

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДВНЗ « Ужгородський національний університет»

Інженерно-технічний факультет

кафедра електронних систем

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

На тему: БАГАТОКАНАЛЬНИЙ ІНДИКАТОР НАПРУГИ

Студента 2 курсу

Ремети Богдана Руслановича

(ПІБ)

Керівник кандидат фіз.-мат. наук Заяць Т. М.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Ришет
(підпис)

ЗБ
(підпис)

Голова ЕК:

Симулик В. М. д.ф.-м.н., проф. ІЕФ НАНУ

(прізвище, ініціали, вчені ступінь та звання,)

Симулик
(підпис)

Заяць Т.М.- канд. фіз.-мат наук,доц. кафедри ЕС

(прізвище, ініціали, вчені ступінь та звання,)

ЗБ
(підпис)

Рубіш В.М. - д.ф.-м.н., проф. кафедри ЕС

(прізвище, ініціали, вчені ступінь та звання)

Рубіш
(підпис)

Юркін І.М.- канд. фіз.-мат наук,доц. кафедри ЕС

(прізвище, ініціали, вчені ступінь та звання)

Юркін
(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент Ришет
(підпис)

Ужгород – 2023

ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

Інженерно-технічний факультет

Кафедра електронних систем

Освітньо-кваліфікаційний рівень "МАГІСТР"

Спеціальність 171 Електроніка

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри, к.ф.-м.н., доц.

 (Заяць Т. М.)

“ ” _____ 2023 року

З А В Д А Н Н Я

на кваліфікаційну роботу магістра

студенту **Реметі Богдану Руслановичу**
(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи магістра: **Багатоканальний індикатор напруги.**

Затверджена на засіданні кафедри електронних систем (протокол №4 від 4 листопада 2022 р.).

Затверджені Розпорядженням декана ІТФ від 18.10.23 р. прот. №4.

2. Термін закінчення студентом кваліфікаційної роботи магістра:

“ 12 ” грудня 2023 року.

3. Вихідні дані до роботи

Провести пошук аналогів багатоканального цифрового індикатору напруги. Проаналізувати переваги та недоліки різних аналогів об'єкту проектування.

Розробити і спроектувати універсальний багатоканальний цифровий індикатор напруги, який з додатковими функціональними вузлами дозволяє виконувати вимірювання основних показників мікроклімату в приміщенні

(температури, відносної вологості, концентрації вуглекислого газу CO₂ та інших газів). Забезпечити можливість відображення результатів вимірювання на LCD дисплеї.

Пристрій повинен мати наступні параметри:

- Номінальна напруга живлення 9 В (від 8 до 20 В).
- Діапазон індикації напруги на кожному каналі 0 – 50 В.
- Робоча температура від +10 до + 50 С°.
- Не менше чотирьох вхідних каналів.
- Діапазон індикації відносної вологості в межах від 0 до 90%.
- Діапазон індикації температур в межах від 0 до 99 °С.
- Діапазон індикації концентрації CO₂ та деяких інших газів в межах від 0 до 99 ppm*10².

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці):

Вступ

1. Огляд та аналіз існуючих аналогів об'єкту проектування

1.1. Загальні відомості

1.2. Аналіз аналогів об'єкту проектування

2. Проектно-конструкторський розділ

2.1. Синтез електричної структурної схеми

2.2. Розробка електричної принципової схеми

2.3 Розробка програмного забезпечення

2.4. Розрахунок ЕРЕ та окремих блоків пристрою

3. Конструкторсько - технологічний розділ

3.1 Проектування та розрахунок друкованої плати

3.2 Тепловий розрахунок пристрою

3.3 Розрахунок характеристик надійності пристрою

4. Техніко – економічний розділ

4.1 Розрахунок собівартості приладу

4.2 Розрахунок ціни спроектованого приладу

5. Заходи з охорони праці і техніки безпеки

Висновки

Перелік використаних джерел

Додатки:

Додаток А. Схема електрична структурна (КРМ ЕС-10540096.001.000 Е1)

Додаток Б. Схема електрична принципова (КРМ ЕС-10540096.001.000 Е3)

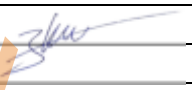
Додаток В. Креслення друкованої плати (КРМ ЕС-10540096.001.000 ПД)

Додаток Г. Складальне креслення (КРМ ЕС-10540096.001.000 СК)

Додаток Д. Перелік елементів (КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЕ)

Додаток Е. Специфікація (КРМ ЕС-10540096.001.000 СП)

6. Консультанти проекту, вказати з яких розділів.

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
	Заяць Т. М.		

7. Дата видачі завдання _____. 202__ р.

Керівник кваліфікаційної роботи магістра

Завдання прийняв до виконання




(доц. Т. М. Заяць)

(Б. Р. Ремета)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Найменування етапів кваліфікаційної роботи магістра	Термін виконання	Примітки
1.	Пошук аналогів об'єкта проектування	До 29.09.2023 року	
2.	Огляд та аналіз аналогів	До 13. 10.2023 року	
3.	Вибір технічного рішення та обґрунтування технічної пропозиції	До 27.10.2023 року	
4.	Синтез структурної та принципової схем, друкованої плати їх розрахунок	До 10.11.2023 року	
5.	Виготовлення креслення структурної схеми та допоміжних ілюстративних матеріалів	До 22.11. 2023 року	
6.	Конструкторська-технологічна розробка плати	До 29.11.2023 року	
7.	Техніко-економічне обґрунтування	До 06.12.2023 року	
8.	Оформлення кваліфікаційної роботи магістра	До 20.12.2023 року	
9.	Захист на державній екзаменаційній комісії	Згідно з графіком	

Студент

Керівник кваліфікаційної роботи магістра



(Б. Р. Ремета)



(доц. Т. М. Заяць)

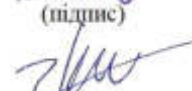
ДВНЗ «УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
на кваліфікаційну роботу магістра
на тему:

БАГАТОКАНАЛЬНИЙ ІНДИКАТОР НАПРУГИ

Студента групи ЕС: Ремети Богдана Руслановича

Керівник: доц. Заяць Тарас Михайлович


(підпис)

(підпис)

Ужгород 2023

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Багатоканальний інди- катор напруги Пояснювальна записка	Літера	Аркуш	Аркушів	
Розробив	Ремета Б. Р			21.12		Н	5	73	
Первірив	Заяць Т. М.			21.12		УжНУ, ІТФ, II курс маг., гр. ЕС			
Т. контр									
Н. контр.	Пап О. В.			21.12					
Затверд.	Заяць Т. М.			21.12					

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра: сторінок – 75, рисунків – 10, формул – 25, таблиць – 8, джерел літератури – 29.

Об'єкт розробки — багатоканальний індикатор напруги, з можливістю підключення додаткових модулів (датчиків).

Мета роботи; огляд і аналіз аналогів об'єкту проектування та розробка структурної схеми, принципової схеми та іншої графічної документації до пристрою відповідно вимог до виконання магістерських робіт.

Метод дослідження - проектування, розрахунки, виготовлення графічної документації.

В кваліфікаційній роботі магістра описані аналоги проектованого пристрою, приведені основні технічні характеристики; розглянуто тенденції розвитку. Робота містить огляд літератури і аналіз пристроїв даного типу та загальних принципів їх побудови.

Загальний опис пророблених робіт:

Проектно-конструкторський розділ містить розробку принципової та структурної електричної схеми, розрахунки основних функціональних вузлів.

Конструкторсько-технологічний розділ включає розрахунок тепло-технічних характеристик пристрою та ймовірності безвідмовної роботи пристрою протягом певного часу.

Розділ техніко-економічного обґрунтування містить розрахунок ціни приладу.

Розділ про заходи з охорони праці і техніки безпеки, містить основні питання охорони праці при виготовленні приладу.

Ключові слова:

БАГАТОКАНАЛЬНИЙ ІНДИКАТОР, НАПРУГА, ТЕМПЕРАТУРА,
ВОЛОГІСТЬ, МІКРОКЛІМАТ, МОНІТОРИНГ

ABSTRACT

Master's qualification work: 75 pages, 10 figures, 25 formulas, 8 tables, 29 literature sources.

The object of development is a multi-channel voltage indicator with the possibility of connecting additional modules (sensors).

The goal of the work; review and analysis of analogues of the design object and development of a structural diagram, schematic diagram and other graphic documentation for the device in accordance with the requirements for the completion of master's theses.

Research method - design, calculations, production of graphic documentation.

Analogues of the designed device are described in the master's thesis, the main technical characteristics are given; development trends are considered. The work includes a literature review and analysis of devices of this type and the general principles of their construction.

General description of completed works:

The design and construction section contains the development of the basic and structural electrical circuit, calculations of the main functional nodes.

The design and technological section includes the calculation of the thermal and technical characteristics of the device and the probability of the device's trouble-free operation during a certain time.

The section of the feasibility study contains the calculation of the price of the device.

The section on occupational health and safety measures contains the main issues of occupational health and safety in the manufacture of the device.

Keywords:

MULTI-CHANNEL INDICATOR, VOLTAGE, TEMPERATURE, HUMIDITY,
MICROCLIMATE, MONITORING

ЗМІСТ

Вступ	9
1. Огляд та аналіз існуючих аналогів об'єкту проектування.....	10
1.1. Загальні відомості.....	10
1.2. Аналіз аналогів об'єкту проектування.....	12
2. Проектно-конструкторський розділ.....	28
2.1. Синтез електричної структурної схеми.....	28
2.2. Розробка електричної принципової схеми	28
2.3 Розробка програмного забезпечення.....	30
2.4. Розрахунок ЕРЕ та окремих блоків пристрою	32
3. Конструкторсько - технологічний розділ	36
3.1 Проектування та розрахунок друкованої плати	36
3.2 Тепловий розрахунок пристрою.....	40
3.3 Розрахунок характеристик надійності пристрою	44
4. Техніко – економічний розділ	48
4.1 Розрахунок собівартості приладу	48
4.2 Розрахунок ціни спроектованого приладу	53
5. Заходи з охорони праці і техніки безпеки	55
Висновки	72
Перелік використаних джерел.....	73
Додатки:	
Додаток А. Схема електрична структурна (<i>КРМ ЕС-10540096.001.000 Е1</i>)	
Додаток Б. Схема електрична принципова (<i>КРМ ЕС-10540096.001.000 Е3</i>)	
Додаток В. Креслення друкованої плати (<i>КРМ ЕС-10540096.001.000 ПД</i>)	
Додаток Г. Складальне креслення (<i>КРМ ЕС-10540096.001.000 СК</i>)	
Додаток Д. Перелік елементів (<i>КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЕ</i>)	
Додаток Е. Специфікація (<i>КРМ ЕС-10540096.001.000 СП</i>)	

Вступ

Всебічне і повсякденне зростання цифрової техніки та застосування її для нових цифрових методів обробки інформації привело до появи великої кількості схемотехнічних рішень на базі цифрових інтегральних мікросхем. З'явилися досить високоефективні вирішення багатьох проблем обробки та представлення інформації, а разом із цим і цифрові пристрої, які по своїм технічним показникам набагато перевищують своїх аналогових попередників.

Цифрова вимірювальна техніка є основною частиною вимірювальної техніки, що найбільш розвивається, являє собою сукупність цифрових вимірювальних приладів (ЦВП), методів їх перевірки та правил експлуатації.

Засоби цифрової вимірювальної техніки найкраще сполучаються із засобами обчислювальної техніки, мають високу точність і швидкодію.

У більшості випадків результати вимірювань аналогових величин найкраще зчитувати з цифрового індикатора. З цією метою при необхідності застосовують різні перетворювачі (наприклад, температура-напруга, фаза-напруга, тиск-напруга), вихідний сигнал яких подають на АЦП і далі на цифровий індикатор. Багатоканальний цифровий індикатор напруги, що проектується в даній роботі зручно використовувати, коли потрібен недорогий вимірювач середнього ступеня точності.

У даному дипломному проекті розробляється багатоканальний індикатор напруги, який має широкі функціональні можливості, тому, що до нього за допомогою роз'ємних з'єднань можна підключити різні типи датчиків з аналоговим виходом. У цій роботі до індикатору підключені датчики призначені для моніторингу мікроклімату в приміщенні. Даний пристрій відзначається легкою зрозумілістю принципу роботи та доступністю для повторення широким загалом; пристрій доцільно використовувати в лікарнях, реабілітаційних центрах, школах, дошкільних навчальних закладах, зонах відпочинку, складах та в побутових приміщеннях. Використання цього приладу дасть змогу контролювати мікроклімат повітря, що в свою чергу значною мірою покращить здоров'я людей та якість зберігання продукції.

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		9

1. Огляд та аналіз існуючих аналогів об'єкту проектування

1.1. Загальні відомості

Цифровими називаються такі вимірювальні пристрої, у яких вимірювана величина автоматично в результаті квантування та цифрового кодування представляється кодовим сигналом, що виражає значення вимірювальної величини.

Цифрові вимірювальні пристрої поділяються на цифрові вимірювальні прилади (ЦВП) і аналого-цифрові перетворювачі (АЦП), ЦВП є автономними пристроями, що видають значення вимірюваної величини автоматично у візуальному вигляді на окремому цифровому відліковому або реєструючому пристрої. АЦП немає відлікових чи реєструючих пристроїв. Є частиною ЦВП або складніших вимірювально-інформаційних систем і видають результат вимірювання зазвичай у вигляді електричного кодового сигналу.

Основні напрями створення ЦВП:

- розробка ЦВП з вбудованим мікропроцесором, з автоматизацією вибору меж та виду вимірюваної величини;
- розробка ЦВП високої швидкодії з паралельними та комбінованими структурами.
- розробка ЦВП із вузлами різного функціонального перетворення.

Одну з груп серед ЦВП становлять цифрові індикатори напруги. ЦІН часто використовуються в поєднанні з певними датчиками або модульними перетворювачами, які дозволяють вимірювати різні фізичні величини та параметри електричних кіл.

За схемним рішенням ЦІН ділять на дві основні групи: на базі логіки та мікропроцесорного програмного управління.

За методом аналого-цифрового перетворення розрізняють ЦІН з такими видами перетворень:

- час - імпульсним (з одно-, дво-, і триразовим інтегруванням);
- методом порозрядного кодування;
- напруги в частоту (частотно-імпульсним перетворенням);
- комбіновані, що поєднують кілька методів.

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		10

По елементній основі ЦІН поділяються на прилади, виконані на електронних лампах, напівпровідникових приладах, інтегральних мікросхемах і мікропроцесорах. В даний час основну частину складають ЦІН, виконані на цифрових та аналогових мікросхемах середнього ступеня інтеграції.

Цифрові індикатори напруги поділяються на *аналогові* та *дискретні*. У аналогових індикаторах вимірювана напруга перетворюється на пропорційне значення постійного струму, що вимірюється магнітоелектричним мікроамперметром, шкала якого градується в одиницях напруги (вольти, мілівольт, мікрвольт). У дискретних індикаторах напруга, що вимірюється, піддається ряду перетворень, в результаті яких аналогова вимірювана величина перетворюється в дискретний сигнал, значення якого відображається на індикаторному пристрої у вигляді цифр. Аналогові та дискретні індикатори часто називають стрілочними та цифровими відповідно.

В даний час цифрові вимірювальні прилади застосовуються дуже широко, оскільки мають такий ряд переваг у порівнянні з аналоговими приладами - висока точність та роздільна здатність, широкий діапазон вимірювань, представлення результатів вимірювань у цифровій формі.

До недоліків використання цифрових індикаторів напруги відносять складність схем та конструкції, високу вартість. По суті ці недоліки є ретроспективою даного виду вимірювальних приладів. Їх можна віднести до розряду тимчасових, оскільки вже нині вони усуваються завдяки швидкому розвитку мікроелектроніки. І чим інтенсивніше розвиватиметься ця наука, тим ефективніше ставатиме використання всього сімейства електронних вимірювальних приладів.

Принцип роботи ЦІН полягає у перетворенні вимірюваної постійної або напруги, що повільно змінюється в електричний код, який відображається на табло у цифровій формі. Відповідно до цих узагальнена структурна схема цифрового індикатора складається з вхідного пристрою (ВХП), аналого-цифрового перетворювача (АЦП) та цифрового індикатора (ЦІ).

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
						11
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

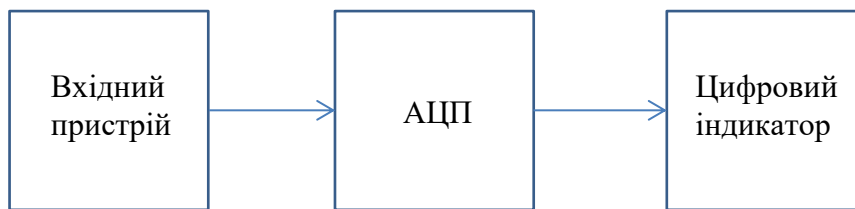


Рис. 1 Узагальнена структурна схема ЦІН

Аналого-цифрові перетворювачі призначені для перетворення аналогових сигналів у відповідних ним цифрові, тобто для перетворення сигналів з безперервною шкалою значень у сигнали, що мають дискретну шкалу значень. На звітному екрані відображається значення вимірюваної величини в цифровій формі.

У вимірювальних індикаторах напруги використовуються, в основному, схеми інтегруючого АЦП, і прилад, що проектується, не є винятком. До складу двотактних інтегруючих АЦП зазвичай входять операційні підсилювачі, компаратор напруги, аналогові ключі, джерело опорної напруги, двійково-десятковий лічильник, регістр дешифратор, генератор тактових імпульсів, вихідні схеми керування. [7]

1.2. Аналіз аналогів об'єкту проектування

Аналог 1

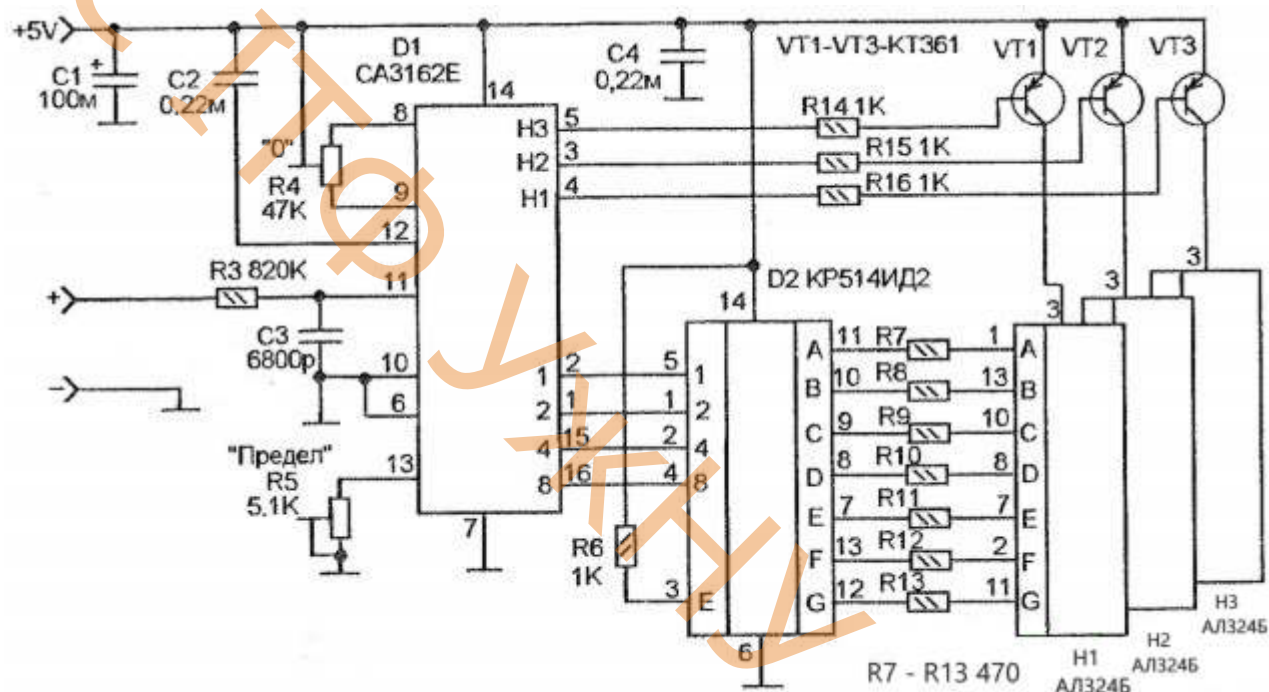
Цифровий індикатор напруги на мікросхемі СА3162Е.

