

Міністерство освіти і науки України

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

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

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи

фаховий молодший бакалавр
(освітньо-професійний ступінь)

на тему: Розробка конструкції простого електричного ключа

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

Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

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

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Бабій Вадим Володимирович
(прізвище та ініціали)

Керівник Недошитко Л.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-професійний ступінь «фаховий молодший бакалавр»
Галузь знань 17 «Електроніка та телекомунікації»
Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
Освітня програма «Конструювання, виробництво та технічне обслуговування
радіотехнічних пристроїв».**

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

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

_____ Бабій Вадим Володимирович _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Розробка конструкції простий електронний
ключ _____

_____ керівник кваліфікаційної роботи Недошитко Людмила Миколаївна _____,
(прізвище, ім'я, по батькові)

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

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи: 14.06.2024 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи

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

Анотація

Вступ. Призначення і область застосування електронного пристрою

Розділ 1 Загальна частина

1.1 Розробка технічного завдання

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

Розділ 2 Спеціальна частина

2.1 Розрахунково-конструкторська частина

2.1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів
і покриттів

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції.

- 2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази
- 2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів
- 2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу
- 2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу (розрахунок площі радіатора при необхідності)
- 2.1.7 Розрахунок надійності проектного виробу
- 2.1.8 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності.
- 2.2 Технологічна частина
 - 2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу. Вибір типу технології
 - 2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції. Вибір інструментів, пристосувань, оснастки
 - 2.2.3 Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів
 - 2.2.4 Розробка і оформлення маршрутної технології складання і монтажу виробу
- Розділ 3 Економічна частина
 - 3.1
 - 3.2
 - 3.3
- Розділ 4 Охорона праці
 - 4.1
 - 4.2
 - 4.3
- 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			

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

7. Дата видачі завдання 29 квітня 2024р.

Студент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

(підпис)

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....	7
ВСТУП. Призначення і область застосування радіопристрою.....	9
РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.....	12
1.1 Розробка технічного завдання	12
1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу	12
1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз.....	13
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	17
2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів	25
2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу	28
2.1.7 Розрахунок надійності проектного пристрою.....	31
2.1.8 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності.....	33
2.2 Технологічна частина.....	34
2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу. Вибір типу технології.....	34
2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції. Вибір інструментів, пристосувань, оснастки	35.
2.2.3 Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів	36

					2024.КВР.172.403.001.000.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		<i>Бабій</i>			Простий електронний ключ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		<i>Непопихітко</i>					5	
Рецензент						ВСП ТФК ТНТУ ТР-		
Н. Контр.		<i>Залопожни</i>				403ск		
Затверд.								

2.2.4 Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу.....	39
--	----

РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....40

3.1 Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень	40
--	----

3.2 Розрахунок собівартості продукції.....	42
--	----

3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень.....	47
---	----

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....51

4.1 Проведення розслідувань та облік нещасних випадків на виробництві...	51
--	----

4.2 Визначення групи горючості матеріалів та речовин на об'єкті.....	52
--	----

ВИСНОВКИ.....57

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....58

ДОДАТКИ

					<i>2024.ДП.172.403.001.000.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

АНОТАЦІЯ

Бабій В.В. Розробка конструкції простий електронний ключ: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-професійного ступеня фаховий молодший бакалавр, за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2024.

Виготовлено корпус з чорної пластмаси, яка має хороші характеристики, гарний зовнішній вигляд, та хорошу конструкцію, розміри 116×113×103 мм. Конструкція складається з двох кришок. На верхню кришку кріпиться плата та гучномовець також дві кнопки та змінний резистор, світлодіод через втулку. У місці з'єднання двох кришок кріпиться гніздо живлення.

Розроблено двосторонню друковану плату мінімальних розмірів та габаритів. Підібрана елементна база дозволяє реалізувати закладені в пристрій функції, є недорогою та доступною.

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

Ключові слова: управління, електронний ключ, мікроконтроллер, вхідна напруга та струм.

					2024.KBP.172.403.001.000.000 ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

Babii V.V. Development of a design of a simple electronic key: a qualification work for obtaining an educational and professional bachelor's degree, majoring in 172 Telecommunications and radio engineering. Ternopil: VSP "TFC TNTU", 2024.

The body is made of black plastic, which has good characteristics, a good appearance, and a good construction, dimensions 116x113x103 mm. The design consists of two covers. The board and loudspeaker are attached to the top cover, as well as two buttons and a variable resistor, an LED through a sleeve. A power socket is attached at the junction of the two covers.

A double-sided printed circuit board of minimal dimensions and dimensions has been developed. The selected element base allows you to implement the functions built into the device, it is inexpensive and available.

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

Key words: control, electronic key, microcontroller, voltage and current input.

					<i>2024.KBP.172.403.001.000.000 ПЗ</i>	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

У наш час достатку мікроконтролерів описаний нижче пристрій може здаватися анахронізмом, адже подібні схеми вже давно стали повсякденними. Вимоги мінімальні: простота і надійність, економічність, зручність і простота в користуванні. І, звісно, наявність пам'яті елемента знака. Загалом, усе те, що необхідно для радіоаматора-початківця, без застосування програмованих елементів.

Основна ідея доопрацювання полягає в тому, що тактовий генератор і генератор самоконтролю у версії ключа працюють безперервно з моменту подання живлення, а керування подачею їх сигналів здійснюється за допомогою додаткових комутаторів на логічних елементах.

Генератор тактових імпульсів зібраний на елементах DD1.1 і DD1.2, працює безперервно, незалежно від положення якоря маніпулятора. Швидкість передачі визначається частотою цього генератора і регулюється змінним резистором R1. Лічильник DD2, що працює в режимі прямого рахунку, формує сигнали та паузи з необхідними співвідношеннями тривалостей. Подачею тактових імпульсів на вхід С лічильника DD2 керує елемент DD1.3. Для дозволу чи заборони передачі тактових імпульсів використовується сигнал з виходу 8 лічильника.

У початковому стані на входах передвстановлення лічильника D1-D4 і, відповідно, на його виходах 1-2-4-8 присутній код 1111. При цьому подача тактових імпульсів заборонена, і лічильник знаходиться в режимі запису коду попередньої установки. Цей код формується на входах D1-D4 залежно від положення якоря маніпулятора. При переведенні якоря в положення "Точки" в лічильник записується код 0010, що відповідає команді на роботу "точки і паузи". Цей же код переписується і на виході 1-2-4-8 лічильника. Рівень лог. 0, що з'явився на виході 8, дозволяє подачу тактових імпульсів на вхід лічильника DD2 і переводить його в режим рахунку.

					2024.KBP.172.403.001.000.000 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Під час цього формується сигнал "точка і пауза", робота пристрою вже не залежить від положення якоря маніпулятора. Після закінчення "паузи" лічильник повертається в стан запису коду попередньої установки, і в нього записується значення, що відповідає поточному положенню маніпулятора. Формування "тире і паузи" проводиться за допомогою виконання команди на роботу "подвійної точки, точки і паузи", якій відповідає код передустановки лічильника 0000.

Аналогічно формуванню "точки", з появою лог. 0 на виході 8 DD2 лічильник переводиться в режим рахунку і формує заданий сигнал, після чого лічильник переходить у стан запису поточного коду передустановки, що визначається поточним положенням маніпулятора. Формування "точки і паузи" займає чотири тактові імпульси, а формування "тире і паузи" – вісім. [1].

					2024.KBP.172.403.001.000.000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Розробка технічного завдання

Технічні характеристики приладу:

1. Струм споживання.....0,5А;
2. Відносна вологість повітря.....87%;
3. Напруга живлення пристрою,+9В;
4. Підключення навантаження.....1 шт;
5. Габаритні розміри ДхШхВ, мм.....116х113х103;
6. Маса,600 г;
7. Діапазон робочих температур,-25...+55°C.

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

Структурна схема електронного ключа містить: живлення схеми +9В, стабілізатори напруги +5В, генератора тактових імпульсів, управління схеми, лічильників та навантаження (див.рис.1.1.)

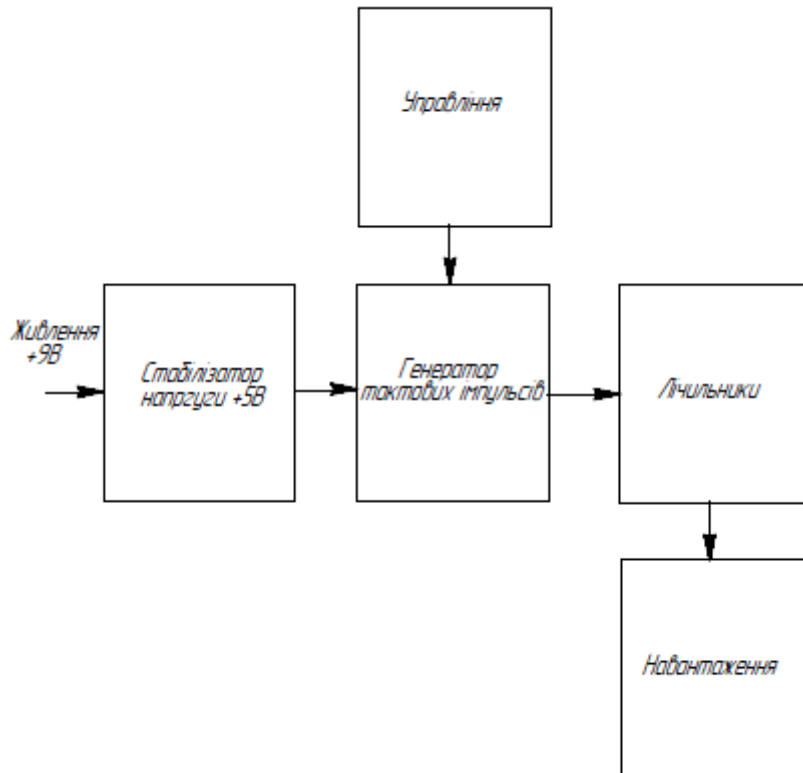


Рисунок 1.1-Схема електрична структурна електронного ключа

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

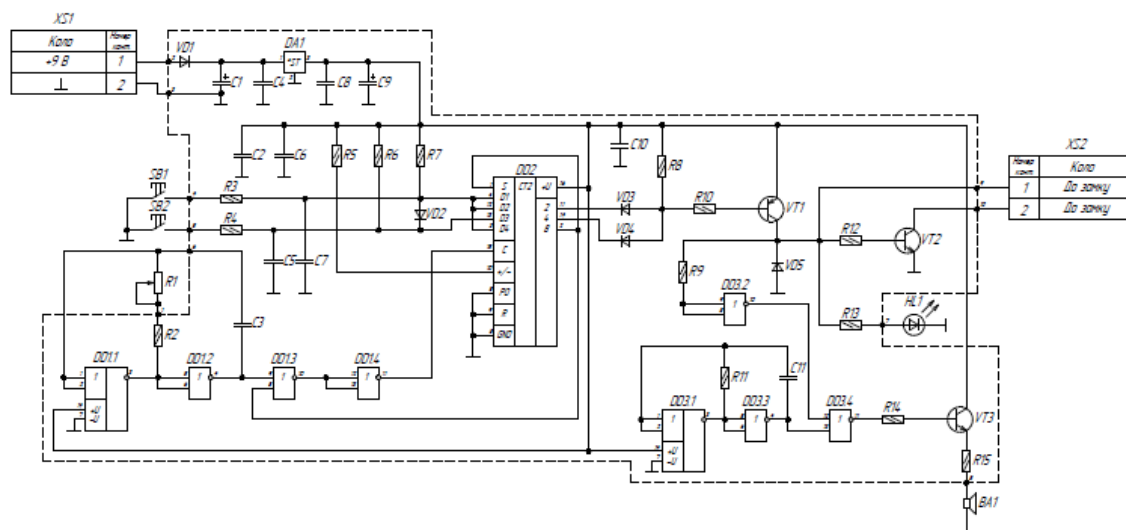


Рисунок 1.2-Схема електрична принципова електронного ключа

Генератор самоконтролю зібраний на елементах DD3.1 і DD3.3, працює безперервно. Поданням його сигналу на динамічну головку самоконтролю керує елемент DD3.4. Емітерний повторювач на транзисторі VT3 дозволяє використовувати для самоконтролю практично будь-які звукові випромінювачі, включаючи низькоомні. Рівень сигналу самоконтролю можна змінювати у широкій межі, підбираючи опір резистора R15. Резистор R11 задає комфортний тон самоконтролю.

