

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавра

(назва освітнього ступеня)

на тему: Кімнатний монітор мікроклімата

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи РАс-41

спеціальності 172 Електронні комунікації та

радіотехніка

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Салітринський М. О.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Хвостівська Л. В.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Марценюк А. С.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Дунець В. Л.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра радіотехнічних систем
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

(підпис) (прізвище та ініціали)
« » 20__ р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 172 Електронні комунікації та радіотехніка
(шифр і назва спеціальності)

студенту Салітринському Максиму Орестовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Кімнатний монітор мікроклімата

Керівник роботи Хвостівська Лілія Володимирівна
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «__» _____ 20__ року № _____.

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи напруга живлення: 5 В, струм споживання: 0,3 А, діапазон вимірювання температури: -40...+80 °С, діапазон вимірювання вологості: 0-100 %, діапазон виміру атмосферного тиску: 300-1100 гПа.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
Вступ, аналіз технічного завдання, розробка структурної схеми, розрахунок окремих вузлів схеми електричної принципової, вибір елементної бази, компоновка вузла, САПР, охорона праці та життєдіяльності, висновок і список використаних джерел

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
Схема структурна, схема електрична принципова, креслення друкованої плати, креслення друкованого вузла..

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>			

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Розробка та затвердження технічного завдання</i>		
2	<i>Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних матеріалів, необхідних для виконання роботи</i>		
3	<i>Розробка структурної схеми</i>		
4	<i>Розробка схеми електричної принципової приладу</i>		
5	<i>Розрахунок основних вузлів у схемі приладу</i>		
6	<i>Вибір компонентної бази</i>		
7	<i>Компоновка друкованого вузла вимірювача</i>		
8	<i>Створення допоміжної документації</i>		
9	<i>Розділ безпеки життєдіяльності, основи охорони праці</i>		
10	<i>Нормоконтроль</i>		
11	<i>Перевірка роботи на антиплагіат</i>		
12	<i>Попередній захист КР</i>		
13	<i>Захист КР</i>		

Студент

_____ (підпис)

Салітринський М. О.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Хвостівська Л. В.

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кімнатний монітор мікроклімата // ТНТУ, факультет ФПТ, група РАС-41. // Тернопіль, 2024 р. //с.-65, рис.-48, табл.-21.

Ключові слова: МОНІТОР , SMD, МІКРОКЛІМАТ.

У рамках кваліфікаційного проекту було створено внутрішній контролер мікроклімату. Процес розробки включав створення схематичної діаграми та відбір необхідних компонентів для побудови електричної схеми з використанням повного каталогу деталей. Була розроблена та виготовлена друкована плата, і для кожного елемента були визначені технічні характеристики. Проведено детальний аналіз кожного блоку системи, включаючи розрахунки для стабілізатора. Окремий розділ присвячено використанню програм для автоматизованого проектування, зокрема для розробки схем та складальних одиниць. Розділ з охорони праці містить огляд заходів безпеки та охорони здоров'я під час виконання проектних завдань.

ABSTRACT

Room Microclimate Monitor // Ternopil National Technical University, Faculty of FPT, Group PAc-41. // Ternopil, 2024. // p. 65, fig. 48, tab. 21.

Keywords: MONITOR, SMD, MICROCLIMATE.

Within the framework of the qualification project, an internal microclimate controller was developed. The development process included creating a schematic diagram and selecting necessary components for constructing the electrical circuit using a complete parts catalog. A printed circuit board was designed and manufactured, with technical specifications defined for each component. Detailed analysis of each system block was conducted, including calculations for the stabilizer. A separate section focused on the use of software for automated design, particularly for schematic and assembly units development. The section on occupational safety provided an overview of safety and health measures during project execution.

ЗМІСТ

Вступ	5
1 Основна частина	6
1.1 Аналіз технічного завдання	6
1.2 Розробка структурної схеми багатофункціонального частотоміра	11
1.3 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми пристрою	11
1.4 Вибір і обґрунтування компонентної бази	17
1.5 Компоновка друкованого вузла пристрою	32
1.6 Висновки до розділу 1	38
2 Спеціальна частина (САПР)	40
2.1 Опис створення друкованої плати	40
2.2. Проектування друкованої плати в Altium Designer	50
2.3 Висновок до розділу 2	53
3 Охорона праці та безпека життєдіяльності	53
3.1 Стихійні лиха та їх класифікація	55
3.2 Заходи щодо захисту установки від короткого замикання	57
Висновки	62
Список використаних джерел	63
ДОДАТКИ	57

					<i>СМО 2.899.001 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.м.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Кімнатний монітор мікроклімата Пояснювальна записка</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Архів</i>
<i>Розроб.</i>	<i>Салітонський М.</i>						<i>4</i>	<i>57</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Хвостівська Л. В.</i>					<i>ТНТУ, ФПТ каф. РТ гр. РАС-41</i>		
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>	<i>Марценюк А. С.</i>							
<i>Затверд.</i>	<i>Дінець В. Л.</i>							

Вступ

Кімнатний монітор мікроклімату — це електронний пристрій, який використовується для спостереження та контролю рівня вологості, температури та якості повітря всередині приміщень. Він допомагає створити комфортні та здорові умови для проживання чи роботи, вимірюючи:

Температуру повітря. Зазвичай вимірюється в градусах Цельсія (°C) або Фаренгейта (°F).

Відносну вологість. Вказує на відсоток вологи у повітрі відносно максимально можливої при даній температурі, вимірюється у відсотках (%).

Концентрацію вуглекислого газу (CO₂). Вимірюється в частках на мільйон (ppm) і є індикатором якості повітря.

Додаткові функції можуть включати вимірювання рівня забруднення повітря, наявність шкідливих газів, а також можливість зв'язку з іншими пристроями через Wi-Fi або Bluetooth для дистанційного моніторингу та управління. Ці пристрої корисні для людей з алергією, астмою, а також для підтримки оптимального мікроклімату в дитячих кімнатах, спальнях, офісах та інших житлових просторах.

					<i>СМО 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

1.1 Аналіз технічного завдання

Аналіз технічного завдання для кімнатного монітора мікроклімату включає визначення основних вимог до системи, таких як точність вимірювань, діапазон робочих температур, вологості, а також вимоги до інтерфейсу користувача та можливостей інтеграції з іншими пристроями.

Ось основні етапи аналізу.

Визначення функціональних вимог. які параметри мікроклімату потрібно моніторити (температура, вологість, CO₂ тощо).

Вибір датчиків. вибір оптимальних датчиків для вимірювання необхідних параметрів.

Розробка алгоритму роботи. створення алгоритму, який буде обробляти дані з датчиків.

Інтерфейс користувача. розробка зручного інтерфейсу для відображення даних.

Тестування та оптимізація. перевірка працездатності системи та її оптимізація для точних вимірювань.

Монітори мікроклімату, які вже існують на ринку:

Монітор мікроклімату TENMARS ST-502 [25]

Опис: Монітор призначений для вимірювання таких параметрів мікроклімату:

Вміст двоокису вуглецю (CO₂) в повітрі.

Відносна вологість повітря.

Температура повітря.

Технічні характеристики:

Вимірювальний діапазон CO₂: 0-5000 ppm.

					<i>СМО 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Вимірювальний діапазон вологості: 0-100% RH.

Вимірювальний діапазон температури: -10°C до +60°C.

Живлення: 4 батарейки типу АА.



Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд TENMARS ST-502

Монітор мікроклімату AZ-7729 [26]

Широко використовується для моніторингу основних параметрів мікроклімату в різних приміщеннях.

Особливості:

Вимірює CO₂, відносну вологість та температуру.

Підходить для житлових кімнат, офісів, торгових центрів та інших приміщень.

					СМО 2.899.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7



Рисунок 1.2 – Зовнішній вигляд AZ-7729

Монітор мікроклімату Testo 160 IAQ [27]

Цей монітор призначений для вимірювання CO₂, відносної вологості та температури.

Має можливість зберігання даних та передачі їх через Wi-Fi.

Додатково вимірює освітленість та звуковий рівень.



Рисунок 1.3 – Зовнішній вигляд Testo 160 IAQ

					<i>СМО 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Монітор мікроклімату Elgato Eve Room [28]

Призначений для вимірювання CO₂, відносної вологості та температури.

Працює з додатком на смартфоні.



Рисунок 1.4 – Зовнішній вигляд Elgato Eve Room

1.1.1 Обґрунтування актуальності роботи

Актуальність розробки кімнатного монітора мікроклімата полягає у зростаючій потребі контролювати та покращувати умови проживання та роботи в приміщеннях. Ось декілька ключових аспектів, які підкреслюють важливість такого пристрою.

Здоров'я та комфорт. підтримання оптимального мікроклімату важливе для здоров'я людей, особливо в умовах, коли більшість часу проводиться в закритих просторах.

					СМО 2.899.001 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Енергоефективність. моніторинг мікроклімату дозволяє ефективно керувати системами опалення та кондиціонування, знижуючи витрати енергії.

Інтеграція з розумним будинком. кімнатний монітор може бути інтегрований з іншими пристроями розумного будинку для автоматизації процесів управління мікрокліматом.

Дистанційний моніторинг. можливість віддаленого спостереження за станом мікроклімату через мобільні додатки або веб-інтерфейси.

Профілактика пошкоджень. відстеження рівня вологості може допомогти уникнути пошкоджень від цвілі та грибка.

Таким чином, кімнатний монітор мікроклімата є актуальним інструментом для підвищення якості життя та забезпечення сталого використання ресурсів.

1.1.2 Аналіз інформації

Проектований виріб призначений для вимірювання та відображення параметрів мікроклімату в кімнаті, таких як температура, вологість, тиск, рівень CO₂ та інші.

Область застосування проектного виробу - це житлові та офісні приміщення, де важливо підтримувати оптимальні умови для комфорту та здоров'я людей.

Технічні параметри даного виробу:

- напруга живлення:5 В;
- струм споживання:0,3А;
- діапазон вимірювання температури:-40...+80°C;
- діапазон вимірювання вологості:0-100%;
- діапазон виміру атмосферного тиску:300-1100гПа;
- габаритні розміри:150x100x40 мм.

					<i>СМО 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

1.2 Розробка структурної схеми кімнатного монітору мікроклімату

Структурна схема кімнатного монітору мікроклімату складається з наступних блоків.

Джерело живлення 5В та резервне джерело живлення забезпечують прилад напругою в 5В яка надходить на стабілізатор, який забезпечує усі прилади напругою 3.3В.

Мікроконтролер здійснює усі обчислювальні операції необхідні для функціонування приладу.

Блок налаштувань відповідає за налаштування режимів роботи користувачем.

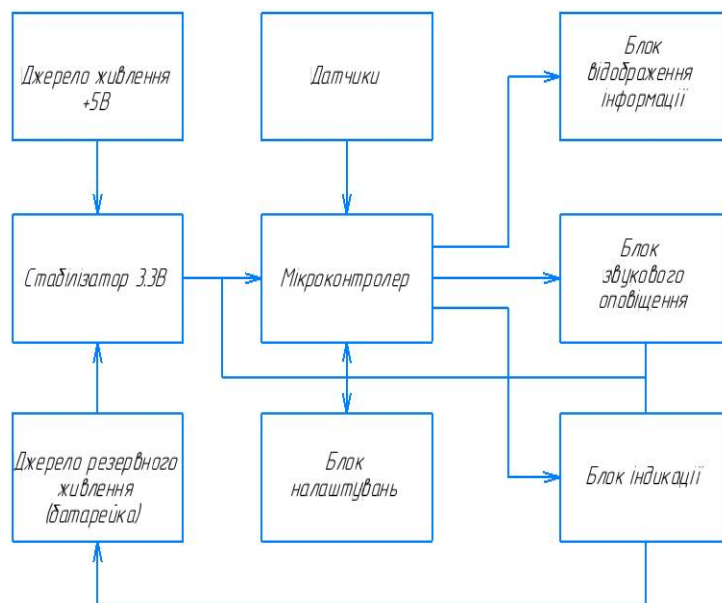


Рисунок 1.5 – Структурна схема кімнатного монітору мікроклімату

1.3 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми кімнатного монітору мікроклімату

Ключовим елементом кімнатного монітору мікроклімату є мікроконтролер (DD1), він здійснює усі операції з керування пристроєм,

аналізує покази датчиків та в залежності від записаних в програмі задач або користувацьких налаштувань виконує певні дії. Датчики (BB1-BB3) знімають покази середовища в приміщенні (рівень CO2 - BB2, атмосферний тиск - BB1, вологість, температура - BB3). Кнопками SB1-SB4 можна змінювати параметри роботи пристрою. На елементах DA1, C1-C3 R1, R5, R6, HL1-HL2, реалізовано блок зарядки для акумулятора 5В який здійснює живлення пристрою та підключається до роз'єму (XS3). Світлодіоди сигналізують про стан роботи приладу. HL1 - індикуює про подачу живлення для зарядки від зовнішнього БЖ. HL2 - індикуює про початок зарядки акумулятора. HL3 - попереджає про необхідність провітрювання приміщення. Стабілізатор DA2 здійснює перетворення напруги +5В в +3.3В. Для виведення детальної інформації про стан мікроклімату застосовується дисплей HG1.

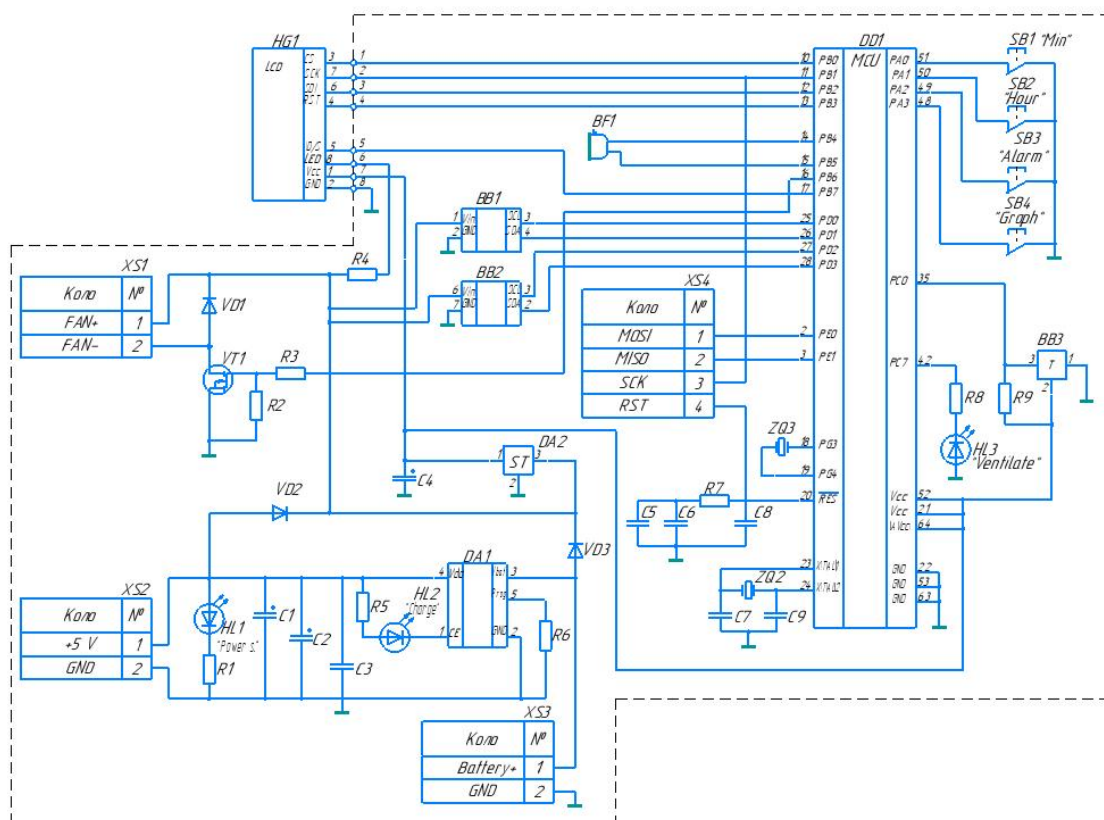


Рисунок 1.6 – Схема електрична принципова кімнатного монітору мікроклімата

Розрахунок стабілізатора

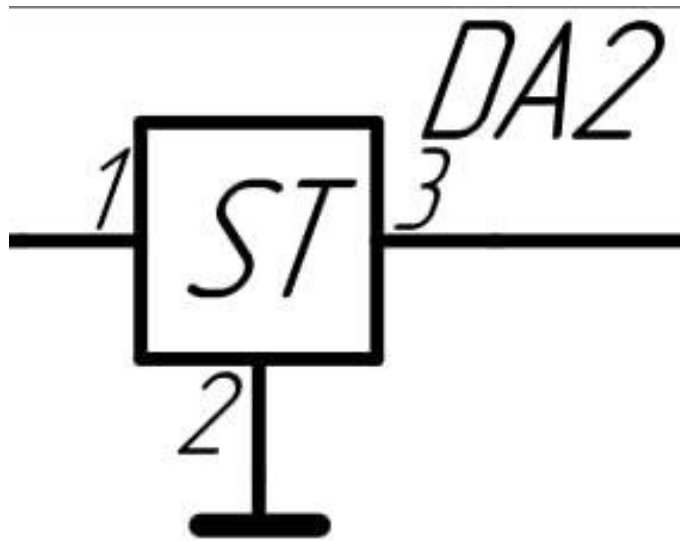


Рисунок 1.7 – Стабілізатор із схеми ЕЗ

Під час розробки регулятора напруги, що оперує на основі інтегрованих схем (ІС) із заданим рівнем вихідної напруги, критично важливо підібрати ІС, яка збігається з необхідними характеристиками, а також оцінити її придатність для використання з урахуванням напруги та лімітів теплового розсіювання у конкретних умовах експлуатації. Стосовно напруги, потрібно дотримуватися наступних критеріїв:

$$U_{\text{вх max}} < U_{\text{вх max доп}} \quad (1.1)$$

де $U_{\text{вх max доп}}$ - визначається як максимально можлива вхідна напруга, яку інтегрована схема (ІС) може безпечно витримати;

$$U_{\text{вх min}} - U_{\text{вих}} > U_{\text{ІМС min}} \quad (1.2)$$

Оскільки:

					<i>СМО 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

$$U_{\text{вх max}} = 3,3 \text{ В} < 20 \text{ В} = U_{\text{вх max доп}} , \quad (1.3)$$

$$20 - 3,3 = 16,7 \text{ В} > 2,5 \text{ В} = U_{\text{IMC min}}$$

Відповідно до вимог проекту, ця інтегрована схема (IC) є придатною за параметрами напруги. Оцінка придатності з точки зору потужності передбачає аналіз, враховуючи її навантажувальний струм, який є:

$$I_{\text{H}} = P_{\text{H}} / U_{\text{вих}} = 0,5 / 3,3 = 0,15 \text{ А} \quad (1.4)$$

Тоді максимальне значення втрати напруги на цій інтегрованій схемі (IC) буде:

$$\Delta U = U_{\text{вх max}} - U_{\text{вих}} = 20 - 3,3 = 16,7 \text{ В} \quad (1.5)$$

Потужність розсіювання :

$$P_{\text{IMC}} = \Delta U \cdot I_{\text{H}} = 16,7 \cdot 0,15 = 25 \text{ Вт} \quad (1.6)$$

Оскільки: $P_{\text{IMC}} = 25 \text{ Вт} < 30 \text{ Вт}$

У цій ситуації, інтегрована схема (IC) є придатною для застосування без необхідності встановлення додаткових засобів для відведення тепла.

Розрахунок транзисторного ключа

Транзистор VT1 - це N-канальний полевий транзистор. Вибір транзистора залежить від потужності, яку споживає навантаження, та величини напруги для управління. Також важливо враховувати опір відкритого каналу для зменшення падіння напруги і нагрівання транзистора.

					<i>СМО 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Резистор R3 виконує роль обмеження струму, необхідну для того, щоб уникнути того, щоб затвор спожив більше струму при відкритті і не виходив з ладу. Його опір можна змінювати від 30 до 300 Ом. Тому:

$$R3 = 30...300 = 295 \text{ Ом} \quad (1.7)$$

Так як в ряду E24 нема такого резистора, ми підбираємо найбільш подібний: $R3 = 295$, даний резистор цілком задовільняє умову схеми.