Мікросхема СА3162Е, призначена для створення вимірювача аналогової величини з відображенням результату на трирозрядному цифровому індикаторі. Мікросхема СА3162Е являє собою АЦП з максимальною вхідною напругою 999 mV і логічною схемою, яка видає відомості про результат вимірювання у вигляді трьох двійково-десяткових чотирирозрядних кодів, що по черзі змінюються, на паралельному виході і трьох виходах для опитування розрядів схеми динамічної індикації.

Щоб отримати закінчений прилад, потрібно додати дешифратор для роботи семисегментного індикатора. В цьому пристрої використовується світлодіодна індикація із трьох семисегментних індикаторів із загальними анодами. Індикатори включені за схемою динамічної матриці, тобто всі їх сегментні (катодні) контакти

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
						12
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

На рис. 2 показана схема індикатору напруги, який вимірює напругу від 0 до 2V (0...1,99V). Вимірювана напруга надходить контакти 11-10 (вхід) мікросхеми D1 через дільник на резисторах R1-R3. Конденсатор C3 виключає вплив перешкод на результат вимірювання. Резистором R4 встановлюють показання приладу на нуль, за відсутності вхідної напруги. А резистором R5 виставляють межу вимірювання так, щоб результат вимірювання відповідав реальному, тобто, можна сказати, калібрують прилад.



Тепер про виходи мікросхеми. Логічна частина СА3162Е побудована за логікою ТТЛ. На виходах «1-2-4-8» формується двійково-десятковий код, який періодично змінюється, забезпечуючи послідовну передачу даних про три розряди результату виміру. Якщо використовується дешифратор ТТЛ, як, наприклад, КР514ІД2, то його входи безпосередньо підключаються до даних входів D1, Якщо ж буде застосований дешифратор логіки КМОП або МОП, його входи буде необхідно підтягнути до плюсу за допомогою резисторів. Це потрібно буде зробити, наприклад, якщо замість КР514ІД2 буде використано дешифратор К176ІД2 або

CD4056. Виходи дешифратора D2 через струмообмежувальні резистори R7-R13 підключені до сегментних висновків світлодіодних індикаторів Н1-Н3. Однйменні сегментні контакти всіх трьох індикаторів з'єднані разом. Для опитування індикаторів використовуються транзисторні ключі VT1-VT3, на бази яких подаються команди з виходів Н1-3 мікросхеми D1. Ці контакти теж зроблено за схемою із відкритим колектором. Активний нуль, тому використовують транзистори структури р-п-р.

Живлення приладу здійснюється постійною, стабілізованою напругою 5В. У джерелі живлення, в яке вони будуть встановлені, необхідно передбачити наявність такої напруги при струмі не нижче 150 мА.

Налагодження пристрою не являє собою нічого складного. Спочатку замкнемо між собою висновки 10 і 11 D1, і крутячи резистор R4 виставимо нульові показання. Далі, прибираємо перемичку, що замикає висновки 11-10 і підключаємо до клем «навантаження» зразковий прилад, наприклад, мультиметр. Регулюючи напругу на виході джерела, резистором R5 калібруємо прилад так, щоб його показання збігалися зі показаннями мультиметра. [8]

Аналог 2

Високоомний стрілочний індикатор напруги

Аналогове представлення вимірюваної напруги, зазвичай більш наочно у разі її швидкої зміни — не потрібна інтерпретація «більше-менше», але у нього менша точність, ніж при цифровій індикації. Високоомний стрілочний індикатор напруги виготовлено з входним опором більше 20 МОм, для порівняння, дешеві цифрові мультиметри зазвичай мають входний опір в режимі вимірювання напруги всього 1 МОм або 10 МОм, а магнітоелектричний ТЛ-4М всього близько 300 кОм на діапазон струму. Число діапазонів для індикатора було обрано рівним чотирма, за кількістю положень наявного компактного галетного перемикача. Живиться прилад від мережі змінного струму, що унеможливорює періодичну необхідність заміни батарей.

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		14

Вимірювана напруга постійного струму надходить на неівертуючий вхід, операційного підсилювача DA2 через послідовно включені високоомні резистори R6, R7, які спільно з резистором R8 утворюють дільник вхідної напруги. У випадку, коли перемикач діапазонів SA1 знаходиться в лівому за схемою положенні, індикатор буде вимірювати напругу до 0,3 В. В інших положеннях перемикача SA1 до загальної шини буде підключено один з ланцюжків резисторів R12R13, R14R15 або R16R17, відповідно, положення SA1 вибрано діапазон вимірювань 0,3, 3,0, 30 або 300 Вольт. Коефіцієнт посилення DA2 по напрузі залежить від співвідношення опорів резисторів R22/R18, обраний близько 16, що необхідно для роботи мікроамперметра PA1 з відносно низькою чутливістю. Мікроамперметр включений у діагональ випрямного мосту VD13 - VD16. Діод VD17 знижує величину навантаження PA1. Конденсатор C7 зменшує чутливість приладу до наведень на-

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
						15
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

пруги змінного струму. Діоди VD8 - VD12 захищають DA2 від пошкодження високою вхідною напругою.

При налаштуванні цього високоомного стрілкового індикатору напруги було виявлено, що температура захисних діодів VD8 - VD12 впливає на показання PA1, тому було встановлено чотири захисні діоди. Резистор R26 обмежує струм через мікроамперметр, діоди випрямного мосту та вихід DA2. Змінним резистором R24 при замкнених між собою щупах X1, X2 встановлюють стрілку PA1 на нульове розподіл шкали.

На операційному підсилювачі DA1 зібраний індикатор полярності напруги, що вимірюється. Якщо на щупі X1 плюс, то світить червоний світлодіод HL2. Якщо на X1 мінус, то світить синій HL3. Підстроювальним резистором R11 при замкнених щупах X1, X2 і встановленої на нуль стрілки PA1 встановлюють мінімально можливу напругу на виході DA1, контакт 6. Максимальна напруга на щупах X1, X2 не повинна перевищувати 1000 В, інакше можливі пробої резисторів дільника напруги та іскрові пробої між контактами монтажу.

Мікросхеми DA1, DA2 живляться двополярною напругою $\pm 8,3$ В від параметричних стабілізаторів напруг позитивної і негативної полярності, зібраних на транзисторах VT1, VT2 і елементах їх обв'язки. Модуль стабілізаторів напруги виготовлений на окремій платі, на принциповій схемі позначений як A2. На стабілізатори напруг надходить напруга змінного струму близько 16 В від мережевого адаптера, позначеного як модуль A1. Резистори R1, R2 зменшують ймовірність пошкодження понижуючого трансформатора T1 і знижують струм холостого ходу. Світлодіод HL1 світить при включенні адаптера до мережі змінного струму 220 В. Світлодіоди HL4, HL5 підсвічують шкалу мікроамперметра.

Більшість деталей високоомного стрілкового індикатору напруги встановлено на монтажній платі розмірами 79×35 мм. Монтаж двосторонній навісний. Деталі стабілізатора напруги встановлені на монтажній платі розмірами 73×32 мм. Прилад поміщений у пластмасовий корпус розміром 85×85×42 мм. Корпус зсередини частково обклеєний липкою алюмінієвою фольгою, електрично з'єднаною із загальним дротом, точка підключення - резистор R8, до якого також підключений щуп X2. Як мережний адаптер застосовано джерело живлення

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		16

для телевізійного антенного підсилювача. Галетний перемикач малогабаритний імпортований, кабель, що йде до нього, повинен бути екранований. Мікровольтметр застосований типу М4167. Слід враховувати, що шкала із таким мікровольтметром буде нелінійною. Нульова поділка шкали має бути в місці знаходження стрілки при знеструмленій котушці. Максимальний поділ шкали повинен бути у правій частині, не доходячи близько 5-10 градусів до обмежувача ходу рухомої стрілки. Для налаштування виготовленого високоомного стрілкового індикатору напруги щупи X1, X2 з'єднують разом. Після цього, підбором опорів резисторів R21, R23 домагаються того, щоб при переміщенні повзунка змінного резистора R24 з кінця в кінець, стрілка PA1 переміщалася від нульової поділки шкали до її середини в обох крайніх положеннях R24. Встановивши стрілку PA1 на нульову поділку шкали, підбором опору резистора R8 настраюють роботу приладу на діапазоні 0,3 В. Потім виготовляють робочу копію шкали PA1. Після збирання мікроамперметра підбором резисторів R12 - R17 настраюють роботу індикатору на інших діапазонах. При налаштуванні приладу напруга, що вимірюється, не повинна містити змінної складової. Якщо буде застосований більш чутливий мікроамперметр, посилення DA2 можна зменшити, встановивши резистор R18 більшого опору. [15]

Аналог 3

Цифровий термометр

До побутових термометрів зазвичай пред'являють такі вимоги, як точність вимірювання - не гірше $0,5^{\circ}\text{C}$ в інтервалі температури від -50 до $+100^{\circ}\text{C}$ - (при вимірюванні температури тіла людини - не гірше $0,1 \dots 0,2^{\circ}\text{C}$), малогабаритність, економічність, автономність харчування, мала теплова інерційність та гігієнічна нешкідливість.

Структурна схема:

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		17

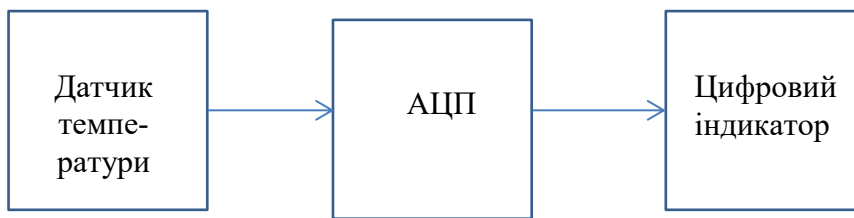


Рис. 4 Структурна схема цифрового термометра

За допомогою датчика знімається рівень напруги, відповідний певної температурі навколишнього середовища, потім за допомогою аналого-цифрового перетворювача напруга аналогового сигналу перетворюється на цифрову форму для подальшого відображення рівня сигналу цифровим індикатором.

Принципова схема:

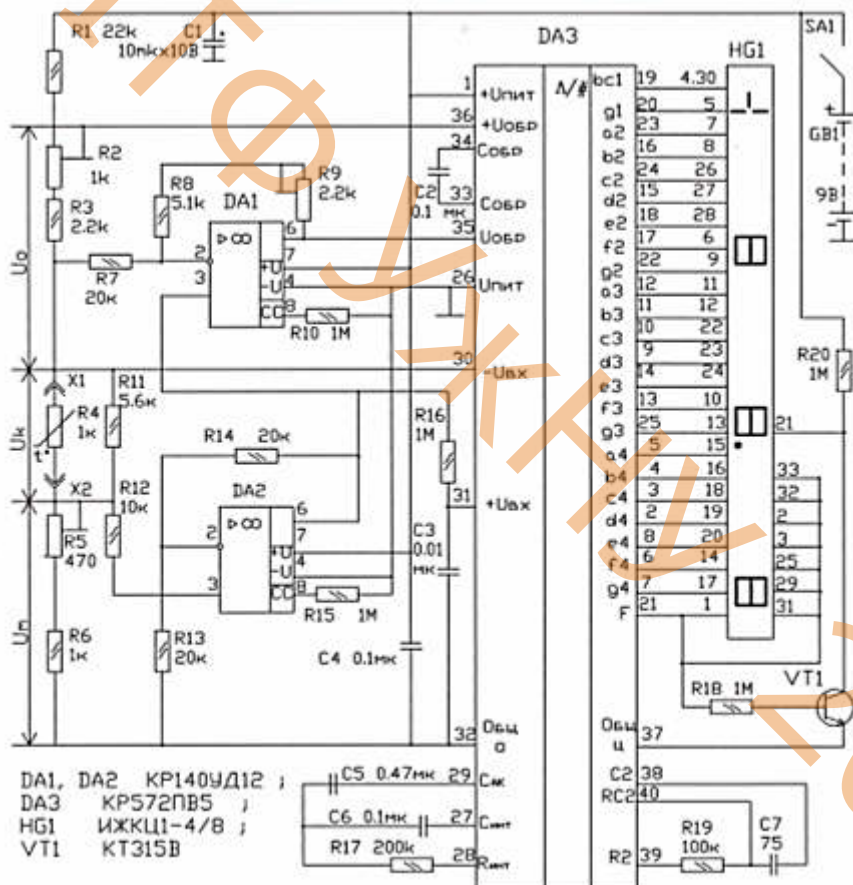


Рис. 5 Принципова схема цифрового термометра [16]

Принципова схема термометра зображено на рис. 5. Чутливим елементом приладу служить температурний датчик, принцип дії якого заснований на властивості деяких матеріалів, змінювати свій електричний опір при зміні температури. Датчики температури можуть бути різними. У промисловості,

наприклад, часто використовують масивні металеві (мідні або платинові) термоперетворювачі. Для побутових приладів найбільш підходять напівпровідникові малогабаритні терморезистори ММТ, КМТ, СТ1, СТ3, ТР-4, ММТ-4, які порівняно з металевими перетворювачами значно менш теплоінерційні, мають майже в десять разів більший температурний коефіцієнт опору (ТКС), більший електричний опір, що дозволяє повністю знехтувати опором проводів, які з'єднують датчик із приладом. Найкращими характеристиками має мініатюрний краплеподібний форми засклений терморезистор ТР-4 зі зменшеним ТКС. Він має розміри 6X4X2, 5 мм; гнучкі висновки довжиною 80 мм виготовлені із дроту із низькою теплопровідністю. Його маса - 0,3 г. Основні електричні характеристики терморезистора ТР-4: номінальний опір - $1\text{ кОм} \pm 2\%$ за температури $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$, ТКС - приблизно $2\text{ }^{\circ}\text{C}/^{\circ}\text{C}$, робочий температурний інтервал $-60...+200\text{ }^{\circ}\text{C}$, постійна часу - 3с. Недолік напівпровідникових терморезисторів - нелінійність залежності опору від температури та значний розкид характеристик, що є основною причиною, що стримує їхнє широке застосування для вимірювання температури.

Основа приладу - інтегруючий аналого-цифровий перетворювач (АЦП) DA3, до виходу якого підключений чотирирозрядний рідкокристалічний індикатор HG1. Така елементна база дозволила знизити енергоспоживання та забезпечити прилад малими габаритами та масою. Вимірювальний ланцюг приладу утворюють струмозадаючий резистор R_1 , резистори R_2 і R_3 , що формують зразкову напругу $U_{зр}$, терморезистор R_4 , напруга U_t , на якому змінюється в залежності від температури, і резистор, що компенсує, функцію якого виконують резистори R_5 , R_6 . Для зменшення похибки від самопрогрівання терморезистора номінал струмозадаючого резистора R_1 обраний таким, щоб струм вимірювального ланцюга дорівнював приблизно 0,1 мА. R_4 і зразковий резистор (R_2+R_3) включені послідовно і через них протікає однаковий струм. Падіння напруги, що виникає на терморезисторі, надходить на вхідні висновки 30 і 31, а падіння напруги на зразковому резисторі, що виконує функцію джерела зразкової напруги $U_{обр}$ -на висновки 35 і 36 АЦП DA3. При такому способі вимірювання результат перетворення АЦП не залежить від струму у вимірювальному ланцюгу,

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
						19
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

а значить, відпадає потреба у традиційно застосовуваних високоякісних джерелах струму та зразкового напруження, від яких багато в чому залежать точнісні характеристики вимірювача.

Для приладу, що працює в режимі вимірювання температури, є типовою задача компенсації початкового значення термоопору при нульовій температурі. Для цього опір компенсаційного резистора ($R_5 + R_6$) вибирають рівним опору терморезистора R_4 при нульовій температурі, а щоб компенсувати суму значень напруги $U_T + U_K$, що надходить на висновок 30 АЦП, на його висновок 31 подають напругу, що дорівнює $2 U_K$, яке формує DA2 з коефіцієнтом посилення $K = (1 + R_{14}/R_{13}) = 2$. Тоді з урахуванням того, що з підвищенням температури опір терморезистора зменшується, маємо $U_{ВХ\text{ ацп}} = U_{ВХ} + U_{ВХ} = 2U_K - (U_T + U_K) = U_K - U_T$. Лінеаризацію нелінійної залежності термоопору від температури реалізують шунтуванням терморезистора R_4 резистором R_{11} - частково, а точно-введенням у пристрій ОУ DA1. Але шунтуючий резистор R_{11} лише частково спрямовує цю нелінійність, дещо розширюючи робочий температурний інтервал. Принцип точної лінеаризації ґрунтується на зміні коефіцієнта перетворення АЦП залежно від зразкової напруги $U_{ЗР}$. Вона змінюється завдяки зворотному зв'язку через DA1. При такому зв'язку частина вхідної напруги $U_{ВХ}$, що визначається коефіцієнтом посилення ОУ DA1 $B = [1 + (R_8 + R_9)/R_7]$ додається до напруги $U_{ЗР}$. Чим більше збільшується опір терморезистора при зниженні температури, тим швидше зростає зразкова напруга, а це призводить до пропорційного зменшення коефіцієнта перетворення АЦП. Якщо прийняти ціну поділу молодшого розряду, що дорівнює $0,1^\circ\text{C}$, то в кінцевому вигляді показання цифрового індикатора HG1 визначиться виразом:

$$N = 100 \cdot \frac{U_{ВХ}}{U_{обр}} = \frac{100 \cdot (U_K - U_T)}{U_0 - \beta(U_K - U_T)} = \frac{100(R_5 + R_6 - R_4)}{(R_2 + R_3) - \beta(R_5 + R_6 - R_4)} \quad (1.1)$$

Інші елементи термометра, що забезпечують роботу АЦП, є типовими. Транзистор VT1, увімкнений інвертором, служить для індикації в цифровому індикаторі HG1 знака десяткової точки. Деталі приладу змонтовані на друкованій платі із фольгованого склотекстоліту товщиною 1,5 мм (рис. 3). Мікросхема DA3

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
						20
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

змонтована із боку друкованих провідників. Гнізда X1, X2 (від роз'єму 2PM) припаяні безпосередньо до друкованих майданчиків плати. Для кріплення перемикача SA1 також передбачено друкарські майданчики. Постійні резистори - C2-29B, підстроювальні - СПЗ-38а. Конденсатори: C1 – K50-6, C3 та C7 – K22У, C5 – K73-17, C2 та C6 – K73-24. Перемикач SA1 – ПД9-2, батарея живлення GB1 – "Корунд". Індикатор ІЖКЦ1-4/8 можна замінити на ІЖЦ-5. [16]

Аналог 4

Термогігрометр-вимірювач CO2 AZ-7727

AZ-7727 – компактний пристрій для безперебійного контролю основних параметрів мікроклімату в установах, офісах, кімнатах, ТЦ, школах, конференц-залах, складських закладах та в будь-яких приміщеннях (концентрація вуглекислого газу (CO2) в повітрі, температура, відносна вологість) та оцінки якості повітря.

Зовнішній вигляд монітору AZ-7727 приведений на рис. 6.



Рис. 6. Термогігрометр-вимірювач CO2 AZ-7727 [1]

Прилад містить сенсорну панель для швидкого та інтуїтивно зрозумілого керування, недисперсійний інфрачервоний датчик (NDIR) з високою точністю вимірювання для визначення показників CO2, рідкокристалічний дисплей для одночасного відображення значення вологості, температури, концентрації вуглекислого газу в повітрі, часу та звукову сигналізацією для забезпечення належного рів-

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		21

ня комфорту та своєчасного реагування на зміни параметрів мікроклімату в приміщенні.

