

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: Пристрій дистанційного контролю
параметрів об'єкта

Студента (ки) 6_ курсу
 ЕС_групапряму
підготовки:
6.050802 – електронні пристрої та системи
 Матяшов А.І.
(прізвище та ініціали)
Керівник **Юркін І.М.**
(прізвище та ініціали)
 доцент, к.ф.-м. наук
(посада, вч. звання, наук. ступінь)

Національна оцінка

Кількість балів:

Оцінка ECTS

**Члени
комісії:**

_____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)

_____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)

_____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Державний вищий навчальний заклад
Ужгородський національний університет
Інженерно-технічний факультет
Кафедра електронних систем

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

на магістерську кваліфікаційну
роботу на тему:

ПРИСТРІЙ ДИСТАНЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ОБ'ЄКТА

Студента групи ЕС: Андрій МАТЯШОВ ()

Керівник проекту: доц. Ігор ЮРКІН ()

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

**Інженерно-технічний факультет
Кафедра Електронних систем
Освітньо-кваліфікаційний рівень "МАГІСТР"
Галузь знань - 17 Електроніка та телекомунікації
Спеціальність - 171 Електроніка**

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
к.ф.-м.н., Тарас ЗАЯЦЬ

" ___ " _____ 2020 р.

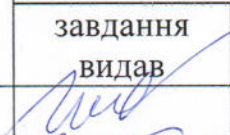
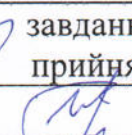

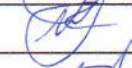

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА
Студенту Матяшову Андрію
(ПРІЗВИЩЕ, ІМ'Я)**

1. Тема МКР Пристрій дистанційного контролю параметрів об'єкта _____
керівник роботи Юркін Ігор, к.ф.-м. наук доцент, _____
затверджені наказом по університету від " ___ " _____ 20__ року № ____.
2. Строк подання студентом роботи " ___ " _____ 20__ року.
3. Вихідні дані до роботи. Провести пошук пристроїв дистанційного контролю параметрів об'єкта. Провести порівняльний аналіз переваг та недоліків аналогів об'єкта проектування. Розробити технічну пропозицію з відповідними вхідними параметрами: двополярного живлення пристрою наміналом 5В; пристрій розділено на два функціональні вузли – внутрішній блок обробки та вимірювання та віддалений блок для контролю параметрів об'єкта за межами приміщення. Зв'язок між блоками виконується за допомогою радіопередавача на частоті 2,4 ГГц. Забезпечення контролю таких параметрів як: тиск в діапазоні 300-800 мм Нг, температура в діапазоні -40 ... +80 ° С та вологість 0-99 %.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
Вступ _____
 1. Огляд та аналіз прототипу та аналогів об'єкту досліджень _____
 2. Проектно – конструкторський розділ _____
 3. Конструкторсько-технологічний розділ _____
 4. Техніко-економічне обґрунтування _____
 5. Заходи з охорони праці і техніки безпеки на виробництві приладу _____Висновки _____Перелік джерел посилань _____Додатки _____
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
 1. Структурна (функціональна) схема _____

2. Електрична принципова схема

3. Друкована плата

6. Консультанти розділів роботи

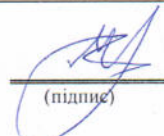
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1,2	Юркін І.М. Дово		
2,2.1	Юркін І.М. Дово		
Нормоконтроль	Мешко Р.О. Інженер		

7. Дата видачі завдання " " 2020 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

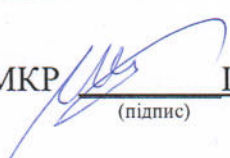
№ з/п	Назва етапів виконання МКР	Строк виконання етапів проекту	При мітка
1	Пошук аналогів об'єкта проектування	29.09.2021	
2	Огляду та аналіз аналогів	13.10.2021	
3	Вибір технічного рішення та обґрунтування технічної пропозиції	27.10.2021	
4	Синтез структурної та принципової схем, друкованої плати їх розрахунків	10.11.2021	
5	Виготовлення конструкторської документації.	22.11.2021	
6	Конструкторська-технологічна розробка плати	29.11.2021	
7	Техніко-економічне обґрунтування	6.12.2021	
8	Оформлення магістерської кваліфікаційної роботи	20.12.2021	
9			
10			

Студент


(підпис)

Андрій МАТЯШОВ

Керівник МКР


(підпис)

Ігор ЮРКІН

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота містить: сторінок - 90; рисунків - 35, таблиць - 25; список використаної літератури — 24.

Об'єкт розробки — пристрій дистанційного контролю параметрів об'єкта.

Мета дослідження — розробити відповідну документацію та провести розрахунки згідно вимог до дипломних проектів для пристрою дистанційного контролю параметрів об'єкта.

Робота включає літературний огляд і аналіз пристроїв даного типу та загальні принципи їх побудови. На основі цих даних і вимог технічного завдання, а також з урахуванням даного методу дослідження, розроблено структурну схему пристрою. Проектно-конструкторський розділ містить детальну розробку принципової електричної схеми, розрахунки основних функціональних блоків. Конструкторсько-технологічний розділ містить розрахунок теплових режимів роботи пристрою, а також розрахунок імовірності безвідмовної роботи пристрою в зазначений термін. Техніко-економічний розділ містить розрахунок орієнтовної ціни пристрою.

ABSTRACT

Master's thesis contains: pages - 90; figures - 35, tables - 25; list of used literature - 24.

Development object - a device for remote control of object parameters.

The purpose of the study is to develop relevant documentation and perform calculations in accordance with the requirements for diploma projects for the device of remote control of the parameters of the object.

The work includes a literature review and analysis of devices of this type and general principles of their construction. Based on these data and the requirements of the technical task, as well as taking into account this research method, a block diagram of the device was developed. The design section contains a detailed development of the basic electrical circuit, calculations of the main functional units. The design and technological section contains the calculation of the thermal modes of operation of the device, as well as the calculation of the probability of trouble-free operation of the device within the specified period. The technical and economic section contains the calculation of the approximate price of the device.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ПРОТОТИПУ ТА АНАЛОГІВ ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕНЬ ..	10
1.1 Огляд існуючих побутових метеостанцій.....	10
1.2 Аналоги об'єкту дослідження.....	13
1.2.1 АЦП з датчиком температури на одному кристалі	14
1.2.2 Автоматичний регулятор температури.....	16
1.2.3 Цифровий термометр-терморегулятор.....	18
1.2.4 Цифровий термометр із датчиками фірми Dallas Semiconductor....	25
1.2.5 Об'єднаний датчик вологості і температури DHT11.....	29
1.2.6 Датчик атмосферного тиску BMP180.....	31
1.2.7 Датчик атмосферного тиску BMP085.....	32
2 ПРОЕКТНО–КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	34
2.1 Синтез структурної схеми.....	34
2.2 Синтез принципової схеми.....	35
2.2.1 Центральний обчислювальний блок.....	36
2.2.2 Обчислювальний блок для частини станції що розташовується віддален....	39
2.2.3 Датчик атмосферного тиску.....	43
2.2.4 Об'єднаний датчик вологості і температури.....	45
2.2.5 Радіо передавач.....	46
2.2.6 Передавач WI-Fi сигналу.....	48
2.2.7 Розрахунок окремих блоків пристрою.....	50
3 КОНСТРУКТОРСЬКО–ТЕХНОЛОГІЧНА РОЗРОБКА ПЛАТИ.....	54
3.1 Проектування та розрахунок друкованої плати.....	54
3.2 Визначення контактних площадок, розмірів друкованих провідників.....	55

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив	Матяшов А.І.				Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Юркін І.М.				У	6	59
Т. контр.					УжНУ, ІТФ, 2м курс, спец. ЕС		
Н.Контр.	Спесивих О. О.						
Затвердив	Ваяць Т.М.						

3.3 Вибір варіантів встановлення елементів РЕА.....	58
3.4 Теплові характеристики пристрою.....	58
3.5 Розрахунок характеристик надійності пристрою.....	62
4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ.....	66
4.1 Розрахунок собівартості прилад.....	66
5 ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ І ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ НА ВИРОБНИЦТВІ ПРИЛАДУ.....	72
5.1 Загальні питання безпеки праці.....	72
5.2 Клімат виробничих приміщень.....	76
5.3 Охорона праці при складально-монтажних роботах в процесі виготовлення приладу.....	79
5.4 Охорона праці при виробничих випробуваннях РЕА.....	87
ВИСНОВКИ	89
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	90
ДОДАТКИ:	
Додаток 1: МКР.ЕС.160181.01.000 Е1 Схема електрична структурна	
Додаток 2: МКР.ЕС.160181.01.000 Е3 Схема електрична принципова	
Додаток 3: МКР.ЕС.160181.01.000 Е4 Схема електрична складальна	
Додаток 4: МКР.ЕС.160181.01.001 Друкована плата	
Додаток 5: МКР.ЕС.160181.02.001 Друкована плата	
Додаток 6: МКР.ЕС.160181.01.000 СК Складальне креслення	
Додаток 7: МКР.ЕС.160181.02.000 СК Складальне креслення	
Додаток 8: МКР.ЕС.160181.01.000 ПЕЗ Перелік елементів	
Додаток 9: МКР.ЕС.160181.01.000 Специфікація	
Додаток 10: МКР.ЕС.160181.02.000 Специфікація	

ВСТУП

Аналогом приладу дистанційного контролю параметрів об'єкта на масовому споживчому ринку є домашня метеостанція яка з'явилися на ринку порівняно недавно. Функціональність домашньої метеостанції схожа з професійним обладнанням, тільки обробляють набагато менше даних, які надходять з одного або декількох датчиків, встановлених за вікном і в інших приміщеннях. Домашні метеостанції показують температуру в приміщенні, температуру поза приміщенням, вимірюють вологість, атмосферний тиск і виходячи із обробки процесором отриманих даних формують прогноз погоди на добу. Працюють, як від електричної мережі, так і від змінних елементів живлення.

Кожен день звичайна людина покидає своє житло і виходить на вулицю. І кожен раз перед цим вона оцінює погодні умови. Ці умови можуть різко змінюватися. Що б не бути захопленим зненацька примхами погоди, людина може користуватися офіційними прогнозами погоди. А може і сама робити свої прогнози, нехай і часові межі таких прогнозів обмежані. Головним помічником в цьому може стати наш пристрій дистанційного контролю параметрів об'єкта. Такий пристрій може одночасно вимірювати кілька величин, пов'язаних з погодою. Він має набагато більше можливостей, ніж окремі прилади. Будь-яка метеостанція містить в своєму складі датчик температури та зовнішнього повітря. Це дозволяє знати температуру в будь-який час. Такому термометру не перешкода запітнілі або покриті інеєм стекла, темрява і інші подібні обставини. Обов'язковим датчиком також є датчик тиску. Знаючи величини які ми отримуємо з цього датчика можна визначити тенденції зміни погоди. Для цього використовується сучасний побутовий цифровою високоточний барометр. За своїми характеристиками він не поступається подібним пристроям, використовуваним в наукових цілях. При цьому електронний блок часто може не просто показувати тиск, але і проводити аналіз його зміни. Все це дозволяє вибудовувати точний прогноз не виходячи з дому і не користуючись засобами масової інформації.

Останнім обов'язковим приладом домашньої метеостанції є датчик вологості або гігрометр. На відміну від класичного, з двома термометрами, цей гігрометр електронний і не вимагає постійного додавання води. Ще однією

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

важливою його перевагою є відображення вологості, тоді як звичайний варіант вимагає конвертації показань за спеціальною таблицею. Володіючи побутовою метеостанцією будь-яка людина, може сама робити свій прогноз погоди. На відміну від глобальних, він буде більш точний для кожного місця проживання. Це дозволить не дивуватися примхам погоди, а вчасно попереджати їх. Тому кожному варто мати в користуванні домашню метеостанцію. Кімнатний гігрометр дозволяє завжди тримати під контролем рівень вологості усередині приміщення, що дозволить вжити необхідних заходів для профілактики появи цвілі і інших хвороботворних бактерій. А аналіз вологості повітря на вулиці завжди підкаже, брати з собою парасольку чи дощу можна сьогодні не чекати.

Також рекомендовано мати цифрові метеостанції молодим батькам. Спочатку цей прилад допоможе підтримувати оптимальну для малюка температуру в кімнаті і одягати його по погоді завдяки вбудованому термометру, вирушаючи на прогулянку. Людям старшого віку неоціненну допомогу надасть вбудований в цифрову метеостанцію барометр, який не тільки показує рівень атмосферного тиску, а й становить графік його змін. Це дозволить завжди відчувати себе добре тим, хто страждає низьким або високим тиском. Адже вчасно прийняті ліки іноді можуть врятувати людині життя.

