повідомляють керівнику структурного підрозділу і керівнику підприємства.

Керівник (власник) підприємства, отримавши повідомлення про нещасний випадок, наказом призначає комісію для його розслідування у складі:

- керівника (спеціаліста) з охорони праці підприємства – голова комісії;
- керівника структурного підрозділу або головного спеціаліста, представника профспілкової організації, членом якої є потерпілий, а у випадку гострих професійних отруєнь (захворювань) – спеціаліста санепідемстанції;
- якщо потерпілий не член профспілки, у склад комісії входить уповноважений трудового колективу.

Комісія зобов'язана упродовж трьох діб з моменту події розслідувати обставини і причини нещасного випадку, визначити відповідальних за цей випадок осіб, розробити заходи з попередження подібних випадків, скласти акт за формою Н-1 в п'яти примірниках.

Акт за формою Н-1 складається про кожний нещасний випадок, внаслідок якого працівник згідно медичного висновку втратив працездатність на один день і більше або виникла необхідність переведу його на іншу, легку роботу терміном не менше, ніж на один день.

Керівник підприємства затверджує всі примірники акта за формою Н-1 упродовж доби після закінчення розслідування. Затверджені примірники акта направляються потерпілому (особі, яка представляє його інтереси), керівнику

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

структурного підрозділу, державному інспектору з нагляду за охороною праці, профспілковій організації підприємства, керівнику (спеціалісту) з охорони праці підприємства. У випадку гострого професійного отруєння (захворювання) копія акта за формою Н-1 надсилається в санепідемстанцію.

Акт разом з матеріалами розслідування належить зберігати впродовж 45 років. Нещасні випадки, оформлені актом за формою Н-1, реєструються на підприємстві у спеціальному журналі.

За результатами розслідування на облік беруться нещасні випадки, які відбулися на робочому місці, на території підприємства, на інших місцях роботи, а також за таких обставин:

- виконання трудових обов'язків (у тому числі відрядження);
- дії в інтересах підприємства без доручення власника;
- аварії і ліквідації їх наслідків на виробничих об'єктах;
- проїзді на роботу чи з роботи на транспорті підприємства, транспорті сторонньої організації за договором (заявкою) або на використовуваному в інтересах виробництва особистому транспорті;
- переміщення між об'єктами обслуговування пішки, на громадському, особистому транспортному засобі, а також транспортному засобі, який належить підприємству чи сторонній організації;
- пересування пішки або на транспортному засобі до місця роботи чи з місця роботи за одноразовим завданням власника (уповноваженої ним особи) без оформлення посвідчення про відрядження;
- надання підприємству шефської допомоги.

Розслідуванню та обліку підлягають нещасні випадки, які трапилися як упродовж робочого часу (включаючи встановлені перерви), так і впродовж часу, необхідного для впорядкування виробничого обладнання, засобів захисту і одягу перед початком чи закінченням роботи, а також для особистої гігієни.

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розслідуванню підлягають нещасні випадки, які пов'язані із завданням працівникові тілесних ушкоджень іншою особою або убивством працівника під час перебування його на роботі.

Нещасні випадки з учнями та студентами навчальних закладів, які сталися на підприємстві під час проходження ними виробничої практики чи виконання робіт під керівництвом посадових осіб, розслідуються і беруться на облік підприємством. У розслідуванні таких нещасних випадків повинен брати участь представник навчального закладу.

Акт за формою Н-1 не складається і нещасний випадок не береться на облік у випадках:

- встановлення факту самогубства, природної смерті працівника чи отримання травм під час скоєння ним злочину;
- отруєння алкоголем і наркотичними речовинами чи їх дії (асфіксія, інсульт, зупинка серця тощо), якщо це не викликано застосуванням вказаних речовин у виробничих процесах або неправильним їх зберіганням і транспортуванням;
- спортивних та інших розважальних ігор (теніс, волейбол та ін.) на території підприємства чи в іншому місці роботи під час встановлених перерв;
- пересуванні на роботу чи з роботи пішки, у громадському і особистому транспортному засобі.

Групові нещасні випадки (одночасно з двома або більше працівниками) і зі смертельними наслідками підлягають спеціальному розслідуванню. Про кожний такий нещасний випадок власник підприємства зобов'язаний негайно повідомити: відповідному місцевому органу державного нагляду за охороною праці, місцевому органу державної виконавчої влади, профспілковій організації самого підприємства, вищестоящому профспілковому органу, прокуратурі за місцезнаходженням підприємства, санепідемстанції – у випадку гострих професійних отруєнь (захворювань) і, якщо підприємство

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

загальнодержавної власності, також міністерству, іншому органу, у сфері керівництва якого воно знаходиться.

У випадку загибелі двох чи більше людей повідомлення направляється в Комітет Держгірпромнагляд і, якщо причиною загибелі людей стало гостре професійне отруєння (захворювання), – в Міністерство охорони здоров'я.

Спеціальне розслідування проводиться комісією у складі:

- працівника відповідного органу державного нагляду за охороною праці (голова комісії);
- власника підприємства;
- представників інстанції, у сферу керівництва якої входить підприємство;
- профспілкової організації підприємства, членом якої є потерпілий, вищестоящего профспілкового органу, а у випадку гострого професійного отруєння (захворювання) також спеціаліста санепідемстанції;
- якщо потерпілий не є членом профспілки, у склад комісії входить уповноважений трудового колективу з питань охорони праці.

Спеціальне розслідування нещасного випадку, у якому загинули 2...4 людини, проводить комісія у складі :

- керівника відповідного територіального органу державного нагляду за охороною праці чи його підрозділу (голова комісії);
- представника міністерства або іншого центрального органу державної виконавчої влади;
- власника підприємства;
- представників виконавчої влади;
- профспілкової організації підприємства і відповідного профспілкового органу.

Спеціальне розслідування нещасного випадку, у якому загинули п'ять і більше людей, якщо не було прийнято спеціального рішення Кабінету

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Міністрів України, проводиться комісією, призначеною наказом центрального органу державного контролю за охороною праці.

Спеціальне розслідування нещасних випадків проводиться впродовж не більше 10 днів. При цьому складається акт спеціального розслідування, акт за формою Н-1 та оформляються інші матеріали, передбачені Положенням.

Власник підприємства зобов'язаний в п'ятиденний термін розглянути матеріали спеціального розслідування нещасного випадку і видати наказ про здійснення запропонованих комісією заходів щодо усунення причин подібних випадків, притягнути до відповідальності осіб, які допустили порушення законодавства та інших нормативних актів про охорону праці.

Контроль за своєчасним і правильним розслідуванням, документальним оформленням і врахуванням нещасних випадків, виконанням заходів щодо усунення причин, які спричинили ці випадки, здійснюють органи державного управління і нагляду в області охорони праці. Громадський контроль за цим здійснюється трудовим колективом і профспілковою організацією.

Суперечності і конфлікти, пов'язані з розслідуванням нещасних випадків і складанням акту за формою Н-1, вирішуються в порядку, передбаченому законодавством про розгляд трудових спорів.

На підставі акту за формою Н-1 на підприємстві складаються звіти про нещасні випадки за формами, затвердженими Міністерством.

Санепідемстанції у випадку гострого професійного отруєння (захворювання) на підставі акту Н-1 заповнюють «Карту обліку професійних отруєнь (захворювань)».

Підприємство, місцеві органи державної виконавчої влади, державного нагляду за охороною праці ведуть облік виробничих травм, гострих професійних отруєнь (захворювань), на які складаються акти за формою Н-1.

Облік виробничого травматизму в цілому ведеться за формами державної статистичної звітності за підсумками року, а гострих професійних отруєнь (захворювань) – за підсумками першого півріччя і року.

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2 Основні способи припинення горіння.

Для виникнення й розвитку процесу горіння, який спричиняє пожежу, мусить бути одночасне сполучення горючої речовини, окисника, джерела запалювання та безперервного потоку тепла від осередку пожежі до горючого матеріалу. Водночас для припинення горіння досить виключити будь-який із цих елементів. Комплекс заходів, спрямованих на ліквідацію пожежі, що виникла, називається пожежогасінням.

Основні способи припинення горіння:

- охолодження зони горіння або речовин, що горять, до певного рівня температури;
- ізоляція осередку горіння від кисню;
- зниження концентрації кисню в повітрі шляхом розбавлення його не горючими газами;
- хімічне гальмування (інгібування) швидкості реакцій окиснення (горіння) в полум'ї;
- механічне придушення полум'я сильним струменем води, порошку чи газу;
- створення умов вогнеперешкоди, за яких полум'я не має можливості поширюватися.

Практична реалізація способів припинення горіння може бути досягнута за допомогою вогнегасних речовин та технічних засобів.

До вогнегасних належать речовини, що мають фізико-хімічні властивості, які дозволяють створити умови для припинення горіння. Багато з них використовуються також для запобігання, обмеження поширення пожежі, захисту людей і матеріальних цінностей.

Використовуються такі основні види вогнегасних речовин:

- вода;
- вода з добавками, які підвищують її вогнегасну здатність;

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- піна;
- газові вогнегасні суміші;
- вогнегасні порошки;
- комбіновані вогнегасні суміші.

Вибір вогнегасної речовини та способу її подачі визначається умовами виникнення й розвитку пожежі.

Кожному способу припинення горіння відповідає конкретний вид вогнегасних засобів, які можна поділити на:

- охолоджувальні (вода, водні розчини, снігоподібна вуглекислота та ін.);
- розбавлювальні (діоксид вуглецю, водяна пара, інертні гази та ін.);
- ізолювальні (хімічна та повітряно-механічна піна, пісок та ін.);
- засоби хімічного гальмування горіння (вогнегасні порошки, брометил, хладон та ін.).

Вода - це найбільш поширений і достатньо ефективний вогнегасний засіб. Вода має високу теплоємність і добрі охолоджувальні якості. Під час гасіння пожежі вода, а точніше, певна її кількість випаровується внаслідок контакту з високотемпературним осередком. З літра води утворюється близько 1700 л пари. При цьому відбувається розбавлення реагентних речовин. Унаслідок великих значень теплоти пароутворення вода забирає із зони горіння велику кількість тепла, що, своєю чергою, забезпечує помітний охолоджувальний ефект.

Вода має високу термічну стійкість. Розкладення її на водень і кисень відбувається при температурах понад 1700°C. Тому гасіння водою більшості горючих матеріалів та рідин є безпечним, адже температура їх горіння не перевищує 1300°C.

Найбільший вогнегасний ефект спостерігається під час застосування води у дрібнорозпиленому стані. Такою водою можна гасити навіть горючі рідини, оскільки туманоподібна хмара дрібнорозпиленої води спричиняє

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ізолювальний ефект. Застосування розчинів змочувачів, які зменшують поверхневий натяг води, дає можливість зменшити її витрати на гасіння деяких матеріалів на 30-50%.

Вода добре проводить електричний струм. Це треба пам'ятати під час гасіння пожеж в електроустаткованні, що перебуває під напругою.

Піна - це колоїдна дисперсна система, яка складається з пухирців газу. Стінки пухирців утворюються з розчинів поверхнево-активних речовин і стабілізаторів.

Піни поділяють на хімічні та повітряно-механічні.

Повітряно-механічна піна утворюється за допомогою спеціальних технічних пристроїв із водних розчинів поверхнево-активних речовин (піноутворювачів).

Піна має досить низьку теплопровідність. Вона здатна перешкоджати випаровуванню горючих речовин, а також проникненню парів, газів, теплового випромінювання. Все це визначає її ізолювальні властивості.

Вогнегасні порошки використовують для ліквідації горіння твердих, рідких і газоподібних речовин.

Вогнегасний ефект застосування порошоків складається з:

- хімічного гальмування реакції горіння внаслідок дії порошку (кристали введеного у полум'я порошку спричиняють суміжні реакції, які руйнують здатні горіти радикали або перешкоджають їх утворенню);

- утворення на поверхні речовини, що горить, ізолювальної плівки;
- утворення хмари порошку, яка має властивості екрана;
- механічного придушення полум'я твердими частинками порошку;
- виштовхування кисню із зони горіння.

Діоксид вуглецю (CO_2) не має кольору та запаху. За підвищеного тиску переходить із газоподібного стану в рідкий.

Механізм припинення горіння діоксидом вуглецю базується на його здатності зменшувати шляхом розбавлення концентрації реагентних речовин

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

до меж, коли горіння стає неможливим. Вогнегасний ефект спостерігається, коли концентрація CO₂ буде не менше 30% по об'єму.

Діоксид вуглецю може подаватися до зони горіння у вигляді снігоподібної маси, здійснюючи охолоджувальну дію, оскільки CO₂ перебуває у вигляді снігу при температурі мінус 78°C.

Існує два основні методи гасіння пожеж за допомогою CO₂: об'ємний і поверхневий. Об'ємне гасіння здійснюється у замкнутих приміщеннях.

Вихід снігоподібного CO₂ з балона при температурі навколишнього середовища 20°C становить не менше 28% (з кілограма рідкого CO₂ може утворитися 280 г снігу та близько 500 л газу). Діоксид вуглецю не гасить тліючі матеріали, бо не має змочувальної здатності.

Практично всі вогнегасні речовини характеризуються комплексною дією на процес горіння. Наприклад, вода може охолоджувати, ізолювати та розбавляти речовини, що горять; піна ізолює й охолоджує; газові засоби пожежогасіння одночасно діють як інгібітори й розбавляють горючі речовини; порошки гальмують хімічні реакції й ізолюють зону горіння в разі утворення стійкої порошкової хмари. Однак припинення горіння досягається одним із застосовуваних способів, тоді як інші тільки сприяють цьому. Це визначається співвідношенням властивостей вогнегасної речовини та матеріалу, що горить.