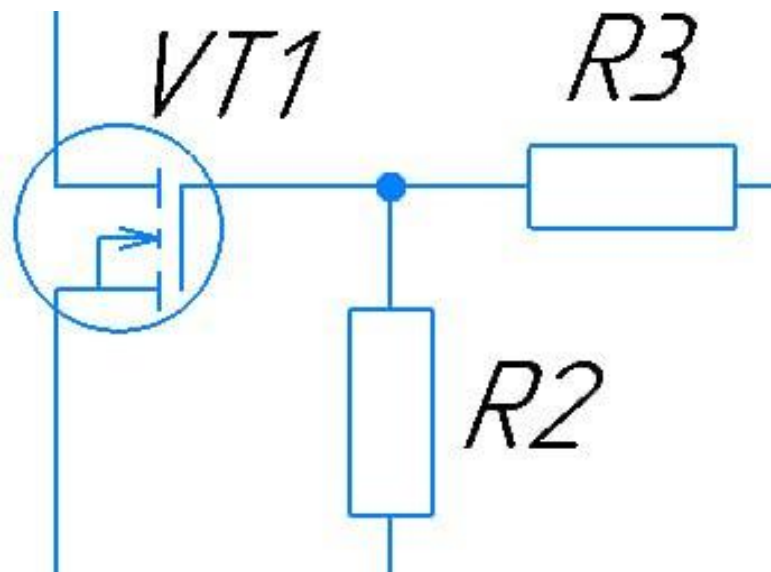


Рисунок 1.8 – Каскад транзисторного ключа

Резистор R2 "тягне" затвор до стоку, забезпечуючи однаковий потенціал у моменти, коли на затворі немає напруги. Якщо його відсутність, затвор "висить в повітрі" і транзистор не може гарантовано закритися. Значення резистора R2 було розраховано в спеціальній програмі, за для коректної роботи з R3 і польовим транзистором.

Розрахунок струмознижувального резистора для світлодіода

Для розрахунку струмознижувального резистора для світлодіода потрібно врахувати кілька ключових параметрів: напругу живлення,

напругу на світлодіоді, та бажаний струм, який потрібно подати на світлодіод.

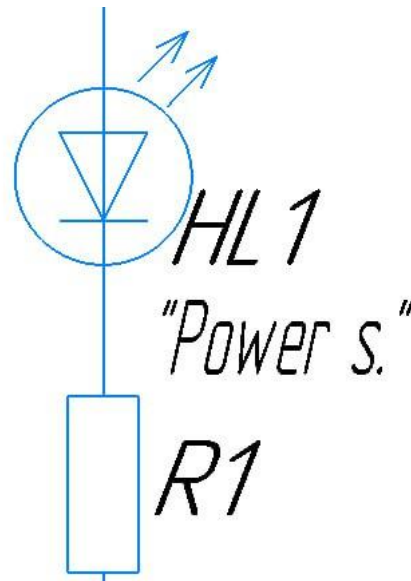


Рисунок 1.9 – Каскад індикації

Нехай ми маємо наступні дані:

Напруга живлення = 5 В ($U_{ж}$);

Напруга на світлодіоді = 3 В ($U_{св}$);

Бажаний струм світлодіода = 2,3 мА ($I_{св}$).

Тоді резистор можна розрахувати за формулою:

$$R1 = \frac{U_{ж} - U_{св}}{I_{св}} = \frac{5 - 3,3}{0,0023} = 739 \text{ Ом}$$

По ряду E24 резистор дорівнює: $R1 = 750 \text{ Ом}$

Таким чином, потрібно підібрати резистор з опором 750 Ом, щоб забезпечити той струм, який потрібний для світлодіода при заданій напрузі живлення та напрузі на світлодіоді.

Цей резистор обмежить струм, який подається на світлодіод, і захистить його від можливих пошкоджень внаслідок перевищення струму.

1.4 Вибір і обґрунтування компонентної бази

Для створення кімнатного монітору мікроклімата важливо вибрати компоненти, які забезпечать точність, надійність та зручність у використанні. Ось декілька ключових компонентів, які можуть бути використані:

Датчики якості повітря: Недисперсійні інфрачервоні датчики для вимірювання рівня CO₂.

Температурні датчики: Термістори або термопари для точного вимірювання температури.

Датчики вологості: Капацитивні датчики для визначення відносної вологості повітря.

Мікроконтролери: Для обробки даних від датчиків та управління пристроєм.

Дисплей: РК-дисплей для відображення інформації про мікроклімат.

Інтерфейси зв'язку: USB або бездротові модулі для передачі даних.

Таблиця 1.1 – Контролер заряду LTC4054 [2]

Назва та тип компонента	Контролер заряду LTC4054	
Позиційне позначення	DA1	
Виробник	LINEAR TECHNOLOGY	
Критерії вибору	Напруга живлення відповідає завданню	
Параметри конструкції	TSOT23-5, див. рисунок 1.4	
Параметри та характеристики		
Струм заряду	800 мА	
Напруга живлення	4,3 ... 6В	
Попередня напруга заряду	4,2 В	
Точність установки напруги заряду	1%	

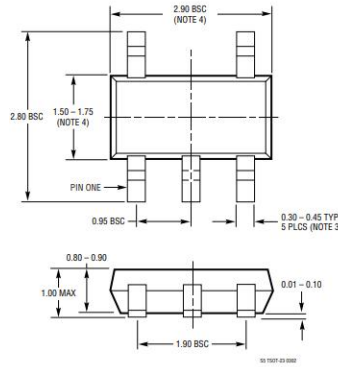


Рисунок 1.4 – Габаритні розміри контролера заряду LTC4054

Таблиця 1.2 – Мікроконтролер ATMEGA128A-AU [3]

Назва та тип компонента	Мікроконтролер ATMEGA128A-AU	
Позиційне позначення	DD1	
Виробник	MICROCHIP TECHNOLOGY	
Критерії вибору	Напруга живлення, об'єм Flash - пам'яті, інтерфейс	
Параметри конструкції	TQFP64, див. рисунок 1.5	
Параметри та характеристики		
Напруга живлення	2,7...5,5 В	
Об'єм Flash - пам'яті	128 кБ	
Тактова частота	16 МГц	
Кіл-ть каналів ШІМ	7	
Інтерфейс	I2C, JTAG, SPI, UART x2	

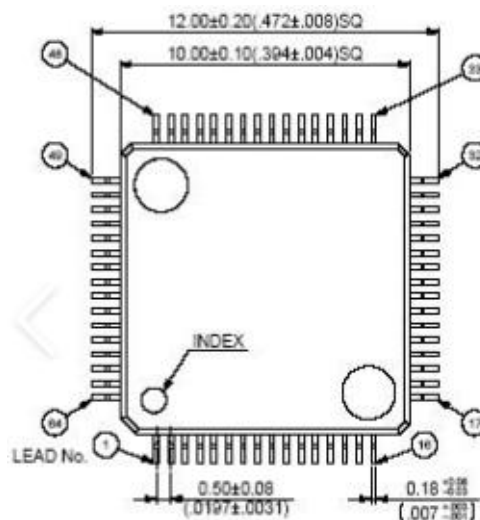


Рисунок 1.5 – Габаритні розміри мікроконтролера ATMEGA128A-AU

Таблиця 1.3 – Стабілізатор LM1117IMPX-3.3/NOPB [4]

Назва та тип компонента	Стабілізатор LM1117IMPX-3.3/NOPB	
Позиційне позначення	DA2	
Виробник	Texas Instruments	
Критерії вибору	Вихідна напруга, максимальний вихідний струм, полярність	
Параметри конструкції	SOT223, див. рисунок 1.6	
Параметри та характеристики		
Вихідна напруга		3,3 В
Максимальний вихідний струм		0,8 А
Пряме падіння напруги		1,3 В
Робоча температура		-40..+125 °С
Максимальна вхідна напруга		20 В
Полярність напруги		“+”

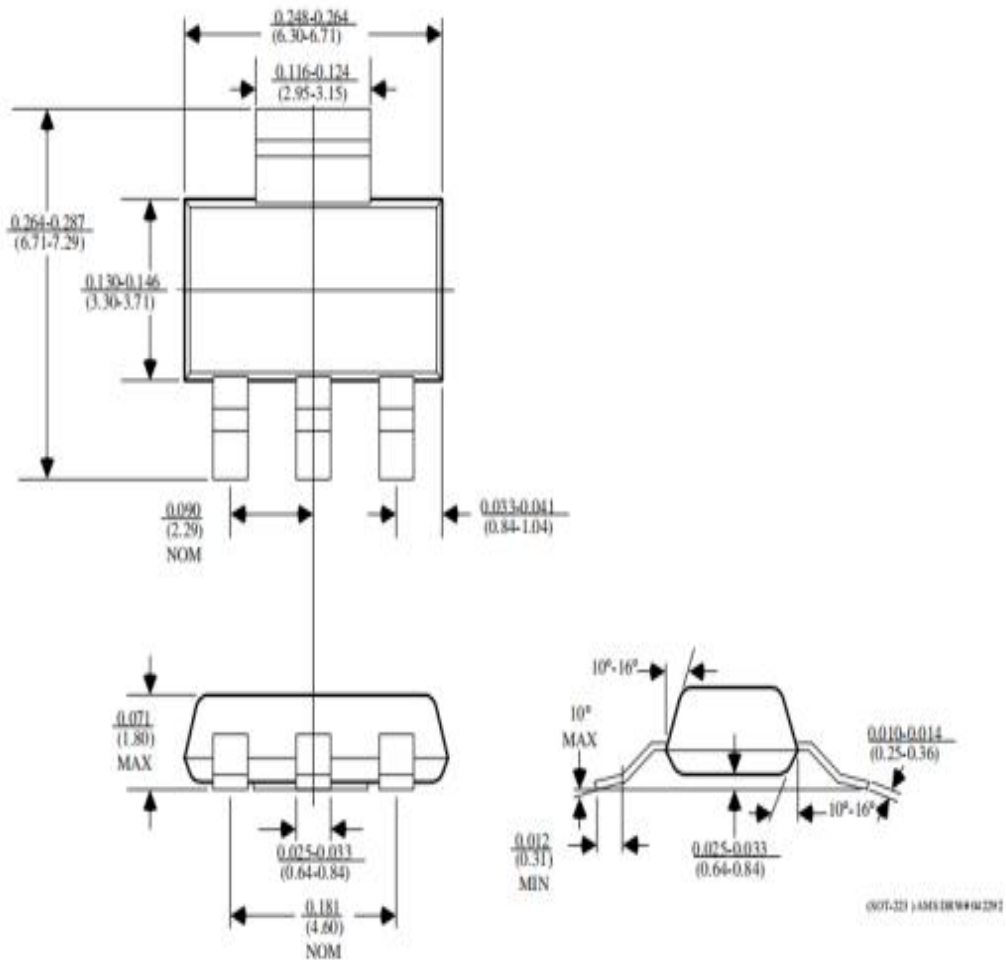


Рисунок 1.6 – Габаритні розміри стабілізатора LM1117IMPX-3.3/NOPB

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СМО 2.899.001 ПЗ

Арк.

19

Таблиця 1.4 – Керамічні конденсатори CL21 [5]

Назва та тип компонента	Керамічні конденсатори постійні CL21	
Позиційне позначення	C3, C7, C5-C9	
Виробник	SAMSUNG	
Критерії вибору	відповідність електричних параметрів режиму роботи; виконання SMD; типорозмір 0805	
Параметри конструкції	0805, див. рисунок 1.7	
Параметри та характеристики		
Допуск номіналу	10%	
Тип діелектрика	X7R	
Робоча температура	-55..+125	
Робоча напруга	25 В	

Таблиця 1.5 – Резистори RC0805 [6]

Назва та тип компонента	Резистори загального призначення товстошліткові RC0805
Позиційне позначення	R1-R9
Виробник	YAGEO
Критерії вибору	Достатня точність, потужність розсіювання, типорозмір 0805
Параметри конструкції	0805, див. рисунок 1.7
Параметри та характеристики	
Допуск номіналу	5%
Максимальна потужність	0,25Вт
Робоча температура	-55..+155
Робоча напруга	200 В
Серія	RC0805

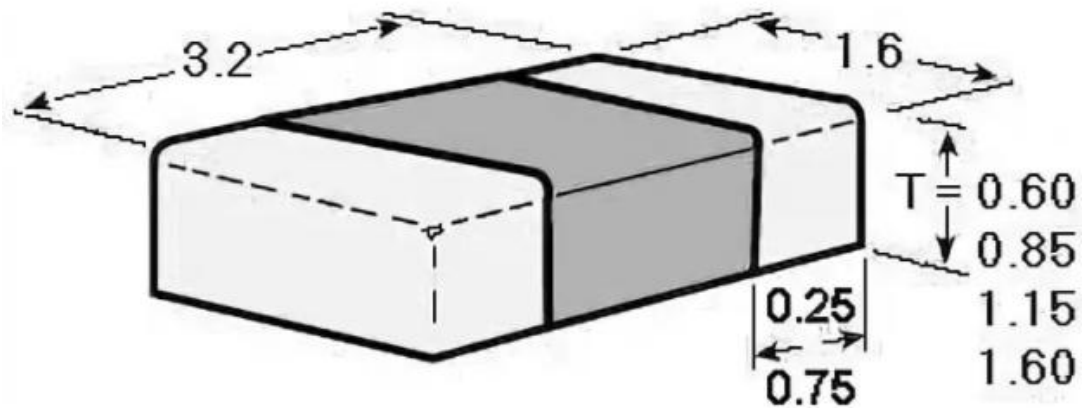


Рисунок 1.7 – Габаритні розміри корпусу 0805

Таблиця 1.6 – Електролітичні конденсатори EEEF [7]

Назва та тип компонента	Електролітичні конденсатори EEEF	
Позиційне позначення	C1-C2, C4	
Виробник	Panasonic	
Критерії вибору	відповідність електричних параметрів режиму роботи; виконання SMD	
Параметри конструкції	Типорозмір D , див. рисунок 1.8	
Параметри та характеристики		
Робоча напруга		50 В
Допуск номіналу		±20%
Робоча напруга		25 В
Робоча температура		-55+105 °С
Діаметр корпусу		4 мм

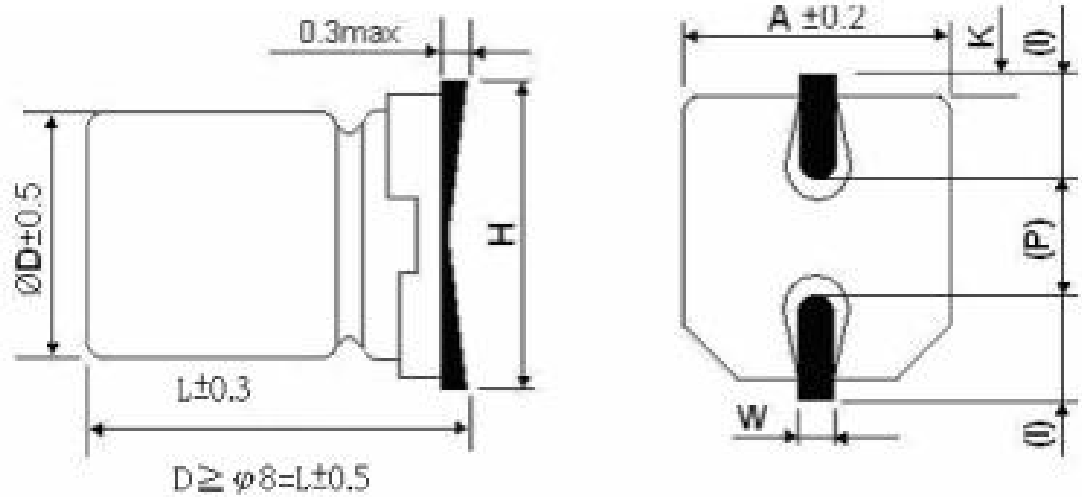


Рисунок 1.8 – Габаритні розміри електролітичних конденсаторів

Габаритні розміри електролітичних конденсаторів :

- A:6,6 мм;
- H:4 мм;
- I:2,6 мм;
- C:11,7 мм;
- W:0,65 мм;
- D:5,8 мм;
- L:5,4мм.

Таблиця 1.7 – Модуль ВМР180 [8]

Назва та тип компонента	Модуль ВМР180	
Позиційне позначення	ВВ1	
Виробник	BOSCH	
Критерії вибору	Максимальний вимірюваний тиск, напруга живлення, тип виміру тиску	
Параметри конструкції	див. рисунок 1.9	
Параметри та характеристики		
Максимальний вимірюваний тиск	110 кПа	
Максимальний допустимий тиск	1000 кПа	
Похибка вимірювання	2	
Робоча температура	-40..+85 °С	
Напруга живлення	1,62..3,6 В	
Тип виміру тиску	абсолютне	

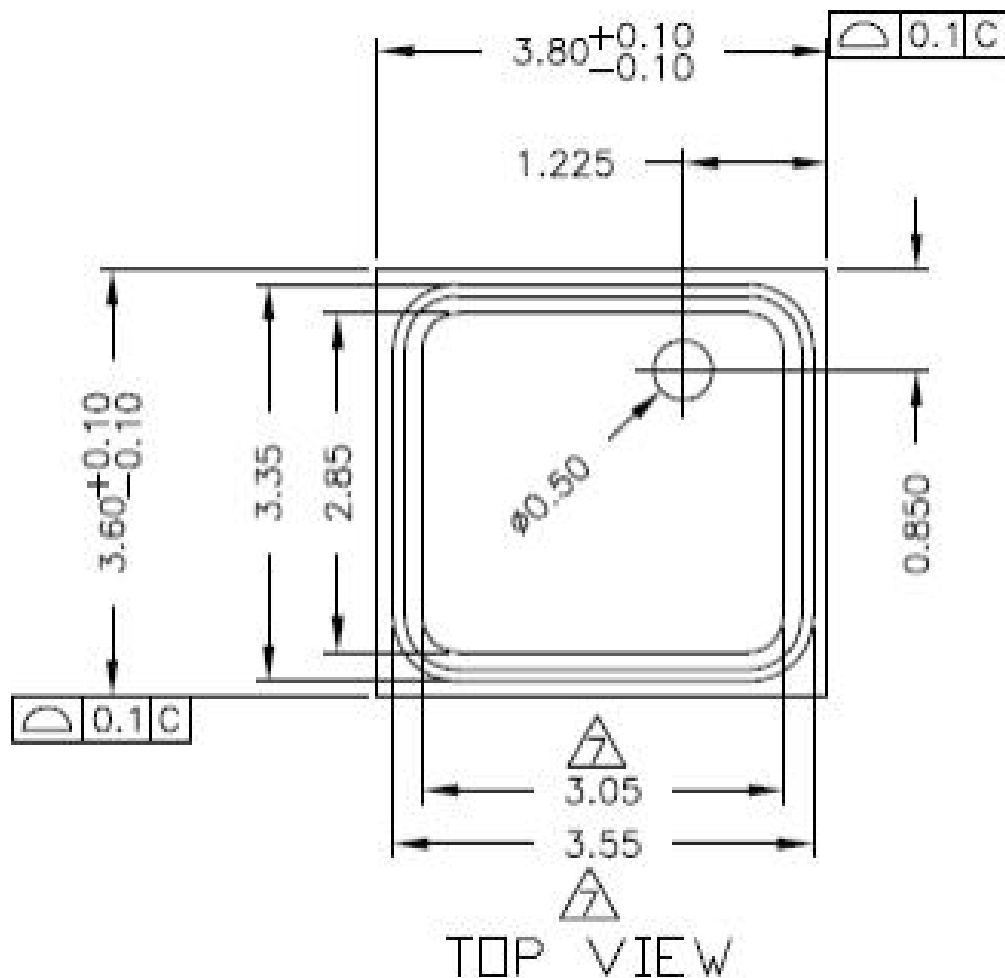


Рисунок 1.9 – Габаритні розміри модуля ВМР180

Таблиця 1.8 – Датчик вуглекислого газу МН-Z19 [9]

Назва та тип компонента	Датчик вуглекислого газу МН-Z19	
Позиційне позначення	ВВ2	
Виробник	WINSEN	
Критерії вибору	Напруга живлення, час спрацювання	
Параметри конструкції	див. рисунок 1.10	
Параметри та характеристики		
Напруга живлення	4,5..5,5 В	
Робоча температура	0..+50 °С	
Час спрацювання	120 с	
Тип вихідного сигналу	UART/PWM	