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ПРОТОТИПУ ТА АНАЛОГІВ ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ

1.1 Огляд існуючих побутових метеостанцій

Прилад " TFA 35110201" - це портативна домашня метеостанція яка вимірює тиск, вологість повітря, і температуру в домашніх умовах. Також пристрій аналізує температуру і відображає візуальний графік в лівій нижній частині дисплея. Основні характеристики " TFA 35110201" представлені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Основні характеристики " TFA 35110201"

Параметри	" TFA 35110201"
Країна виробника	Китай
Напруга живлення, В	3
Мах струм, мкА	2
Діапазон температур, t C	0...+50
Діапазон вологості, %	20...99
Діапазон атмосферного тиску, мм Нг	Нема можливості
Розміри без упаковки (ШxВxГ), мм	75x145x20
Маса, г	350

Прилад "Астра-01" призначений для передбачення змін погодних умов і виведення даних на екран. Даний прилад використовується в основному дослідниками так як всю потрібну інформацію про зміну погоди "Астра-01" бере з супутника. Все що потрібно - встановити на домашній комп'ютер спеціальну програму, яку можна скачати в мережі інтернет. Сам прилад підключається до персонального комп'ютеру і видає точні метеопрогнози на наступний день: температуру повітря може передбачити з точністю до одного градуса, а наближення дощу - з точністю до десяти хвилин. Основні характеристики приладу в талбиці 1.2.

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Таблиця 1.2 - Основні характеристики "Астра-01"

Параметри	"Астра-01"
Країна виробника	Росія
Напруга живлення, В	5
Мах струм, мкА	4
Діапазон температур, t C	-40...+50
Діапазон температур, %	0...100
Діапазон атмосферного тиску, мм Hg	112...862
Розміри без упаковки (ШxВxГ), мм	150x100x31
Маса, г	1000
Робоча частота, МГц	10000±10

Прилад " TFA Gallery 351126" - багатофункціональна метеостанція для побутового користування з дисплеєм. Має функції прогнозування, індикація температур і вологості повітря, індикацію атмосферного тиску за останні 12 годин, індикація поточної фази Луни, електронний годинник, будильник, календар. Також має Дистанційний датчик термометр-гігрометр TFA 303200 для зовнішнього розташування. Основні характеристики приладу в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 - Основні характеристики " TFA Gallery 351126"

Параметри	"Астра-01"
Країна виробника	Китай
Напруга живлення, В	5
Мах струм, мкА	4
Діапазон температур, t C	-25...+50
Діапазон вологості, %	20...90
Діапазон атмосферного тиску, мм Hg	800... 825
Розміри без упаковки (ШxВxГ), мм	160 x 28 x 170
Маса, г	400
Робоча радіочастота, МГц	433

Прилад "Orion" побудований на Pісахе мікроконтролері від Revolution Education Ltd і складається з двох основних частин: зовнішній блок, який посиляє свої дані кожні 2 секунди, використовуючи передавач на частоті 433МГц. І внутрішній блок, який відображає отримані дані на 20 х 4 ЖК-дисплеї, а також атмосферний тиск, який вимірюється локально у внутрішньому блоці. Зв'язок пристрою з комп'ютером здійснюється через СОМ-порт. В даний час на комп'ютері безперервно будуються графіки з отриманих значень, а також йде відображення значень на звичайних індикаторах. Графіки і показники датчиків доступні на вбудованому веб-сервері, всі дані зберігаються і Т.ч. можна подивитися дані за будь-який проміжок часу. Основні характеристики приладу в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 - Основні характеристики " Orion"

Параметри	" Orion "
Країна виробника	США
Напруга живлення, В	6
Мах струм, мкА	4
Діапазон температур, t С	-40...+50
Діапазон вологості, %	0...100
Діапазон атмосферного тиску, мм Нг	112... 862
Розміри без упаковки (ШхВхГ), мм	160 x 153 x 30
Маса, г	700
Робоча радіочастота, МГц	433

1.2. Аналоги об'єкту досліджень

За виключенням інтегральних датчиків, всі температурні датчики володіють нелінійною функцією передачі. У минулому, для корекції нелінійності датчика конструювалися спеціальні складні аналогові схеми нормування. Для досягнення необхідної точності дані ланцюги часто вимагали ручного калібрування і застосування прецизійних резисторів. В даний час виходи датчиків можна кантувати безпосередньо за допомогою певних АЦП, потім виконати лінеаризацію та калібрування цифровим способом, зменшивши тим самим вартість і складність системи.

Резистивні датчики температури (РДТ) є досить точними пристроями, але вимагають зовнішнього струму збудження і зазвичай використовуються в мостових вимірювальних схемах.

Термістори мають найвищу чутливість, але в той же час володіють найбільшою нелінійністю. Проте, вони популярні в портативних пристроях, таких як вимірювачах температури акумуляторної батареї і в інших системах вимірювання критичних температур.

Сучасні напівпровідникові датчики температури дають високу точність і володіють високою лінійністю по діапазону робочих температур від -55°C до $+150^{\circ}\text{C}$. Внутрішні підсилювачі можуть масштабувати вихідний сигнал до зручних значень на виході, наприклад, $10\text{ мВ}/^{\circ}\text{C}$. Вони також корисні для застосування в ланцюгах компенсації температури холодного спаю для широко діапазонних датчиків температури - термопар. Напівпровідникові температурні датчики можна об'єднувати в багатофункціональні інтегральні схеми (ІС).[1]

У таблиці 1.5. перераховані основні, з найпопулярніших, типів перетворювачів температури та приведені їх характеристики.

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Таблиця 1.5 - Типи датчиків температури

Термопари	РДТ	Термістори	Напівпровідни-кові датчики температур
Найширший діапазон температур: -184 ⁰ С до +2300 ⁰ С	Діапазон від -200 ⁰ С до +850 ⁰ С	Діапазон від 0 ⁰ С до +100 ⁰ С	Діапазон від -55 ⁰ С до +150 ⁰ С
Висока точність та повторюваність	Висока лінійність	Низька лінійність	Лінійність: 1 ⁰ С Точність: 1 ⁰ С
Необхідність компенсації холодного спаю	Потребує зовнішнього збудження	Потребує зовнішнього збудження	Потребує зовнішнього збудження
Низька вихідна напруга	Низька вартість	Висока чутливість	Типовий вихідний сигнал: 10мВ/К, 20мВ/К чи 1мА/К

1.2.1 АЦП з датчиком температури на одному кристалі

Цифрові датчики температури мають вбудований температурний датчик, вихід якого квантується 10-розрядним АЦП з регістром послідовних наближень (РПН) на комутованих конденсаторах та з часом перетворення 9 мкс. Для забезпечення гнучкості, пристрої даного сімейства передбачають різні варіанти організації входів.

Функціональні блок-схеми показані на рис.1.1, 1.2, 1.3.

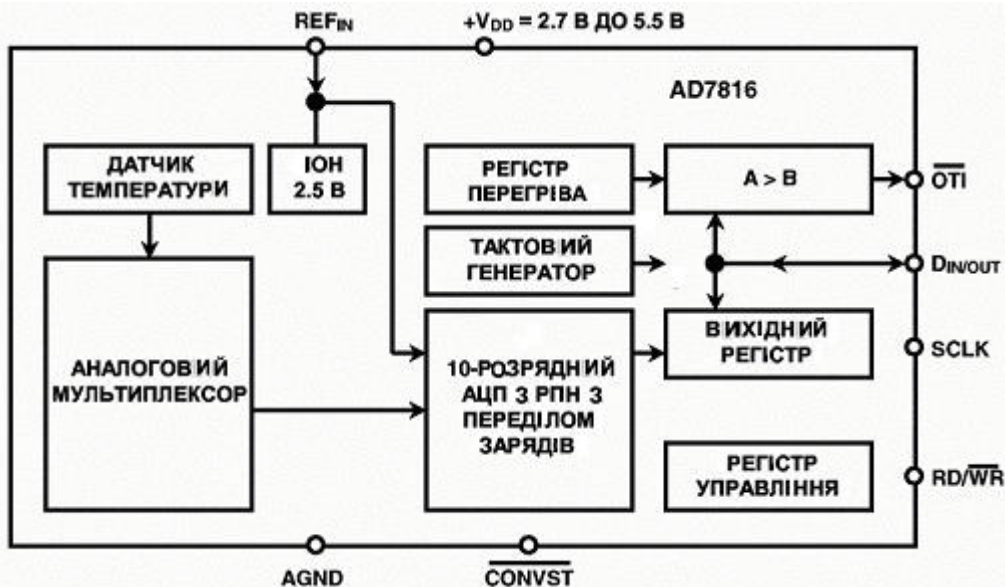


Рис.1.1. 10 – розрядний цифровий датчик температури з послідовним інтерфейсом (AD7816)

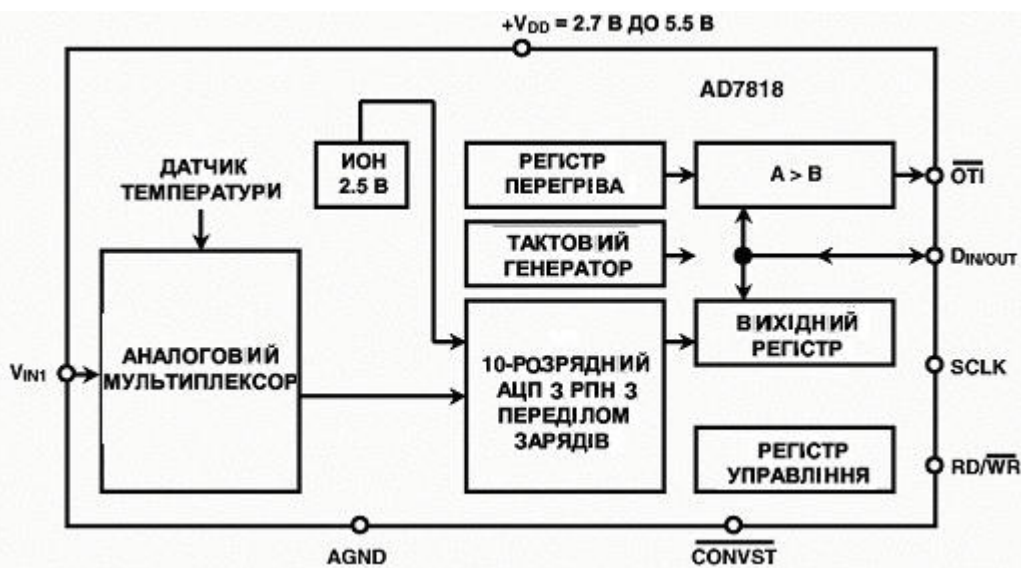


Рис.1.2. 10 – розрядний АЦП з одним входом та датчиком температури (AD7818)

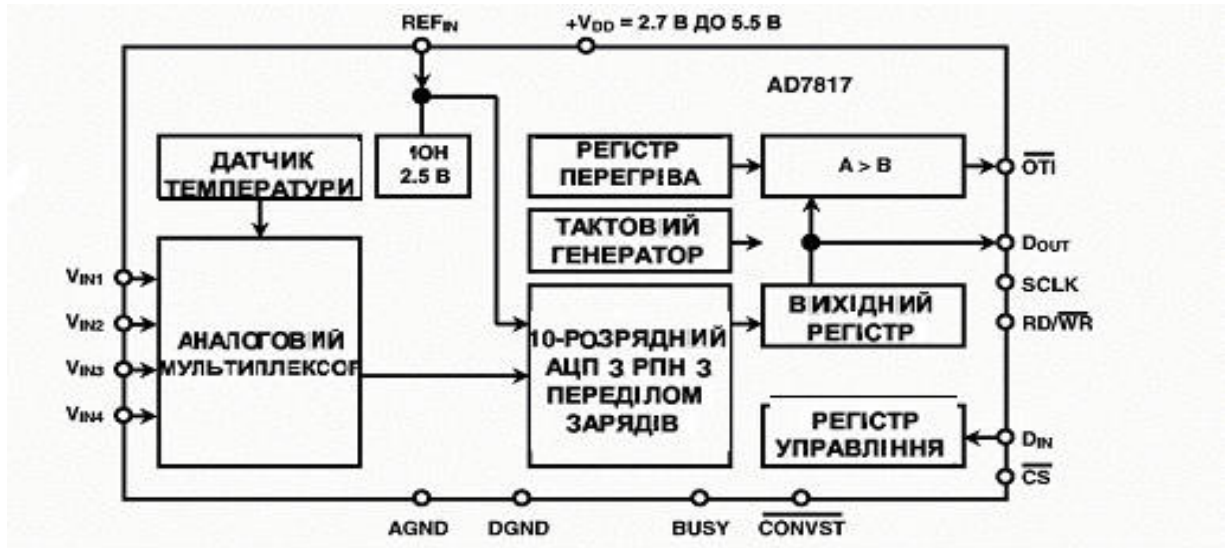


Рис.1.3. 10 – розрядний АЦП з мультиплексорними входами та датчиком температури (AD7817)

Основні характеристики таких датчиків слідуючі:

- 10-розрядний АЦП з часом перетворення 10 мкс;
- діапазон температури на кристалі датчика: -55°C до $+125^{\circ}\text{C}$;
- точність вимірювання температури: $+2^{\circ}\text{C}$ від -40°C до $+85^{\circ}\text{C}$;
- наявність вбудованого опорного джерела: $2,5\text{В} \pm 1\%$;
- діапазон напруги живлення: $+2,7\text{В}$ до $+5,5\text{В}$;
- потужність розсіювання 4мВт на частоті вибірок 10 Гц ;
- режим автопониження напруги після завершення перетворення.