Дисплей має підсвічування трьома кольорами для індикації стану якості повітря в приміщенні (з хорошим (зеленим), нормальним (жовтим), поганим (червоним) індикатором), спеціальний нічний режим, щоб зменшити підсвічування в нічний час та 7-кольорове підсвічування, яке можна використовувати створення власного стилю в домі чи офісі.

Сучасний, комфортний дизайн, невеликі габарити та універсальні кріплення для розміщення на стіні або столі дозволяють приладу органічно вписуватись в будь-який інтер'єр. [1]

Таблиця 1.1.

Технічні характеристики термогігрометра-вимірювача CO₂ AZ-7727:

Модель	7727
Діапазон вимірювання CO ₂	200 ~ 5000 ppm
Роздільна здатність при вимірюванні CO ₂	1 ppm
Точність при вимірюванні CO ₂	±50 ppm або ±5 % від показання (200~3000 ppm), інший діапазон становить ±10 % від показання
Час відгуку при вимірюванні CO ₂	<2 хвилини (зміна кроку 63 %)
Діапазон вимірювання температури повітря	0.0 ~ 50.0 °C (32 ~ 122 °F)
Роздільна здатність при вимірюванні температури повітря	0.1 °C/°F
Точність при вимірюванні температури повітря	±0,6 °C/±0,9 °F
Час відгуку при вимірюванні температури повітря	<2 хв (зміна кроку 90 %)
Діапазон вимірювання вологості повітря	5 ~ 95 % RH
Роздільна здатність при вимі-	1 % RH

рюванні вологості повітря	
Точність при вимірюванні вологості повітря	$\pm 5\%$ RH (при 25 °C, 10 ~ 90 %RH) $\pm 7\%$ RH (при 25 °C, інший діапазон)
Час розігріву	10 секунд
Час відгуку при вимірюванні вологості повітря	< 20 хв (зміна кроку 90 %)
Температура та вологість повітря при експлуатації приладу	0 ~ 50 °C, 0 ~ 95 % RH (уникати конденсації)
Температура та вологість повітря при зберіганні приладу	-20 ~ 50 °C, 0 ~ 95 % RH (уникати конденсації)
Джерело живлення	Порт USB типу C або 5 В постійного струму
Споживання енергії	< 500 мА
Звукова сигналізація	~70 дБ на відстані 10 см
Габарити пристрою	108 x 67 x 30 мм
Розміри дисплея	60 x 37.5 мм
Вага пристрою	90 г

Аналог 5

Цифровий термометр-терморегулятор на мікросхемі K572ПВ2

Прилад складається з двох основних функціональних вузлів: електронного терморегулятора та цифрового вимірювача. Керуючі сигнали в терморегуляторі формуються на основі порівняння напруги, що отримується від термопари (ТП), з опорною напругою.

Основні технічні характеристики приладу:

- діапазон контрольованих температур від 0 до 200 або до 1200 ° C залежно від датчика;
- похибка термометра трохи більше 1,5% від верхньої межі виміру;
- максимальна точність підтримання температури 0,05°C;

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		23

- максимальна частота комутації навантаження 12,5 Гц;
- струм навантаження до 0,1 А (при використанні додаткового симісторного ключа до 80 А при напрузі ~220 В);
- габаритні розміри 120x75x160 мм.

Слід враховувати, що система з використанням термопари є диференціальною. Тобто напруга на її виході пропорційна різниці температур між спаяними і вільними кінцями термопари. Тому якщо при високих контрольованих температурах вплив коливань температури навколишнього середовища на вихідну напругу термопари незначний, і його можна не враховувати, то для контрольованих температур менше 200°C необхідно застосовувати додаткові заходи щодо компенсації зміни температури вільних кінців термопари.

Змінна напруга 24 В з частотою мережі (f), що знімається з вторинної обмотки трансформатора Т1, через обмежуючий резистор R21 надходить на транзисторний оптрон U1, на контакті 5 якого утворюються синхронізуючі імпульси, фронт яких за часом практично збігається з моментами переходу мережевої напруги через 0. Далі ці імпульси надходять на цифрову частину приладу, яка на основі сигналів, що приходять з аналогової частини, формує відповідні керуючі сигнали.

Принципова схема

Аналогова частина приладу реалізована на чотирьох операційних підсилювачах мікросхеми К1401УД2. Напруга, що знімається з термопари, посилюється операційним підсилювачем DA1.1 і надходить на входи операційних підсилювачів DA1.2...DA1.4, що виконують роль компараторів. Опорна напруга, що визначає пороги їх перемикавання, задаються резисторами R8, R9, R11, R12, R14-R16.

Завдяки відсутності зворотних зв'язків в операційних підсилювачах (DA 1.2-DA 1.4) та великому коефіцієнту їх посилення досягнуто дуже високої чутливості приладу.

Резистор R12 служить для встановлення верхнього температурного порогу, при якому навантаження відключається, а резистор R9 призначений для визначення різниці температури (Dt) між верхнім і нижнім порогами перемикавання терморегулятора. Якщо регулювання Dt не потрібне, для забезпечення максимальної

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
						24
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

точності підтримки температури замість резистора R9 рекомендується встановити перемичку, резистор R8 можна виключити зі схеми.

Ланцюги на елементах VD1-VD3, C1-C3, R10 R13, R17 служать для запобігання проходження негативної напруги на входи цифрових мікросхем та усунення перешкод. Синхронізація тригерів DD1.2, DD2.1, DD2.2 здійснюється імпульсами, що формуються лічильником DD3. Логіку формування управляючих сигналів у пристрої пояснює таблиця.

У режимі роботи, коли температура на об'єкті відповідає заданій, індикатор HL2 повинен бути постійно включений, а індикатори HL1, HL3 вимкнені. Про відхилення температури сигналізує включення індикаторів HL1, HL3. Для підвищення наочності вони працюють у миготливому режимі.

Необхідні управління цими індикаторами імпульси формуються на виходах 5 і 12 лічильника dD3. З виведення 9 тригера DD1.2 через емітерний повторювач на транзисторі VT1 сигнал йде на ланцюгу індикації та управління навантаженням. Примусове відключення навантаження здійснюється вимикачем SA1, що розмикає ці ланцюги.

Для управління навантаженням використовується диністорний оптрон U2, включений до діагоналі мосту VD2. Максимальний струм, що комутується, в такому варіанті становить 0,1 А. Встановивши додатково семистор VS1 і відповідно змінивши схему включення навантаження, цей струм можна збільшити до 80 А.

Функції вимірювання температури, а також відображення її значення реалізовані на основі мікросхеми K572ПВ2 (аналог ILC7107). Вибір цього АЦП обумовлений можливістю безпосереднього підключення світлодіодних знакосинтезуючих індикаторів. При використанні РК можна застосувати K572ПВ5.

При віджатій кнопці SB1 на АЦП надходить напруга з виходу DA1.1 операційного підсилювача, забезпечуючи режим вимірювання температури. При натисканні на кнопку SB1 вимірюється напруга на змінному резисторі R12, яка відповідає температурі встановленого порога регулювання.

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		25

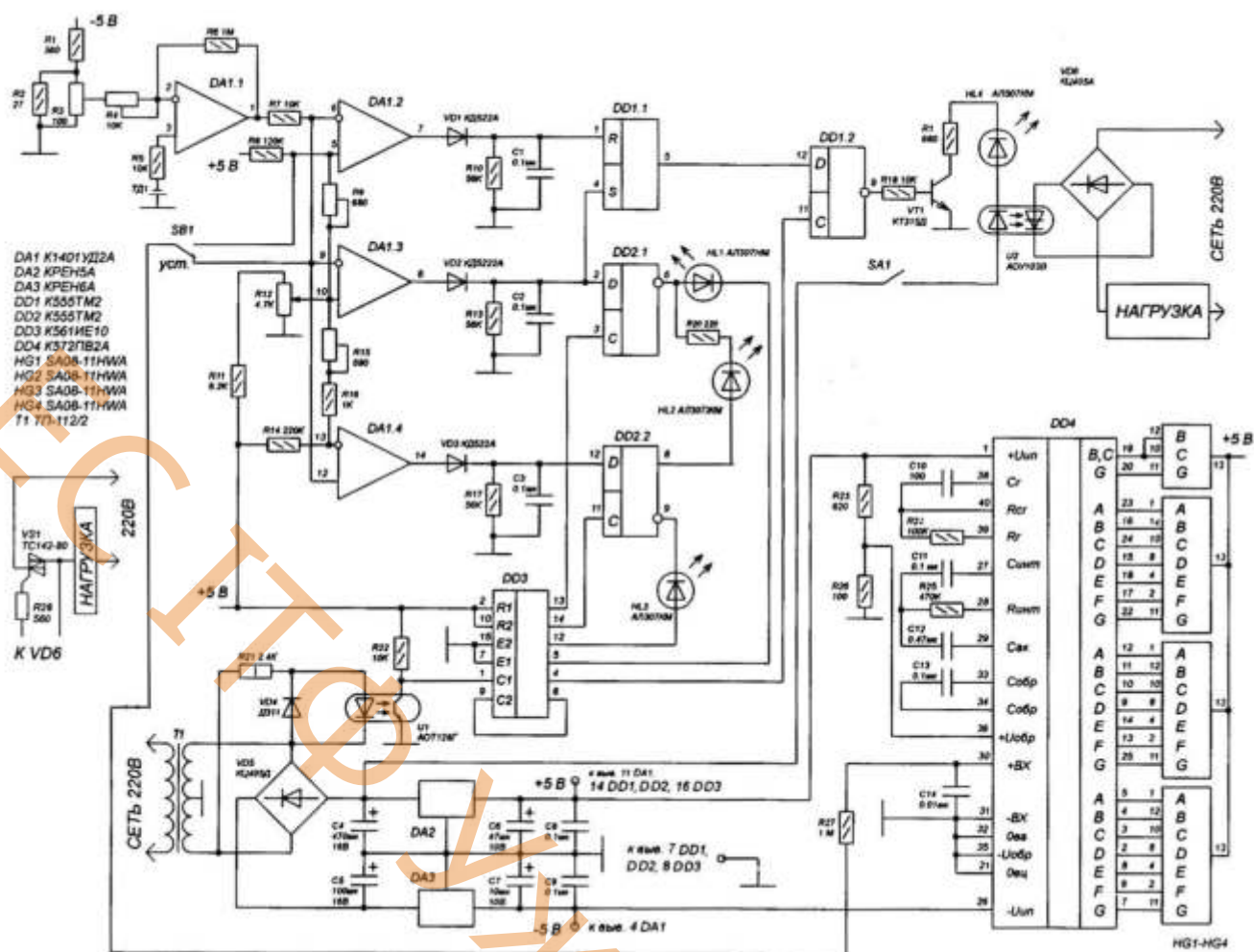


Рис. 7. Принципова схема цифрового термометра-терморегулятора на мікросхемі К572ПВ2 [2]

У пристрої використані постійні резистори типу МЛТ, підстроювальні СП5-2 (R9, R15), змінний СПЗ-45 (R12), конденсатори типу К73-17 (C11-C13), КТ1 (C10), К53-1 (C4-C7). Оптрон АУЮ3В (аналог – АУУ115В). Індикатори НГ1-НГ4 типу SA08-11НWA (аналог – КЛЦ402).

Налаштування полягає в установці резистором R3 правильних показань термометра при мінімальній температурі, а резистором R4 – при максимальній. Для усунення взаємного впливу опорів резисторів таке регулювання слід повторити кілька разів.

Правильно зібраний прилад подальшого налаштування не потребує, необхідно лише встановити резистором R9 необхідне значення Dt , а резистором R15 – допустиму межу перевищення температури до включення аварійної сигналізації.

Вум.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ

Арк.

26

Як датчик температури можна використовувати напівпровідниковий діод. Основними перевагами останнього є низька вартість і набагато менша інерційність порівняно з інтегральним датчиком, точність вимірів досягає $0,2^{\circ}\text{C}$ в діапазоні температур від -50 до $+125^{\circ}\text{C}$.

Живлення низьковольтної частини пристрою здійснюється від двополярного стабілізатора напругою ± 5 , зібраного на елементах DA2-DA3, C4-C9. Для управління оптроном U1 використовується напруга $+12\text{ В}$. Забороняється увімкнення приладу без заземлення. Прилад має високу запобіжну захищеність, що допускає значну протяжність лінії, що з'єднує його з датчиком.

Однак для забезпечення надійної роботи приладу не слід прокладати її поблизу силових проводів, що несуть високочастотні та імпульсні струми.

Прилад забезпечує високу чутливість і стійкість до перешкод, легку зміну режимів роботи. Він є надійним та безпечним у роботі завдяки гальванічній розв'язці по ланцюгах живлення та управління. Оптронна система синхронізації із частотою мережі мінімізує комутаційні перешкоди.

Пристрій можна використовувати для автономного контролю температури в овочесховищах та теплицях, сушильних шафах та електропечах, а також у медичній сфері.

Автор: В. Е. Тушнов, м. Луганск. Україна. [2]

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
						27
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

2. Проектно-конструкторський розділ

2.1. Синтез електричної структурної схеми

Провівши огляд різних схем аналогів приладу та проаналізувавши їх, синтезуємо структурну схему пристрою, що проектується. Структурна схема приладу цифрового індикатору напруги з можливістю підключення додаткових датчиків (модулів) приведена в додатку А та складається з таких компонентів:

- Датчик температури;
- Датчик вологості
- Датчик якості повітря;
- Мікроконтролер;
- Джерело опорної напруги
- Атенюатор
- LCD дисплей;

Вимірювані напруги надходять на вхід атенюатора (дільника напруги). На мікроконтролер сигнали поступають з атенюатора, або напряму з датчиків, після чого обробляються та подаються на LCD дисплей. Джерело опорної напруги задає стабільну величину напруги для модуля АЦП, який входить в склад мікроконтролера.

2.2. Розробка електричної принципової схеми

В додатку Б зображено принципову схему цифрового індикатору напруги.

На принциповій схемі датчик температури позначено, як модуль М1. Мікросхему датчика температури оберемо під назвою LM35DZ. Цей датчик повною мірою дозволяє виконати поставлені завдання стосовно вимірювання температури. Аналоговий датчик LM35DZ призначений для вимірювання температури в діапазоні від 0 до + 100 ° С. Хороша лінійність, економічність, швидкодія та точність перетворення дозволяють використовувати його як гідну альтернативу цифровим датчикам температури.

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		28

Характеристики датчика LM35DZ:

- можливість калібрування в градусах Цельсія;
- лінійний аналоговий вихід з кроком зміни напруги $+ 10.0 \text{ mV} / ^\circ\text{C}$;
- робочий діапазон вимірювань температур від 0 до $+100 ^\circ\text{C}$;
- робочий діапазон напруг від 4 до 30 Вольт;
- струм менше 60 мкА ;
- низький саморозігрів $0.08 ^\circ\text{C}$. [25]

Наступний датчик — відносної вологості позначимо як модуль М2. Мікросхемі датчика відносної вологості оберемо під назвою НН-4000-001. Цей датчик являє собою оброблений лазером термореактивний полімерний ємнісний елемент, з аналоговим виходом (напруга на виході). Його основні особливості:

- лінійний аналоговий вихід з кроком 31 мВ на $1 \% \text{ RH}$;
- низька споживана потужність;
- робочий діапазон вимірювань відносної вологості від 1 до $99 \% \text{ RH}$;
- швидкий час відповіді. [26]

Третій датчик — датчик концентрації CO_2 , який позначений, як М3. Модуль датчика концентрації CO_2 оберемо під назвою МН-Z14А. Цей датчик являється оптичним, а саме недисперсним інфрачервоним (NDIR) датчиком вуглекислого газу з наступними характеристиками:

- напруга живлення 5 В ;
- струм живлення 40 мА ;
- діапазон вимірювань від 0 до 10000 ppm ;
- діапазон робочих температур від -10 до $+500^\circ\text{C}$;
- діапазон робочої вологості від 0 до 90% . [27]

Маштабний підсилювач побудуємо на основі операційного підсилювача МС33172DT. Його основні характеристики:

- вид монтажу: smd;
- мінімальна робоча температура: $-40 ^\circ\text{C}$;
- максимальна робоча температура: $+105 ^\circ\text{C}$;
- напруга здвоєного живлення: $\pm 3 \text{ В}$, $\pm 5 \text{ В}$, $\pm 9 \text{ В}$; [28]

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		29

Для двополярного живлення застосуємо мікросхему TPS65133 з такими основними характеристиками:

- діапазон вхідної напруги від 2,9 В до 5,0;
- стабілізована позитивна вихідна напруга 5,0 В (VPOS);
- стабілізована негативна вихідна напруга - 5,0 В (VNEG);
- високий ККД, близько 90%. [29]

Далі сигнал з певного модуля або з атенюатора поступає на вхід мікроконтролера PIC16F676.

Для живлення мікроконтролера PIC16F676 та LCD дисплея обираємо стабілізатор напруги, який є частиною універсальної мікросхеми для магнітного запису K157ХП2. Налаштування вихідної напруги стабілізатора може бути здійснене за допомогою підстроювального резистора R2. Як опорну напругу для модуля АЦП, що входить до складу мікроконтролера, обрано напругу живлення, тому для правильного перетворення, ця напруга повинна бути не п'ять вольт, а відповідати $1024:2=512$, тобто, 5,12 вольт - це максимальна напруга, яку можна подавати на піни мікроконтролера.

Після обробки сигналів мікроконтролером інформація виводиться на рідкокристалічний дисплей HG1, на якому одночасно відображається інформація з чотирьох каналів.

2.3. Розробка програмного забезпечення

Для розробки коду, що призначений для підключення РК-дисплея та зчитування аналогових значень напруги з чотирьох різних каналів за допомогою мікроконтролера використаємо середовище програмування MikroC, яке часто використовується для мікроконтролерів серії PIC.

```

//
sbit LCD_RS at RC4_bit;
sbit LCD_EN at RC5_bit;
sbit LCD_D4 at RC0_bit;
sbit LCD_D5 at RC1_bit;
sbit LCD_D6 at RC2_bit;
sbit LCD_D7 at RC3_bit;
//directions
sbit LCD_RS_Direction at TRISB0_bit;
sbit LCD_EN_Direction at TRISB1_bit;
sbit LCD_D4_Direction at TRISB2_bit;
sbit LCD_D5_Direction at TRISB3_bit;
sbit LCD_D6_Direction at TRISB4_bit;
sbit LCD_D7_Direction at TRISB5_bit;
//
float voltage0, Displayvolt0, voltage1, Displayvolt1,
voltage2, Displayvolt2, voltage3, Displayvolt3;
char volt0[4], volt1[4], volt2[4], volt3[4];
//
void main() {
    TRISB=0X00;
    TRISA=0X0F;
    //
    Lcd_Init();
    ADC_Init();
    //
    Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR);
    Lcd_Cmd(_LCD_CURSOR_OFF);
    //
    while(1) {
        //читання напруги входу A
        voltage0=ADC_Read(RA0);
        //читання напруги входу B
        voltage1=ADC_Read(RA1);
        //читання напруги входу C
        voltage2=ADC_Read(RA2);
        //читання напруги входу D
        voltage3=ADC_Read(RA3);
        // виведення напруги A (pin RA0)
        Lcd_Out(1,1,"A");
        Displayvolt0=(voltage0*5,12*10)/1024;
        floattostr(Displayvolt0,volt0);
        Lcd_Out(1,3,Rtrim(volt0));
        Lcd_Out(1,7,"V");
        // виведення напруги B (pin RA1)
        Lcd_Out(1,10,"B");
        Displayvolt1=(voltage1*5,12*10)/1024;
        floattostr(Displayvolt1,volt1);
        Lcd_Out(1,12,Rtrim(volt1));
        Lcd_Out(1,16,"V");
        // виведення напруги C (pin RA2)
        Lcd_Out(2,1,"C");
        Displayvolt2=(voltage2*5,12*10)/1024;
        floattostr(Displayvolt2,volt2);
        Lcd_Out(2,3,Rtrim(volt2));
        Lcd_Out(2,7,"V");
        // виведення напруги D (pin RA3)
        Lcd_Out(2,10,"D");
        Displayvolt3=(voltage3*5,12*10)/1024;
        floattostr(Displayvolt3,volt3);
        Lcd_Out(2,12,Rtrim(volt3));
        Lcd_Out(2,16,"V");
        Lcd_Cmd(_LCD_CURSOR_OFF);
        delay_ms(300);
    }
}

```

Рис. 8. Програмний код

Конфігурація РК-дисплея та напрямки портів:

Код встановлює з'єднання між РК-дисплеєм і контактами мікроконтролера, використовуючи макроси обробки бітів (sbit) і регістрів TRIS.