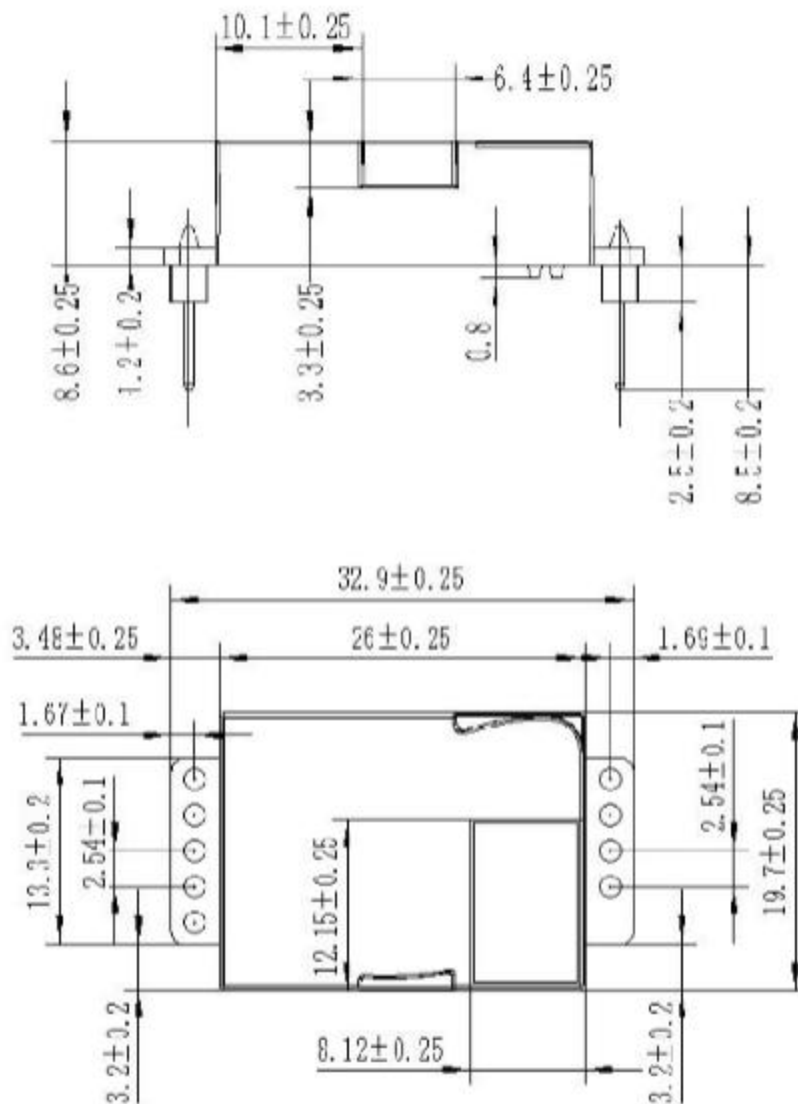


Рисунок 1.10 – Габаритні розміри датчика вуглекислого газу МН-Z19

Таблиця 1.9 – Модуль датчика температури і вологості DHT22 [10]

Назва та тип компонента	Модуль датчика температури і вологості DHT22	
Позиційне позначення	BB3	
Виробник	SAMIORE ROBOT	
Критерії вибору	Тип датчику, похибка вимірювання	
Параметри конструкції	див. рисунок 1.11	
Параметри та характеристики		
Тип датчику	датчик температури та вологості	
Похибка вимірювання	± 0,5 °C	
Напруга живлення	3,3..5,5 В	
Діапазон виміру температури	-40..+80 °C	

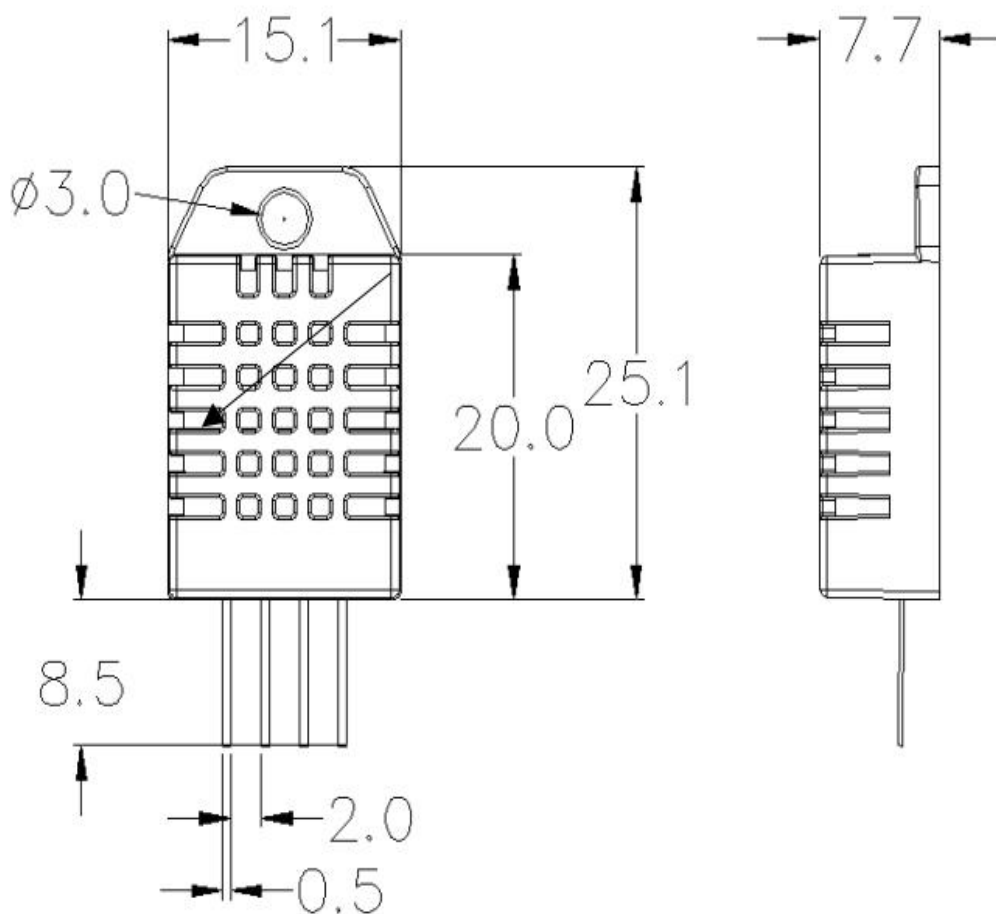


Рисунок 1.11 – Габаритні розміри модуля датчика температури і вологості DHT22

Таблиця 1.10 – Кнопка тактова KFC-A06-20 [11]

Назва та тип компонента	Кнопка тактова KFC-A06-20	
Позиційне позначення	SB1-SB4	
Виробник	Daier	
Критерії вибору	Висока надійність, тип монтування	
Параметри конструкції	див. рисунок 1.12	
Параметри та характеристики		
Тип контактних груп	OFF-(ON)	
Максимальна непереривна робоча напруга	30В	
Максимальний струм	50мА	
Тип монтування	ТНТ	
Зусилля натискання	1,8 N	

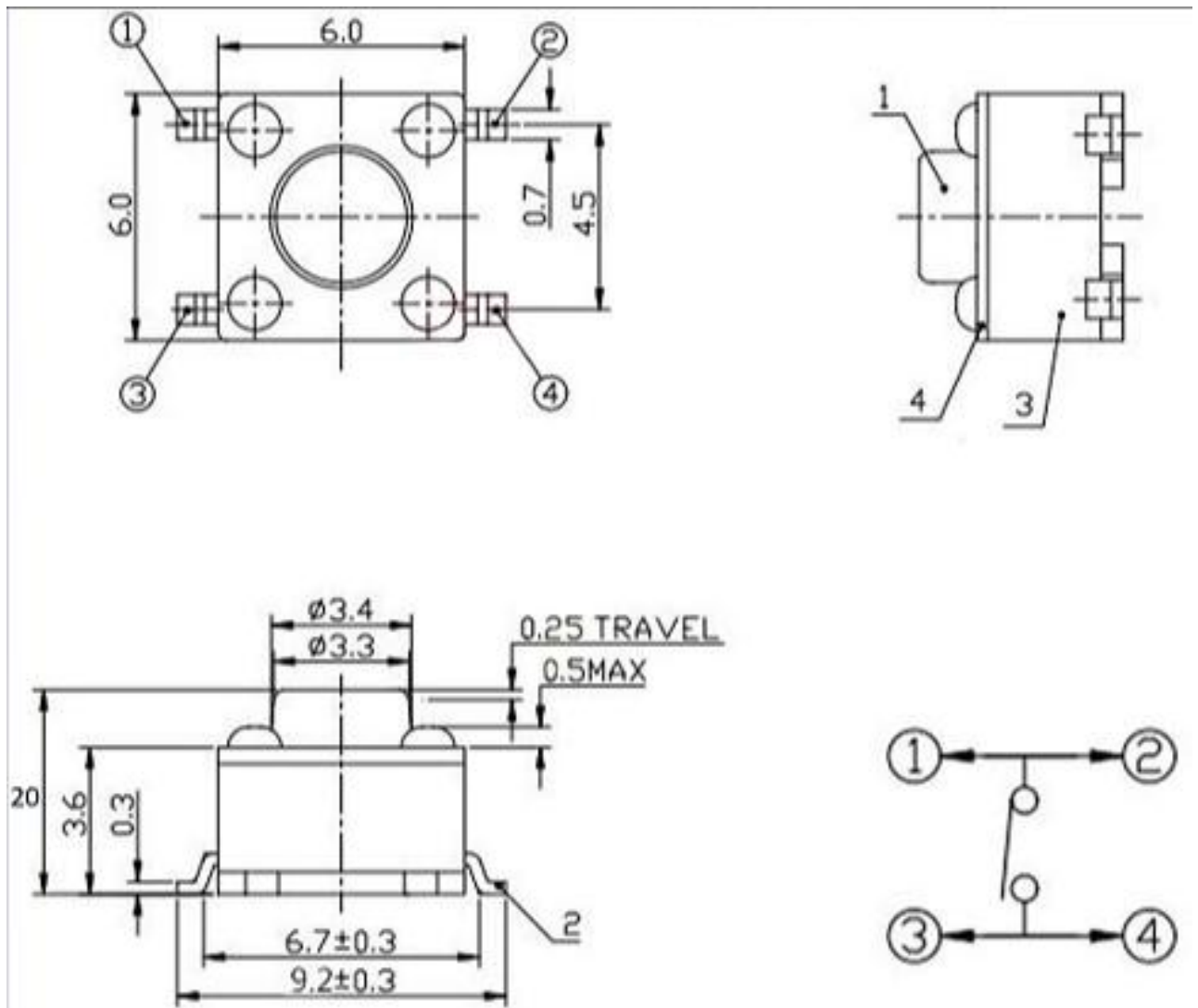


Рисунок 1.12 – Габаритні розміри кнопки типу KFC-A06-20

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

СМО 2.899.001 ПЗ

Арк.

25

Таблиця 1.11 – Діод 1N4007 [12]

Назва та тип компонента	Діод 1N4007	
Позиційне позначення	VD1	
Виробник	DIOTEC SEMICONDUCTOR	
Критерії вибору	Відповідність до параметрів завдання, доступність	
Параметри конструкції	DO-214, див. рисунок 1.13	
Параметри та характеристики		
Пікова зворотня напруга		1000В
Максимальний середній струм діода		1 А
Пряме падіння напруги		1,1 мВ

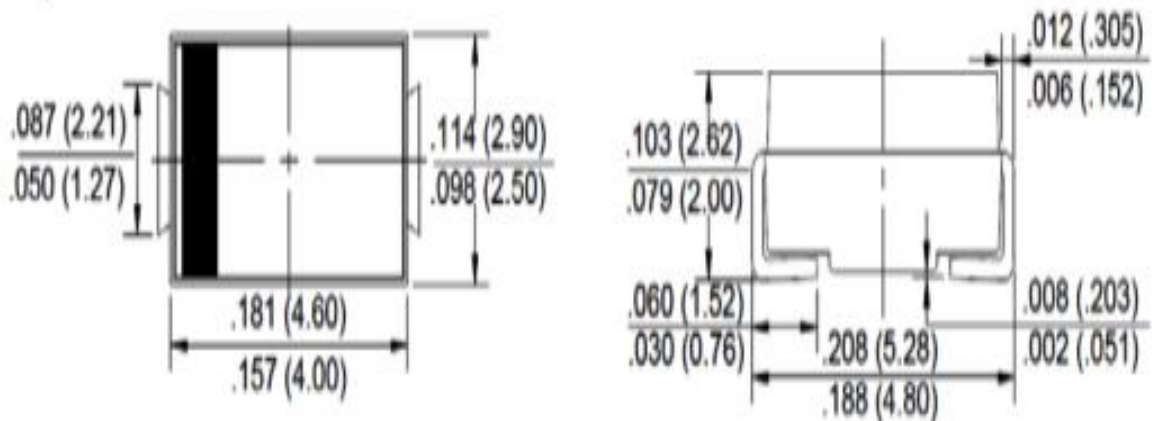


Рисунок 1.13 – Габаритні розміри діодів з корпусом DO-214

Таблиця 1.12 – Діод SS14 [13]

Назва та тип компонента	SS14	
Позиційне позначення	VD2 - VD3	
Виробник	DC COMPONENTS	
Критерії вибору	Пікова зворотня напруга, максимальний середній струм діода, пряме падіння напруги	
Параметри конструкції	DO-214, див. рисунок 1.13	
Параметри та характеристики		
Пікова зворотня напруга		1000В
Максимальний середній струм діода		1 А
Пряме падіння напруги		1,7 мВ
Час відновлення		75 нс

Таблиця 1.13 – Звуковипромінювач ВМТ-0903Н5.5 [14]

Назва та тип компонента	Звуковипромінювач ВМТ-0903Н5.5	
Позиційне позначення	BF1	
Виробник	BESTAR	
Критерії вибору	Тип випромінювача, напруга живлення, імпеданс	
Параметри конструкції	див. рисунок 1.114	
Параметри та характеристики		
Тип випромінювача	електромагнітний	
Напруга живлення	2...6 В	
Струм, який споживається	80 мА	
Робоча температуру	-25..+70 °С	
Частотний діапазон	2731 Гц	
Імпеданс	25 Ом	

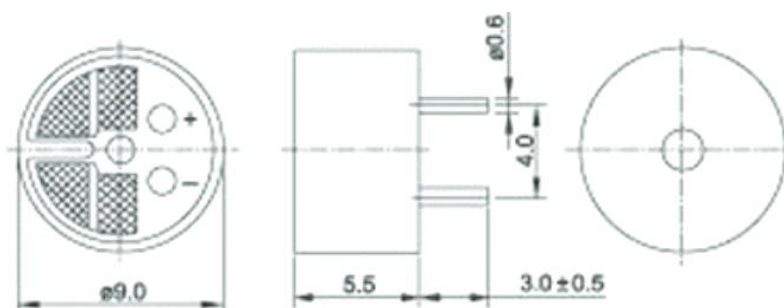


Рисунок 1.14 – Габаритні розміри звуковипромінювача ВМТ-0903Н5.5

Таблиця 1.14 – Світлодіоди BL [15]

Назва та тип компонента	Світлодіоди BL	
Позиційне позначення	HL1- HL3	
Виробник	BRIGHTLED	
Критерії вибору	Напруга, кут розсіювання світла, діаметр	
Параметри конструкції	див. рисунок 1.15	
Параметри та характеристики		
Діаметр	3 мм	
Кут світіння	60°	
Напруга	2 В	
Потужність	70мВт	

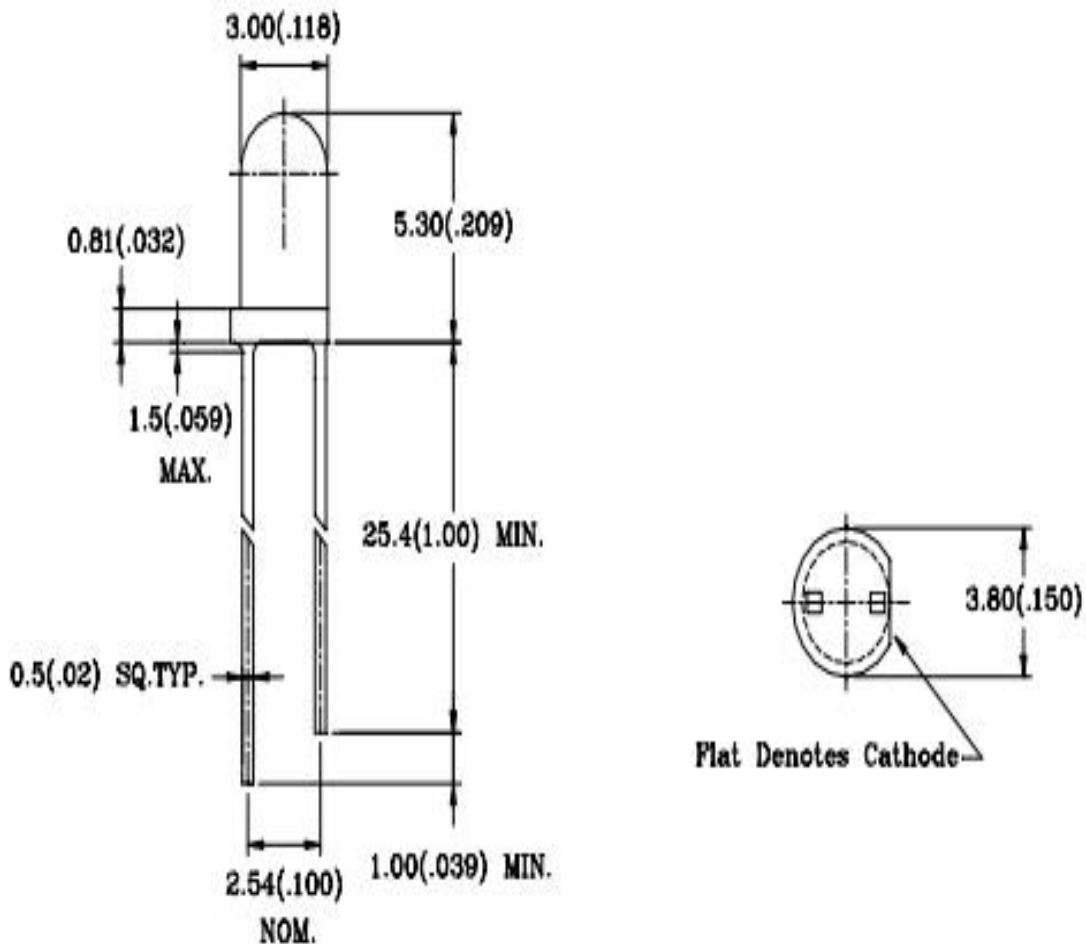


Рисунок 1.15 – Габаритні розміри світлодіода BL-B2141Q

Таблиця 1.15 – Транзистор 2N7002 [16]

Назва та тип компонента	Транзистор 2N7002	
Позиційне позначення	VT1	
Виробник	NEXPERIA	
Критерії вибору	SMD виконання	
Параметри конструкції	SOT23, див. рисунок 1.16	
Параметри та характеристики		
Структура	N	
Напруга пробиття стік-витік	60 В	
Опір стік-витік	5 Ом	
Максимальний струм стік-витік	0,2 А	
Максимально допустима напруга затвор-витік	20 В	
Максимальний імпульсний струм стоку	0,8 А	
Потужність, що розсіюється	0,83 Вт	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СМО 2.899.001 ПЗ

Арк.