Керування виконавчими ланцюгами здійснюється за допомогою транзистора VT1. Транзистор залишається відкритим, якщо хоча б на одному з виходів (2 або 4) лічильника DD2 є логічний 0. У такому випадку напруга на колекторі VT1 близька до напруги живлення. Інвертор DD3.2, який керує елементом DD3.4, дозволяє подання сигналу самоконтролю, тоді як ключ з відкритим колектором на транзисторі VT2 здійснює "натискання" на вході маніпуляції трансивера. Якщо на виходах 2 і 4 лічильника DD2 є логічний 1, транзистори VT1 і VT2 закриті, сигнал самоконтролю на динамічну головку не подається, а ключ "віджятий".

Для керування телеграфною маніпуляцією сучасних трансиверів малопотужного транзистора з відкритим колектором достатньо. Проте, за бажанням, до пристрою можна підключити малопотужне електромагнітне реле або оптопару, що забезпечить гальванічну розв'язку ключа з трансивером, що цікавіше через відсутність механічних елементів з обмеженим ресурсом. Транзистори VT1-VT3 можуть бути будь-якої відповідної структури з коефіцієнтом передачі струму більше 50 і максимальним струмом колектора 30-100 мА. Світлодіоди HL1, HL2 використовуються для візуального контролю роботи ключа і мають переважно декоративну функцію, тому їх можна не встановлювати. Для захисту від можливих ВЧ-наведень у ланцюзі маніпулятора встановлені елементи R3, R4, C7, C5.

Живлення ключа стабілізовано мікросхемою DA1, що унеможливорює залежність роботи пристрою від змін напруги живлення та її коливань і кидків. Такий стабілізатор, крім основної функції, добре зменшує всілякі наведення в ланцюгах живлення, виконуючи роль активного фільтра. Стабілізатор DA1 може бути будь-яким з вихідним струмом понад 50 мА і вихідною напругою 5-12 В.

Діод VD1 захищає від неправильної полярності живлення і може бути будь-яким малопотужним випрямляючим діодом. [1].

					2024.KBP.172.403.001.000.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунково-конструкторська частина

2.1.1 Опис конструювання виробу. Обґрунтування вибору конструкторських матеріалів і покриттів.

Компоненти розміщуються на друкованій платі, забезпечуючи компактне і зручне розташування: генератор тактових імпульсів і лічильник розташовані в центральній частині плати, блок самоконтролю та емітерний повторювач – ближче до звукового випромінювача, стабілізатор живлення і захисний діод – біля входу живлення.

Матеріали для друкованої плати обираються з урахуванням механічних та електричних властивостей, стійкості до високих температур і вологи. Найбільш популярним є FR4 (епоксидно-склопластиковою основа). Використовуються резистори з нульовим температурним коефіцієнтом та конденсатори з низькою діелектричною абсорбцією для забезпечення стабільності характеристик. Транзистори з високим коефіцієнтом передачі струму і низьким насиченням напруги підвищують ефективність роботи пристрою. Мікросхеми обираються з низьким енергоспоживанням та високою стабільністю роботи.

Для пайки використовується свинцево-вмісний припій, що забезпечує надійне з'єднання компонентів. Захисний лак наноситься на готову плату для захисту від вологи, пилу та механічних пошкоджень. Корпус виготовляється з пластику (ABS або полікарбонат), що забезпечує легкість, міцність та естетичний вигляд. Корпус може бути екранованим металевим покриттям для захисту від електромагнітних завад.

Вибір конструкторських матеріалів і покриттів для електронного ключа базується на критеріях надійності, економічності, простоти обслуговування та тривалого терміну експлуатації. Використання якісних матеріалів для друкованої плати, надійних компонентів та захисних покриттів забезпечує стабільну роботу пристрою в різних умовах експлуатації [24].

					2024.KBP.172.403.001.000.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції

Даний корпус буде виготовлено з чорної пластмаси, яка має хороші характеристики, гарний зовнішній вигляд, та хорошу конструкцію, розміри 116×113×103 мм. Верхня та нижні кришки мають форму типу «корито». Кришки по кутах мають розміщені стійки для закріплення одна до одної за допомогою саморізів. Також нижня кришка має 4 ніжки для кріплення плати, на верхню кришку кріпиться плата гучномовець також на дві стойки. На верхню кришку кріпляться дві кнопки та змінний резистор за допомогою гайки та шайби, а також світлодіод через втулку. У місці з'єднання двох кришок кріпиться гніздо живлення. До нижньої кришки кріпиться також гніздо за допомогою гвинтів та шайб.

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

При виготовленні апаратури метою є забезпечення мінімального впливу магнітних полів, зменшення паразитної ємності між друкованими провідниками. Також потрібно добитись хорошого відображення інформації на рідкокристалічній панелі, враховуючи кут обзору та зручність для оператора. Від якості компоновки залежить надійність виробу та експлуатаційні характеристики [16].

При розміщенні електрорадіоелементів на друкованій платі необхідно враховувати наступне:

- 1) Має бути передбачена можливість конвекції повітря в зоні розташування елементів, що виділяють велику кількість теплоти;
- 2) Напівпровідникові прилади та мікросхеми не слід розташовувати близько до елементів, що виділяють велику кількість теплоти, а також до джерел сильних магнітних полів (постійним магнітів, трансформаторів та ін);

					2024.KBP.172.403.001.000.000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Якщо елемент має електропровідний корпус і під корпусом проходить провідник, то передбачимо ізоляцію корпусу або провідника. Ізоляцію можна здійснювати надяганням на корпус елемента трубок з ізоляційного матеріалу, нанесенням тонкого шару епоксидної смоли на плату в зоні розташування корпусу, наклеюванням на плату тонких ізоляційних прокладок.

Від правильного розташування корпусів мікросхем на друкованій платі залежать такі параметри РЕА як габарити, маса, надійність, завадостійкість [17].

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

Таблиця 2.1 Конденсатор типу ЕСАР [2]

Позиційне позначення	C1,C9	
Назва компонента	ЕСАР	
Виробник	"Jamicon"	
Критерії вибору	Призначений для роботи в ланках постійного та пульсуючого струмів, та в імпульсних режимах	
Параметри та характеристики		
Номінальна напруга	16 В	
Номінальна ємність	33мкФ	
Допуск ємності	± 20%	
Термін служби	2000 г	
Робоча температура	-55 ... 105 ° С	
Тангенс кута втрат	0,14%	



Рисунок 2.1- Зовнішній вигляд конденсатора типу ЕСАР

Таблиця 2.2 Конденсатор типу NPO [3]

Позиційне позначення	C2-C8, C10-C11
Назва компонента	Конденсатор NPO
Виробник	Murata
Критерії вибору	Робоча напруга, розміри, технічні параметри.
Параметри та характеристики	
робоча напруга	50 В
відхилення ємності від номінального значення	$\pm 10\%$
інтервал робочих температур	$-40^{\circ}\text{C} \dots +100^{\circ}\text{C}$
температурний коефіцієнт ємності	$+3,3\%$
відносна вологість	до 98%
діапазон тиску	6,6-2942гПа
діапазони ємностей	5нФ – 0,1мкФ
група ТКЄ	H20

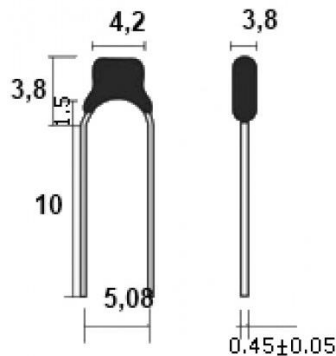
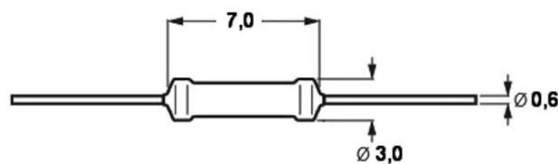


Рисунок 2.2- Габаритні розміри керамічного конденсатора NPO

Таблиця 2.3 Резистор MFP [4]

Позиційне позначення	R1-R26
Назва компонента	MFP
Виробник	Yageo
Критерії вибору	висока стабільність параметрів
Параметри та характеристики	
діапазон номінальних опорів	$1 \dots 10 \cdot 10^6 \text{ Ом}$
допустиме відхилення опору	$\pm 10\%$
максимальна робоча напруга	200В
діапазон робочих температур	$-60 \dots +70^{\circ}\text{C}$



Рисинок 2.3- Габаритні розміри резисторів MFP- "Yageo

Таблиця 2.4 Діод 1N4148 [5]

Позиційне позначення	VD2-VD5	
Назва компонента	Діод 1N4148	
Виробник	"Diotec"	
Критерії вибору	Діапазон стабілізації напруги, пікова потужність	
Параметри та характеристики		
Потужність розсіювання	0.5 Вт	
Мінімальна напруга стабілізації	9.4 В	
Максимальна напруга стабілізації	10,6 В	
Статичний опір Rст	-55 ... 105 ° С	
Максимальний струм стабілізації Іст.Макс	40мА	
Робоча температура	-55 ... 200 °С	
Корпус	do35	



Рисунок 2.4- Зовнішній вигляд діода 1N4738А

Таблиця 2.5 Світлодіод типу L-1503GT [6]

Позиційне позначення	HL1
Назва компонента	L-1503GT
Виробник	Kingbright
Критерії вибору	Основне призначення світлодіодів у даному приладі – візуальне відображення інформації, індикація.
Параметри та характеристики	
Колір свічення	червоний
Довжина хвилі	663нм
Колір лінзи	червоний
Максимальна пряма напруга	2 В
Максимальний імпульсний прямий струм	-100мА
Робоча температура	-60...+70 ⁰ С
Максимальна зворотня напруга	2В



Рисунок 2.5- Зовнішній вигляд світлодіода типу L-1503GT "Kingbright"

Таблиця 2.6 Кнопка PBS-11A [7]

Позиційне позначення	SB1-SB2
Назва компонента	Кнопка PBS-11A
Виробник	"Jietong Switch"
Критерії вибору	для комутації електричних ланцюгів напру- гою,металеve виконання
Параметри та характеристики	
Номінальна напруга	12В
Номінальний струм	3
Кількість контактних груп	1
Діаметр установки	16мм
Робоча температура	-25°C до +85°C;
Ресурс	10000 циклів
Кількість контактів у контактній групі	3

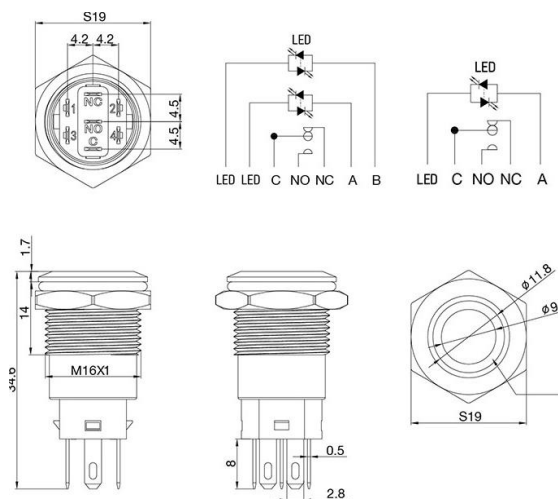


Рисунок 2.6- Габаритні розміри кнопки 36-3254 "Rexant"