Оголошення змінних:

Декілька змінних з плаваючою комою (voltage0, Displayvolt0, voltage1, Displayvolt1, voltage2, Displayvolt2, voltage3, Displayvolt3) оголошуємо для зберігання значень напруги.

Масиви (volt0, volt1, volt2, volt3) оголошено для зберігання значень напруги у вигляді рядків. Далі функція main ініціалізує порти як вхід/вихід. Функція ADC_Init налаштовує модуль АЦП для роботи з аналоговими входами RA0, RA1, RA2, RA3. Функція Lcd_Init налаштовує модуль РК-дисплея для роботи в 2-рядковому режимі з 16 символами в рядку. Команди LCD_CLEAR та LCD_CURSOR_OFF очищають РК-дисплей і вимикають курсор.

Потім починає працювати нескінченний цикл while для безперервного вимірювання напруги та оновлення РК-дисплея.

Для зчитування значень напруги з аналогових входів (RA0, RA1, RA2, RA3) виконуються чотири аналого-цифрових (АЦП) перетворення.

Далі програма перетворює аналогові показники напруги на реальні значення напруги та зберігає їх у Displayvolt0, Displayvolt1, Displayvolt2 та Displayvolt3. Функція floattostr використовується для перетворення цих значень з плаваючою комою на рядки, а функція Lcd_Out використовується для відображення їх на РК-дисплеї. Після кожного оновлення РК-дисплея додається затримка в 300 мілісекунд, щоб уповільнити частоту оновлення дисплея.

Компілюємо код, щоб впевнитися у його працездатності та відсутності помилок. Програма продовжить працювати, доки мікроконтролер не буде перезавантажено.

2.4. Розрахунок ЕРЕ та окремих блоків пристрою

В даному розділі наведемо розрахунки та технічні характеристики елементів принципової схеми приладу, що проектується.

Проаналізувавши характеристики датчиків A1 (температури), A2 (відносної вологості) та A3 (концентрації CO2 в повітрі), налаштуємо підстроювальним резистором R5 вхідний діапазон напруг пристрою від 0 до 990 мВ, з кроком підняття напруги +10 мВ на одиницю вимірюваної величини.

Як бачимо з технічної документації вихідна напруга датчика A1 не потребує масштабування. Для нього початковим значенням напруги на виході є 0 В. Крок зміни напруги становить + 10.0 мВ / °С.

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
						32
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Початкова вихідна напруга для датчика А2 при відносній вологості повітря 0% становить 800 мВ. На виході модуля М2 в цьому випадку отримаємо 800 мВ при відносній вологості повітря 0%, що не задовільняє вхідних характеристик приладу. Крок зміни напруги +31 мВ / 1 % . Отже потрібно привести 800 мВ до 0 В на виході модуля М2; для цього використаємо операційний підсилювач DA3, у режимі неінвертуючого підсилювача.

Розрахунок масштабного підсилювача з резистивним подільником

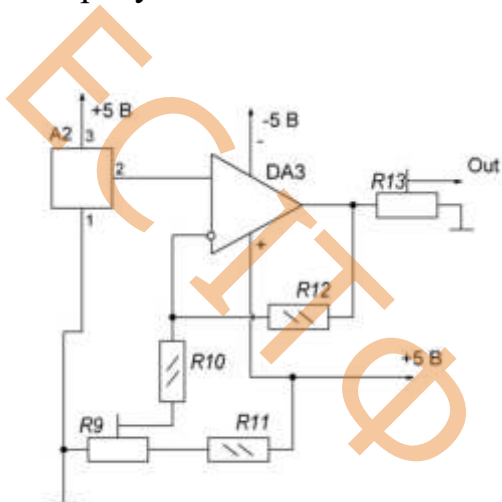


Рис. 9. Масштабний підсилювач з резистивним подільником

Для коректної роботи масштабного підсилювача задамо номінали резисторів:

$R_{10} = 10 \text{ кОм}$, $R_{13} = 100 \text{ кОм}$, $R_9 = 1 \text{ кОм}$, $R_{12} = 4 \text{ кОм}$, $R_{11} = 20 \text{ кОм}$.

Знайдемо коефіцієнт підсилення K операційного підсилювача DA2:

$$K = 1 + \frac{R_{12}}{R_{10}} \quad (2.1), \quad K = 1 + \frac{100 \cdot 10^3}{10 \cdot 10^3} = 11$$

Налаштуємо повзунок підстроювального резистора R_9 , так щоб на середньому виході було 800 мВ. Опір підстроювального резистора R_9' :

$$R_9' = \frac{U_c}{\frac{U_{R9,R11}}{R_{11}+R_9}} \quad (2.2); \quad R_9' = \frac{0.8}{\frac{5}{5000}} = 800 \text{ Ом}$$

Знайдемо напругу на виході масштабного підсилювача. Для цього значення кроку зміни напруги помножимо на коефіцієнт підсилення K : $31 \text{ мВ} \cdot 11 = 341.0 \text{ мВ}$. Отже на виході масштабного підсилювача крок зміни напруги становитиме 341.0 мВ на 1 %. Для приведення його до 10 мВ на 1 % застосуємо подільник напруги R_{13} . Опір лівого плеча підстроювального резистора R_{13} становитиме:

$$R_{13_{\text{лп}}} = \frac{U_{13_{\text{лп}}} \cdot R_{13}}{U_{13}} \quad (2.3); \quad R_{13_{\text{лп}}} = \frac{10 \cdot 10^{-3} \cdot 20 \cdot 10^3}{341 \cdot 10^{-3}} \approx 586,5 \text{ (Ом)}$$

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		33

Для датчика АЗ (концентрації CO₂ в повітрі) розрахунки аналогічні.

Діапазон вимірювання в одиницях ppm датчика концентрації CO₂ в повітрі заширокий для нашого пристрою, тому масштабуємо одиниці вимірювання:

$$100 \text{ ppm} = 1 \text{ ppm} \cdot 10^2.$$

Для коректної роботи масштабного підсилювача задамо номінали резисторів:

R15 = 10 кОм, R17 = 100 кОм, R14 = 1 кОм, R16 = 4 кОм, R18 = 20 кОм.

Згідно технічної документації початкова вихідна напруга для датчика АЗ при концентрації CO₂ в повітрі 0 ppm становить 400 мВ. Налаштуємо повзунок підстроювального резистора R15, так щоб на середньому виході було 400 мВ. Опір підстроювального резистора R10':

$$R14' = \frac{U_c}{\frac{U_{R14,R16}}{R14+R16}} (2.4); \quad R14' = \frac{0.4}{\frac{5}{5000}} = 400 \text{ Ом}$$

Знайдемо напругу на виході масштабного підсилювача. Для цього значення кроку зміни напруги (для датчика АЗ згідно технічної документації він становить 20 мВ на 1 ppm · 10²) помножимо на коефіцієнт підсилення К: 20 мВ · 11 = 220 мВ. Отже на виході масштабного підсилювача крок зміни напруги становитиме 220 мВ на 1 ppm · 10². Для приведення його до 10 мВ на 1 ppm · 10² застосуємо подільник напруги R18. Опір лівого плеча підстроювального резистора R18 становитиме:

$$R18_{\text{лп}} = \frac{U_{18\text{лп}} \cdot R18}{U_{18}} (2.5); \quad R18_{\text{лп}} = \frac{10 \cdot 10^{-3} \cdot 20 \cdot 10^3}{220 \cdot 10^{-3}} \approx 909,01 \text{ (Ом)}$$

Сумарну потужність приладу визначаємо як суму потужностей всіх елементів.

Розрахуємо потужності ЕРЕ взявши максимальні струми та номінальні напруги з технічної документації.

$$P_{\text{DD1}} = I_{\text{DD1}} \times U_{\text{DD1}} (2.6); \quad P_{\text{DD1}} = 0,000054 \times 5 = 0,00027 \text{ Вт}$$

$$P_{\text{HG1}} = I_{\text{HG1}} \times U_{\text{HG1}} (2.7); \quad P_{\text{HG1}} = 0,0004 \times 5 = 0,002 \text{ Вт}$$

$$P_{\text{R3,4}} = U^2_{\text{R3,4}} / R_{\text{R3,4}} (2.8); \quad P_{\text{R3,4}} = 25 / 8500 = 0,003 \text{ Вт}$$

Для лінійного стабілізатора DA1 задамо максимальний струм I_{DA1} 0,2 А.

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		34

$$P_{DA1} = I_{DA1} \times U_{DA1} (2.9); P_{DA1} = 0,2 \times 9 = 1,8 \text{ Вт}$$

$$P_{DA2} = I_{DA2} \times U_{DA2} (2.10); P_{DA1} = 0,0011 \times 9 = 0,01 \text{ Вт}$$

Отже максимальна загальна потужність пристрою буде рівною:

$$P_3 = P_{DD1} + P_{HG1} + P_{R3,4} + P_{DA1} + P_{DA2} (2.11);$$

$$P_3 = 0,00027 + 0,002 + 0,003 + 1,8 + 0,01 \approx 1,82 \text{ Вт}$$

Напругу на виході стабілізатора DA2 встановимо за допомогою підстроювального резистора R2, рівною 5,12 В.

Розрахунок дільників напруги для входів мікроконтролера.

Так як характеристики всіх аналогових входів мікроконтролера однакові, то достатньо провести розрахунок підстроювального резистора для одного входу.



Рис. 10. Підстроювальний резистор

В якості дільника напруги виберемо реостат типу А номіналом 1МОм.

Опір правого плеча підстроювального резистора R5 становитиме:

$$R5_{\text{пп}} = \frac{U_{5\text{пп}} \cdot R5}{U_5} (2.12);$$

Враховуючи, що максимальна напруга на аналогових входах мікроконтролера не повинна перевищувати 5 В, розрахуємо дільник напруги. Візьмемо максимальне значення напруги на вході дільника 50 В. Для того, щоб на виході дільника отримати 5 В, нам потрібно вхідне значення напруги зменшити в 10 раз.

Проведемо розрахунок для максимальної вхідної напруги мікроконтролера 5 В.

$$R5_{\text{пп}} = \frac{5 \cdot 1000000}{50} = 100000 \text{ (Ом)} = 100 \text{ (кОм)}.$$

Для захисту аналогових входів мікроконтролера застосуємо стабілітрони з номінальною напругою пробною 5,1 В.

З метою уникнення впливу перешкод на аналогові входи мікроконтролера використаємо шунтуючі конденсатори номіналом 0,1 мкФ.

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		35

3. Конструкторсько - технологічний розділ

3.1 Проектування та розрахунок друкованої плати

Для визначення геометричних розмірів плати необхідно виконати наступні кроки. Розрахувати сумарні установчі площі мало-, середньо- та великогабаритних електрорадіоелементів (ЕРЕ). Виконуючи такий поділ, необхідно враховувати, що малогабаритні ЕРЕ включають в себе мініатюрні резистори (0,125 Вт), діоди та стабілітрони деякі номінали керамічних конденсаторів та інші радіокомпоненти, які мають індивідуальну площу установки $S_i \leq 1 \text{ см}^2$. До середніх за габаритами ЕРЕ включають ІМС у прямокутних корпусах, резистори потужністю понад 0,5 Вт, конденсатори в циліндричних корпусах та ін. радіокомпоненти, які мають індивідуальну площу встановлення $S_i \leq 2 \text{ см}^2$. До великогабаритних ЕРЕ включають потужні резистори, конденсатори, змінні резистори, трансформатори, напівпровідникові радіоелементи, прилади з радіаторами та інші, індивідуальна зона яких $S_i > 2 \text{ см}^2$.

Таблиця 2

Позначення	Тип	Діам. виводів, мм	Діаметр конт.площадки, мм	Габаритні розміри, мм	Кількість, шт	Установча площа, мм ²
C1, C2, C4-C8	104KY5U	0,5	0.7	9×3	7	27
C3	EXR220	0.6	0.8	8×12	1	96
DA1	LM7805	0.6	0.8	10.7×23	1	246
DA2	K157ХП2	0.5	0.7	7.9×19	1	150,1
DD1	PIC16F676	0.5	0.7	7.9×19	1	150,1
R2, R5-R8	VTR-A-3296W	0.6	0.8	10×5	5	50
R1, R3-R4	VO CR1/4W	0,4	0,6	2,7×6,2	3	16,7
ZD1-ZD4	BZX55C5V1	0,5	0,7	1,9×3,9	4	7,4
X1	ZXDCWC26.4	0,7×3	1×4	14.5×10	1	145
X2	C47726	0.6	0.8	13,5×5,5	1	74,3
HG1	LCM1602K	0.6	0.8	36×80	1	2880

Під монтажною площею ЕРЕ розуміється площа прямокутника (квадрата), в яку вписується ЕРЕ разом із пінами та контактними площинками на ньому при монтажі на друковані плати. Розраховується площа зони установки

Розрахувати площу монтажної зони для середньої щільності монтажу можна за формулою:

$$S_m = 4S_{me} + 3S_{ce} + 1,5S_{ge} \quad (3.1);$$

Далі розміри монтажної зони коригуються і знаходяться враховуючи можливість встановлення в корпус і стандартні лінійні розміри друкованої плати.

Під установочними площами ЕРЕ розуміють, площі прямокутників, в які вписані ЕРЕ разом із виводами та контактними площадками при встановленні їх на друковану плату.

В даній схемі великогабаритними ЕРЕ вважаються HG1 та DA1 площа яких складає $S_{ge} = 2880 + 246 = 3126 \text{ мм}^2$.

До середньо-габаритних ЕРЕ відносяться: DD1, DA2, X1, тоді

$$S_{ce} = 150,1 + 150,1 + 145 = 445,2.$$

До малогабаритних ЕРЕ відносяться: C1-C4, R1-R8, ZD1-ZD4, X2, тоді $S_{me} = 7 \times 27 + 96 + 50 \times 5 + 16,7 \times 3 + 7,4 \times 4 + 74,3 = 689 \text{ мм}^2$.

Розрахуємо площу монтажної зони S_m для середньої щільності монтажу компонентів за формулою:

$$S_m = 4 \times 689 + 3 \times 445,2 + 1,5 \times 3126 \approx 8781 \text{ мм}^2.$$

Тепер підберемо розміри монтажної зони відповідно до можливостей встановлення в корпус приладу з врахуванням стандартних лінійних розмірів друкованих плат. Для цього підберемо згідно ГОСТ 10317-79 «Плати друковані» лінійні розміри для друкованої плати даного пристрою, враховуючи можливість монтажу певних ЕРЕ в лежачому положенні. Розміри кожної сторони друкованої плати повинні бути кратними - 5.0 — при довжині до 350 мм. Отже розміри плати - 110×105 мм.

Проведемо визначення діаметрів отворів, площ контактних площадок, товщини друкованої плати і ширин друкованих провідників на них. При цьому вра-

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		37

хуємо, що процес конструювання друкованої плати в загальному випадку передбачає виконання ряду взаємозв'язаних операцій: вибір типорозміру плати, способу її кріплення, кількість шарів, розробка друкованого монтажу.

При розміщенні електронних компонентів виходять частіше всього із критерію двох мінімумів: мінімум перехідних отворів між шарами плати і мінімум довжини зв'язків між компонентами на платі. Перша умова означає мінімум перехідних отворів, що забезпечує технологічність по мінімальному числу шарів; друга умова означає мінімум зв'язків між сусідніми елементами. Можливе також застосування і інших критеріїв: мінімуму числа з'єднань, довжина яких більша заданої; максимум числа схем простої конфігурації; мінімуму сумарної зваженої довжини з'єднань.

Розміщення електронних компонентів на платі регламентується умовно координатною сіткою із взаємно перпендикулярних систем паралельних ліній, розташованих на однаковій відстані одна від одної. Крок координатної сітки для нашого індикатора візьмемо 2,5 мм.

Центри монтажних отворів і контактних площадок під виводи навісних електронних компонентів мають бути розташовані у вузлах координатної сітки.

Якщо крок розташування виводів багатовивідного елемента не співпадає з кроком координаційної сітки, то у вузлах розміщується по крайній мірі один з отворів, який вважається за основний, а решта розташовується у відповідності з конструкцією елемента (по можливості на лініях координаційної сітки)[8].

Згідно ГОСТ 10317-79 номінальний діаметр металізованого монтажного отвору для виводів діаметром:

0,4÷0,6 мм становить 0,8+0,1 мм,

0,6÷0,8 мм становить 1,0+0,1 мм.,

0,8÷1,3 мм становить 1,5 мм,

1,3÷1,7 мм становить 2 мм,

1,7÷2,2 мм становить 2,5 мм.

Щоб забезпечити надійне з'єднання металізованого отвору з друкованим провідником, навколо отвору навколо отвору робиться контактна площадка. Кон-

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		38

тактні площадки отворів рекомендується виготовляти у вигляді кільця. Діаметр зовнішнього кільця контактної площадки вибирається з таблиці 3.

Таблиця 3

Рекомендовані зовнішні діаметри контактних площадок

Мінімальний діаметр	отворів, мм	0,6	0,8	1	1,5
	контактних площадок, мм	0,8	1	1,5	2,5

Для друкованої плати вибираємо склотекстоліт з товщиною провідної фольги, а відповідно і провідних шарів на ньому $d = 50 \text{ мкм}$.

Ширину провідних шарів друкованої плати розраховуємо, виходячи із необхідності виконання умови відсутності їх перегріву. Для цього густина струму через провідник на має перевищувати величину 25 А/мм^2 . Оскільки максимальний струм у багатоканальному індикаторі напруги протікає від джерела живлення, то слід розрахувати максимальну силу струму, яка може споживатися від нього компонентами пристрою. Відповідно з принциповою схемою та проведеними розрахунками сумарний постійний струм від джерела не перевищуватиме 250 мА . Відповідно, мінімальна можлива ширина провідного шару друкованої плати від джерела живлення складає $(250 \text{ мА}) / [(25 \text{ А/мм}^2) \cdot d] = 0,02 \text{ мм}$.

За результатами розрахунків за ГОСТ 23.751-86 вибирається також клас густини рисунка: другий. Для цього класу ширина провідників становить $t_{\min} = 0,45 \text{ мм}$ і відстань між провідниками теж $0,45 \text{ мм}$. [24]

За отриманими результатами розрахунків у САПР EasyEDA проектуємо креслення друкованої плати і креслення розміщення елементів на ній.

Вибір варіантів встановлення елементів РЕА

Складальне креслення друкованої плати (ДП) є одним із основних конструкторських документів, що регламентує виготовлення ДП. Воно повинно давати повне уявлення про розташування і виконання всіх друкованих і навісних елементів та деталей ДП. Складальне креслення виконують відповідно до вимог ГОСТ 2.109-73 з урахуванням вимог ГОСТ 2.413-72.

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		39

На складальному кресленні ДП повинні бути зазначені: номери позицій усіх складових частин; габаритні розміри; відомості про способи приєднання навісних елементів до ДП.

Конструкція навісних елементів викреслюється у виді спрощених зображень. Їм привласнюється буквено-цифрове позиційне позначення відповідно до електричної принципової схеми, по якій виконують електричний монтаж плати. Навісні елементи в промислових умовах кріпляться до плати паянням виводів (у тому числі і незалучених) хвилею припою у не металізованих і металізованих отворах. Для всіх навісних елементів, встановлених на друкованій платі згідно ОСТ 4 ГО.010.030-81 регламентовано декілька варіантів встановлення, які потрібно використовувати згідно технічних вимог складального креслення.