28

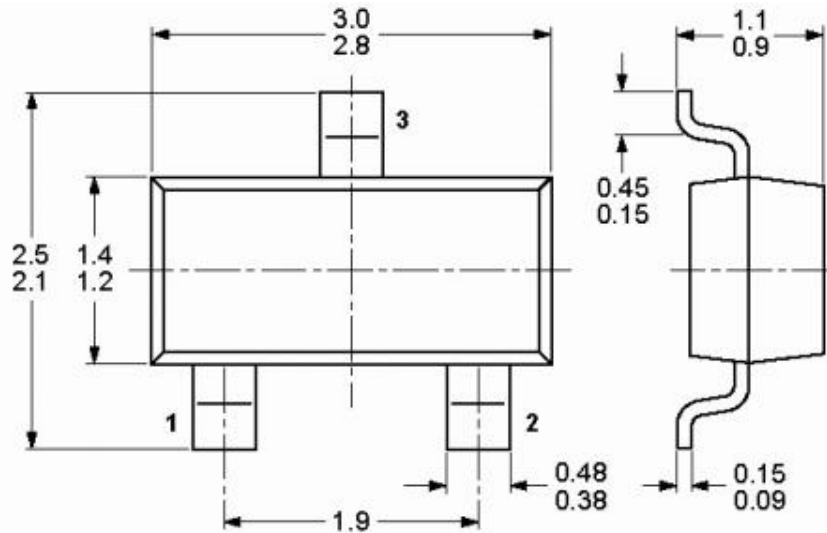


Рисунок 1.16 – Габаритні розміри транзистора 2N7002

Таблиця 1.16 – Кварцовий резонатор ABS07-32.768KHZ-T [17]

Назва та тип компонента	Кварцовий резонатор ABS07-32.768KHZ-T	
Позиційне позначення	ZQ1	
Виробник	ABRACON	
Критерії вибору	Резонансна частота, навантажувальна ємність	
Параметри конструкції	див. рисунок 1.17	
Параметри та характеристики		
Резонансна частота		32.768 кГц
Навантажувальна ємність		12,5 пФ
Робоча температура		-40..+85 °С

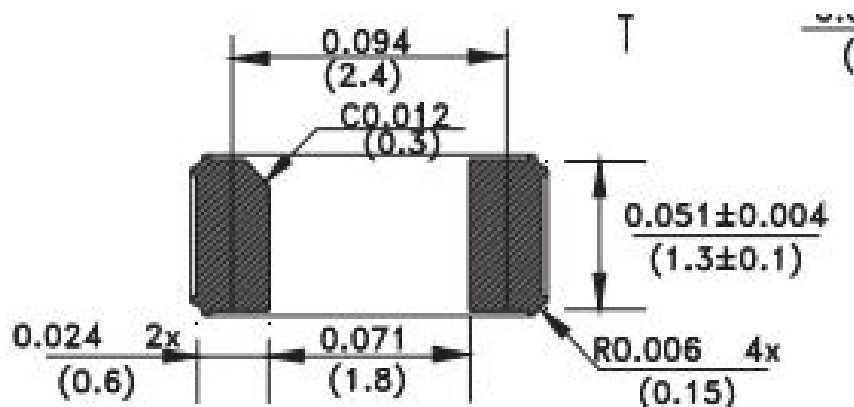


Рисунок 1.17 – Габаритні розміри кварцового резонатора ABS07-32.768KHZ-T

Таблиця 1.17 – Кварцовий резонатор АВМЗВ-12.000МНЗ-В2 [18]

Назва та тип компонента	Кварцовий резонатор АВМЗВ-12.000МНЗ-В2	
Позиційне позначення	ZQ2	
Виробник	АВРАСОН	
Критерії вибору	Резонансна частота, навантажувальна ємність	
Параметри конструкції	див. рисунок 1.18	
Параметри та характеристики		
Резонансна частота	12 МГц	
Навантажувальна ємність	18 пФ	
Робоча температура	-20..+70 °С	

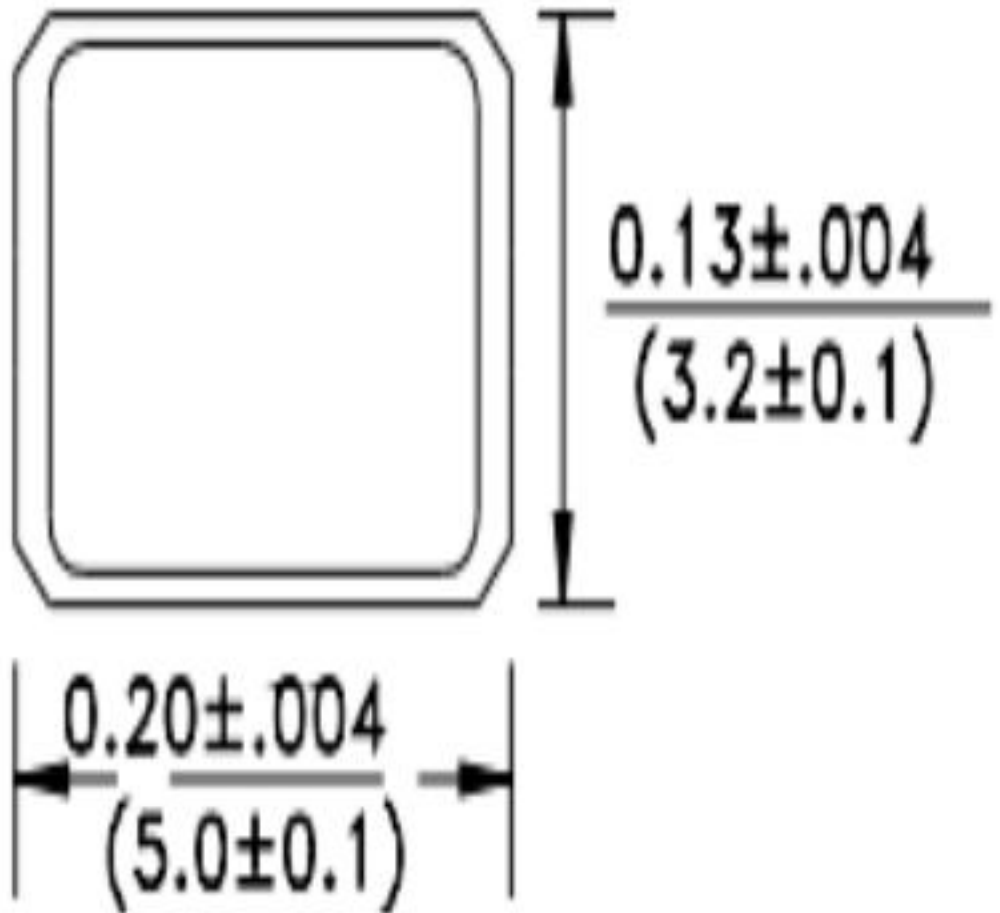


Рисунок 1.18 – Габаритні розміри кварцового резонатора АВМЗВ-12.000МНЗ-В2

					<i>СМО 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Таблиця 1.18 – Штировий з'єднувач PLS [19]

Назва та тип компонента	Штировий з'єднувач PLS	
Позиційне позначення	XS1 - XS4	
Виробник	KLS	
Критерії вибору	крок 2,56 мм, вертикальне розташування штирків	
Параметри конструкції	див. рисунок 1.19	
Параметри та характеристики		
Крок контактів	2,54 мм	
Максимальний струм	1 А	
Максимальний струм	на плату	
Робоча температура	-25..+85° С	

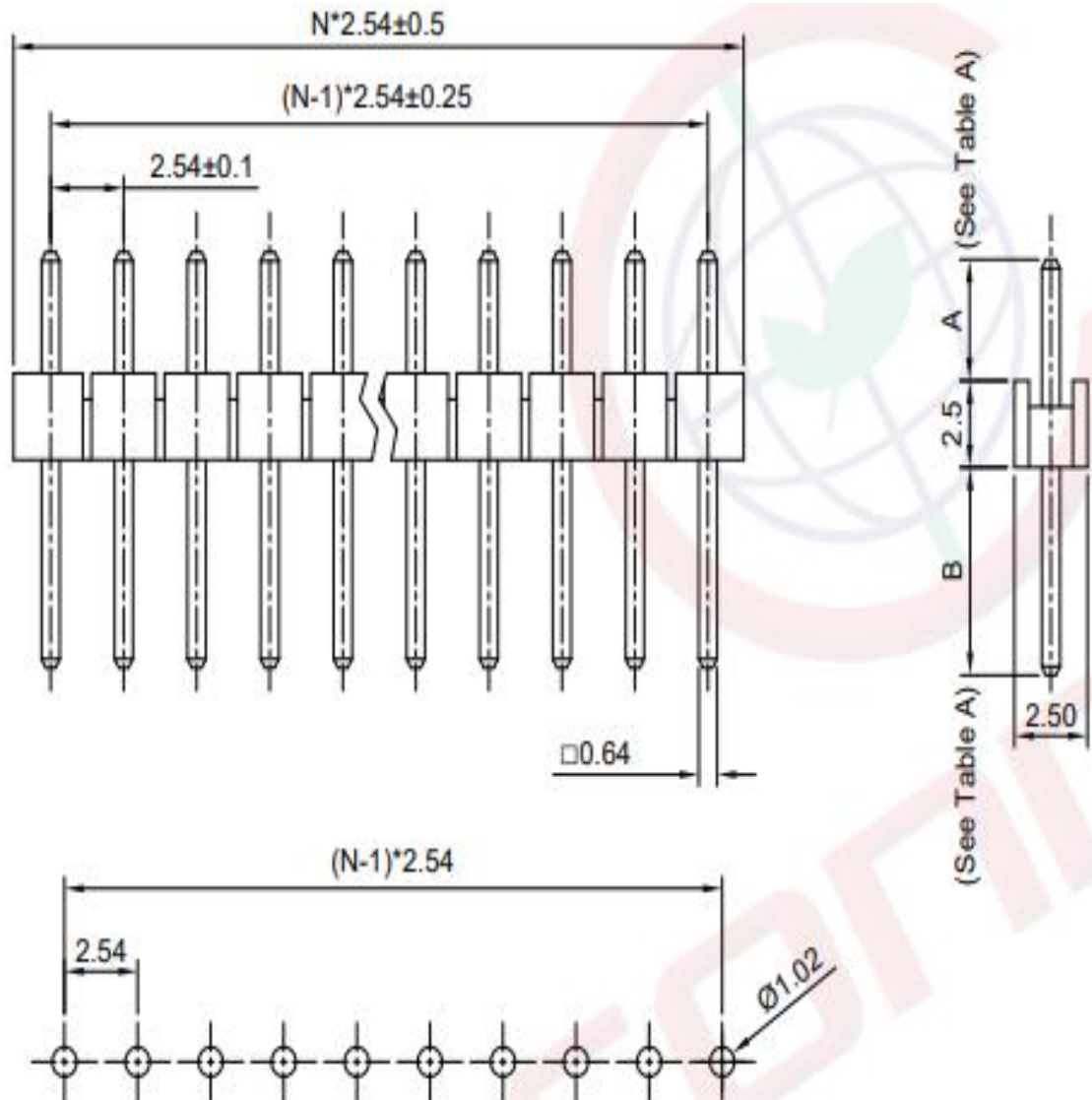


Рисунок 1.19 – Габаритні розміри штирового з'єднувача PLS

Таблиця 1.19 – Дисплей TFT LCD 2,2" [20]

Назва та тип компонента	Дисплей TFT LCD 2,2"	
Позиційне позначення	HG1	
Виробник	XunMing	
Критерії вибору	Роздільна здатність, інтерфейс, напруга	
Параметри конструкції	див. рисунок 1.20	
Параметри та характеристики		
Роздільна здатність	176x220	
Інтерфейс	SPI	
Напруга	3,3 В	

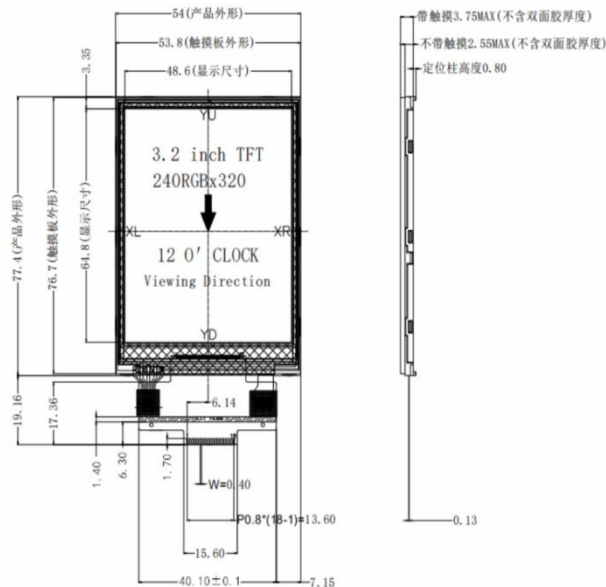


Рисунок 1.20 – Габаритні розміри дисплея TFT LCD 2,2"

1.5 Компоновка друкованого вузла кімнатного монітору мікроклімата

У цьому розділі розглядається процес компоновки друкованого вузла пристрою, який є критичним етапом у розробці цифрового термостата. Вірна компоновка забезпечує оптимальну функціональність, надійність та ефективність пристрою.

Основна мета цього етапу - оптимізація розміщення компонентів на друкованій платі з урахуванням функціональних, теплових та електричних вимог.

Компоновка даного приладу наступна. На двосторонній платі з доволі високою густиною монтажу розміщені компоненти кімнатного монітору мікроклімату.

На нижній стороні вузла, в центрі розміщений мікроконтролер. В лівій частині розміщений стабілізатор та блок зарядки акумулятора.

Роз'єми підключень розміщені на верхньому, лівому та правому краях.

На іншій стороні вузла розміщені світлодіоди та кнопки керування.

Плата виготовляється електрохімічним методом. Даний метод дозволяє простіше створити необхідну металізацію монтажних отворів та є доволі економічним.

Типова структура технологічного процесу виготовлення ДП показана на рисунку нижче.





1. Виготовлення базових отворів на заготовці	
2. Ламінування	
3. Експонування <ul style="list-style-type: none"> розміщення фотошаблону експонування фоторезисту 	
4. Хімічна обробка <ul style="list-style-type: none"> проявлення травлення видалення резисту 	
5. Пресування	
6. Свердління	
7. Металізація отворів	
8. Хімічна обробка <ul style="list-style-type: none"> нанесення резисту електролітичне нанесення міді олов'яно - свинцеве покриття видалення резисту травлення міді видалення припою 	
9. Нанесення захисного покриття	

Рис. 1.21 Стандартні операції комбінованих методів виготовлення ДП

Процес складання вузла наступний.

Очищення плати. Друкована плата (PCB) очищується від пилу, жиру та інших забруднень для забезпечення надійного з'єднання.

Перевірка плати. Перевіряється на наявність дефектів, таких як короткі замикання або обриви доріжок.

Нанесення паяльної пасти

Трафаретний друк. Паяльна паста наноситься на контактні майданчики плати за допомогою трафарету. Це забезпечує точне розташування пасти на контактних зонах.

Розміщення компонентів

Автоматичне розміщення. Використовується пік-енд-плейс машина для точного розміщення SMD компонентів на платі.

Ручне розміщення. Дрібні серії або прототипи можуть монтуватися вручну за допомогою пінцету під мікроскопом.

Паяння

Рефлюу паяння. Плата з компонентами проходить через рефлюу піч, де паста плавиться і утворює надійні з'єднання. Процес включає попередній нагрів, замочування, піковий нагрів та охолодження.

Очищення та інспекція

Очищення від флюсу. Якщо паяльна паста залишає флюс, плата очищується ультразвуковими ваннами або спеціальними розчинами.

Оптична інспекція. Використовується автоматична оптична інспекція (AOI) для перевірки якості паяння та розміщення компонентів.

Монтаж через отвори (ТНТ)

Підготовка друкованої плати

Очищення плати. Як і для SMD, плата повинна бути очищена від будь-яких забруднень.

Перевірка плати. Перевіряється на наявність дефектів, зокрема правильність висвердлених отворів.

Розміщення компонентів

					<i>СМО 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Ручне розміщення. Компоненти вставляються у відповідні отвори вручну. Важливо дотримуватись правильного розташування та орієнтації.

Паяння

Автоматичне паяння хвилею. Плата проходить через хвилю розплавленого припою, який утворює надійні з'єднання між выводами компонентів та контактними майданчиками.

Очищення та інспекція

Очищення від флюсу. Як і для SMD, якщо застосовувався флюс, плата очищується.

Візуальна інспекція. Перевірка якості паяння та правильності розміщення компонентів.

Загальні етапи після монтажу

Конформне покриття. Наноситься захисний шар для захисту плати від вологи, пилу та інших забруднень.

Маркування. Плата маркується для ідентифікації, включаючи серійні номери та інші необхідні позначки.

Обґрунтовуються геометричні розміри перехідних отворів. Враховуючи клас точності й силу струму, що тече по електричним провідникам, розраховують їх мінімальну ширину. По відомим значенням напруги між провідниками і класу точності розраховують мінімальний зазор між сусідніми струмоведучими частинами ДП (друкованими провідниками, полігонами). Вказується мінімальний зазор між краєм друкованої плати і її струмоведучими частинами.

Мінімальний ефективний діаметр круглої контактної площинки для кожного монтажного або перехідного отвору:

$$D_{i\text{ еф}} = 2 (b_M + d_{\text{max}}/2 + \delta d + \delta p), \quad (1.1)$$

$$D_{i\text{ еф}} = 2 (0,035 + 1,1/2 + 0,3 + 0,08) = 1,93$$

					<i>СМО 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

де b_M - відстань від краю просвердленого отвору до краю контактної площинки;

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

$\delta d, \delta r$ - допуски на розташування отворів і контактних площинок

Для комбінованого позитивного методу і напівадитивної технології при фотохімічному способі нанесення захисної маски:

$$D_{min} = D_{i\text{ef}} + 1,5H_{np} + 0,08, \quad (1.2)$$

$$D_{min} = 1,93 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,08 = 2,06$$

Товщина осаджуваної міді для комбінованого позитивного способу виготовлення ДП складає 15-35 мкм.

Максимальний діаметр контактної площинки з урахуванням допуску при виготовленні:

$$D_{max} = D_{min} + (0,02 \dots 0,06) \quad (1.3)$$

$$D_{max} = 2,06 + 0,02 = 2,08$$

Контактну площинку, розраховану по наведених вище формулах необхідно розвивати у більшу сторону, щоб її площа, без урахування отвору, для 3 класу точності $1,6 \text{ мм}^2$.

Мінімальний діаметр d_{min} металізованого отвору залежить в першу чергу від класу точності ДП та визначається з наступного співвідношення:

$$d_{min} = \gamma H_{п} \quad (1.4)$$

$$d_{min} = \gamma H_{п} = 0,33 \cdot 1,5 = 0,5$$

де γ – відносна товщина ДП ;

$H_{п}$ – товщина ДП із врахуванням фольги.

					<i>СМО 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Мінімально застосовний

$d_{\text{пер}}$ діаметр перехідного отвору необхідно обчислювати за формулою:

$$d_{\text{пер}} = d_{\text{min}} + |\Delta d| \quad (1.5)$$

$$d_{\text{пер}} = 0,5 + 0,05 = 0,55$$

де Δd - максимальне граничне відхилення діаметру отвору, що розраховується.

Діаметр монтажного отвору, на відміну від перехідного, має бути більше діаметру виводу на величину, що задовольняє умовам пайки і автоматизованої зборки, і може бути розрахований таким чином:

$$d_{\text{монт}} = yH_{\text{п}} + |\Delta d| + r \quad (1.6)$$

$$d_{\text{монт}} = 0,5 + 0,55 + 0,15 = 1,2$$

r - гарантований проміжок між діаметром монтажного отвору і виводу ЕРЕ.

Чисельне значення гарантованого проміжку r лежить в межах від 0,1 до 0,4 мм і вибирається виходячи з наступного.

Діаметр свердління металізованого отвору звичайно в кресленні не задається і визначається технологією друкованої плати. У простому випадку можна вважати, що діаметр свердлення на 0,1- 0,2 мм більше, ніж номінальне значення діаметру монтажного отвору:

$$d_{\text{max}} = d_{\text{монт}} + (0,1...0,2) \quad (1.7)$$

$$d_{\text{max}} = 1,2 + 0,2 = 1,4$$

					<i>СМО 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Мінімально допустиму ширину провідника з урахуванням допустимого падіння напруги на ньому, якщо конструкція провідника складається з одного шару міді, визначають таким чином:

$$t_{i \min} = \frac{\rho \cdot I_{\max} \cdot l}{h \cdot U_{\text{доп}}}, \quad (1.8)$$
$$t_{i \min} = \frac{0,0175 \cdot 0,6 \cdot 0,1}{0,005 \cdot 0,45} = 0,47$$

де ρ - питомий опір шару міді;

l - максимально допустима довжина провідника (задається в ТЗ схемотехніком виходячи з частотних характеристик);

$U_{\text{доп}}$ - допустима робоча напруга.

1.6 Висновки до розділу 1

У першому розділі роботи було проведено всебічний аналіз технічного завдання кімнатного монітору мікроклімата, що дозволило визначити ключові вимоги до пристрою та його функціональності. Актуальність розробки підтверджена необхідністю контролю за мікрокліматом у приміщеннях, що впливає на здоров'я та комфорт людей.

Було виконано аналіз інформації, який допоміг виявити сучасні тенденції та технології у сфері моніторингу мікроклімату, на основі чого була розроблена структурна схема монітору. Проектування електричної принципової схеми виконано з урахуванням вибору оптимальних компонентів, що забезпечують необхідну точність та надійність пристрою.

Вибір компонентної бази обґрунтовано з точки зору доступності, вартості, споживаної потужності та інтеграції з іншими системами.

Компоновка друкованого вузла враховує ергономічність, естетику та

					<i>СМО 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

зручність у використанні, а також можливість легкого сервісного обслуговування.

Таким чином, перший розділ закладає міцний фундамент для подальшої розробки кімнатного монітору мікроклімата, визначаючи основні принципи та напрямки проєктування, що є важливим для досягнення поставлених цілей та задач.

					<i>СМО 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		39

2 Спеціальна частина (САПР)

2.1 Вибір САПР

В якості середовища розробки служило програмне забезпечення Altium Designer для розробки електричної схеми та побудови друкованої плати кімнатного монітору мікроклімату. Використання цього програмного забезпечення має численні переваги:

Єдине середовище: Altium Designer надає єдине середовище для всіх етапів проектування, від розробки схем до компонування елементів на платі та створення виробничої документації. Це спрощує процес розробки та оптимізує управління проектом.

