

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 цифрового таймера, для автоматичного
управління освітленням

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)

Палій Антон Олегович

(прізвище та ініціали)

Керівник Федечко В. М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(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**

Палій Антон Олегович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи

Розробка конструкції цифрового таймера, для автоматичного управління освітленням

керівник кваліфікаційної роботи Федечко Віталій Мар'янович _____,
(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

Допустима вологість 93%

Розміри друкованої плати 85x80

Габаритні розміри 110x126x60 мм

Вихід навантаження 3 канали

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 конструювання виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покриттів

- 2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції.
- 2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази
- 2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів
- 2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу
- 2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу (розрахунок площі радіатора при необхідності)
- 2.1.7 Розрахунок надійності проектного виробу
- 2.1.8 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності.
- 2.2 Технологічна частина
 - 2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу. Вибір типу технології
 - 2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції. Вибір інструментів, пристосувань, оснастки
 - 2.2.3 Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів
 - 2.2.4 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 Інструктажі з охорони праці.
 - 4.2 Види виробничого освітлення.
- 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)

Палій А. О.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

(підпис)

Федечко В. М.

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.	16
2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази	18
2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів	30
2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу	33
2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу (розрахунок площі радіатора при необхідності).....	36
2.1.7 Розрахунок надійності проектного пристрою.....	37
2.1.8 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності.....	39
2.2 Технологічна частина.....	40
2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу. Вибір типу технології.....	40
2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції.	41

					26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Палій			Розробка конструкції цифровий таймер, для автоматичного управління освітленням Пояснювальна записка	Лім.	Арк.
Перевір.		Федечко					5
Рецензент						Аркуші	
Н. Контр.		Задорожний				ВСП ТФК ТНТУ ТР-402	
Затверд.						м. Тернопіль	

2.2.3 Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів	43
2.2.4 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла.....	44
2.2.5 Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу.....	47
РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	49
3.1 Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень	49
3.2 Розрахунок собівартості продукції.....	51
3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень.....	55
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	59
4.1 Інструктажі з охорони праці.....	59
4.2 Види виробничого освітлення	62
ВИСНОВКИ.....	66
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	67
ДОДАТКИ.....	

АНОТАЦІЯ

Палій А.О. Розробка конструкції цифровий таймер, для автоматичного управління освітленням.: 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 80*85 мм. Всі основні елементи розміщені на одній стороні плати, на іншій стороні плати індикатор HG1 та кнопки SB1-SB4.

Корпус виготовлений з пластмаси, яка має хороші характеристики, гарний зовнішній вигляд, та хорошу конструкцію, розміри 110×126×60мм. Корпус складається з верхньої та нижньої кришок корито-подібної форми, які скручуються разом гвинтами. До верхньої кришки кріпиться друкована плата приладу за допомогою чотирьох гвинтів та накладок під кнопку, також скло під дисплей.

У місці з'єднання двох кришок закріплюється роз'єм через втулку.

Корпус виготовлений з пластмаси чорного кольору методом лиття. Цей метод все частіше застосовується для виготовлення корпусів сучасних конструкцій.

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

Ключові слова: таймер, цифровий пристрій, автоматичний, управління освітленням .

					26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

Palii A.O. Design development of a digital timer for automatic lighting control.: qualification work for obtaining the educational and qualification level of a junior specialist, specialty 172 Telecommunications and Radio Engineering. Ternopil: VSP "TFK TNTU", 2026.

The elements on the board are located very compactly, and therefore the board dimensions are minimal 80*85 mm. All the main elements are located on one side of the board, on the other side of the board the HG1 indicator and SB1-SB4 buttons.

The case is made of plastic, which has good characteristics, a beautiful appearance, and a good design, dimensions 110×126×60mm. The case consists of upper and lower covers of a trough-shaped shape, which are screwed together with screws. The device's printed circuit board is attached to the upper cover with four screws and a button cover, as well as glass for the display.

At the junction of the two covers, a connector is fixed through a sleeve.

The housing is made of black plastic by molding. This method is increasingly used for the manufacture of housings of modern structures.

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

Keywords: timer, digital device, automatic, lighting control. Keywords: timer, digital device, automatic, lighting control.

					26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Проектований пристрій являє собою цифровий таймер, призначений для автоматизованого керування освітленням. Його основна функція полягає у забезпеченні програмованого вмикання та вимикання навантаження відповідно до заданого добового розкладу з урахуванням реального часу. Це дозволяє організувати стабільну та точну роботу освітлювальних систем без необхідності постійного втручання користувача.

Проектований пристрій являє собою цифровий таймер, призначений для автоматичного керування освітленням у задані проміжки часу. Основною функцією пристрою є вмикання та вимикання освітлювальних приладів відповідно до встановленого користувачем розкладу, що дозволяє оптимізувати споживання електроенергії та підвищити зручність експлуатації систем освітлення. Завдяки використанню цифрового керування забезпечується висока точність відліку часу, стабільність роботи та можливість гнучкого налаштування режимів функціонування. Таймер може працювати як у добовому, так і в циклічному режимі, що дозволяє реалізувати різні сценарії автоматизації освітлення залежно від потреб користувача.

Область застосування даного пристрою охоплює житлові приміщення, де він використовується для автоматичного керування внутрішнім та зовнішнім освітленням, а також господарські будівлі, прибудинкові території, гаражі та підсобні приміщення. Крім того, цифровий таймер може застосовуватися в офісних та виробничих приміщеннях для організації енергоефективного режиму освітлення, а також у системах безпеки для імітації присутності людей шляхом автоматичного вмикання світла у визначений час. Пристрій також доцільно використовувати у навчальних і лабораторних цілях для дослідження принципів автоматизації та програмного керування електричними навантаженнями. Завдяки простоті конструкції, надійності та зручності налаштування, цифровий таймер є універсальним засобом для підвищення ефективності та комфорту використання систем освітлення.

					26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Актуальність розробки обумовлена сучасними вимогами до енергоефективності та раціонального використання ресурсів. Автоматизація процесів керування освітленням дозволяє зменшити надлишкове споживання електроенергії, а застосування термостатичного контролю сприяє оптимізації витрат енергії на підтримання комфортних умов. У результаті впровадження такого пристрою досягається зниження експлуатаційних витрат, підвищення зручності користування електрообладнанням та загальна ефективність систем енергоспоживання [1].

					26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Розробка технічного завдання

Технічні характеристики приладу:

Напруга живлення В.....+12;

Допустима вологість, %.....93;

Розміри друкованої плати, мм 85x80;

Розміри корпусу, мм 110x126x60;

Вихід навантаження.....3 канали;

Режим роботи таймера, добовий з 00:00. до 23:59;

Точність програмованих таймерів від 1 хвилини. Загальною складністю для кожного каналу, від 1 хвилини до 24 годин;

Повне управління таймером за допомогою 4-х кнопок;

Відображення статусу каналів таймера на дисплей;

Функція загального скидання з призначеного для користувача меню;

Точність показань 0.1 ° С;

Регульований (настроюється) діапазон температури від + 20°С до + 30°С;

Регульований (настроюється) гистерезис від 0 до 9,9 ° С;

Містить в собі годинник, календар;

Точність установки, 1 сек.

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

Схема складається (див.рис.1.1) з таких блоків, як блок живлення +12В, стабілізатор напруги +5В, мікросхема годинника реального часу, мікроконтроллер, який виконує основні функції, блок управління, блок цифрової індикації, а також блок навантаження.

					26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

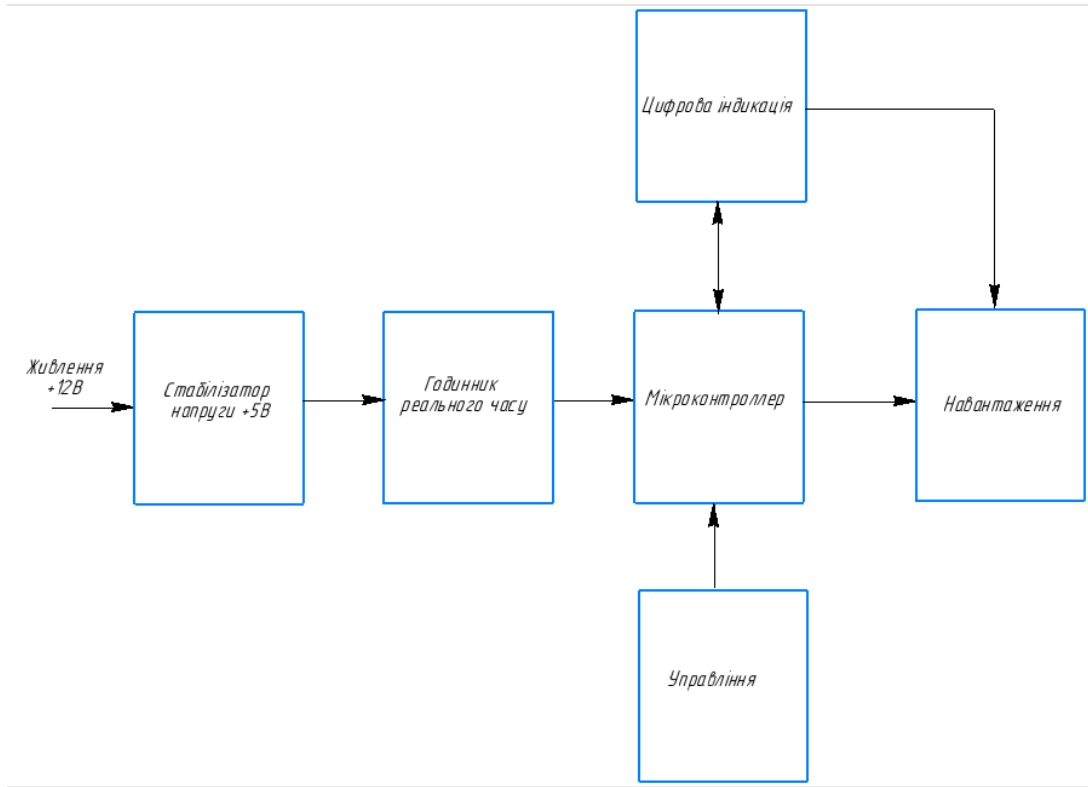


Рисунок 1.1-Схема електрична структурна

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

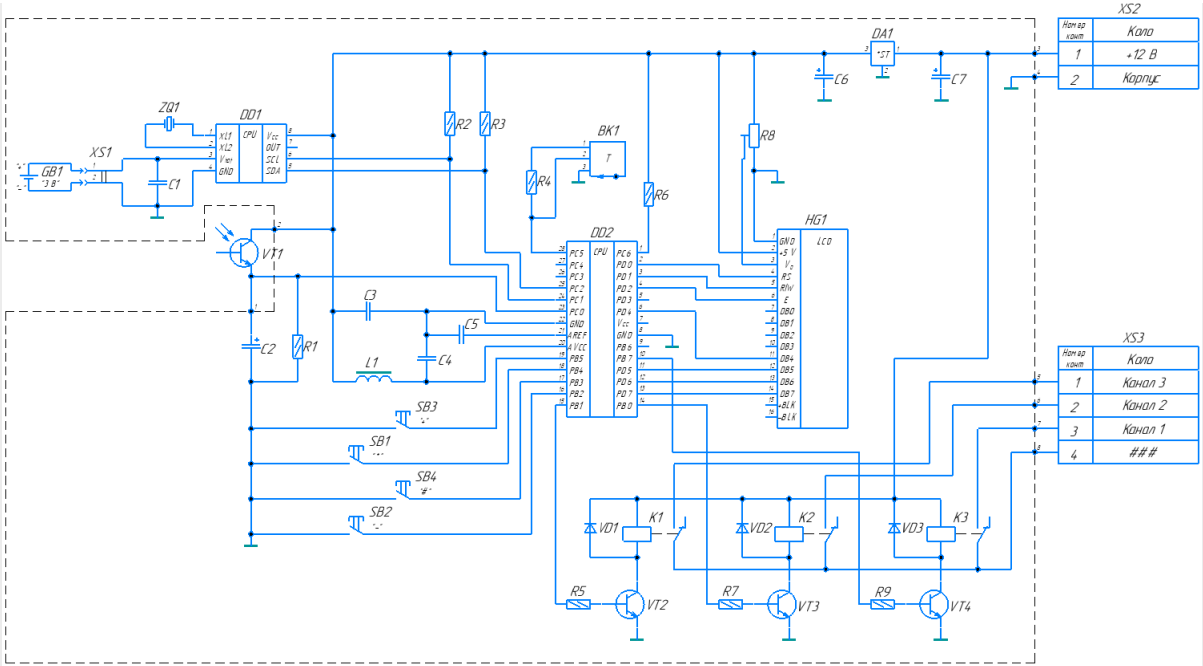


Рисунок 1.2- Схема електрична принципова

Цифровий пристрій являє собою мікропроцесорний програмований модуль, побудований на базі поширеного мікроконтролера ATmega8. Конструкція передбачає три незалежні виконавчі канали: два канали працюють у режимі таймера, а один — у режимі термостата. Для кожного таймерного каналу задаються власні часові інтервали, причому передбачено по три окремо налаштовувані періоди увімкнення та вимкнення виконавчих пристроїв. Робота таймера здійснюється в добовому режимі з 00:00 до 23:59 з точністю програмування від однієї хвилини, а загальна тривалість встановлених інтервалів для кожного каналу може становити від 1 хвилини до 24 годин.

Керування пристроєм здійснюється за допомогою чотирьох кнопок, а вся необхідна інформація та статус каналів відображаються на графічному рідкокристалічному дисплеї. Передбачено функцію повного скидання налаштувань через користувацьке меню. Пристрій підтримує роботу із зовнішнім датчиком, зокрема виносним фотодатчиком, причому канали можуть працювати як спільно з ним, так і незалежно. Є можливість прив'язки кожного каналу до сигналів зовнішнього датчика, що дозволяє реалізувати автоматичне керування освітленням за принципом «день–ніч»: вимкнення освітлення вдень і його увімкнення у сутінках або вночі відповідно до встановлених користувачем параметрів. Як зовнішній сенсор може використовуватися фоторезистор або фототранзистор, а вибір режиму роботи з датчиком здійснюється окремо для кожного каналу через меню.

Функція термостата реалізована на базі датчика температури DS18B20, який забезпечує вимірювання в діапазоні від -55°C до $+125^{\circ}\text{C}$ з точністю до $0,1^{\circ}\text{C}$. Користувач може встановлювати робочий температурний діапазон у межах від $+20^{\circ}\text{C}$ до $+30^{\circ}\text{C}$, а також налаштовувати гістерезис у межах від 0 до $9,9^{\circ}\text{C}$. Передбачено можливість керування навантаженням за сигналом зовнішнього датчика за принципом «увімкнено–вимкнено».

Для забезпечення точного відліку часу застосовується модуль годинника реального часу DS1307, який містить вбудований годинник і календар з

					26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

точністю встановлення до однієї секунди. Модуль має автономний резерв ходу до десяти років за відсутності зовнішнього живлення, а також підтримує програмну корекцію похибки часу.

Пристрій стійкий до перебоїв електроживлення і здатний керувати практично будь-яким типом навантаження, включаючи енергозберігаючі лампи, оскільки на виході використовуються реле, що працюють як звичайний механічний вимикач.

Наявність можливості гнучкого комбінування режимів роботи — таймер, термостат і зовнішній датчик — значно розширює сферу застосування пристрою. Первинно така система передбачалася для автоматизації зовнішнього освітлення, однак завдяки різним варіантам поєднання входів і виходів (вхід–таймер, термостат–вихід, термостат–таймер, вхід–термостат, вихід–таймер) пристрій може використовуватися у широкому спектрі практичних рішень автоматизованого керування [1].

					26 КР 172.402.021.000.000 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 радіоелектронного виробу є етапом конструювання, під час якого визначаються загальна форма пристрою, його габаритні розміри та взаємне розташування функціональних вузлів і елементів на друкованій платі. Основна мета цього процесу — забезпечити надійну роботу пристрою, його технологічність у виробництві та зручність експлуатації.

При розробці компонування враховують електричні, теплові та механічні фактори. Елементи схеми розміщуються таким чином, щоб мінімізувати довжину з'єднувальних провідників, зменшити рівень електромагнітних завад і виключити взаємний негативний вплив компонентів. Особлива увага приділяється розміщенню тепловиділяючих елементів — вони віддаляються від чутливих мікросхем для забезпечення стабільного теплового режиму.

Конструкція плати виконується з урахуванням вимог технологічності виробництва. Застосовується прямокутна форма друкованої плати, що забезпечує ефективне використання матеріалу та сумісність зі стандартним обладнанням. Розміри плати вибираються відповідно до уніфікованих типорозмірів, що спрощує виготовлення та знижує собівартість.

Електрорадіоеlementи зі штировими виводами встановлюються в металізовані отвори плати з подальшим формуванням і паянням виводів. Такий спосіб монтажу забезпечує високу механічну міцність з'єднань і надійність роботи виробу. Мікросхеми та інші елементи групуються з урахуванням логіки електричної схеми для скорочення довжини друкованих провідників і підвищення завадостійкості.

Важливим є забезпечення вільної циркуляції повітря для відведення тепла, а також доступу до елементів, які можуть потребувати налаштування або

					26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

заміни. Великогабаритні компоненти додатково фіксуються механічно для запобігання пошкодженням при вібраціях і ударах.

Для виготовлення друкованої плати застосовується склотекстоліт (FR-4 або аналог), який має високу механічну міцність, добру термостійкість та стабільні електроізоляційні властивості. Провідниковий шар виконується з міді, що забезпечує низький електричний опір і високу надійність з'єднань.

Для захисту провідників від окислення та підвищення паяльності використовується захисне покриття, наприклад олов'яно-свинцеве або безсвинцеве (HASL), а також можливе застосування фінішного покриття типу ENIG (золочення контактних майданчиків). Такі покриття підвищують корозійну стійкість і забезпечують стабільну якість паяння.

Додатково друкована плата може мати паяльну маску, яка захищає провідники від випадкових коротких замикань і впливу зовнішнього середовища, а також маркувальний шар для полегшення монтажу та обслуговування.

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції

Плата приладу двостороння і виконана комбінованим методом. Габаритні розміри друкованої плати 85мм*70мм, у виробі визначено з урахуванням технології виготовлення та економічної доцільності. Плата виконана прямокутної форми без складних конструктивних елементів, що дозволило зменшити витрати матеріалів та спростити процес її виготовлення. Розміри плати відповідають вимогам стандартів щодо співвідношення сторін і товщини, що забезпечує уніфікацію та сумісність із типовими технологічними процесами. Всі елементи розташовані на одній стороні, на іншій стороні знаходиться індикатор HG1, та кнопки SB1-SB4. Індикатор HG1 розміщено посередині плати, тому що він має габаритні розміри, кнопки знизу плати для кращого управління приладом.

					26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Конструкція проектного цифрового таймера для автоматичного керування освітленням розроблена з урахуванням вимог технологічності, надійності, простоти складання та зручності експлуатації. Корпус виробу виконаний у вигляді роз'ємної конструкції, що складається з двох коритоподібних частин — нижньої та верхньої кришок. Така конструктивна схема є раціональною з точки зору виготовлення, оскільки дозволяє застосовувати прості та поширені технології лиття пластмас під тиском, а також забезпечує зручний доступ до внутрішніх елементів під час складання, налагодження та ремонту.

По кутах корпусу передбачені спеціальні стійки (бобишки), які використовуються для жорсткого з'єднання верхньої та нижньої кришок за допомогою саморізів. Це рішення забезпечує достатню механічну міцність конструкції та спрощує процес складання, оскільки не потребує використання складних кріпильних елементів або додаткових інструментів. Застосування саморізів також дозволяє здійснювати багаторазове розбирання виробу без пошкодження його основних частин.

Друкована плата пристрою закріплюється до верхньої кришки за допомогою чотирьох гвинтів, що гарантує її надійну фіксацію та правильне позиціонування відносно органів керування та індикатора. У верхній частині корпусу передбачені конструктивні елементи для встановлення кнопок керування, роз'ємів підключення та захисного скла для індикатора. Це сприяє точному розташуванню функціональних елементів і підвищує ергономічність пристрою.

Додатково в конструкції передбачене спеціальне гніздо, розташоване в зоні з'єднання двох кришок, що може використовуватись для встановлення електричних з'єднань або фіксації додаткових компонентів. Наявність чотирьох ніжок на нижній частині корпусу забезпечує стійкість пристрою під час експлуатації, зменшує вплив вібрацій та сприяє кращій вентиляції внутрішнього простору.

					26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Матеріалом корпусу обрана пластмаса, що має високі електроізоляційні властивості, достатню механічну міцність та стійкість до впливу підвищеної температури і вологості. Це дозволяє забезпечити безпечну та стабільну роботу пристрою в різних умовах експлуатації. Крім того, використання пластмас знижує масу виробу, спрощує технологію виготовлення та зменшує його собівартість.

Таким чином, запропонована конструкція цифрового таймера є технологічно доцільною, оскільки забезпечує простоту виготовлення, зручність складання та обслуговування, надійність роботи і відповідність сучасним вимогам до електронних пристроїв побутового призначення [20].