Таблиця 2.7 Діод 1N483B [8]

Позиційне позначення	VD1
Назва компонента	1N483B
Виробник	On Semiconductor
Критерії вибору	малопотужний пристрій для випрямлення, здатний пропускати через себе досить великий постійний
Параметри та характеристики	
Постійна зворотна напруга	1000В
Імпульсна зворотна напруга	1200В
Прямий випрямлений струм	1А
Допустимий прямий імпульсний струм	30А
Зворотний струм	5мк
Робоча температура	-65...100 °С
Корпус	DO-41



Рисунок 2.7- Зовнішній вигляд діода 1N483B

Таблиця 2.8- Мікросхема L7805 [9]

Позиційне позначення	DA1	
Назва компонента	Мікросхема L7805	
Виробник	KLS	
Критерії вибору	Полярність, вихідна напруга, максим. струм навантаження, максим. вхідна напруга	
Параметри та характеристики		
Номінальний вихідний струм	0.1A	
Максимальна вхідна напруга	35В	
Корпус	TO220	
Вихідна напруга	5В	
Вихідний струм	0,1А	
Робоча температура	0...125°C	
Точність	5%	

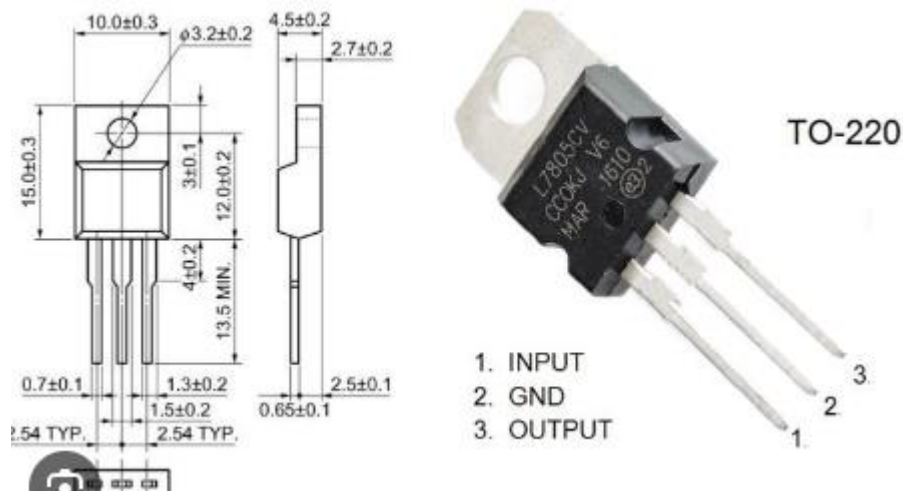


Рисунок 2.8 –Габаритні розміри стабілізатора L7805

Таблиця 2.9 - Змінні резистори 16K1 [10]

Позиційне позначення	R1
Назва компонента	Змінні резистори 16K1
Виробник	Song Huei
Критерії вибору	номінальний опір, робоча напруга та відхилення опору
Параметри конструкції	див.рисунок 2.9
Параметри та характеристики	
номінальний опір	470кОм
відхилення опору від номінального значення	±20%
тип потенціометра	однооборотний
максимальна робоча напруга	150В
кут повороту	300±5°

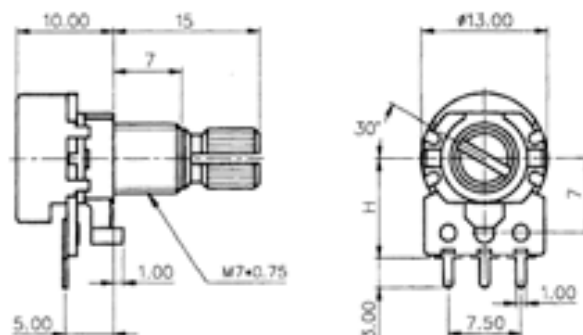


Рисунок 2.9 – Габаритні розміри змінного резистора 16K1

Таблиця 2.10- Мікросхема CD4001BE [11]

Позиційне позначення	DD1, DD3
Назва компонента	Мікросхема CD4001BE
Виробник	"HGSEMI"Р
Критерії вибору	Чотири логічні елементи "2АБО-НЕ"
Параметри та характеристики	
Кількість елементів	4
Напруга живлення,	3...18
Максимальний вихідний струм: High/Low, ма	-3.4/3.4
Логічний рівень - Low,	1.5...4
Логічний рівень - High,	3.5...11
Максимальний час затримки при Max V та CL, нс	90
Робоча температура, °С	-55...+125
Корпус	dip-14(7.62мм)
Вага, г	1.9

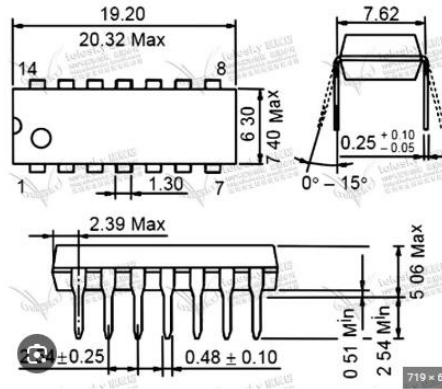


Рисунок 2.10–Габаритні розміри мікросхеми CD4001BE

Таблиця 2.11- Мікросхема CD4516AN [12]

Позиційне позначення	DD2
Назва компонента	Мікросхема CD4516AN
Виробник	"Texas Instruments"
Критерії вибору	Чотирирозрядний лічильник
Параметри та характеристики	
Кількість елементів	1
Кількість Біт на елемент	4
Скидання	асинхронне
Таймінг	синхронний
Фронт перемикання тригера	позитивний
Напруга живлення,	3...18
Корпус dip	16
Вага, г	2.1

DIP-16-300

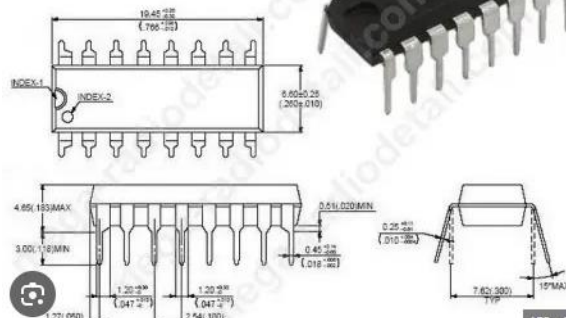


Рисунок 2.11–Габаритні розміри мікросхеми CD4516AN

Таблиця 2.12- Транзистор 2N3905 "Central" [13]

Позиційне позначення	VT1
Назва компонента	Транзистор 2N3905
Виробник	"Central"
Параметри та характеристики	
Структура	p-n-p
Напруга колектор-емітер, не більше:	40 В
Напруга колектор-база, не більше:	40 В
Напруга емітер-база, трохи більше:	5 В
Потужність колектора, що розсіюється, не більше:	0.625 Вт
Коефіцієнт посилення транзистора струмом (hfe):	від 50 до 150
Гранична частота коефіцієнта передачі струму:	200 МГц
Корпус	ТО-92
Струм колектора, не більше	0.2 А

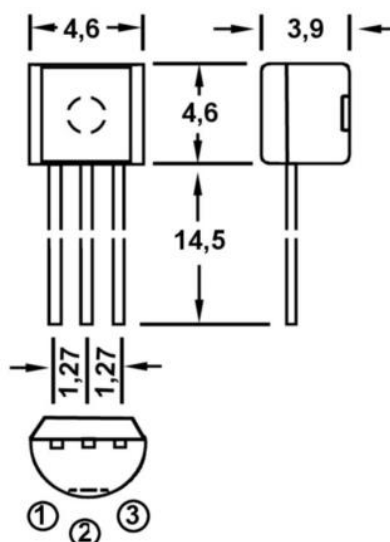


Рисунок 2.12- Габаритні розміри транзистора 2N3905

Таблиця 2.13- Транзистор 2SC3807 "Sanyo" [14]

Позиційне позначення	VT2-VT3
Назва компонента	Транзистор 2SC3807
Виробник	"Sanyo"
Параметри та характеристики	
Напруга колектор-база:	30В
Напруга колектор-емітер:	25В
Напруга емітер-база:	15В
Струм колектора:	2А
Піковий струм колектора:	4А
Розсіювання колектором ($T_c=25^{\circ}\text{C}$):	15 Вт
Температура спаю:	від -55 до +150

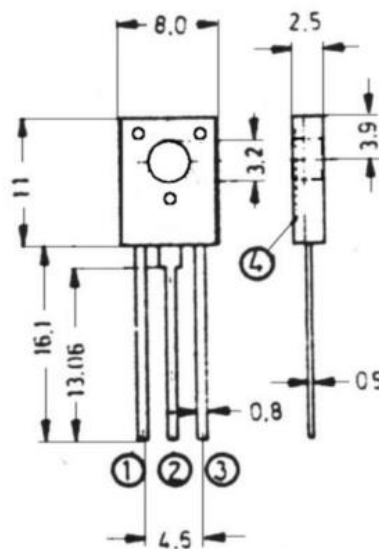


Рисунок 2.13- Габаритні розміри транзистора 2SC3807 "Sanyo"

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

Для розрахунку стабілізаторів напруги на ІМС, як правило, необхідні наступні початкові дані: номінальне значення вихідної напруги $U_{\text{ст вих ном}}$; граничні значення вихідної напруги $U_{\text{ст вих min}}$, $U_{\text{ст вих max}}$; мінімальний і максимальний струми навантаження $I_{\text{н min}}$, $I_{\text{н max}}$; температурна нестабільність напруги вхідної α_U ; нестабільність вихідної напруги $K_{\text{нстU}}$ або коефіцієнт пульсацій вихідної напруги $K_{\text{п}}$; коефіцієнт стабілізації напруги $K_{\text{стU}}$; внутрішній опір стабілізатора $R_{\text{ст вих}}$; температурний коефіцієнт γ [17].

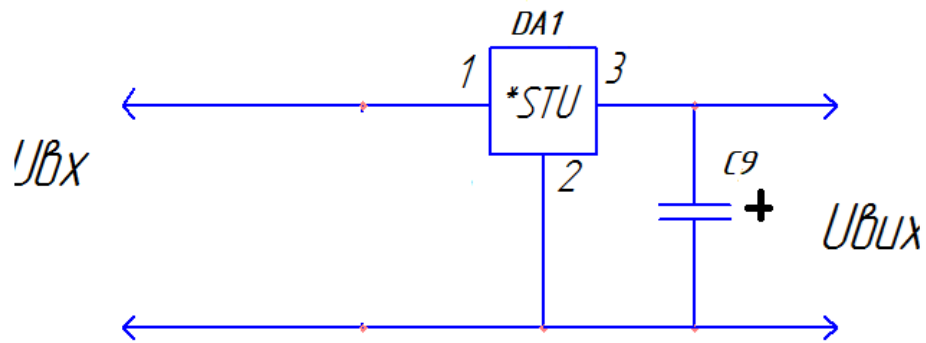


Рисунок 2.14– Електрична принципова схема стабілізатора і конденсатора

Вибір ІМС виконується за заданими $U_{CT\ BIX}$, $I_{CT\ BIX\ max}$, K_{CTU} , γ , $R_{CT\ BIX}$ із рисунку 2.14. 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 2.14 - Параметри стабілізаторів