Розширений набір інструментів: Altium Designer пропонує розширений набір інструментів, що підсилює ефективність роботи інженерів-електронщиків. Автоматизоване прокладання доріжок на платі економить час та гарантує високу якість маршрутизації.

Бібліотеки компонентів: Altium Designer має обширні бібліотеки компонентів, що дозволяють швидко вибирати необхідні деталі для проекту. Це сприяє ефективній розробці схем і прискоренню впровадження проектів. Крім того, можливість створення власних бібліотек компонентів дозволяє адаптувати робочий процес до конкретних потреб та підтримувати єдність стандартів у проектах.

2.1 Створення бібліотеки компонентів

Далі буде розкрито порядок створення символів (УГП) компонентів на прикладі резистора типу 0805 і мікросхеми АТmega128.

В менеджері проектів подвійним клацанням ЛК вибрати Бібліотека УГП SchLib. Відкривається довільне УГП ЕРЕ. Потім справа в нижній частині екрана вибрати в меню SCH, клацнути по ньому і в контекстному меню вибрати SCH Library (рис. 2.1).

					<i>СМО 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

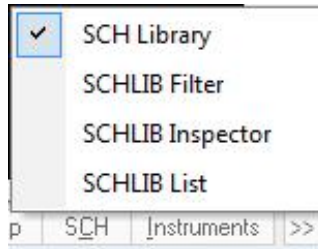


Рисунок 2.1 - відкриття УГП ЕРЕ

Після того відкривається менеджер розробленої бібліотеки УГП (рис.2.2).

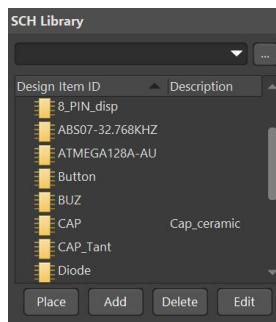


Рисунок 2.2 - Вікно менеджера розробленої бібліотеки

Створення бібліотечного елемента мікросхеми ATmega128.

Викликаємо вікно властивостей компонента подвійним натисканням ЛКМ на імені компонента у вікні Components панелі SCH Library, і в полі Default Designator вказати DD?, після чого натиснути ОК.

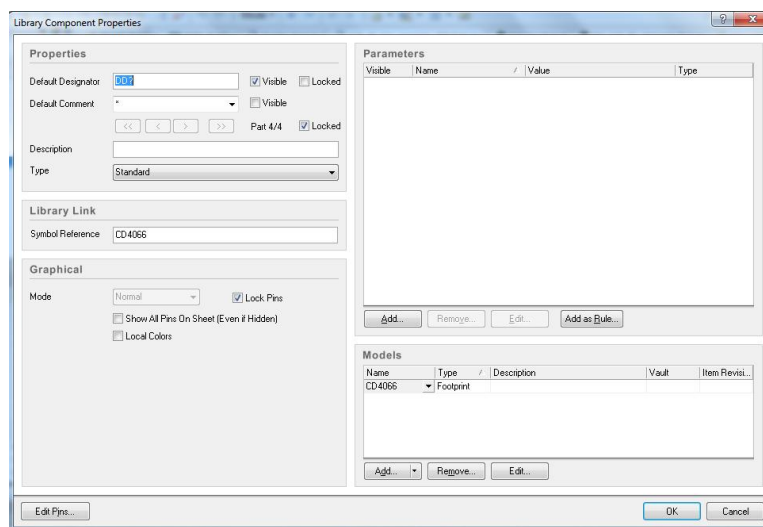


Рисунок 2.3 - Вікно властивостей компонента в бібліотеці символів

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СМО 2.899.001 ПЗ

Для створення контуру мікросхеми слід обрати у верхній панелі інструментів інструмент Rectangle.

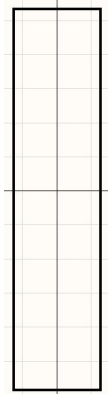


Рисунок 2.4 - Створений контур мікросхеми

Після цього необхідно розставити виводи з допомогою інструменту Place Pin.

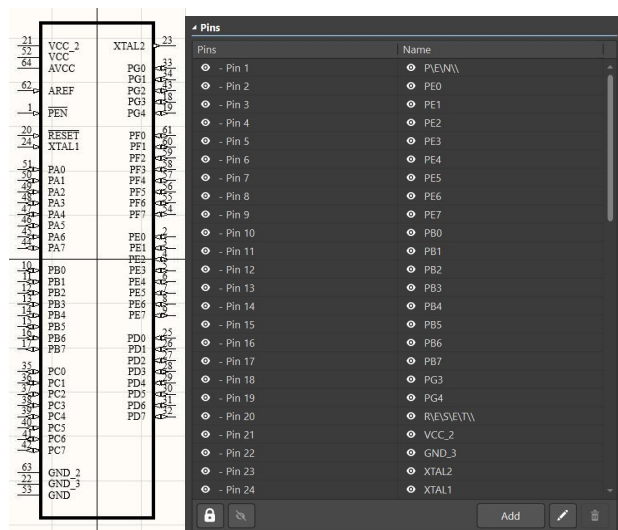


Рисунок 2.5 - УГП мікросхеми ATmega 128

Потім в нижній частині екрана в поле Editor клацнути по кнопці Add Footprint. Відкриється вікно модель компонента на платі. В поле Посадочне місце клацнути по кнопці Огляд. Відкриється вікно Browse Libraries.

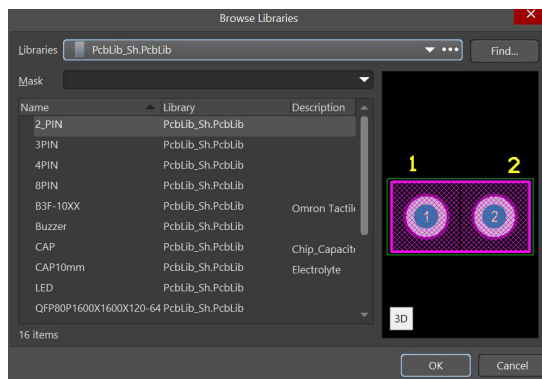


Рисунок 2.6 - Вікно Browse Libraries

У вікні Libraries висвітлиться назва бібліотека посадочних місць PcbLib. У вікні Name вибрати тип мікросхеми TQFP і натиснути ОК. Далі у вікні моделі компонента на платі клацнути по кнопці Pin. Відкриється додаткове вікно відображення моделі. По ньому перевірити відповідність виводів в УГП з виводами корпусу мікросхеми, натиснути ОК в обох вікнах.

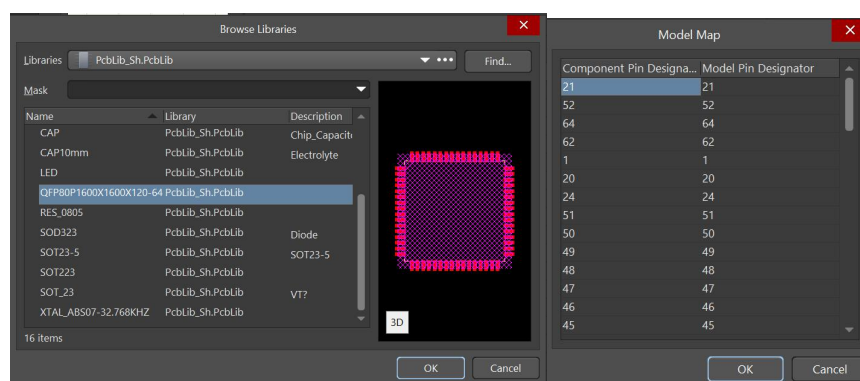


Рисунок 2.7 - Вибраний тип мікросхеми і перевірка виводів УГП з виводами корпусу мікросхеми

У нижній частині екрана в поле Editor і в менеджері бібліотеки УГП в списку моделей з'явиться запис упакованого бібліотечного компонента ATmega 128 Footprint. Щоб перевірити правильність виконаної упаковки, клацаємо двічі ЛК за назвою компонента в вікні компоненти менеджера бібліотек. Відкриється вікно Library Component Properties.

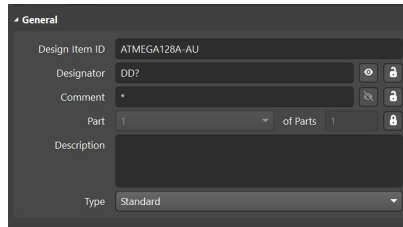


Рисунок 2.8 - Вікно Library Component Properties

Натиснувши на кнопки Виводи (Edit Pins), відкриється вікно редагування виводів компонентів Component Pin Editor, по якому можна перевірити правильність упаковки.

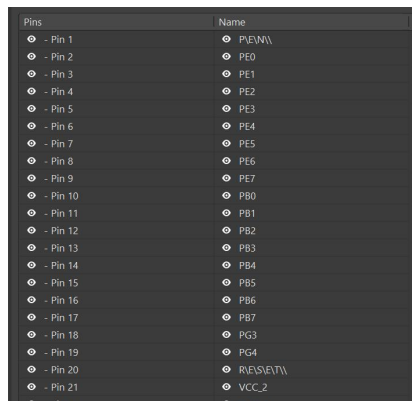


Рисунок 2.9 - Вікно Component Pin Editor

Перевіряємо на наявність помилок команди Reports/Component Rule Check. У вікні, поставити скрізь галочки. Натиснути ОК. Відкриється звіт.

Створення бібліотечного елемента резистора.

Створюємо основу УГП резистора.

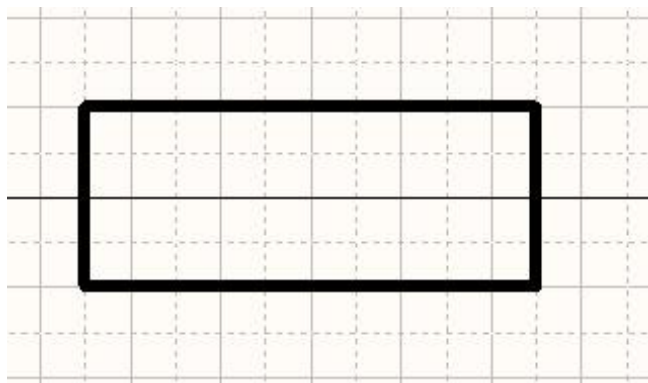
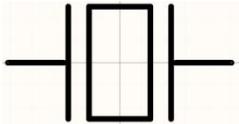
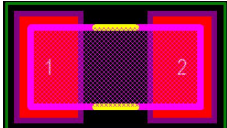

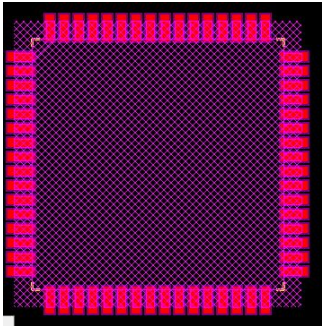
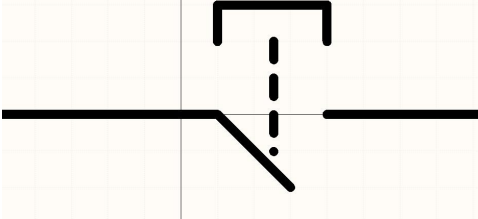
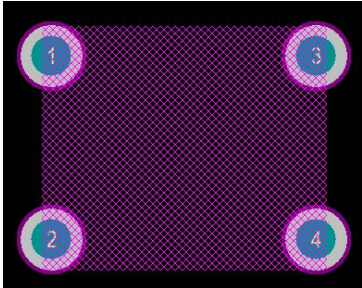
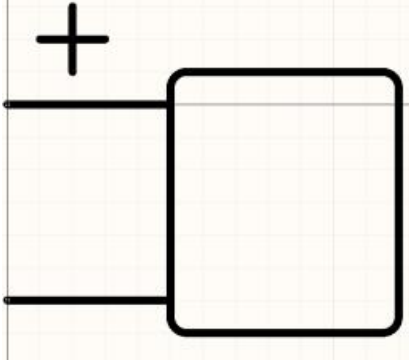
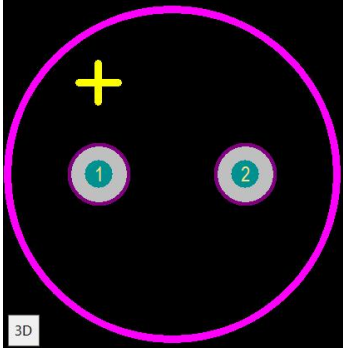
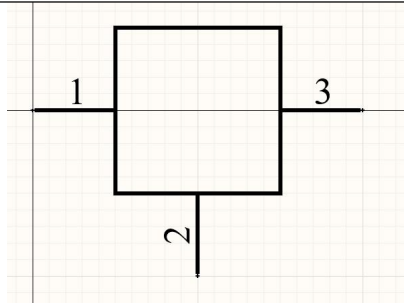


Рисунок 2.10 - Основа УГП резистора

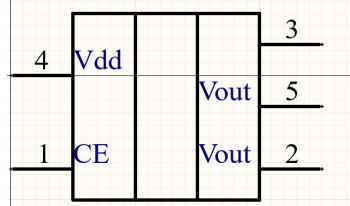
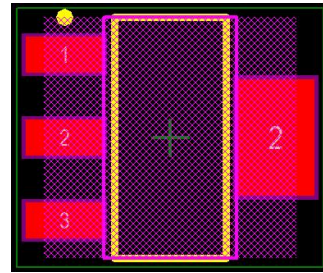
В таблиці 2.1 наведено кілька прикладів УГП та посадкових місць компонентів

Таблиця 2.1 УГП елементів та посадкові місця

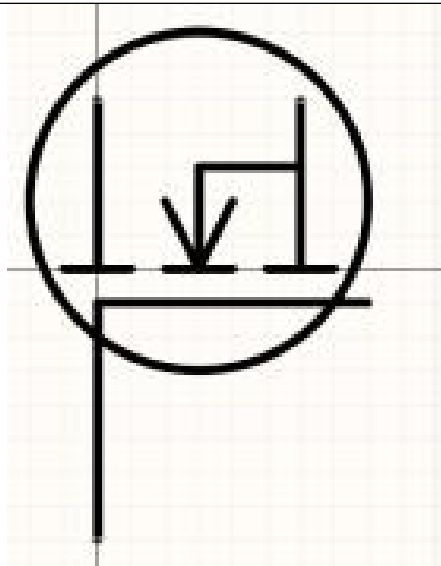
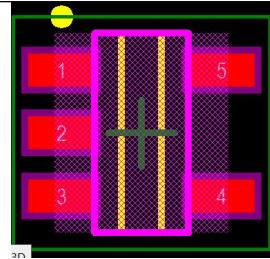
УГП елемента	Посадкове місце елемента
 <p>Резонатор</p>	
 <p>Атмега128</p>	
 <p>Кнопка</p>	
 <p>П'єзовипромінювач</p>	



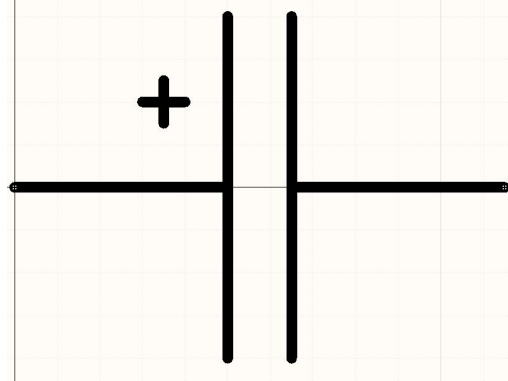
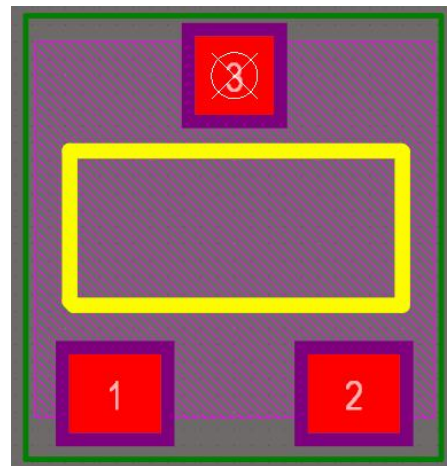
LM1117



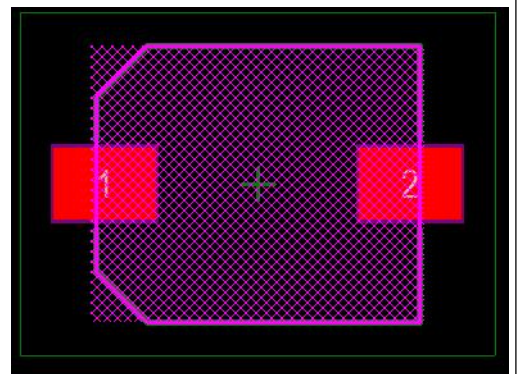
LTC



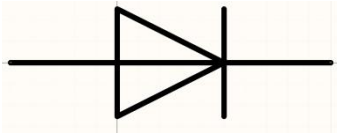
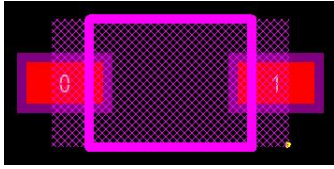
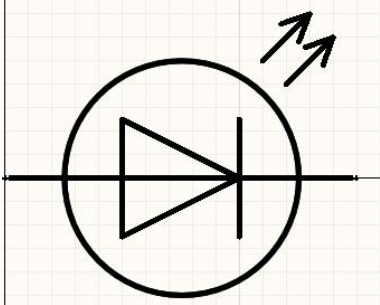
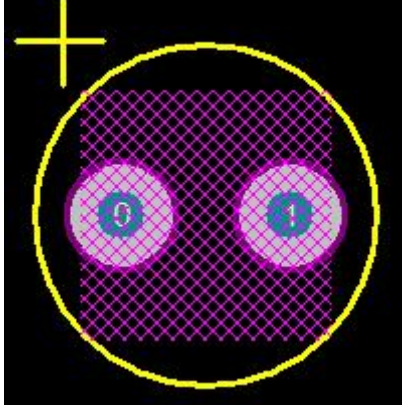
Транзистор



Конденсатор



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

 <p>Діод</p>	
 <p>Світлодіод</p>	

2.3 Виконання схеми електричної принципової в САПР (Altium Designer)

Приблизний процес створення плати в Altium Designer наступний:

1. Відкрити Altium Designer і створити новий проект або відкрити існуючий проект.

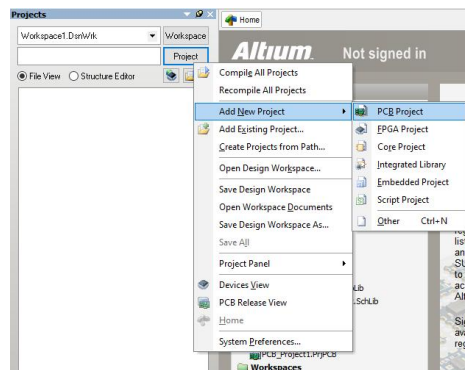


Рисунок 2.13 – Створення нового проекту

4. Додаємо компоненти до схеми, перетягуючи їх з бібліотеки компонентів на панелі "Libraries" (Бібліотеки) або з власної бібліотеки як показано на рис. 2.27

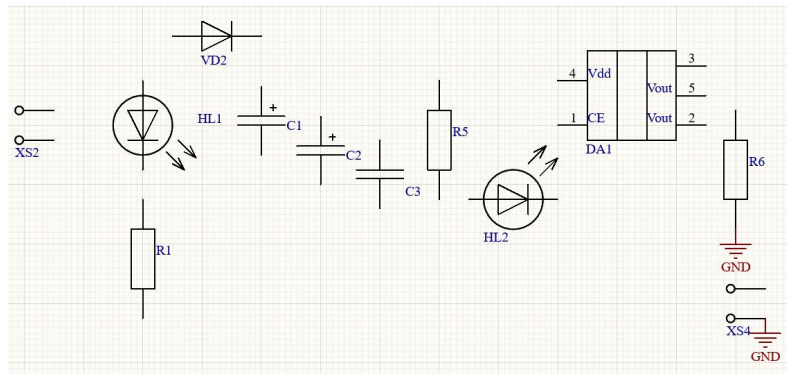


Рисунок 2.16 – Перетягування частини УГП на робочу область

5. Підключити компоненти за допомогою ліній зв'язку або шин, розташовуючи їх з'єднуючи краї виводів.