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

Таблиця 2.1- Конденсатор ЕСАР-"Ерсос" [2]

Позиційне позначення	C2, C6, C7
Назва компонента	Конденсатор ЕСАР
Виробник	Ерсос
Критерії вибору	Напруга робоча, струм, розміри, тангенс кута втрат
Параметри та характеристики	
Параметри конструкції	Див.рис.2.1
Номінальна напруга	16В, 25В, 50В
Номінальна ємність	4,7....2200 мкФ
Допуск ємності	$\pm 20\%$
Термін служби	2000 г
Робоча температура	-55 ... 105 ° С
Тангенс кута втрат,%	0,14

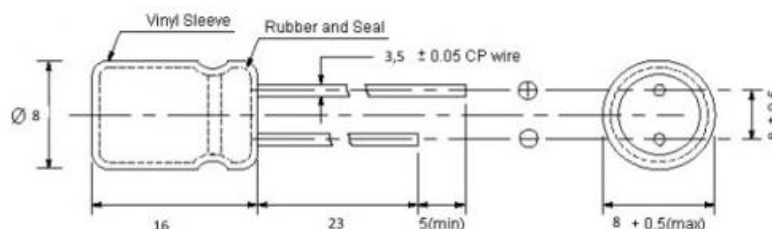


Рисунок 2.1- Габаритні розміри конденсатора типу b41828"Ерсос"

Таблиця 2.2- Резистор MFP [3]

Позиційне позначення	R1-R8, R9
Назва компонента	MFP
Виробник	Yageo
Критерії вибору	Потужність розсіювання, максимальна робоча напруга, діапазон опорів, габаритні розміри
Параметри конструкції	Див.рис.2.2
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

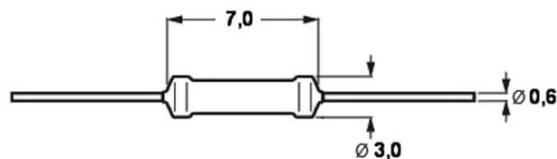


Рисунок 2.2- Габаритні розміри резисторів MFP " Yageo "

Таблиця 2.3- Конденсатор RDE5C1H-"Murata" [4]

Позиційне позначення	C1,C3-C5
Назва компонента	Конденсатор RDE5C1H-"
Виробник	Murata"
Критерії вибору	Номінал ємності, напруга пробою, робоча напруга
Параметри конструкції	Див.рис.2.3
Параметри та характеристики	
робоча напруга	50В
відхилення ємності від номінального значення	±10%
інтервал робочих температур	-40°C...+100°C
температурний коефіцієнт ємності	+3,3%;
відносна вологість	до 98%
діапазон тиску	6,6-2942гПа
діапазони ємностей	5нФ – 0,1мкФ
група ТКЄ	H20

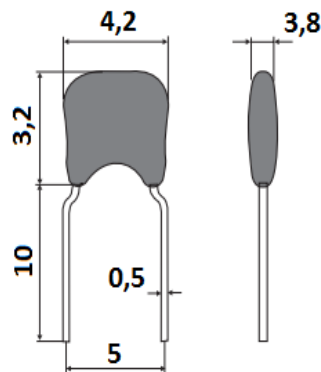


Рисунок 2.3 - Габаритні розміри конденсатора RDE5C1H-"Murata"

Таблиця 2.4 - Діод 1N4148 "Diotec" [5]

Позиційне позначення	VD1-VD3
Назва компонента	Діод 1N4148
Виробник	"Diotec"
Критерії вибору	напруга випрямлення, максимальний струм, робоча частота
Параметри та характеристики	
матеріал	кремній
корпус	DO-35
максимальна постійна зворотна напруга	75В
максимальна імпульсна зворотна напруга	120В
максимальний час зворотного відновлення	0,004мкс
діапазон робочих температур	-65...+150°C
максимально допустимий прямий імпульсний струм	0,45А
максимальний зворотній струм	5 мкА

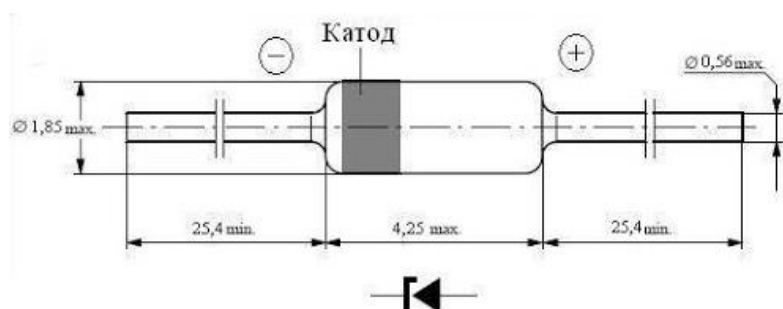


Рисунок 2.4 – Габаритні розміри діода 1N4148

Таблиця 2.5 - Дросель EC24-100K-Bourns" [6]

Позиційне позначення	L1
Назва компонента	Дросель EC24-100K-Bourns"
Виробник	"Epcos"
Критерії вибору	Номинал індуктивності, робоча напруга
Параметри та характеристики	
Робоча температура	-55 ° C ~ 125 ° C
толерантність	± 10%
Опір постійного струму (DCR)	1,12 Ом Макс
Частота - Незалежний резонанс	10 МГц
Частота індукції	2.52 МГц
індуктивність	10μH
Матеріал - ядро	Феррит

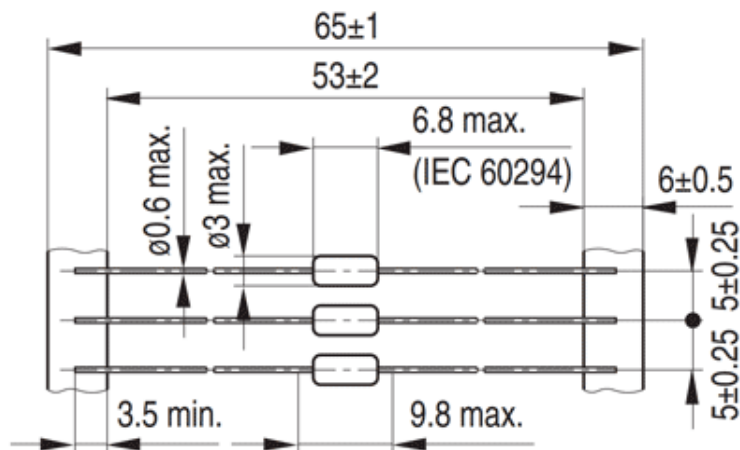


Рисунок 2.5 – Габаритні розміри дроселя EC24-100K-Bourns"

Таблиця 2.6 - Датчик температури DS18B20 "Dallas" [7]

Позиційне позначення	BK1
Назва компонента	Датчик температури DS18B20
Виробник	"Dallas"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруга, температура працездатності, струм вхідний
Параметри та характеристики	
Діапазон вимірювання температури	-55 ... +125 ° C
Похибка не перевищує в діапазоні -10 ... +85 ° C	0,5 ° C
Дозвіл перетворення	9 ... 12 біт
Час вимірювання,	не перевищує 750 мс
Напруга живлення:	від 2.0 В до 5.5 В
Тактова частота:	до 20 МГц
Ядро:	8-бітне RISC

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ

Арк.

21

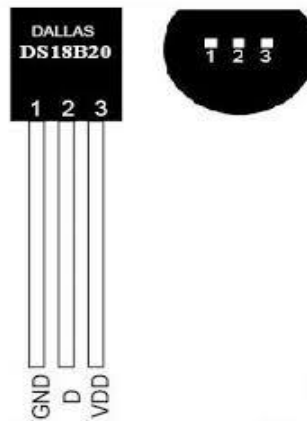


Рисунок 2.6 – Зовнішній вигляд датчика DS18B20

Таблиця 2.7 - Кварцевий резонатор КХ-ЗНТ-32768 Гц "Geyer" [8]

Позиційне позначення	ZQ1
Назва компонента	КХ-ЗНТ-32768 Гц
Виробник	"Geyer"
Критерії вибору	Частота, вхфдна напруга, вихідна напруга
Параметри та характеристики	
Резонансна частота, МГц	32,768кгц
Точність настройки dF/Fx	10 ⁻⁶ 30
Температурний коефіцієнт, Кtx	10 ⁻³⁰
Нагрузочная ємність, пФ	32
Робоча температура, С	-20 ... +70
Корпус	НС-49U

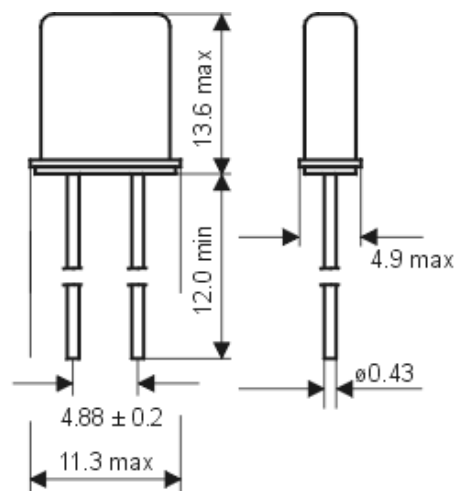


Рисунок 2.7 - Габаритні параметри кварцового резонатора КХ-ЗНТ- "Geyer"

Таблиця 2.8 - Мікросхема L7805ABV "ST Microelectronics" [9]

Позиційне позначення	DA1
Назва компонента	Мікросхема L7805ABV
Виробник	"ST Microelectronics"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм, корпус
Параметри та характеристики	
Корпус	TO220
Максимальний вихідний струм	до 1.5 А
Максимальна вхідна напруга, В	40
Діапазон вхідної напруги	від 7 В до 35 В.
Точність вихідної напруги	$\pm 2\%$
Робоча температура	від -40°C до $+125^{\circ}\text{C}$
Струм власного споживання	близько 4.3 мА

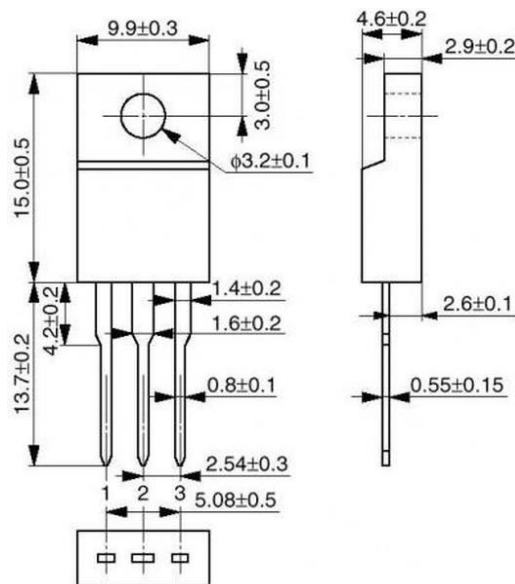


Рисунок 2.8 – Габаритні розміри стабілізатора 78L05 ABV

Таблиця 2.9 - Мікросхема ATmega8-16PU "Microchip" [10]

Позиційне позначення	DD2
Назва компонента	Мікросхема ATmega8-16PU
Виробник	"Microchip"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм, принцип роботи
Параметри та характеристики	
Корпус	DIP-28
Ядро	8-бітне AVR RISC.
Flash (прошивка)	8 КБ
SRAM	1 КБ
Тактова частота	від 0 до 16 МГц
Робоча напруга	від 4.5 В до 5.5 В

28-pin plastic DIP
(DIP-28P-M05)

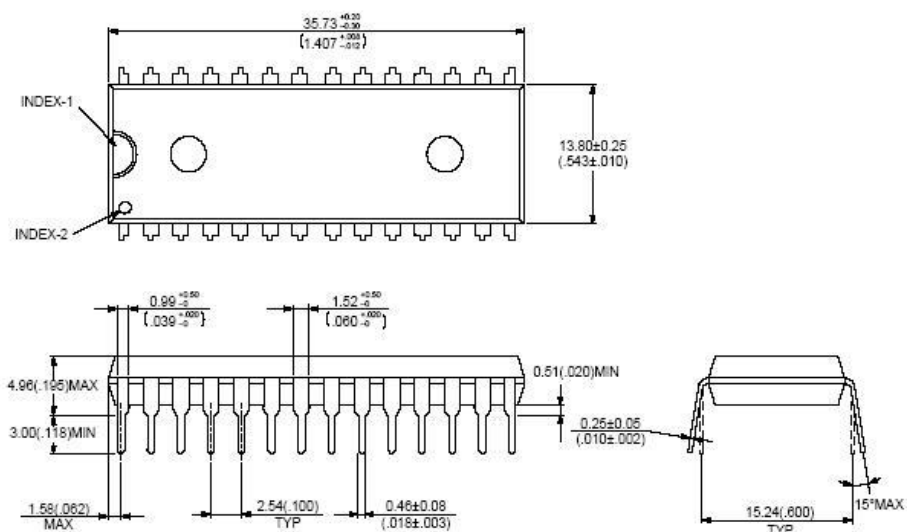


Рисунок 2.9 - Зовнішній вигляд мікросхеми АТmega8-16PU

Таблиця 2.10 - Кнопка тактова KLS7-TS6601-13.0-180 "KLS" [11]

Позиційне позначення	SB1-SB4
Назва компонента	Кнопка тактова KLS7-TS6601-13.0-180
Виробник	"KLS"
Критерії вибору	Розмір, принцип роботи, струм, напруга
Параметри та характеристики	
Робоча напруга, В	12
Робочий струм, А	0.05
Розмір, мм	6x6
Висота / довжина кнопки з штовхачем (до контактів), мм	9.5
Висота / довжина штовхальника, мм	6

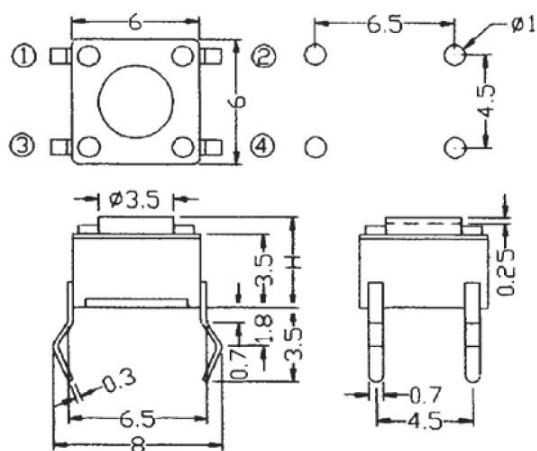


Рисунок 2.10 – Габаритні розміри кнопки KLS7-TS6601-13.0-180

Таблиця 2.11 - Дисплей WG12864A-YGH-VN "Kingbright" [12]

Позиційне позначення	HG1
Назва компонента	Дисплей WG12864A-YGH-VN
Виробник	"Kingbright"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм, принцип роботи
Параметри та характеристики	
Тип дисплея	LCD S TN
Режим	графічний
Розширення	128*64
Тип вбудованого контролера	KS0108
Розмір	93 × 70 мм
Робоча температура	-20...70 °C



Рисунок 2.11- Зовнішній вигляд дисплей WG12864A-YGH-VN "Kingbright"

Таблиця 2.12 - Резистор 3306F-1 "Bourns" [13]

Позиційне позначення	R8
Назва компонента	Резистор 3329H-1 "Bourns"
Виробник	"Bourns"
Критерії вибору	Лінійність, опір, розміри
Параметри конструкції	Див.рис.1.12
Параметри та характеристики	
номінальний опір	5 кОм
номінальне відхилення, %	10
максимальне постійна напруга	500
температурний коефіцієнт +/-	250
гранична вібрація	10 ... 500Гц, 0.75мм, 6г
інтервал робочих температур	-55 ... + 125
ударостійкість	390m / s2, 4000 циклів

3329H

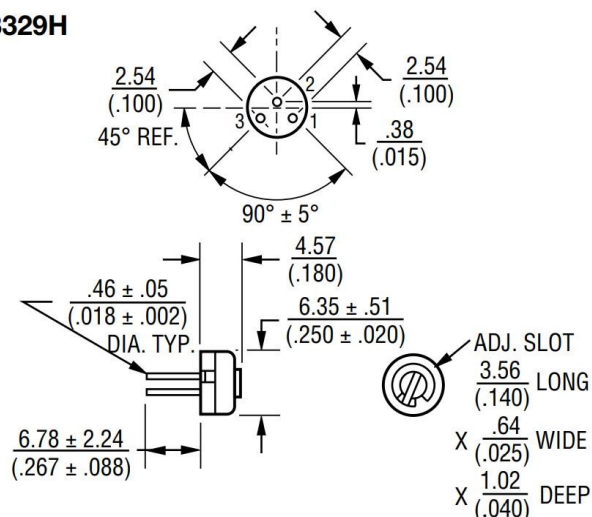


Рисунок 2.12 – Габаритні розміри резистора підстроювального 3306F-1

Таблица 2.13 - Мікросхема DS1307 "Maxim" [15]

Позиційне позначення	DD1
Назва компонента	Мікросхема DS1307 "Maxim"
Виробник	"DS1307N"
Критерії виробу	Струм та вхідна напруга, параметри, вихідна напруга
Параметри та характеристики	
Напруга живлення	від 4.5 В до 5.5 В
Струм споживання	наднизький, менше 500 нА
Пам'ять	56 байт енергонезалежної NV-SRAM
Корпус	DIP-8
Вихід SQW:	(1 Гц, 4 кГц, 8 кГц, 32 кГц)

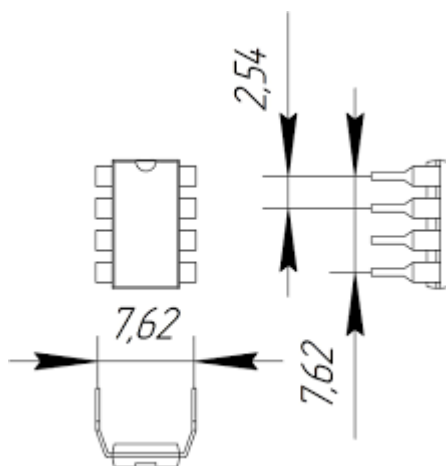


Рисунок 2.13 - Габаритні розміри мікросхеми DS1307 "Maxim"

Таблиця 2.14- Реле 801Н-1С-С 12VDC [15]

Позиційне позначення	K1-K3
Назва компонента	Реле 801Н-1С-С 12VDC
Виробник	"Song Chuan Precision"
Критерії вибору	напруга випрямлення, максимальний струм, робоча частота
Параметри та характеристики	
Номінальна напруга котушки	12 В
Опір котушки	близько 400 Ом
Потужність котушки	~360 мВт
Механічний ресурс	10 000 000 циклів.
Розміри	19.0 × 15.5 × 15.8 мм.
Максимальний струм комутації	12 А при 125 В змінного струму (AC). 10 А при 250 В змінного струму (AC) або 28 В постійного струму (DC).).

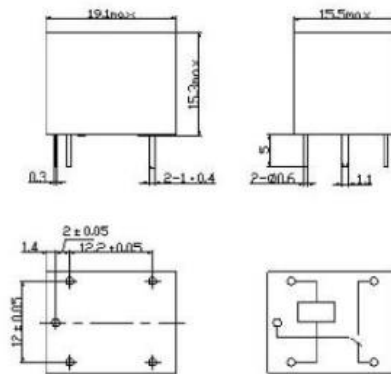


Рисунок 2.14 – Габаритні розміри реле 801Н-1С-С 12VDC

Таблиця 2.15 – Транзистор L-7113P3C "Kingbright" [10]

Позиційне позначення	VT1	
Назва компонента	Транзистор L-7113P3C	
Виробник	"Kingbright"	
Критерії вибору	Тип, вхідна напруга, вихідна напруга	
Параметри та характеристики		
Тип діода	фототранзистор	
Максимальна потужність розсіювання	0.1 Вт	
Лінза:	5mm, кругла, прозора	
Тип:	фотоприймач (фототранзистор)	
Довжина хвилі	940nm	
Тіньовий струм	100	
Кут прийому	20°	
Напруга на-е	30	
Напруга е-к	5	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ

Арк.

27



Рисунок 2.15 – Габаритні розміри транзистора L-7113P3C "Kingbright"

Таблиця 2.16 – Транзистор BC639 [17]

Позиційне позначення	VT2-VT4	
Назва компонента	Транзистор BC639	
Виробник	"Fairchild"	
Критерії вибору	Частота, струм, структура	
Параметри та характеристики		
структура		npn
Макс. напр. к-б при заданому зворотному струмі до і розімкнутої ланцюга е. (Uкбо макс), В		100
Макс. напр. к-е при заданому струмі до і розімкнутої ланцюга б. (Uкео макс), В		100
Максимально допустимий струм до (Ik макс.)		1
Статичний коефіцієнт передачі струму h21е хв		40 ... 160
Гранична частота коефіцієнта передачі струму fгр.МГц		100
Максимальна потужність, що розсіюється, Вт		0.83

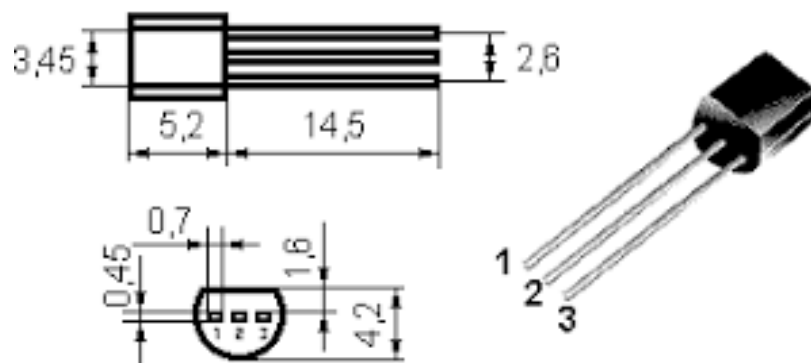


Рисунок 2.16 – Габаритні розміри транзистора BC639

Таблиця 2.17 - Роз'єм DS-025B "Dragon City Industries" [18]

Позиційне позначення	XS2
Назва компонента	Роз'єм DS-025B
Виробник	"Dragon City Industries"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм
Параметри та характеристики	
Зовнішній діаметр штекера	5,5 мм
Внутрішній діаметр штекера	2,1 мм
Номінальна напруга	до 30 В DC
Температурний діапазон	-25...+70 °C
Номінальний струм	до 2-5 А



Рисунок 2.17 - Зовнішній вигляд роз'єму DS-025B

Таблиця 2.18 - Роз'єм CC-210D [19]

Позиційне позначення	XS3
Назва компонента	Роз'єм CC-210D
Виробник	"KLS"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм
Параметри та характеристики	
Кількість полюсів	4 (2 × червоний + 2 × чорний)
Розмір корпусу	Ширина ~70 мм, висота ~24 мм
Крок монтажних отворів	60 мм
Діаметр монтажних отворів	3.5 мм
Вага	~12.95 г
Сумісність	Кабелі до 6 мм ²

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ

Арк.