Тип ІМС	$U_{CT\ BIX}$, В (min...max)	$U_{CT\ BIX}$, В (min...max)	K_{CTU} , % В не більше за	K_{CTU} , % А 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	$U_{CT\ BIX}$, В не більше за
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
K142EH1A	9...20	3...12	0,5	0,5	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH1B	9...20	3...12	0,2	0,2	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH1B	9...20	3...12	0,8	2,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH1Г	9...20	3...12	0,8	1,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2A	20...40	12...30	0,5	0,5	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2B	20...40	12...30	0,2	0,2	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2B	20...40	12...30	0,8	2,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2Г	20...40	12...30	0,8	1,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
KT42EH3	9...45	3...30	0,05	0,25	-	0,01	1	1,4/4	10	3
K142EH4	9...45	3...30	0,05	0,25	-	0,01	1	1,4/4	10	4
K142EH5A	7,5...15	4,9...5,1	0,05	1	70	0,02	3	1,2/10	10	2,5
K142EH5B	8,5...15	5,88...6,12	0,05	1	70	0,02	3	1,2/10	10	2,5
K142EH5B	7,5...15	4,9...5,1	0,05	1	70	0,02	2	1,2/10	10	2,5
K142EH5Г	8,5...15	5,88...6,12	0,05	1	70	0,02	2	1,2/10	10	2,5
KP142EH5A	7,5...15	4,9...5,1	0,05	2	60	0,03	-	1,2/10	10	2,5
KP142EH5B	8,5...15	5,88...6,12	0,05	2	60	0,03	3	1,2/10	10	2,5
KP142EH5B	7,5...15	4,82...5,18	0,05	2	60	0,03	2	1,2/10	10	2,5
KP142EH5Г	8,5...15	5,8...6,2	0,05	2	60	0,03	2	1,2/10	10	2,5
KP142EH6A	-...40	14,7...15,3	0,0015	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
KP142EH6B	-...40	14,7...15,3	0,005	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
K142EH6B	-...40	14,7...15,3	0,0025	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
K142EH6Г	-...40	14,7...15,3	0,0075	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
142EH8A	11,5...35	8,73...9,27	0,05	0,67	40	0,02	1,5	-/9	10	2,5
142EH8B	11,5...35	11,64...12,36	-	-	-	-	-	-	-	-

Було обрано стабілізатор L7805 “KLS”, який має параметри такі як в КР142ЕН5А.

Незалежно від типу обраної ІМС визначаємо наступні параметри

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

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

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

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

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

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

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

Можливі граничні значення ККД:

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

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

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

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

Передбачається, що струм споживаний стабілізатором є малим

$$I_{CT\ ВИХ} \equiv I_{CT\ BX}$$

Визначення ємності конденсатора за формулою:

					2024.КВР.172.403.001.000.000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_0 = \frac{H}{rK_{п0}} \quad (2.6)$$

де C_0 – ємність, мкФ;

Коефіцієнт пульсацій $K_{п0}=0,03$ %;

r – опір, Ом.

$$C_0 = \frac{300}{10 \cdot 0,03} = 33(\text{мкФ})$$

Розраховуємо робочу напругу:

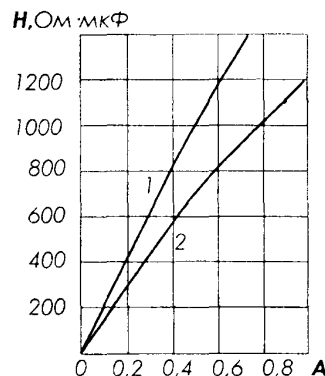


Рисунок 2.15 – Графік для визначення коефіцієнта Н:

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

$$U_{роб} = 1,4 \cdot 10 = 14(\text{В})$$

Вибираємо тип конденсатора з довідника за параметрами $C_{0 \text{ ном}}$ і $U_{роб}$.

Вибираємо конденсатор типу ЕСАР-16 В-33 мкФ $\pm 20\%$ "Jamicon"

2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

Вибрано комбінований метод виготовлення, 4 клас точності друкованої плати ОСТ 4.010.022-85.

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

$$b_{\min 1} = \frac{I_{\max}}{i_{\text{дон}} * t} = \frac{0,5 \text{ А}}{48 \frac{\text{А}}{\text{мм}^2} * 0,035 \text{ м}} = 0,29 \text{ мм} = 0,3 \text{ мм}, \quad (2.8)$$

					2024.KBP.172.403.001.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

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

Визначається із аналізу принципової схеми, $I_{\max}=0,5\text{А}$;

$I_{\text{доп}}$ – допустима густина струму, вибирається в залежності від методу виготовлення плати з табл., $j_{\text{доп}} = 48\text{А/мм}^2$, t – товщина провідника, $35\text{мкм}=0,035\text{м}$

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

$$b_{\min 2} = \frac{\rho * I_{\max} * l}{U_{\text{д}} * t} = \frac{0,0175 \frac{\text{Ом.мм}^2}{\text{м}} * 0,5\text{А} * 0,4\text{м}}{0,5\text{В} * 0,035\text{м}} = 0,2\text{мм}, \quad (2.9)$$

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

$L = 0,4\text{м}$ – довжина провідника,

$U_{\text{доп}} = 0,5\text{В}$ – допустиме падіння напруги.

Визначаємо номінальне 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...0,4мм. Розрахункові значення d зводяться до нормалізованого ряду отворів: 1,1; 1,3; 1,5 мм.

$d_{E1} = 0,8$ -для резисторів, конденсаторів, діодів, транзисторів, для підпаювання провідників, мікросхем.

$d_{E2} = 1,0$ –для транзистора VT2, VT3, мікросхеми DA1,

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

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

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

Розраховуємо діаметр контактних площадок.

					2024.КВР.172.403.001.000.000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

$$b_m = 0,06 \text{ мм.}$$

δd і δp - 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:

$$d_{\max} = d + \Delta d + (0,1 \dots 0,15) \quad (2.12)$$

де: Δd - допуск на отвір.

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

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

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

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

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

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

Максимальний діаметр контактної площадки:

$$D_{\max} = D_{\min} + (0,02 \dots 0,06) \quad (2.13)$$

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

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

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

$$b_{\min} = b_{1\min} + 1,5h\phi + 0,03 \quad (2.14)$$

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

					2024.КВР.172.403.001.000.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Визначаємо мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу.

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою:

$$S_{1\min} = L_0 - \left[\left(\frac{D_{\max}}{2} + \delta_p \right) + \left(\frac{d_{\max}}{2} + \delta_1 \right) \right] \quad (2.15)$$

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

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

де: L_0 – відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

$$S_{2\min} = L_0 - (D_{\max} + 2\delta_p) \quad (2.16)$$

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

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

Мінімальна відстань між двома провідниками:

$$S_{3\min} = L_0 - (D_{\max} + 2\delta_1) \quad (2.17)$$

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

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

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

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. Розрахунок надійності проектного виробу проводимо за допомогою спеціальної програми NAD_Release [15]:

					2024.KBP.172.403.001.000.000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.16 - 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	ІМС	4	1	0,03	0,12
2	Друкована плата	1	1	0,1	0,1
3	Резистори постійні	13	0,1	3	4,3
4	Конденсатори електролітичні	2	0,4	2,4	1,92
5	Конденсатори керамічні	9	0,1	1,4	1,26
6	Транзистори	3	0,35	4	4,2
7	Роз'єм	2	1	0,05	0,1
8	Світлодіоди	1	1	4	4
9	Діоди	5	0,35	0,7	1,225
10	Гучномовець	1	1	6,5	6,5
11	Кнопки	2	1	2,2	4,4
12	Пайки	126	1	0,02	2,52
13	Резистори змінні	1	0,1	3,2	0,32

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів: 1

Коефіцієнт впливу вологості і температури: 1

Коефіцієнт атомосферних впливів: 1

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов: 5.3965e-005 1/год

Середня наробка до відмови: 18530.5 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи P(t):

t = 10 год. P(t) = 0.999460

t = 100 год. P(t) = 0.994618

t = 1000 год. P(t) = 0.947465

t = 10000 год. P(t) = 0.582952

t = 100000 год. P(t) = 0.004532

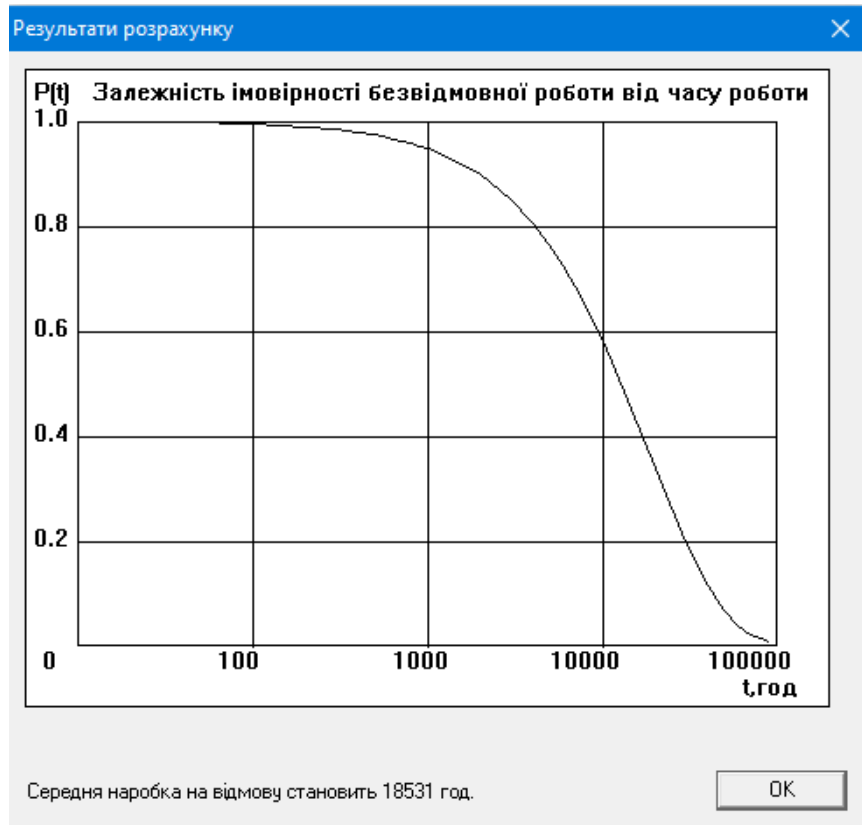


Рисунок 2.15- Графік залежності імовірності безвідмовної роботи від часу

Середня наробка до відмови: 18531 год. Надійність виробу є досить високою, що супроводжується якісною роботою приладу довго та надійно без несправностей.

2.1.8 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності

Розрахуємо споживану потужність пристрою:

Для розрахунку споживаної потужності, яка носить активний характер використовується формула:

$$P = U \cdot I \cdot \cos, \quad (2.18)$$

де U – напруга живлення пристрою, становить +9В;

I – струм споживання пристрою, становить 0,5А;

$$P = 9\text{В} \cdot 0,5\text{А} \cdot 1 = 45 \text{ Вт}$$

2.2 Технологічна частина

2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектованого виробу

Лиття під тиском є технологічним процесом виготовлення виробів із пластмас, що полягає в переробці полімерів шляхом їх розплавлення та уприскування під тиском у прес-форму з подальшим охолодженням виробів. Більше третини всіх пластмасових виробів виробляється за допомогою цього методу. Лиття пластмас під тиском характеризується високою продуктивністю, але й високою вартістю обладнання, тому його рекомендується використовувати при багатосерійному або масовому виробництві. Сировиною для цього процесу служать термореактивні порошки, гранули термопластів і термоеластоластів. Всі ці матеріали мають різні механічні та фізичні характеристики. Перевага термопластичних матеріалів полягає в тому, що їх можна піддавати повторній переробці після формування. Термореактивні матеріали під час формування проходять хімічні процеси, що перетворюють їх у неплавкий і нерозчинний матеріал.

Попередньо підготовлений матеріал для лиття надходить у зону шнека машини, де він розплавляється і під високим тиском через литнікові канали впорскується в прес-форми. Матеріал повністю заповнює порожнину прес-форми і при охолодженні утворює виріб. Охолодження матеріалу відбувається поступово: спочатку біля холодних стінок прес-форми, а потім всередині тіла виливки.