Для кожної вогнегасної речовини існує домінуюча властивість. Для води - це охолодження, для піни - ізоляція осередку горіння, для порошку - гальмування реакції горіння, для діоксиду вуглецю - розбавлення газової та конденсованої фаз (твердої, рідкої) неоднорідної фізико-хімічної системи негорючим газом

Вибір вогнегасної речовини залежить від характеру пожежі й визначається:

- властивостями та агрегатним станом речовин, що горять;
- параметрами пожежі (площею горіння, інтенсивністю горіння, температурою тощо);

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- видом пожежі (в закритих приміщеннях та будівлях, на відкритому просторі);

- умовами тепло- й газообміну на пожежі;

- наявністю та кількістю вогнегасних засобів;

- вогнегасною здатністю щодо гасіння речовин і матеріалів;

- ефективністю способу гасіння пожежі.

Визначаючи способи пожежогасіння, розраховують на досягнення максимального ефекту за мінімальних витрат вогнегасних речовин.

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

При виконанні даного проекту було здійснено розробку конструкції «Бортовий тахометр на PIC16C84». Проведено вибір елементної бази на основі сучасних і поширених радіоелементів.

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 мінімальних розмірів 113×83мм 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 досить складна, але конструкція корпусу виробу є нескладною. Для зменшення маси і спрощення технології виготовлення корпусу матеріалом для нього є пластмаса. Оскільки конструкція проста пристрій виготовляється методом лиття під тиском. Органом управління в даному пристрої служать перемикачі.. Органами індикації служать сімнадцять світлодіодів для наочного регулювання.

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 проекту 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.

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Схема цифровий тахометр [електронний ресурс] – Режим доступу <https://radiolub./page/zhurnal-radio-2014-7> (дата звернення 4.01.2026).
2. Конденсатор керамічний b37979 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/b41828a6225m007> (дата звернення 15.01.2026).
3. Конденсатор типу b41828 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.tme.eu//details/b37979-g5102/kondensatory-keramicheskie-tht-50v/> (дата звернення 15.01.2026).
4. Резистор MFP [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.tme.eu//details/mfp-25brd52-47k/rezistory-metallizirovannye-tht-0-4vt/yageo/> (дата звернення 15.01.2026).
5. Світлодіод L-1503GT "Betlux" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/kx-26-32-768-khz-kvarczevyj-rezonator_2404.html (дата звернення 15.01.2026).
6. Діод 1N4147 "Diotec" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://car-led.org/ua/p31490203-chervonij-semisegmentnij-led.html> (дата звернення 15.01.2026).
7. Перемикач PSM7-1-0 "Wealth Metal Factory" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/cls7-ts6601-13.0-180> (дата звернення 15.01.2026).
8. Транзистор BC107A [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://hardelectronics./diod-1n4148.html> (дата звернення 15.01.2026).
9. Мікросхема CD4013AN [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://electronoff.ua/good/tranzistor-bc556b-pnp-65v-0-1a-korpus-to-92.php> (дата звернення 15.01.2026).
10. Мікросхема CD4030AN [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/irl640> (дата звернення 15.01.2026).

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Мікросхема KIA7805API-U / PF "ST Microelectronics" електронний ресурс]– Режим доступу:URL :https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/leg12_62137.html (дата звернення 1.01.2026).
12. Мікросхема PIC16C840-04I/SL "Microchip" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://eandc./catalog/detail.php?ID=3809>(дата звернення 1.01.2026).
13. Мікросхема SN74141 "Texas Instruments" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://www.tme.eu//details/mfp-25brd52-47k/rezistory-metallizirovannye-tht-0-4vt/yageo/>(дата звернення 15.01.2026).
14. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Основи конструювання та технології виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2016
15. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Технологія виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2017
16. Програма для розрахунку надійності РЕА [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/mod/resource/view.php?id=60057>(дата звернення 4.02.2023).
17. Васишин О.З. Методичні вказівки до виконання практичної роботи "Конструктивний розрахунок друкованого монтажу" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2018
18. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Конструювання РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2018
19. Васишин О.З., Штогрин П.І. Методичні вказівки "Розробка 3D-моделей типових корпусів РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2017

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

20. Васишин О.З. Методичні вказівки до виконання комплексного курсового проекту для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2020

21. Васишин О.З. Методичні вказівки до виконання графічної частини комплексного курсового проекту для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2020

22. Програма для розробки схем "Altium Designer" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/course/view.php?id=819>

23. Штогрин П.І. Навчальний посібник "Altium Designer 10 для початківців" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2017

24. Штогрин П.І. Методичні вказівки "Розробка 3D-моделей радіоелементів" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2017

25. 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.

26. 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.

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

28. Сайт спільноти розробників проектів на ARDUINO .URL: https://projecthub.arduino.cc/?_gl=1*4147w4*_ga*OTkyMzgzOTAwLjE3MTYwNTM3MjY.*_ga_NEXN8H46L5*MTcxNjkyMjQ0S4yLjEuMTcxNjkyMjUzOS4wLjAuMTUxNjM0NjA3MQ.*_fplc*OUZZTmxzbGU4MkNZbiUyRkNCTHJmazAwbjdrNWNDZTc5QUV6OFRlb3A2ck5RNzhvOVY3JTJGYXhRcDNlWHAzWWxZWl

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

JTVXkySndINXl4bUpNZCUyQkNiN29jajJqckF2c0tRMGlhdVU3SVhYRTY4ZDdRb016bCUyRjBhZ1QwY0Z1M3hubEElM0QlM0Q(дата звернення 28.05.2024).

29. Магпо В. І., Рябчій В. Д., Гусєв 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.

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

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

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

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Додаток А Друкована плата

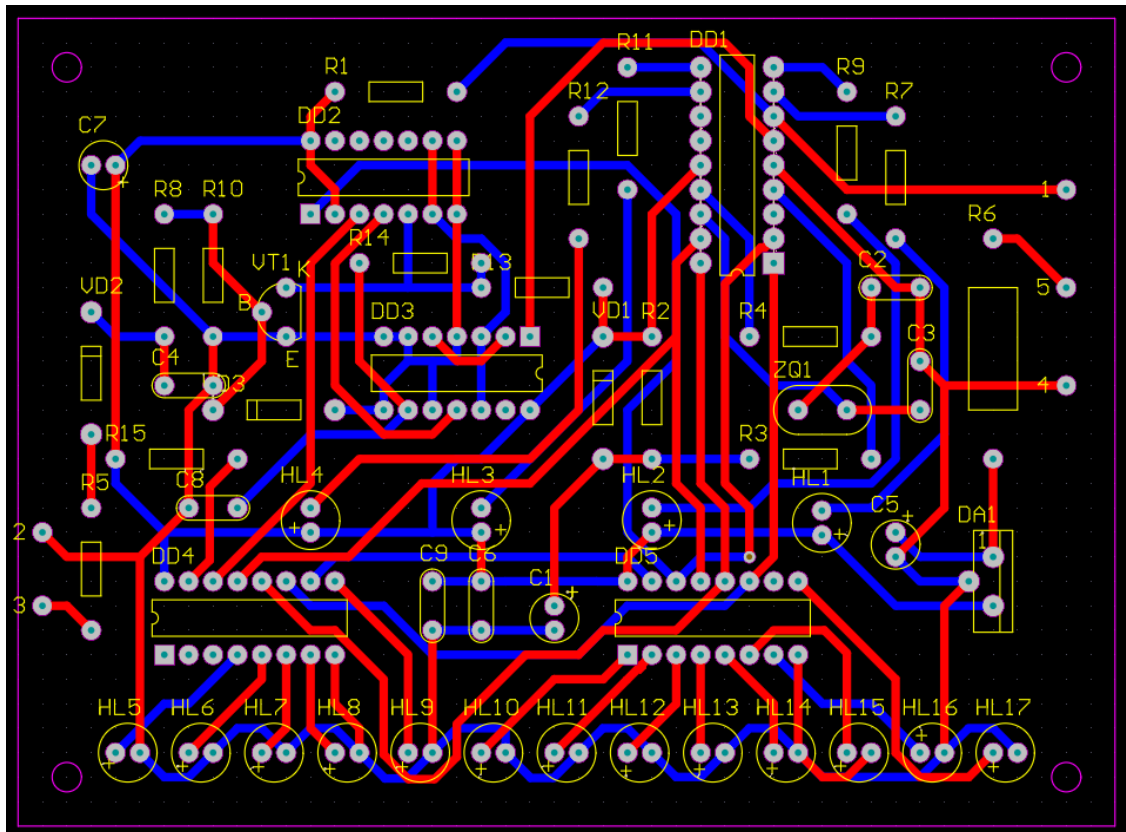


Рисунок А.1 – Друкована плата

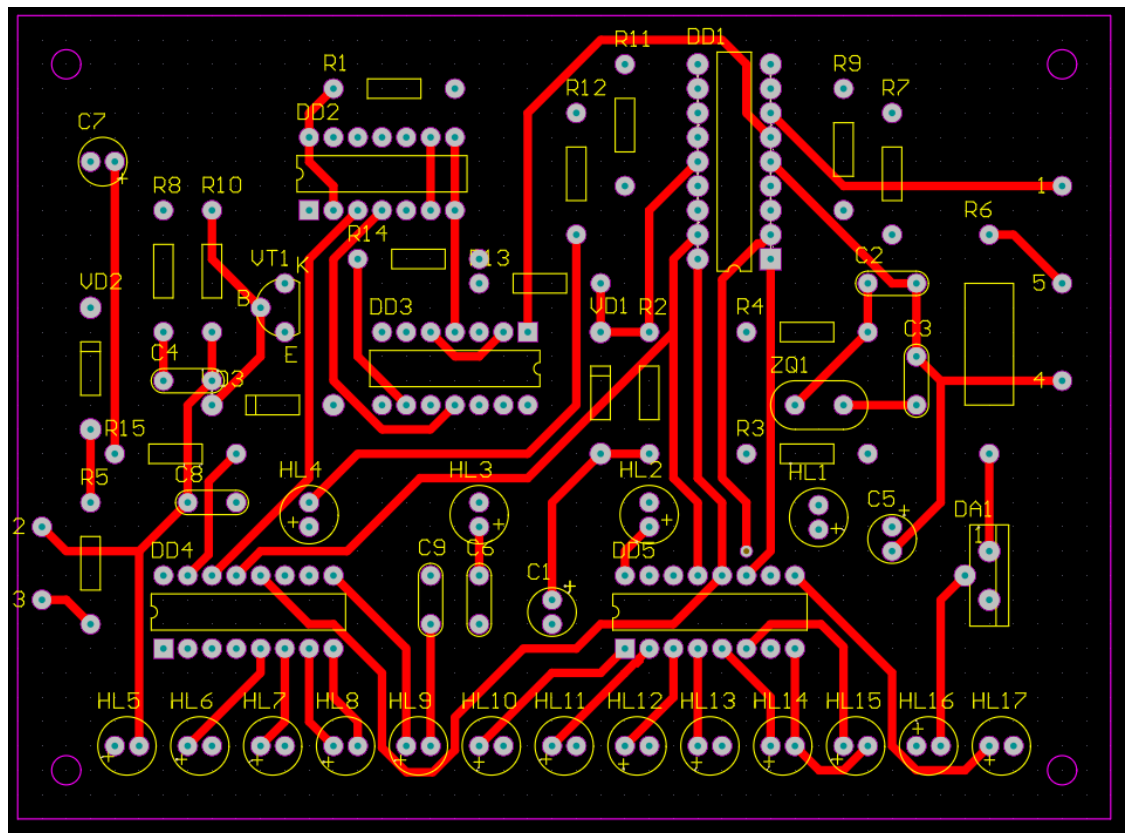


Рисунок А.2 – Друкована плата, шар Тор

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ

Арк.