29



Рисунок 2.18 - Зовнішній вигляд роз'єму CC-210D "KLS"

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

Для розрахунку стабілізаторів напруги на ІМС (див.рис.2.19), 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 .

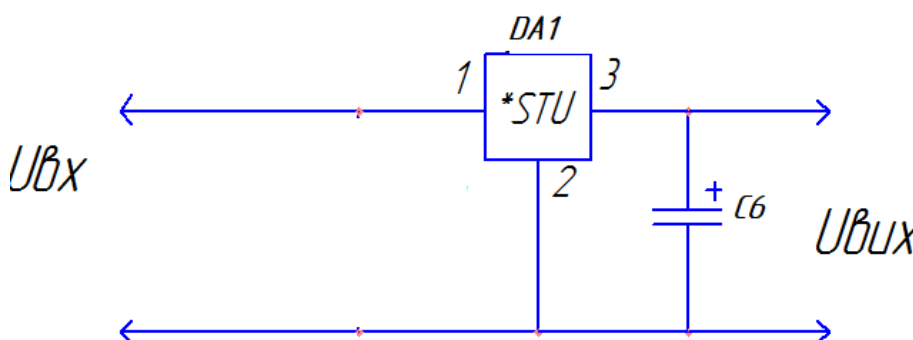


Рисунок 2.19 –Схема стабілізатора і конденсатора

Вибір ІМС виконується за заданими $U_{\text{СТ ВИХ}}$, $I_{\text{СТ ВИХ max}}$, $K_{\text{СТУ}}$, γ , $R_{\text{СТ ВИХ}}$ із рисунку 2.16. Бажано віддавати перевагу тим ІМС, які працюють з меншою кількістю зовнішніх елементів. При цьому повинні виконуватися наступні умови

$$U_{IMC\ BIX} \geq U_{CT\ BIX}$$

$$I_{IMC\ BIX\ max} \geq I_{H\ max}$$

$$K_{IMC\ CTU} \geq K_{CTU}$$

Таблиця 2.19 - Параметри стабілізаторів

Тип ІМС	$U_{CT\ BX}$, В (min...max)	$U_{CT\ BIX}$, В (min...max)	K_{CTU} , % $\frac{B}{A}$ не більше за	K_{CTU} , % $\frac{A}{B}$ не більше за	$K_{CT\ CT}$, дБ на 1кГц не більше за	α_U , % °C не більше за	$I_{CT\ BIX}$, А (max)	$P_{CT\ P03}$, Вт без радіатора/з радіатором	I_{CTCP} , мА	U_{CTPD} , В не більше за
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
K142EHА	9...20	3...12	0,5	0,5	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH1Б	9...20	3...12	0,2	0,2	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH1В	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
K142EH2А	20...40	12...30	0,5	0,5	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2Б	20...40	12...30	0,2	0,2	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2В	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
KT4EHЗ	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
K142EH5А	7,5...15	4,9...5,1	0,05	1	70	0,02	3	1,2/10	10	2,5
K142EH5Б	8,5...15	5,88...6,12	0,05	1	70	0,02	3	1,2/10	10	2,5
K142EH5В	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
KP142EH5А	7,5...15	4,9...5,1	0,05	2	60	0,03	-	1,2/10	10	2,5
KP142EH5Б	8,5...15	5,88...6,12	0,05	2	60	0,03	3	1,2/10	10	2,5
KP142EH5В	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
KP142EH6А	~...40	14,7...15,3	0,0015	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
KP142EH6Б	~...40	14,7...15,3	0,005	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
K142EH6В	~...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
142EH8А	11,5...35	8,73...9,27	0,05	0,67	40	0,02	1,5	~9	10	2,5
142EH8Б	11,5...35	11,64...12,36	-	-	-	-	-	-	-	-

Було обрано стабілізатор LM7805CT "Fairchild Semiconductor", який має параметри такі як в KP142EH5A (див.табл.2.1).

Незалежно від типу обраної ІМС визначаємо наступні параметри

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

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

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

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

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

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

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

$$I_{CT\ ВИХ} \equiv I_{CT\ ВХ}$$

Визначення ємності конденсатора за формулою:

$$C_0 = \frac{H}{rK_{\Gamma\ 0}} \quad (2.6)$$

де C_0 – ємність, мкФ;

Коефіцієнт пульсацій $K_{п0}=0,03\ \%$;

r – опір, Ом.

H -коефіцієнт, що визначається за графіком 2.17.

$$C_0 = \frac{60}{43 \cdot 0,03} = 100(\text{мкФ})$$

Розраховуємо робочу напругу:

					26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

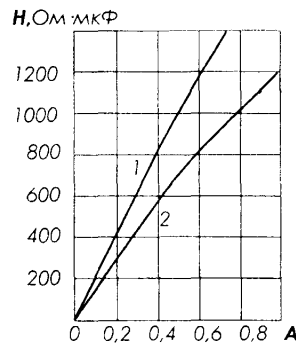


Рисунок 2.20 – Графік для визначення коефіцієнта Н:

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

$$U_{роб} = 1,4 \cdot 10 = 14(B)$$

Вибираємо тип конденсатора з довідника за параметрами $C_{0 \text{ ном}}$ і $U_{роб}$.
Вибираємо електролітичний конденсатор типу ЕСАР-16 В-100 мкФ 20% "Ерсос" номінальною ємністю 100 мкФ та на робочу напругу 16 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 [22].

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

$$b_{\min 1} = \frac{I_{\max}}{i_{\text{доп}} \cdot t} = \frac{0,1A}{48 \frac{A}{\text{мм}^2} \cdot 0,035\text{м}} = 0,3\text{мм} \quad (2.8)$$

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

Визначається із аналізу принципової схеми, $I_{\max} = 0,1A$;

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

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

					26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

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

$$b_{\min 2} = \frac{\rho * I_{\max} * l}{U_{\text{д}} * t} = \frac{0,0175 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} * 0,1 \text{А} * 0,5 \text{м}}{0,9 \text{В} * 0,035 \text{м}} = 0,2 \text{мм} \quad (2.9)$$

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

$L = 0,5 \text{ м}$ – довжина провідника,

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

Визначаємо номінальні значення діаметрів монтажних отворів d :

$$d = d_E + |\Delta d_{\text{н.в.}}| + r \quad (2.10)$$

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

$\Delta d_{\text{н.в.}}$ – 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...0,4 мм. Розрахункові значення d зводяться до нормалізованого ряду отворів: 1,1; 1,3; 1,5 мм.

$d_{E1} = 0,7$ - для мікросхем для резисторів, конденсаторів електролітичних і керамічних, діодів та транзисторів, кварцових резонаторів.

$d_{E2} = 1,1$ - для підпаювання провідників та реле.

$$d = d_{E1} + |\Delta d_{\text{н.в.}}| + r = 0,7 + |\pm 0,1| + 0,3 = 1,1 \text{ мм}$$

$$d = d_{E2} + |\Delta d_{\text{н.в.}}| + r = 1,1 + |\pm 0,1| + 0,3 = 1,5 \text{ мм}$$

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

Розраховуємо діаметр контактних площадок.

$$D_{\min} = D_{1\min} + 1,5h\phi + 0,03 \quad (2.11)$$

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

$$D_{1\min} = 2 \left(b_m + \frac{d_{\max}}{2} + \delta d + \delta p \right) \quad (2.12)$$

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

					26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

$$b_m = 0,06 \text{ мм.}$$

δ_d і δ_p - допуски на розташування отворів і контактних площадок;

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

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

$$d_{max} = d + \Delta d + (0,1 \dots 0,15) \quad (2.13)$$

де: Δd - допуск на отвір.

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

$$d_{max2} = 1,5 + 0,1 + 0,1 = 1,7 \text{ мм}$$

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

$$D_{1min2} = 2 \left(0,06 + \frac{1,7}{2} + 0,25 + 0,4 \right) = 3,12 \text{ мм}$$

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

$$D_{min2} = 3,12 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 3,2 \text{ мм}$$

Максимальний діаметр контактної площадки:

$$D_{max} = D_{min} + (0,02 \dots 0,06) \quad (2.14)$$

$$D_{max1} = 2,82 + 0,02 = 2,82 \text{ мм}$$

$$D_{max2} = 3,2 + 0,02 = 3,22 \text{ мм}$$

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

$$b_{min} = b_{1min} + 1,5h\phi + 0,03 \quad (2.15)$$

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

$$b_{min} = 0,15 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 0,23 \text{ мм}$$

Визначаємо мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу.

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою:

$$S_{1min} = L_0 - \left[\left(\frac{D_{max}}{2} + \delta_p \right) + \left(\frac{d_{max}}{2} + \delta_1 \right) \right] \quad (2.16)$$

					26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{1min1} = 2,5 - \left[\left(\frac{2,82}{2} + 0,4 \right) + \left(\frac{1,3}{2} + 0,05 \right) \right] = -0,01 \text{ мм}$$

$$S_{1min2} = 2,5 - \left[\left(\frac{3,22}{2} + 0,4 \right) + \left(\frac{1,7}{2} + 0,05 \right) \right] = -0,41 \text{ мм}$$

де: L_0 – відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

$$S_{2min} = L_0 - (D_{max} + 2\delta_p) \quad (2.17)$$

$$S_{2min1} = 2,5 - (2,82 + 2 \cdot 0,4) = -1,12 \text{ мм}$$

$$S_{2min2} = 2,5 - (3,22 + 2 \cdot 0,4) = -1,52 \text{ мм}$$

Мінімальна відстань між двома провідниками:

$$S_{3min} = L_0 - (D_{max} + 2\delta_1) \quad (2.18)$$

$$S_{3min1} = 2,5 - (2,82 + 2 \cdot 0,05) = -0,42 \text{ мм}$$

$$S_{3min2} = 2,5 - (3,22 + 2 \cdot 0,05) = -0,82 \text{ мм}$$

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 та кварцових резонаторів.

2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу

Корпус розроблюваного виробу доцільно виготовляти з пластмаси, оскільки в схемі відсутні елементи, що значно нагріваються під час роботи. Це дозволяє уникнути необхідності додаткового відведення тепла та використання теплопровідних металевих матеріалів, таких як сталь чи алюміній. Застосування пластмаси дає змогу знизити собівартість виробу, зменшити його масу та покращити зовнішній вигляд.

Сучасні електронні пристрої, особливо ті, що мають високу функціональність, можуть виділяти значну кількість теплової енергії, що потребує ефективного її відведення через корпус або спеціальні охолоджувальні елементи. Однак у даному випадку пристрій працює з

					26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

невеликими струмами та характеризується низьким енергоспоживанням, тому інтенсивного тепловиділення не відбувається.

Через це відсутня необхідність у використанні примусових систем охолодження, таких як радіатори чи вентилятори, що зазвичай ускладнюють конструкцію, збільшують масу виробу та підвищують витрати на його виготовлення. Також у конструкції корпусу не передбачаються вентиляційні отвори, оскільки природної конвекції достатньо для розсіювання незначної кількості тепла.

Таким чином, обране конструктивне рішення забезпечує простоту, економічність і надійність пристрою при його нормальному тепловому режимі роботи.

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. 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 [21]:

					26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.20 - Вихідні дані для розрахунку надійності

п/п	Назва групи елементів	К- сть шт.	К _{нопр}	I _{відм} *1e-06	К-сть*К _{нав} від*1e-06
1	Конденсатори керамічні	4	0,1	1,4	0,56
2	Конденсатори електролітичні	2	0,4	2,4	1,92
3	Напівпровідникові ІМС	4	1	0,03	0,12
4	Індикатор	1	1	20	20
5	Резистори постійні 0,125–0,5Вт	20	0,42	0,8	6,72
6	Діоди	11	0,35	0,7	2,69
7	Плата друкована	1	1	0,1	0,1
8	Зумер	1	1	6,5	6,5
9	Реле	1	0,1	3	0,3
10	Кварцевий резонатор	2	1	2,2	4,4
11	Транзистори НЧ кремнієві	4	0,35	4	5,6
12	Кнопки	6	1	0,5	3,0
13	Запобіжник	1	1	0,5	0,5
14	Роз'єм	1	1	0,05	0,05
15	Трансформатор	1	0,1	2,1	0,21
16	Батарея	1	1	30	30
17	Пайки	205	1	0,02	4,1

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів: 1

Коефіцієнт впливу вологості і температури: 1

Коефіцієнт атомосферних впливів: 1

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов: 7.3113e-005 1/год

Середня наробка до відмови: 13677.5 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи P(t):

t = 10 год. P(t) = 0.999269

t = 100 год. P(t) = 0.992715

t = 1000 год. P(t) = 0.929496

t = 10000 год. P(t) = 0.481365

t = 100000 год. P(t) = 0.000668

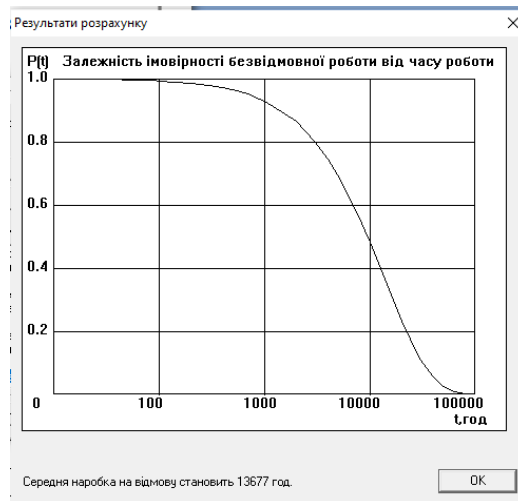


Рисунок 2.21 - Графік залежності імовірності безвідмовної роботи від часу

Напрацювання на відмову становить 13677 год. Надійність виробу є досить високою, що супроводжується якісною роботою приладу довго та надійно.

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

Конструкція розроблюваного пристрою виконана з урахуванням вимог мінімізації габаритів, зниження собівартості та забезпечення зручності виготовлення і складання.

Друкована плата має компактне компонування елементів, що дозволило зменшити її розміри до близько 80×85 мм. Основні радіоелементи розміщені з одного боку плати, що спрощує процес монтажу та підвищує технологічність складання. На зворотній стороні розташовані індикатор HG1 і кнопки керування SB1–SB4, що забезпечує зручність користування та раціональне компонування органів індикації та управління.

Корпус виробу виготовляється з пластмаси, яка є економічно доцільним матеріалом завдяки низькій вартості, простоті обробки та достатнім експлуатаційним характеристикам. Крім того, пластмаса забезпечує привабливий зовнішній вигляд виробу та зменшує його масу. Габаритні

розміри корпусу становлять приблизно 110×126×60 мм, що відповідає вимогам компактності для пристроїв даного типу.

Конструктивно корпус виконаний у вигляді двох коритоподібних частин — верхньої та нижньої кришок, які з'єднуються між собою гвинтовим способом. Таке рішення забезпечує простоту складання, надійність фіксації та можливість легкого доступу до внутрішніх елементів під час ремонту або обслуговування.

Друкована плата кріпиться до верхньої частини корпусу за допомогою чотирьох гвинтів, що гарантує її стабільне положення та стійкість до механічних впливів. Додатково передбачені елементи кріплення для кнопок керування та захисне скло для індикатора, що підвищує зручність експлуатації та покращує ергономічні характеристики виробу.

У цілому конструкція виробу є техніко-економічно обґрунтованою, оскільки поєднує низьку собівартість виготовлення, простоту технології складання, компактність та достатній рівень функціональності й надійності.

Даний пристрій відноситься до вимірювальних приладів. Його напруга живлення становить 12В, а струм споживання 0,2А. Тому потужність буде рівна:

$$P=I*U=0,2*12=2,4 \text{ (Вт)} \quad (2.19)$$

2.2 Технологічна частина

2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу

Конструкція розроблюваного виробу побудована з урахуванням вимог технологічності, надійності та зручності подальшого складання й обслуговування. Основним функціональним вузлом є друкована плата, яка виготовлена у двосторонньому виконанні та має прямокутну форму без складних вирізів і додаткових конструктивних елементів. Таке рішення

					26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

спрощує технологію виготовлення та дозволяє ефективно використовувати матеріал.

Розміщення радіоелементів виконано з урахуванням електричної схеми та вимог монтажу: більшість компонентів встановлюється з одного боку плати, що полегшує автоматизацію складання та контроль якості. Елементи керування та індикації винесені на іншу сторону або на лицьову панель корпусу для забезпечення зручності експлуатації та кращої ергономіки.

Конструкція корпусу виконана роз'ємною, що складається з двох основних частин. Таке рішення забезпечує легкий доступ до внутрішніх вузлів під час монтажу, налагодження та ремонту. З'єднання частин корпусу здійснюється за допомогою гвинтів або саморізів, що дозволяє отримати достатню міцність конструкції та при цьому забезпечує можливість багаторазового розбирання без пошкодження деталей.

Фіксація друкованої плати всередині корпусу виконується через монтажні отвори та кріпильні елементи, що гарантує її стабільне положення та захист від механічних впливів. Органи керування та індикації встановлюються у відповідних конструктивних місцях корпусу, що забезпечує точне суміщення з елементами на платі та зручність користування пристроєм.

Для виготовлення корпусу використовується пластмаса, яка має достатні електроізоляційні властивості, механічну міцність і стійкість до впливу зовнішніх факторів. Її застосування дозволяє знизити масу виробу, спростити технологічний процес виготовлення та зменшити загальну собівартість пристрою.

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

Технологічність конструкції виробу характеризує сукупність властивостей, що визначають доцільність та зручність виготовлення, складання,

					26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

експлуатації та ремонту виробу з мінімальними витратами матеріалів, часу і трудових ресурсів при забезпеченні заданого рівня якості.

Оцінка технологічності може виконуватися як кількісним, так і якісним методом. Кількісна оцінка базується на розрахунку відповідних показників за формулами, тоді як якісна оцінка передбачає аналіз конструкції виробу та словесне обґрунтування рівня його технологічності з урахуванням особливостей виробництва.

У даному виробі конструкція є достатньо технологічною, оскільки не потребує складного або спеціалізованого обладнання для виготовлення та складання. Основні операції можуть виконуватися із застосуванням стандартного інструменту, такого як електропаяльник, викрутки та пневмоінструмент для монтажу.

Конструкція друкованої плати та розташування елементів забезпечують зручний доступ до всіх вузлів, що спрощує процес монтажу, контролю та можливого ремонту. Використання уніфікованих радіоелементів і стандартних типорозмірів плати також позитивно впливає на технологічність виробу.

З'єднання елементів виконуються переважно методом пайки, що є поширеним та добре відпрацьованим у промисловості процесом, який не потребує складних технологічних операцій.

Таким чином, конструкція виробу може бути оцінена як технологічна, оскільки забезпечує простоту виготовлення, низьку трудомісткість складання та зручність подальшого обслуговування.

Процес лиття під тиском включає кілька основних послідовних етапів.

Першим етапом є плавлення, перемішування та дозування полімерного матеріалу. Гранульована сировина надходить із бункера до циліндра машини, де переміщується обертовим шнеком. Усередині циліндра матеріал нагрівається як від нагрівальних елементів стінок, так і внаслідок тертя під час руху. Обертання шнека забезпечує інтенсивне перемішування маси та вирівнювання температури. Додатковий протитиск сприяє підвищенню однорідності

					26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розплаву, а поєднання високої температури й тиску забезпечує повне плавлення полімеру.

Другим етапом є змикання прес-форми та підведення вузла впорскування. Рухома плита термопластавтомата переміщує частину форми і створює необхідне зусилля її щільного закриття, що запобігає витіканню матеріалу під час подальшого впорскування.

Третій етап — впорскування розплаву в порожнину форми. Шнек у цей момент працює як поршень, здійснюючи поступальний рух і подаючи розплав через сопло та литникову систему у форму. Конструкція форми забезпечує швидке заповнення порожнини, а тиск впорскування може досягати дуже високих значень для точного формування виробу.

Четвертий етап передбачає витримку під тиском та охолодження. Після заповнення форми матеріал поступово охолоджується, при цьому відбувається його усадка. Щоб компенсувати зменшення об'єму, у форму додатково надходить розплав, підтримуючи стабільний тиск і забезпечуючи якісне формування виробу.

Завершальним етапом є розкриття форми та виймання готового виробу. Після охолодження рухома частина форми відходить, і виріб разом із литником відокремлюється за допомогою штовхачів. Литникова система також виводиться разом із виробом завдяки спеціальним конструктивним елементам, що забезпечують його легке відділення.

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

Для виготовлення проектного виробу використовується двостороння друкована плата, що дозволяє забезпечити високу щільність монтажу елементів та раціональне трасування провідників. Технологічний процес виготовлення виконується комбінованим методом, який поєднує механічну обробку, фотолітографію та хімічне травлення.

					26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Спочатку заготовка плати виконується з фольгованого діелектричного матеріалу. На поверхню основи наноситься захисний фоточутливий шар, після чого здійснюється експонування через фотошаблон з рисунком провідників. Далі виконується проявлення та видалення незахищених ділянок, що дозволяє сформувати необхідний рисунок друкованих провідників.