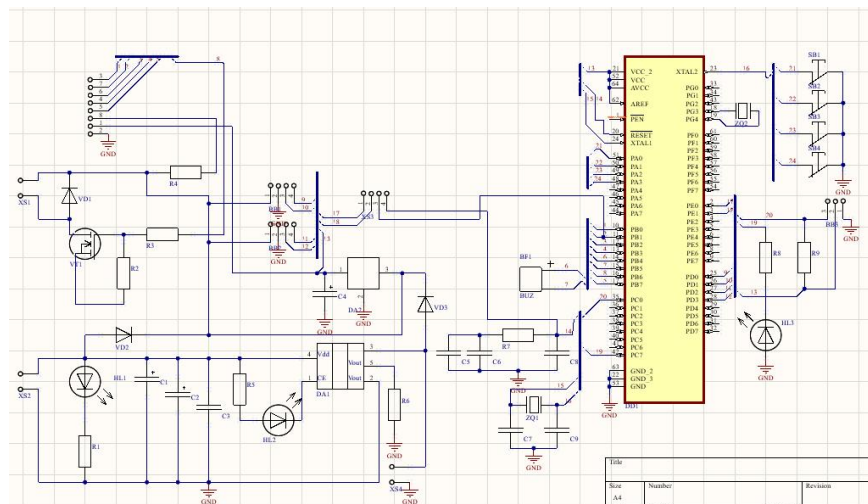


Рисунок 2.17 – Схема електрична принципова, розроблена в середовищі Altium Designer

2.2 Проектування друкованої плати в Altium Designer

Проектування друкованої плати кімнатного монітору включає кілька кроків.

1. Імпорт зв'язків між елементами зі схеми принципової. При імпорті з схеми в файлі РСВ створюється т. зв. кімната з всіма елементами (та прив'язаними лініями зв'язку).

2. Тепер потрібно задати правила трасування. Для цього виконайте команди Designer/Rules. Відкриється вікно "Правила проектування друкованих плат" (PCB Rules and Constraints Editor), де в лівій частині будуть вказані групи правил трасування.

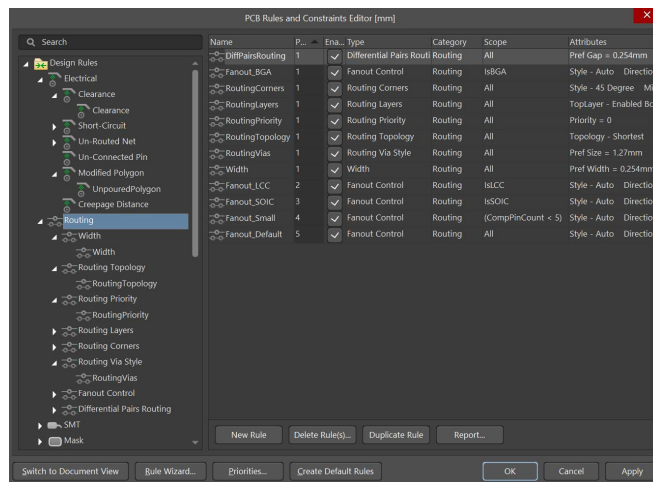


Рисунок 2.18 – Вікно Rules

Необхідно встановити наступні параметри: Clearance – 0,5 мм; Short Circuit – False; Min Width , Preferred Width і Max Width – 0,5 мм; Routing Topology – Shortest; Routing Layers – Top Layer і Bottom Layers; Routing Corners – 45°, 3 мм; Routing Vias – Via Diameter 0,7 мм і Via Hole Size 0,3 мм; SMD To Corner – 1 мм; SMD To Plane – 1 мм; Solder Mask Expansion – 0,1 мм; Paste Mask Expansion – 0,05 мм.

Після цього можна розставляти ЕРЕ на ДП. Щоб виділити елемент для розміщення, необхідно клацнути лівою кнопкою миші (ЛКМ) по вибраному елементу. Він стане напівпрозорим. Для розміщення обраного елемента в потрібному місці друкованої плати, просто наведіть на нього курсор і, утримуючи ЛКМ, перемістіть його до заданої точки. Повернути елемент можна натисканням клавіші Space (пробіл). Крок повороту можна

налаштувати в параметрах DXP / Preferences / PCB Editor, двічі клацнувши ЛКМ і обравши General / Крок повороту - 45 градусів.

На рис. 2.2 наведені розміщені ЕРЕ плати.

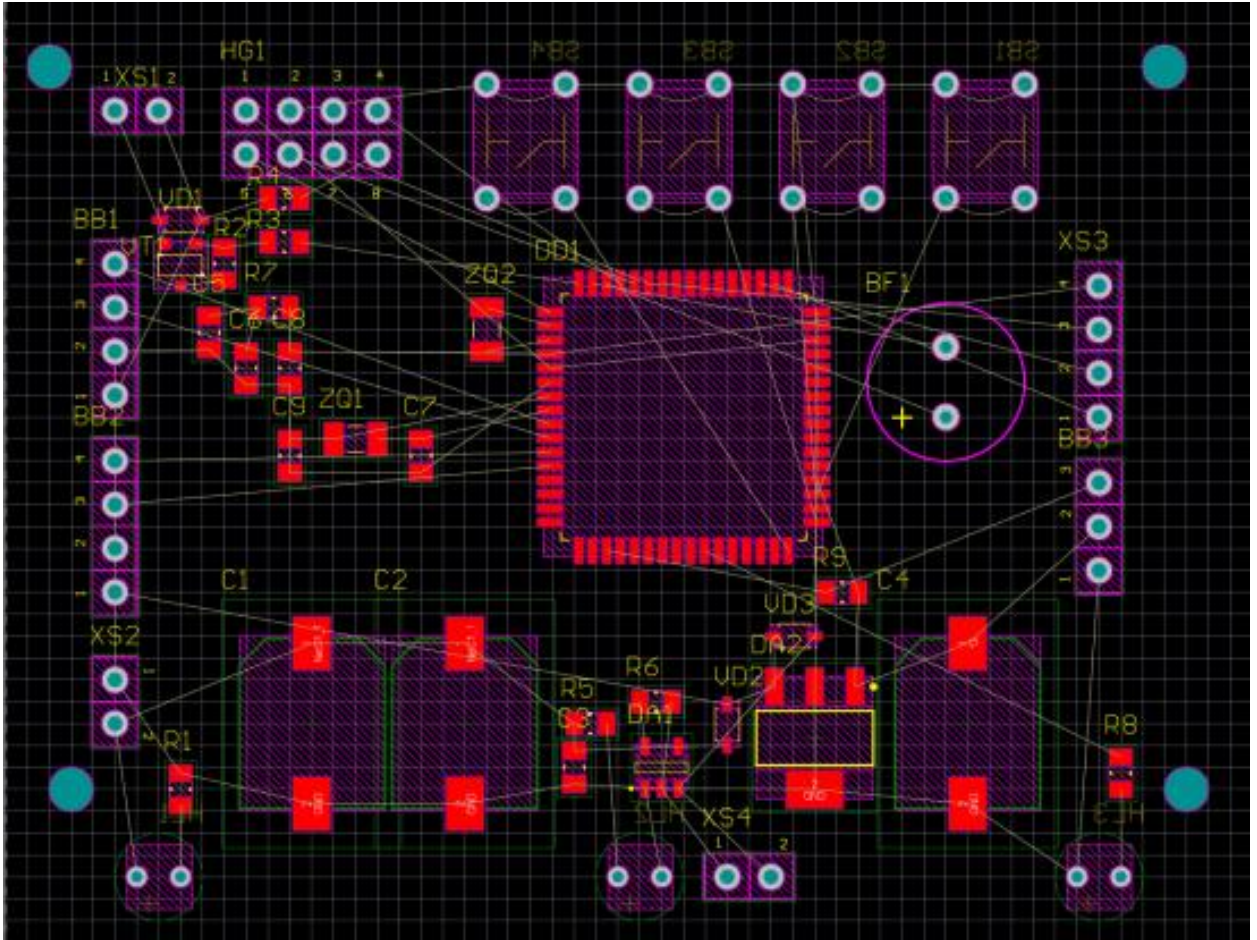


Рисунок 2.19 – Розміщені ЕРЕ плати кімнатного монітору

Після цього через вікно Design-Rules відкривається вікно правил трасування.

Далі виконується команда Route-Auto-Route, відкривається вікно "Situs Routing Strategies", де можна одразу натиснути "Route All". З'являється вікно "Messages", де будуть відображатися всі процеси, виконані під час автоматичного трасування. Після завершення процесу отримується малюнок друкованих провідників друкованої плати.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СМО 2.899.001 ПЗ

Арк.

52

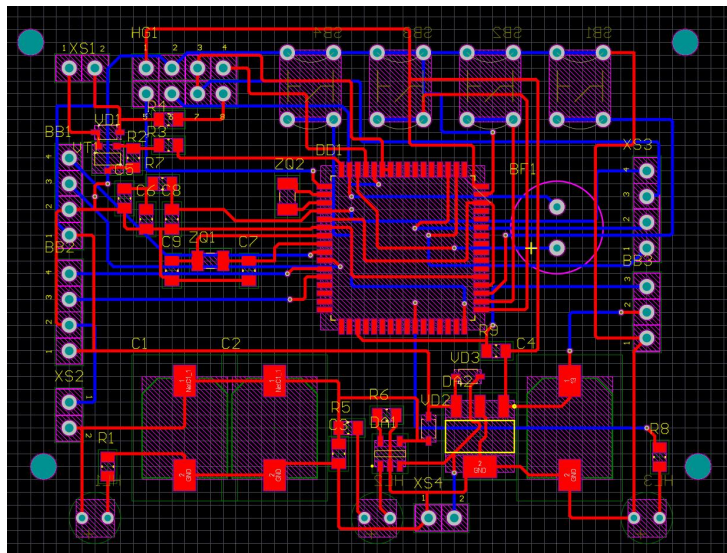


Рисунок 2.20 — Друкована плата, розроблена в середовищі Altium Designer

Після трасування необхідно виконати перевірку друкованої плати на помилки (DRC) Tools-DesignRuleCheck, щоб впевнитися, що всі правила трасування, мінімальні відстані, вимоги до ширини провідників та інші параметри виконуються. Результати DRC допоможуть виявити і виправити можливі помилки перед подальшою обробкою плати.

Summary	
Warnings	
	Count
	Total 0
Rule Violations	
Clearance Constraint (Gap=0.254mm) (All) (All)	0
Short-Circuit Constraint (Allowed=No) (All) (All)	0
Un-Routed Net Constraint (All) (All)	0
Modified Polygon (Allow modified: No) (Allow shelved: No)	0
Width Constraint (Min=0.2mm) (Max=0.7mm) (Preferred=0.2mm) (All)	0
Power Plane Connect Rule (Relief Connect) (Expansion=0.508mm) (Conductor Width=0.254mm) (Air Gap=0.254mm) (Entries=4) (All)	0
Hole Size Constraint (Min=0.025mm) (Max=5mm) (All)	0
Hole To Hole Clearance (Gap=0.254mm) (All) (All)	0

Рисунок 2.4 – Результати DRC перевірки плати кімнатного монітору

2.3 Висновок до розділу 2

У другому розділі детально розглянуто процес проектування друкованої плати для кімнатного монітору мікроклімата за допомогою САПР Altium Designer. Вибір цього програмного забезпечення був

обґрунтований його функціональними можливостями, зручністю інтерфейсу та ефективністю для розробки складних багатошарових плат.

Проектування в Altium Designer дозволило оптимізувати розміщення компонентів, трасування доріжок та забезпечити високу якість сигналів, що є критично важливим для точності вимірювань монітору. Також, програма надала можливість провести комплексну перевірку проекту на помилки перед виготовленням прототипу, що значно знизило ризики виробництва та витрати на додаткові ітерації.

Вибір САПР був здійснений з урахуванням потреб проекту та досвіду розробника, що дозволило ефективно використовувати можливості Altium Designer для створення надійної та функціональної друкованої плати. Завдяки цьому, другий розділ підкреслює важливість правильного вибору інструментів проектування та їх вплив на успішність реалізації проекту.

					<i>СМО 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

3 Охорона праці та безпека життєдіяльності

3.1 Види небезпек

Небезпеки класифікують [21] за локалізацією (літосфера, гідросфера, атмосфера, космос - клас природних небезпек), за наслідками (стомлення, стрес, отруєння, аварія, катастрофа, захворювання, смерть - клас антропогенних небезпек), за шкодою (соціальна, технічна, екологічна - соціокультурні небезпеки), за сферами діяльності (побутова, виробнича, спортивна, дорожньо-транспортна, військова), за структурою (прості, складні, похідні), за характером дії (активні, пасивні). Це типи небезпек, що складають класи, групи.

Серед класу небезпек можна виділити групи небезпек - латентні або скриті та явні - легко проявляються, наприклад насильницькі - повстання, економічне, психічне насилля. Групи небезпек складаються з їх родів, які утворюють укрупнені цілі - екологічні, соціальні, державно-політичні. Роди небезпек складаються з видів небезпек, для яких характерна певна ціль. Наприклад, в класі природних небезпек можна виділити категорію явних небезпек - отруєння довкілля. Категорію складають роди, види екологічних небезпек (наприклад, загроза сукупності тварин, рослин) Можна ідентифікувати вид - небезпека загибелі певному виду тварин. Вид складають підвиди небезпек. Наприклад, голод через зменшення поголів'я тварин.

Отже, можна навести схему аналізу небезпек. Наприклад, біогенетична небезпека - тип, який може мати підтип - конкретна небезпека для певного виду тварин або рослин. Цей підтип містить клас небезпеки - наприклад природний, який можуть складати категорії - відкриті або скриті загрози (навмисне знищення рослин, тварин або їх занесення до Червоної книги). Підвид цієї категорії - продовольча криза від порушення гармонії

					<i>СМО 2.899.001 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		55

взаємозв'язків у системі "Природа (грунти, води), технології, техніка, людина".

Вирішуючи питання безпеки необхідно знайти комплексне вирішення проблеми, орієнтуючись не на окремий елемент, а на забезпечення стабільності всієї системи, враховуючи надійність зв'язків між її елементами. Для цього застосовують методи оцінки ризику здійснення несприятливої події - теорію вірогідності, принципи системного аналізу, яких виділяють чотири. Перший - процес прийняття рішення залежить від чіткого формулювання кінцевої мети. Другий - наявна проблема являє собою єдине ціле - систему, в якій необхідно виявити взаємозв'язки, щоб отримати конкретне рішення. Третій - аналіз всіх можливих альтернативних шляхів досягнення мети. Четвертий - цілі безпеки окремих елементів не повинні суперечити цілям безпеки всієї системи.

Системний підхід виконує евристичні функції, фіксуючи недостатність старих, традиційних методів дослідження та дозволяє створювати нові. Його застосовують для підготовки рішень складних проблем військового, політичного, соціального, економічного, наукового, технічного напрямків з метою знаходження шляхів їх альтернативного вирішення. Системний аналіз базується на теоріях дослідження операцій та черговості, методах експертних оцінок. Його технічною основою є обчислювальні машини, інформаційні системи. Коли існує одна чітка мета, ступінь досягнення якої можна оцінити на основі одного критерію, використовують методи математичного програмування.

Перші методологічні принципи такого підходу до загальної теорії систем були запропоновані Л. Берталанфі. У 1972 р. у Лаксенбурзі, поблизу Відня, був створений міжнародний інститут прикладного системного аналізу (ШАБА), який веде наукові дослідження в галузі міжнародного співробітництва, охорони довкілля, освоєння ресурсів Світового океану.

					<i>СМО 2.899.001 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		56

Системний підхід в аналізі безпеки людини полягає у виявленні причин, що викликають небажані результати, дозволяє передбачити наслідки дії небезпечних і шкідливих чинників у різноманітних сферах діяльності. У будь-якій діяльності формуються дві основні сфери - гомосфера та ноксосфера. Суміщення цих сфер неприпустимо, бо це різко підвищує кількість нещасних випадків - травм, аварій, катастроф. Їх необхідно обов'язково розділити у часі і просторі за допомогою дистанційного управління процесами - автоматизації, роботизації, певними позначками, умовними знаками. Це дозволяє виключити або, принаймні, зменшити дію небезпечного чинника на людину.

Основна властивість безпеки [22] - потенційність, тобто скритість, можливість проявитися за певних умов. Проявлення безпеки - актуалізація, яка частіше всього є результатом незнання, необізнаності, недисциплінованості, невихованості. Саме з-за цього люди, знаючи про безпеку діють невірною, актуалізуючи її, тобто створюють умови для прояву травм, професійних захворювань.

3.2 Види шуму, методи боротьби з шумом

Заходи та засоби захисту [23] від шуму поділяються на колективні та індивідуальні, причому останні застосовуються лише тоді, коли заходами та засобами колективного захисту не вдається знизити рівні шуму на робочих місцях до допустимих значень. Призначення засобів індивідуального захисту (313) від шуму - перекрити найбільш чутливі канали проникнення звуку в організм - вуха. Тим самим різко послаблюються рівні звуків, що діють на барабанну перетинку, а відтак - і коливання чутливих елементів внутрішнього вуха. Такі засоби дозволяють одночасно попередити розлад і всієї нервової системи від дії інтенсивного подразника, яким є шум.

					<i>СМО 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

До 313 від шуму належать навушники, протишумові вкладки, шумозаглушувальні шоломи. Вибір 313 обумовлюється видом та характеристикою шуму на робочому місці, зручністю використання засобу при виконанні даної робочої операції та конкретними кліматичними умовами.

Засоби колективного захисту від шуму подібно до віброзахисту поділяються за такими напрямками:

- зменшення шуму в самому джерелі;
- зменшення шуму на шляху його поширення;
- організаційно-технічні заходи;
- лікувально-профілактичні заходи.

Зменшення шуму в самому джерелі - найбільш радикальний засіб боротьби з шумом, що створюється устаткуванням. Досвід показує, що ефективність заходів щодо зниження шуму устаткування, що вже працює, досить невисока, тому необхідно прагнути до максимального зниження шуму в джерелі ще на стадії проектування устаткування. Це досягається за допомогою наступних заходів та засобів: удосконалення кінематичних схем та конструкцій устаткування; проведення статичного та динамічного зрівноважування і балансування; виготовлення деталей, що співударяються, та корпусних деталей з неметалевих матеріалів (пластмас, текстоліту, гуми); чергування металевих та неметалевих деталей; підвищення точності виготовлення деталей та якості складання вузлів і устаткування; зменшення зазорів у з'єднаннях шляхом зменшення припусків; застосування мащення деталей, що труться, і т. ін. Організаційно-технічні засоби захисту від шуму передбачають: застосування малошумних технологічних процесів та устаткування, оснащення шумного устаткування засобами дистанційного керування, дотримання правил технічної експлуатації, проведення планово-попереджувальних оглядів та ремонтів.

					<i>СМО 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

До заходів лікувально-профілактичного характеру належать попередній та періодичні медогляди, використання раціональних режимів праці та відпочинку для працівників шумних ділень та цехів, допуск до шумних робіт з 18 років тощо.

Архітектурно-планувальні заходи щодо захисту від шуму передбачаються при проектуванні, реконструкції та експлуатації підприємства (цехів, ділень). Вони дозволяють зменшити вплив виробничих шумів на працівників нешумних виробництв та мешканців житлових масивів, що розташовані поруч з підприємством.

Для зменшення шкідливого впливу [24] виробничого шуму на працівників шумних виробництв, послаблення передавання його в сусідні приміщення застосовують звуко- і віброізоляцію, звуко- і вібропоглинання та глушники шуму.

Звукоізоляція є ефективним засобом зменшення рівня шуму у напрямку його поширення, що реалізується шляхом встановлення звукоізоляційних перешкод (перегородок, кабін, кожухів, екранів). Принцип звукоізоляції базується на тому, що більша частина звукової енергії, яка потрапляє на перешкоду, відбивається і лише незначна її частина проходить крізь неї.

Для звукоізоляції окремих шумних ділень у приміщенні чи устаткування застосовують легкі багат шарові звукоізоляційні перегородки з повітряними прошарками. Для звукоізоляції найбільш шумних вузлів та агрегатів (ланцюгові передачі, двигуни, компресори, вентилятори) використовуються звукоізоляційні кожухи, які є засобами, що встановлюються в безпосередній близькості від джерела шуму. В тих випадках, коли неможливо ізолювати шумне устаткування чи його вузли, захист працівника від дії шуму здійснюють шляхом облаштування звукоізолюваної kabіни з пультом керування та оглядовими вікнами.

Метод акустичного екранування застосовується в тих випадках, коли інші методи малоефективні або недоцільні з техніко-економічної точки зору.

					<i>СМО 2.899.001 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		59

Акустичний екран встановлюється між джерелом шуму та робочим місцем і являє собою певну перешкоду на шляху поширення прямого шуму, за якою виникає так звана звукова тінь. Найбільш поширеними для виготовлення екранів є сталеві чи алюмінієві листи товщиною 1-3 мм, які покриваються з боку джерела шуму звукопоглинальним матеріалом.