1.2.2 Автоматичний регулятор температури

Запропонований в роботі [2] пристрій призначений для автоматичної підтримки потрібної температури з високою точністю. Його можна застосовувати в побутових і промислових установках для управління нагрівом термокамер.

Датчик температури - термопара із спаю хромель-капель.

Включення ланцюга нагрівача, проводиться електронним безконтактним способом. Схема управління термостабілізатором має електричний зв'язок з мережею, тому необхідно передбачити ізоляцію термопари і нагрівача. При первинному включенні, напруга на нагрівачі збільшується плавно, чим забезпечується захист навантаження при малому опорі нагрівача. Стеження за температурою здійснюється безступінчатим способом.

Пристрій (див. рис.1.4) складається з підсилювача, зібраного на мікросхемі К553УД2 (D1), індикатора температури РА1, регулятора температури на резисторах R10, R11, пристрої порівняння D2, двохполярного стабілізатора напруги на елементах С7-С10, VD1-VD4, формувача синхроімпульсів на елементах VT1, С12, С13, R15-R19, D3, перетворювача напруга - фаза (D3.2-D3.4,VD5-VD8, С15,С17,Р20-Р23), стабілізатор напруги для мікросхеми К561ЛА7 виконаний на VD11, С16, випрямляч - на VD10, R24. Схема містить транзисторний ключ VT2, імпульсний трансформатор Т1, симістор VS1.

В початковий момент часу, коли датчик холодний і ЕДС близька до нуля, на виході D1 також напруга біля нуля. Якщо напруга на виході підсилювача не рівна напрузі на регуляторі температури, то на виході пристрою порівняння (D2) з'являється напруга розгалудження, і вона тим більша, чим більша різниця між заданою і існуючою температурою. Напруга розгалудження поступає на перетворювач напруги - фаза, який елементами VT1, D3.1 синхронізується з частотою мережі. При первинному включенні плавне наростання напруги в навантаженні здійснюється за рахунок заряду конденсатора С14. Короткі імпульси з перетворювача поступають на транзисторний ключ VT2, потім на трансформатор Т1. Ці імпульси управляють часом відкриття симістора VS1.

Температуру в термокамері можна відстежити по мікроамперметру РА1. Якщо необхідно знати точну температуру, то треба скористатися ртутним термометром.

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

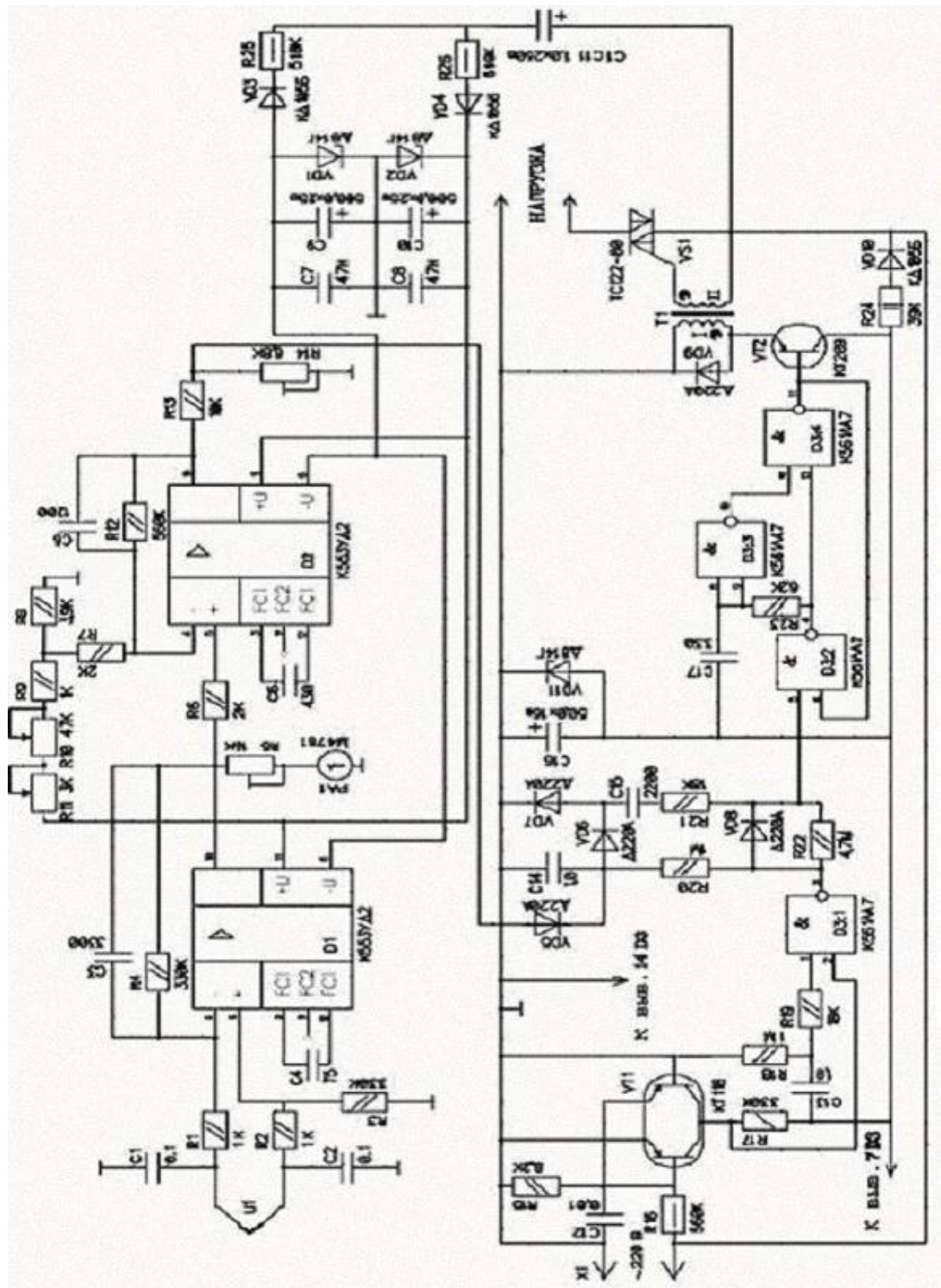


Рис.1.4. Автоматичний регулятор температури

1.2.3 Цифровий термометр-терморегулятор

Даний прилад (рис.1.5.) можна використовувати для автоматичного контролю вимірювання температури в теплицях і овочесховищах, сушильних шафах і електродіагонах, а також в біомедицині цілях.

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

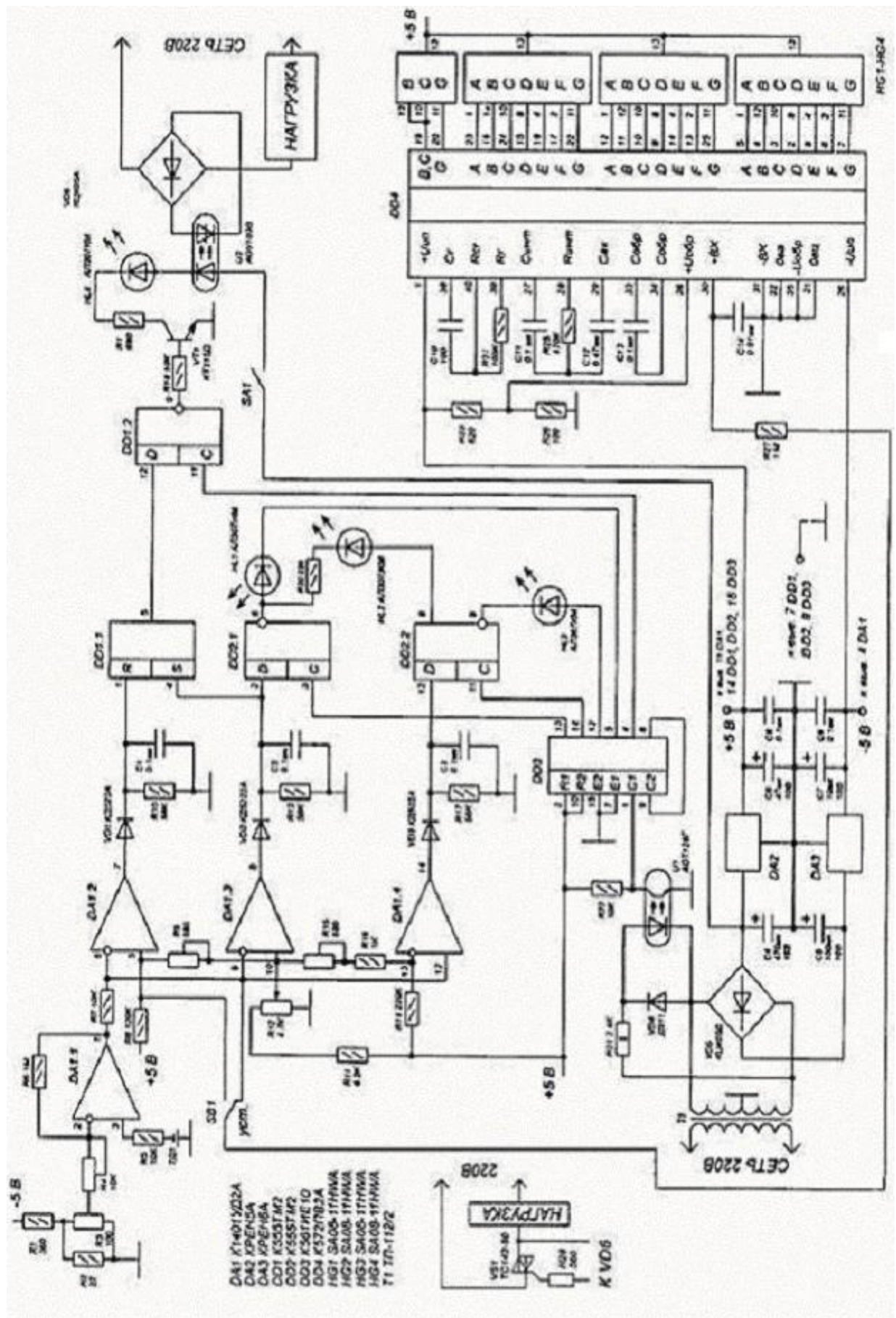


Рис.1.5. Цифровой термометр - терморегулятор

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Він забезпечує високу чутливість і завадостійкість, зручне управління режимами роботи. Наявність гальванічної розв'язки по ланцюгах живлення і управління роблять його надійним і безпечним в роботі [3].

Оптронна система синхронізації з частотою мережі дозволяє уникнути комутаційних перешкод.

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

Основні технічні характеристики приладу: діапазон контрольованих температур від 0 до 200 або до 1200°C в залежності від датчика, що використовується. Похибка термометра не більше 1,5% від верхньої межі вимірювання; максимальна точність підтримки температури до 0,05°C. Слід враховувати, що система з використанням ТП є диференціальною, тобто напруга на її виході пропорційна різниці температур між сполученими і вільними кінцями термопари. Тому, якщо при високих контрольованих температурах вплив коливань температури навколишнього середовища на вихідну напругу ТП невеликий, і його можна не враховувати, то для контрольованих температур менш 200°C необхідно застосовувати додаткові заходи по компенсації зміни температури вільних кінців термопари. Максимальна частота комутації навантаження 12,5Гц, струм навантаження до 0,1А, а при використанні додаткового семістерного ключа до 80 А при нарузі -220 В.

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

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Аналогова частина приладу реалізована на чотирьох ОП мікросхеми K1401УД2. Напруга, що знімається з ТП, посилюється ОП DA1.1 і поступає на входи ОП DA1.2-DA1.4, що виконують роль компараторів. Опорні напруги, визначальні пороги їх перемикання, задаються резисторами R8, R9, R11, R12, R14-R16. Завдяки відсутності зворотних зв'язків в ОП (DA 1.2 - DA 1.4) і великому коефіцієнту їх підсилення, досягнута дуже висока чутливість приладу.