Між корпусами сусідніх елементів має бути певна відстань, яка вибираються з урахуванням умов допустимої різниці потенціалів між ними, а також з урахуванням умов відведення теплової енергії.

Основним конструкторським документом складального креслення ДП є специфікація, яка оформлюється у виді таблиці за правилами ГОСТ 2.106-96. При записі в специфікацію складових частин, що є елементами електричної принципової схеми, у графі „Примітки” вказують буквено-цифрові позиційні позначення цих елементів

3.2 Тепловий розрахунок пристрою

Тепловий режим електронної апаратури характеризується залежністю температури нагріву компонентів пристрою від температури навколишнього середовища. Ця залежність визначається розсіюваною потужністю всіх електронних та електричних компонент, розміщених в об'ємі пристрою.

Отже, однією з умов експлуатації електронного пристрою є температура навколишнього середовища, яка може вплинути на надійність його роботи. Такий вплив пояснюється існуванням максимально допустимих температур, при яких тривалий час можуть працювати електронні компоненти в необхідному режимі.

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		40

Розрахунок проведемо для максимальної температури навколишнього середовища +50 С, заданої технічним завданням проекту.

При аналізі теплових режимів враховують щільність розміщення компонентів в об'ємі пристрою, його геометричну форму та вид корпусу.

Розрахунок теплових режимів проводять наступним чином:

1) Знаходять об'єм корпусу (кожуха) за формулою:

$$V=A*B*N \quad (3.2);$$

2) Знаходять коефіцієнт форми

$$K_{\phi} = H / \sqrt[3]{V} \quad (3.3);$$

3) Визначають коефіцієнт заповнення

$$K^V = V_{\text{дп}} / V_{\text{кож}} \quad (3.3);$$

4) Робимо припущення, що плата розподіляє тепло рівномірно. Кожний елемент має свою потужність розсіювання, а сумарна потужність визначається як:

$$P_{\text{роз}} = \sum_{i=1}^n p_{\text{роз}}^e \quad (3.4);$$

5) Знаходимо питому потужність на одиницю площі:

$$Q=P_{\text{роз}}/S \quad (3.5);$$

В значення S входить як фізична площа самих РЕА, так і площа доріжок.

6) Використовуючи номограми Глушицького за розрахованими даними V, S, K_{ϕ} і $K^V_{\text{зап}}$ наближено знаходять температуру повітря в середині корпусу.

7) З одержаних даних визначаємо вид корпусу, конвекції і якщо потрібно тип вентилятора. [21]

Спочатку розрахуємо площу уявного кожуха:

Габаритні розміри плати – 110×105 мм.

Товщина плати разом х компонентами - біля 15 мм.

Беремо кожух приблизно на 5 мм більший габаритів плати, тобто для блоку кожух буде 115х110х20 (мм×мм×мм).

Для практичного розташування ДП у корпусі, будемо вважати, що форма нашого корпусу є прямокутного паралелепіпеда, розміри якої:

$$L1=145 \text{ мм } L2=110 \text{ мм } L3=20 \text{ мм}$$

Площа цього блоку обчислюється за допомогою формули:

$$S_{\text{кож}}=2*(L1*L2+L2*L3+L1*L3) \quad (3.6);$$

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		41

У нашому випадку буде мати наступний вигляд:

$$S_{\text{КОЖ}} = 2 \cdot (145 \cdot 110 + 110 \cdot 20 + 145 \cdot 20) = 42100 \text{ мм}^2 = 421 \text{ (см}^2\text{)} = 0,0421 \text{ (м}^2\text{)}$$

Проведемо розрахунки теплових режимів згідно прийнятих кроків:

1. Знаходимо об'єм кожуха згідно формули:

$$V_{\text{к}} = 115 \times 11020 = 253\,000 \text{ (мм}^3\text{)}$$

2. Коефіцієнт форми визначаємо згідно формули:

$$K_{\text{ф}} = \frac{20}{\sqrt[3]{253\,000}} = \frac{20}{63.2} = 0.3$$

3. Коефіцієнт заповнення визначаємо як:

$$K^{\text{V}} = 173250 / 253000 = 0.7$$

4. Сумарну потужність визначаємо як суму розсіювальної теплової некорисної потужності всіх елементів на друкованій платі.

Розрахуємо потужності ЕРЕ взявши максимальні струми та номінальні напруги з технічної документації.

$$P_{\text{DD1}} = I_{\text{DD1}} \times U_{\text{DD1}}; P_{\text{DD1}} = 0,000054 \times 5 = 0,00027 \text{ Вт}$$

$$P_{\text{HG1}} = I_{\text{HG1}} \times U_{\text{HG1}}; P_{\text{HG1}} = 0,0004 \times 5 = 0,002 \text{ Вт}$$

$$P_{\text{R3,4}} = U^2_{\text{R3,4}} / R_{\text{R3,4}}; P_{\text{R3,4}} = 25 / 8500 = 0,003 \text{ Вт}$$

Для лінійного стабілізатора DA1 задамо максимальний струм $I_{\text{DA1}} 0,2 \text{ А}$.

$$P_{\text{DA1}} = I_{\text{DA1}} \times U_{\text{DA1}}; P_{\text{DA1}} = 0,2 \times 9 = 1,8 \text{ Вт}$$

$$P_{\text{DA2}} = I_{\text{DA2}} \times U_{\text{DA2}}; P_{\text{DA2}} = 0,0011 \times 9 = 0,01 \text{ Вт}$$

Отже максимальна потужність розсіювання буде рівним:

$$P_{\text{розс}} = P_{\text{DD1}} + P_{\text{HG1}} + P_{\text{R3,4}} + P_{\text{DA1}} + P_{\text{DA2}};$$

$$P_{\text{розс}} = 0,00027 + 0,002 + 0,003 + 1,8 + 0,01 \approx 1,82 \text{ Вт}$$

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		42

Беручи до уваги необхідні допуски, для розрахунку теплового режиму пристрою використаємо максимальну розсіювану потужність всього пристрою в межах 2 Вт.

5. Знаходимо питому потужність на одиницю площі:

$$Q = P_{\text{розс}} / S = 2 / 421 = 0,005 \text{ Вт/см}^2$$

Умова теплоненавантажуваності пристрою $Q \leq 0,05 \text{ Вт/см}^2$. Отримане нами значення $Q = 0,02 \text{ Вт/см}^2$. З отриманих розрахунків випливає що наш блок теплоненавантажений і не потребує додаткового тепловідводу.

6. Питому потужність на одиницю площі визначено з графіків Глушицького

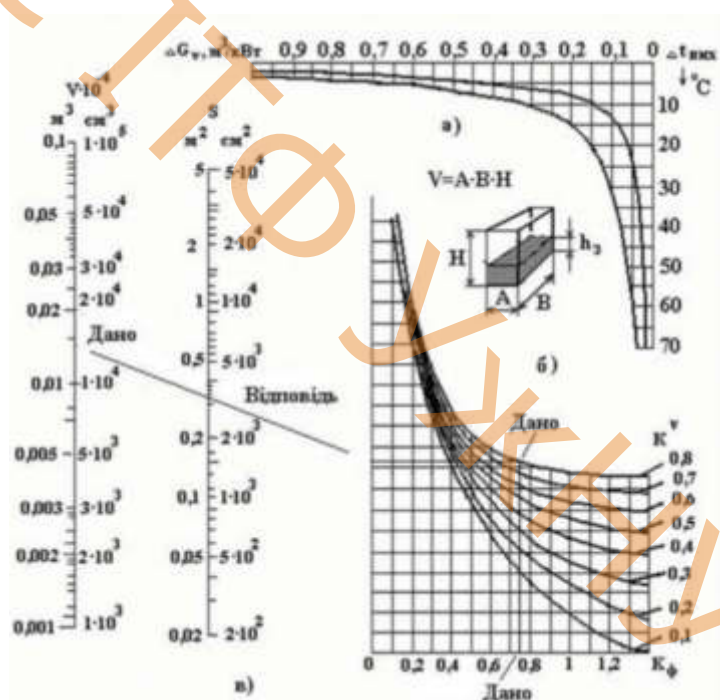


Рис.11. Номограма визначення температури нагрітої зони РЕА

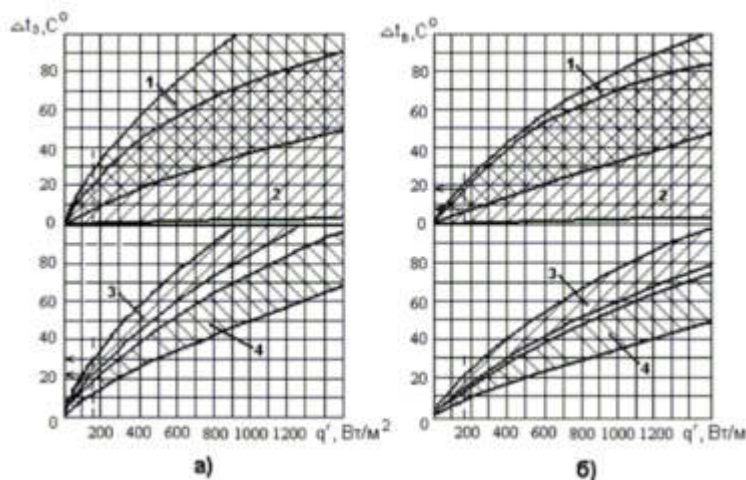


Рис.12. Визначення перегріву нагрітої зони

Для розрахунку температур обираємо коефіцієнт тепловіддачі повітря λ рівний 7,5 і теплопровідність повітря рівну 2,35 стала $C=0,43$.

Температура на поверхні рівна $t_a = t_c + P/\lambda S = 50 + 1,82/7.5 * 0.0421 = 55,76$ (°C).

3.3 Розрахунок характеристик надійності пристрою

Основною кількісною характеристикою надійності є функція надійності $P(t)$, або просто надійність, яка за визначенням дорівнює ймовірності того, що в заданому інтервалі часу або в межах заданого ресурсу роботи при заданих режимах і умовах експлуатації, збоїв у системі не відбувається, тобто $P(t) = W\{T > t\}$, де T – час безвідмовної роботи системи, t – заданий час, $W\{A\}$ – ймовірність події A , у цьому випадку подія A полягає в тому, що $T > t$.

Непередбачені збої в роботі - це непередбачені збої повністю надійного РЕА, які виникають під час нормальної роботи, коли розробка пристрою вже закінчилася, а знос і природне старіння ще не відбулися. Ці відмови викликані лише випадковими факторами, такими як: приховані внутрішні дефекти, які не можуть бути виявлені системою технологічного контролю; технологічні дефекти однаково ймовірні, а тому не передбачені схемою та проектом; відхилення режимів роботи; порівняння концентраційних параметрів зовнішніх навантажень і внутрішніх напружень; помилки оператора під час роботи. У зв'язку з перерахованими причинами поява таких відмов не виключена і однаково ймовірна в часі: $\lambda_0 = \text{const}$.

Розрахунок характеристик надійності полягає у визначенні показників надійності виробу на основі відомих характеристик надійності складових елементів і умов експлуатації. [22]

$$P(t) = \exp \left(-t \sum_{j=1}^m \lambda_{0j} N_j \right) \quad (3.7);$$

Напрацювання системи на відмову отримуємо по формулі :

$$T_{\text{ср.с}} = 1 / \sum_{j=1}^m \lambda_{0j} N_j \quad (3.8);$$

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
						44
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

При уточненому розрахунку надійності враховуються зовнішні дії, впливи теплових і електричних навантажень елементів пристрою. Розрахунок ведеться за формулою:

$$P(t) = \exp(-k_{\lambda} t \sum_{j=1}^m \lambda_j N_j) \quad (3.9);$$

де $\lambda_j = \alpha_j \lambda_{0j} k_n$;

$k_{\lambda} = k_{\lambda 1} k_{\lambda 2} k_{\lambda 3}$;

$P(t)$ — імовірність безвідмовної роботи;

λ_j — інтенсивність відмов елементів j -ої рівнонадійної групи при заданих експлуатаційних даних;

λ_{0j} — інтенсивність відмов елементів j -ої рівнонадійної групи в номінальному режимі;

α_j — поправочний коефіцієнт інтенсивності відмов j -ї групи, що враховує вплив температури навколишнього середовища та електричного навантаження елемента;

k_n — коефіцієнт завантаження елемента;

k_{λ} — враховує умови роботи радіоелектронної апаратури;

$k_{\lambda 1}$ — вплив механічних факторів (вібрація, ударні навантаження);

$k_{\lambda 2}$ — вплив кліматичних факторів (температура, вологість);

$k_{\lambda 3}$ — умови роботи при зниженому тиску.

Значення поправочного коефіцієнта α_j в залежності від температури і коефіцієнта навантаження k_n можна знайти в довіднику, як і коефіцієнти $k_{\lambda 1}$ — $k_{\lambda 3}$.

При цьому під коефіцієнтом навантаження k_n розуміють відношення робочого навантаження, встановленого за заданим параметром, який діє на елемент, до його номінального навантаження, яке встановлене нормативно-технічною документацією.

Згідно ТЗ умови експлуатації приладу стаціонарні. Для стаціонарних умов характерно:

$t_{\text{макс}} = +50 \text{ }^{\circ}\text{C}$;

вологість 45...75%;

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		45

атмосферний тиск 86...104 кПа.

По відповідних таблицях [8] знаходять коефіцієнти:

$K_M=1$; $k_B=1$; $k_{a.T}=1$, тоді $k_e = 1 \times 1 \times 1 = 1$.

Коефіцієнт α_j знаходять для кожної групи окремо, враховуючи максимальну температуру (+50 °C) і рекомендовані значення k_H .

Далі складається таблиця згідно електричного розрахунку принципової схеми і вибраної елементної бази. Довідникові дані про λ_{oj} знаходять з відомих джерел.

Кінцеві параметри: розрахунку надійності наведено в таблицях 4 та 5.

Таблиця 4. Інтенсивності відмов елементів

Назва	Наймен. типоміна-ли елементів	n, шт.	$\lambda_0, 10^{-8}$ год ⁻¹	k_e	t°C	k_H	k_{TH}	$\lambda, 10^{-8}$ год ⁻¹
C1, C2, C4-C8	104KY5U	7	2,2	1	50	0,2	0,6	1,32
C3	EXR220	1	5	1	50	0,2	0,5	2,5
DA1	LM7805	1	30	1	50	0,2	0,6	18
DA2	K157XP2	1	25	1	50	0,2	1	25
DD1	PIC16F676	1	50	1	50	0,17	1	50,00
R2, R5-R8	VTR-A-3296W	5	2,2	1	50	0,1	0,49	1,08
R1, R3-R4	VO CR1/4W	3	2,2	1	50	0,1	1	2,2
ZD1-ZD4	BZX55C5V1	4	1,5	1	50	0,2	1	1,5
X1	ZXDCWC26.4	1	20	1	50	0,1	1	1
X2	C47726	1	5	1	50	0,1	1	5
HG1	LCM1602K	1	2	1	50	0,2	1	2
	пайка		140	1			1	140
Всього, $\Sigma \lambda, 10^{-8}$ год ⁻¹ .								249,6

Таблиця 5. Карта робочих режимів

Позн.	Наймен. Типономі- нали елементів	Напруга, В			Струм, мА		Р _{роз} , мВт	k _i	k _u	k _p
		Пост.	зм.	макс.	пост.	зм.				
DA1	LM7805			25	1,5		37500			0,03
DA2	K157ХП2			40	0,15		6			0.05
DD1	PIC16F676			5	0.1		0.5			0,03
HG1	LCM1602K			7	0,4		2.8			0.02

За табличними даними отримуємо напрацювання на відмову:

$$T = \frac{1}{\lambda_{\Sigma}} = \frac{1}{249,6 \times 10^{-8}} = 400641 \text{ (год)}$$

З врахуванням часу наробітки приладу 2000 год., отримаємо:

$$P(2000) = e^{-\lambda_{\Sigma} \cdot t} \approx 1 - \lambda_{\Sigma} \cdot t \approx 0.99$$

4. Техніко – економічний розділ

4.1 Розрахунок собівартості приладу [17]

Собівартість продукції — це витрати на її виробництво та реалізацію, які включають в себе вартість витрачених сировини і матеріалів, заробітну плату працівників, витрати на утримання та експлуатацію обладнання та інші поточні витрати. Розрахуємо собівартість виготовлення розробленого пристрою у вигляді калькуляції. Для цього скористаємось методом побільшеного розрахунку собівартості - методом питомої ваги, що забезпечує прийнятну похибку (~5%) прогнозування собівартості.

Цей метод полягає в пропорційному віднесенні непрямих витрат до суми витрат на основну заробітну плату виробничих робітників і витрат на утримання та експлуатацію обладнання. При розрахунку потрібно враховувати додаткові умови: витрата лаку на 1 см² площі = 0,0008 кг, витрата припою на ніжку = 3×10^{-6} кг; кількість товарів 1000 штук на рік; 3 працюючих особи.

Зробивши такий розрахунок, можна оцінити економічний ефект від впровадження розробленого виробу.

Таблиця 6. Калькуляція собівартості спроектованого приладу

№п/п	Стаття витрат	Сума, грн.
1	Основні матеріали	9,06
2	Покупні комплектуючі вироби і напівфабрикати	248,24
3	Основна заробітна плата виробничих робітників	16,77
4	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	1,68
5	Відрахування ЄСВ	4,06
6	Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	13,42
7	Цехові витрати	15,10
8	Загальнозаводські витрати	24,15
9	Інші виробничі витрати	1,3
Разом: Виробнича собівартість $C_{\text{вир}}$		333,81
10	Позавиробничі витрати	13,55
Разом: Повна собівартість $C_{\text{повн}}$		347,36

Розрахунок кількості і вартості матеріалів, що витрачаються на виготовлення спроектованого приладу

Розрахунок кількості і вартості матеріалів представлений у вигляді табл. 7. Для визначення кількості витраченого припою, з врахуванням затрати на паяня 1 ніж-ка = 3×10^{-6} кг, розрахуємо масу необхідну для нашого виробу.

Кількість ніжок 116. Тоді:

$$m_{\text{припою}} = 116 \times 3 \cdot 10^{-6} = 0,000348 \text{ (кг)}$$

Ціна необхідного припою визначається:

$$C_{\text{припою}} = 3200 \cdot 0,000348 = 1,12 \text{ (грн)}$$

де 3200 - ціна за 1 кілограм припою Sn99,3Cu0,7 1.0 мм з флюсом (<https://cutt.ly/awYZpJCP>)

Для визначення кількості витраченого лаку, з врахуванням затрати на площу $1 \text{ см}^2 = 0,0008$ кг, розрахуємо масу лаку необхідну для нашого виробу.

Площа друкованої плати рівна $11 \text{ см} \cdot 10,5 \text{ см} = 115,5 \text{ см}^2$. Двосторонє покриття, тоді:

$$m_{\text{лаку}} = 115,5 \cdot 2 \cdot 0,0008 = 0,185 \text{ (кг)}$$

Ціна необхідного лаку визначається:

$$C_{\text{лаку}} = 36,50 \cdot 0,185 = 6,75 \text{ (грн)},$$

де 36,50 - ціна за 1 кілограм лаку НЦ-134.

Таблиця 7. Розрахунок кількості і вартості матеріалів

№ п/п	Найменування матеріалу	Профіль, сорт, марка, розмір, ГОСТ, ДСТУ, ТУ	Маса, кг	Ціна за 1 кг	Сума, грн
1	Припій Sn99,3Cu0,7	ISO14001	0,000348	3200	1,12
2	Лак НЦ-134	ТУ6-101291-77	10,185	36,50	6,75
Разом:					7,87
Зворотні відходи (1-5% від вартості матеріалів)					0,4
Транспортно-заготівельні витрати (7-10% від загальної вартості матеріалів)					0,79
Разом:					9,06

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		49

Розрахунок кількості і вартості покупних комплектуючих виробів і напівфабрикатів, що витрачаються на виготовлення спроектованого приладу.