Після цього проводиться хімічне травлення міді, в результаті якого видаляються зайві ділянки провідникового шару. Для двосторонніх плат додатково виконується металізація отворів, що забезпечує електричне з'єднання між верхнім і нижнім шарами провідників. Отвори свердяться відповідно до монтажної схеми та проходять очищення перед металізацією.

Завершальними етапами є нанесення паяльної маски, яка захищає провідники від окиснення та випадкових коротких замикань, а також маркування елементів для полегшення складання і обслуговування виробу. Після цього проводиться фінішне покриття контактних площадок для покращення паяльності та підвищення надійності з'єднань.

Основним матеріалом для виготовлення друкованої плати є склотекстоліт (типу FR-4), який характеризується високою механічною міцністю, стабільними діелектричними властивостями та стійкістю до температурних впливів. Провідниковий шар виконується з електролітичної міді, що забезпечує низький електричний опір і надійність електричних з'єднань.

Як допоміжні матеріали використовуються фоточутливі резисти для формування рисунка провідників, хімічні розчини для травлення міді, а також матеріали для паяльної маски та захисного покриття контактних площадок (наприклад, олов'яні або нікелево-золоті покриття).

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:

$$K_{\text{вик.імс}} = \frac{H_{\text{імс}}}{H_{\text{імс}} + H_{\text{ЕРЕ}}} = \frac{4}{4 + 37} = 0,1 \quad (2.20)$$

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

$$K_{\text{А.М}} = \frac{H_{\text{А.М}}}{H_{\text{М}}} = \frac{94}{143} = 0,66 \quad (2.21)$$

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

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

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

$$K_{\text{М.П.ЕРЕ}} = \frac{H_{\text{М.П.ЕРЕ}}}{H_{\text{ЕРЕ}}} = \frac{28}{37} = 0,76 \quad (2.22)$$

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

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

$$K_{\text{ПОВТ.ЕРЕ}} = 1 - \frac{H_{\text{Т.ЕРЕ}}}{H_{\text{ЕРЕ}}} = 1 - \frac{37}{37} = 0 \quad (2.23)$$

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

					26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$K_{\text{ЗАСТ.ЕРЕ}} = 1 - \frac{H_{\text{Т.ОР.ЕРЕ}}}{H_{\text{Т.ЕРЕ}}} = 1 - \frac{13}{37} = 0,65 \quad (2.24)$$

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

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

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

$$K_{\text{ВСТ.Р}} = 1 - \frac{H_{\text{ВСТ.Р}}}{H_{\text{ЕРЕ}}} = 1 - \frac{37}{37} = 0 \quad (2.25)$$

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

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

$$K_{\phi} = \frac{D_{\text{пр}}}{D} = \frac{1}{1} = 1 \quad (2.26)$$

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

Комплексний показник технологічності K визначається за формулою

$$K = \frac{K1\phi1 + K2\phi2 + \dots + Ki\phi i}{\phi1 + \phi2 + \dots + \phi i} \quad (2.27)$$

$$K = \frac{0,1*1 + 0,66*1 + 0,76*0,75 + 0*0,5 + 0,65*0,310 + 0*0,187 + 1*0,110}{1 + 1 + 0,75 + 0,5 + 0,310 + 0,187 + 0,110} = 0,5$$

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

Відношення $K/K_{\text{н}}$ повинно задовольняти умову:

$$\frac{K}{K_{\text{н}}} \geq 1 \quad (2.28)$$

					26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

Маршрутно-операційна технологія складання термометра включає в себе наступні кроки:

- Установка друкованого вузла у верхню частину корпусу;
- Кріплення друкованого вузла до верхньої частини корпусу за допомогою чотирьох гвинтів;
- Кріплення роз'єму, скла під індикатор та накладок під кнопки до верхньої кришки;
- Кріплення гнізда між двох кришок;
- Фіксація кришок, та ніжок за допомогою чотирьох гвинтів.

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

- Розконсервація друкованої плати;
- Маркування заводського номера;

					26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 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.

					26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ	Арк.
						48
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:

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

$$V_{\text{буд}} = 1200 \times 125 = 150000 \text{ (грн.)}$$

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

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

$S_{\text{буд}}$ – площа будівлі, м² (приймається 125м²).

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

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

$$V_{\text{буд}\Sigma} = 150000 + 75000 = 225000 \text{ (грн.)}$$

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

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

При цьому вартість обладнання складає:

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

$$V_{\text{обл}} = 150000 \cdot 0,5 = 75000 \text{ (грн.)}$$

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

					26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

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:

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

$$V_{\text{інстр}} = 75000 \times 0,02 \times 1,1 = 1650 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$V_{\text{інв}} = 75000 \times 0,03 \times 1,1 = 2475 \text{ (грн.)}$$

4) Загальний обсяг виробничих інвестицій розраховується за формулою:

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

$$\Pi = 225000 + 1650 + 2475 = 229125 \text{ (грн.)}$$

5) Величина амортизаційних відрахувань розраховується за формулою:

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

$$A = \frac{3300 \times 25}{100} = 1031,25 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

					26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

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	1650	412,5
	Виробничий та господарський інвентар	2475	618,75
	Всього:	3300	1031,25

3.2 Розрахунок собівартості продукції

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

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

Виробнича собівартість

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

Повна собівартість

Рекомендації щодо розрахунку статей калькуляції собівартості продукції.

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

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

$$B_M = 838 \times 1,04 = 871,52 \text{ (грн.)}$$

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	55	55
2	Кришка нижня	1	70	70
3	Кришка верхня	1	70	70
4	Мікросхема	3	70	210
5	Конденсатори електролітичні	3	10	30
6	Конденсатори постійні	4	1	4
7	Резистори постійні	8	0,5	4
8	Дисплей	1	200	200
9	Батарея	1	30	30
10	Кнопка	4	10	40
11	Роз'єм	3	10	30
12	Діод	3	5	15
13	Транзистор	3	5	15
14	Реле	3	25	75
				838

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

					26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

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

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

$$P_{\text{від}} = \frac{32}{60} \times 220 = 117,33 (\text{грн})$$

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	$T_{\text{шт}},$ хв.	Розряд	Годинна тарифна ставка, $(C_{\text{г}}),$ грн/год
1	Пайка	14	V	220
2	Регулювання	10	V	220
3	Складання	8	V	220
	Всього	32		

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:

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

$$B_{\text{дод.з.пл.}} = 117,33 \times 0,11 = 12,91 (\text{грн})$$

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:

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

$$C_{\text{в.с.з.}} = \frac{22}{100} \times (117,33 + 12,91) = 28,65 \text{ (грн)}$$

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:

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

$$V_{\text{уео}} = \frac{94}{100} \times (117,33 + 12,91) = 122,43 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

$$B_{\text{зв}} = \frac{235}{100} \times (117,33 + 12,91) = 306,06 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{\text{зв}}$ - відсоток загальновиробничих витрат (приймають 235%).

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

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

$$S_{\text{вир}} = 871,52 + (117,33 + 12,91 + 28,65) + 122,43 + 306,06 = 1458,9 \text{ грн.}$$

					26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ	Арк.
						54
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	871,52
2	Основна заробітна плата виробничих робітників	117,33
3	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	12,91
4	Відрахування на соціальні заходи	28,65
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	122,43
6	Загальновиробничі витрати	306,06
Разом виробнича собівартість (сума 1-6), в тому числі:		1458,9
7	-змінні (сума 1-4) $B_{зм.од}$	1030,41
8	-умовно-постійні (сума 5-6) $B_{уп.од}$	428,49

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

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

$$Ц_{одпр} = 1458,9 \times \frac{100 + 23}{100} = 1794,45 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{пр}$ —відсоток запланованого прибутку (приймається 23%);

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:

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

$$П_p = (1794,45 - 1458,9) \times 2540 = 852297 \text{ (грн),}$$

де Π_p - 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:

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

$$\text{ЧП} = 852297 - 852297 \times \frac{18}{100} = 698883,54 (\text{грн.})$$

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

Π_p - ставка податку на прибуток, % (приймається відповідно до чинного законодавства – 18%).

3) Собівартість всього виробництва розраховується за формулою:

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

$$S_{повq} = 1458,9 \times 2540 = 3705606 (\text{грн.})$$

4) Рентабельність продукції визначається за формулою:

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

$$R_p = \frac{698883,54}{3705606} \times 100\% = 18,86 \%$$

де R_p - 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:

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

$$\Gamma\Pi = 698883,54 + 1031,25 = 699914,79 (\text{грн.}),$$

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 172.402.021.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

за формулою:

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

$$\text{ЧТВ} = 636286,17 - 229125 = 407161,17 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$\text{ТВ} = \frac{699914,79}{(1 + 0,1)^1} = 636286,17 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$\text{ІП} = \frac{636286,17}{229125} = 2,78$$

					26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

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:

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

$$T_{ок_{диск}} = \frac{229125}{636286,17} = 0,36р$$

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

$$GP_{диск} = \frac{TB}{t}, \quad (3.25)$$

$$GP_{диск} = \frac{636286,17}{1} = 636286,17 \quad (\text{грн.})$$

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.	2450
2	Собівартість виробу	грн./од.	1458,9
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	1794,45
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	229125
5	Чистий прибуток	грн.	698883,54
6	Рентабельність виробу	%	18,86
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	407161,17
9	Індекс прибутковості	-	1,59
10	Дисконтований термін окупності інвестицій	років	0,36

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Інструктажі з охорони праці.

Інструктажі з питань охорони праці проводяться на всіх підприємствах, установах і організаціях незалежно від характеру їх трудової діяльності, підлеглості і форми власності. Мета інструктажу – навчити працівника правильно і безпечно для себе і навколишнього середовища виконувати свої трудові обов'язки.

Інструктажі за часом і характером проведення поділяють на: вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий.

Вступний інструктаж проводиться з усіма працівниками, які щойно прийняті на роботу (постійну або тимчасову), незалежно від їх освіти, стажу роботи за цією професією або посади; працівниками, які знаходяться у відрядженні на підприємстві й беруть безпосередню участь у виробничому процесі; з водіями транспортних засобів, які вперше в'їжджають на територію підприємства; учнями, вихованцями та студентами навчально-виховних закладів перед початком трудового й професійного навчання в лабораторіях, майстернях на полігонах тощо.

Вступний інструктаж проводить спеціаліст відділу охорони праці або особа, що призначена наказом для проведення цієї роботи. Місце проведення вступного інструктажу – кабінет охорони праці або інше приміщення, обладнане наочними матеріалами.

Програма вступного інструктажу розробляється відділом охорони праці згідно з переліком питань, наведеним у додатку до Типового положення про навчання з питань охорони праці. Програму та тривалість інструктажу затверджує роботодавець.

Запис про проведення вступного інструктажу робиться в спеціальному журналі, а також у документі про прийняття працівника на роботу, де розписуються інструктуючий та проінструктований працівники.

					26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Первинний інструктаж проводиться на робочому місці до початку роботи з новоприйнятим працівником або працівником, який буде виконувати нову для нього роботу, студентом, учнем та вихованцем перед роботою в майстернях, лабораторіях, дільницях тощо. Первинний інструктаж проводиться індивідуально або для групи осіб спільного фаху за програмою, складеною з урахуванням вимог відповідних інструкцій з охорони праці та інших нормативних актів про охорону праці і технічної документації. Програма первинного інструктажу розробляється керівником цеху чи дільниці, узгоджується зі службою охорони праці і затверджується роботодавцем, керівником навчального закладу або відповідного структурного підрозділу.

Усі робітники і випускники професійних навчальних закладів після первинного інструктажу на робочому місці повинні пройти стажування протягом 2-15 змін під керівництвом досвідчених кваліфікованих робітників або спеціалістів, що призначаються наказом (розпорядженням) по підприємству, цеху, дільниці, виробництву. В окремих випадках стажування може не призначатися, якщо робітник має стаж роботи за своєю професією не менше трьох років, а робота, яку він виконуватиме, для нього знайома з попереднього місця праці.

Повторний інструктаж проводиться на робочому місці з усіма працівниками: на роботах із підвищеною небезпекою – один раз на квартал; на інших роботах – один раз у півріччя. Мета інструктажу – поновити знання та уміння виконувати працівником роботу правильно і безпечно. Проводиться інструктаж індивідуально або для групи працівників, що виконують однотипні роботи, за програмою первинного інструктажу в повному обсязі.

Позаплановий інструктаж проводиться з працівниками на робочому місці або в кабінеті охорони праці у таких випадках:

– при введенні в дію нових або змінених нормативних актів про охорону праці;

					26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– при зміні технологічного процесу, заміні або модернізації устаткування, приладів та інструментів, вихідної сировини, матеріалів та інших факторів, що впливають на охорону праці;

– при порушенні працівником нормативних актів, що може призвести до травми, отруєння або аварії;

– на вимогу працівника органу державного нагляду або вищої за ієрархією державної чи господарської організації при виявленні недостатнього знання працівником безпечних прийомів праці і нормативних актів про охорону праці;

– при перерві в роботі виконавця робіт більше, ніж 30 календарних днів (для робіт із підвищеною небезпекою), а для решти робіт – більше 60 днів.

Позаплановий інструктаж проводиться індивідуально або для групи працівників спільного фаху. Обсяг і зміст інструктажу визначається для кожного окремого випадку залежно від причин і обставин, що викликали необхідність його проведення.

Цільовий інструктаж проводиться у таких випадках:

– при виконанні разових робіт, що не пов'язані безпосередньо з основними роботами працівника;

– при ліквідації наслідків аварії і стихійного лиха;

– при виконанні робіт, що оформляються нарядом-допуском, письмовим дозволом та іншими документами;

– в разі проведення екскурсій або організації масових заходів з учнями та вихованцями (екскурсії, походи, спортивні заходи тощо).

Цільовий інструктаж фіксується нарядом-допуском або іншим документом, що дозволяє проведення робіт.

Первинний, повторний, позаплановий та цільовий інструктажі проводить безпосередньо керівник робіт (начальник виробництва, цеху, дільниці, майстер, інструктор виробничого навчання, викладач тощо). Перевірка знань здійснюється усним опитуванням або за допомогою

					26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

технічних засобів навчання, а також перевіркою навичок виконання робіт відповідно до вимог безпеки.

Первинний, повторний та позаплановий інструктажі, стажування та допуск до роботи реєструються в спеціальних журналах. При цьому обов'язкові підписи як інструктованого, так і інструктуючого. Журнали інструктажів повинні бути пронумеровані, прошнуровані і скріплені печаткою.

Працівники, що не пов'язані з обслуговуванням обладнання, використанням інструменту, збереженням сировини, матеріалів тощо, можуть бути звільнені від первинного, повторного та позапланового інструктажу за наказом (розпорядженням) керівника підприємства по узгодженню з державним інспектором Держпромгірнагляду.

Роботодавець або керівник структурного підрозділу зобов'язаний видати працівнику примірник інструкції з охорони праці за його професією або вивісити її на робочому місці.

4.2 Види виробничого освітлення.

Залежно від джерела світла виробниче освітлення може бути: природним, що створюється прямими сонячними променями та розсіяним світлом небосхилу; штучним, що створюється електричними джерелами світла та суміщеним, при якому недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним.

Природне освітлення поділяється на: бокове (одно- або двохстороннє), що здійснюється через світлові отвори (вікна) в зовнішніх стінах; верхнє, здійснюване через ліхтарі та отвори в дахах і перекриттях; комбіноване — поєднання верхнього та бокового освітлення.

Штучне освітлення може бути загальним та комбінованим. Загальним називають освітлення, при якому світильники розміщуються у верхній зоні приміщення (не нижче 2,5 м над підлогою) рівномірно (загальне рівномірне

					26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

освітлення) або з врахуванням розташування робочих місць (загальне локалізоване освітлення). Комбіноване освітлення складається із загального та місцевого. Його доцільно застосовувати при роботах високої точності, а також, якщо необхідно створити певний або змінний, в процесі роботи, напрямок світла. Місцеве освітлення створюється світильниками, що концентрують світловий потік безпосередньо на робочих місцях. Застосування лише місцевого освітлення не допускається з огляду на небезпеку виробничого травматизму та професійних захворювань.

За функціональним призначенням штучне освітлення поділяється! на робоче, аварійне, евакуаційне, охоронне, чергове.

Робоче освітлення призначене для забезпечення виробничого процесу, переміщення людей, руху транспорту і є обов'язковим для всієї виробничих приміщень.

Аварійне освітлення використовується для продовження роботи у випадках, коли раптове відключення робочого освітлення, та пов'язане з ним порушення нормального обслуговування обладнання може викликати вибух, пожежу, отруєння людей, порушення технологічного! процесу.

Евакуаційне освітлення призначене для забезпечення евакуації! людей з приміщень при аварійному відключенні робочого освітлення. Його необхідно влаштовувати в місцях, небезпечних для проходу людей; в приміщеннях допоміжних будівель, де можуть одночасно знаходитись більше 100 чоловік; в проходах; на сходових клітках, у виробничих приміщеннях, в яких працює більше 50 чоловік.

Охоронне освітлення влаштовується вздовж меж території, яка охороняється в нічний час спеціальним персоналом. Найменша освітленість повинна бути 0,5 лк на рівні землі.

Чергове освітлення передбачається у неробочий час, при цьому, як правило, використовують частину світильників інших видів штучного освітлення.

					26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Освітлення відіграє важливу роль у житті людини. Біля 90% інформації сприймається через зоровий канал, тому правильно виконане раціональне освітлення має важливе значення для виконання всіх видів робіт. Світло є не тільки важливою умовою роботи зорового аналізатора, але й біологічним фактором розвитку організму людини в цілому. Для людини день і ніч, світло і темрява визначають біологічний ритм - бадьорість та сон. Отже, недостатня освітленість або її надмірна кількість знижують рівень збудженості центральної нервової системи і, природна активність усіх життєвих процесів. Раціональне освітлення є важливим фактором загальної культури виробництва. Неможливо забезпечити чистоту та порядок у приміщенні, в якому напівтемрява, світильники брудні або в занедбаному стані.

Стан освітлення виробничих приміщень відіграє важливу роль і для попередження виробничого травматизму. Багато нещасних випадків на виробництві стається через погане освітлення. Втрати від цього становлять досить значні суми, а, головне, людина може загинути або стати інвалідом. Раціональне освітлення повинно відповідати таким умовам: бути достатнім (відповідним нормі); рівномірним; не утворювати тіней на робочій поверхні; не засліплювати працюючого; напрямок світлового потоку повинен відповідати зручному виконанню роботи. Це сприяє підтримці високого рівня працездатності, зберігає здоров'я людини та зменшує травматизм.

За своєю природою світло - це видиме випромінювання електромагнітних хвиль довжиною від 380 до 780 нм (1 нм дорівнює 10⁻⁹ м). Видиме світло (біле) є складовою цілого ряду кольорів, які залежать від довжини електромагнітних хвиль: фіолетовий 380...450 нм; синій 450...510 нм; зелений 510...575 нм; жовтий 575...620 нм; червоний 620...750 нм. Випромінювання вище 780 нм називають інфрачервоним, нижче 380 нм - ультрафіолетовим.

					26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Залежно від джерела світла виробниче освітлення може бути трьох видів:

1. Природне - це пряме або відбите світло сонця (небосхилу), що освітлює приміщення через світлові прорізи в зовнішніх огорожувальних конструкціях.

2. Штучне - здійснюється штучними джерелами світла (лампами розжарювання або газорозрядними) і призначене для освітлення приміщень у темні години доби, або таких приміщень, які не мають природного освітлення.

3. Сполучене (суміщене) - одночасне поєднання природного і штучного освітлення.

					26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

При виконанні даного проекту було здійснено розробку конструкції «Цифровий таймер, для атоматичного управління освітлення». 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 80×85мм 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. Корпус проектованого виробу виготовлений з термопластичної пластмаси, з допомогою одного із методів виготовлення корпусів, тобто методом лиття під тиском. Так як використаний пластмасовий корпус то маса приладу є невеликою.

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 172.402.021.000.000 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Цифровий таймер [електронний ресурс] – Режим доступу <https://radiolub./page/zhurnal-radio-2005-8> (дата звернення 4.02.2026).
2. Конденсатор ЕСАР-"Ерcos" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.radiolibrary./reference/transformers-tn/tn20.html> (дата звернення 1.02.2026).
3. Резистор MFP [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <https://www.chipdip./product/elc10d101e> www.cityradio.narod.ru. (дата звернення 3.02.2026).
4. Конденсатор RDE5C1H-"Murata" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://ipart.com/download/3655a026-13e6-4b56-a0bb-8fd05df9b19d.pdf> www.radio-portal.ru. www.vprl.. (дата звернення 1.02.2026).
5. Діод 1N4148 "Diotec" [електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.platan./shop/part/PBS-4.html>. (дата звернення 3.02.2026).
6. Дросель EC24-100K-Bourns" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://www.rct./catalog/box-header-connector/pbs-4.html>. (дата звернення 4.02.2026).
7. Датчик температури DS18B20 "Dallas" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://studies.in.ua/bjd-zaporojec/1211-173-osnovn-tehnchn-ta-organizacyn-zahodi-schodo-proflaktiki-virobnichogo-travmatizmu-ta-profesynoyi-zahvoryuvanost.html> (дата звернення 4.02.2026).
8. Кварцевий резонатор КХ-ЗНТ-32768 Гц "Geyer" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/asw-09-102-red> (дата звернення 1.02.2026).
9. Мікросхема L7805ABV "ST Microelectronics" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/leg-12_62137.html (дата звернення 1.02.2026).