Резистор R12 служить для встановлення верхнього температурного порогу, при якому навантаження відключається, а резистор R9 був призначений для задання різниці температури (Dt) між верхнім і нижнім порогами перемикання терморегулятора. Коли регулювання Dt не потрібне, для забезпечення максимальної точності підтримки температури замість резистора R9 рекомендується встановити перемичку, резистор R8 при цьому можна виключити з схеми. Ланцюги на елементах VD1-VD3, C1-C3, R10 R13, R17 служать для запобігання проходження від'ємної напруги на входах цифрових мікросхем і усунення перешкод. Синхронізація тригерів DD1.2, DD2.1, DD2.2 здійснюється імпульсами, сформованими лічильником DD3.

В сталому режимі роботи, коли температура на об'єкті відповідає заданій, індикатор HL2 постійно включений, а індикатори HL1, HL3 вимкнені. Про відхилення температури, сигналізує включення індикаторів HL1, HL3. Для підвищення наглядності вони працюють в імпульсному режимі. Необхідні для керування цими індикаторами імпульси формуються на виходах 5 і 12 лічильника DD3. З виходу 9 тригера DD1.2 через емітерний повторювач на транзисторі VT1, сигнал йде на ланцюг індикації і керування навантаженням. Примусове відключення навантаження здійснюється вимикачем SA1, розмикаючим ці ланцюги. Для управління навантаженням використовується диністорний оптрон U2, включений в діагональ містка VD2. Максимальний комутований струм в такому варіанті складає 0,1А. Встановивши додатково семістор 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 до нього світлодіодних

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

знакосинтезуючих індикаторів. При використуванні РКІ можна застосувати К572ПВ5. При віджатій кнопці SB1 на АЦП поступає напруга з виходу ОП DA1.1, забезпечуючи режим вимірювання температури. При натисненні на кнопку SB1 вимірюється напруга на змінному резисторі R12, яка відповідає температурі встановленого порогу регулювання.

Висновки: розглянуті аналоги не дозволяють точно встановлювати потрібну температуру, в явному числовому виді і спостерігати за її зміною в процесі роботи. Тому одним із завдань даного проекту було розробити електронну систему регулювання температури, яка позбавлена даних недоліків.

Цифровий термометр і таймер на базі мікроконтролера Atmel

В даний час на ринку є цифрові датчики температури мікросхеми цифрових термометрів, що дозволяють організувати канал виміри температури, не потребує калібрування і настроювання. Мікросхема цифрового термометра DS1SS20 — одна з таких. Дана мікросхема забезпечує вимір температури в діапазоні $-55, \dots, +125$ °C із дискретністю 0,5 °C, Термометр відкалібрований на заводі-виробника, гарантована точність складає 0,5 °C в діапазоні $-10, \dots, +85$ °C и ± 2 °C и іншому діапазоні робочих температур. [4]

За допомогою додаткової обробки дискретність представлення температури (не точність) можна зменшити до 0,1 °C. Абсолютна точність датчика обмежена, але підкуповує те що не потрібно ніяких підлаштовуваних резисторів для установки температурної характеристики в каналі виміру температури — досить освоїти інтерфейс датчика. Базовий мікроконтролер у пристрої потрібний для того щоб підтримувати обмін з датчиком і відображати отриману інформацію на дисплеї пристрою. У мікросхему вбудований контролер мережі MicroLan, Обмін відбувається по однопровідній лінії за допомогою інтерфейсу (1 -Wire) фірми Dallas у рівнях ТТЛ. Після одержання датчиком команди "Перетворення температури" відбувається вимір температури шляхом відліку числа імпульсів,

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

вироблюваних генератором з низьким температурним коефіцієнтом у тимчасовому інтервалі, що формується генератором з великим температурним коефіцієнтом, Результат зберігається в блокнотній пам'яті, яку потрібно вважати після виміру. Процес перетворення (процес виміру температури) триває максимум 750 мс.

Алгоритм роботи з DS18S20 при вимірі температури наступний:

- посилається імпульс скидання і приймається відповідь термометра;
- посилається команда Skip ROM [CCH];
- посилається команда Convert T [44H];
- формується затримка мінімум 750 мс;
- посилається імпульс скидання і приймається відповідь термометра;
- посилається команда Skip ROMY [CCH];
- посилається команда Read Scratchpad [BEH];
- читаються дані з проміжучочною ОЗУ (8 байт) і CRC (контрольна сума);
- перевіряється CRC, і якщо дані зчитані вірно, обчислюється температура.

Принципова схема пристрою, що сполучає функції електронного годинника і електронного термометра приведена на рис. 1.6, інтерфейс — на рис. 1.7.

Пристрій розроблений на базі мікроконтролера фірми Atmel AT89C4051-24PI і цифрових датчиків температури DS18S2U і надумане як побутове. Тому технічні вимоги до нього досить помірні. Основна функція термометра — вимір температури з відомої похибкою. У пристрої два канали виміру температури, зібрані на цифрових датчиках DD1 і DD2, що дозволяють контролювати температуру в двох різних крапках, наприклад, у кімнаті і на вулиці Погрішність виміру температури визначається датчиками і складає, як відзначалося вище $\pm 0,5$ °C. Десяті долі градуса контролювати не будемо, просто їх відкинемо.

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

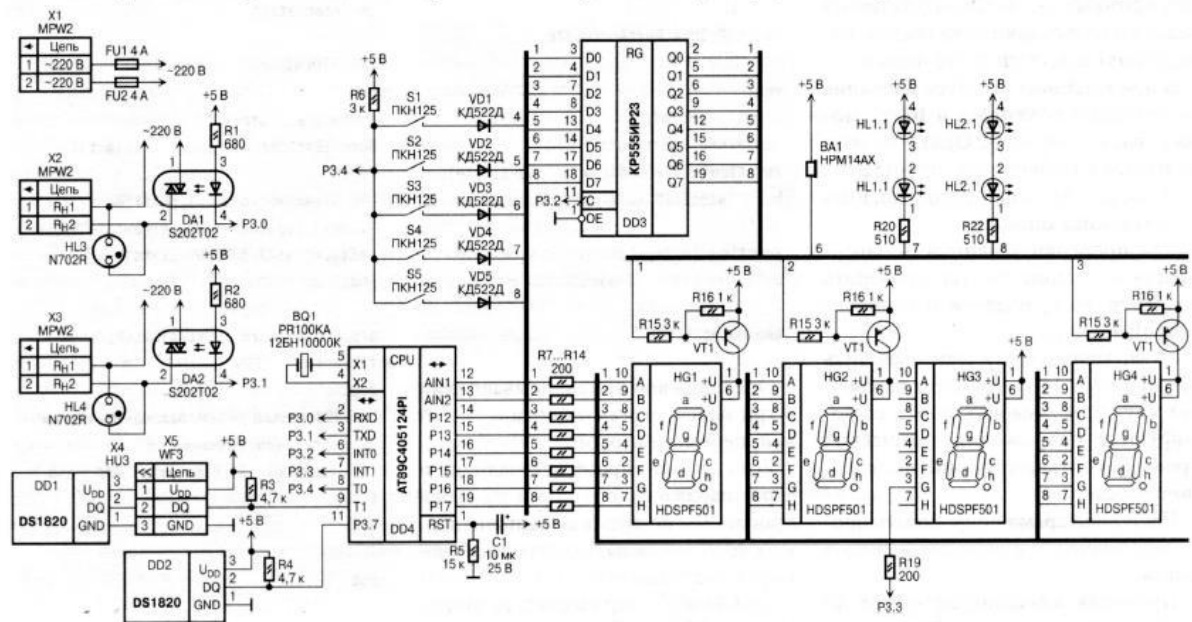


Рис.1.6. Принципова схема пристрою, що сполучає функції електронних годиника і електронного термометра.

У принципі, розробка подібних пристроїв не так вже і складна. Досить створити систему команд якого-небудь мікроконтролера, мова програмування й інтерфейс пристроїв, що підключаються до нього. Застосування подібних цифрових «кубиків» дозволяє взагалі виключити аналогову частину (рис. 1). Ще один безсумнівний плюс — це те, що в даному пристрої можна обійтися однією живлячою напругою в нашому випадку +5 В, Основна задача, що була вирішена при розробці програмного забезпеченні пристрою - і це сполучення алгоритму роботи динамічної індикації і цифрових датчиків температури.

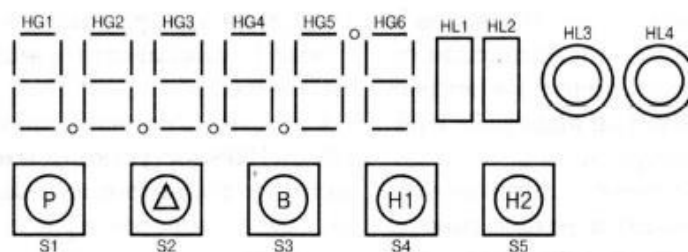


Рис.1.7. Інтерфейс

В інтерфейс пристрою (рис. 1.7) входить клавіатура (кнопки S1...S5), світлові смуги HL1..HL2, лампочки HL3, HL4 і блок індикації (дисплеї) із шести цифрових семи сегментних індикаторів HG1...HG6...

1.2.4 Цифровий термометр із датчиками фірми Dallas Semiconductor

Поява на нашому ринку щодо дешевих цифрових датчиків температури і дешевих мікроконтролерів уможливило створення недорогого цифрового термометра, що не вимагає калібрування і має широкі можливості. Серед цифрових датчиків температури найбільш цікавими є мікросхеми DS1820 (DS18S20) і HDS1821 фірми Dallas Semiconductor. Гарні вони тим, що використовують для обміну фірмовий одно-провідний інтерфейс 1-Wire™. Це значить, що датчики можуть бути підключені до термометра усього за допомогою 3-х проводів (датчик DS1820 можна підключити навіть за допомогою двох проводів). Датчик DS1820 більш точний, має менший час перетворення. Зате DS1821 може бути запрограмований у режим термостата для цілком автономної роботи (рис.1.8.).

Основні параметри термометра: діапазон вимірюваних температур - від -55 °С до +99,9 °С; кількість датчиків температури - 2; тип датчиків температури - DS1820 чи DS1821; точність представлення температури -0,1 °С для DS1820 і TC для DS1821; час виміру температури - 0,5 сек для DS1820 і 2 сек для DS1821; вихід термостата для керування чи нагрівачем охолоджувачем; можливість програмування мікросхем DS1821 у режим термостата; регулювання яскравості індикаторів; збереження всіх параметрів в енергонезалежній пам'яті; споживаний струм (по ланцюзі +5 В) - 80 ма (при максимальній яскравості)[5].

Термометр може працювати в режимі термостата, здійснюючи керування виконавчим пристроєм. Виконавчим пристроєм може бути охолоджувач

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

(наприклад, вентилятор, холодильний агрегат) чи нагрівач- Для цього мається вихід керування термостатом. На цей вихід надходить напруга Про чи +5 В в залежність від стану термостата. Стан визначається запрограмованими порогами і температурою, що зчитується з зовнішнього датчика. Два пороги дозволяють задати необхідний гистерезис. Вихід термостата може використовуватися для керування тиристорами, чи транзисторами реле, що, у свою чергу, комутирують навантаження.

Основою термометра є мікроконтролер U1 типу AT89C2051 фірми Atmel. Для відображення значення температури використані семисегментні світлодіодні індикатори (HG1 і HG2) із загальним анодом типу LTD6610E, Для зменшення кількості елементів застосована динамічна індикація, що реалізована програмно. Катоди індикаторів підключені до порту P1 мікроконтролера, а аноди включаються транзисторами VT1- VT3. Транзистори керуються лініями сканування SO - S2, Імпульсний струм сегментів обмежений резисторами R1-R8 на рівні приблизно 15ма, що менше максимально припустимого струму (20 мА), але досить для одержання необхідної яскравості. Цикли сканування формуються за допомогою внутрішнього таймера мікроконтролера. За кожним циклом індикації впливає "порожній" цикл, коли всі індикатори виключені. При настроюванні яскравості світіння індикаторів регулюється відношення тривалості циклу індикації до тривалості "порожнього" циклу. Яскравість світіння індикатора встановлюється в режимі індикації температури за допомогою кнопок Down і Up, Одночасне натискання двох цих кнопок установлює максимальну яскравість. Нове значення яскравості зберігається в енергонезалежній пам'яті. Для суб'єктивно постійної швидкості зміни яскравості в процесі регулювання застосований закон регулювання, близький до гіперболічного.

Для економії портів мікроконтролера до ліній сканування підключена ще і І²С мікросхема flash-пам'яті U2, Цикли сканування ігноруються мікросхемою, тому що являють собою умови, що чергуються, "старт" і "стоп". Коли мікроконтролер обмінюється з мікросхемою, цикли сканування припиняються.

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Місцева клавіатура використовує як лінії сканування лінії даних дисплея, а як лінію повернення RL- порт мікроконтролера. Сканування клавіатури відбувається в циклах сканування дисплея.