Розрахунок кількості і вартості покупних комплектуючих виробів і напівфабрикатів представлений у вигляді табл. 8.

Таблиця 8. Розрахунок кількості і вартості покупних комплектуючих виробів і напівфабрикатів

№ п/п	Найменування покупних комплектуючих виробів і напівфабрикатів	Марка, розмір, ГОСТ, ДСТУ, ТУ, DIN, ISO	Одиниця вимірювання	К-сть	Ціна за один., грн	Сума, грн
1	2	3	4	5	6	7
1		Плата друкована	шт.	1	71	71,00
2	C1, C2, C4-C8	104KY5U	шт.	7	1,20	8,40
3	C3	EXR220	шт.	1	2	2,00
4	DA1	LM7805	шт.	1	12,10	12,10
5	DA2	K157XP2	шт.	1	15	15,00
6	DD1	PIC16F676	шт.	1	25	25,00
7	R2, R5-R8	VTR-A-3296W	шт.	5	10	50,00
8	R1, R3-R4	VO CR1/4W	шт.	3	0,50	1,50
9	ZD1-ZD4	BZX55C5V1	шт.	4	0,80	3,20
10	X1	ZXDCWC26.4	шт.	1	10	10
11	X2	C47726	шт.	1	1	1
12	HG1	LCM1602K	шт.	1	28,54	28,54
Разом:						227,74
Транспортно-заготівельні витрати (7-10% від загальної вартості виробів і напів-фабрикатів)						20,50
Разом:						248,24

Розрахунок основної заробітної плати виробничих робітників.

У базову заробітну плату виробничих робітників, що входить до собівартості входить оплата робітникам відрядникам і погодинна, що безпосередньо зайняті виготовленням спроектованого приладу.

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		50

Основна заробітна плата визначається шляхом множення трудомісткості виготовлення проектного пристрою на годинну тарифну ставку за видом робіт.

На основі отриманої трудомісткості виготовлення аналога та його складових частин розробляється трудомісткість виготовлення проектного пристрою на етапах ескізу та технічного проекту.

Розрахунок основної заробітної плати за монтаж, складання, налагодження та випробування проектного пристрою представлено у такому вигляді.

З 1 жовтня 2022 року розмір мінімальної заробітної плати становить: у місячному розмірі – 6700 гривень; погодинна ставка - 40,46 грн. З урахуванням коефіцієнта підвищення посадового окладу розраховуємо для кожного розряду:

$$3 \text{ розряд} = 40,46 \cdot 1,18 = 47,74 \text{ грн.год};$$

$$4 \text{ розряд} = 40,46 \cdot 1,27 = 51,38 \text{ грн.год};$$

$$5 \text{ розряд} = 40,46 \cdot 1,36 = 55,02 \text{ грн.год}.$$

Трудомісткість монтажно-паяльних робіт залежить від кількості елементів та їх складності. Тому враховано час, витрачений однією пайкою 0,0014 години та встановлення 0,0006 год. Визначено час для пайки і монтажу всіх елементів.

$$\text{Трудомісткість (пайка)} = 116 \cdot 0,0014 = 0,16$$

$$\text{Трудомісткість (встановлення)} = 25 \cdot 0,0006 + 0,05 = 0,02$$

$$\text{Загальна трудомісткість} = 0,16 + 0,02 = 0,18$$

Таблиця 9. Розрахунок основної заробітної плати по складанню, монтажу, регулюванню і випробуванню спроектованого приладу

№ п\п	Зміст операції	Фах	Розряд роботи	Годинна тарифна ставка, грн	Трудомісткість робіт нормо-год.	Сума зарплати за тарифом,
1	Встановлення і пайка	17474	4	51,38	0,18	9,25
2	Контроль	60188	5	55,02	0,05	2,75
3	Лакування і збирання	18352	3	47,74	0,1	4,77
Разом:						16,77

Розрахунок додаткової заробітної плати виробничих робітників

До додаткової заробітної плати відносять оплату відпусток, лікарняних, виплати за вислугу років, вихідну допомогу. Величина додаткової заробітної плати визначається процентом від суми основної заробітної плати виробничих робітників (10%) і складає: $ЗП\ (додаткова) = 21,91 \cdot 10/100 = 1,68\ \text{грн.}$

Розрахунок відрахувань ЄСВ

Відповідно до Закону від 24.12.2015 р. №909-VIII, єдина ставка нарахувань становить 22%. Визначається процентом від суми основної і додаткової плати виробничих робітників, а саме $16,77 + 1,68 = 18,45\ \text{грн.}$ Процентна ставка 22% і складає 4,06 грн.

Розрахунок витрат на утримання та експлуатацію устаткування

До витрат на утримання та експлуатацію устаткування відносять витрати на повне відновлення основних виробничих фондів та капітальний ремонт у вигляді амортизаційних відрахувань від вартості виробничого та підйимально- транспортного устаткування, цехового транспорту та інструментів зі складу основних виробничих фондів на реконструкцію, модернізацію та капітальний ремонт фондів.

Величина витрат на утримання та експлуатацію устаткування визначається процентом від суми основної заробітної плати виробничих виробників. Розроблювальний прилад належить до радіотехнічних тому витрати на утримання та експлуатацію устаткування будуть складати 80% від 16,77, а саме 13,42 грн.

Розрахунок цехових витрат

Величина цехових витрат визначається по цехах відсотком від суми основної заробітної плати й витрат на утримання та експлуатацію устаткування. Розроблювальний прилад належить до радіотехніки тому цехові витрати будуть складати 50% від $16,77 + 13,42 = 30,19\ \text{грн, а саме } 15,10\ \text{грн}$

Розрахунок загальнозаводських витрат

Величина загальнозаводських витрат визначається процентом від суми основної заробітної плати і витрат на утримання та експлуатацію устаткування. Розроблювальний прилад належить до радіотехнічних приладів тому цехові витрати будуть складати 80% від $16,77 + 13,42 = 30,19\ \text{грн, а саме } 24,15$

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		52

грн.

Розрахунок інших виробничих витрат

Величина інших виробничих витрат визначається процентом від суми всіх попередніх статей (0.2 – 0.4%). Знаходимо 0.4% від $9,06 + 248,24 + 16,77 + 1,68 + 4,06 + 13,42 + 15,1 + 24,15 = 332,48$ грн. І це буде складати 1,33 грн.

Розрахунок позавиробничих витрат

Величина позавиробничих витрат визначається процентом від величини виробничої собівартості (2 – 4 %). Знаходимо 4% від 333,81 грн і це буде складати 13,35 грн.

4.2 Розрахунок ціни спроектованого приладу [17]

Ціну спроектованого приладу можна визначити за формулою:

$$Ц = C_{\text{повн}} + П, (4.1)$$

де $C_{\text{повн}}$ - повна собівартість виготовлення спроектованого приладу, а $П$ - запланований прибуток.

Прибутковість підприємства характеризується таким показником як рентабельність. Величину рентабельності можна визначити за формулою:

$$Р = П / C_{\text{повн}} (4.2)$$

Якщо прийняти величину рентабельності 30%, тоді:

$$П = Р \cdot C_{\text{повн}} = 0.3 \cdot C_{\text{повн}} (4.3)$$

Тоді ціну спроектованого приладу можна визначити за формулою:

$$Ц = C_{\text{повн}} + 0,3 \cdot C_{\text{повн}} = 1,3 \cdot C_{\text{повн}} (4.4)$$

Якщо підприємство є платником податку на додану вартість (ставка ПДВ20%), то вихідна ціна на спроектований прилад буде наступною:

$$Ц_{\text{вих}} = 1,2 \cdot Ц. (4.5)$$

Розрахунок:

Згідно з формулою (4.4) ціна спроектованого приладу буде.

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		53

$$Ц = 1,3 \cdot 347,36 = 451,57 \text{ (грн)}$$

Із врахуванням ПДВ згідно формули (4.5) вихідна ціна:

$$Ц_{\text{вих}} = 1,2 \cdot 451,57 = 541,88 \text{ (грн)}$$

ЕСІТФ
УЖНУ
2023

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
						54
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

5. Заходи з охорони праці і техніки безпеки

Основні поняття, терміни та визначення в сфері охорони праці

Людська праця – це джерело розвитку суспільства, створення матеріальних, культурних і духовних цінностей, передумова існування як кожної окремої людини, так і людства в цілому. В ідеалі трудова діяльність повинна надавати людині задоволення і не бути надмірно важкою чи напруженою. Важкість та напруженість праці є одними з головних характеристик трудового процесу.

Важкість праці – це така характеристика трудового процесу, що відображає переважне навантаження на опорно-руховий апарат і функціональні системи організму (серцево-судинну, дихальну та ін.), які забезпечують його діяльність. Важкість праці характеризується фізичним (динамічним і статичним) навантаженням, масою вантажу, що піднімається і переміщується, загальним числом стереотипних робочих рухів, робочою позою, ступенем нахилу корпусу, переміщенням в просторі [12].

Напруженість праці – це така характеристика трудового процесу, що відображає навантаження переважно на центральну нервову систему, органи чуттів, емоційну сферу працівника. До факторів, що характеризують напруженість праці, відносяться: інтелектуальні, сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

Під час виконання людиною трудових обов'язків на неї діє сукупність фізичних, хімічних, біологічних та соціальних чинників, що зветься *виробничим середовищем*.

Сукупність чинників трудового процесу і виробничого середовища, які впливають на здоров'я і працездатність людини під час виконання нею трудових обов'язків складають *умови праці*.

Реальне виробництво супроводжується шкідливими та небезпечними чинниками (факторами) і має певний виробничий ризик.

Виробничий ризик – це ймовірність ушкодження здоров'я працівника під час виконання ним трудових обов'язків, що зумовлена ступенем шкідливості та/або небезпечності умов праці та науково-технічним станом виробництва.

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		55

Шкідливий виробничий фактор – небажане явище, що супроводжує виробничий процес і вплив якого на працюючого може призвести до погіршення самопочуття, зниження працездатності, захворювання, виробничо-зумовленого чи професійного, і навіть смерті, як результату захворювання.

Захворювання – це порушення нормальної життєдіяльності організму, зумовлене функціональними та/або морфологічними змінами.

Виробничо-зумовлене захворювання – це захворювання, перебіг якого ускладнюється умовами праці, а частота якого перевищує частоту його у працівників, які не зазнають впливу певних професійних шкідливих факторів.

Професійне захворювання (профзахворювання) – це захворювання, що виникло внаслідок професійної діяльності та зумовлюється виключно або переважно впливом шкідливих речовин і певних видів робіт та інших факторів, пов'язаних з роботою.

Небезпечний виробничий фактор – небажане явище, яке супроводжує виробничий процес і дія якого за певних умов може призвести до травми або іншого раптового погіршення здоров'я працівника (гострого отруєння, гострого захворювання) і навіть до раптової смерті.

Виробнича травма – пошкодження тканин, порушення анатомічної цілісності організму людини або його функцій внаслідок впливу виробничих факторів. Як правило, виробнича травма є наслідком нещасного випадку на виробництві.

Нещасний випадок на виробництві – це обмежена в часі подія або раптовий вплив на працівника небезпечного виробничого фактора чи середовища, що сталися у процесі виконання ним трудових обов'язків, внаслідок яких заподіяно шкоду здоров'ю або настала смерть.

Як вже було сказано в попередніх лекціях, один і той же чинник може одночасно викликати і травму, і захворювання (наприклад, високий рівень іонізуючого або теплового випромінювання може викликати опік або навіть призвести до миттєвої смерті). Через це всі несприятливі виробничі чинники часто розглядаються як єдине поняття – *небезпечний та шкідливий виробничий фактор (НШВФ)*.

За своїм походженням та природою дії НШВФ ділять на 5 груп: фізичні, хі-

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		56

мічні, біологічні, психофізіологічні та соціальні.*

До *фізичних НШВФ* відносяться машини та механізми або їх елементи, а також вироби, матеріали, заготовки тощо, які рухаються або обертаються; системи, устаткування або елементи обладнання, які знаходяться під підвищеним тиском; підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони; підвищені рівні шуму, вібрації, ультразвуку, інфразвуку; підвищений рівень іонізуючих випромінювань; підвищене значення напруги в електричній мережі; підвищена напруженість електричного та магнітного полів тощо.

До *хімічних НШВФ* відносяться хімічні речовини, які по характеру дії на організм людини поділяються на токсичні, задушливі, наркотичні, подразнюючі, сенсibilізуючі, канцерогенні, мутагенні та такі, що впливають на репродуктивну функцію. По шляхам проникнення в організм людини вони поділяються на такі, що потрапляють через: 1) органи дихання; 2) шлунково-кишковий тракт; 3) шкіряні покриви та слизисті оболонки.

До *біологічних НШВФ* відносяться патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси, рикетсії, спірохети, грибки тощо) та продукти їхньої життєдіяльності, а також макроорганізми – це тварини та рослини.

До *психофізіологічних НШВФ* відносяться фізичні (статичні та динамічні) перевантаження і нервово-психічні перевантаження (розумове перенапруження, перенапруження аналізаторів, монотонність праці, емоційні перевантаження).

Соціальні НШВФ – це неякісна організація роботи, понаднормова робота, необхідність роботи в колективі з поганими відносинами між його членами, соціальна ізоляція з відривом від сім'ї, незадоволеність роботою тощо.

Слід мати на увазі, що один і той самий за природою своєї дії НШВФ може належати одночасно до різних вищезгаданих груп.

Такий стан умов праці, при яких виключена або зведена до припустимого рівня дія на працюючого небезпечних та шкідливих виробничих факторів зветься *безпекою праці*.

Виходячи з того, що в житті, а тим більше у виробничому процесі, абсолютної безпеки не існує, нерозумно було б вимагати від реального виробництва повного викорінення травматизму, виключення можливості будь-якого захворюван-

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		57

ня. Але реальним і розумним є ставити питання про зведення до мінімуму впливу об'єкти існуючих виробничих небезпек. Цю задачу саме і вирішує *охорона праці*.

Законодавство України в сфері охорони праці

Законодавство України про охорону праці – це система взаємопов'язаних нормативно-правових актів, що регулюють відносини у сфері соціального захисту громадян у процесі трудової діяльності.

Базується законодавство України про охорону праці на конституційному праві всіх громадян України на належні, безпечні і здорові умови праці, гарантовані статтею 43 Конституції України.

Основоположним документом в галузі охорони праці є Закон України «Про охорону праці», який визначає основні положення щодо реалізації права на охорону життя і здоров'я у процесі трудової діяльності, на належні, безпечні і здорові умови праці, регулює відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

Стаття 2 Закону України «Про охорону праці» встановлює, що дія його поширюється на всіх юридичних та фізичних осіб, які відповідно до законодавства використовують найману працю, та на всіх працюючих.

До основних законодавчих актів, що мають безпосереднє відношення до охорони праці слід також віднести:

Основи законодавства України про охорону здоров'я. Кодекс законів про працю України (КЗпПУ).

Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності».

Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення».

Закон України «Про пожежну безпеку».

Закон України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку» тощо.

Окремо питання правового регулювання охорони праці містяться і в багатьох

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		58

інших законодавчих актах України. Це стосується таких законодавчих актів, як «Цивільний кодекс», «Кримінальний кодекс», Закон України «Про колективні договори і угоди», технічні Регламенти з безпеки промислового обладнання та продукції, що розроблені згідно існуючих вимог Директив ЄС у цій сфері і мають статус Законів, тощо.

Крім вищезазначених законів, правові відносини у сфері охорони праці регулюють інші національні законодавчі акти, міжнародні договори та угоди, до яких Україна приєдналася в установленому порядку, підзаконні нормативні акти: Укази і розпорядження Президента, рішення Уряду, нормативні акти міністерств та інших центральних органів державної влади. Всі ці документи створюють єдине правове поле охорони праці в нашій країні.

Основні принципи державної політики в галузі охорони праці

Стаття 4 Закону України «Про охорону праці» визначає, що засади державної політики в галузі охорони праці базуються на 10 основних принципах:

- 1. Пріоритет життя і здоров'я працівників, повна відповідальність роботодавця створення належних, безпечних і здорових умов праці.*
- 2. Підвищення рівня промислової безпеки шляхом забезпечення суцільного технічного контролю за станом виробництва, технологій та продукції, а також сприяння підприємствам у створенні безпечних та нешкідливих умов праці.*
- 3. Комплексне розв'язання завдань охорони праці на основі загальнодержавної, галузевих, регіональних програм з цього питання та з урахуванням інших напрямів економічної і соціальної політики, досягнень в галузі науки і техніки та охорони довкілля.*
- 4. Соціальний захист працівників, повне відшкодування шкоди особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань.*
- 5. Встановлення єдиних вимог з охорони праці для всіх підприємств та суб'єктів підприємницької діяльності незалежно від форм власності та видів діяльності.*
- 6. Адаптація трудових процесів до можливостей працівника з урахуванням його здоров'я та психологічного стану.*

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		59

7. Використання економічних методів управління охороною праці, участь держави у фінансуванні заходів щодо охорони праці, залучення добровільних внесків та інших надходжень на ці цілі, отримання яких не суперечить законодавству.

8. Інформування населення, проведення навчання, професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці.

9. Забезпечення координації діяльності органів державної влади, установ, організацій, об'єднань громадян, що розв'язують проблеми охорони здоров'я, гігієни та безпеки праці, а також співробітництва і проведення консультацій між роботодавцями та працівниками (їх представниками), між усіма соціальними групами під час прийняття рішень з охорони праці на місцевому та державному рівнях.

10. Використання світового досвіду організації роботи щодо поліпшення умов і підвищення безпеки праці на основі міжнародного співробітництва.

Права працівників на пільги та компенсації за важкі та шкідливі умови праці

Працівники зайняті на роботах з важкими та шкідливими умовами праці безкоштовно забезпечуються лікувально-профілактичним харчуванням [19].

Ця категорія працівників також має право на:

- оплачувані перерви санітарно-оздоровчого призначення;
- скорочення тривалості робочого часу;
- додаткову оплачувану відпустку;
- пільгову пенсію;
- оплату праці у підвищеному розмірі та на інші пільги та компенсації, що надаються в передбаченому законодавством порядку.

Роботодавець може за свої кошти додатково встановлювати за колективним договором (угодою) працівникам пільги і компенсації не передбачені чинним законодавством.

Протягом дії трудового договору роботодавець повинен своєчасно інформувати працівника про зміни у виробничих умовах та в розмірах пільг і компенсацій,

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		60

включаючи й ті, що надаються їм додатково.

Фінансування охорони праці

Стаття 19 Закону «Про охорону праці» встановлює, що фінансування охорони праці на підприємстві здійснюється роботодавцем.

Для підприємств, незалежно від форм власності, або фізичних осіб, які використовують найману працю, витрати на охорону праці мають становити не менше 0,5 % від суми реалізованої продукції.

На підприємствах, що утримуються за рахунок бюджету, витрати на охорону праці передбачаються в державному або місцевих бюджетах і мають становити не менше 0,2 % від фонду оплати праці.

Суми витрат на охорону праці, що належать до валових витрат юридичної чи фізичної особи, яка відповідно до законодавства використовує найману працю, визначаються згідно з переліком заходів та засобів з охорони праці, що затверджується Кабінетом Міністрів України.

Фінансування профілактичних заходів з охорони праці, виконання загальнодержавної, галузевих та регіональних програм поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, інших державних програм, спрямованих на запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням, передбачається у державному і місцевих бюджетах, що виділяються окремим рядком.

Додатковим джерелом фінансування заходів, спрямованих на запобігання нещасним випадкам, усунення загрози здоров'ю працівників, викликані умовами праці, є Фонд соціального страхування від нещасного випадку на виробництві (ФССНВ). Фінансування заходів з охорони праці системою страхування є ефективним методом економічного впливу на стан безпеки, гігієни праці та виробничого середовища в ринкових умовах.