					26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Мікросхема ATmega8-16PU "Microchip" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://eandc/catalog/detail.php?ID=3809>(дата звернення 1.02.2026).
11. Кнопка тактова KLS7-TS6601-13.0-180 "KLS" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://ipart.com/download/3655a026-13e6-4b56-a0bb-8fd05df9b19d.pdf> www.radio-portal..www.vprl.. (дата звернення 1.02.2026).
12. Дисплей WG12864A-YGH-VN "Kingbright" [електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.platan./shop/part/PBS-4.html>. (дата звернення 3.02.2026).
13. Резистор 3306F-1 "Bourns" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://www.rct./catalog/box-header-connector/pbs-4.html>. (дата звернення 4.02.2026).
14. Реле 801H-1C-C 12VDC [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://studies.in.ua/bjd-zaporojec/1211-173-osnovn-tehnchn-ta-organzacyn-zahodi-schodo-proflaktiki-virobnichogo-travmatizmu-ta-profesynoyi-zahvoryuvanost.html>(дата звернення 4.02.2026).
15. Транзистор L-7113P3C "Kingbright" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/asw-09-102-red>(дата звернення 1.02.2026).
16. Діод D2SBA60-7000 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/leg-12_62137.html(дата звернення 1.02.2026).
17. Транзистор BC639 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://studies.in.ua/bjd-zaporojec/1211-173-osnovn-tehnchn-ta-organzacyn-zahodi-schodo-proflaktiki-virobnichogo-travmatizmu-ta-profesynoyi-zahvoryuvanost.html>(дата звернення 4.02.2026).
18. Роз'єм DS-025B "Dragon City Industries" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://studies.in.ua/bjd-zaporojec/1211-173-osnovn-tehnchn-ta-organzacyn-zahodi-schodo-proflaktiki-virobnichogo-travmatizmu-ta-profesynoyi-zahvoryuvanost.html>

					26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

organizacyn-zahodi-schodo-proflaktiki-virobnichogo-travmatizmu-ta-profesynoyi-zahvoryuvanost.html(дата звернення 4.02.2026).

19. CC-210D "KLS" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://studies.in.ua/bjd-zaporojec/1211-173-osnovn-tehnchn-ta-organizacyn-zahodi-schodo-proflaktiki-virobnichogo-travmatizmu-ta-profesynoyi-zahvoryuvanost.html>(дата звернення 4.02.2026).

20. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Конструювання РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2018

21. Програма для розрахунку надійності РЕА [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/mod/resource/view.php?id=60057>(дата звернення 4.02.2026).

22. Васишин О.З. Методичні вказівки до виконання практичної роботи "Конструктивний розрахунок друкованого монтажу" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2018

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

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

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

26. Васишин О.З., Штогрин П.І. Методичні вказівки "Розробка 3D-моделей типових корпусів РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2017

27. Програма для розробки корпусу "Компас 3D" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/course/view.php?id=819>

					26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

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

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

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

31. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Основи конструювання та технології виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2016

32. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Технологія виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2017

33. 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.

34. 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.

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

36. Сайт спільноти розробників проектів на ARDUINO .URL: https://projecthub.arduino.cc/?_gl=1*4147w4*_ga*OTkyMzgzOTAwLjE3MTYwNTM3MjY.*_ga_NEXN8H46L5*MTcxNjkyMjQ0S4yLjEuMTcxNjkyMjUzOS4wLjAuMTUxNjM0NjA3MQ.*_fplc*OUZZTmxzbGU4MkNZbiUyRkNCTHJmazAwbjdrNWNDZTc5QUV6OFRIb3A2ck5RNzhvOVY3JTJGYXhRcDNlWHAzWWxZWl

JTVXkySndINXl4bUpNZCUyQkNiN29jajJqckF2c0tRMGlhdVU3SVhYRTY4ZDdRb016bCUyRjBhZ1QwY0Z1M3hubEElM0QlM0Q(дата звернення 28.05.2024).

37. Магпо В. І., Рябчий 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.

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

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

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

					26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Додаток А Друкована плата

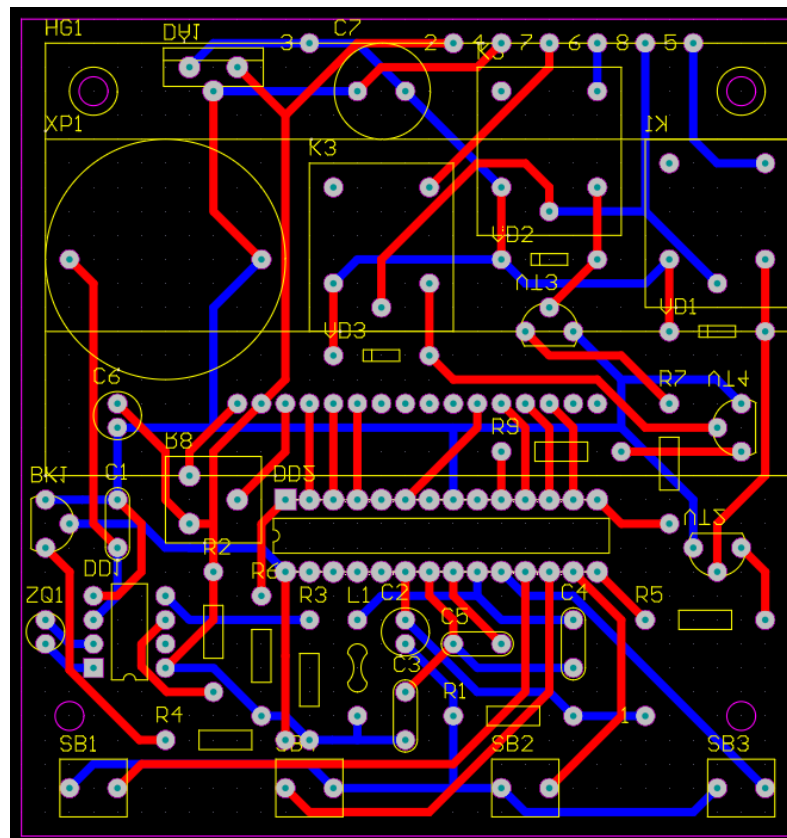


Рисунок А.1 – Друкована плата

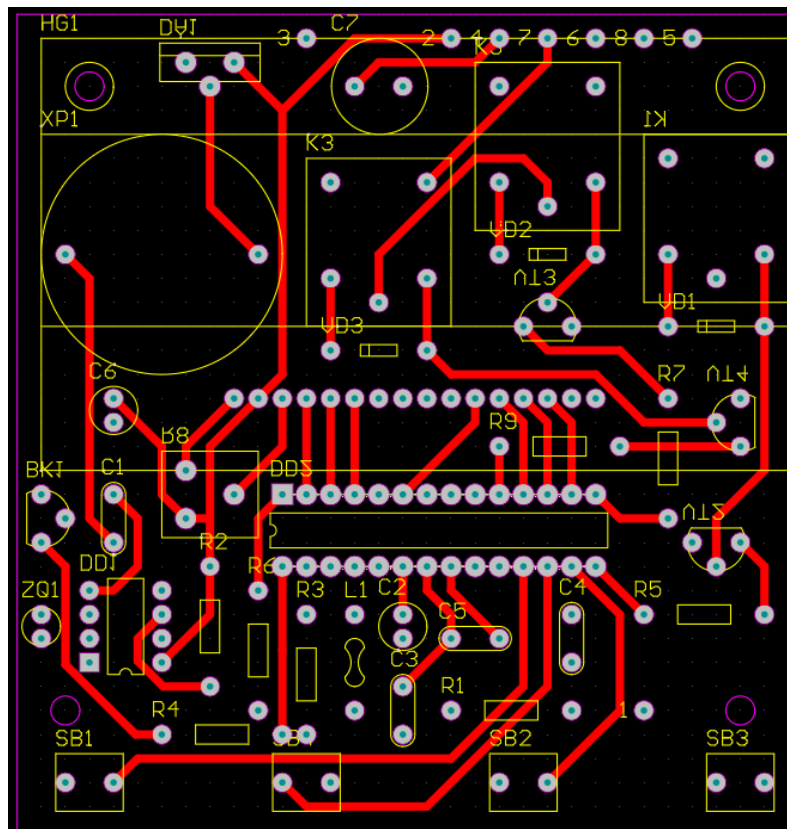


Рисунок А.2 – Друкована плата, шар Тор

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ

Арк.

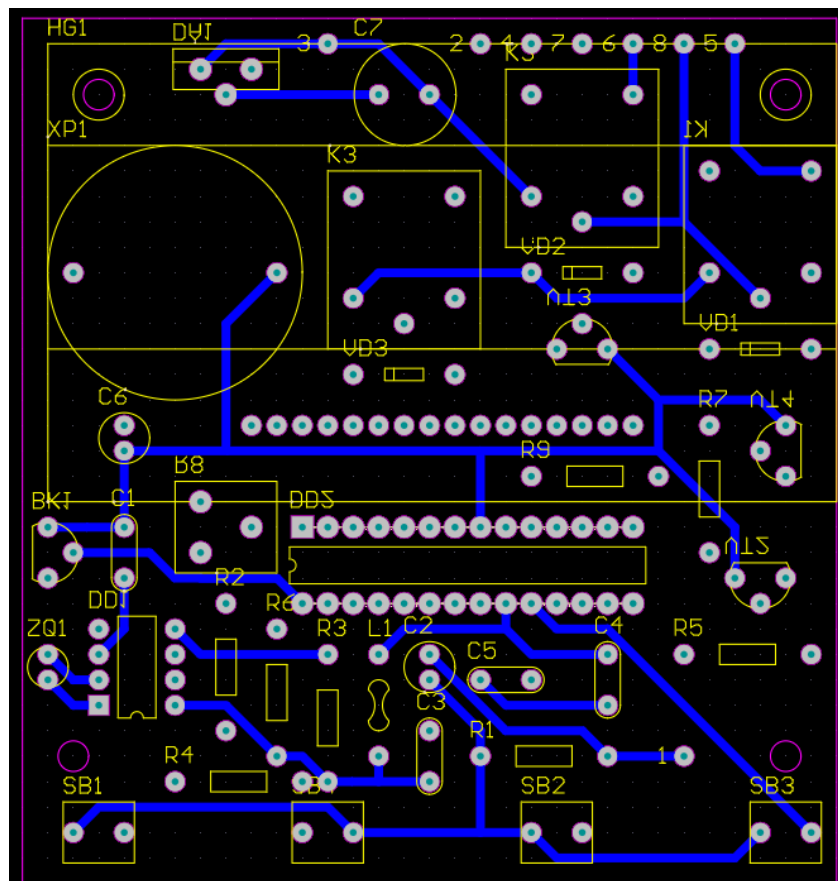


Рисунок А.3 – Друкована плата, шар Botton

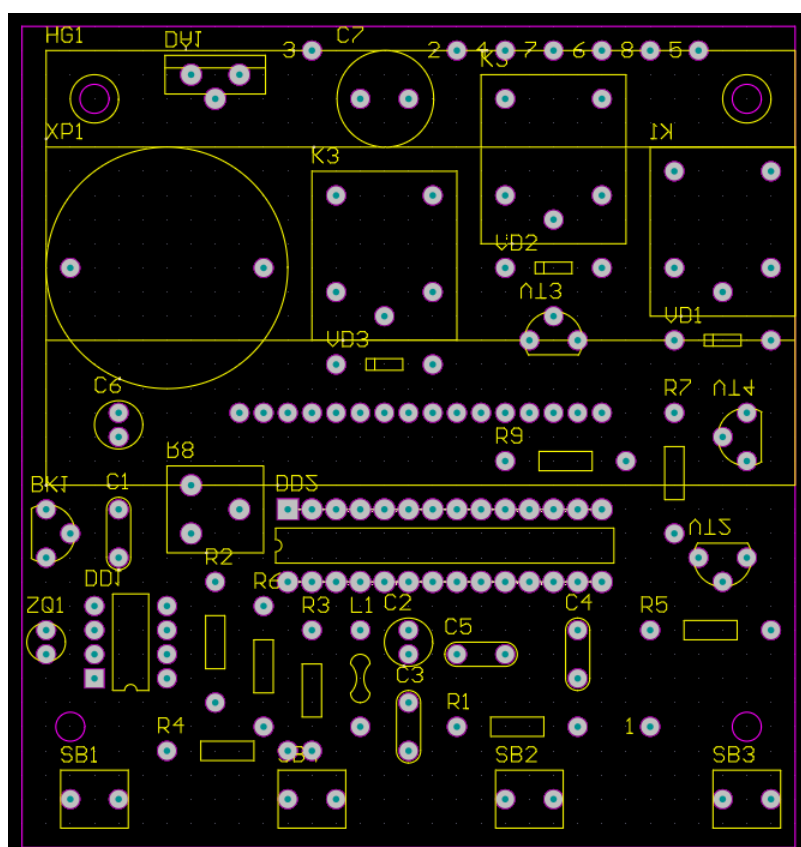


Рисунок А.4 – Друкована плата, шар Overlay

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ

Арк.