Зовнішній і внутрішній датчики температури підключені до портів мікроконтролера через захисні ланцюжки. У ланцюзі живлення датчиків включені невеликі резистори для захисту від короткого замикання на лініях термометрів. Зовнішній датчик підключений через 3-х контактний 3,5 мм рознімання, що звичайно використовується для стереонаушників. Внутрішній датчик установлений безпосередньо в корпусі термометра. Один з датчиків можна не підключати. При відсутньому датчику на індикатор виводяться риски. Підключати і відключати датчики можна і при роботі термометра. Термометр індикує на світлодіодному дисплеї температуру одного з датчиків. Вибір бажаного датчика здійснюється кнопкою Ext. При індикації температури зовнішнього датчика горить світлодіод Ext через 4 секунди після переключення стан зберігається в енергонезалежній пам'яті й автоматично встановлюється при наступному включенні термометра. Термометр має режим автоматичного переключення індикації, коли температура зовнішнього і внутрішнього датчиків поперемінно відображається на індикаторі. Включається цей режим утриманням кнопки Ext більш 0,5 секунди. При цьому тривалість індикації температури кожного датчика дорівнює тривалості утримання кнопки і може лежати в межах 0,5-25 секунд. Її значення зберігається в енергонезалежній пам'яті.

Вихід керування термостатом підключений до 2-х контактної 3,5 мм рознімання. На цьому виході встановлений двотактний каскад на транзисторах VT4 і VT5. Такий каскад забезпечує однаковий що втікає і впливає струм. Цей струм обмежений резистором R17 з метою захисту транзисторів. Обидва транзистора включені за схемою з загальним емітером, що в порівнянні зі схемою емітерного повторювача забезпечує розмах вихідної напруги, близький до напруги живлення.

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

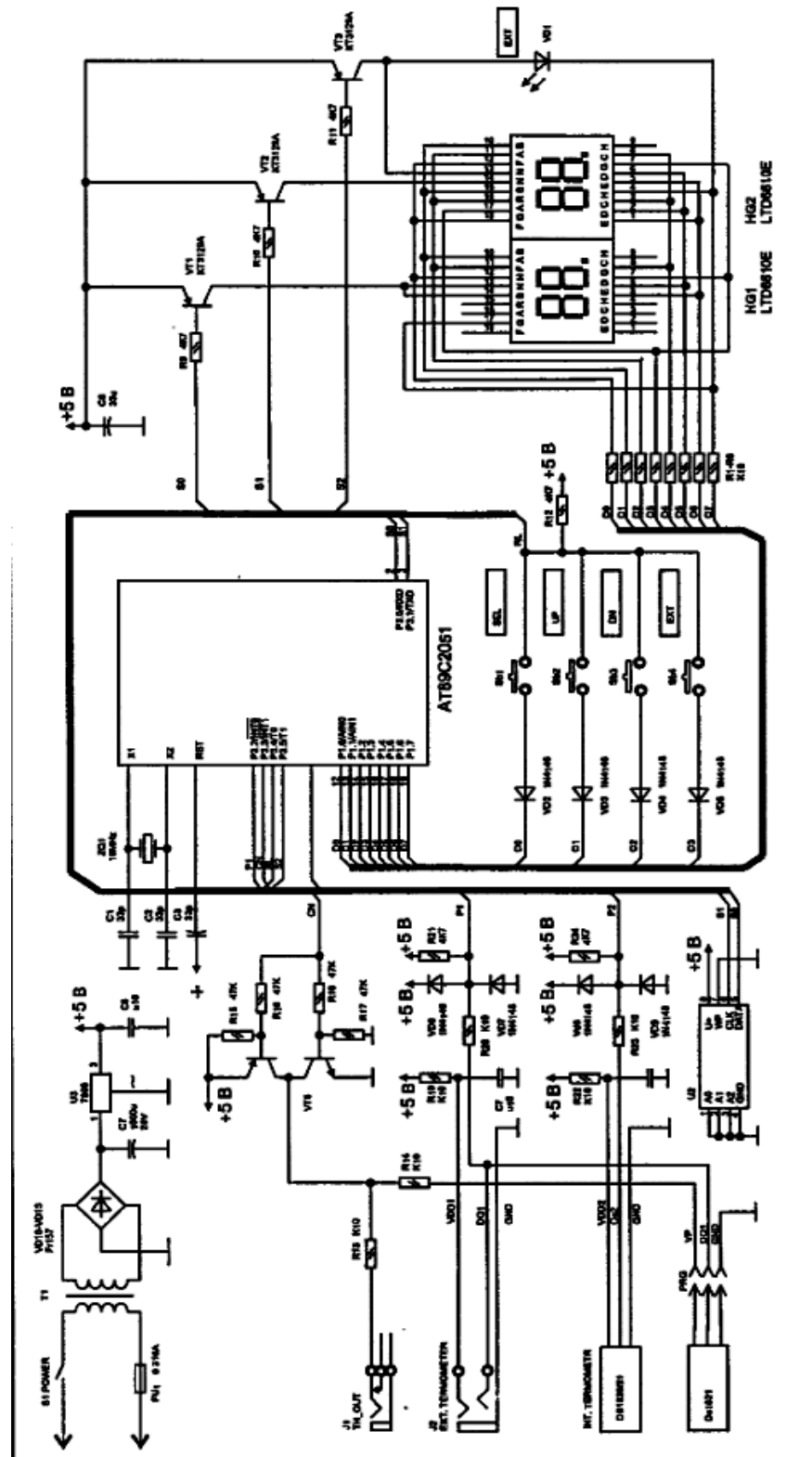


Рис.1.8. Цифровий термометр із датчиками фірми Dallas Semiconductor

Рознімання Prg призначене для програмування мікросхеми DS1821. При програмуванні використовується лінія даних зовнішнього термометра і вихідна напруга виходу термостата (живлення DS1821 потрібно керувати при переключенні

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

мікросхеми з режиму термостата назад у режим термометра). Тому при програмуванні зовнішній термометр і виконавчий пристрій термостата повинні бути відключені.

Для живлення термометра використовується невеликий трансформатор Т1 потужністю 3-5 Вт з вихідною напругою 8-10 В (перемінне). Як стабілізатор U3 застосована мікросхема 7805 (КР142ЕН5А), що може працювати без радіатора.

Мікросхему АТ24С08 можна замінити кожною з ряду 24С02 - 24С16 (КР1568РР1 не працює коректно при використанні ліній сканування в якості SDA і SCU), Транзистори можна замінити будь-якими малопотужними, наприклад КТ3102, КТ3107- Як індикатори можна використовувати будь-які з загальним анодом. Важливо тільки, щоб вони мали достатню яскравість.

1.2.5 Об'єднаний датчик вологості і температури DHT11

Цифровий датчик DHT11 є складовим датчиком, який видає калібрований цифровий сигнал з показаннями температури і вологості.

Сенсор включає в себе резистивний компонент вимірювання вологості і компонент вимірювання температури з негативним температурним коефіцієнтом (NTC), які підключені до високопродуктивної 8-бітного мікроконтролера. Основні характеристики приладу наведені в таблиці 1.6.[20]

Таблиця 1.6. основні характеристики датчика температури і вологості DHT11.

Параметри	DHT11
Діапазон вологості:, %	20-99
Діапазон виміру температур ° С	0 ... + 50
Напруга живлення, В	3,3-5
споживання в режимі очікування, мкА	100
Габарити, мм	25 × 25
Споживання у режимі запиту, мА	2,5

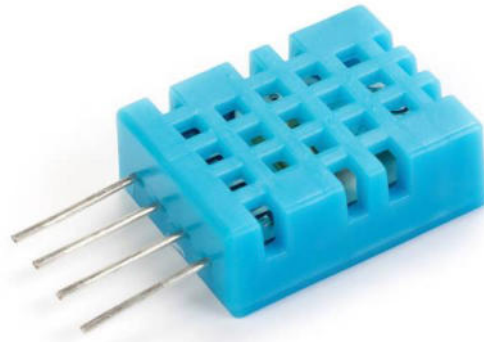


Рис 1.9. Об'єднаний датчик вологості і температури DHT11

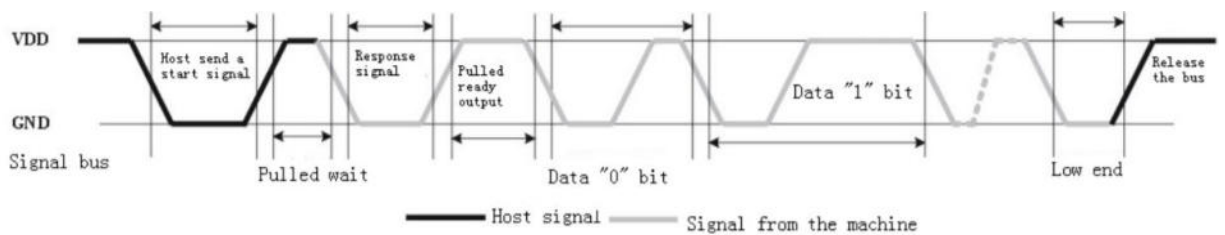


Рис 1.10. Діаграма затримок в часі при передачі сигналу

Об'єднаний пристрій SHT11 це цифровий сенсор вологості і температури. Мікросхема SHT11, крім власного сенсора вологості і температури, містить АЦП і цифровий двухпроводний інтерфейс. Діапазон виміру температури, складає - 40...120 °C с погрішністю $\pm 0,5\%$, відносної вологості — 0...100 % з погрішністю $\pm 3,5\%$. Схема включення рис.1.11., будова датчика зображена на рис.1.12., розмір SHT11 відносно сірника рис.1.13., розпіновка датчика табл.1.7.

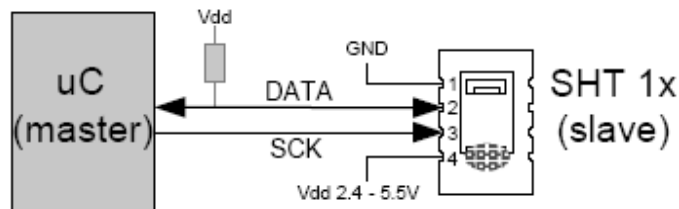


Рис.1.11. Схема включення датчика

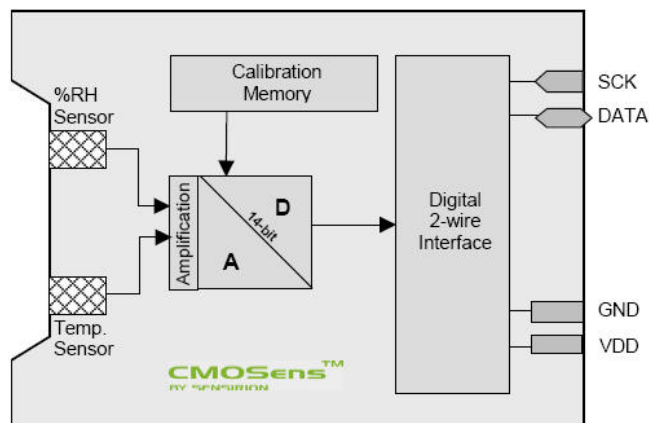


Рис.1.12. Будова датчика SHT11

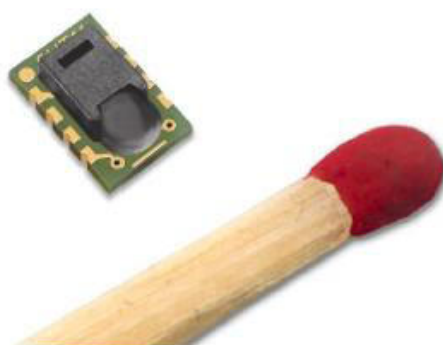


Рис.1.13. Розмір SHT11 відносно сірника

Таблиця 1.7 - Розпіновка датчика.

Вивід	Назва	Коментарій
1	GND	Земля
2	DATA	Шина обміну даних
3	SCK	Шина встановлення ідозволу
4	VDD	Живлення 2.4-5.5 В

1.2.6 Датчик атмосферного тиску BMP180

Барометр BMP180 - це датчик атмосферного тиску з функцією вимірювання температури. Управляється по шині I2C (TWI). Основні характеристики приладу наведені в таблиці 1.8.[23]

Таблиця 1.8 - Основні характеристики датчика атмосферного тиску BMP180.

Параметри	BMP-180
Діапазон атмосферного тиску, мм Нг	255-825
Діапазон температур ° С	-40 ... + 85
Напруга живлення, В	2-5
споживання в режимі очікування, мкА	0.1
Споживання в активному режимі, мА	1
Габарити, мм	10 × 12

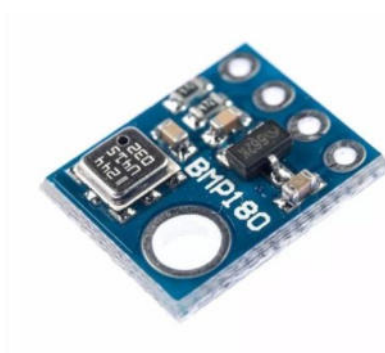


Рис 1.14. Датчика атмосферного тиску BMP180.