Система державного управління охороною праці в Україні, органи державного управління охороною праці, їх компетенції і повноваження

Однією з функцій сучасної держави є проведення соціальної політики, спрямованої на підвищення безпеки праці. Здійснення цієї функції неможливе без відповідного державного управління охороною праці. Державне управління охороною праці в Україні здійснюють:

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		61

- Кабінет Міністрів України;
- спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади з нагляду за охороною праці;
- міністерства та інші центральні органи виконавчої влади;
- місцеві державні адміністрації та органи місцевого самоврядування. Державний нагляд, відомчий і громадський контроль за охороною праці.

З метою забезпечення виконання вимог законодавства з охорони праці в Україні створена система державного нагляду, відомчого і громадського контролю з цих питань.

Державний нагляд за додержанням законів та інших НПАОП відповідно до Закону «Про охорону праці» здійснюють:

- спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади з нагляду за охороною праці (*Держпраця*);
- спеціально уповноважений державний орган з питань радіаційної безпеки
(*Комітет ядерного регулювання Міністерства охорони природного середовища*);
- спеціально уповноважений державний орган з питань пожежної безпеки
(*підрозділ Державної Служби з надзвичайних ситуацій*);
- спеціально уповноважений державний орган з питань гігієни праці (*Головний державний санітарний лікар та санітарно-епідеміологічна служба Міністерства охорони здоров'я*).

Органи державного нагляду за охороною праці не залежать від будь-яких господарських органів, суб'єктів підприємництва, об'єднань громадян, політичних формувань, місцевих державних адміністрацій і органів місцевого самоврядування, їм не підзвітні і не підконтрольні.

Діяльність органів державного нагляду за охороною праці регулюється законами України «Про охорону праці», «Про використання ядерної енергії і радіаційну безпеку», «Про пожежну безпеку», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», іншими нормативно-правовими актами та положеннями про ці органи, що затверджуються Президентом України або Кабінетом

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		62

Міністрів України.

Свою роботу щодо нагляду за охороною праці Держпраці проводить через територіальні (обласні) управління, галузеві державні інспекції охорони праці та експертно-технічні центри.

Інспектори Держпраці мають право:

- безперешкодно відвідувати підконтрольні підприємства (об'єкти), виробництва, та здійснювати в присутності роботодавця або його представника перевірку додержання законодавства з охорони праці;

- одержувати пояснення, висновки обстежень, аудитів, звіти про рівень і стан профілактичної роботи, причини порушень законодавства та вжиті заходи щодо їх усунення;

- видавати обов'язкові для виконання приписи (розпорядження) про усунення порушень і недоліків в галузі охорони праці;

- забороняти, зупиняти, припиняти, обмежувати експлуатацію виробництв, робочих місць, будівель, устаткування, виконання певних робіт, застосування нових небезпечних речовин, реалізацію продукції, а також скасовувати або припиняти дію виданих ними дозволів і ліцензій до усунення порушень, які створюють загрозу життю працюючих;

- притягати до адміністративної відповідальності працівників, винних у порушенні законодавства про охорону праці;

надсилати роботодавцям подання про невідповідність окремих осіб займаний посаді, передавати матеріали органам прокуратури для притягнення цих осіб до відповідальності згідно із законом.

Відомчий контроль покладається на адміністрацію підприємства та на господарські організації вищого рівня. Цей контроль здійснюється відповідними службами охорони праці.

Громадський контроль за додержанням законодавства про охорону праці створенням безпечних і нешкідливих умов праці, належних виробничих та санітарно-побутових умов, забезпеченням працівників спецодягом, спецвзуттям, іншими засобами індивідуального та колективного захисту здійснюють професійні спілки в особі своїх виборних органів і представників (уповноважених осіб). Про-

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		63

фесійні спілки також мають право на проведення незалежної експертизи умов праці, а також об'єктів виробничого призначення, що проектуються, будуються чи експлуатуються, на відповідність їх НПАОП, брати участь у розслідуванні причин нещасних випадків і професійних захворювань та надавати свої висновки про них, вносити роботодавцям, державним органам управління і нагляду подання з питань охорони праці та одержувати від них аргументовану відповідь.

У разі відсутності професійної спілки на підприємстві громадський контроль здійснює уповноважена найманими працівниками особа з питань охорони праці, яка має право безперешкодно перевіряти на підприємствах виконання вимог щодо охорони праці і вносити обов'язкові для розгляду роботодавцем пропозиції про усунення виявлених порушень НПАОП.

Служба охорони праці підприємства

На підприємстві з кількістю працюючих 50 і більше осіб роботодавець створює службу охорони праці відповідно до "Типового положення про службу охорони праці" НПАОП 0.00-4.35-04, затвердженого наказом Державного комітету України по нагляду за охороною праці (Держпраці) від 15.11. 2004 р.

№255, зареєстрованому в Міністерстві Юстиції України 01.12. 2004 р. за

№1526/10125. Відповідно до цього нормативного документу на підприємстві з кількістю працюючих менше 50 осіб функції служби охорони праці можуть виконувати в порядку сумісництва особи, які мають відповідну підготовку. На підприємстві з кількістю працюючих менше 20 осіб для виконання функцій служби охорони праці можуть залучатися сторонні спеціалісти на договірних засадах, які мають відповідну підготовку [19].

Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо роботодавцю. Керівники та спеціалісти служби охорони праці за своєю посадою і заробітною платою прирівнюються до керівників і спеціалістів основних виробничо-технічних служб.

Ліквідація служби охорони праці допускається тільки у разі ліквідації підприємства чи припинення використання найманої праці фізичною особою.

Згідно Типового положення про службу охорони праці ця служба виконує

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		64

такі основні функції:

- опрацьовує ефективну цілісну систему управління охороною праці, сприяє удосконаленню діяльності у цьому напрямку кожного структурного підрозділу і кожної посадової особи;

- проводить оперативно-методичне керівництво роботою з охорони праці;

- складає разом зі структурними підрозділами підприємства комплексні заходи щодо досягнення встановлених нормативів безпеки, гігієни праці та виробничого середовища (або підвищення існуючого рівня охорони праці, якщо встановлені норми досягнуті), а також розділ "Охорона праці" у колективному договорі;

- проводить для працівників вступний інструктаж з питань охорони праці;

- організовує: забезпечення працюючих нормативними актами з охорони праці; паспортизацію цехів, діляниць та атестацію робочих місць щодо їх відповідності вимогам охорони праці; облік, аналіз нещасних випадків, професійних захворювань і аварій, а також шкоди від цих подій; підготовку статистичних звітів підприємства з питань охорони праці; розробку перспективних та поточних планів роботи підприємства щодо створення безпечних та нешкідливих умов праці; підвищення кваліфікації і перевірку знань посадових осіб з питань охорони праці;

- бере участь у: розслідуванні нещасних випадків та аварій; роботі комісії з питань охорони праці підприємства; роботі комісій по введенню в дію, реконструкції або технічного переозброєння об'єктів виробничого та соціального призначення,

- відремонтованого або модернізованого устаткування; розробці положень, інструкцій, інших нормативних актів про охорону праці, що діють в межах підприємства;

- сприяє впровадженню у виробництво досягнень науки і техніки, сучасних засобів колективного та індивідуального захисту працюючих;

- розглядає листи, заяви та скарги працюючих з питань охорони праці;

- надає методичну допомогу керівникам структурних підрозділів підприємства у розробці заходів з питань охорони праці;

- готує проекти наказів та розпоряджень з питань охорони праці, загальних для всього підприємства;

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		65

- контролює: дотримання чинного законодавства, міжгалузевих, галузевих та інших нормативних актів, виконання працівниками посадових інструкцій з питань охорони праці; виконання приписів органів державного нагляду, пропозицій уповноважених трудових колективів і профспілок з питань охорони праці; використання за призначенням коштів фонду охорони праці; відповідність нормативним актам про охорону праці машин, механізмів, устаткування, транспортних засобів, технологічних процесів, засобів протипожежної, колективного та індивідуального захисту працюючих; наявність технологічної документації на робочих місцях; своєчасне проведення навчання та інструктажів працюючих, атестації та переатестації з питань безпеки праці посадових осіб та осіб, які виконують роботи підвищеної небезпеки, а також дотримання вимог безпеки при виконанні цих робіт; забезпечення працюючих засобами індивідуального захисту, надання працівникам пільг і компенсацій, пов'язаних з важкими та шкідливими умовами праці; проходження медичних оглядів; виконання заходів, наказів, розпоряджень з питань охорони праці, а також заходів щодо усунення причин нещасних випадків і аварій, які визначені у актах розслідування тощо;

- здійснює зв'язок з медичними закладами, з науковими та іншими організаціями з питань охорони праці, організовує впровадження їх рекомендацій.

Спеціалісти служби охорони праці мають право представляти підприємство в державних та громадських установах при розгляді питань охорони праці, безперешкодно будь-який час відвідувати виробничі об'єкти, структурні підрозділи підприємства, порушувати клопотання про заохочення працівників, котрі беруть активну участь у підвищенні безпеки та покращенні умов праці, а у разі виявлення порушень охорони праці: [19]

- видавати керівникам структурних підрозділів підприємства обов'язкові для виконання приписи щодо усунення наявних недоліків, одержувати від них необхідні відомості, документацію і пояснення з питань охорони праці;

- вимагати відсторонення від роботи осіб, які не пройшли передбачених законодавством медичного огляду, навчання, інструктажу, перевірки знань і не мають допуску до відповідних робіт або не виконують вимог нормативно-правових актів з охорони праці;

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		66

- зупиняти роботу виробництва, дільниці, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва у разі порушень, які створюють загрозу життю або здоров'ю працюючих;

- надсилати роботодавцю подання про притягнення до відповідальності працівників, які порушують вимоги щодо охорони праці. Припис спеціаліста з охорони праці може скасувати лише роботодавець.

Основне законодавство з охорони праці

Законодавство про охорону праці складається з закону України про охорону праці, прийнятого 14 жовтня 1992 року, кодексу законів про працю та інших нормативних актів. Ці закони обов'язкові для всіх підприємств незалежно від їх відомчої належності і є загальнодержавними.

Закон України „Про охорону праці” визначає основні положення щодо реалізації конституційного права працівників на охорону їх життя і здоров'я у процесі трудової діяльності, на належні, безпечні і здорові умови праці, регулює за участю відповідних органів державної влади відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

Дія цього Закону поширюється на всіх юридичних та фізичних осіб, які відповідно до законодавства використовують найману працю, та на всіх працюючих.

Основними загальнодержавними правилами, в яких є вимоги дозабезпечення безпеки праці при проектуванні та експлуатації об'єктів виробничого призначення. До загальнодержавної нормативно-технічної документації належать державні стандарти РСБП.

Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Міжгалузеві правила і норми з техніки безпеки і виробничої санітарії є також загальними і закріплюють найважливіші гарантії безпеки та гігієни праці в деяких галузях або ж під час окремих видів робіт чи на окремих типах обладнання будь-яких галузях народного господарства.

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		67

В зв'язку, а тим, що деякі галузі народного господарства мають специфічні умови праці, виникає потреба розробляти галузеві правила і норми охорони праці. Вони розповсюджуються тільки на окрему галузь виробництва в масштабах всієї країни і утримують гарантії безпеки та гігієни праці, специфічні для даної галузі.

Нормативно-технічна документація з охорони праці є основою для розробки заходів щодо забезпечення на всіх робочих місцях безпечних і здорових умов праці. На кожному підприємстві з урахуванням вимог згаданих нормативно-технічних документів розробляють інструкції з охорони праці з урахуванням конкретних умов для кожної робочої професії. Ці інструкції узгоджуються з профспілковим комітетом і затверджуються керівником підприємства.

Працівнику не може пропонуватися робота, яка за медичним висновком протипоказана йому за станом здоров'я. До виконання робіт підвищеної небезпеки та тих, що потребують професійного добору, допускаються особи за наявності висновку психофізіологічної експертизи.

Усі працівники згідно із законом підлягають загальнообов'язковому державному соціальному страхуванню від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності.

Права працівників на охорону під час роботи.

Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам законодавства.

На роботах із шкідливими і небезпечними умовами праці, а також роботах, пов'язаних із забрудненням або несприятливими метеорологічними умовами, працівникам видаються безоплатно за встановленими нормами спеціальний одяг, спеціальне взуття та інші засоби індивідуального захисту, а також мийні та знежирювальні засоби. Працівники, які залучаються до разових робіт, пов'язаних з ліквідацією наслідків аварій, стихійного лиха тощо, що не передбачені трудовим договором, повинні бути забезпечені зазначеними засобами.

Обов'язки роботодавця:

Роботодавець зобов'язаний створити на робочому місці в кожному структур-

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		68

ному підрозділі умови праці відповідно до нормативно-правових актів, а також забезпечити додержання вимог законодавства щодо прав працівників угалузі охорони праці. З цією метою роботодавець забезпечує функціонування системи управління охороною праці [19].

Вимоги електробезпеки

Вимоги по експлуатації (електробезпеці) повинні відповідати вимогам ДСТУ 12.1.002-80; ДСТУ 12.1.019-79.

Влаштування заземлення і його конструкції повинні відповідати вимогам ДСТУ 12.1.030-81 або ДСТУ 21130-75.

Монтаж електрообладнання повинен виконуватися з відповідністю з «Правилами улаштування електроустановок».

Корпуса електродвигунів і рам повинні бути заземленими на загальний контур. Опір між проводом, який заземлюється і рамою не більше 0,1 Ом.

Двері щитів і пультів повинні бути закриті замками і обладнані контактами електроблокування.

Санітарно-гігієнічні вимоги повинні відповідати ДСТУ 9.014-78, ДСТУ 12.3.016-87. Освітленість зони повинна бути не менше 150 люкс згідно СН 357-77.

Гранично допустима концентрація пилу в повітрі робочої зони не повинна перевищувати 6 мг\м³ по ДСТУ 12.1.005-88.

Для безпеки і зручності роботи необхідно:

Силову і освітлювальну проводку заключити в ізоляційні труби. Не завантажувати робочу зону обслуговування навколо автоматів, забезпечити вільний доступ до обладнання зі всіх сторін, дотримуватися чистоти на робочому місці.

При виконанні монтажних і ремонтних робіт, а також при прибиранні автоматів на шафовому щиті необхідно повісити табличку “Не включати! Працюють люди” [23].

Категорично забороняється:

1. Проводити розборку чи ремонт автомата без відключення від електромережі.
2. Ремонтувати двигуни, електроапаратуру чи зачищати запобіж-

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		69

никиособам, які не мають відповідного доступу.

3. Працювати з несправними блокуючими вимикачами.
4. Працювати з зламаним огородженням.
5. Чистити і змащувати обладнання під час роботи.
6. Залишати обладнання без нагляду.
7. Поправляти садку на вагонетці під час знаходження на ній візка з захватами.

Пожежна безпека

Для забезпечення пожежної безпеки і пожежегасіння, в разі виникнення пожежі, при розробці проекту передбачається під'їзди для пожежних машин до будівель і споруд. На території підприємства передбачено розміщення градирні ємністю 200 м³, як засобу зовнішнього пожежегасіння.

Також передбачається влаштування зручного під'їзду до градирні з площадкою для розвороту пожежних машин.

Розрахункова витрата води для зовнішнього пожежегасіння при розрахунковій кількості пожеж - згідно з БНіП 2.04.02-81, приймається 10л/сек.

Встановлюються світло вказівники для інформації в засобах пожежегасіння, пожежна і димова сигналізація, згідно з БНіП II-2-80.

У виробничих будівлях забезпечуються вільні проїзди у відповідності до норм ГОСТ 12.1.004-76.

Біля виробничих приміщень обладнуються щити, Які зафарбовуються в червоний колір, з вогнегасником на 100 м² приміщення, а також багор, лопата. Біля щита встановлюється ящик з піском.

Згідно з БНіП 3.03.01-87, дерев'яні елементи, що знаходяться у безпосередній близькості до джерел вогню і тепла, просочуються антипіренами.

При посадці зелених насаджень витримуються відстань до листяних порід дерев від будівлі не менше 5 м, від хвойних порід - не менше меж протипожежних відстаней (БНіП II-60-75).

Двері на шляхах евакуації - відкриваються в сторону виходів, в сходишкових маршах виконані самозакриваючимися з ущільненими притворами.

В запроектованому неопалювальному складі готової продукції - передбача-

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		70

ється сухо провідна сітка протипожежного водопроводу, яка заповнюється водою відкриттям засувки з електроприводом від кнопок біля пожежних кранів.

Засувка з електроприводом встановлюється в опалювальному приміщенні - побутових кімнатах підприємства.

В проекті передбачається встановлення пульта пожежної сигналізації типу ППС - 3 в приміщенні прохідної. ППС - 3 дозволяє включати в себе лінії пожежної і охоронної сигналізації, які контролюють приміщення, що відповідають категоріям пожежонебезпеки [19, 23].

Проектування даного підрозділу виконано у відповідності із БНіП 2.04.09- 84 на основі “Инструкции по проектированию установок пожарной сигнализации” ВПСН-61-78 та інших нормативних документів.

Сітка автомобільних доріг з твердим покриттям, пожежні щити і ящики з піском рівномірно розподіляються по всій території заводу згідно нормативів і забезпечують повну і надійну безпеку даного підприємства.

У відповідності з “Указаниями по проектированию и устройству молниезащите зданий и сооружений” СН 355-77 забезпечується захист від прямих ударів блискавки і заносу високих потенціалів. Димові труби захищаються індивідуальними блискавко - приймачами.

Захист від заносу високих потенціалів і статичної електрики здійснюється шляхом приєднання всіх підземних і надземних комунікацій на вводах в будівлю до заземлюючих пристроїв (див.п.6.3.1.).

Для захисту обслуговуючого персоналу від ураження електричним струмом передбачено систему захисного занурення. Заземлюючі пристрої виконуються загальними для електроустановок високої і низької напруги (СН 305-77).

В якості дійсного заземлювача використовуються трубопроводи і металеві конструкції будівель і споруд(включаючи арматуру фундаментів), що мають надійне з'єднання з землею.

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
						71
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

ВИСНОВКИ

Спроектований багатоканальний цифровий індикатор напруги з можливістю підключення різних типів датчиків з аналоговим виходом відзначається широкими функціональними можливостями. Удосконалено та оптимізовано елементну базу пристрою. Розширено діапазон вхідної напруги живлення. Даний пристрій є актуальним і може бути запущений у серійне виробництво. У зв'язку із заміною декількох мікросхем одним мікроконтролером вдалося певною мірою зменшити собівартість пристрою, що в свою чергу знизило шкідливий вплив для навколишнього середовища в процесі виробництва.

Параметри спроектованого пристрою повною мірою відповідають умовам технічного завдання:

- номінальна напруга живлення 9 В (від 8 до 20 В);
- діапазон індикації напруги на кожному каналі 0 – 50 В;
- робоча температура від +10 до + 50 С°;
- наявність чотирьох вхідних каналів;
- діапазон індикації відносної вологості в межах від 0 до 90%;
- діапазон індикації температур в межах від 0 до 99 °С;
- діапазон індикації концентрації CO₂ та деяких інших газів в межах від 0 до 99 ppm*10².