Друкована плата виготовляється комбінованим методом з двостороннього фольгованого склотекстоліту СФ2-35-ІКП (ГОСТ 10316-78) товщиною 1,5 мм. При цьому методі незахищені ділянки фольги витравлюються, утворюючи друковані провідники, а металізація наноситься на отвори для електронних компонентів. Цей метод складніший і дорожчий, ніж просте травлення, оскільки потребує більш складних процесів. Елементи на платі розташовані дуже компактно, тому розміри плати мінімальні. Таким чином, для виготовлення

					2024.KBP.172.403.001.000.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

друкованого вузла необхідно створити плату з провідниками, висвердленими отворами і контактними площадками.

В якості діелектричної основи використовуємо склотекстоліт. Він повинен задовільняти такі умови:

1. Володіти високою механічною міцністю при малій товщині.
2. Володіти гнучкістю і піддаватися усім видам різання.
3. Повинен мати високу хімічну стійкість і вологостійкість.
4. Повинен мати малу діелектричну проникненість.
5. Володіти високою адгезією.

6. Володіти мінімальними діелектричними втратами в діапазоні робочих частот [16].

Друкований вузол є двостороннім, який виготовляється комбінованим. Даний метод обирався у зв'язку з тим, що плата являється двосторонньою. Комбінований метод полягає в отриманні провідників шляхом труїння фольгованого діелектрика і металізацією отворів електрохімічним способом. Суть методу травлення фольгованого матеріалу з наступним витравленням фольги з окремих ділянок плати. Цей метод забезпечує отримання чітких ліній провідників друкованої схеми. Він характеризується меншою трудомісткістю в порівнянні з електрохімічним методом. Друковані плати надійніші, оскільки при цьому діелектрик знаходиться в сприятливішій умові, тому що фольга оберігає його від дії електроліту [24].

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

Конструкцію виробу вважають технологічною, якщо в прийнятих конструктивних рішеннях враховано можливість оптимальних витрат праці та коштів на його проектування, виготовлення, технічне обслуговування і ремонт при заданій якості та умовах експлуатації. Відпрацювання конструкції на технологічність (якісну оцінку технологічності) розпочинається вже на етапі технологі-

					2024.KBP.172.403.001.000.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

чного контролю креслень виробу або складальної одиниці та аналізу їхнього службового призначення [21].

Ця робота повинна вирішити такі основні завдання:

- зниження трудомісткості та собівартості виготовлення виробу;
- зниження трудомісткості та вартості експлуатації виробу, його профілактичного технічного обслуговування та ремонту.

Порядок і правила відпрацювання конструкції виробу та складальної одиниці на технологічність регламентуються державним стандартом. Цей стандарт також встановлює кількісні показники технологічності, які розраховуються для даного виробу і порівнюються з показниками базового виробу, що використовується як еталон.

Якісна оцінка технологічності узагальнює конструкцію на підставі досвіду виконавця і проводиться на всіх стадіях проектування, характеризуючи показники на зразок "добре-погано" [22].

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

Технологія виготовлення друкованої плати комбінованим методом

Комбінований метод виготовлення друкованих плат (ДП) поєднує різні технології, такі як фотохімічна обробка, гравірування, травлення та електрохімічне нанесення. Цей метод дозволяє досягти високої точності та якості плат, необхідних для сучасних електронних пристроїв.

Етапи виготовлення друкованої плати комбінованим методом:

Проектування та підготовка документації:

Створення схеми електричної принципової та топології плати за допомогою САПР (систем автоматизованого проектування), таких як Altium Designer, Eagle або KiCAD.

Підготовка матеріалів:

					2024.KBP.172.403.001.000.000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основним матеріалом для плат є склотекстоліт (FR-4), покритий міддю.

Вибір фоточутливого матеріалу для нанесення зображення схеми.

Нанесення фоторезисту:

Плата покривається фоторезистом, який є світлочутливим полімером.

Використання методу фотодруку: експонування плати через фотошаблон за допомогою ультрафіолетового світла.

Розробка фоторезисту:

Після експонування плата занурюється у розчин для проявлення, який видаляє неекспоновані ділянки фоторезисту, залишаючи захищеними тільки потрібні області.

Травлення:

Плата занурюється в травильний розчин (найчастіше використовується хлорне залізо або розчин персульфату амонію), який видаляє мідь з незахищених ділянок.

Після травлення залишковий фоторезист видаляється.

Гальванічне покриття (електрохімічне нанесення):

На місця, де повинні бути доріжки, наноситься додатковий шар міді для підвищення їхньої міцності та проводимості.

При необхідності проводиться нанесення захисних покриттів, таких як олово, срібло або золото для покращення паяння та корозійної стійкості.

Лакове покриття та нанесення маркування:

Плата покривається захисним лаком (паяльною маскою) для захисту від зовнішніх впливів.

Нанесення маркування компонентів (літографія) для полегшення монтажу.

Розрізання та свердління:

Плати вирізаються за заданими розмірами та свердляться отвори для кріплення компонентів.

Тестування:

					2024.KBP.172.403.001.000.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перевірка плат на електричну цілісність і відповідність проектним вимогам.

Вибір основних та допоміжних матеріалів для пристрою електронного ключа

Основні матеріали:

Склотекстоліт (FR-4):

Використовується як основа для друкованої плати. Він має гарні діелектричні властивості і високу термостійкість.

Мідь:

Проводниковий матеріал, з якого формуються доріжки на платі.

Фоторезист:

Світлочутливий полімер, що використовується для створення шаблону на платі.

Компоненти:

Резистори, конденсатори, транзистори, діоди, мікросхеми, роз'єми, які необхідні для функціонування електронного ключа.

Допоміжні матеріали:

Травильний розчин:

Хлорне залізо або персульфат амонію для травлення міді.

Розчин для проявлення фоторезисту:

Лужний розчин для видалення неекспонованого фоторезисту.

Захисний лак (паяльна маска):

Для захисту друкованої плати від впливу навколишнього середовища і запобігання коротким замиканням.

Електрохімічні розчини:

Для нанесення додаткового шару міді та інших металів (наприклад, нікелювання або золотіння).

Паяльні матеріали:

					2024.KBP.172.403.001.000.000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Припої та флюси для монтажу компонентів на плату.

Інструменти та обладнання:

Фотошаблони, ультрафіолетові лампи, травильні ванни, свердла, паяльники, тестери та інше обладнання для виготовлення і тестування плат.

Використання якісних матеріалів та дотримання технологічного процесу є запорукою створення надійного та довговічного пристрою електронного ключа.

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

Маршрутно-операційна технологія складання виробу у додатках даної роботи.

Маршрутно-операційна технологія складання друкованого вузла у додатках даної роботи.

					2024.KBP.172.403.001.000.000 ПЗ	Арк.
						34
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:

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

$$V_{\text{буд}} = 1000 \times 150 = 150000 \text{ (грн.)}$$

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

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

$S_{\text{буд}}$ – площа будівлі, м² (приймається 150 м²).

Будівлі орендуються разом із обладнанням, 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 ($K_o = 0,4 \div 0,6$).

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

					2024.KBP.172.403.001.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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:

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

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

5) Величина амортизаційних відрахувань розраховується за формулою:

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

$$A = \frac{4125 \times 25}{100} = 1031,25 \text{ (грн.)}$$

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

					2024.KBP.172.403.001.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 - Розрахунок річних амортизаційних відрахувань

№з/ п	Найменування основних фондів	Балансова вартість основних фондів, тис. грн.	Річна сума амортизаційних відрахувань, тис. грн.
	Інструменти та прилади	1650	412,5
	Виробничий та господарський інвентар	2475	618,75
	Всього:	4125	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

					2024.KBP.172.403.001.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рекомендації щодо розрахунку статей калькуляції собівартості продукції.

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

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

$$B_m = 533 \times 1,04 = 450,32 \text{ (грн.)}$$

де m — 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

№ з/п	Назва матеріалу (покупного виробу)	Кількість	Ціна за одиницю	Загальна вартість
1	Плата друкована	1	25	25
2	Кришка нижня	1	25	25
3	Кришка верхня	1	25	25
4	Мікросхеми	4	30	120
5	Діоди	5	0,5	2,5
6	Конденсатори керамічні	9	1	9
7	Резистори постійні	13	0,5	6,5
8	Транзистори	3	10	30
9	Зажими	2	20	40
10	Конденсатори електролітичні	2	5	10
11	Світлодіоди	1	5	5
12	Динамік	1	75	75
13	Резистор змінний	1	20	20
14	Кнопки	2	20	40
				433

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 ($B_{o.z.pl.}$): для розрахунку заробітної плати працівників визначають відрядну розцінку за кожну операцію (одиницю роботи чи продукції), виконану працівником, за формулою:

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

$$P_{від} = \frac{33}{60} \times 117 = 64,4 (\text{грн})$$

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

C_r – 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	$T_{шт, хв.}$	Розряд	Годинна тарифна ставка, (Сг), грн/год
1	Пайка	12	V	117
2	Регулювання	10	V	117
3	Складання	11	V	117
	Всього	33		

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

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

$$B_{дод.з.пл.} = 64,4 \times 0,11 = 7,1 (\text{грн})$$

					2024.KBP.172.403.001.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$C_{в.с.з.} = \frac{22}{100} \times (64,4 + 7,1) = 15,7 \text{ (грн)}$$

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:

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

$$B_{уео} = \frac{70}{100} \times (64,4 + 7,1) = 69,37 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{уео}$ - відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання (приймається 50÷100%);

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

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

$$B_{зв} = \frac{100}{100} \times (64,4 + 7,1) = 71,5 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{зв}$ - відсоток загальновиробничих витрат (приймають 60÷200%).

					2024.KBP.172.403.001.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$S_{\text{вир}} = 450,32 + (64,4 + 7,1 + 15,7) + 69,37 + 71,5 = 678,07 \text{ (грн.)}$$

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

Таблиця 3.4- Калькуляція собівартості

№ з/п	Найменування статей витрат	Величина витрат, грн.
1	2	3
1	Витрати матеріалів	450,32
2	Основна заробітна плата виробничих робітників	64,4
3	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	7,1
4	Відрахування на соціальні заходи	15,7
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	69,37
6	Загальновиробничі витрати	71,5
Разом виробнича собівартість (сума 1-6), в тому числі:		678,07
7	-змінні (сума 1-4) $B_{\text{зм.од}}$	537,2
8	-умовно-постійні (сума 5-6) $B_{\text{уп.од}}$	140,87

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

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

$$Ц_{\text{одпр}} = 678,07 \times \frac{100 + 20}{100} = 813,68 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{\text{пр}}$ —відсоток запланованого прибутку (20%);

					2024.KBP.172.403.001.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень

Розрахунок економічної ефективності інвестиційного проекту проводиться за наступними критеріями:

1) Річний прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

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

$$\Pi_p = (813,68 - 678,07) \times 2080 = 282068,8 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

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

2) Чистий прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

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

$$\text{ЧП} = 282068,8 - 282068,8 \times \frac{18}{100} = 231296,42 \text{ (грн.)}$$

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

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

3) Собівартість всього виробництва розраховується за формулою:

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

$$S_{\text{повв}} = 678,07 \times 2080 = 1410385,6 \text{ (грн.)}$$

4) Рентабельність продукції визначається за формулою:

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

$$R_{\text{п}} = \frac{231296,42}{1410385,6} \times 100\% = 16,4 \%$$

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

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

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

					2024.KBP.172.403.001.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$ГП = ЧП_t + A_t, \quad (3.20)$$

$$ГП = 231296,42 + 1031,25 = 232327,67 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

$$ЧТВ = ТВ - \Pi \quad (3.21)$$

$$ЧТВ = 403213,31 - 229125 = 174088,31 \text{ (грн.)}$$

де ЧТВ - чиста теперішня вартість проекту, грн.;

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

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

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

$$ТВ = \frac{232327,67}{(1+0,1)^1} + \frac{232327,67}{(1+0,1)^2} = 403213,31 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

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

Якщо чиста теперішня вартість перевищує нуль, проект має бути схвалений як прибутковий, якщо ж вона має від'ємну величину або дорівнює

					2024.KBP.172.403.001.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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:

$$\begin{aligned} \text{ІП} &= \frac{\text{ТВ}}{\text{ІП}} \\ \text{ІП} &= \frac{403213,31}{229125} = 1,76 \end{aligned} \quad (3.23)$$

де ІП- індекс прибутковості інвестицій.