Додаток Б 3D модель пристрою

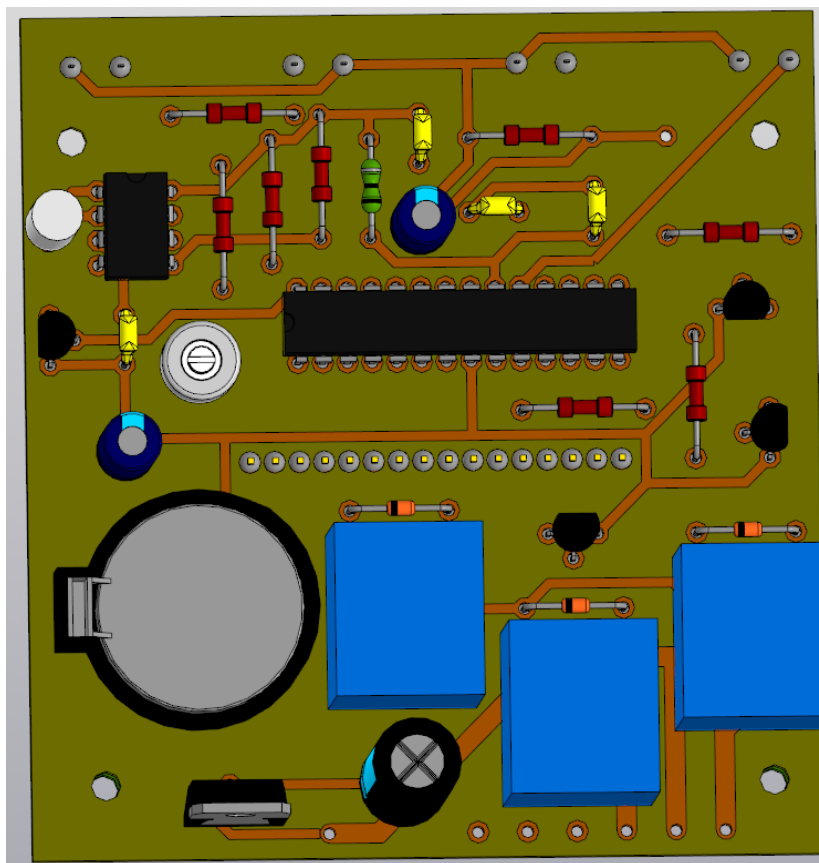


Рисунок Б.1 – 3D модель пристрою, вузол друкуваний

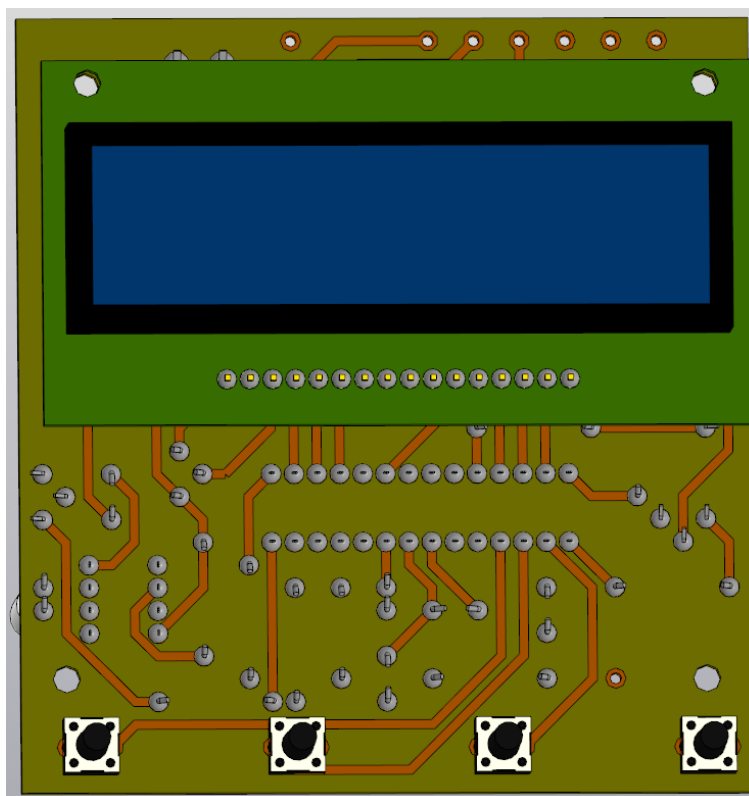


Рисунок Б.2 – 3D модель пристрою, вузол друкуваний знизу

					26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

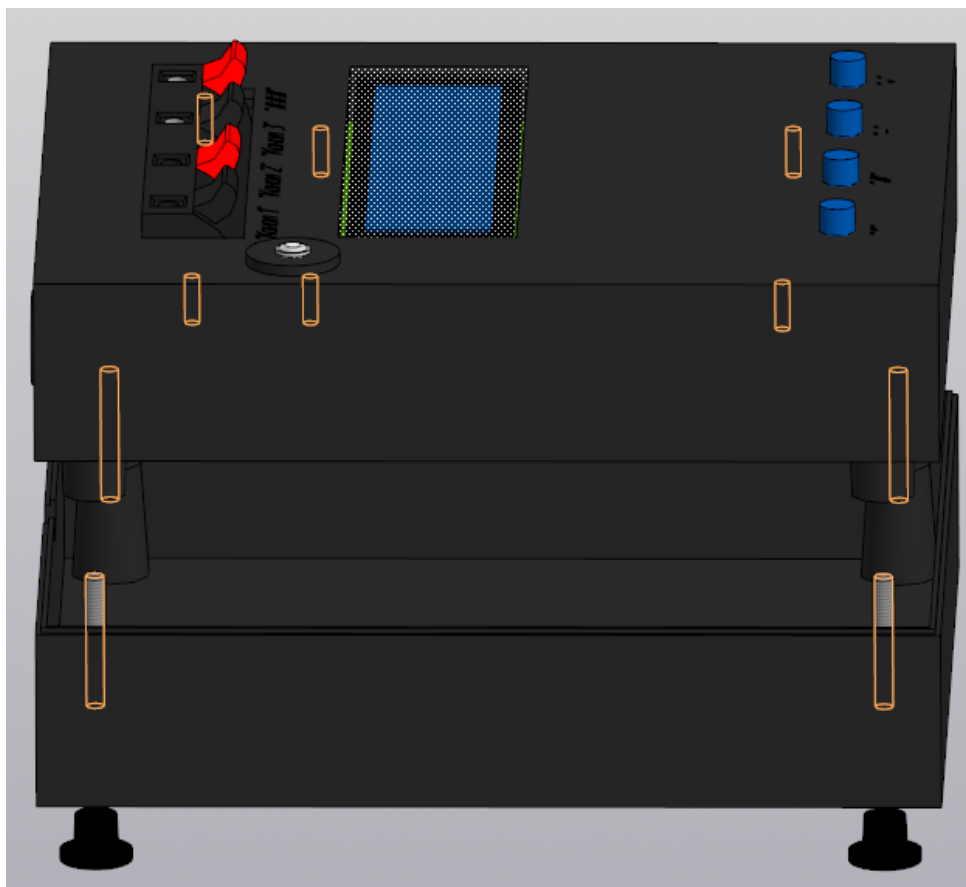


Рисунок Б.3 – 3D модель пристрою, загальний вигляд збоку

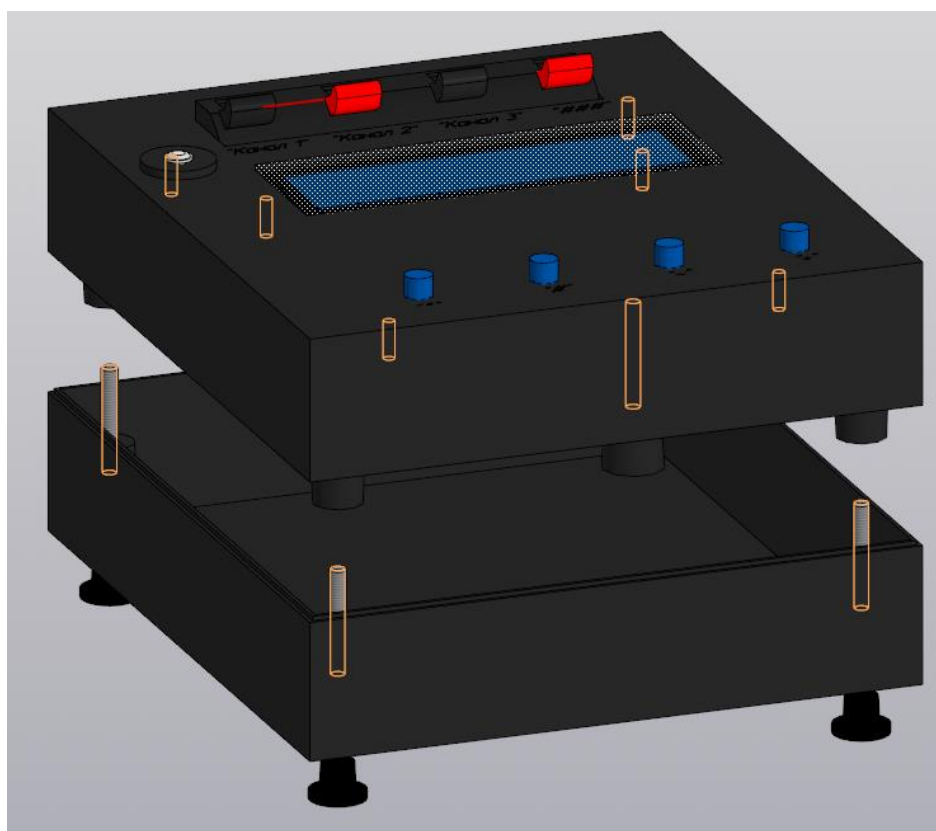


Рисунок Б.4 – 3D модель пристрою, загальний вигляд

					26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

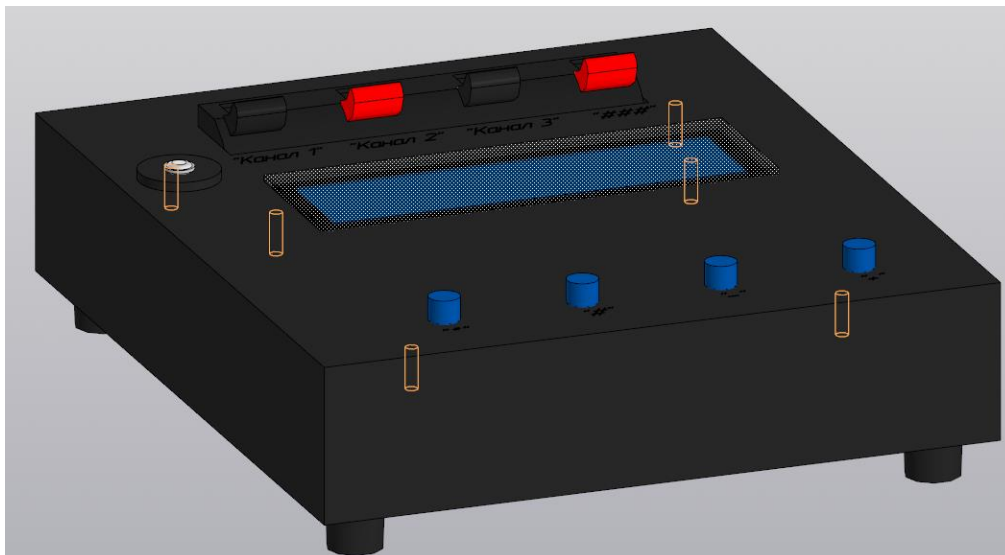


Рисунок Б.5- 3D модель пристрою, верхня кришка



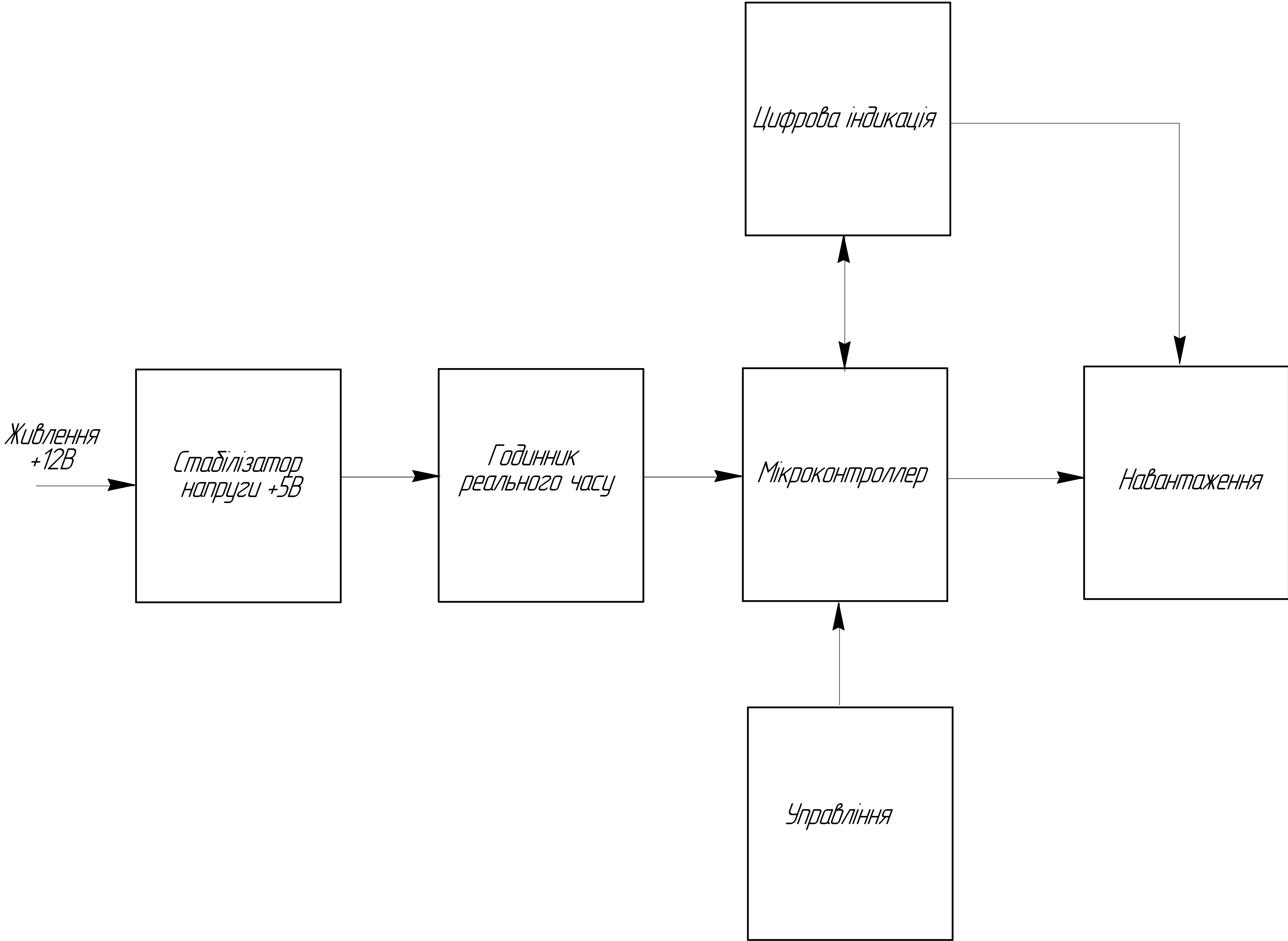
Рисунок Б.6 - 3D модель пристрою, верхня кришка вигляд знизу

					26 КР 172.402.021.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перш. викорис.	
Додат. №	

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

26 КР 172.402.021.001.000 Е1



					26 КР 172.402.021.001.000 Е1			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Цифровий таймер, для автоматичного управління освітлення Схема електрична структурна	Лист	Маса	Масштаб
						- Н -	-	-
						Аркш		Аркшів 1
						ВСП ТФК ТНТУ ТР-402		
						м. Тернопіль		
Розроб.	Палій					Формат А2		
Перевір.	Федечко							
Т.контр.								
Рецензент								
Н.контр.	Задорожний							
Затверд.								

Копіював

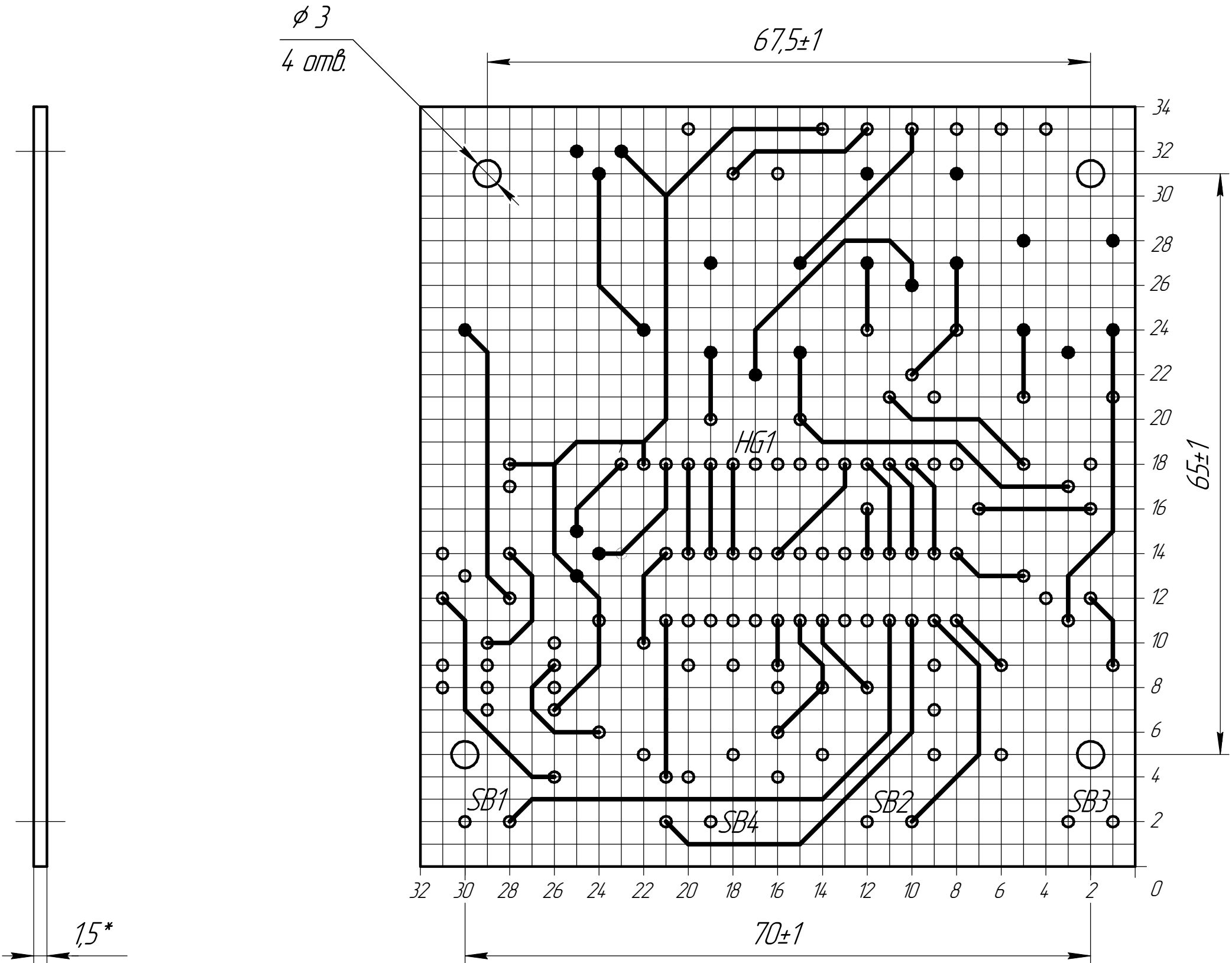
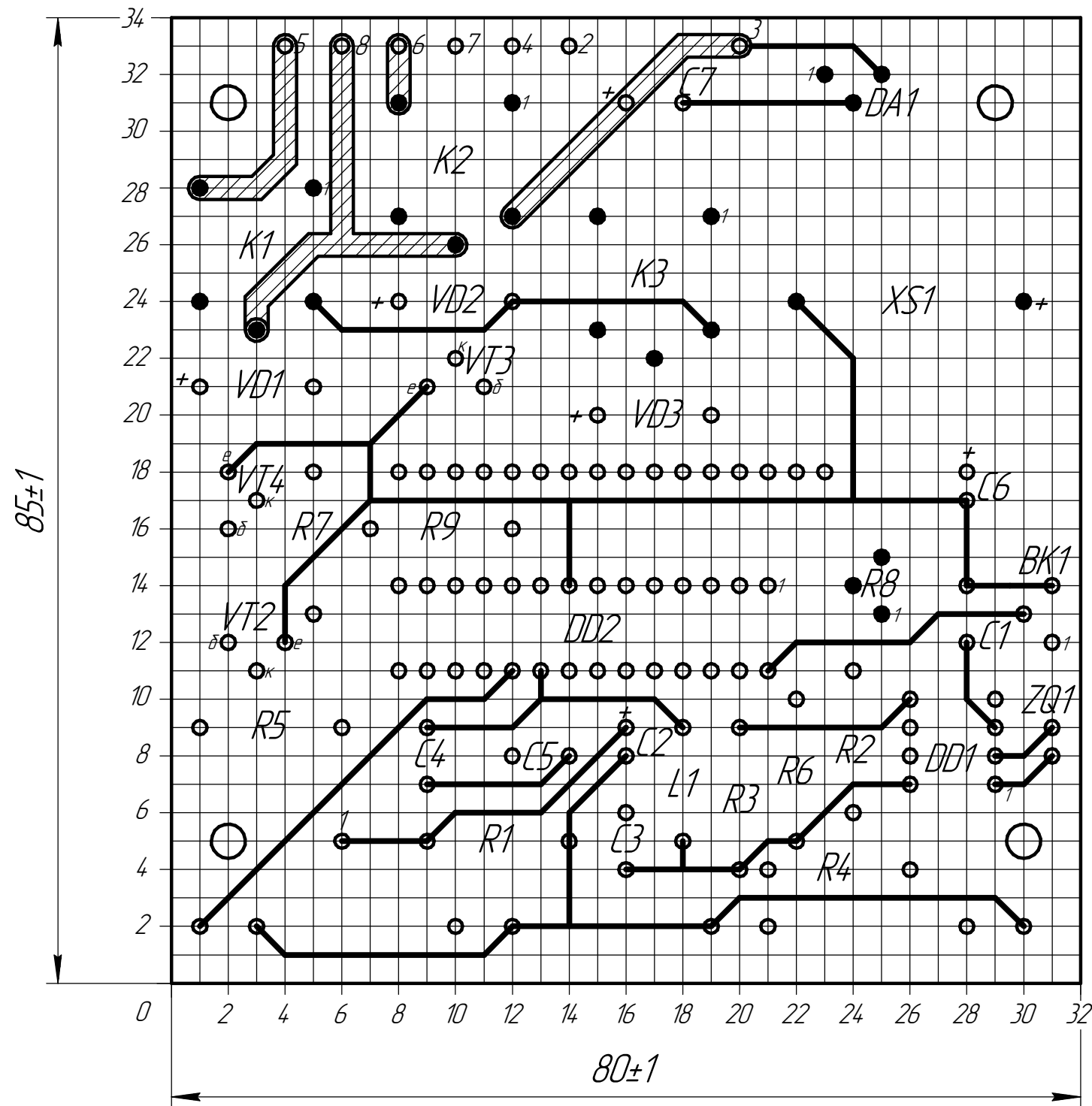
Формат А2

Перш. викорис.		Поз. познач.	Найменування			Кіл.	Примітка		
Додат. №		BK1	Датчик температури DS18b20 "Dallas"			1			
			Конденсатори						
		C1	RDE5C1H-1 мкФ ±10% "Murata"			1			
		C2	ECAP-16 B-10 мкФ ±20% "Epcos"			1			
		C3...C5	RDE5C1H-100 нФ ±10% "Murata"			3			
		C6	ECAP-16 B-100 мкФ ±20% "Epcos"			1			
		C7	ECAP-25 B-470 мкФ ±20% "Epcos"			1			
			Мікросхеми						
		DA1	LM7805CT "Fairchild Semiconductor"			1			
		DD1	DS1307 "Maxim"			1			
		DD2	Atmega 8 "Atmel"			1			
		GB1	Батерея CR1025 3 В "Camelion"			1			
		HG1	Дисплей WG12864A-YGH-VN "Kingbright"			1			
		K1...K3	Реле 801H-1C-C 12VDC "Song Chuan Precision"			3			
		L1	Дросель EC24-100K-10 мкГн "Bourns"			1			
			Резистори						
		R1	MFP-0,125 Вт-20 кОм ±10% "Yageo"			1			
		R2...R4	MFP-0,125 Вт-4,7 кОм ±10% "Yageo"			3			
		26 КР 172.402.021.001.000							
		Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
		Розроб.	Федечко				Цифровий таймер, для автоматичного управління освітлення		
		Перевір.	Приймак						
		Н.контр.	Задорожний				ВСП ТФК ТР-402		
		Затверд.							
							м. Тернопіль		

Поз. познач.		Найменування	Кіл.	Примітка
R5		MFP-0,125 Вт-6,8 кОм ±10% "Yageo"	1	
R6		MFP-0,125 Вт-10 кОм ±10% "Yageo"	1	
R7		MFP-0,125 Вт-6,8 кОм ±10% "Yageo"	1	
R8		3306F-1-5 кОм ±25% "Bourns"	1	
R9		MFP-0,125 Вт-6,8 кОм ±10% "Yageo"	1	
SB1...SB4		Кнопка PBS-11A "Jietong Switch"	4	
VD1...VD3		Діод 1N4148 "NXP"	3	
Транзистори				
VT1		L-7113P3C "Kingbright"	1	
VT2...VT4		BC639 "Fairchild"	3	
Роз'єми				
XS1		BH810 "EEMB"	1	
XS2		DS-025B "Dragon City Industries"	1	
XS3		CC-210D "KLS"	1	
ZQ1		Кварцевий резонатор КХ-ЗНТ-32768 Гц "Geyer"	1	