1.2.7 Датчик атмосферного тиску BMP085

BMP085 - це сенсор для контролю барометричного тиску і температури.

Датчик використовується в багатьох проектах, в тому числі і з використанням Arduino. Показник атмосферного тиску використовують для прогнозування погоди і вимірювати висоту над рівнем моря.

На зміну BMP085 свого часу прийшов датчик BMP180, який підключається до Arduino і іншим мікроконтролерів так само як і його попередник. Основні характеристики приладу наведені в таблиці 1.9.[24]

Таблиця 1.9 - Основні характеристики датчика атмосферного тиску BMP085.

Параметри	BMP-085
Діапазон атмосферного тиску, мм Нг	255-825
Діапазон температур ° С	-40 ... + 85
Напруга живлення, В	3.3-5
споживання в режимі очікування, мкА	0.1
Габарити, мм	10 × 12

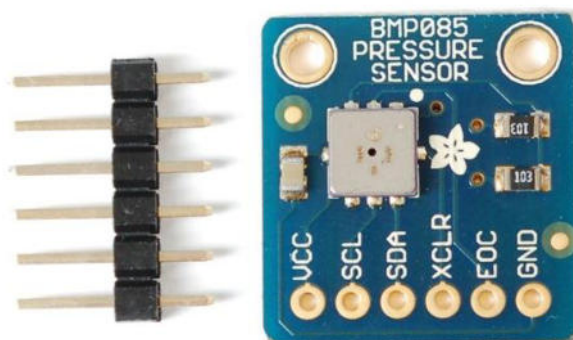


Рис 1.15. Зовнішній вигляд датчика атмосферного тиску BMP085.

2 ПРОЕКТНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Синтез структурної схеми

Проаналізувавши існуючі аналоги схем пристроїв, що надають змогу дистанційного контролю параметрів об'єкта та базуючись на технічному завданні розробимо пристрій дистанційного контролю параметрів об'єкта на базі платформи Arduino .

Використання даної платформи забезпечить виконання умов технічного завдання. За рахунок технічного рішення і сучасної елементної бази запропонована платформа є найкращим рішенням для реалізації завдання.

Запропонований пристрій має наступні можливості:

- Дистанційне зняття показників температури, вологості та тиску;
- Передавання даних через бездротове з'єднання ;
- Зберігання та відстеження змін параметрів об'єкту.

В основу конструкції пристрою дистанційного контролю параметрів об'єкта поставлено побутові метеостанції так як за функціоналом вони являються аналогами.

Для побудови оптимальної структури пристрою дистанційного контролю параметрів можемо розглянути вище приведені аналоги, прилад "Orion" та прилад " TFA Gallery 351126", які складаються з двох основних блоків центрального, та розташованого віддалено. Структурна схема аналогів зображена на рис. 2.1.



Рис. 2.1. Структурна схема аналогів пристрою дистанційного контролю параметрів об'єкта.

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Опишемо принцип дії даної структурної схеми. Блок що розташовується віддалено зчитує параметри такі як, температура, вологість, тиск. Далі відбувається передача їх через бездротовий зв'язок до центрального блоку, який в свою чергу також може мати датчики, наприклад, як на вказано на малюнку, датчик тиску. Центральний блок в свою чергу отримані дані передає далі до бази даних, з допомогою пристрою передачі.

За своєю структурою дані прилади відповідають технічному завданню і тому опираючись на ці дані ми можемо на їх базі виконати нашу структурну схему. Структурна схема розроблюваного пристрою рис. 2.2.

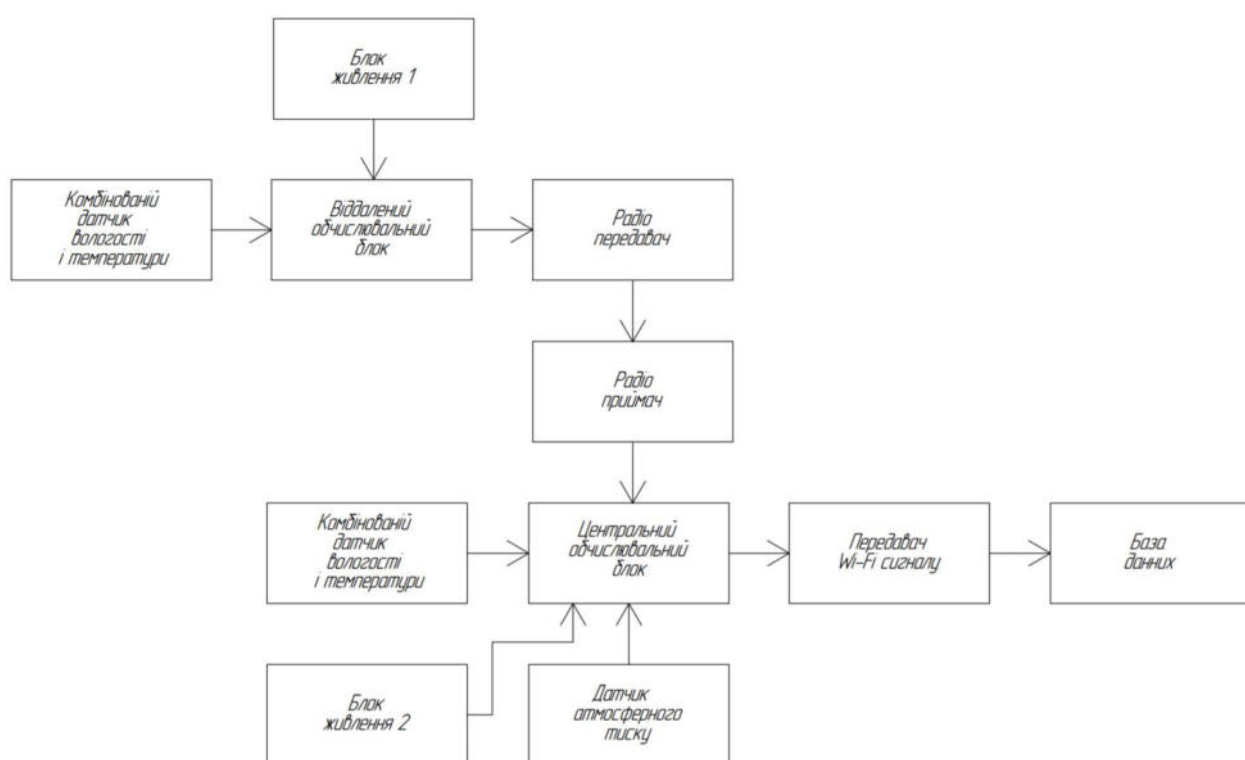


Рис. 2.2. Структурна схема пристрою дистанційног контролю параметрів об'єкта.

2.2 Синтез принципової схеми

Побудова принципової схеми пристрою проводилась на основі структурної схеми (рис.2.2), та проведеного схемотехнічного аналізу.

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Проведемо опис принципу дії кожного функціонального блоку схеми, та схеми у цілому та саму принципову схему.

2.2.1 Центральний обчислювальний блок

Платформа Arduino Uno передбачає все для роботи з мікро контролером ATmega328P: 14 комбінованих цифрових входів / виходів (6 з них можуть використовуватися в якості ШІМ-виходів), 6 аналогових входів, кварцовий резонатор на 16 МГц, роз'єм USB, роз'єм живлення, роз'єм для внутрішньосхемного перепрограмування (ICSP) і кнопка скидання.

Базою платформи Arduino Uno є 8-бітний чіп/мікроконтролер сімейства AVR - ATmega328P.

Ядро AVR об'єднує широкий набір команд з 32 робочими регістрами широкого призначення. Всі 32 регістра напряму зв'язані з Арифметичними Логічним Блоком (ALU), дозволяючи двом незалежних регістрів мати доступ до однієї інструкції, виконаної за один такт. ATmega328P забезпечує наступні функції: 32Кбайтів внутрисистемної програмованої флеш-пам'яті з можливістю читання під час процесу запису, 1Кбайтів EEPROM, 2Кбайтів SRAM, 23 лінії введення виведення загального призначення, 32 робочих регістрів загального призначення, три таймера / лічильника з варіантами роботи такими як внутрішні і зовнішні переривання, порівняння, послідовний програмований USART, 6-канальний 10-розрядний АЦП (8 каналів в пакетах TQFP і QFN / MLF), послідовний порт SPI, байт-орієнтований послідовний інтерфейс, програмованим сторожовим таймером з інтегрованим внутрішнім генератором і п'ять обраних режимів енергозбереження.

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

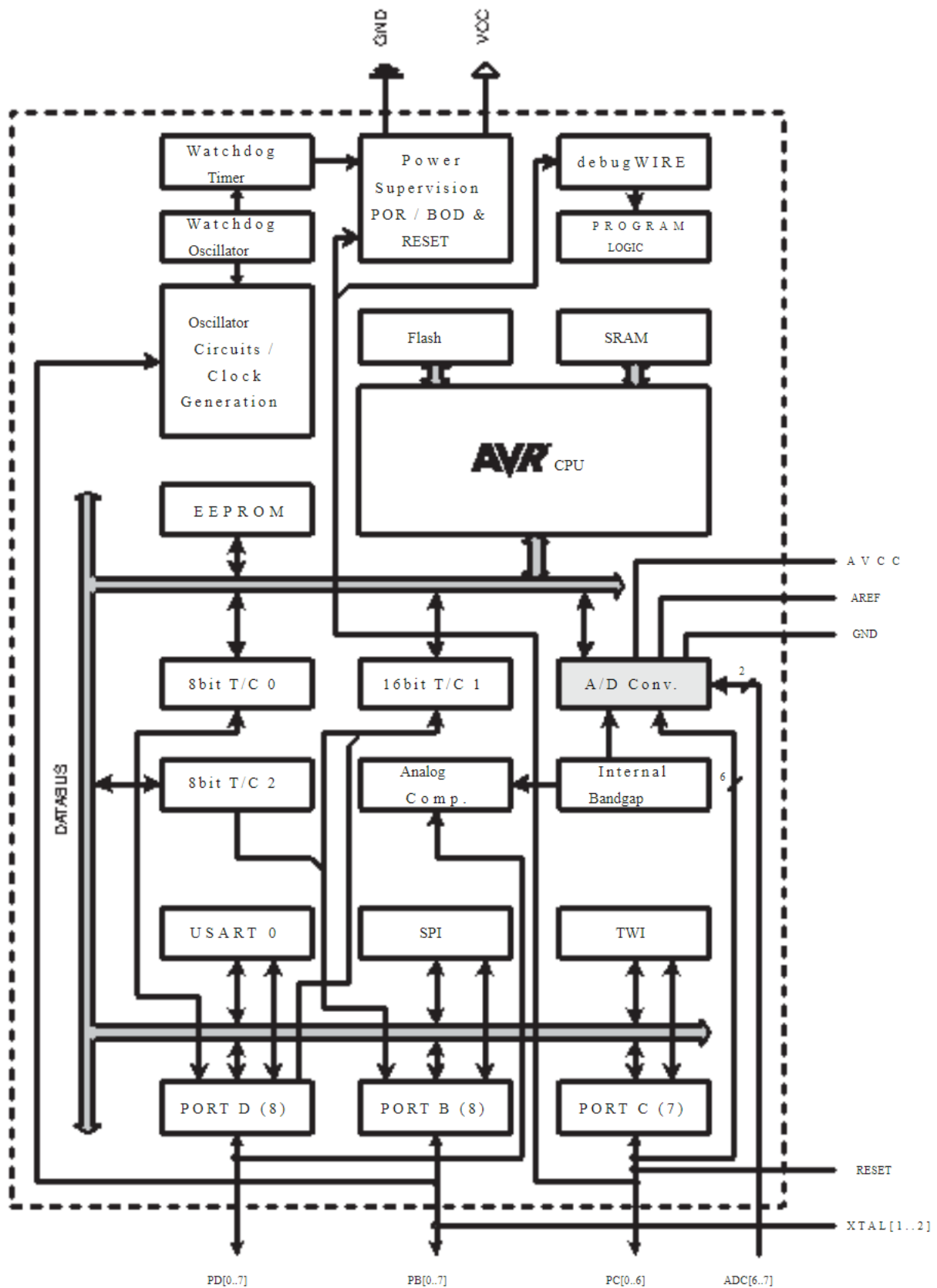


Рис. 2.1. Функціональні вузли мікросхеми ATmega328P

Мікроконтролер ATmega16U2 забезпечує зв'язок мікроконтролера ATmega328P з USB-портом комп'ютера. Коли платформа використовується з персональним

комп'ютером Arduino Uno виявляється як віртуальний COM-порт. Прошивка мікросхеми 16U2 використовує штатні драйвера USB-COM, тому ручне встановлення драйверів не потрібно.