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
						72
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Перелік використаних джерел

1. Газоаналізатори вуглекислого газу (CO₂) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://simvolt.ua/gazoanalzatori-vuglekislogo-gazu-so2/filter/sort_price=ASC/ ;
2. Схема цифрового термометра-терморегулятора [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://radiostorage.net/410-skHEMA-cifrovogo-termometra-termoregulyatora.html> ;
3. David W. Greve. Semiconductor devices and technology [Електронний ресурс] / David W. Greve – Режим доступу до ресурсу: <https://users.ece.cmu.edu/~dwg/personal/sample.pdf>;
4. Кулабухов А.М. Електронні прилади та пристрої. Частина 1. Електричні фільтри і напівпровідникові прилади: Навч. посіб. / А.М. Кулабухов, О.М. Петренко, Ю.М. Чашка. – Д.: РВВ ДНУ, 2008. – 98 с. ;
5. В.В. Макаренко. Цифрова та імпульсна схемотехніка. Моделювання та аналіз / В.В. Макаренко, В.М. Співак. – Київ: НТУУ "КПІ", 2015. – 314 с.;
6. В. В. Гриненко. Пристрої аналогової електроніки: конспект лекцій / укладач В. В. Гриненко. – Суми: Сумський державний університет, 2015. – 272с.;
7. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Основи проектування електронних систем» для студентів напрямку 6.050802 “Електронні пристрої та системи”/ Укл.: к.т.н. доцент Багрій В.В., Кам'янське, ДДТУ, 2015, 79;
8. Схеми цифрових вольтметра та амперметра (CA3162, KP514ID2) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://radiostorage.net/4264-skHemy-samodelnyh-cifrovyyh-voltmetra-i-ampermetra-sa3162-kr514id2.html>;
9. ГОСТ 2.702-2011 Єдина система конструкторської документації (ЕСКД). Правила виконання електричних схем;
10. ГОСТ 2.702-2011 Єдина система конструкторської документації (ЕСКД). Правила виконання електричних схем;

					<i>КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ</i>	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		73

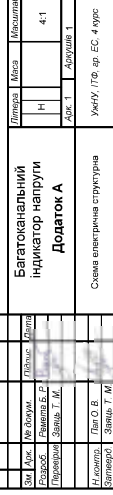
11. ГОСТ 2.728-74 (СТ РЕВ 863-78 і СТ СЕВ 864-78) Єдина система конструкторської документації (ЕСКД). Позначення умовні графічні в схемах;
12. Багрій В.В. Конспект лекцій з дисципліни "Цифрова схемотехніка" для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня зі спеціальностей 171 «Електроніка» та 153 «Мікро-та наносистемна техніка»; / Багрій В.В. , Кам'янське; ДДТУ, 2019 - 238 с.;
13. Колонтаєвський Ю.П., Сосков А.Г. Електроніка і мікросхемотехніка: Підручник. 2-е вид. / За ред. А.Г. Соскова. - К.: Каравела, 2009. – 416 с. -;
14. Болюх В. Ф., Данько В. Г. Основи електроніки і мікропроцесорної техніки: Навч. посібник. – Харків: НТУ «ХП», 2011. – 257 с;
15. Високоомний стрілковий вольтметр [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://varikar.ru/vysokoomnyj-strelochnyj-voltmetr/> ;
16. Квітка С.О., Яковлев В.Ф., Нікітіна О.В. Електроніка та мікросхемотехніка: Навчальний посібник / За ред. проф. В.Ф. Яковлева. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 329 с.;
17. Кузьміна Е.А. Методичні рекомендації до виконання організаційно-економічного розділу дипломного проекту: метод. розробка для студентів інженерних спеціальностей. Ужгород: УЖДУ, 2000. 26 с.;
18. Сенько В. І. Електроніка і мікросхемотехніка: у 4-х томах: навчальний посібник / В. І. Сенько, М. В. Панасенко, Є. В. Сенько та ін.; за ред. В. І. Сенько. – К.: Каравела, 2012. – Том 4. Електроніка. Книга 1. Силова електроніка. – 640 с.;
19. Основи охорони праці: Підручник. 2-ге видання, доповнене та перероблене. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, та ін. — К.: Основа, 2006 — 448;
20. Інтернет магазин радіокомпонентів URL: <https://cutt.ly/awYZpJCP> (дата звернення: 21.11.2023);
21. Дульнев Г.М. Тепло- та масообмін у радіоелектронній апаратурі. - М: Вища школа, 1984 р.;
22. Бутурлакін О.П., Овчаренко В.В., Федак В.В., Методичні рекомендації до виконання розрахунків по оцінці показників надійності радіоелектронної апаратури. Методична розробка для студентів інженерних спеціальностей

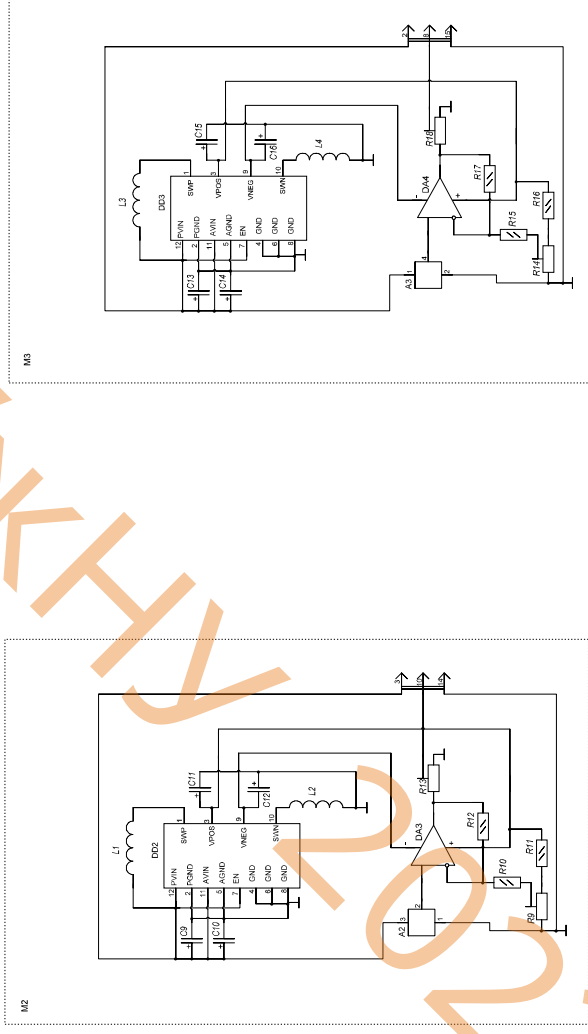
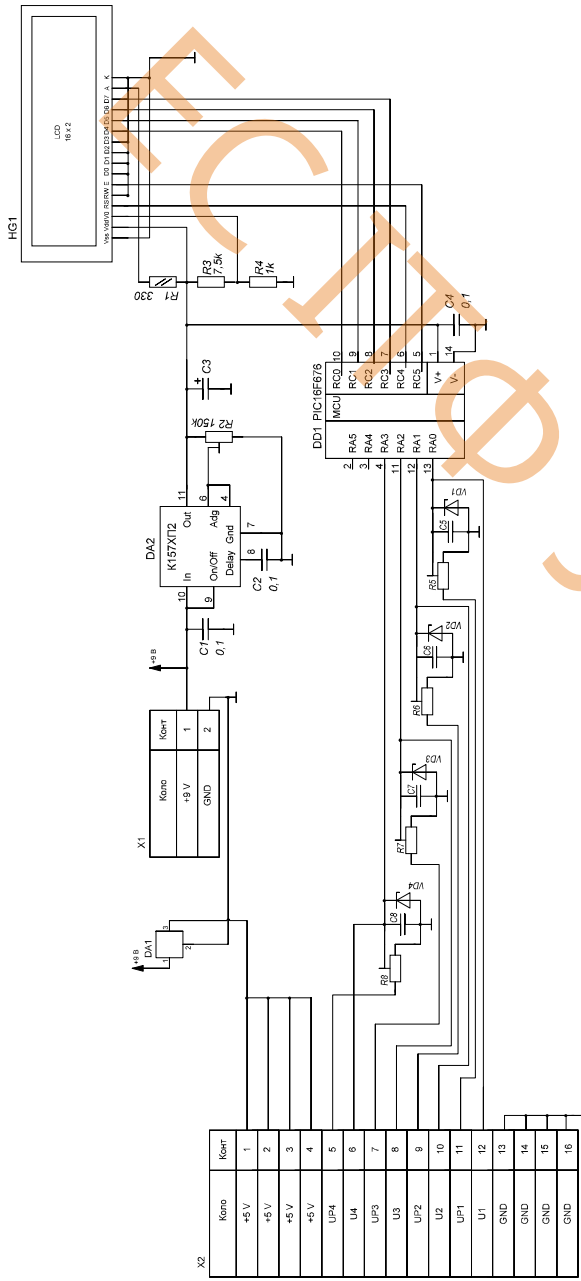
					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		74

тей.УжНУ, 2001,-56 с.;

23. ГОСТ 12.1.007-76. Система стандартів безпеки праці. Шкідливі речовини. Класифікація та загальні вимоги безпеки.
24. Бутурлакін О.П., Овчаренко В.В., Федак В.В., Конструювання друкованих плат. Методичні вказівки до виконання конструкторських розрахунків курсового проекту «Проектування радіоелектронної апаратури». – Ужгород, УжНУ, 2003.
25. Характеристики датчика LM35DZ [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
<https://www.rcscomponents.kiev.ua/datasheets/snis159b-186967.pdf>;
26. Характеристики датчика HIH-4000-001 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
<https://static6.arrow.com/aropdfconversion/5a9cc34e440d70bda92ae4e60a96d7a742df4290/siot-hih4000-series-product-sheet-009017-5-en-ciid-49922.pdf>;
27. Характеристики датчика MH-Z14A [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.winsen-sensor.com/d/files/MH-Z14A.pdf> ;
28. Характеристики операційного підсилювача MC33172DT [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
<https://4donline.ihs.com/images/VipMasterIC/IC/SGST/SGSTS35196/SGSTS35141-1.pdf?hkey=52A5661711E402568146F3353EA87419> ;
29. Характеристики джерела двополярного живлення TPS65133 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
https://www.ti.com/lit/ds/symlink/tps65133.pdf?ts=1702483800299&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.ti.com%252Fproduct%252FTPS65133%252Fpart-details%252FTPS65133DPDR.

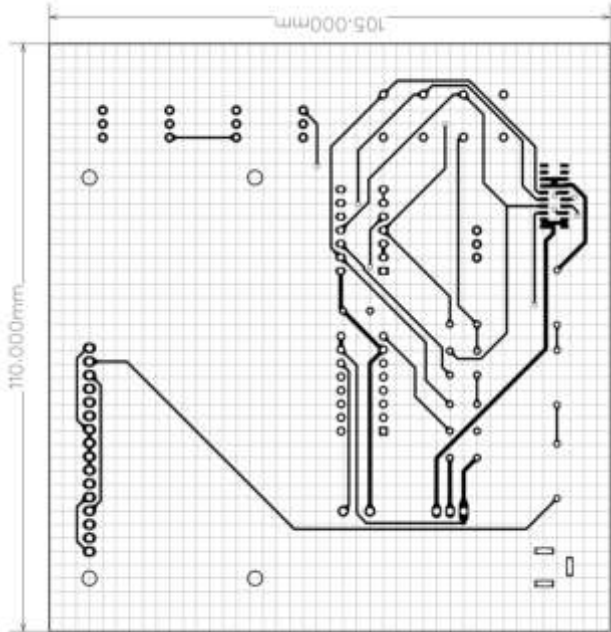
					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЗ	Арк.
						75
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		



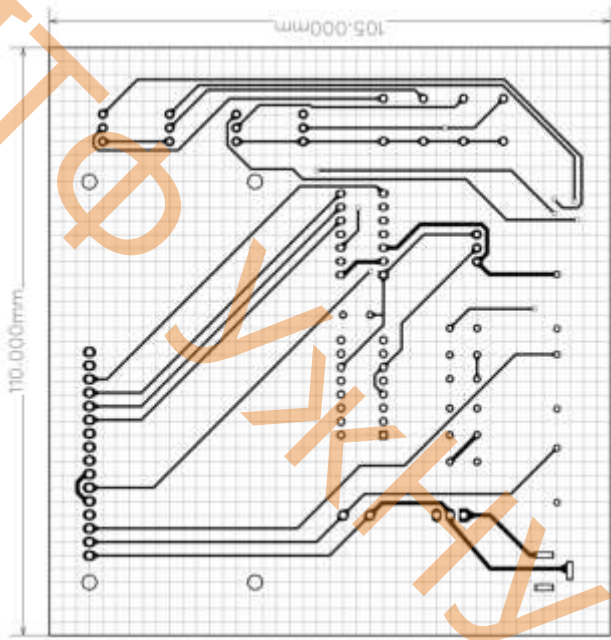


КРМ ЕС-10540096.001.000.ЕЗ		Время	Место	Масштаб
Багажональный индикатор		1:1		
Додаток Б		1:1		
Умну / Тв. пр. 4 курс		Арх. 1	Архив 1	
Схема электрическая принципиальная		Масштаб	Лист 1	Всего 1

Сторона встановлення ЕРЕ

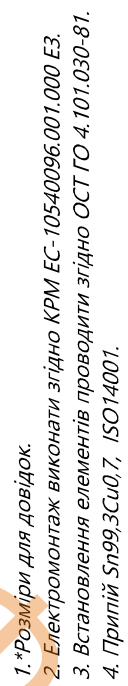


Зворотня сторона плати



1. Плату виконувати комбінованим методом
2. Крок кординатної сітки 2,5 мм.
3. Конфігурацію провідників витримувати по кординаційній сітці.
4. Провідники що умовно позначені суцільними лініями виконувати шириною не менше $0,45 \pm 0,1$ і $0,8 \text{ мм} \pm 0,1$ відповідно, мінімальна відстань між провідниками $0,45 \text{ мм}$.
5. Отвори виконувати діаметром $0,8 + 0,1 \text{ мм}$ з наявністю металізації.
6. Товщина плати $1,5 \text{ мм}$.
7. Провідники покрити сплавом "Розе".
8. Плата повинна відповідати ГОСТ23752-79, загальні технічні вимоги згідно ОСТАГО 070.015.

КРМ ЕС-10540096.001.000 ПД									
Питання		Місце		Місцевість		Багатональний індикатор напруги			
Від. Акт.		№ докум.		Листів		Н		21	
Проектний		Розроб.		Зав. Т. М.		Додаток В		Додаток В	
М. С.		Лист 0.8		Зав. Т. М.		Креслення друкованої плати		Ум. Н. П. Г. Е. С.	
Зав. Т. М.		Зав. Т. М.		Зав. Т. М.		Зав. Т. М.		Зав. Т. М.	

[illegible]

Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка
	<u>Конденсатори</u>		
C1, C2	104KY5U 0,1 мкФ ± 10% ОЖ0.460.172ТУ	2	
C3	EXR220 220 мкФ, 16 В ± 10% ОЖ0.460.172ТУ	1	
C4-C8	104KY5U 0,1 мкФ ± 10% ОЖ0.460.172ТУ	5	
C8, C10, C11	TECAP, 10 мкФ, 10 В, тип А, 10% ОЖ0.460.172ТУ	3	
C13, C15, C16	TECAP, 10 мкФ, 10 В, тип А, 10% ОЖ0.460.172ТУ	3	
C9, C13	K10-17Б-Н20 100 нФ ± 10% ОЖ0.460.172ТУ	2	
	<u>Резистори</u>		
R1	VO CR1/4W, 330 Ом, 1% ОЖ0 468045 ТУ	1	
R2	VTR-A-3296W, 150 кОм ±5%, ОЖ0.468.560 ТУ	1	
R3	VO CR1/4W, 7,5 кОм, 1% ОЖ0 468045 ТУ	1	
R4	VO CR1/4W, 1 кОм, 1% ОЖ0 468045 ТУ	1	
R5-R8	VTR-A-3296W, 1 МОм ±5%, ОЖ0.468.560 ТУ	4	
R9, R14	3266W-1-102LF, 1 кОм, ОЖ0.468.560 ТУ	2	
R10, R15	RI0603L1002FT, 10 кОм 1%	2	
R11, R16	RI0603L1002FT, 4 кОм 1%	2	
R12, R17	RI0603L1002FT, 100 кОм 1%	2	
R13, R18	3006P-1-203LF, 20 кОм, ОЖ0.468.560 ТУ	2	
	<u>Мікросхеми</u>		
DD1	PIC16F676	1	
DA1	LM7805	1	
DA2	K157ХП2, 6К0.348.412-06ТУ	1	
DD6, DD7	TPS65133	2	
	<u>Котушки індуктивності</u>		
L1 - L4	B82432-A1472-K, 4.7 мкГн, 1812, 10%	4	

					КРМ ЕС-10540096.001.000 ПЕ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Багатоканальний індикатор напруги Додаток Д Перелік елементів	Літера	Аркуш	Аркушів	
Розроб.	Ремета Б. Р.					Н	1	2	
Перевірів	Заяць Т. М.								
Н.контр.	Пал О. В.								
Затверд.	Заяць Т. М.								
						УжНУ, ІТФ, гр. ЕС, 2 курс, маг.			

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Додаток І

Завідувачу кафедри ЕС ІТФ ДНВЗ УжНУ

Тарасу Заяць

Студента (-ки) II курсу
спеціальності 171 Електроніка
Ремета Б. Р.
(прізвище, ініціали)

ЗАЯВА

щодо самостійного виконання
навчальної/кваліфікаційної роботи здобувачем освіти

Я, Ремета Богдан Русланович
(прізвище, ім'я, по батькові),

Студент(-ка) денної форми навчання, ІТФ, II курсу магі.
(форма навчання, факультет, курс)

заявляю: моя письмова робота на тему: Багатоканальний
індикатор напруги

виконана самостійно і в ній не міститься елементів плагіату.

Всі запозичення з друкованих та електронних джерел, а також із захищених раніше робіт мають відповідні посилання. Я ознайомлений(а) з діючим Положенням, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску навчальної/кваліфікаційної роботи до захисту та притягнення до академічної відповідальності.

15 грудня 2023р.
Дата

Ремета
Підпис

Додаток 2.

ДОВІДКА
про результати перевірки на унікальність
кваліфікаційної, навчальної (курсової) роботи

Автор роботи	Гашета Ігордан Русланович
Назва роботи	Телематичний індикатор напруги
Спеціальність	171 Електроніка
Курс	II магі.
Факультет	ІТФ
Кафедра	Електронних систем
Керівник роботи	Зайцев Іларіас Михайлович
Роботу перевірено в програмі	Unicheck
Додано до бази даних	15.12.2023
Ідентифікаційний номер роботи	1016008232
Результати перевірки	
Показник унікальності тексту через перевірку роботи у внутрішній базі кафедри ЕС ІТФ ДНВЗ УжНУ	
Показник унікальності тексту в мережі Інтернет	91,52%

Відповідальна особа/
Науковий керівник роботи

Зайцев Іл. М.
(прізвище, ініціали)

15 грудня 2023 р.
Дата

Підпис

Ім'я користувача:
приховано налаштуваннями конфіденційності

ID перевірки:
1016008232

Дата перевірки:
15.12.2023 11:02:08 EET

Тип перевірки:
Doc vs Internet

Дата звіту:
18.12.2023 10:57:46 EET

ID користувача:
100006217

Назва документа: 2023_KPM_Ремета_Богдан_Русланович

Кількість сторінок: 39 Кількість слів: 10972 Кількість символів: 65374 Розмір файлу: 10.87 MB ID файлу: 1015693546

Виявлено модифікації тексту (можуть впливати на відсоток схожості)

8.48%
Схожість

Найбільша схожість: 6.33% з Інтернет-джерелом (<https://www.uzhnu.edu.ua/en/infocentre/get/48052>)

8.48% Джерела з Інтернету

138

Сторінка 41

Пошук збігів з Бібліотекою не проводився

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0%
Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи

49

Підозріле форматування

27
сторінок

СЕРТИФІКАТ

Виданий 22.10.2023

засвідчує, що

Ремета Богдан Русланович

пройшов/-ла курс підвищення кваліфікації за видом «онлайн-курс»

«Академічна доброчесність»

[тривалість 4 години / 0,15 кредиту ЄКТС].

та отримав/-ла навички з формування культури академічної доброчесності.



Тарас Тимочко,
координатор Проекту сприяння академічній
доброчесності в Україні (SAIUP), Американські Ради з
міжнародної освіти



дата.

*Сертифікат у базі проєкту EdEra <https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/ed-era/cert/c8b1116891084860903456aab7c8bc51/valid.html>

CERTIFICATE

is awarded to

Remeta Bohdan

for being an active participant in

I International Scientific and Practical Conference

**“SCIENCE AND SOCIETY: MODERN
TRENDS IN A CHANGING WORLD”**

24 Hours of Participation

(0,8 ECTS credits)

VIENNA

18-20 December 2023

sci-conf.com.ua