Таблиця отворів

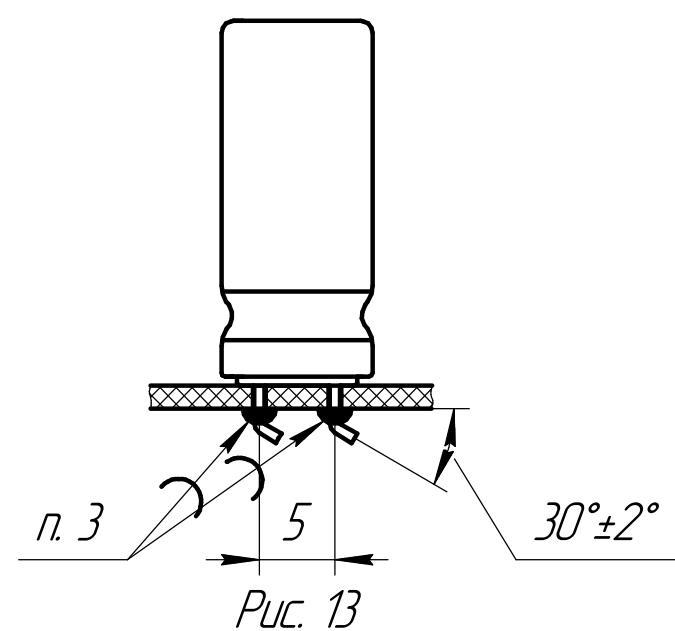
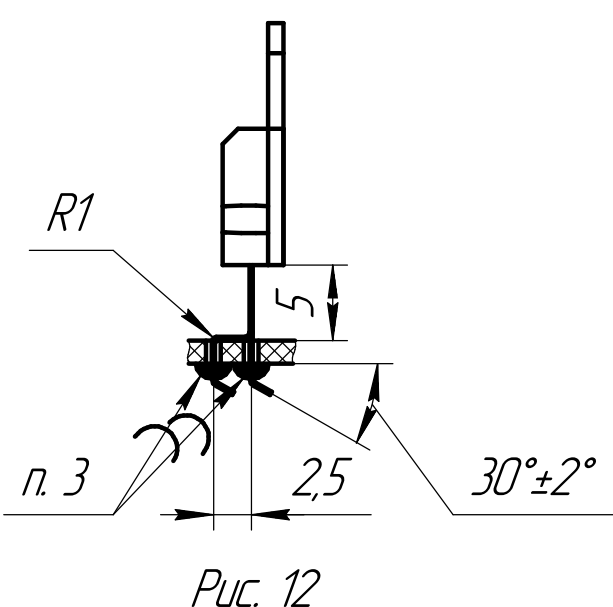
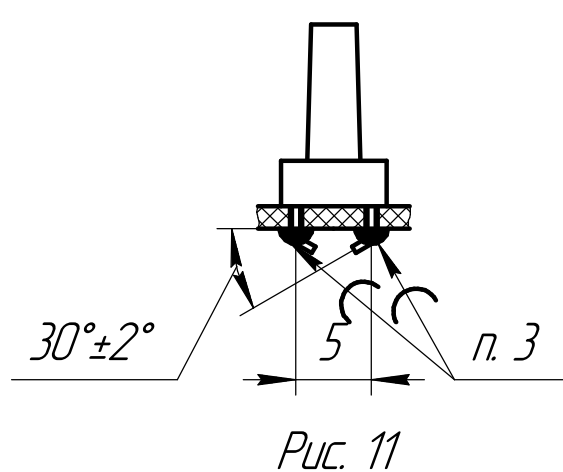
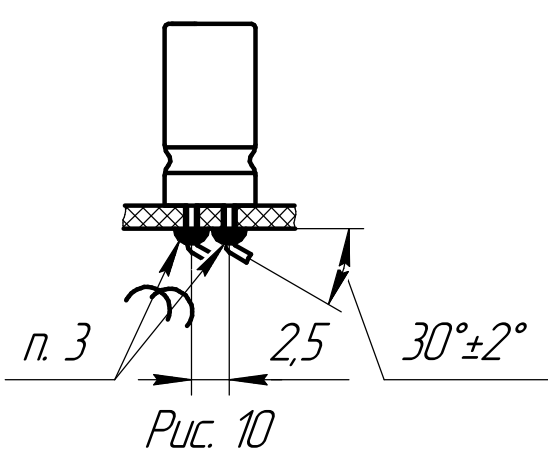
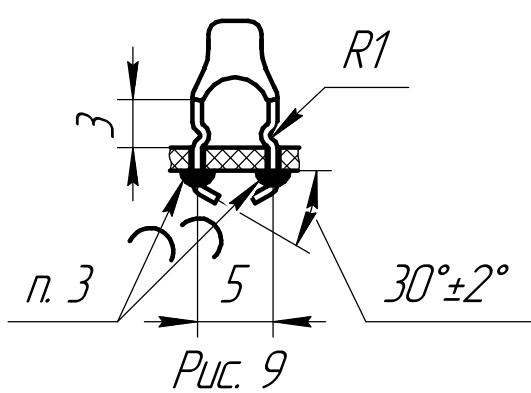
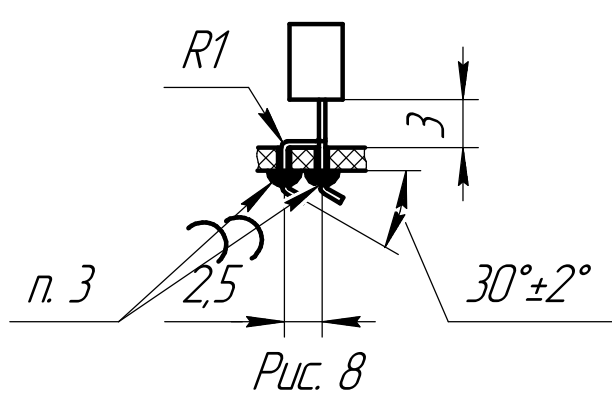
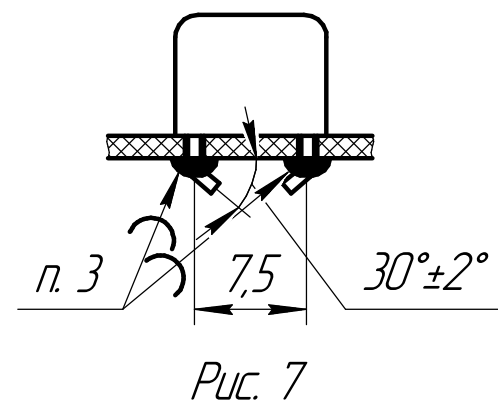
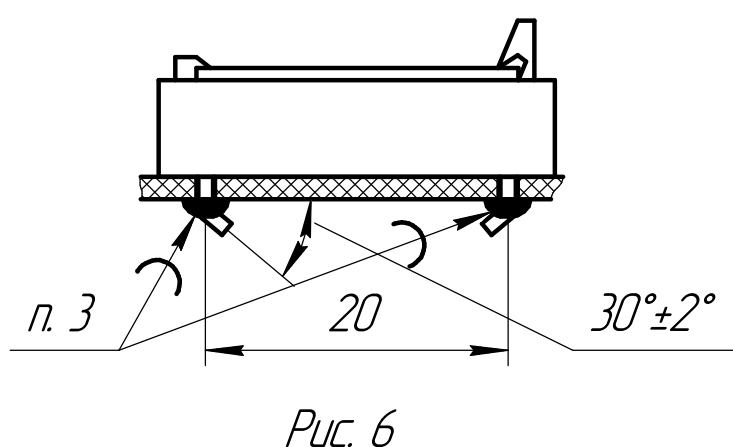
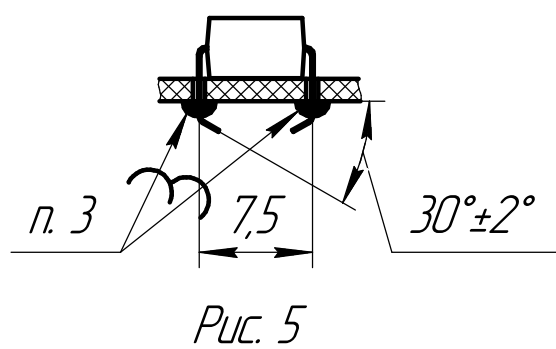
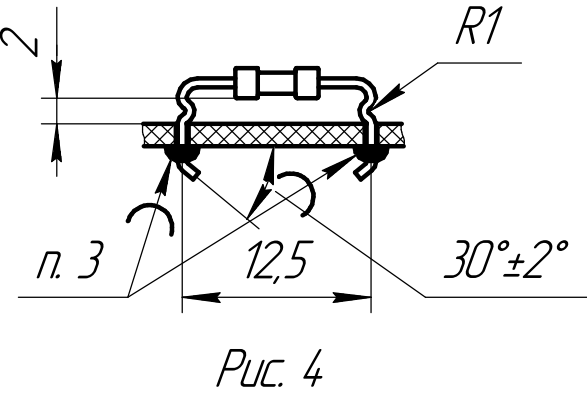
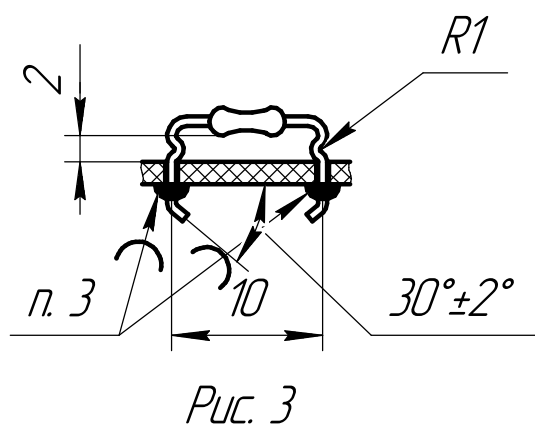
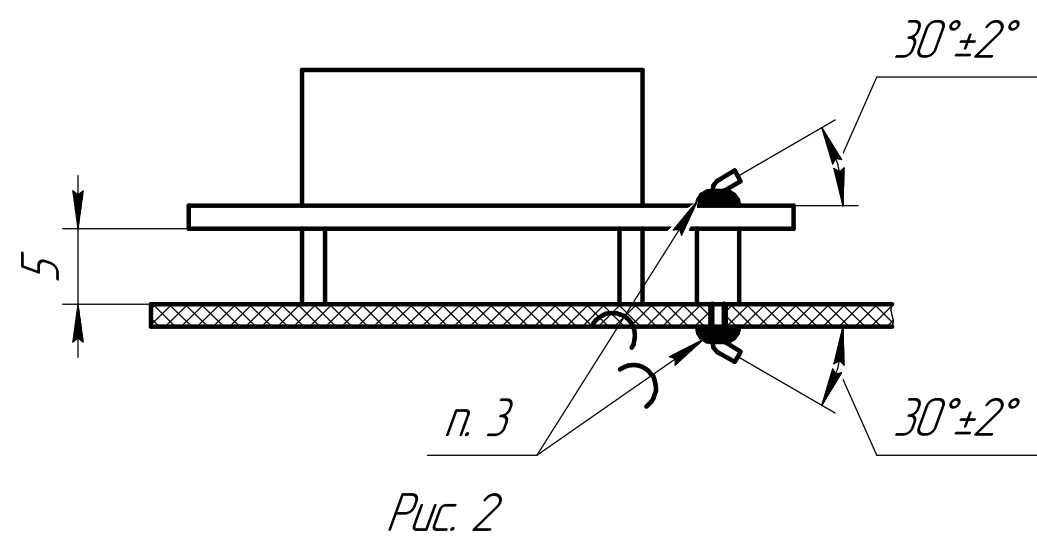
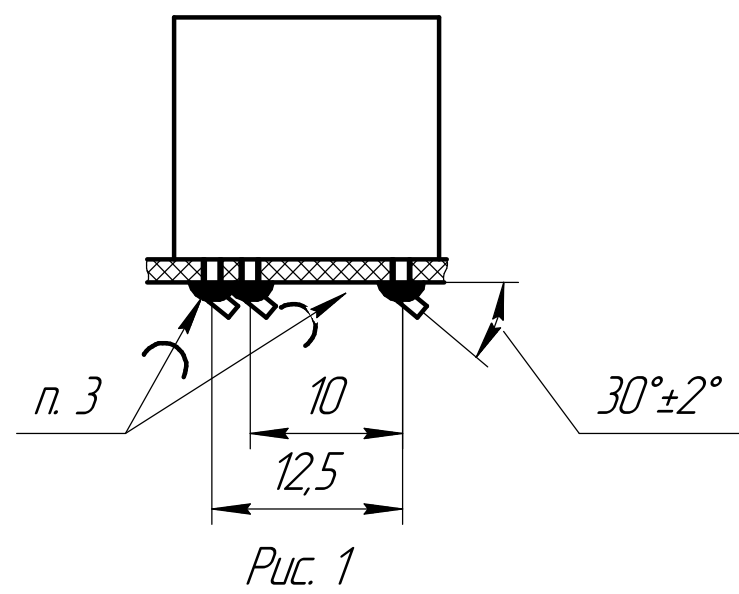
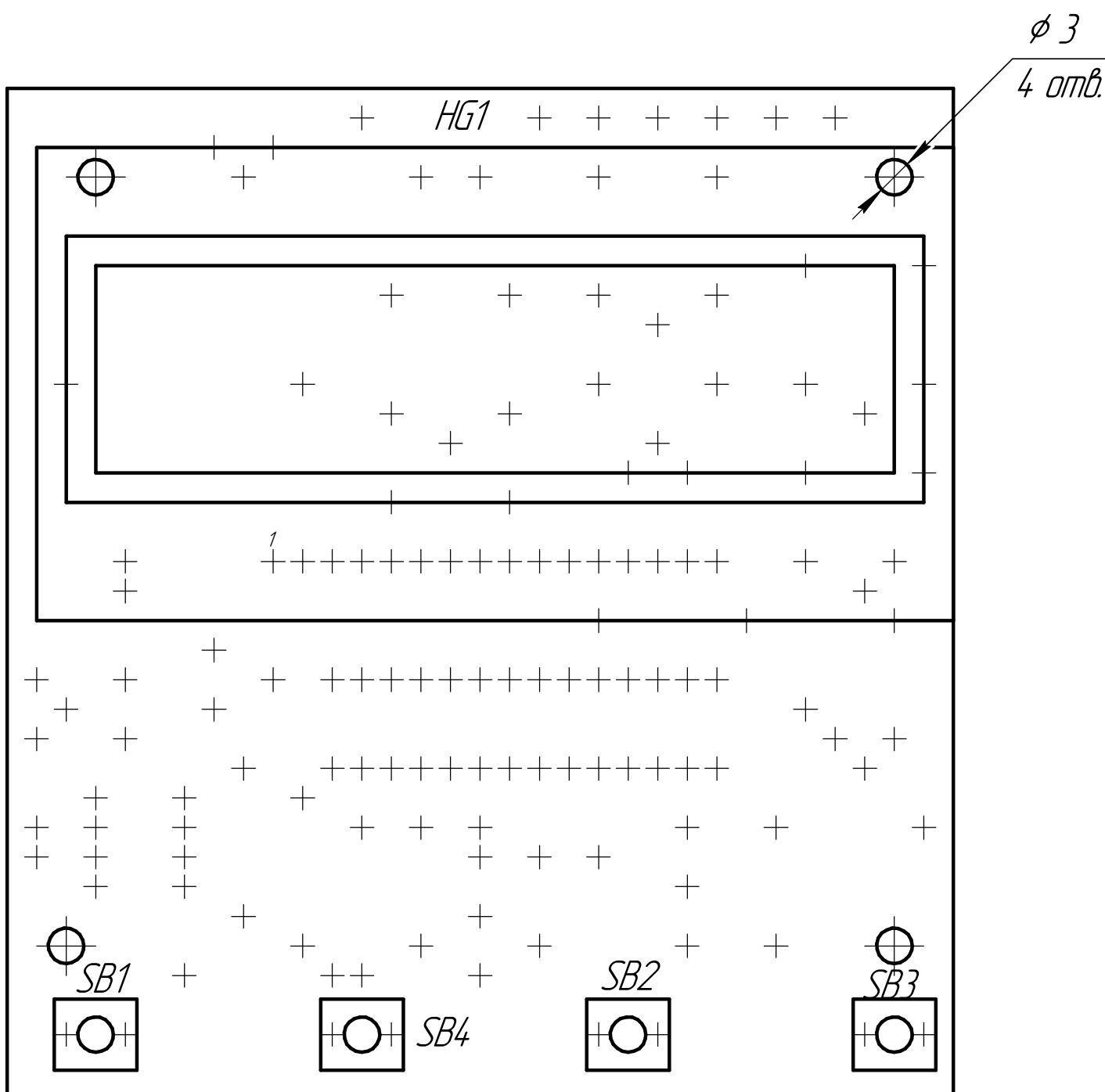
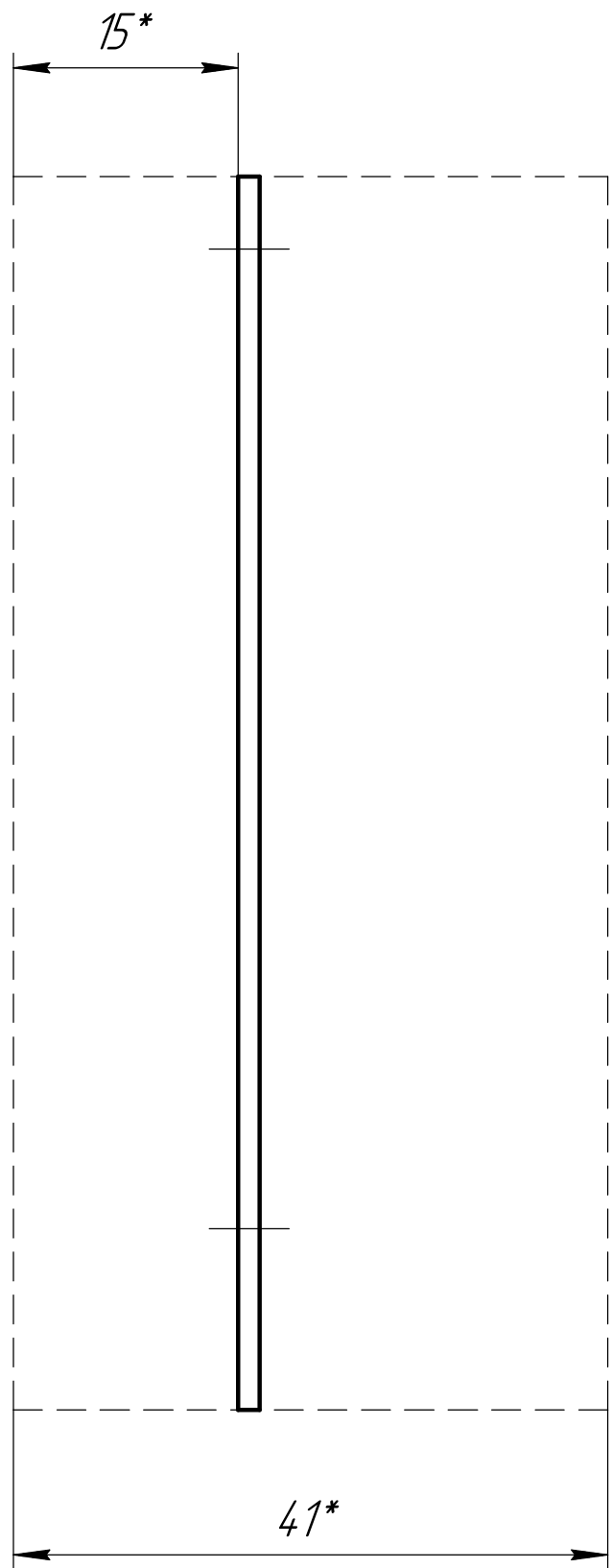
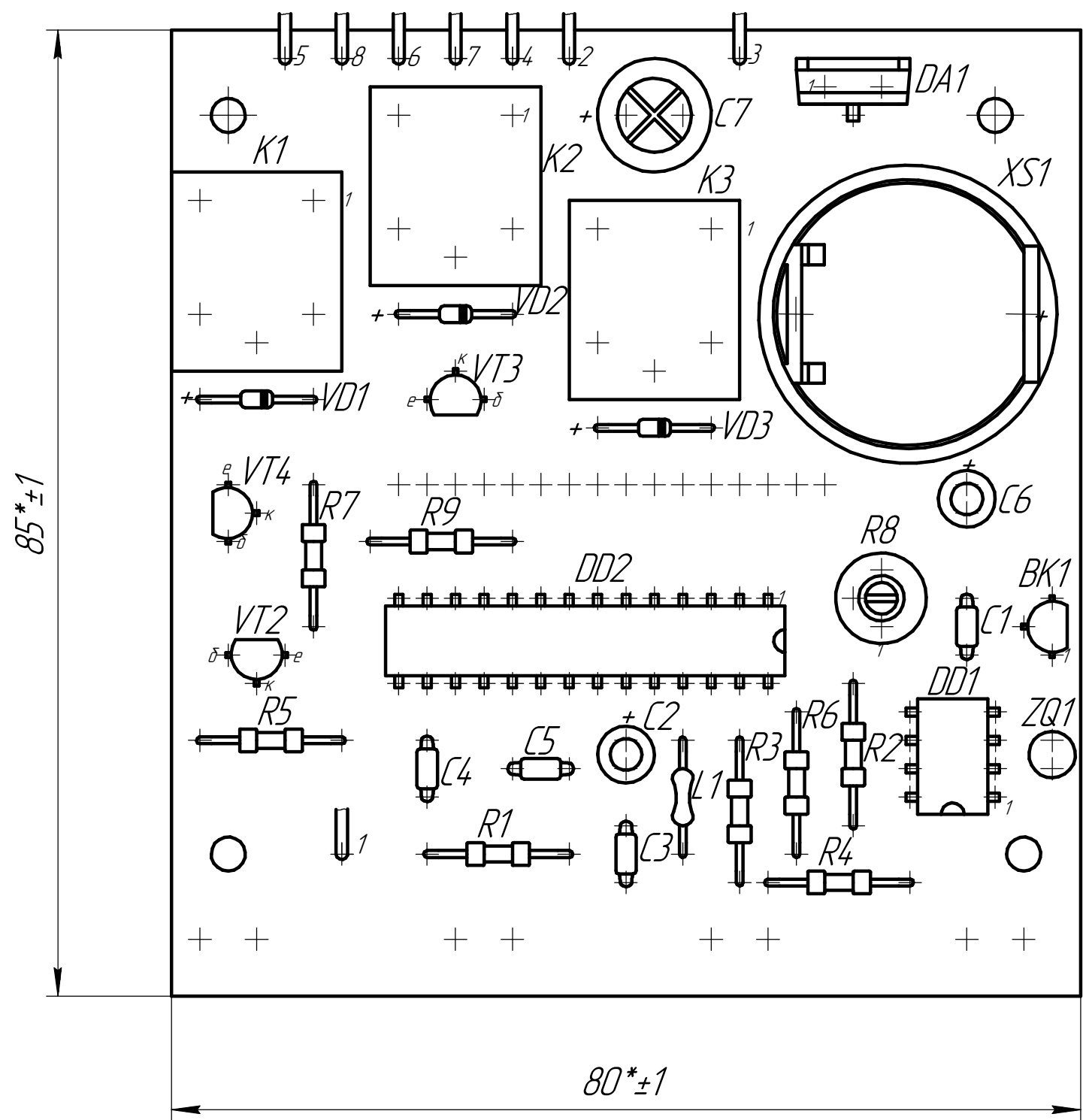
Умовне позначення отворів	Діаметри отворів	Наявність металізації в отворах	Діаметри монтажних площадок	Кількість отворів	Примітка
○	0,9	Є	1,1	122	
●	1,1	Є	1,3	21	



- 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 4.0005.051.

					26 КР 172.402.021.001.001			
Зм. Розроб. Перевір. Т.контр.	Арх. Федченко Примак	№ док. Федченко	Підпис	Дата	Плата друкована			
					Лист	Маса	Масштаб	
					н	0,03	2:1	
Нконтр. Затверд.	Задорожний				Архив	Архив 1		
					ВСП ТФК ТР-402			
					м. Тернопіль			

						<i>Перш. використ.</i>		
<i>Формат</i>	<i>Зона</i>	<i>Поз.</i>	<i>Позначення</i>	<i>Найменування</i>	<i>Кіл.</i>	<i>Прим.</i>		
A4			26 КР 172.402.021.000.000 ПЕЗ	Перелік елементів				
A2			26 КР 172.402.021.000.000 ЕЗ	Схема електрична принципова				
A1			26 КР 172.402.021.001.000 СК	Вузол друкований				
				<i>Деталі</i>				
A1	1		26 КР 172.402.021.001.001	Плата друкована	1			
BK	2		26 КР 172.402.021.001.002	Перемичка	8			
				<i>Інші вироби</i>				
	4			Датчик температури DS18B20 "Dallas"	1	BK1		
				<i>Конденсатори</i>				
	6			RDE5C1H-100 нФ ±10% "Murata"	3	C3...C5		
	7			RDE5C1H-1 мкФ ±10% "Murata"	1	C1		
	8			ECAP-16 В-10 мкФ ±20% "Epcos"	1	C2		
	9			ECAP-25 В-470 мкФ ±20% "Epcos"	1	C7		
				<i>Мікросхеми</i>				
	11			LM7805CT "Fairchild Semiconductor"	1	DA1		
	12			DS1307 "Maxim"	1	DD1		
	13			Atmega 8 "Atmel"	1	DD2		
	15			Батерея CR1025 3 В "Camelion"	1	GB1		
			26 КР 172.402.021.001.000					
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Федечко</i>							
<i>Перевір.</i>	<i>Приймак</i>							
<i>Н.контр.</i>	<i>Задорожний</i>							
<i>Затверд.</i>								
<i>Лім.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>						
H	1	2						
ВП ТФК ТР-402								
м. Тернопіль								



1. Позначення елементів показано умовно.
2. *Розміри для довідок.
3. Паяти припаєм ПОС61 ГОСТ 21931-76.
4. Установку і формування елементів проводити з кроком координатної сітки 2,5 мм. Елементи формувати (установка і формування елементів на рисунках показані в масштабі 2:1): R1, R7, R9-на рис.4; R8-на рис.7; VD1, VD3, L1-на рис.3; C1, C3, C5- на рис.9; C2, C6, ZQ1- на рис.10; C6- на рис.13; HG1- на рис.2; BK1, VT2, VT4- на рис.8; DA1- на рис.12; DD1, DD2- на рис.5; K1, K3- на рис.1; SB1, SB4- на рис.11; XS1- на рис.6.
5. Заводський номер, позначення елементів маркувати фарбою ЧМ, чорна, БМ, біла, ТУ029-02-859-78.
6. Шрифт 2,5 по ГОСТ 1070-007.
7. Лакувати лаком АКА-113.
7. Інші вимоги по ГОСТ 400.070.015.