1

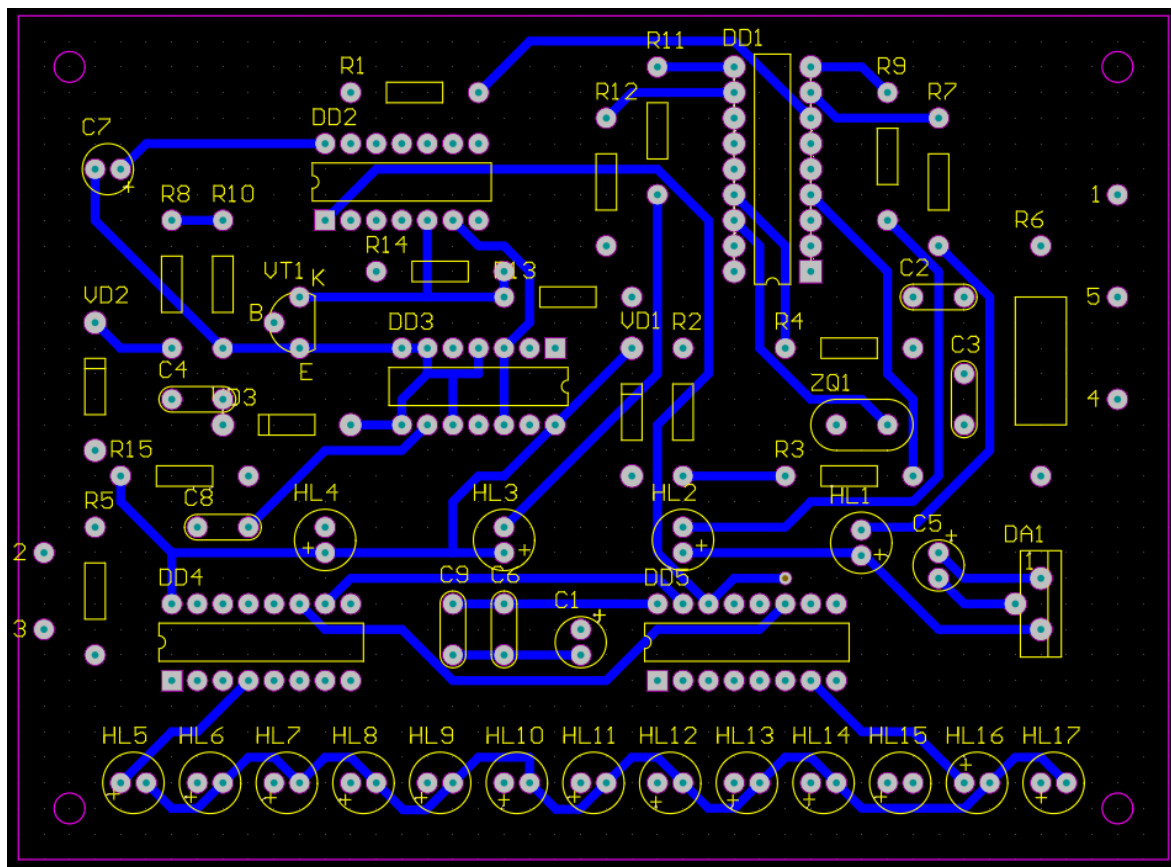


Рисунок А.3 – Друкована плата, шар Botton

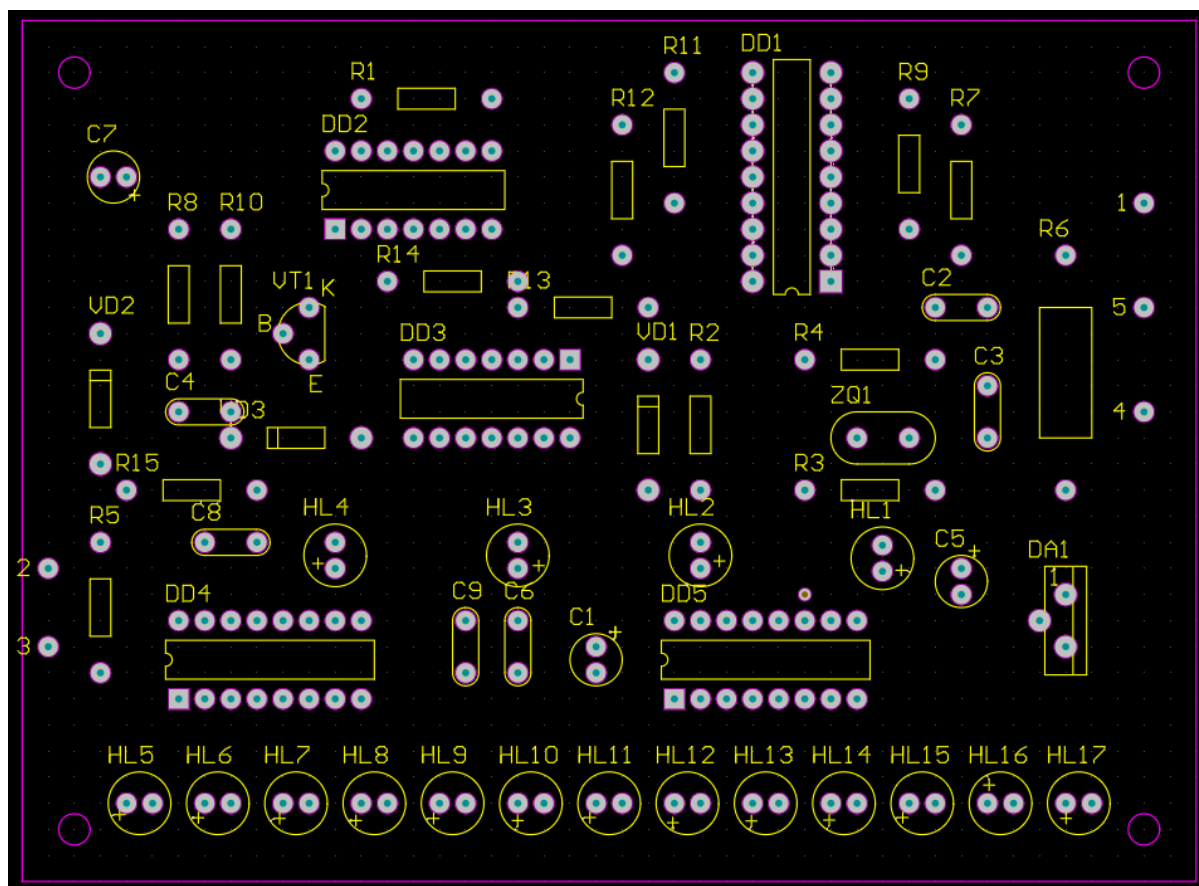


Рисунок А.4 – Друкована плата, шар Overlay

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ

Арк.

2

Додаток Б 3D модель пристрою

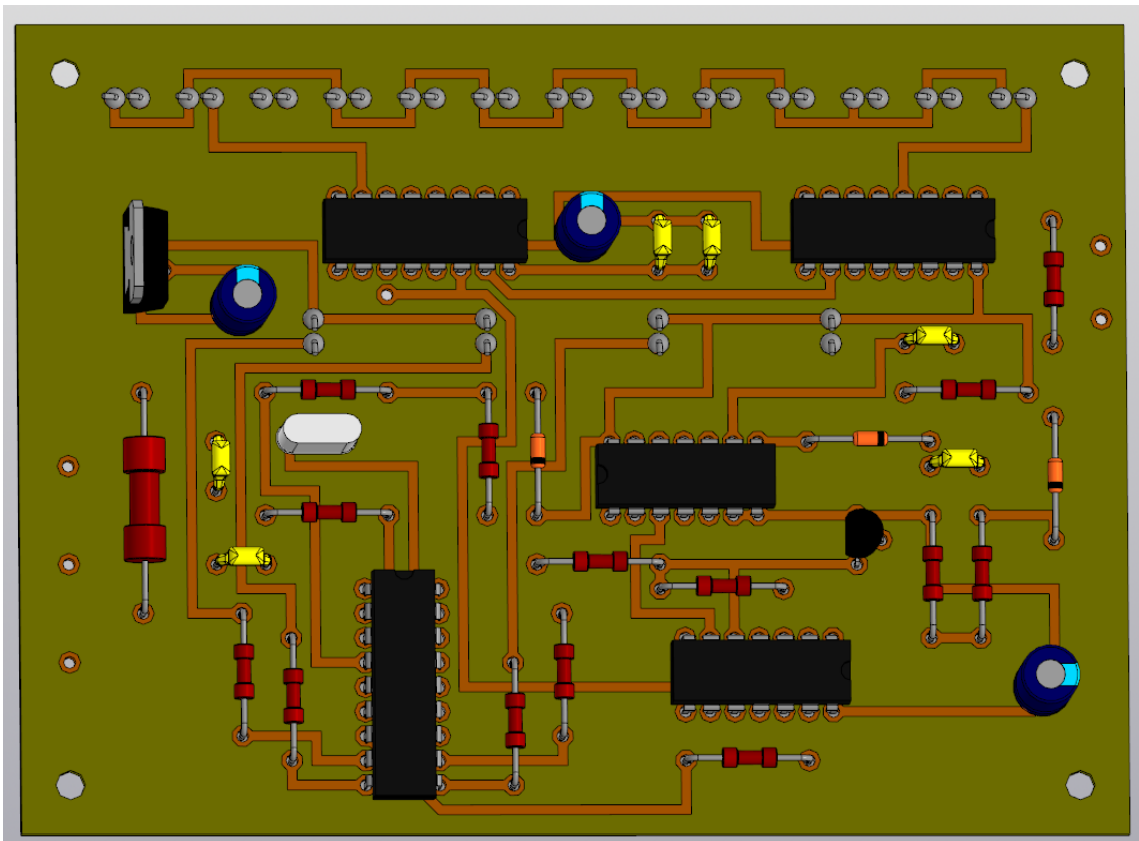


Рисунок Б.1 – 3D модель пристрою, вузол друкуваний

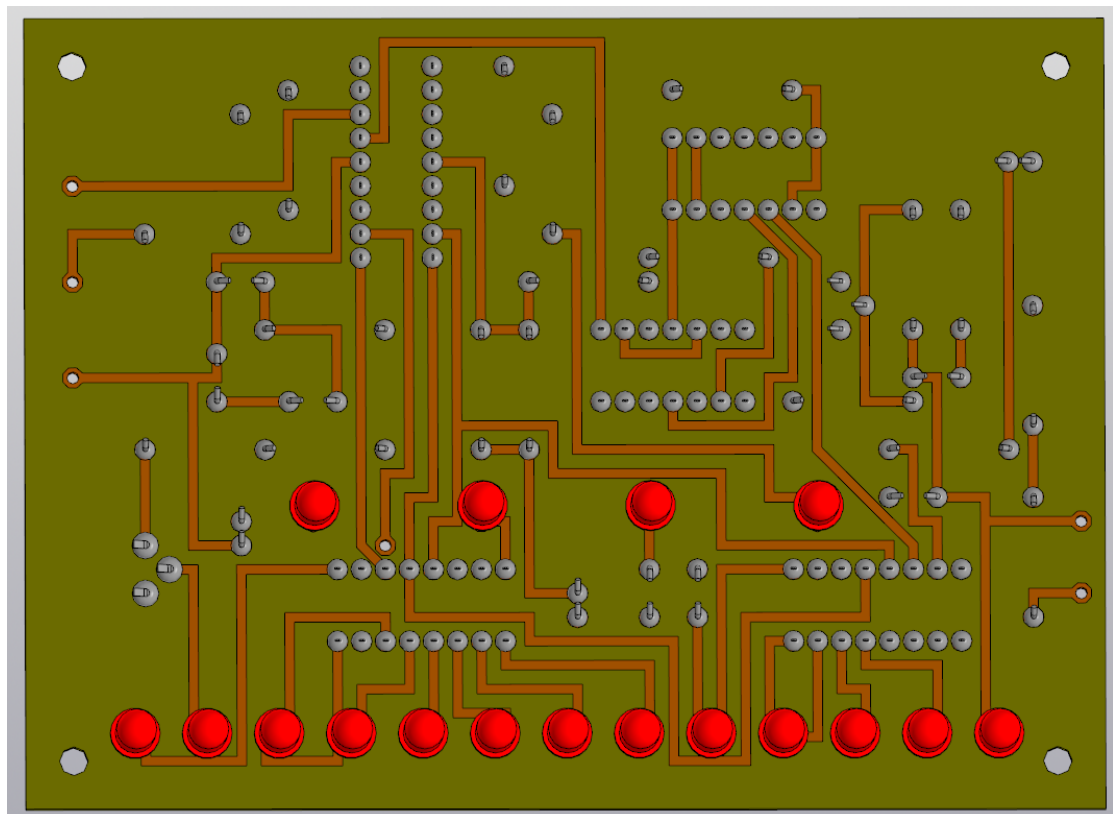


Рисунок Б.2 – 3D модель пристрою, вузол друкуваний знизу

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ

Арк.