Рівень шуму у виробничому приміщенні залежить не лише від прямого, але й відбитого звуку. Тому, якщо в цеху неможливо знизити енергію прямого звуку, то необхідно зменшити енергію звукових хвиль, які відбиваються від внутрішніх поверхонь приміщення. Для цього проводять акустичне оброблення всіх або частини стін та стелі приміщень шумних виробництв за допомогою звукопоглинального облицювання та (або) підвішують до стелі штучні звукопоглиначі.

Процес поглинання звуку відбувається при переході коливної енергії частинок повітря в теплоту внаслідок втрат на тертя в порах звукопоглинального матеріалу. Тому для ефективного звукопоглинання матеріал повинен мати пористу структуру, причому необхідно, щоб пори були відкриті з боку звукової хвилі і мали якнайбільше з'єднань між собою. Штучні звукопоглиначі найдоцільніше розміщувати в зонах, де концентруються звукові хвилі, що відбиваються від внутрішніх поверхонь приміщення.

Звукопоглиначі можуть мати різну форму (куля, куб, ромб, піраміда) і виготовляються з перфорованих листів твердого картону, пластмаси чи металу, які зі середини покриті звукопоглинальним матеріалом.

Глушники шуму - це ефективний засіб боротьби з шумом аеродинамічного походження, який виникає при роботі вентиляційних систем, пневмо-інструменту, газотурбінних, дизельних, компресорних та деяких інших установок. За принципом дії глушники поділяють на активного, реактивного та комбінованого типу. У глушників активного типу зниження шуму відбувається внаслідок його затухання в порах звукопоглинального матеріалу. В глушниках реактивного типу шум

					<i>СМО 2.899.001 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		60

знижується шляхом відбивання звукових хвиль у системі розширювальних та резонансних камер, що з'єднані між собою за допомогою труб, щілин та отворів. У комбінованих глушниках відбувається як поглинання, так і відбивання шуму.

					<i>СМО 2.899.001 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змін.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		61

Висновки

У цій роботі було проведено глибокий аналіз та розробку кімнатного монітору мікроклімату, що охоплює від обґрунтування актуальності до детального проєктування друкованої плати. Актуальність проєкту підкріплена необхідністю забезпечення здорового мікроклімату в приміщеннях, що впливає на благополуччя людей.

Перший розділ зосереджений на визначенні вимог до пристрою, аналізі сучасних технологій та розробці структурної схеми. Вибір компонентів та проєктування електричної схеми виконано з урахуванням точності, надійності та інтеграції з іншими системами. Компоновка друкованого вузла враховує ергономічність та зручність обслуговування.

Другий розділ підкреслює значення вибору відповідного програмного забезпечення для проєктування. Altium Designer був обраний за його здатність оптимізувати процеси та забезпечити високу якість кінцевого продукту. Програма дозволила ефективно розмістити компоненти та провести перевірку проєкту перед виготовленням прототипу.

Загалом, робота демонструє важливість інтегрованого підходу до розробки, від теоретичного обґрунтування до практичного втілення. Вдале поєднання аналітичної роботи та технічного виконання забезпечує створення надійного та ефективного пристрою для моніторингу мікроклімату.

					<i>СМО 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Список використаних джерел

1. Методичні рекомендації з оформлення кваліфікаційних робіт бакалавра за спеціальністю “172 Телекомунікації та радіотехніка” [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: https://dl.tntu.edu.ua/mods/_standard/file_storage/index.php Дата доступу 10.03.2024.
2. LTC4054 [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/c2rT2vem_LTC4054.pdf (дата звернення 09.02.2024).
3. ATmega128A-AU [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://imrad.com.ua/ua/atmega128a-au-4> (дата звернення 09.02.2024).
4. LM1117IMPX-3.3/NOPB [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://imrad.com.ua/ua/lm1117impx-3-3-nopb-3> (дата звернення 09.02.2024).
5. Керамічні конденсатори CL21B [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://imrad.com.ua/ua/cl21b104kacnnc-3> (дата звернення 09.02.2024).
6. Резистори RC0805 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://imrad.com.ua/ua/rc0805fr-070rl-3> (дата звернення 09.02.2024).
7. Електролітичні конденсатори EEEF [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://imrad.com.ua/ua/eeefk1e100r-6> (дата звернення 09.02.2024).
8. BMP180 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://imrad.com.ua/ua/bmp180-1> (дата звернення 09.02.2024).
9. MH-Z19 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://imrad.com.ua/ua/mh-z19-ndir-co2-sensor-4> (дата звернення 09.02.2024).
10. DHT22 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://imrad.com.ua/ua/modul-datchika-temperaturi-i-vologosti-dht22> (дата звернення 09.02.2024).

					<i>СМО 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

11. KFC-A06-20 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://imrad.com.ua/ua/kfc-a06-20-knopka-taktovaya-6x6x20-7> (дата звернення 09.02.2024).
12. Діод 1N4007 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.farnell.com/datasheets/2856370.pdf> (дата звернення 09.02.2024).
13. Діод SS14 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://imrad.com.ua/ua/ss14-102946> (дата звернення 09.02.2024).
14. BMT-0903H5.5 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://imrad.com.ua/ua/bmt-0903h5-5-3> (дата звернення 09.02.2024).
15. BL-B2141Q [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://imrad.com.ua/ua/bl-b2141q-4> (дата звернення 09.02.2024).
16. 2N7002 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://imrad.com.ua/ua/2n7002-9-9> (дата звернення 09.02.2024).
17. ABS07-32.768KHZ-T [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://imrad.com.ua/ua/abs07-32-768khz-t-0> (дата звернення 09.02.2024).
18. ABM3B-12.000MHZ-B2 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://imrad.com.ua/ua/abm3b-12-000mhz-b2-9> (дата звернення 09.02.2024).
19. Штирьовий з'єднувач PLS [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://imrad.com.ua/ua/pls-4-8> (дата звернення 09.02.2024).
20. TFT LCD 2,2" [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.winstar.com.tw/products/tft-lcd/ips-tft/tft-4.html> (дата звернення 09.02.2024).
21. Запорожець О.І. Основи охорони праці. – К.: ВД Центр навчальної літератури (ЦНЛ), 2019, с. 463.
22. НПАОП 32.0-1.02-14 “Правила охорони праці під час виробництва радіо- та електронної апаратури”.
23. ДСТУ Б В.2.5-82:2016 Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом.
24. Атаманчук П.С. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник. - К.: Основа, 2017, с. 437.

					<i>СМО 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

25. TENMARS ST-502 [Електронний ресурс] – Режим доступу:
<https://rozetka.com.ua/ua/307576713/p307576713/> (дата звернення
09.02.2023).

26. AZ-7729 [Електронний ресурс] – Режим доступу:
<https://simvolt.ua/monitor-mikroklimatu-co2-rh-temp-az-7729/> (дата звернення
09.02.2023).

27. Testo 160 IAQ [Електронний ресурс] – Режим доступу:
<https://www.testo.kiev.ua/ua/testo-160-iaq.html> (дата звернення 09.02.2023).

28. Elgato Eve Room [Електронний ресурс] – Режим доступу:
<https://www.evehome.com/en/eve-room> (дата звернення 09.02.2023).

					<i>СМО 2.899.001 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змін.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		65

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедру РТ
_____ к.т.н. Дунець В.Л.
“ ____ ” _____ 20 __ р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу бакалавра

на тему: «Кімнатний монітор мікроклімата»

Узгоджено:
Керівник дипломного проекту
Хвостівська Л. В. _____
“ ____ ” _____ 20 __ р.

“ВИКОНАВЕЦЬ”
Студент групи РАС-41
Салітринський М. О. _____
“ ____ ” _____ 20 __ р.

1 НАЗВА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ Й ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

1.1 Назва: “ Кімнатний монітор мікроклімата ”

1.2 Підставою для виконання кваліфікаційної роботи є наказ університету про затвердження кваліфікаційної роботи № _____ від “___” _____ 20__ р.

2 ВИКОНАВЕЦЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

2.1. Студент Салітринський Максим Орестович групи РАс-41, кафедри радіотехнічних систем, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

3 МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Метою кваліфікаційної роботи є розробка кімнатного монітору мікроклімата, що включає в себе:

- розробка схемотехнічного рішення для даного кімнатного монітору мікроклімату;
- вибір компонентної бази розроблювального кімнатного монітору мікроклімату;
- розрахунок і вибір компонентів для оптимальної кімнатного монітору мікроклімату;

4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

4.1. Основні параметри

4.1.1. Кімнатний монітор мікроклімату повинен бути розрахований на живлення від батарейок які видають 5 В.

4.1.2. Вихідна напруга і максимальний струм навантаження кімнатного монітору мікроклімату повинні відповідати значенням, наведеним ПЗ.

4.2. Технічні вимоги

4.2.1. Кімнатний монітор мікроклімату повинен відповідати вимогам стандарту, а також технічній документації на кімнатний монітор мікроклімату конкретного типу, затвердженій в установленому порядку.

4.2.2. Кімнатний монітор мікроклімату повинен забезпечувати задану потужність з моменту включення.

4.2.3. Кімнатний монітор мікроклімату повинен забезпечувати безперервну роботу протягом 24 годин при номінальному струмі навантаження і номінальній напрузі джерела живлення при нормальних кліматичних умовах.

4.2.4. Всі елементи кімнатного монітору мікроклімату повинні бути захищені від струмів короткого замикання.

4.2.5. Електрична міцність і опір ізоляції між корпусом кімнатного монітору мікроклімату і мережевими контактами, а також між корпусом і

контактами, повинні відповідати вимогам ДСТУ 22261.

4.2.6. За механічними і кліматичними умовами експлуатаційні кімнатного монітору мікроклімату повинен відповідати ДСТУ 22261 (група 4).

Граничні умови транспортування та зберігання - 5 по ДСТУ 15150. Час витримки в нормальних умовах - 24 год.

4.2.7. У комплект кімнатного монітору мікроклімату повинно входити: кімнатний монітор мікроклімату, комплект запасних частин. До комплекту докладають паспорт.

4.2.8. Напрацювання на відмову повинне бути не менше 39864 год.

4.2.9. Час відновлення після ремонту повинен бути не більше 1 год.

4.2.10. Середній термін служби повинен бути не менше 5 років.

Випробування на термін служби не проводять.

4.3. Правила приймання.

4.3.1. Кімнатний монітор мікроклімату повинен піддаватися періодичним випробуванням.

4.3.2. При випробуваннях кімнатний монітор мікроклімату повинен піддаватися суцільному контролю. При невідповідності вимогам цього стандарту його повертають для усунення дефектів. Після усунення дефектів кімнатний монітор мікроклімату висувають на повторні випробування. Результати повторних випробувань є остаточними.

4.3.3. Періодичним випробуванням піддають не менше трьох кімнатних моніторів мікроклімату кожного типу, що пройшли випробування. Періодичні випробування на відповідність всім пунктам даного стандарту проводять при випуску настановних партій і періодично один раз на два роки. При отриманні незадовільних результатів випробувань з'ясовують причини браку, усувають їх і проводять повторні періодичні випробування на подвоєному числі кімнатних моніторів мікроклімату. Якщо при повторних періодичних випробуваннях виявлено невідповідність хоча б одного виробу вимогам цього стандарту, приймання і відвантаження кімнатних моніторів мікроклімату припиняють. Рішення про подальше виготовлення виробів та їх приймання беруть замовник та підприємство-виробник.

4.3.4. Випробування на надійність проводять не рідше одного разу на три роки. Вихідні дані при проведенні випробувань:

- Приймальний рівень $P\alpha = 0.95$;
- Бракувальний рівень $P\mu = 0.8$;
- Ризик виробника $\alpha = 0.1$;
- Ризик споживача $\beta = 0.2$.

5 ВИМОГИ ДО ДОКУМЕНТАЦІЇ

5.1 Конструкторська документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ.

5.2. Комплект конструкторської документації повинен складатися з:

- пояснювальна записка;
- структурна схема кімнатного монітора мікроклімату;
- електрична принципова схема кімнатного монітора мікроклімату;

- друкована плата кімнатного монітора мікроклімату;
- друкований вузол.

6 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

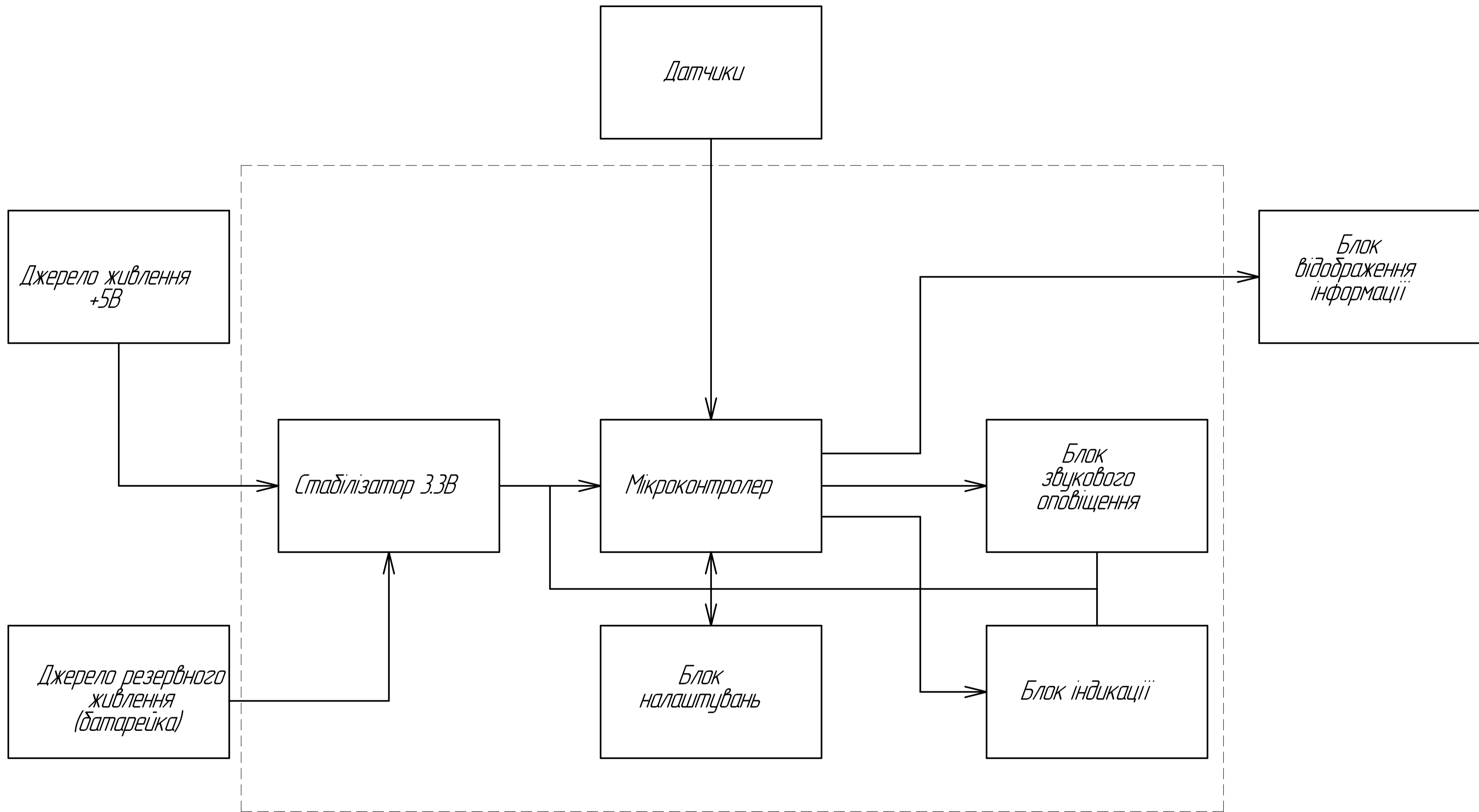
Таблиця 6.1 – Стадії та етапи виконання КР

№ етапу	Назва етапу виконання КР	Термін виконання
1	Розробка та затвердження технічного завдання	
2	Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних матеріалів, необхідних для виконання роботи, техніко-економічний аналіз	
3	Розробка структурної схеми	
4	Розрахунок основних вузлів кімнатного монітора мікроклімату	
5	Вибір компонентної бази для розроблюваного кімнатного монітора мікроклімату;	
6	Компоновка друкованого вузла	
7	Створення допоміжної документації	
8	Спеціальна частина	
9	Розділ безпеки життєдіяльності, основи охорони праці	
10	Нормоконтроль	
11	Попередній захист КР	
12	Захист КР	

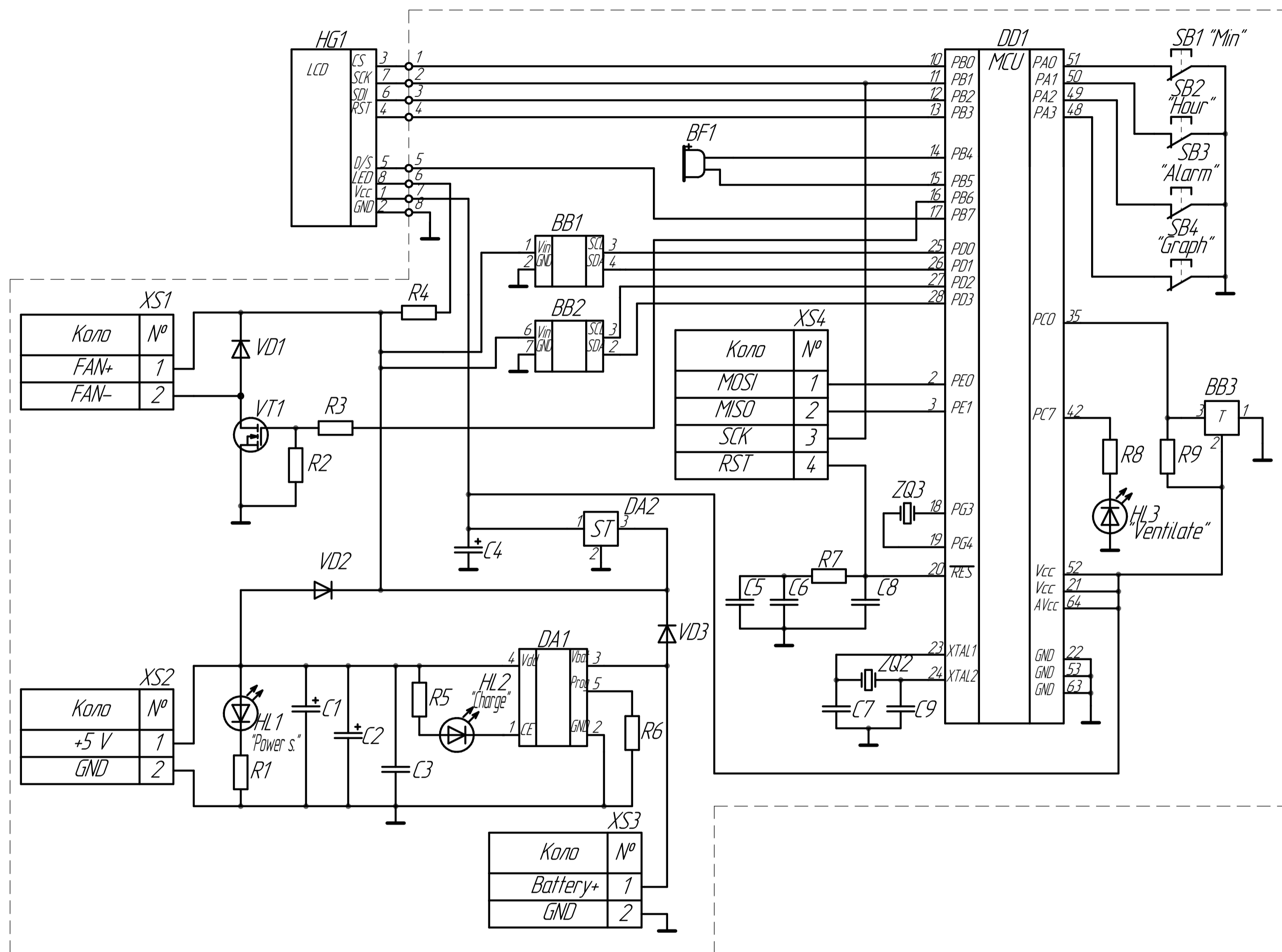
Термін виконання кваліфікаційної роботи узгоджується з керівником і з графіком виконання.

7 ДОДАТКОВІ УМОВИ ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

7.1 Під час виконання дипломного проекту в дане технічне завдання можуть вноситися зміни та доповнення.



					СМО 2.899.001 Е1			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Кімнатний монітор мікроклімату Схема електрична структурна	Лист	Маса	Масштаб
Розроб.	Солтинський М.О.							
Перев.	Хвостівська Л.В.					Арк.	Аркциф.	1
І.контр.						ТНТУ, ФПТ каф. РТ гр. РАС-41		
І.контр.	Марценюк А.С.					Формат А2		
Затв.	Дичець В.Л.							