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

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

$$\begin{aligned} \text{Ток}_{\text{диск}} &= \frac{\text{ІП}}{\text{ГП}_{\text{диск}}} \\ \text{Ток}_{\text{диск}} &= \frac{229125}{201606,66} = 1,14\text{р} \end{aligned} \quad (3.24)$$

де $\text{ГП}_{\text{диск}}$ - середньорічна величина дисконтованих грошових потоків:

$$\begin{aligned} \text{ГП}_{\text{диск}} &= \frac{\text{ТВ}}{t}, \\ \text{ГП}_{\text{диск}} &= \frac{403213,31}{2} = 201606,66 \text{ (грн.)} \end{aligned} \quad (3.25)$$

де t - кількість років інвестування.

Підсумки вищенаведених розрахунків доцільно звести в табл. 3.5

					2024.КВР.172.403.001.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

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.	2080
2	Собівартість виробу	грн./од.	678,07
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	813,68
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	229125
5	Чистий прибуток	грн.	231296,42
6	Рентабельність виробу	%	16,4
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	174088,31
9	Індекс прибутковості	-	1,83
10	Дисконтований термін окупності інвестицій	років	1,14

					2024.KBP.172.403.001.000.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Проведення розслідувань та облік нещасних випадків на виробництві

Проведення розслідувань та облік нещасних випадків на виробництві є важливою складовою системи безпеки та здоров'я працівників. Ось деякі аспекти цього процесу:

Швидке реагування: При виникненні нещасного випадку або травми роботодавець повинен негайно реагувати. Це включає надання першої медичної допомоги потерпілому та забезпечення безпеки на місці події.

Проведення розслідування: Роботодавець має обов'язок розслідувати всі нещасні випадки на робочому місці, навіть якщо вони не призвели до травм. Розслідування повинно визначити причини події, виявити можливі недоліки в системі безпеки та розробити заходи для їх усунення.

Збір і аналіз інформації: Під час розслідування збирається і аналізується вся доступна інформація про подію, включаючи свідчення свідків, документацію про безпеку та будь-які інші відомості, які можуть бути корисними для встановлення причин.

Визначення причин і розробка заходів: На основі результатів розслідування визначаються причини нещасного випадку та розробляються конкретні заходи для їх усунення або мінімізації ризиків подібних інцидентів у майбутньому. Це може включати внесення змін у процедури роботи, навчання працівників та вдосконалення обладнання.

Ведення обліку: Роботодавець має обов'язок вести облік всіх нещасних випадків та травм на робочому місці. Це включає збір інформації про кожен випадок, його обставини, тяжкість травм та інші відомості, які можуть бути корисними для аналізу та запобігання подібним інцидентам у майбутньому.

					2024.KBP.172.403.001.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Звітність: Роботодавець повинен звітувати відповідним органам чи внутрішній адміністрації про результати розслідування та прийняті заходи

Проведення розслідувань та облік нещасних випадків на виробництві допомагає удосконалювати систему безпеки та здоров'я працівників, визначати проблеми та вживати заходів для їх усунення, зменшуючи тим самим ризик подібних інцидентів у майбутньому.

4.2 Визначення групи горючості матеріалів та речовин на об'єкті

Важливе значення для визначення рівня пожежної безпеки і вибору заходів та заходів профілактики і гасіння пожежі мають пожежовибухонебезпечні властивості речовин і матеріалів. Пожежовибухонебезпека речовин та матеріалів - це сукупність властивостей, які характеризують їх схильність до виникнення й поширення горіння, особливості горіння і здатність піддаватись гасінню загорянь. За цими показниками виділяють три групи горючості матеріалів і речовин: негорючі, важкогорючі та горючі.

Негорючі (неспалимі) - речовини та матеріали, нездатні до горіння чи обуглювання у повітрі під впливом вогню або високої температури. Це матеріали мінерального походження та виготовлені на їх основі матеріали - червона цегла, силікатна цегла, бетон, камінь, азбест, мінеральна вата, азбестовий цемент та інші матеріали, а також більшість металів. При цьому негорючі речовини можуть бути пожежонебезпечними, наприклад, речовини, що виділяють горючі продукти при взаємодії з водою.

Важкогорючі (важко спалимі) - речовини та матеріали, що здатні спалахувати, тліти чи обуглюватись у повітрі від джерела запалювання, але нездатні самостійно горіти чи обуглюватись після його видалення (матеріали, що містять спалимі та неспалимі компоненти, наприклад, деревина при глибокому просочуванні антипіренами, фіброліт і т. ін.); Горючі (спалимі) - речовини та матеріали, що здатні самозайматися, а також спалахувати, тліти чи обуг-

					2024.KBP.172.403.001.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

глюватися від джерела запалювання та самостійно горіти після його видалення. У свою чергу, у групі горючих речовин та матеріалів виділяють легкозаймисті речовини та матеріали - це речовини та матеріали, що здатні займатися від короткочасної (до 30 с) дії джерела запалювання низької енергії.

З точки зору пожежної безпеки, вирішальне значення мають показники пожежовибухонебезпечних властивостей горючих речовин і матеріалів. Необхідний і достатній для оцінки пожежовибухонебезпеки конкретного об'єкта перелік цих показників залежить від агрегатного стану речовини, виду горіння (гомогенне чи гетерогенне) і визначається фахівцями.

Оцінка вибухопожежонебезпеки об'єкта здійснюється за результатами відповідного аналізу пожежонебезпеки будівель, приміщень, інших споруд, характеру технологічних процесів і пожежонебезпечних властивостей речовин, що в них застосовуються, з метою виявлення можливих обставин і причин виникнення вибухів і пожеж та їх наслідків.

Таким чином, методика аналізу вибухопожежонебезпеки зводиться до виявлення і оцінки потенційних та наявних джерел запалювання, умов формування горючого середовища, умов виникнення контакту джерел запалювання та горючого середовища, умов та причин поширення вогню в разі виникнення пожежі або вибуху, наявності та масштабів імовірної пожежі, загрози життю і здоров'ю людей, навколишньому середовищу, матеріальним цінностям. Необхідність матеріальної оцінки вибухопожежонебезпеки потребує чітких критеріїв її визначення. Відомі два підходи до питань нормування в галузі вибухопожежонебезпеки: імовірнісний та детермінований.

Імовірнісний підхід, що ґрунтується на концепції допустимого ризику, передбачає недопущення впливу на людей і матеріальні цінності небезпечних факторів пожежі з імовірністю, яка перевищує нормативну.

Детермінований підхід базується на розподілі об'єктів за ступенем вибухопожежонебезпеки на категорії і класи з позначенням їх конкретних кількісних меж залежно від параметра, що характеризує можливі наслідки пожежі

					2024.KBP.172.403.001.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

та вибуху.Класифікація об'єктів за вибухопожежною та пожежною небезпекою здійснюється з урахуванням допустимого рівня їх пожежної небезпеки, а розрахунки критеріїв і показників її оцінки, в тому числі ймовірності пожежі (вибуху) - з урахуванням маси горючих і важкогорючих речовин та матеріалів, що знаходяться на об'єкті, вибухопожежонебезпечних зон, які утворюються при нормальних режимах ведення технологічних процесів і в аварійних ситуаціях, можливої шкоди для людей та матеріальних збитків. Основою для встановлення нормативних вимог щодо конструктивних та планувальних рішень на промислових об'єктах, а також інших питань забезпечення їхньої вибухопожежобезпеки є визначення категорій приміщень та будівель виробничого, складського та невиробничого призначення за вибухопожежною та пожежною небезпекою.

Категорія пожежної небезпеки приміщення (будівлі, споруди) - це класифікаційна характеристика пожежної небезпеки об'єкта, що визначається кількістю і пожежонебезпечними властивостями речовин і матеріалів, які знаходяться (обертаються) в них з урахуванням особливостей технологічних процесів, розміщених в них виробництв.

Відповідно до ОНТП 24-86, приміщення за вибухопожежною та пожежною небезпекою поділяють на п'ять категорій (А, Б, В, Г, Д). Якісним критерієм вибухопожежної небезпеки приміщень (будівель) є наявність в них речовин з певними показниками вибухопожежної небезпеки. Кількісним критерієм визначення категорії є надмірний тиск, який може розвинути при вибуховому загорянні максимально можливого скупчення (навантаження) вибухонебезпечних речовин у приміщенні.

Категорія А (вибухонебезпечні приміщення)

Горючі гази, легкозаймисті речовини з температурою спалаху не більше 28 °С в такій кількості, що можуть утворюватися вибухонебезпечні парогазоповітряні суміші, при спалахуванні котрих розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні перевищує 5 кПа. Речовини і матеріали, що здатні

					2024.KBP.172.403.001.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вибухати та горіти при взаємодії з водою, киснем повітря або одне з одним, в такій кількості, що розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні перевищує 5кПа.

Категорія Б (вибухопожежонебезпечні приміщення)

Вибухонебезпечний пи́л і волокна, легкозаймисті рідини з температурою спалаху більше 28 °С та горючі рідини за температурних умов і в такій кількості, що можуть утворюватися вибухонебезпечні пилоповітряні або пароповітряні суміші, при спалахуванні котрих розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, що перевищує 5кПа. Категорія В (пожежонебезпечні приміщення)

Горючі рідини, тверді горючі та важкогорючі речовини, матеріали, здатні при взаємодії з водою, киснем повітря або одне з одним горіти лише за умов, що приміщення, в яких вони знаходяться або використовуються, не належать до категорій А та Б. Категорія Г

Негорючі речовини та матеріали в гарячому, розжареному або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор, полум'я; горючі гази, спалимі рідини, тверді речовини, які спалюються або утилізуються як паливо. Категорія Д

Негорючі речовини та матеріали в холодному стані.

Класифікація пожежонебезпечних та вибухонебезпечних зон визначається ДНАОП 0.00 - 1.32.01 "Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок" (ПБЕ). Характеристика пожежо- та вибухонебезпеки може бути загальною для усього приміщення або різною в окремих його частинах. Це також стосується надвірних установок і ділянок територій. Приміщення, або їх окремі зони, поділяються на пожежонебезпечні та вибухонебезпечні. Залежно від класу зони здійснюється вибір виконання електроустановок таким чином, щоб під час їх експлуатації виключити можливість виникнення вибуху або пожежі від теплового прояву електроструму.

					2024.KBP.172.403.001.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пожежонебезпечна зона - це простір у приміщенні або за його межами, у якому постійно чи періодично знаходяться (зберігаються, використовуються або виділяються під час технологічного процесу) горючі речовини, як при нормальному технологічному процесі, так і у разі його порушення, в такій кількості, яка вимагає спеціальних заходів у конструкції електрообладнання під час його монтажу та експлуатації. Ці зони в разі використання у них електроустаткування поділяються на чотири класи:

- Пожежонебезпечна зона класу П-I - простір у приміщенні, у якому знаходиться горюча рідина, що має температуру спалаху, більшу за +61 °С.

- Пожежонебезпечна зона класу П-II - простір у приміщенні, у якому можуть накопичуватися і виділятися горючий пил або волокна з нижньою концентраційною межею спалахування, більшою за 65 г/м³.

- Пожежонебезпечна зона класу П-Па - простір у приміщенні, у якому знаходяться тверді горючі речовини та матеріали.