3

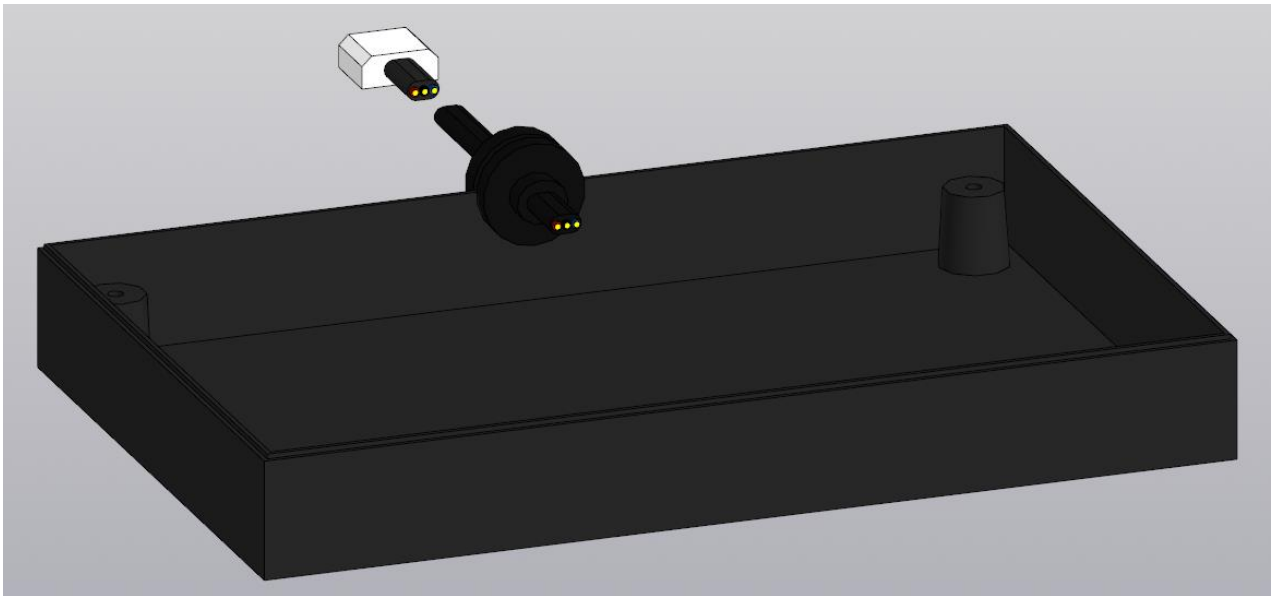


Рисунок Б.3— 3D модель пристрою, нижня кришка

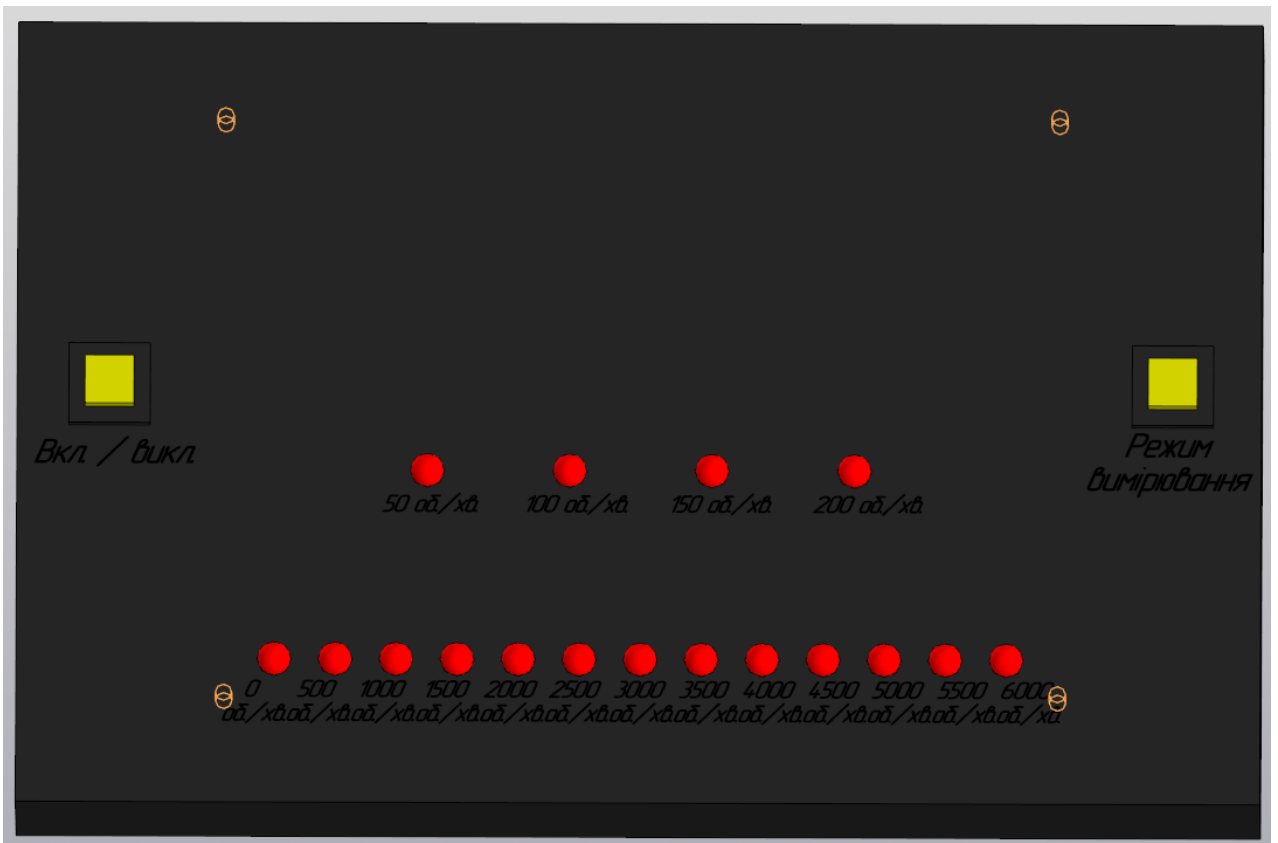


Рисунок Б.4 – 3D модель пристрою, верхня кришка

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

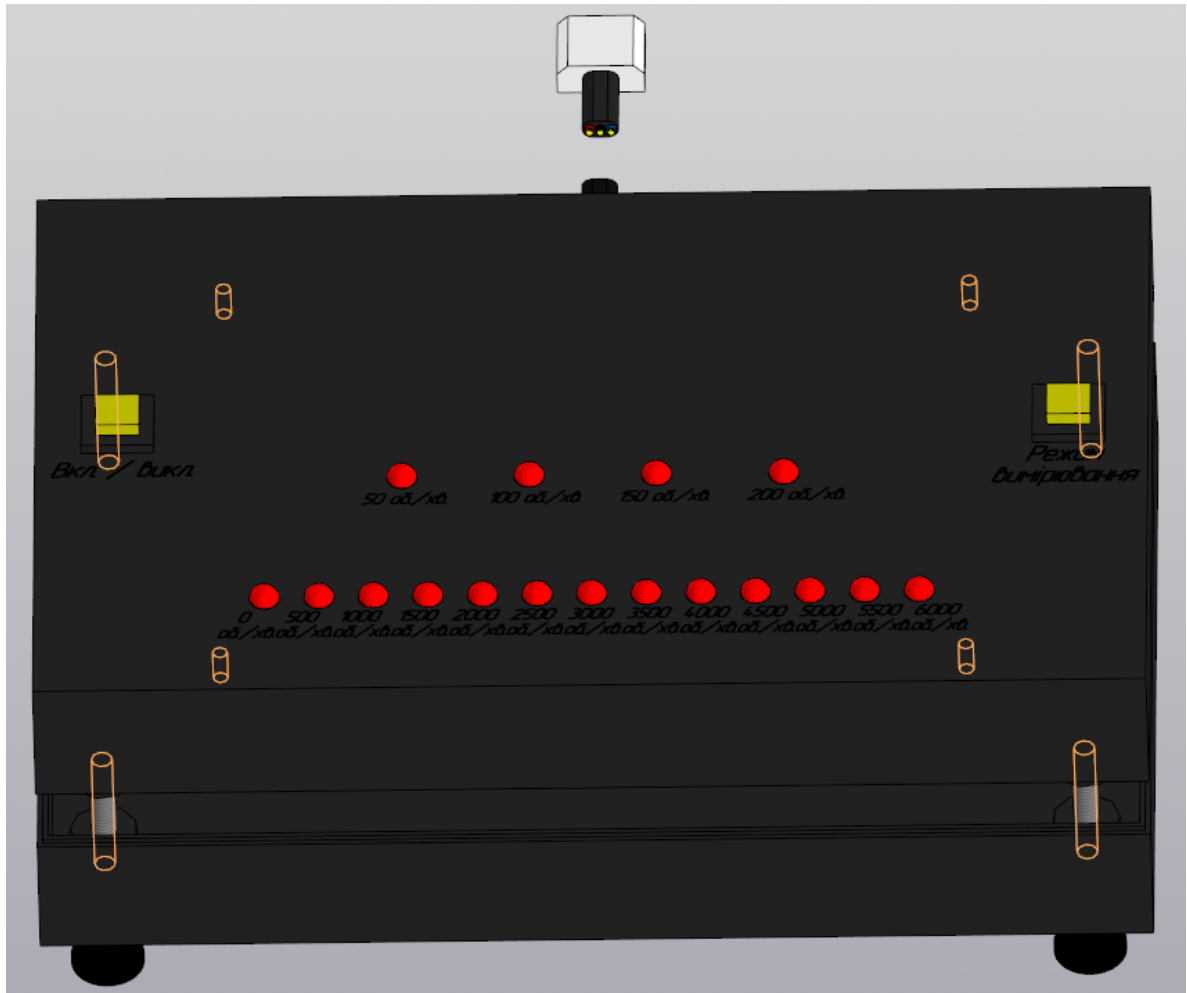


Рисунок Б.5 – 3D модель пристрою, загальний вигляд збоку

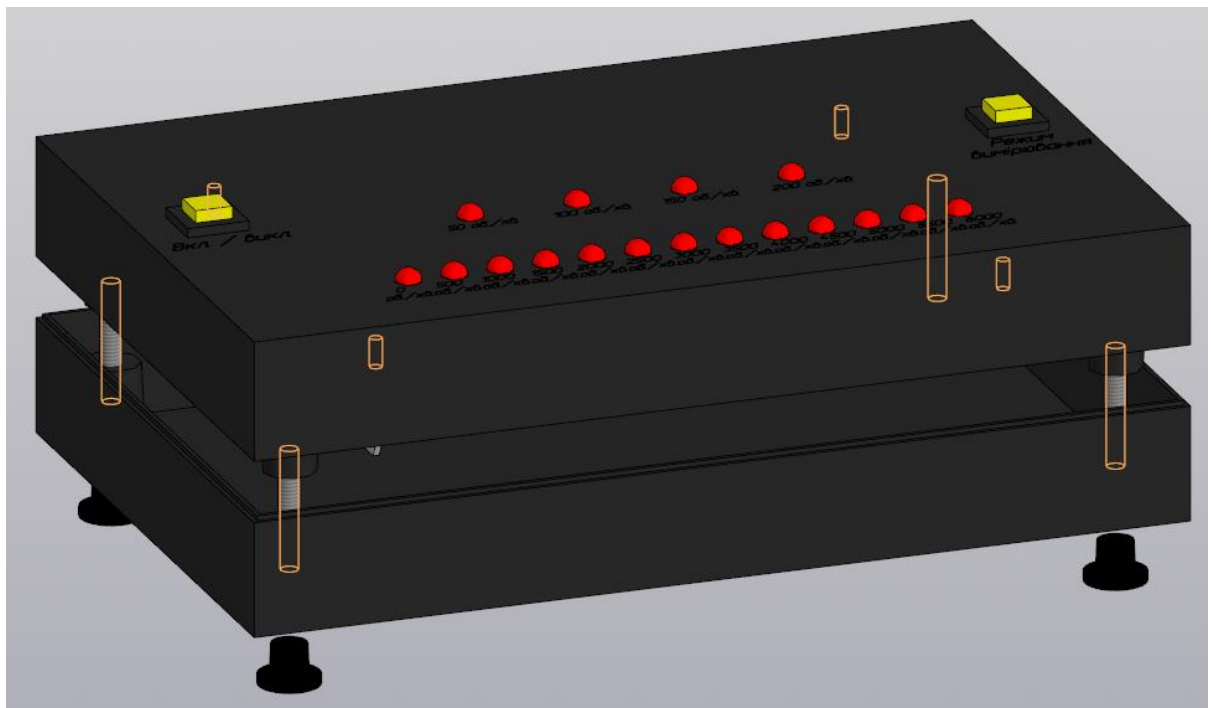


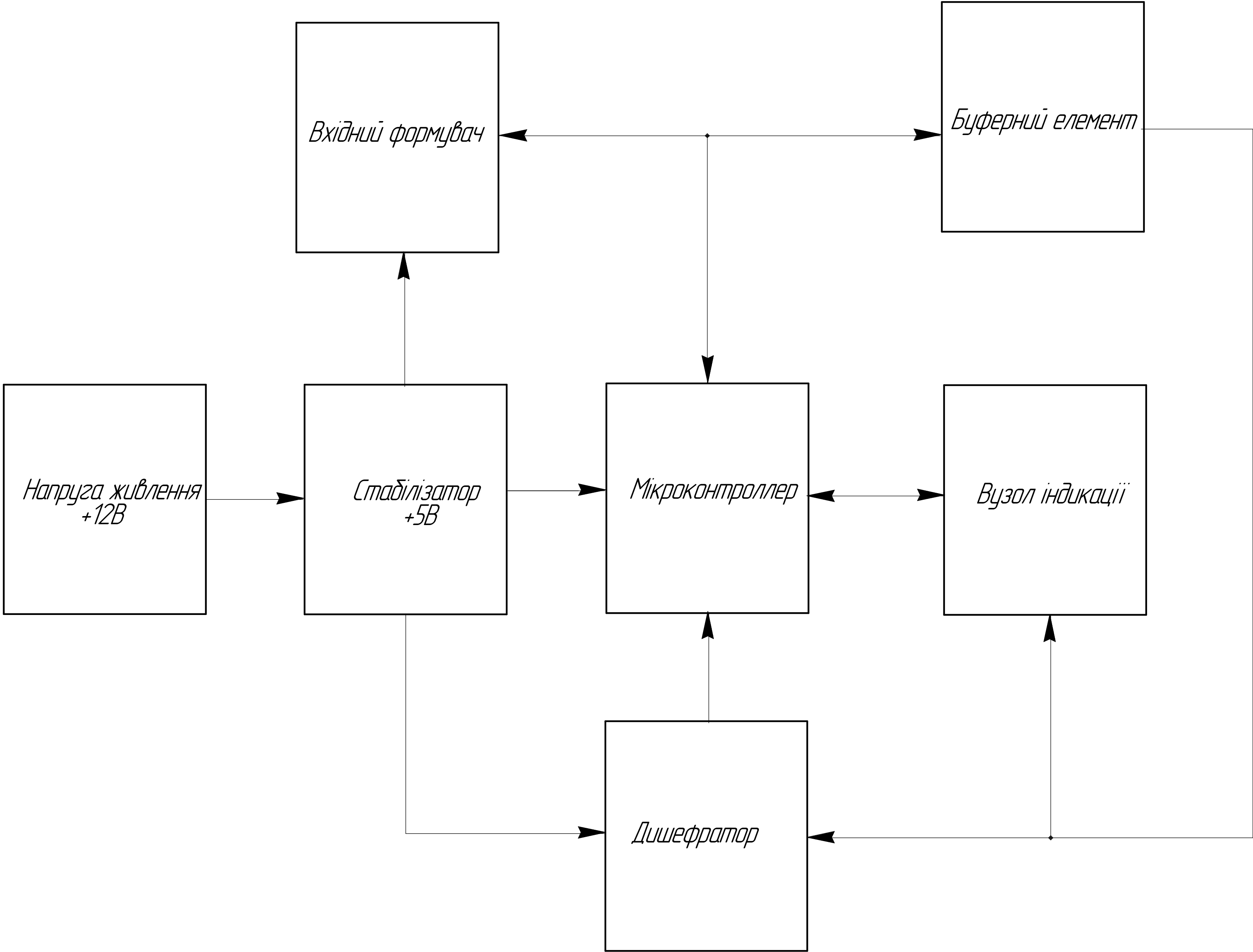
Рисунок Б.6 – 3D модель пристрою, загальний вигляд

					26 КР 172.402.013.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

Додат. №	Перш. викорис.