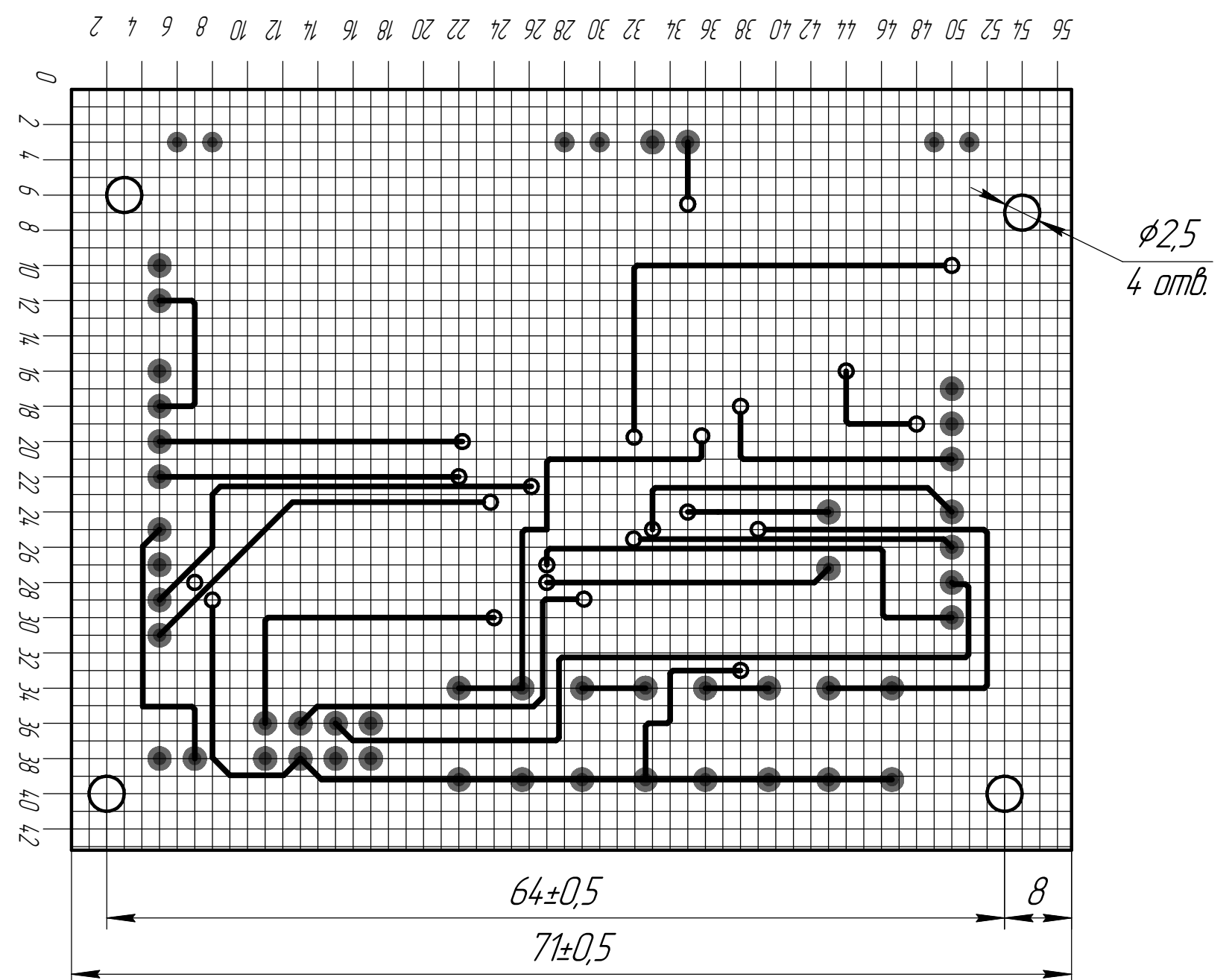
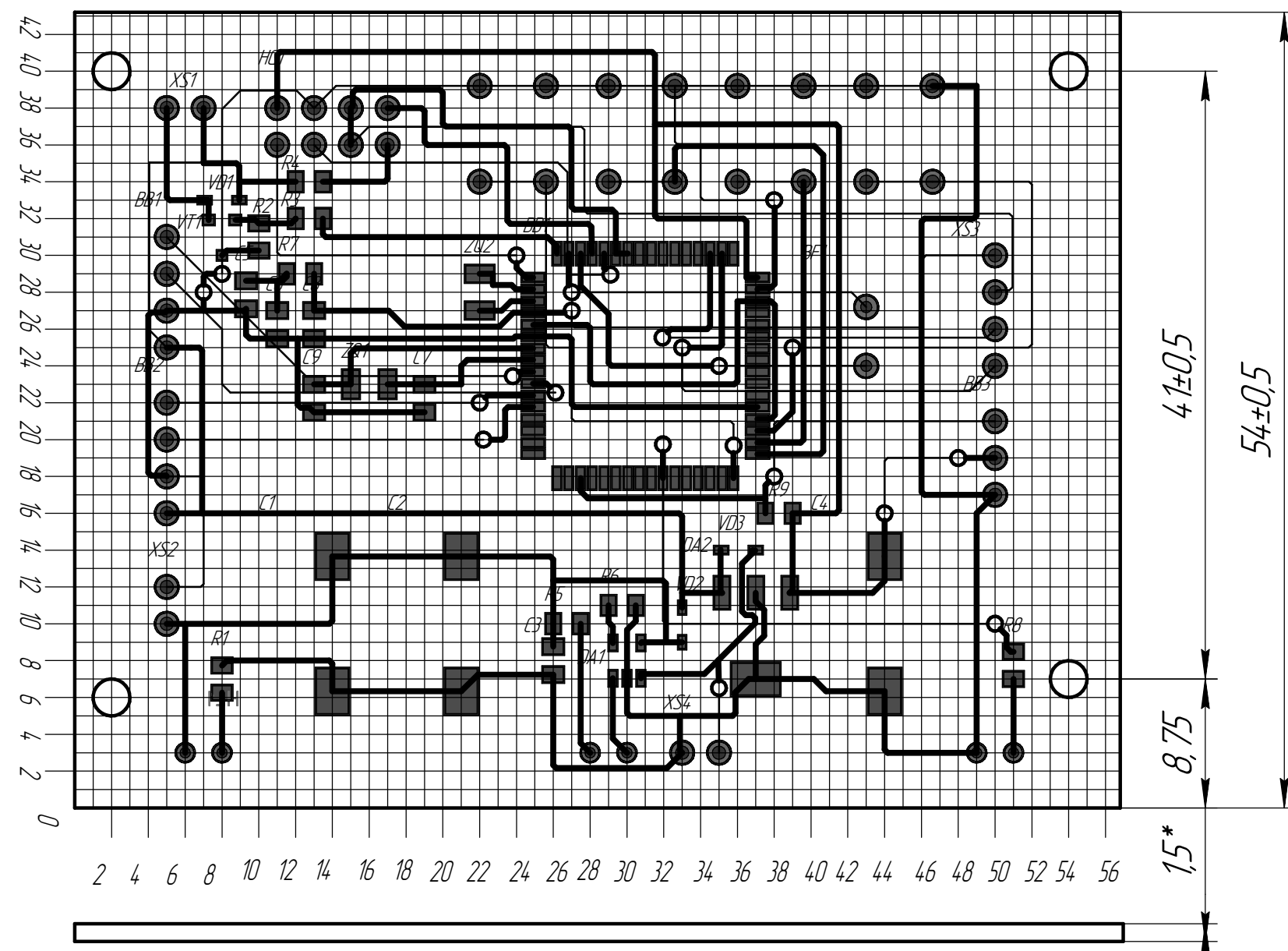


СМД 2.899.002 Е3					Стерео підсилювач із сабвуфером і ФНЧ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Лист	Дата	Лист	Маса	Масштаб
Разроб.	Солтинський М.О.						
Перев.	Хвостівська Л.В.						
Т.контр.					Арк.	Аркциф	1
Н.контр.	Марценюк А.С.				ТНТУ, ФПТ каф. РТ		
Затв.	Диченць В.Л.				гр. РАС-41		
					Формат А2		

Поз. позн.	Назва	Кіл.	Примітка
	<u>Кімнатний монітор мікроклімату</u>		
BB1	BMP180 «BOSCH»	1	
BB2	MH-Z19 «WINSEN»	1	
BB3	DHT22 «SAMIROE ROBOT»	1	
BF1	Звуковипромінювач BMT-0903H5.5 «BESTAR»	1	
	<u>Конденсатори</u>		
C1	EEEFK1E100R «Panasonic»	1	
C2	EEFFP1E151AP «Panasonic»	1	
C3	CL21B104KACNNNC «SAMSUNG»	1	
C4	EEEFK1E100R «Panasonic»	1	
C5	CL21A105KAFNNE «SAMSUNG»	1	
C6	CL21B104KACNNNC «SAMSUNG»	1	
C7	CL21C100CBANNNC «SAMSUNG»	1	
C8	CL21B104KACNNNC «SAMSUNG»	1	
C9	CL21C100CBANNNC «SAMSUNG»	1	
	<u>Мікросхеми</u>		
DA1	LTC4054 «LINEAR TECHNOLOGY»	1	
DA2	LM1117IMPX-3.3/NOPB «Texas Instruments»	1	
DD1	ATmega128A-AU «MICROCHIP TECHNOLOGY»	1	
HG1	Дисплей TFT LCD 2,2" «ХунМінг»	1	

СМО 2.899.001 ПЕЗ

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Салітринський			Кімнатний монітор мікроклімату	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевірив		Хвостівська				н	1	3
Рецензор						ВСП "ТФК" ТНТУ		
Н. Контр.		Марценюк А. С.				м. Тернопіль		
Затвер.		Дунець В. Л.				Перелік елементів		

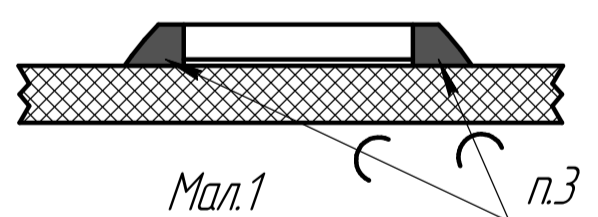
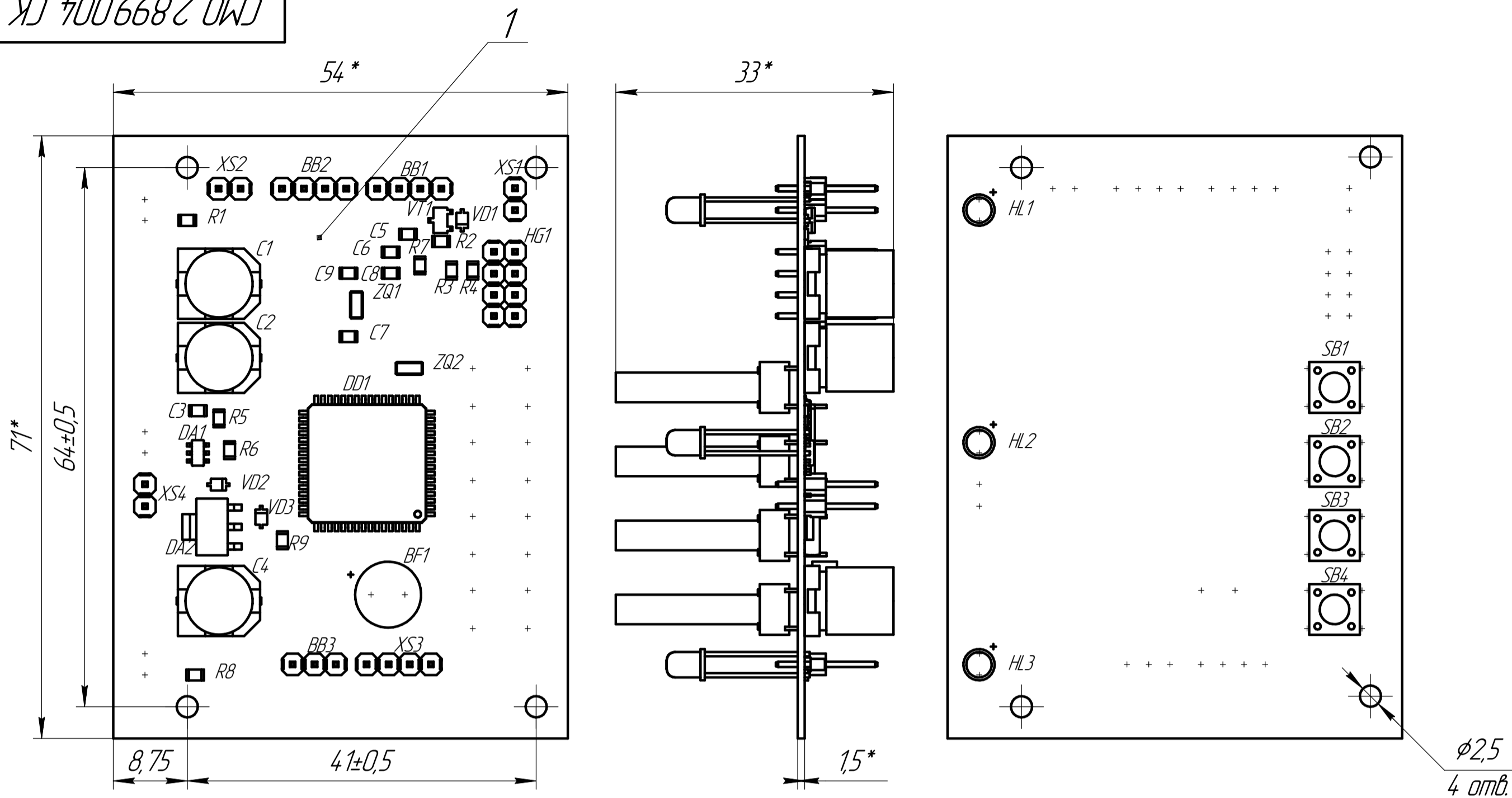


Таблиця отворів

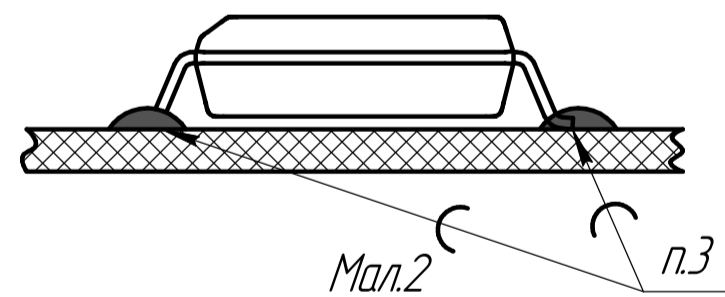
Позначення отвору	Діаметр отвору	Діаметр конт. площадки	Наявність металізації	К-ть отворів
○	0.3	0.7	металіз.	22
●	0.7	0.9	металіз.	43
■	-	16x2	-	50
▬	-	1x2	-	49

- *Розміри для довідок;
- Клас точності 3
- Крок координатної сітки 1.25 мм.
- Плату виготовляти електрохімічним методом.
- Параметри отворів-див.Таблицю отворів.
- Мінімальна ширина друкованих провідників 0.4 мм
- Мінімальна відстань між друкованими провідниками 0.5 мм.
- Плату маркувати фарбою ТН ПФ-01 біла ТУ 29-02-889-88ширифтом 2.5 ПР. 41
- Контактні площадки покрити припоєм ПОС-40

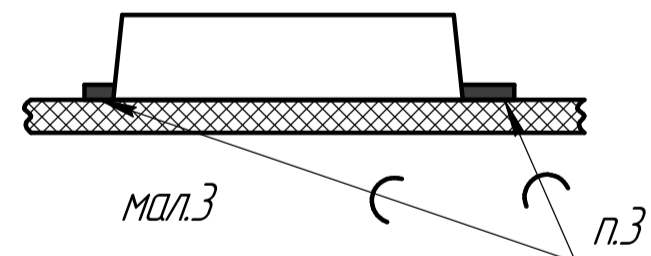
					СМО 7.103.003		
Зм.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата	Лит.	Маса	Масштаб
Розроб.		Солтинський М.О.			Плата друкована		
Перев.		Хвостівська Л.В.				0,25	2:1
Т.контр.					Арк.	Архів 1	
Н.контр.		Марценюк А.С.			ТНТУ, ФПТ каф. РТ		
Затв.		Диченяк В.Л.			гр. РАС-41		
					Формат А2		



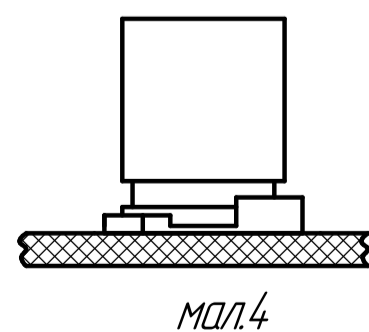
Мал.1



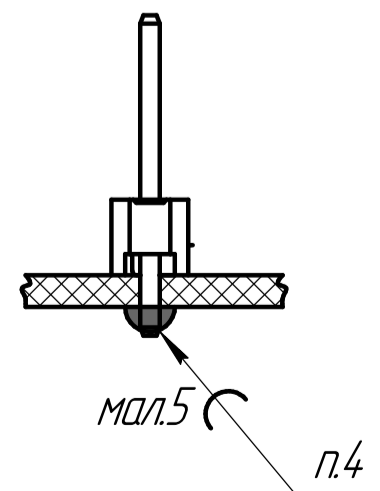
Мал.2



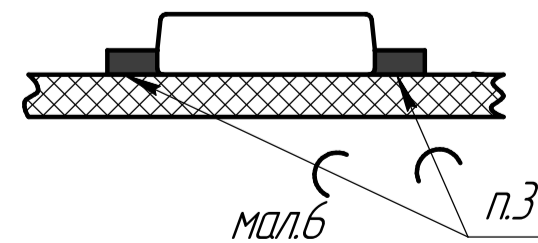
Мал.3



Мал.4



Мал.5



Мал.6

- 1.* Розміри для довідок
- 2.Установку EPE провести згідно ОСТ4.ГО.010.030-91 крок координатної сітки 1.25мм, елементи встановити: резистори R1-R9 згідно мал.1; конденсатори C3, C4-C9, згідно мал.1; мікросхему DA1, згідно мал.2; Транзистор VT1 згідно мал.3 конденсатори C1-C2, C4 згідно мал.4; роз'єми XS1-XS3 згідно мал.5; діоди VD1-VD3 згідно мал.6
- 3.Паяти паяльною пастою XG50 "Mechanic"
- 4.Паяти ПОС-61 ДСТУ 14:29.14:2005
- 5.Виводи згинати під кутом 30 та обрізати в межах контактних площадок
- 6.Покрити лаком АК-133 МС ІСО 8501-1
- 7.Позначення елементів показано умовно

CMO 2.899.004 СК					Лит.	Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підп.	Дата	Друкований вузол кімнатного монітору мікроклімату	0,35	2:1
Розроб.	Салтинський М.В.						
Перев.	Хвостівська Л.В.				Складальне креслення	Арк.	Арк.цифр 1
І.контр.							
Н.контр.	Марценюк А.С.						
Затв.	Цибуць В.Л.						
						ТНТУ, ФПТ каф. РТ гр. РАС-41	
						Формат А2	

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.
				<u>Документація</u>		
A3			СМО 2.899.001 ЕЗ	Схема електрична принципова		
A4			СМО 2.899.001 ПЕЗ	Перелік елементів		
A2			СМО 2.899.001	Вузол друкований		
				<u>Деталі</u>		
A2	1		СМО 7.161.001	Плата друкована	1	
				<u>Інші вироби</u>		
		2		BMP180 «BOSCH»	1	BB1
		3		MH-Z19 «WINSEN»	1	BB2
		4		DHT22 «SAMIOWE ROBOT»	1	BB3
		5		Звуковипромінювач BMT-0903H5.5 «BESTAR»	1	BF1
				<u>Конденсатори</u>		
		6		CL21C100CBANNNC «SAMSUNG»	2	С7, С9
		7		CL21B104KACNNNC «SAMSUNG»	3	С3, С6, С8
		8		CL21A105KAFNNNE «SAMSUNG»	1	С5
		9		EEEFK1E100R «Panasonic»	2	С1, С4
		10		EEEF1E151AP «Panasonic»	1	С2

СМО 2.899.001				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Разроб.	Салітринський			
Перевір.	Хвостівська			
Н Контр.	Марценюк А.			
Затверд.	Дунець В. Л.			
Вузол друкований на кімнатний монітор мікроклімата			Літ.	Аркцш
			н	Аркцшів
			1	3
Специфікація			ТНТУ, ФПТ каф. РТ гр. РАС-41	