- Пожежонебезпечна зона класу П-ІІІ - простір поза приміщенням, у якому знаходяться горючі рідини, пожежонебезпечний пил та волокна, або тверді горючі речовини і матеріали. Вибухонебезпечна зона - це простір у приміщенні або за його межами, у якому є в наявності, чи здатні утворюватися вибухонебезпечні суміші. Клас вибухонебезпечної зони, згідно з яким здійснюється вибір і розміщення електроустановок, у залежності від частоти і тривалості присутнього вибухонебезпечного середовища, визначається технологіями разом з електриками проектною або експлуатаційною організацією.

					2024.KBP.172.403.001.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

При виконанні кваліфікаційної роботи було здійснено розробку конструкції «Простий електронний ключ». 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 80×70мм з координатною сіткою 2,5мм. Також отримана плата має мінімальні паразитні зв'язки.

Найкращим методом для виготовлення друкованої плати виявився комбінований метод. Елементи розміщені на друкованому вузлі досить компактно. Конструкція друкованих вузлів не важка та корпус пристрою не великий, всі органи управління та індикації розміщені компактно. Корпус має такі розміри 113x106x103, що дає змогу легко розмістити його в будь-якому зручному місці.

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

					2024.KBP.172.403.001.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Простий електронний ключ[електронний ресурс] – Режим доступу http://pic.rkniga./forum/topic_30(дата звернення 10.02.2024).
2. Конденсатор типу ЕСАР [електронний ресурс] – Режим доступу :<http://vicgain.sdot.spmikro/smikr11>(дата звернення 10.02.2024).
3. Конденсатор типу NPO [електронний ресурс] – Режим доступу :http://www.mircond.com/cc/k10_17brlmcc; (дата звернення 18.02.2024).
4. Резистор MFP [електронний ресурс] – Режим доступу :<http://www.5v./ds/trnz/kt361>; (дата звернення 10.02.2024).
5. Діод 1N4148 [електронний ресурс] – Режим доступу :<http://www.chipinf/dsheets/transistors/1361>; (дата звернення 10.02.2024).
6. Світлодіод типу L-1503GT [електронний ресурс] – Режим доступу :http://www.betativcom.dn.ua/komplekt/pdf/active_comp/tranzistorSVH; (дата звернення 10.02.2024).
7. Кнопка PBS-11 [електронний ресурс] – Режим доступу :http://cxemu.te.ua/cxemu/160-naikraswiu_akusti4miy_vimuka4; (дата звернення 10.02.2024).
8. Діод 1N483B [електронний ресурс] – Режим доступу :www.qrz./reference/kozak/cd4000/cdh70; (дата звернення 18.02.2024).
9. Мікросхема L7805 [електронний ресурс] – Режим доступу :<https://www.chipdip./product/elc10d101e> www.cityradio.narod.. (дата звернення 1.02.2024).
10. Змінні резистори 16K1 [електронний ресурс] – Режим доступу :<http://ippart.com/download/3655a026-13e6-4b56-a0bb-8fd05df9b19d.pdf> www.radio-portal..www.vprl.. (дата звернення 18.02.2024).
11. Мікросхема CD4001BE [електронний ресурс] – Режим доступу :<http://www.platan./shop/part/PBS-4.html>. (дата звернення 1.02.2024).

					2024.КВР.172.403.001.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12. Мікросхема CD4516AN [електронний ресурс] – Режим доступу :<http://www.rct/catalog/box-header-connector/pbs-4.html>. (дата звернення 1.02.2024).
13. Транзистор 2N3905 "Central" [електронний ресурс] – Режим доступу :<http://www.kosmodrom.com.ua/pdf/FUSE-RFTQ.pdf>. (дата звернення 1.02.2024).
14. Транзистор 2SC3807 "Sanyo" [електронний ресурс] – Режим доступу :http://cxemu.te.ua/cxemu/160-naikraswiu_akusti4miy_vimuka4; (дата звернення 10.02.2024).
15. Програма для розрахунку надійності РЕА [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/mod/resource/view.php?id=60057>
16. Радіотехнічні системи (Основи проектування. Частина 1) : навч. посіб. / В. М. Кичак, А. Ю. Воловик, М. А. Шутило, О. П. Червак – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 122 с.
17. 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.
18. 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.
19. Денисюк В.О.,Цирульник С.М. Мікропроцесорні системи управління: навч. посіб. Вінн. нац. аграр. ун-т. Вінниця: ТВОРИ, 2021. 204 с.
20. Сайт спільноти розробників проектів на ARDUINO .URL: https://projecthub.arduino.cc/?_gl=1*4147w4*_ga*OTkyMzgzOTAwLjE3MTYwNTM3MjY.*_ga_NEXN8H46L5*MTcxNjkyMjQ0S4yLjEuMTcxNjkyMjUzOS4wLjAuMTUxNjM0NjA3MQ.*_fplc*OUZZTmxzbGU4MkNZbiUyRkNCTHJmazAwbjdrNWNDZTc5QUV6OFRlb3A2ck5RNzhvOVY3JTJGYXhRcDNlWHAzWWxZWl

					2024.KBP.172.403.001.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

JTVXkySndINXl4bUpNZCUyQkNiN29jajJqckF2c0tRMGlhdVU3SVhYRTY4ZDdRb016bCUyRjBhZlQwY0Z1M3hubEElM0QlM0Q(дата звернення 28.05.2024).

21. 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.

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

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

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

					2024.KBP.172.403.001.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток Б 3D модель пристрою