Інв. № арх.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Інв. № відп.	Підпис і дата

26 КР 172.402.013.001.000 Е1



						26 КР 172.402.013.001.000 Е1			
Зм.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата	Бортовий тахометр на РІС 16С84		Лист	Маса	Масштаб
Розроб.	Гузьо						- Н -	-	-
Перевір.	Іващук				Електрична структурна схема		Арх.ш.		Арх.ш. 1
Т.контр.							ВСП ТФК ТНТУ ІР-402		
Рецензент							м. Тернопіль		
Н.контр.	Задорожний						Формат А2		
Затверд.					Копіював				

Перш. викорис.		Поз. познач.	Найменування			Кіл.	Примітка		
			Конденсатори						
		C1	b41828-10 B-10 мкФ ±10% "Epcos"			1			
		C2, C3	b37979-15 нФ ±5% "Epcos"			2			
		C4	b37979-33 нФ ±5% "Epcos"			1			
		C5	b41828-25 B-100 мкФ ±10% "Epcos"			1			
		C6	b37979-2,2 мкФ ±5% "Epcos"			1			
		C7	b41828-10 B-20 мкФ ±10% "Epcos"			1			
		C8	b37979-10 нФ ±5% "Epcos"			1			
		C9	b37979-100 нФ ±5% "Epcos"			1			
			Мікросхеми						
		DA1	KIA7805API-U/PF "KEC"			1			
		DD1	PIC16C840-04I/SL "Microchip"			1			
		DD2	CD4030AN "Texas Instruments"			1			
		DD3	CD4013AN "Texas Instruments"			1			
		DD4, DD5	SN74141 "Texas Instruments"			2			
		HL 1...HL 17	Світлодіод L-1503GT "Kingbright"			17			
			Резистори						
		R1	MFP-0,125-82 кОм ±10% "Yageo"			1			
		R2	MFP-0,125-15 кОм ±10% "Yageo"			1			
		R3	MFP-0,125-360 Ом ±10% "Yageo"			1			
		R4	MFP-0,125-150 Ом ±10% "Yageo"			1			
		R5	MFP-0,125-1,2 кОм ±10% "Yageo"			1			
		26 КР 172.402.013.001.000 ПЕЗ							
		Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
		Розроб.	Гузьо				Літ.	Аркуш	Аркушів
		Перевір.	Іващук				н	1	2
		Н.контр.	Задорожний				ВСП ТФК ТНТУ ТР-402		
		Затверд.					м. Тернопіль		
Інв. № ориг.		Бартовий тахометр на PIC16C84							
		Перелік елементів							

Інв. № друк.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Інв. № друк.	Підпис і дата

$$\frac{Apk.}{2}$$

26 КР 172.402.013.001.000 ЕЗ

Перш вкорист.

Додат. №

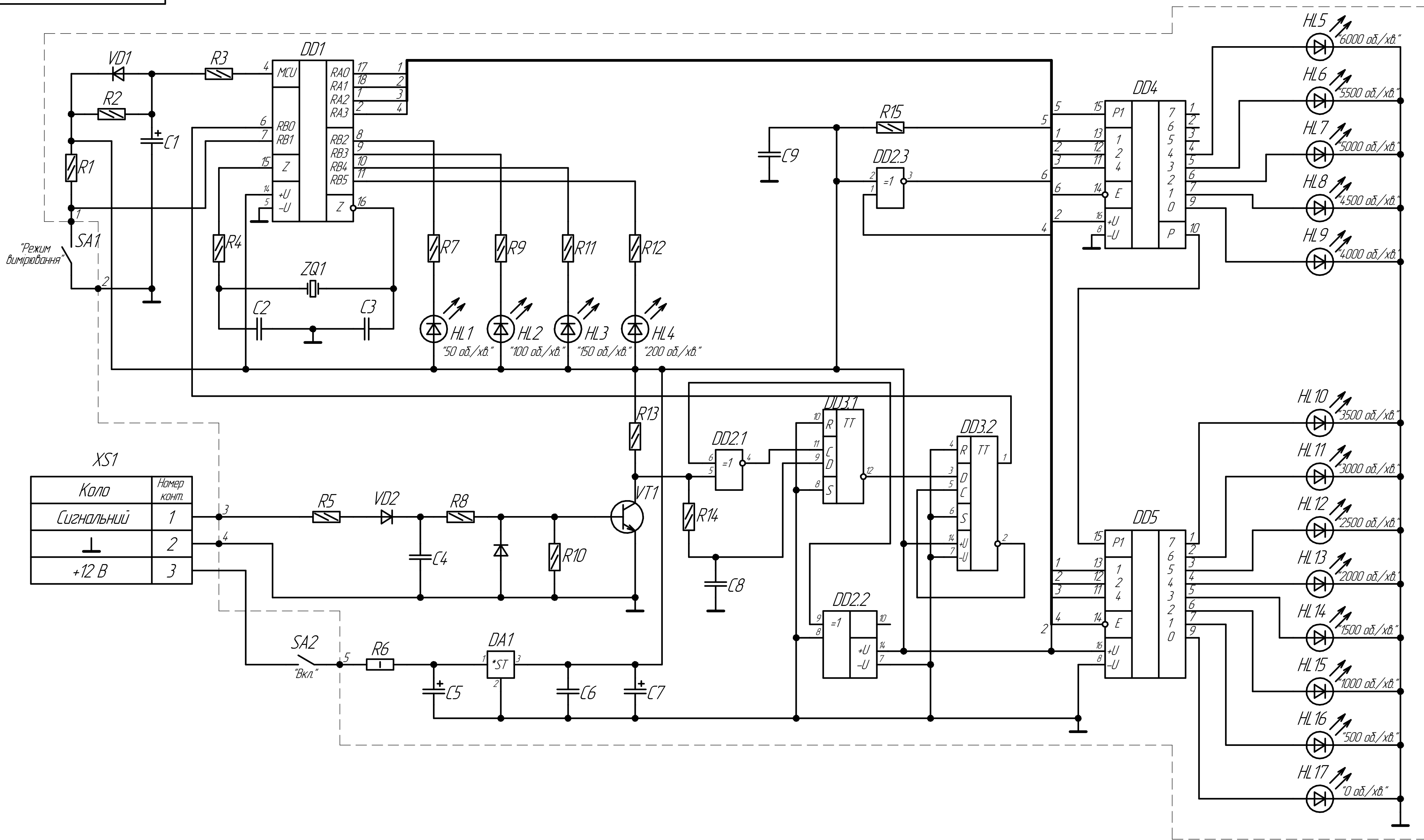
Підпис і дата

Інв. № змін.

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.



Коло	Номер конт.
Сигнальний	1
⏏	2
+12 В	3

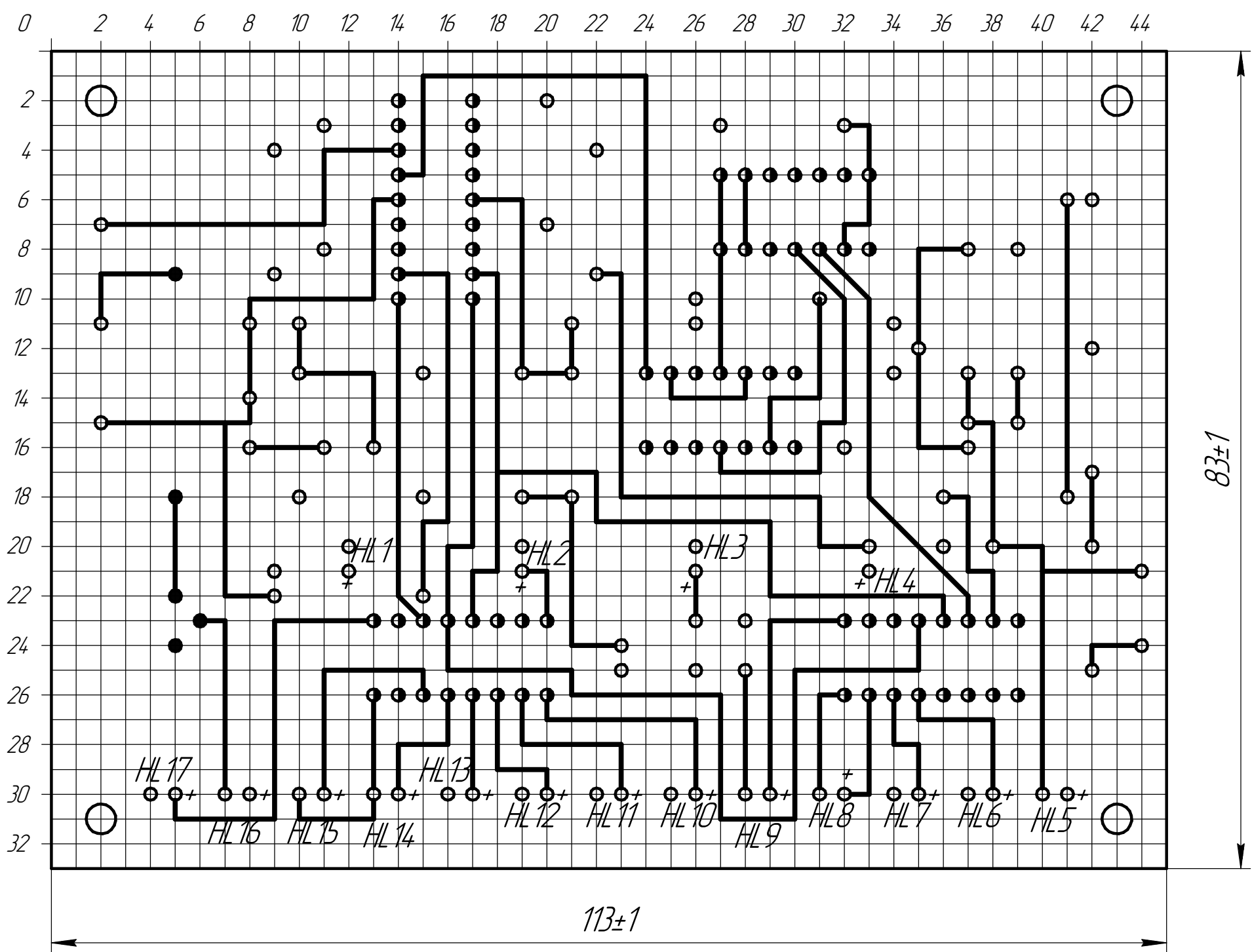
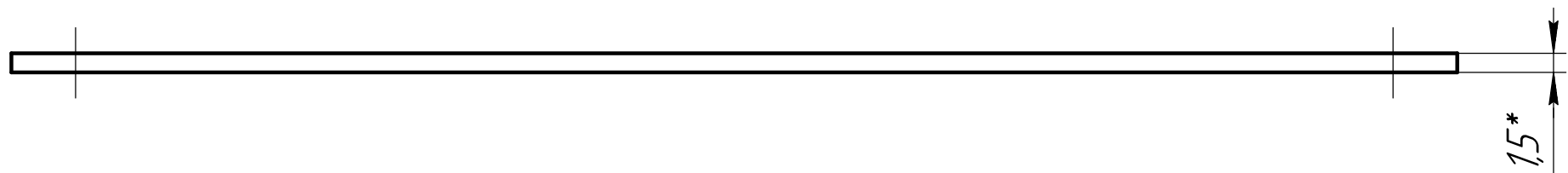
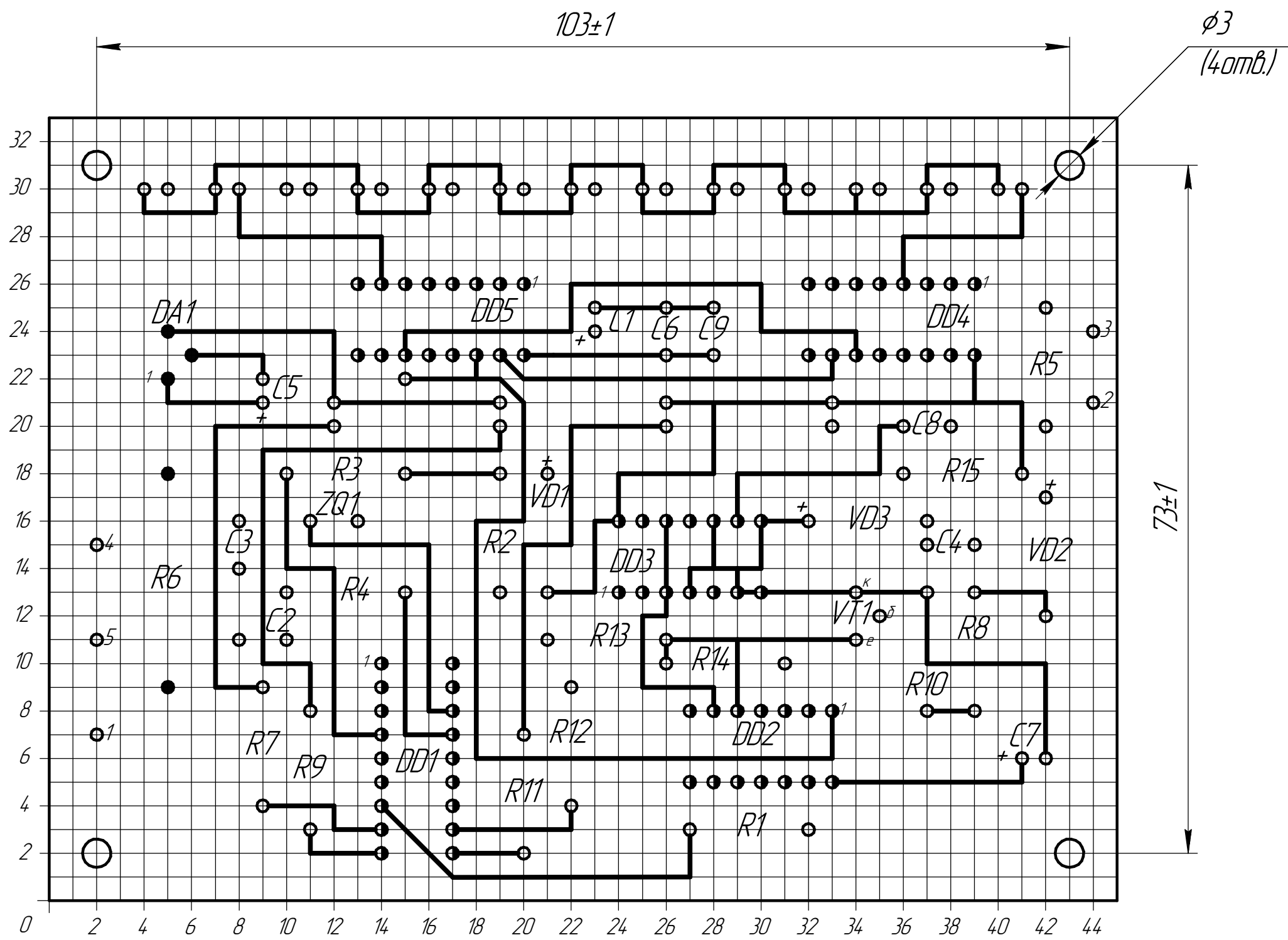
					26 КР 172.402.013.001.000 ЕЗ		
					Бортовий тахометр на PIC16C84		
					Схема електрична принципова		
Зм.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата	Лит.	Маса	Масштаб
Разроб.	Гузьо				Н	-	-
Перевір.	Іващук				Аркцш	Аркцш	1
І.контр.					ВСП ТФК ТНТУ ТР-402		
Н.контр.	Задорожний				м. Тернопіль		
Затверд.					Формат А2		