Живлення відбувається за допомогою постійного джерела напруги 5 вольт, 1 Ампер, для забезпечення живлення плати та всіх модулів.

Порівняно з аналогами Платформа Arduino Uno на базі мікроконтролера ATmega328P, має переваги в енергоефективності, та відповідним саме для нашого проекту кількості контактів для підключення модулів, а також і простір для під'єднання, ще декількох модулів за потребою, таких як рідкокристалічний дисплей, газоаналізаторів. А також прийнятною ціною в порівнянні зі аналогами на мікроконтролерах ATmega2560, ATmega32U4. Основні характеристики приладу наведені в таблиці 2.1.[18]

Таблиця 2.1 - Основні характеристики платформи Arduino Uno.

Параметры	Arduino Uno
Мікроконтролер	ATmega328P
Ядро	8-бітний AVR
Тактова частота, МГц	16
Flash-пам'яті, КБ	32
SRAM -пам'яті, Кб	2
EEPROM-пам'яті, КБ	1
Портів введення-виведення	20
Портів АЦП,	6
Розрядність АЦП, біт	10
Портів ШІМ	6
Розрядність ШІМ, біт	8
Апаратних SPI інтерфейсів	1
Апаратних I ² C / TWI інтерфейсів	1
Апаратних UART / Serial інтерфейсів	1
Номінальна напруга, В	5
Максимальний вихідний струм Піна 5V, мА	800

Максимальний вихідний струм Піна 3V3, мА	50
Максимальний струм з Піна або на пін, мА	40
Допустиме входна напруга від зовнішнього джерела, В	7-12
Габарити, мм	69 × 53

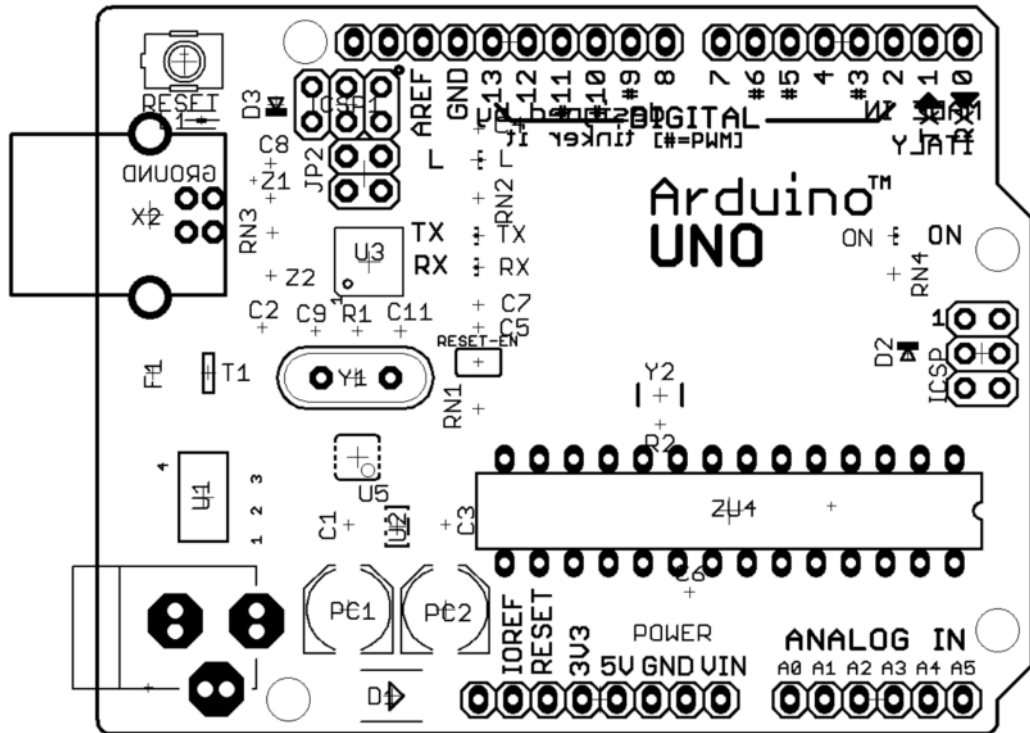


Рис. 2.2. Платформа Arduino Uno на базі мікроконтролера ATmega328P.

2.2.2 Обчислювальний блок для частини станції що розташовується віддален

Arduino Pro Mini одна із най менших за розмірами плат групи Arduino і використовується в готових проектах. Розроблено і виготовляється SparkFun Electronics. Виконана на чіпі/мікроконтролері ATmega168. Платформа має 14 цифрових входів і виходів (6 з яких використовується як виходи ШІМ), 6 аналогових входів, кнопку перезавантаження і отвори для монтажу виводів та резонатор. Блок який має шести контактів має змогу бути підключеним до кабелю FTDI або плати-конвертера Sparkfun для забезпечення безперервного живлення та

зв'язку через USB інтерфейс. Arduino Pro Mini - це Arduino Nano без вбудованого перетворювача FTDI FT232RL (або CH340G). Існує дві версії платформи Pro Mini. Перша версія працює при постійній напрузі 3.3 В і частоті 8 МГц, інша при постійній напрузі 5 В і частоті 16 МГц. Плата розповсюджується без вмонтованих роз'ємів. Це дає можливість гнучко обрати свій спосіб підключення: вмонтувати роз'єми або виконати з'єднання пайкою гнучких проводів.

Ядро AVR об'єднує гирокий набір команд з 32 робочими регістрами загального призначення. Всі 32 регістра напряму пов'язані з Арифметичними Логічним Блоком (ALU), дозволяючи двом незалежних регістрів мати доступ до однієї інструкції, виконаної за один такт. АТmega328P забезпечує наступні функції: 16Кбайтів внутрішньої програмованої флеш-пам'яті з можливістю читання під час запису, 512 байтів EEPROM, 1К байтів SRAM, 23 лінії введення виведення загального призначення, 32 робочих регістрів широкого призначення, три таймера / лічильника з варіантами роботи внутрішні і зовнішні переривання, порівняння, послідовний програмований USART, байт-орієнтований двопровідний послідовний інтерфейс інтерфейс, послідовний порт SPI, 6-канальний 10-розрядний АЦП (8 каналів в пакетах TQFP і QFN / MFL), програмований таймер з внутрішнім генератором і п'ять програмно обраних режимів енергозбереження.

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

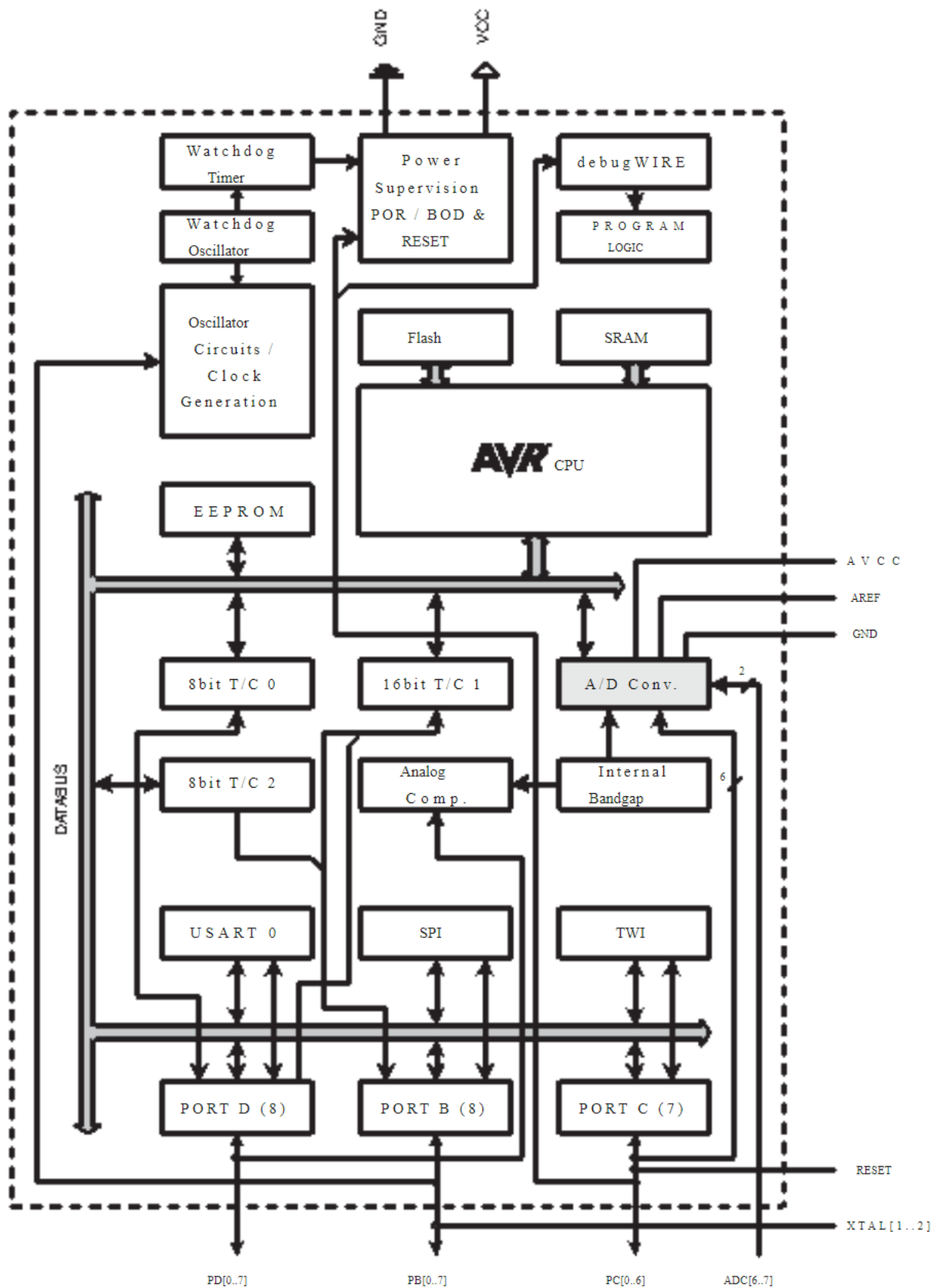


Рис 2.3. Функціональні вузли мікросхеми ATmega128PA

Живлення відбувається за допомогою постійного джерела напруги 5 вольт, 1 Ампер, для забезпечення живлення плати та всіх модулів. Порівняно з аналогами Платформа Arduino Pro Mini на базі мікроконтролера ATmega168PA,

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

має переваги в енергоефективності, та для енергозбереження можна використати програмну бібліотеку Low Power Library, вона і містить оптимізацію програмної частини що ще сильніше знижує споживання електроенергії що так важливо для безпроводного датчика. А також меншими габаритами и відсутнім USB портом, що в свою чергу впливає на енергоефективність в порівнянні зі аналогами Arduino Nano, Arduino Nano Every. Основні характеристики приладу наведені в таблиці 2.2.[19]

Таблиця 2.2 - Основні характеристики платформи Arduino Pro Mini.

Параметры	Arduino Pro Mini
Мікроконтролер	ATmega168PA
Ядро	8-бітний AVR
Тактова частота, МГц	8/16
Flash-пам'яті, КБ	16
SRAM -пам'яті, Кб	1
EEPROM-пам'яті, Байт	512
Портів введення-виведення всього	20
Портів АЦП,	6
Розрядність АЦП, біт	10
Портів ШІМ	6
Розрядність ШІМ, біт	8
Апаратних SPI інтерфейсів	1
Апаратних I ² C / TWI інтерфейсів	1
Апаратних UART / Serial інтерфейсів	1
Номінальна робоча напруга, В	3.3 або 5
Максимальний вихідний струм Піна 5V, мА	800
Максимальний вихідний струм Піна 3V3, мА	50
Максимальний струм з Піна або на пін, мА	40
Допустиме входна напруга від зовнішнього джерела, В	3.3/5-20
Габарити, мм	33× 18

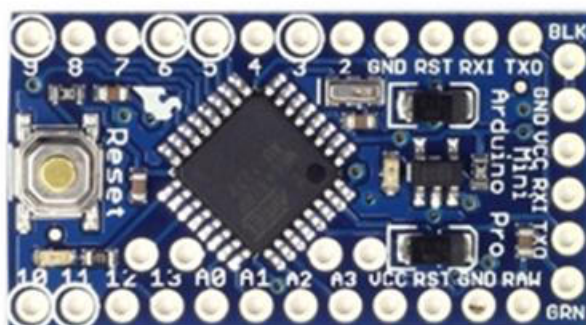


Рис. 2.4. Платформа Arduino Pro Mini на базі мікроконтролера ATmega128PA

2.2.3 Датчик атмосферного тиску

Модуль вимірювання атмосферного тиску використовує як основу датчик BMP-280 від BOSCH. Цей датчик є поліпшеною варіацією датчика BMP180 і відрізняється від нього зменшеними розмірами, пониженим енергоспоживанням, високою точністю роботи і точним заводським калібруванням і двома інтерфейсами: I2C і SPI.[25]

Від інших моделей (BMP085 і BMP180) датчик відрізняється трьома варіціями роботи:

SLEEP - режим пониженого енергоспоживання

FORCED - режим, схожий до режиму роботи BMP085 і BMP180. За Командою контролера датчик виходить з режиму сну, виконує вимірювання, подає результати вимірювання контролера і повертається в режим пониженого енергоспоживання

NORMAL - унікальний для цього пристрою режим. Датчик самостійно прокидається, проводить вимірювання тиску і температури і засинає. Всі параметри цього режиму програмуються незалежно. Зчитувати дані в цьому режимі можна в любий момент.