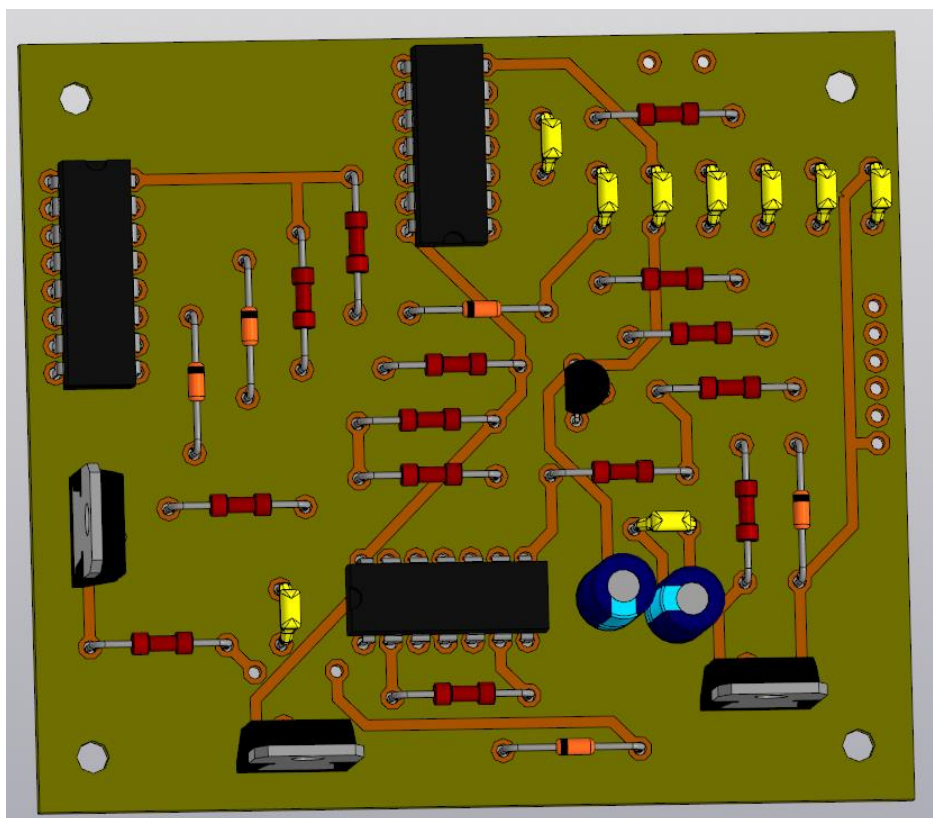


Рисунок Б.1 – 3D модель пристрою, вузол друкований

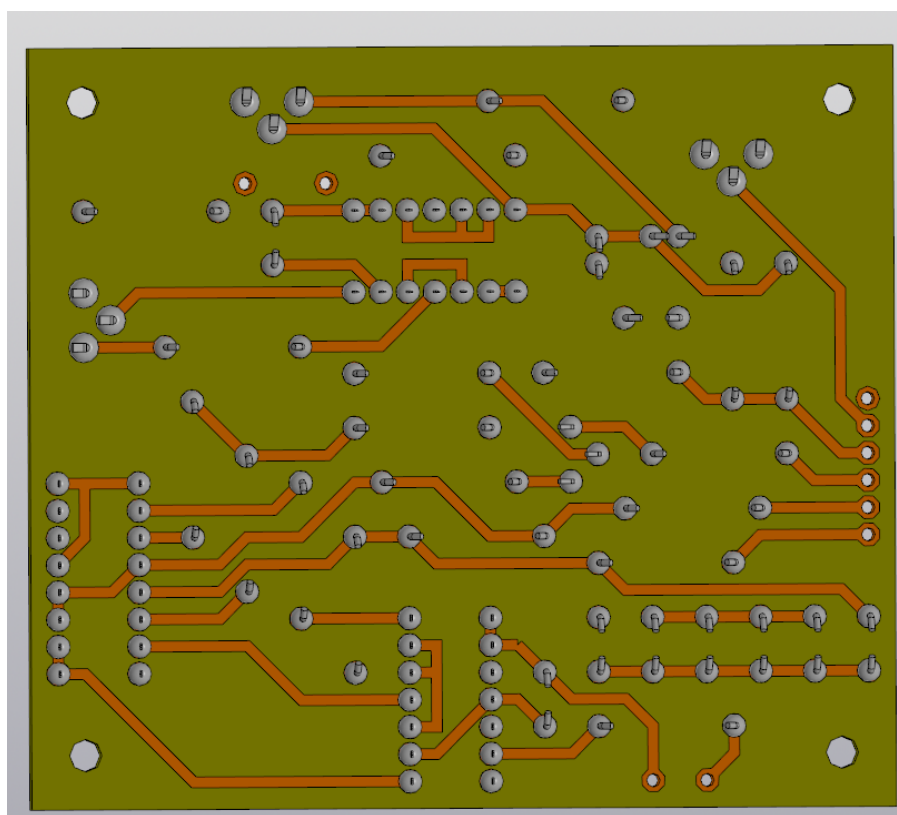


Рисунок Б.2 – 3D модель пристрою, вузол друкований знизу

					2024.KBP.172.403.001.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

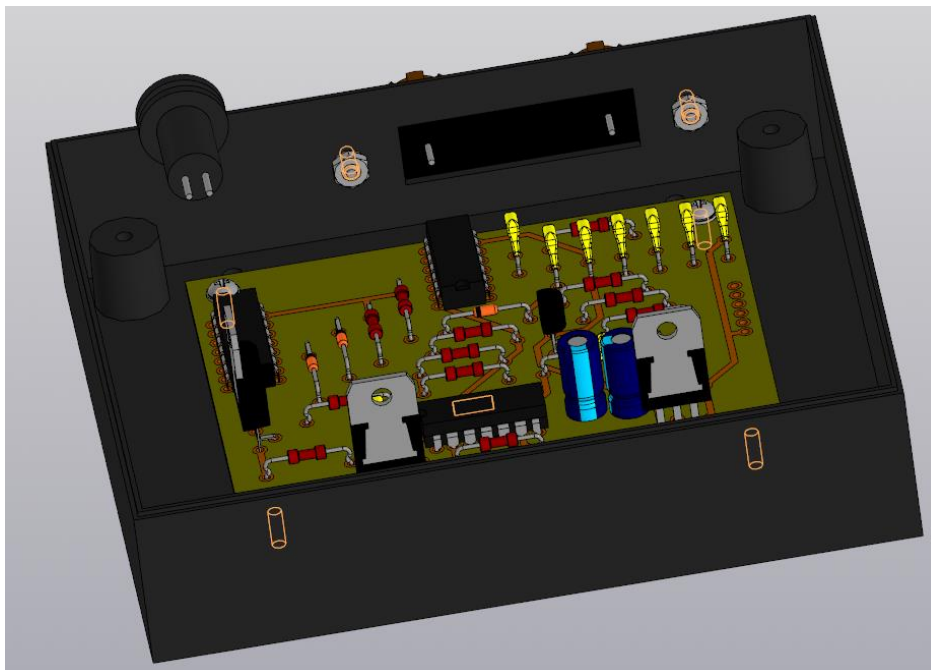


Рисунок Б.3— 3D модель пристрою, нижня кришка

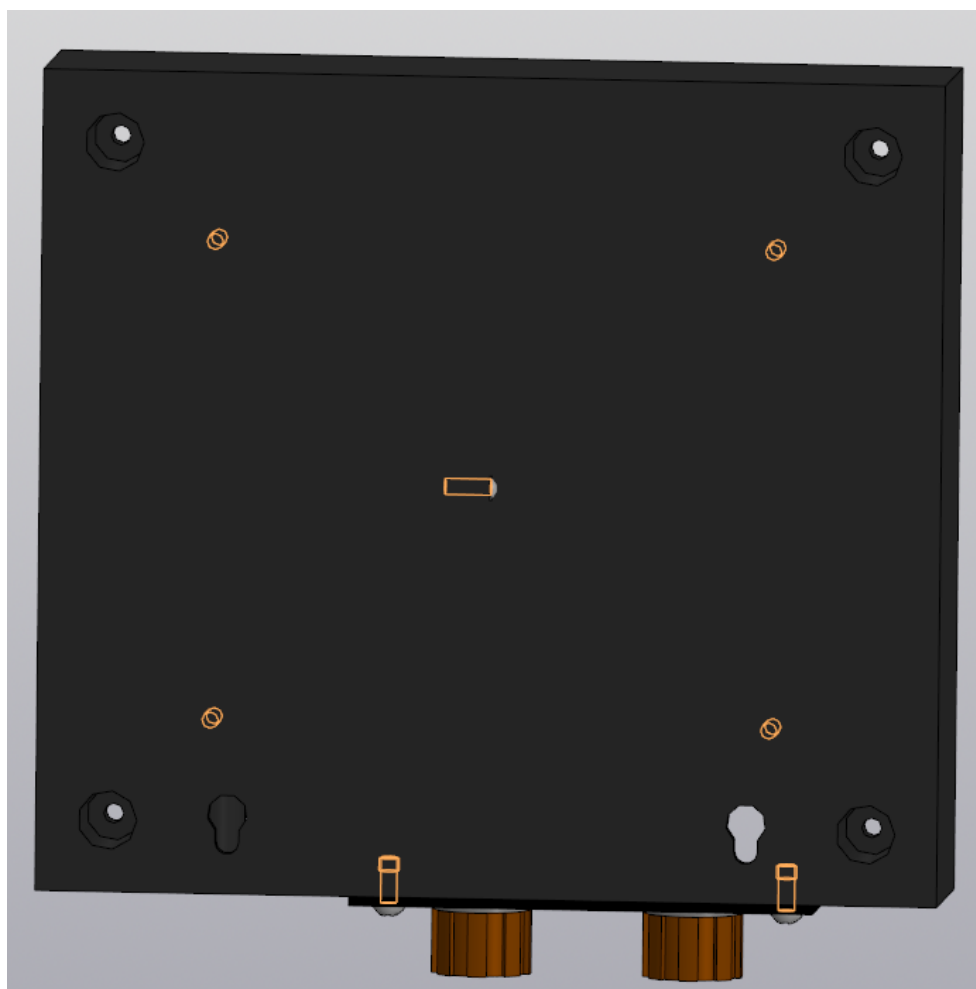


Рисунок Б.4 – 3D модель пристрою, нижня кришка знизу

					2024.KBP.172.403.001.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



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

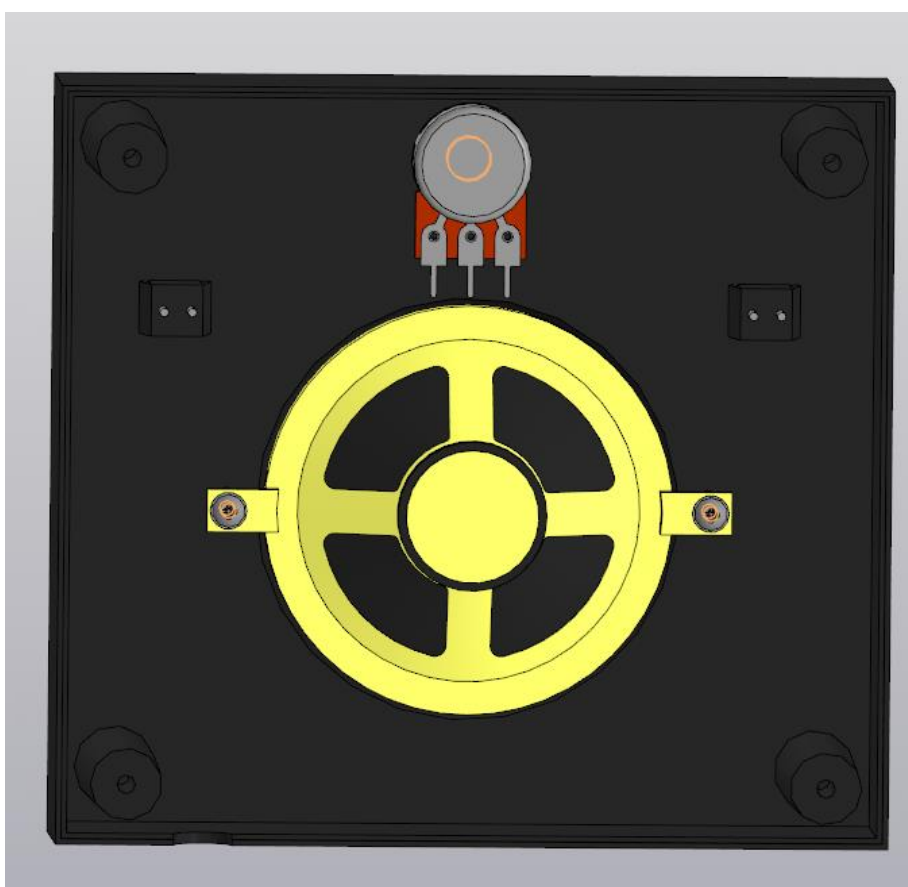


Рисунок Б.6 – 3D модель пристрою, вигляд верхньої кришки знизу

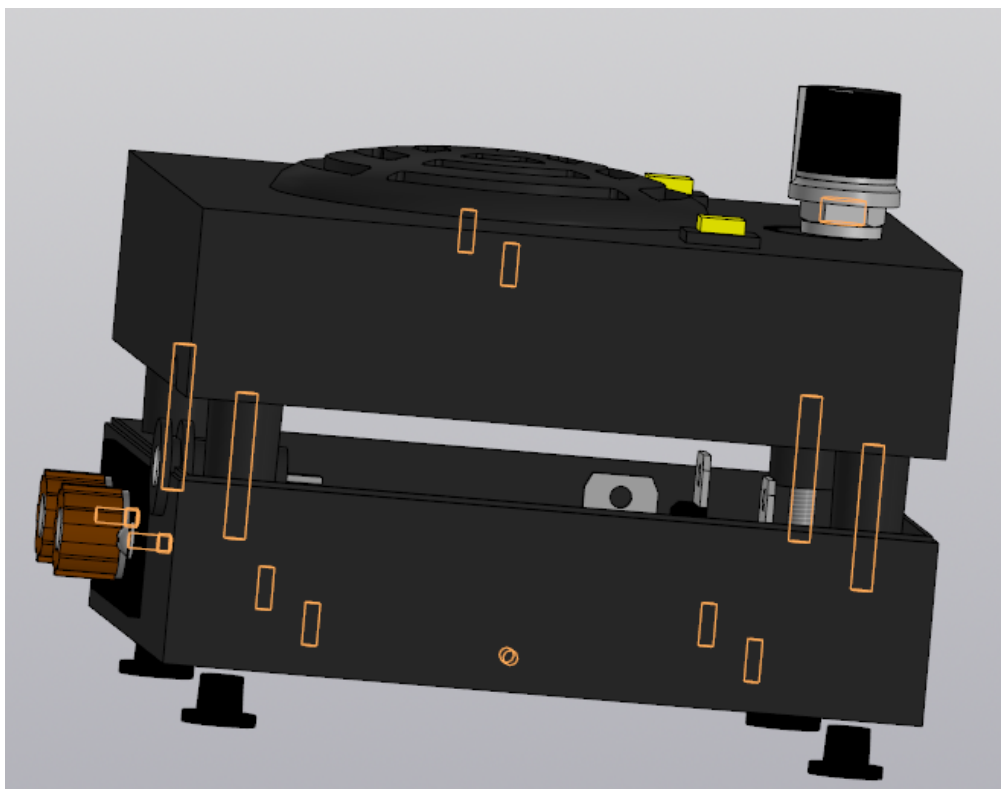


Рисунок Б.7 – 3D модель пристрою, загальний вигляд збоку

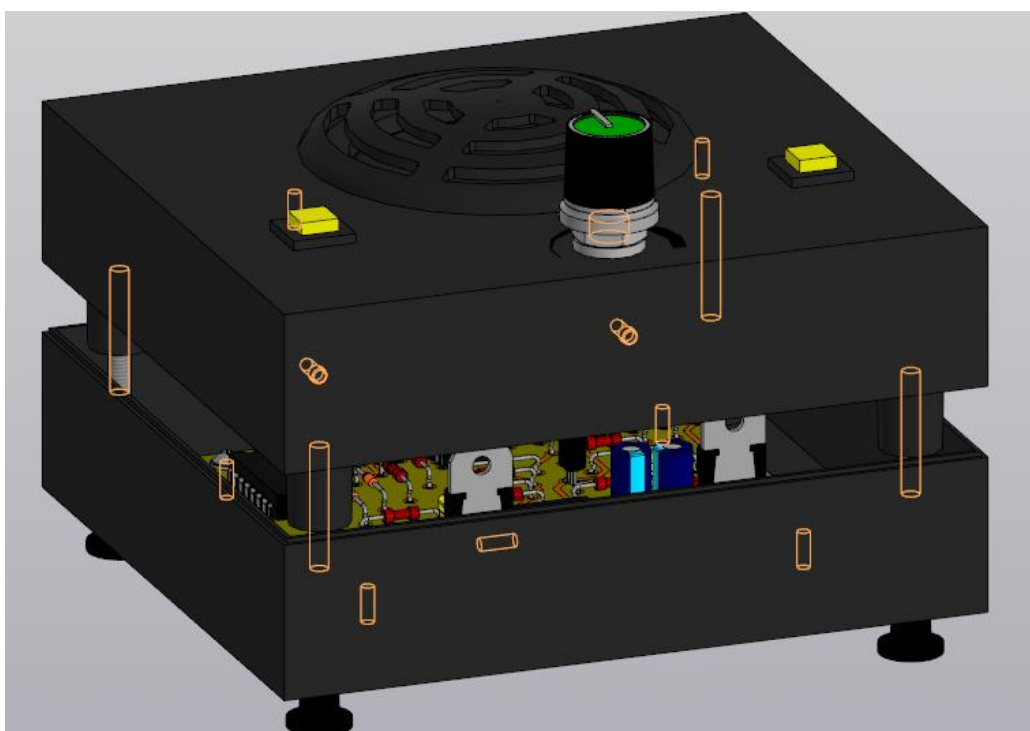


Рисунок Б.8 – 3D модель пристрою, загальний вигляд

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2024.KBP.172.403.001.000.000 ПЗ

Арк.