Копіював

Формат А2

Таблиця отворів

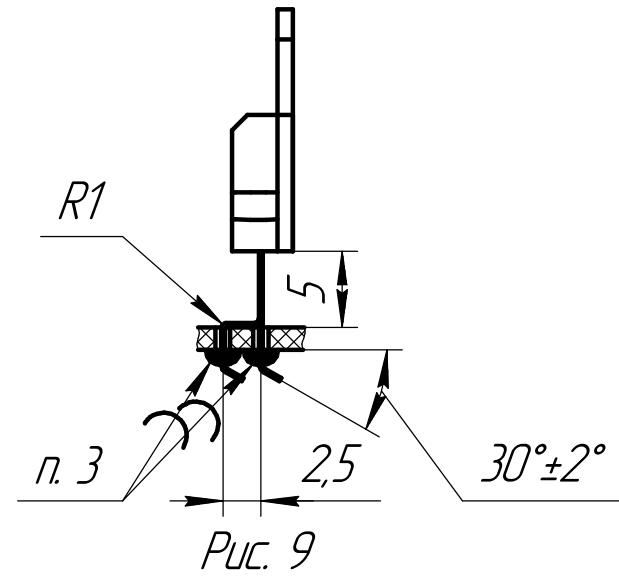
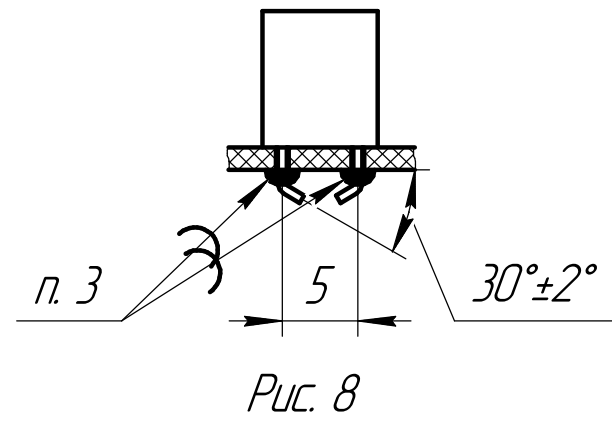
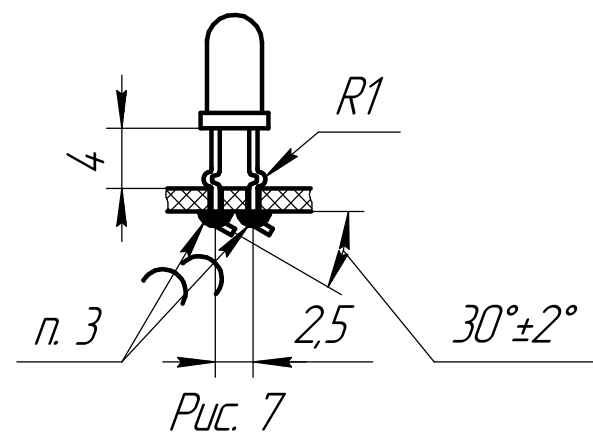
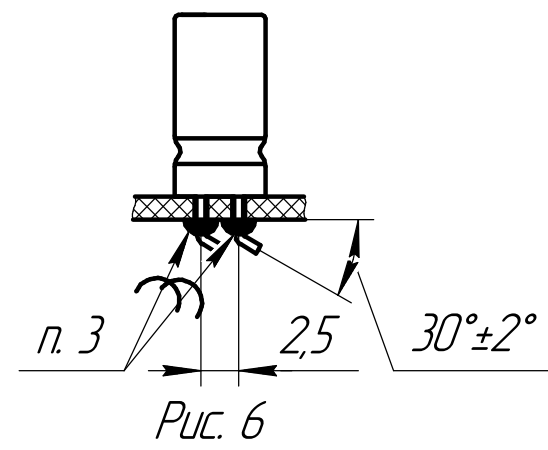
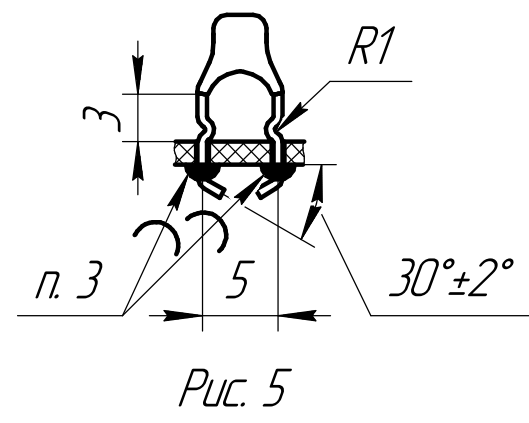
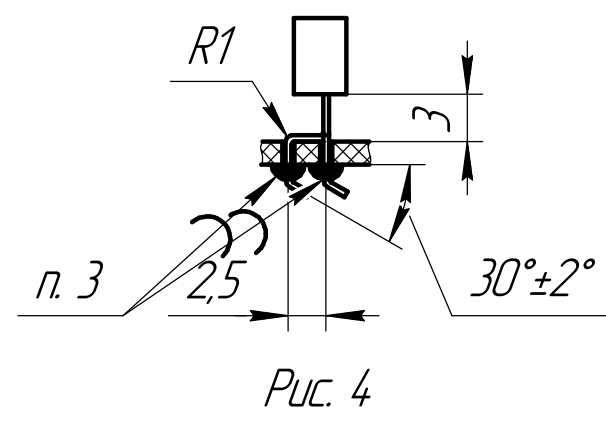
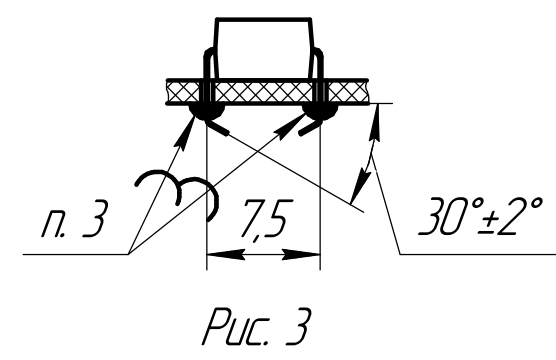
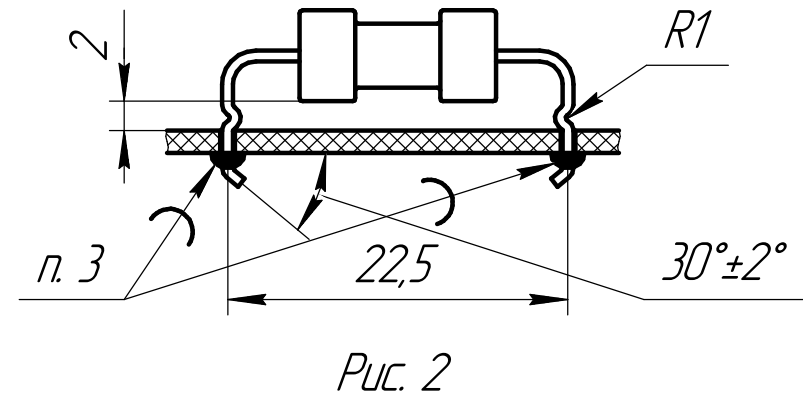
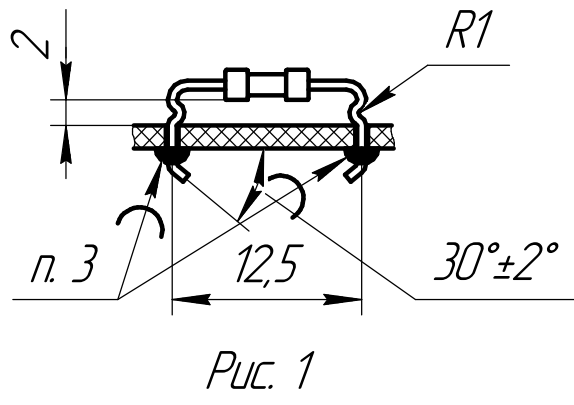
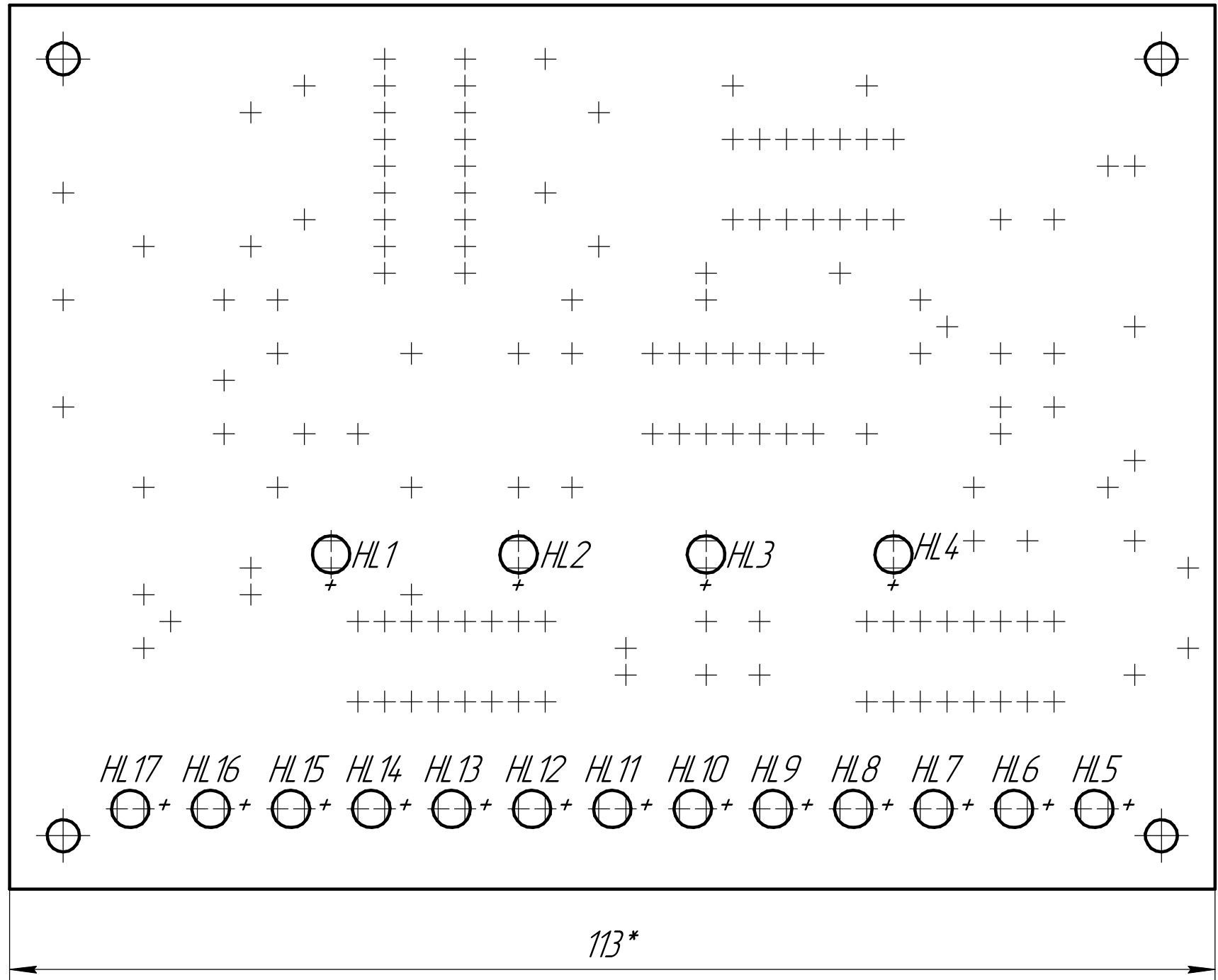
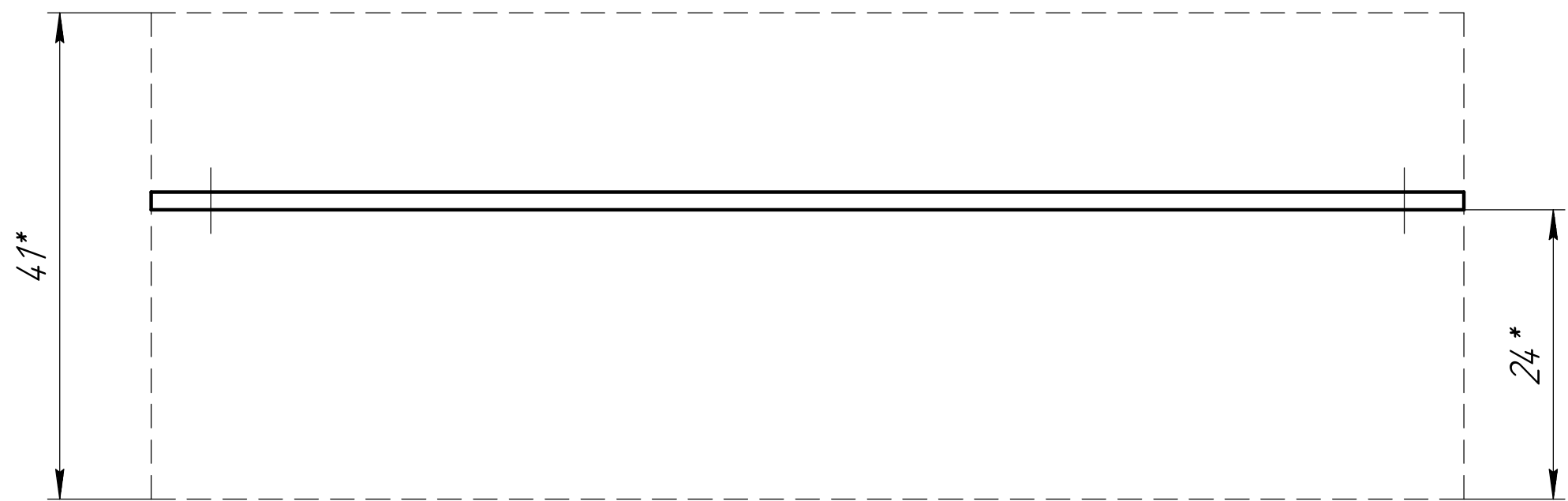
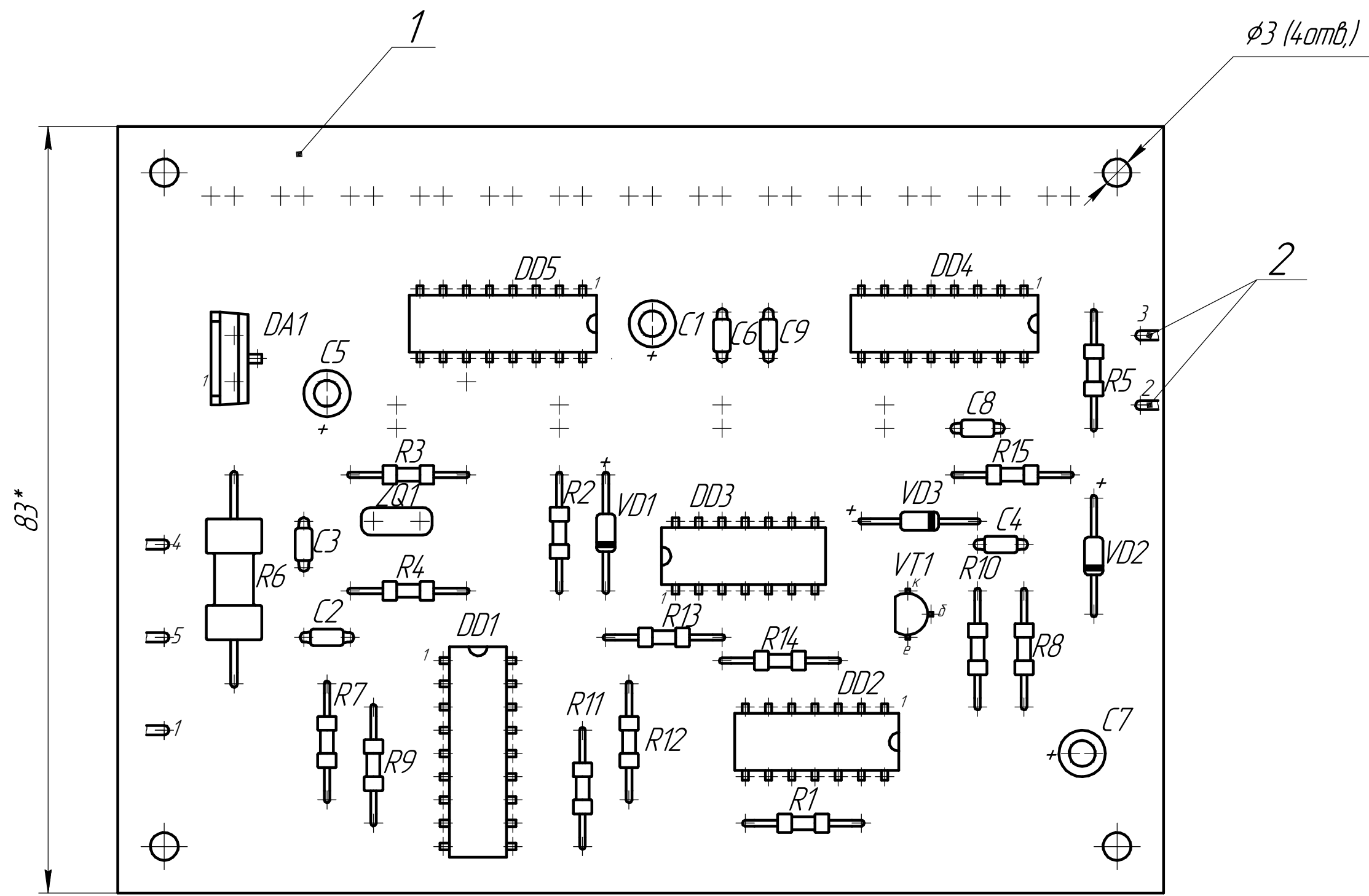
Умовне позначення отворів	Діаметри отворів	Наявність металізації в отворах	Діаметри монтажних площадок	Кількість отворів	Примітка
⊕	0,7	ε	1,1	78	
⊕	0,9	ε	1,3	96	
⬤	1,1	ε	1,5	5	