				26 КР 172.402.021.001.000 СК			
				Вузол друкований			
				Складальне креслення			
				ВСП ТФК ТР-402			
				м. Тернопіль			
				Формат А1			

Перш. викорис.		Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.		
						Документація				
		A4			26 КР 172.402.021.000.000 ПЕЗ	Перелік елементів				
		A2			26 КР 172.402.021.000.000 ЕЗ	Схема електрична принципова	1			
		A2			26 КР 172.402.021.004.000 СК	Складальне креслення	1			
Додат. №										
						Складальні одиниці				
		A1	1	26 КР 172.402.021.001.000 СК	Вузол друкований	1				
						Деталі				
Підпис і дата		БК	4	26 КР 172.402.021.004.001	Верхня кришка	1				
		БК	5	26 КР 172.402.021.004.002	Нижня кришка	1				
		БК	6	26 КР 172.402.021.004.003	Скло під дисплей	1				
		БК	7	26 КР 172.402.021.004.004	Втулка	1				
		БК	8	26 КР 172.402.021.004.005	Накладка під кнопку	4				
		БК	9	26 КР 172.402.021.004.006	Ніжка	4				
Інв. № дубл.										
Зам. інв. №										
Підпис і дата			11		Транзистор L-7113P3C "Kingbright"	1	VT1			
Інв. № ориг.										
		Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	26 КР 172.402.021.004.000			
		Розрод.	Федечко				Цифровий таймер, для автоматичного управління освітлення	Літ.	Аркцш	Аркцшів
		Перевір.	Приймак					Н	1	2
		Н.контр.	Задорожний				ВСП ТФК ТР-402			
		Затверд.					м. Тернопіль			

Копіював

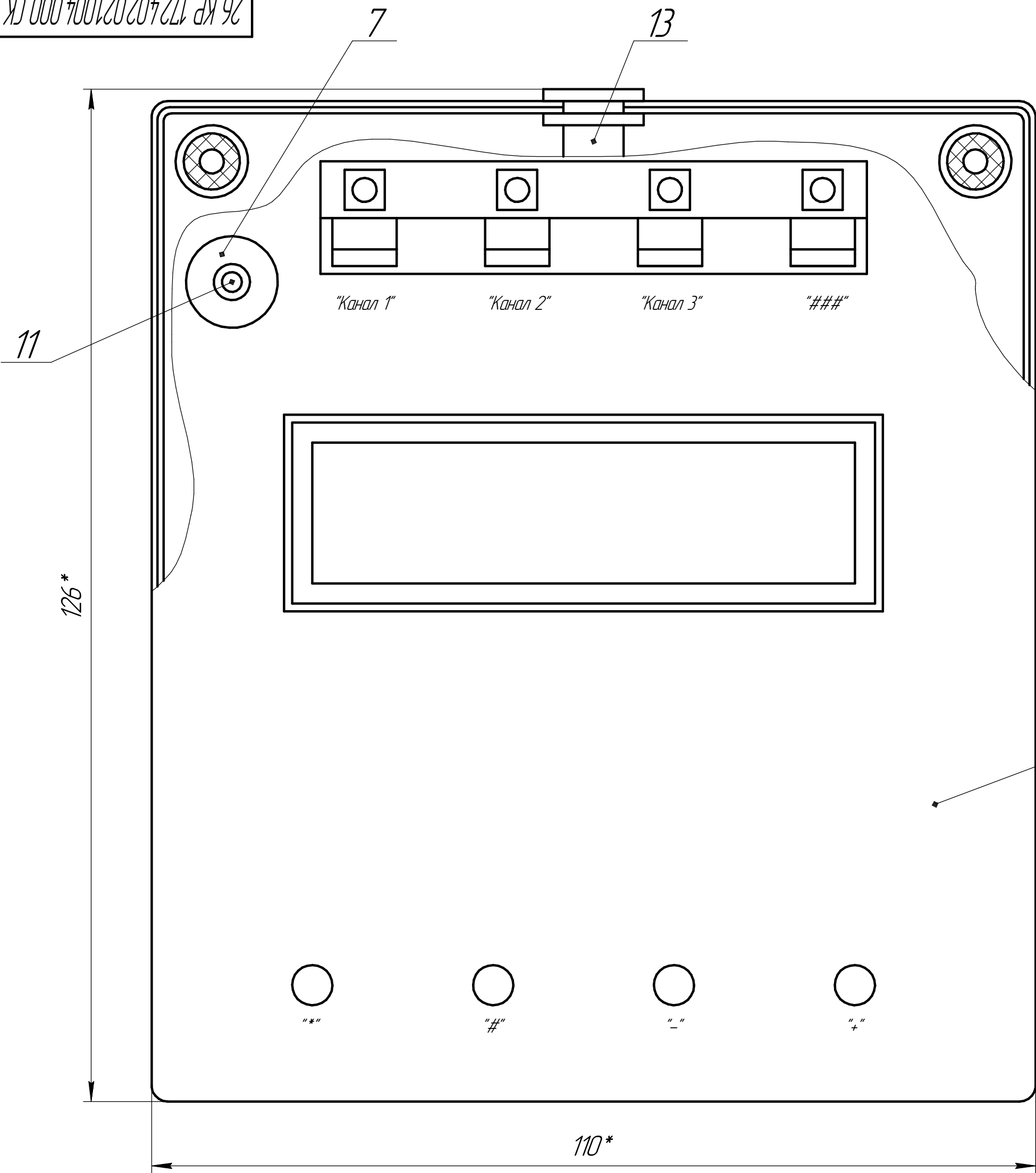
Формат A4

Інв. № орду.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Інв. № збл.	Підпис і дата

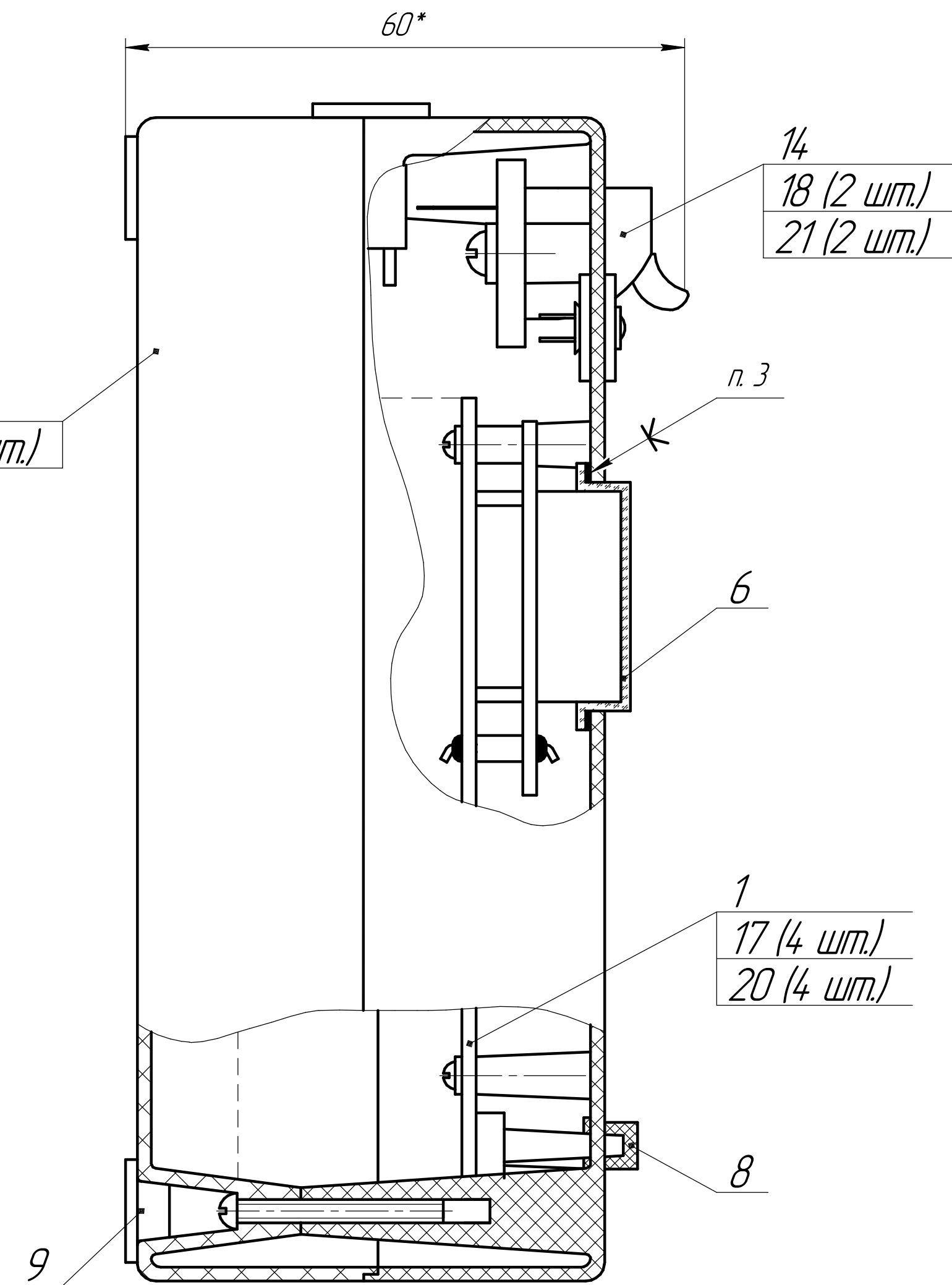
[illegible]

Перш. використ.	
Додат. №	
Підпис і дата	
Інв. № докл.	
Зам. інв. №	
Підпис і дата	
Інв. № ориг.	

26 КР 172.402.021004.000 СК СК



5
19 (4 шт.)



1. * Размѣры для довідок.
2. Електромонтаж здійснювати згідно з 26 КР 172.402.021001.000 ЕЗ припоєм ПОС-40 ГОСТ 21931-76.
3. Клеїти клеєм MAPEI ADESILEX G19.
4. Інші технічні вимоги по ОСТ.4.ГО.070.015.

						26 КР 172.402.021004.000 СК СК				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Цифровий таймер, для автоматичного управління освітлення складальне креслення	Лист		Маса	Масштаб	
Розроб.	Федечко					н		0,4	2:1	
Перевір.	Приймак									
Т.контр.						Аркциш		Аркцишів 1		
Н.контр.	Задорожний					ВСП ТФК ТР-402				
Затверд.					м. Тернопіль					

Дубл.																
Замість																
Підпис																
											Аркушів 8		Аркуш 1			
Розробив		Палій				ВСП ТФК ТНТУ		26 КР 172.402.021.001.000					26 КР 172.402.021.01.00			
Перевірив		Федечко														
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																
A 03		402		21	005	40221005 Комплектування										0,04
0 04			Комплектування проводити згідно ТТО 644081 (46шт)													
05																
A 06		402		21	010	40221010 Розконсервація ДП										0,005
0 07			Розконсервація плати по ТТО 124781													
08																
A 09		402		21	015	40221015 Маркування заводського номеру										0,005
0 10			Маркувати заводський номер по ТТО 664170 (6шт)													
Т 11			Штамп РД 125878													
М 12			Фарба	ТНТФ-01		ГОСТ 12574-45						120	100	0,18		
13																
A 14		402		21	020	40221020 Захист										0,04

[illegible]

[illegible]

Дубл																			
Замість																			
Підпис																			
																Аркуш 4			
												26 КР 172.402.021.001.000				26 КР 172.402.021.01.00			
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		6. Установити кварцовий резонатор поз.37(ZQ1) згідно рис.10 згідно карти ескізів, по ТТП 254681																	
Т02		Кусачки РД 145532																	
03		Пінцет РД265641																	
К 04	1	Плата друкована					26 КР 172.402.21.001.001						796	100	100				
05	4	Датчик температури DS18b20					"Dallas"						796	100	100				
06	6	Конденсатори RDE5C1H-100 нФ ± 10%					"Murata"						796	100	300				
07	7	Конденсатори RDE5C1H-1 мкФ ± 10%					"Murata"						796	100	100				
08	8	Конденсатори ECAP-16 В-10 мкФ± 20%					"Epcos"						796	100	100				
09	9	Конденсатори ECAP-25 В-470 мкФ± 20%					"Epcos"						796	100	100				
10	11	Мікросхема LM7805CT					"Fairchild Semiconductor"						796	100	100				
11	12	Мікросхема DS1307					"Maxim"						796	100	100				
12	13	Мікросхема Atmega 8					"Atmel"						796	100	100				
13	21	Дросель EC24-100K-10 мкГн					"Bourns"						796	100	100				
14	23	Резистори MFP-0,125-4,7кОм ±10%					"Yageo"						796	100	300				
15	24	Резистори 3306F-1-5 кОм ±1025%					"Bourns"						796	100	100				
16	25	Резистори MFP-0,125-6,8кОм ±10%					"Yageo"						796	100	300				
17	26	Резистори MFP-0,125-10кОм ±10%					"Yageo"						796	100	100				
18	27	Резистори MFP-0,125-20кОм ±10%					"Yageo"						796	100	100				

[illegible]

Дубл																			
Замість																			
Підпис																			
																Аркуш 6			
												26 КР 172.402.021.001.000				26 КР 172.402.021.01.00			
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																			
02																			
03																			
04	402		21	050	40221050 Електромонтаж										0,007				
005		1. Рихтувати елементи згідно ТТП 315826 (49шт)																	
06		2. Установити та запаяти перемички поз.2(8шт) дисплеї поз.17(HG1) згідно рис.2 реле поз.19(K1.K3) згідно рис.1 згідно карти ескізів по ТТП																	
07		3. Установити та запаяти кнопки поз.29(SB1..SB4) згідно рис.11 та роз'єм поз.35(XS1) згідно рис.6 згідно карти ескізів по ТТП345436																	
08		Паїку проводити згідно ТТП 316530																	
09		Електропаяльник РТ 105278																	
10		Пінцет РТ 235641																	
11	2	Перемичка				26 КР 172.402.21.001.002						796	100	800					
12	17	Дисплеї				WG12864A-YGH-VN				"Kingbright"				796	100	100			
13	19	Реле				801H-1C-C 12VDC				"Song Chuan Precision"				796	100	300			
14	29	Кнопка				PBS-11A				"Jietong Switch"				796	100	400			
15	35	Роз'єм				BH810				"EEMB"				796	100	100			
М16		Припой ПОС-61				ГОСТ 2131-76						180	100	0,147					
17		Флюс АТ-120				ГОСТ 32142-82						120	100	0,245					
18		Спиртобензинова суміш				ГОСТ 443-76						120	100	0,245					

[illegible]

Дубл.																						
Замість																						
Підпис																						
														Аркушів 4			Аркуш 1					
Розробив		Палій							ВСП ТФК ТНТУ			26 КР 172.402.021.001 СК						26 КР 172.402.021.001				
Перевірив		Федечко							Цифровий таймер, для автоматичного управління освітленням										Н			
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																	
A 02	402		021	005	402.021.01 Комплектування															0,022		
0 03					Комплектування проводити згідно ТТО 644081 (32шт)																	
04																						
A 05	402		021	010	402.021.02 Слюсарно-складальна															0,026		
Б 06					Пневмоверт РТ 532964																	
0 07					Складання проводити по ТТП 231587																	
08					1. Кріпити друкований вузол поз.1 до верхньої кришки поз.4 гвинтами поз.17 (4шт) через шайбу поз.20(4шт)згідно карти ескізів																	
09					2. Кріпити транзистор поз.11(VT1) через втулку поз.7(1шт) до верхньої кришки поз. 4 згідно карти ескізів																	
10					3. Кріпити роз'єм поз.14(XS2) на кришку верхню поз.4 гвинтами поз.18 (2шт) через шайбу поз.21(2шт)ззгідно карти ескізів																	
11					4. Кріпити скло під дисплей поз.6 клеєм та накладки під кнопку поз.8(4шт) на кришку верхню поз.4 згідно карти ескізів																	
К 12	1	Вузол друкований									26 КР 172.402.021.003.000 СК						796	100	100			
13	4	Кришка верхня									26 КР 172.402.021.004.001						796	100	100			
14	5	Нижня кришка									26 КР 172.402.021.004.002						796	100	100			

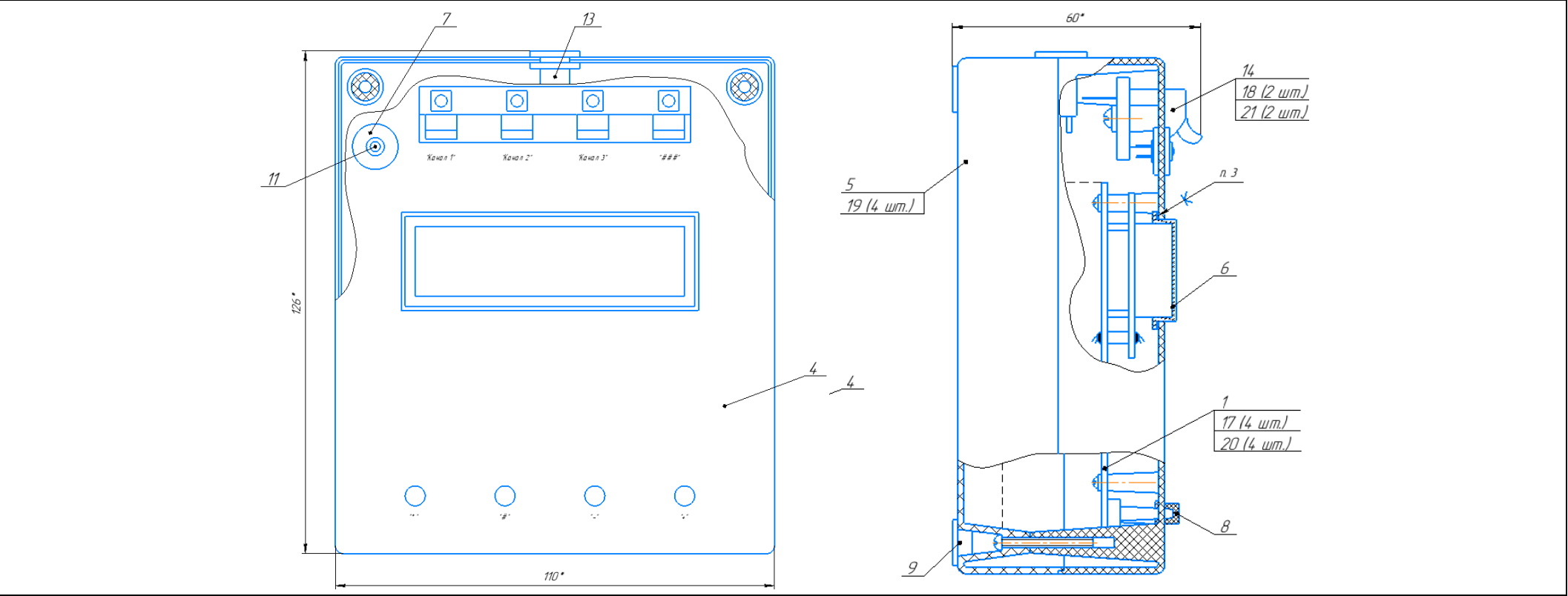
[illegible]

[illegible]

Дубл.								
Замість								
Підпис								

							Аркушів 4	Аркуш4
Розробив	Палії			ВСП ТФК ТНТУ	26 КР 172.402.021.001 СК		26 КР 172.402.021.001	
Перевірів	Федечко			Пристрій для автоматичного керування виконавчими приладами				Н
Нормував								
Затвердив								
Н. контр.	Задорожний							

A	Цех	Діл	РМ	Опер	Код, назва операції	Позначення документау										
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	



Техніко – економічні показники цифровий таймер, для автоматичного управління освітленням

	<i>Технічні показники</i>			<i>Економічні показники</i>	
1	<i>Напруга живлення вхідна</i>	<i>+12В</i>	1	<i>Річний обсяг виробництва</i>	<i>2450шт.</i>
2	<i>Вихід навантаження</i>	<i>3 канали</i>	2	<i>Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту</i>	<i>229125 грн</i>
3	<i>Габаритні розміри</i>	<i>110*126 *60 мм</i>	3	<i>Чистий прибуток</i>	<i>698883,54 грн</i>
4	<i>Маса</i>	<i>0,3кг</i>	4	<i>Повна собівартість на виріб</i>	<i>1458,9 грн</i>
5	<i>Допустима вологість повітря</i>	<i>93%</i>	5	<i>Ціна одиниці виробу</i>	<i>1794,45 грн.</i>
6	<i>Точність показань</i>	<i>0,1 °C</i>	6	<i>Рентабельність виробу</i>	<i>18,86 %</i>
7	<i>Режим роботи</i>	<i>з 00:00 до 23:59</i>	7	<i>Термін окупності</i>	<i>0,36р</i>
8			8	<i>Індекс придатковості</i>	<i>1,59</i>