- Плата повинна відповідати ГОСТ 23752-79.
- *Розмір для довідок.
- Клас точності 4 по ГОСТ 23751-86.
- Крок координатної сітки 2,5 мм.
- Плату виготовити комбінованим методом.
- Параметри отворів дивись в таблиці.
- Мінімальна ширина провідників не менше 1 мм.
- Мінімальна відстань між провідниками не менше 1 мм.
- Контактні площадки покрити сплавом "Розе" ТУ 6-09-4065-75, решту поверхні зі сторони провідного шару покрити компаундом на основі ЕД-22 ГОСТ 19587-76.
- Плату маркувати фарбою ТНПФ-01 діля ТУ 29-02-889-88 шрифтом 2,5 Пр 41 ГОСТ 26.020-80.
- Інші вимоги по ОСТ 4.0.005.051.

					26 КР 172.402.013.001.001					
Зм	Арх	№ док	Підпис	Дата	Плата друкована			Лист	Маса	Масштаб
								н	0,03	2:1
Розроб	Учасьо							Аркши 1		
Перевір	Івашук							ВСП ТФК ТНТУ ТР-402		
І.контр					СФ2-35-15КП ГОСТ 10316-78			м. Тернопіль		
Н.контр	Задорожний									
Затверд										

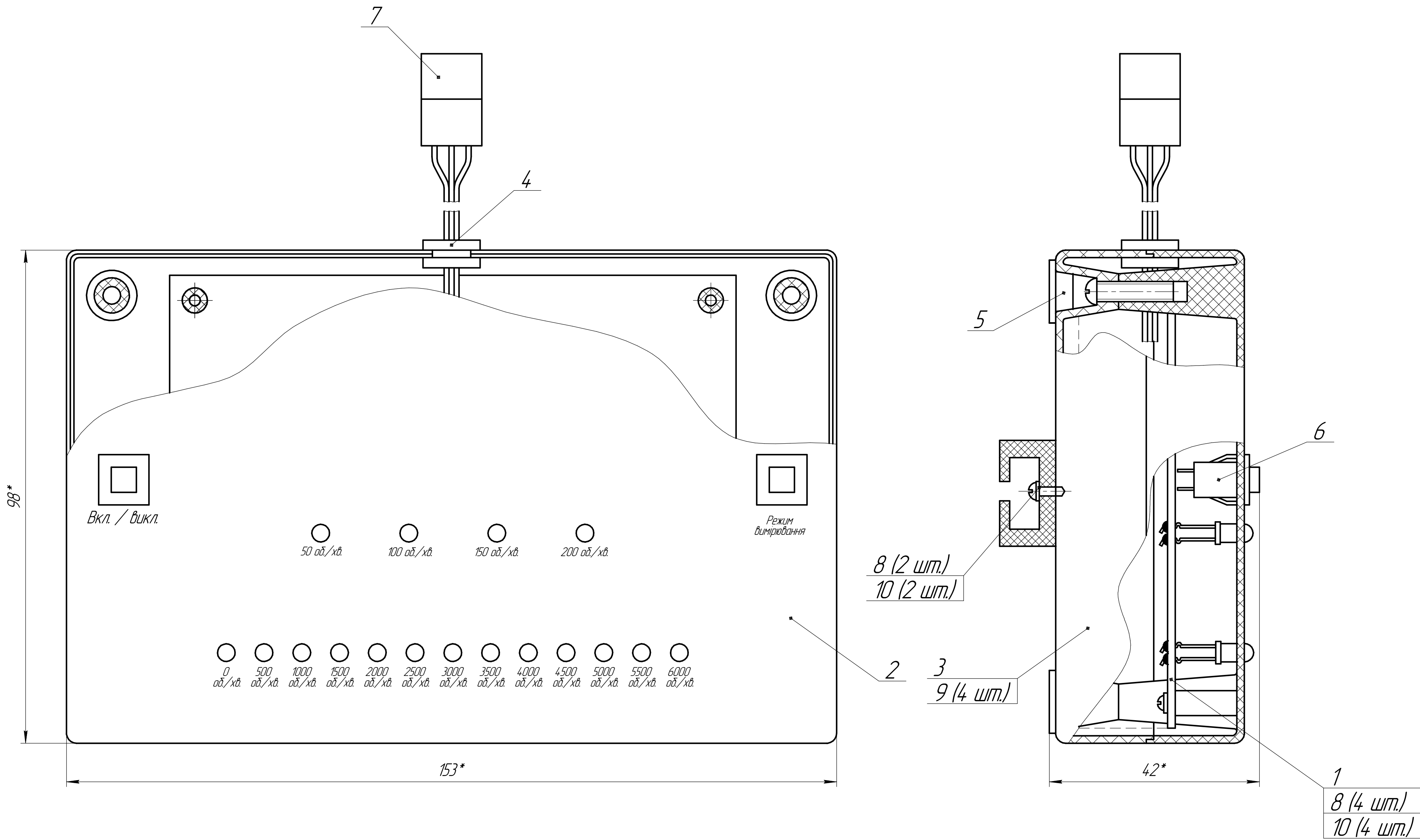
Перш. викорис.	Довід. №	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.			
						Документація					
		A4			26 КР 172.402.013.000.000 ПЕЗ	Перелік елементів.					
		A2			26 КР 172.402.013.000.000 ЕЗ	Схема електрична принципова					
		A1			26 КР 172.402.013.001.000 СК	Вузол друкований					
						Деталі					
Підпис і дата	Інв. № добул.	Зам. інв. №	Підпис і дата	A1	1	26 КР 172.402.013.001.001	Плата друкована	1			
				БК	2	26 КР 172.402.013.001.002	Перемичка	5			
								Інші вироби			
								Конденсатори			
					4		b37979-15 нФ ±5% "Epcos"	2	С2, С3		
					5		b37979-10 нФ ±5% "Epcos"	1	С8		
					6		b37979-33 нФ ±5% "Epcos"	1	С4		
Підпис і дата	Інв. № добул.	Зам. інв. №	Підпис і дата		7		b37979-100 нФ ±5% "Epcos"	1	С9		
					8		b37979-2,2 мкФ ±5% "Epcos"	1	С6		
					9		b41828-10 В-10 мкФ ±10% "Epcos"	1	С1		
					10		b41828-10 В-20 мкФ ±10% "Epcos"	1	С7		
					11		b41828-25 В-100 мкФ ±10% "Epcos"	1	С5		
								Мікросхеми			
					13		CD4013AN "Texas Instruments"	1	DD3		
					14		CD4030AN "Texas Instruments"	1	DD2		
				Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Підпис і дата	Інв. № добул.	Зона	Поз.	26 КР 172.402.013.001.000
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис								Дата
Розрод.	Гузьо										
Перевір.	Іващук										
Н.контр.	Задорожний										
Затверд.											
Вузол друкований							Літ.	Аркуш	Аркушів		
							Н	1	2		
							ВСП ТФК ТНТУ ТР-402				
							м. Тернопіль				



- *Разміри для довідок.
- Установку і формування елементів провадити з кроком координатної сітки 2,5 мм. Елементи формувати (установка і формування елементів на рисунках показані в масштабі 2:1): R1..R5, R7..R15, VD1..VD3-на рис. 1, R6-на рис. 2; DD1..DD5-на рис. 3; VT1-на рис. 4; C2..C4, C6, C8, C9-на рис. 5; C1, C5, C7-на рис. 6; HL1..HL17-на рис. 7; ZD1-на рис.8; DA1-на рис.9.
- Паяти припоєм ПОС61 ГОСТ 21931-76.
- Заводський номер, позначення елементів маркувати фарбою ЧМ, чорна БМ, діл. ТУ029-02-859-78. Шрифт 2,5 по НО, ОГО, ОО7. Місця розміщення маркування показані умовно.
- Лакувати лаком АКА-113.
- Позначення елементів показано умовно.
- Друковані провідники умовно не показані.
- Інші вимоги по ОСТ4ГО.070.015.

					26 КР 172.402.013.001.000.СК				
					Вузол друкований		Лист	Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			н	0,06	2:1
Розроб.	Г.зубо				Складальне креслення		Архив	Архив	1
Перевір.	Іващук								
Т.контр.					ВСП ТФК ТНТУ ТР-402				
Н.контр.	Задорожній				м. Тернопіль				
Затверд.									

Перш. викорис.	Довід. №	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.	
						Документація			
		A4			26 КР 172.402.013.001.000 ПЕЗ	Перелік елементів			
		A2			26 КР 172.402.013.001.000 ЕЗ	Схема електрична принципова	1		
		A1			26 КР 172.402.013.004.000 СК	Складальне креслення	1		
						Складальні одиниці			
Підпис і дата	Інв. № добул.	A1	1	26 КР 172.402.013.003.000 СК	Вузол друкований	1			
						Деталі			
		БК	2	26 КР 172.402.013.004.001	Верхня кришка	1			
		БК	3	26 КР 172.402.013.004.002	Нижня кришка	1			
		БК	4	26 КР 172.402.013.004.003	Втулка	1			
		БК	5	26 КР 172.402.013.004.004	Заглушка	4			
						Інші вироби			
Зам. інв. №	Підпис і дата		6		Перемикач PSM7-1-0 "Wealth Metal Factory"	2	SA1, SA2		
			7		Роз'єм 0987-RZ-TC-04 "Marathon"	1	XS1		
						Стандартні вироби			
			8		Гвинт Г2,5-6gx5 ГОСТ 17473-80	6			
			9		Гвинт Г3,5-6gx30 ГОСТ 17473-80	4			
			10		Шайба 2,5 ГОСТ 10450-78	6			
Інв. № ориг.	Підпис і дата	26 КР 172.402.013.004.000							
		Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
		Розрод.	Гузьо				Літ.	Аркцш	Аркцшів
		Перевір.	Іващук				Н		1
		Н.контр.	Задорожний				ВСП ТФК ТНТУ ТР-402		
					м. Тернопіль				
					Формат А4				



1. * Розміри для довідок.
2. Електромонтаж здійснювати згідно з 26 КР 172.402.013.001000 ЕЗ припоєм ПОС-40 ГОСТ 21931-76.
3. Інші технічні вимоги по ОСТ.4.ГО.070.015.

26 КР 172.402.013.004.000 СК								
Бортівий тахометр на РС 16С84 Складальне креслення						Лист	Маса	Масштаб
						н	0,2	2:1
Зм. Арх.	№ док-м.	Підпис	Дата	Аркши 1				
Розроб.	Гузько			ВСП ТФК ТНТУ ТР-402				
Перевір.	Іващук			м. Тернопіль				
Т.контр.								
Н.контр.	Задорожний							
Затверд.								

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Дубл																			
Замість																			
Підпис																			
															Аркуш 4				
												26 КР 172.402.013.03.000			26 КР 172.402.013.03.118				
А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції				Позначення документу										
Б					Код, назва обладнання				СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ
к-м					Назва деталі, скл одиниці або матеріалу				Позначення. код						СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр
01		Пінцет РД265641																	
К 02	1	Плата друкована							26 КР	172.402.013.001.001					796	100	100		
03	4	Конденсатори			b37979-15 нФ ± 5%				"Epcos"						796	100	200		
04	5	Конденсатори			b37979-10 нФ ± 5%				"Epcos"						796	100	100		
05	6	Конденсатори			b37979-33нФ ± 5%				"Epcos"						796	100	100		
06	7	Конденсатори			b37979-100нФ ± 5%				"Epcos"						796	100	100		
07	8	Конденсатори			b37979-2,2мкФ ± 5%				"Epcos"						796	100	100		
08	9	Конденсатори			b4 1828-10 В-10 мкФ ± 10%				"Epcos"						796	100	100		
09	10	Конденсатори			b4 1828-10 В-20 мкФ ± 10%				"Epcos"						796	100	100		
10	11	Конденсатори			b4 1828-25 В-100 мкФ ± 10%				"Epcos"						796	100	100		
11	13	Мікросхема			CD4013A				"Texas Instruments"						796	100	100		
12	14	Мікросхема			CD4030A				"Texas Instruments"						796	100	100		
13	15	Мікросхема			KIA 7805API-U/PF				"KEC"						796	100	100		
14	16	Мікросхема			PIC16C840-04I/SL				"Microchip"						796	100	100		
15	17	Мікросхема			SN74 14 1				"Texas Instruments"						796	100	200		
16	21	Резистори			MFP-1-120м ± 10%				"Yageo"						796	100	100		
17	22	Резистори			MFP-0,125-1500м ± 10%				"Yageo"						796	100	100		
18	23	Резистори			MFP-0,125-2200м ± 10%				"Yageo"						796	100	400		

[illegible]

[illegible]

Дубл																
Замість																
Підпис																
														Аркуш 7		
												26 КР 172.402.013.03.000		26 КР 172.402.013.03.118		
А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції					Позначення документу						
Б	Код, назва обладнання					СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ
к-м	Назва деталі, скл одиниці або матеріалу					Позначення. код					СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр	
А 01	402		013	060	402013060 Лакування											0,005
Б 02		Установка для лакування РТ 640138														
003		Лакувати плату по ТТП 156324														
М 04		Лак		АК-113						ГОСТ 23832-79			120	100	0,93	
05																
А 06	402		013	065	4020013065 Технічний контроль											0,005
Б 07		Установка для регулювання РД 628413														
008		Перевірку провести по інструкції 26 КР 172.402.013.02 i2														
09																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																

[illegible]

Дубл.																																	
Замість																																	
Підпис																																	
											Аркушів 4		Аркуш 1																				
Розробив		Гузьо				ВСП ТФК ТНТУ		26 КР 172.402.013.03.00 СК					26 КР 172.402.013.00.018																				
Перевірів		Іващук																															
Нормував																																	
Затвердив																																	
Н. контр.		Задорожний																															
А		Цех		Діл		РМ		Опер		Код, назва операції		Позначення документу																					
Б										Код, назва обладнання		СМ.		Проф		Р		УТ		КР		КОВД		ОН		ОП		К ШТ		Т ПЗ		Т ШТ	
К-М										Назва деталі, скл. одиниці або матеріалу		Позначення, код				СПП		ОВ		ОН		КВ		ВНТР									
01										Охорона навколишнього середовища, згідно інструкції МВЯ790831																							
02																																	
03		402				013		005		40201301 Комплектування																		0,02					
04										Комплектування проводити згідно ТТО 644081 (23шт)																							
05																																	
06		402				013		010		40201302 Слюсарно-складальна																		0,026					
07										Пневмоверт РД 532964																							
08										Складання проводити по ТТП 231587																							
09										1. Кріпити друкований вузол до верхньої кришки поз.2 гвинтами поз.8(4шт) через шайбу поз.10(4шт) згідно карти ескізів																							
10										2. Кріпити розєм поз.7(XS1) через втулку поз.4(1шт) у місці з'єднання двох кришок згідно карти ескізів																							
11										3. Кріпити перемикач поз.6(SA1,SA2) до верхньої кришки поз.2 згідно карти ескізів																							
К 12		1								Друкований вузол		26 КР 172.402.013.003.000 СК								796		100		100									
13		2								Верхня кришка		26 КР 172.402.013.004.001								796		100		100									
14		3								Нижня кришка		26 КР 172.402.013.004.002								796		100		100									

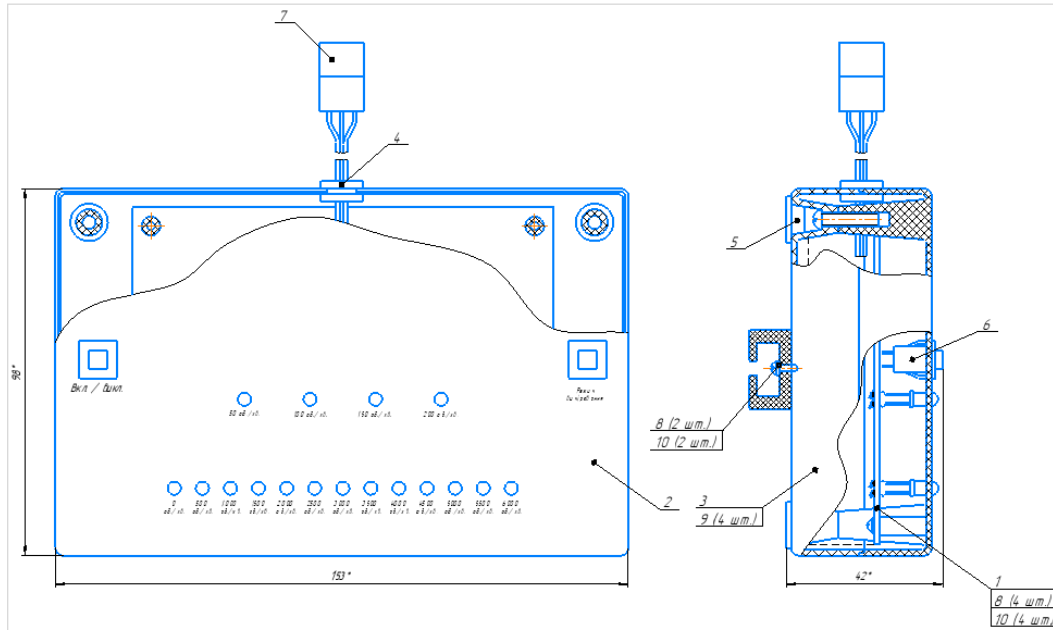
Дубл															
Замість															
Підпис															
														Аркуш 2	
												26 КР 172.402.013.03.00 СК		26 КР 172.402.013.00.018	
А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції				Позначення документа						
Б	Код, назва обладнання				СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ
к-м	Назва деталі, скл одиниці або матеріалу				Позначення. код					СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр	
01	4	Втулка			26 КР 172.402.013.004.003						796	100	100		
02	6	Перемикач			PSM7-1-0				"Wealth Metal Factory"			796	100	200	
03	7	Роз'єми			0987-RZ-TC-04				"Marathon"			796	100	100	
04	8	Гвинт			Г2,5-6gx5				ГОСТ 17473-80			796	100	400	
05	10	Шайба			2,5				ГОСТ 10450-78			796	100	400	
06															
07	402		013	015	40201303 Електромонтаж										0,006
08		Електромонтаж здійснювати по ТТП 316530 (5шт)													
09		1. Паяти перемички до роз'єму поз.7(XS1) до перемикачів				поз.6(SA1,SA2) згідно карти ескізу.									
10		Пінцет РД 235641													
11		Електропаяльник РД 105278													
12		Припой ПОС-61				ГОСТ 2131-76						180	100	0,15	
13		Флюс АТН-120				ГОСТ 32142-82						180	100	0,15	
14		Спиртобензинова суміш				ГОСТ 443-76						180	100	0,15	
15															
16															
17															
18															

[illegible]

Дудл.									
Замість									
Підпис									

						Аркушів 4	Аркуш 4		
Розробив	Гузьо			ВСП ТФК ТНТУ	26 КР 172.402.013.03.00 СК		26 КР 172.402.013.00.018		
Перевірів	Іващук								
Нормував				Бортовий тахометр на РІС16С84			Н		
Затвердив									
Н. контр.	Задорожний								

А	Цех	Діл	РМ	Опер	Код, назва операції	Позначення документу										
Б	Код, назва обладнання					СМ.	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ
К-М	Назва деталі, скл. одиниці або матеріалу					Позначення, код					СПП	ОВ	ОН	КВ	ВНТР	



1 * Розміри для деталей
2 Електроніка згідно з 2026КК1724.02.013.00.00
3 Нормативні дані по ГОСТ 4700.700.85

Техніко – економічні показники дортового тахометра на PIC16C84

	Технічні показники			Економічні показники	
1	Напруга живлення вхідна	+12В	1	Річний обсяг виробництва	1600шт.
2	Струм споживання	0,1А	2	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	91650 грн
3	Габаритні розміри	153*98 *42 мм	3	Чистий прибуток	532317,76 грн
4	Маса	0,3кг	4	Повна собівартість на виріб	1266,05 грн
5	Допустима вологість повітря	80%	5	Ціна одиниці виробу	1671,78 грн.
6	Діапазон робочих температур	-10°C ..+30°C	6	Рентабельність виробу	26,29%
7			7	Термін окупності	0,19р
8			8	Індекс продуктивності	5,28