У датчику передбачена фільтрація вимірювань з налаштуванням таких параметрів:

OVERSAMPLING для температурних показників (16,17,18,19,20 біт)

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

OVERSAMPLING для показників тиску (16,17,18,19,20 біт)

TSB – період час між між вимірами (0.5,62.5,125,250,500,1000,2000,4000 мс)

FILTER_COEFFICIENT - коефіцієнт фільтрації

Порівняно з аналогами датчик атмосферного тиску BMP280, має переваги в енергоефективності у вигляді режимів роботи і зниженої напругу живлення. А також підвищену точність у вимірах та розширений їх діапазон. Основні характеристики приладу наведені в таблиці 2.3.[22]

Таблиця 2.3. основні характеристики датчика атмосферного тиску BMP280.

Параметри	BMP-280
Діапазон атмосферного тиску, мм Hg	225-825
Діапазон температур ° C	-40 ... + 85
Напруга живлення, В	1.71 до 3.6
споживання при частоті в 1 Гц, мА	1.1
споживання в режимі очікування, мкА	0.1
Габарити, мм	21× 18

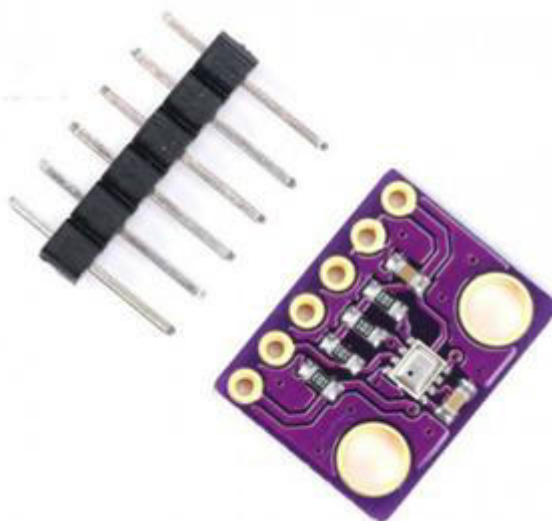


Рис 2.5. Датчик атмосферного тиску BMP180

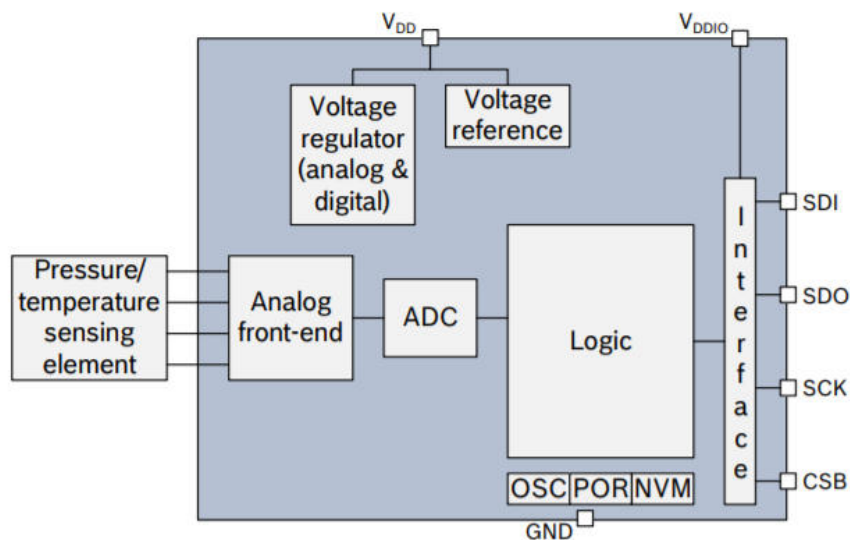


Рис 2.6. Структурна схема датчика атмосферного тиску BMP280

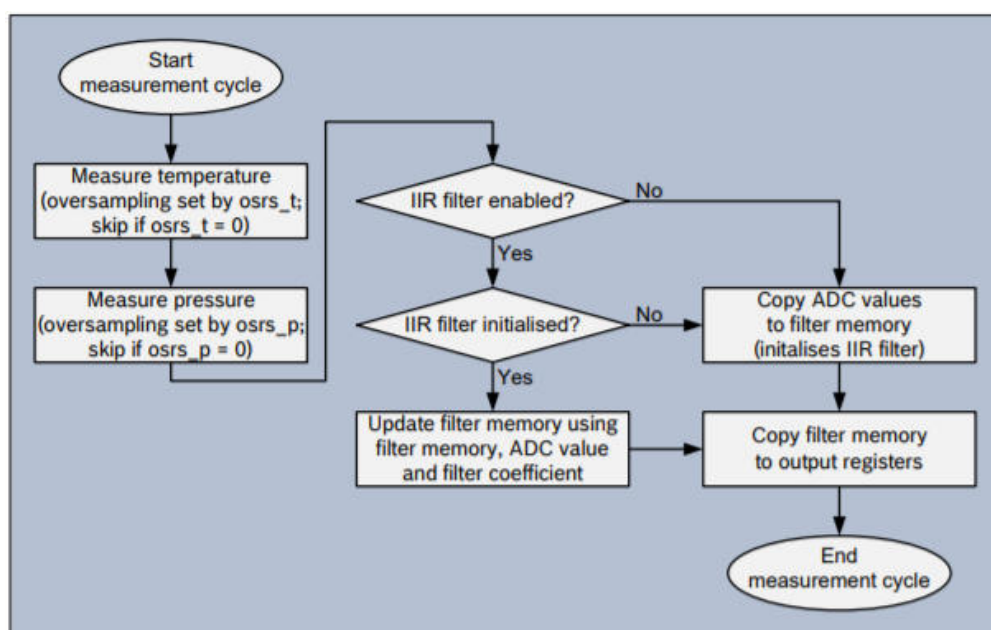


Рис 2.7. Схема циклу вимірювання датчика атмосферного тиску BMP280

2.2.4 Об'єднаний датчик вологості і температури

Цифровий датчик вологості і температури підвищеної точності. Датчик DHT22 має калібрування з заводу і відрізняється низьким енергоспоживанням. Порівняно з аналогами DHT11 датчик температури і вологості DHT22 має збільшену точність та розширений діапазон вимірювання вологості і температури, а також зменшене енергоспоживання, що дуже важливо для бездротового модуля метеостанції.

Основні характеристики приладу наведені в таблиці 2.4[21]

Таблиця 2.4 - Основні характеристики датчика температури і вологості DHT22 .

Параметри	DHT22
Діапазон вологості:, %	0-100
точність вимірювання вологості: RH	± 2%
Діапазон виміру температур ° C	-40 ... +80
точність вимірювання температури: ± ° C	0.5
Напруга живлення, В	3,3-6
споживання в режимі очікування, мкА	40
Габарити, мм	15 × 25
Споживання у режимі запиту, мА	1,5

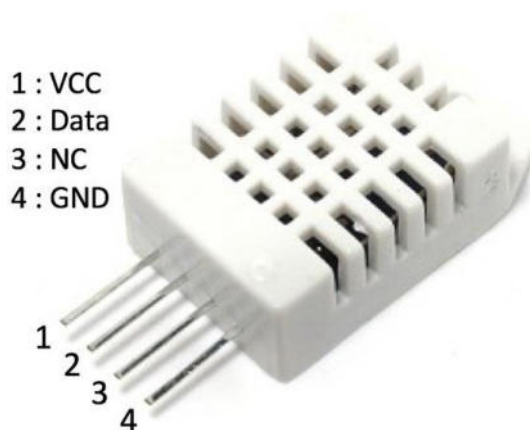


Рис 2.8. Об'єднаний датчик вологості і температури DHT11

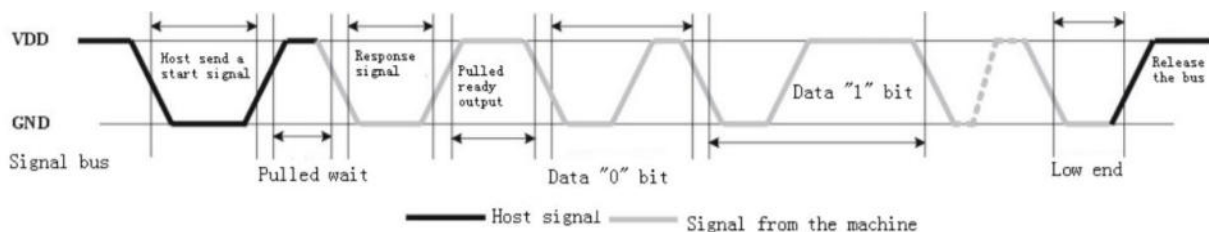


Рис 2.9. Діаграма затримок в часі при передачі сигналу

2.2.5 Радіо передавач

Радіомодуль NRF24L01+ для зв'язку мікроконтролерів. Працює з частотою 2.4ГГц (яка не потребує дозволів, так само використовується для мереж WiFi), швидкість до 2Мбіт, управляється по інтерфейсу SPI, харчування 3.3В. Істотно

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ

Арк.

46

дешевше хвее модуля, добре підходить для промислових систем управління. Радіус до 30 метрів. Швидкість до 2Мбіт (налаштовується 2, 1, 0,25 Мб / с),126 каналів зв'язку, підключення один до декількох, стрибкоподібне перебудування частот, контроль помилок, контроль адресації багатоточкового зв'язку, вбудований регулятор напруги, модуляція GFSK.

Порівняно з аналогами радіо передавач NRF24L01+ має зменшене енергоспоживання, що дуже важливо для бездротового модуля метеостанції, а також достатній радіус дії, для використання його на зовні чи у інший кімнаті. Основні характеристики приладу в таблиці 2.5.[16]

Таблиця 2.5 - Основні характеристики радіопередавача NRF24L01+

Параметри	NRF24L01+
Швидкість, Мбіт	До 2
Напруга логічних рівнів, В	1.9-3.6
Напруга живлення, В	3,6-5
Споживання в режимі очікування, мкА	10
Споживання в активному режимі, мА	18
споживаний струм,мА	19,5 при швидкості 2Мбіт/сек
Габарити, мм	15 x 29
Робоча частота, ГГц	2,4

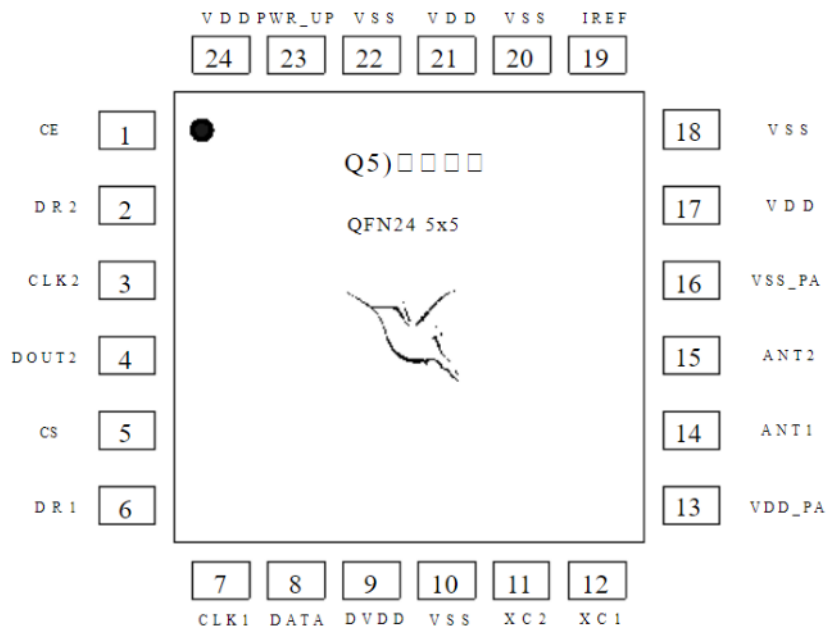


Рис. 2.10. Розпіновка контактів мікроконтролера NRF24L01+.

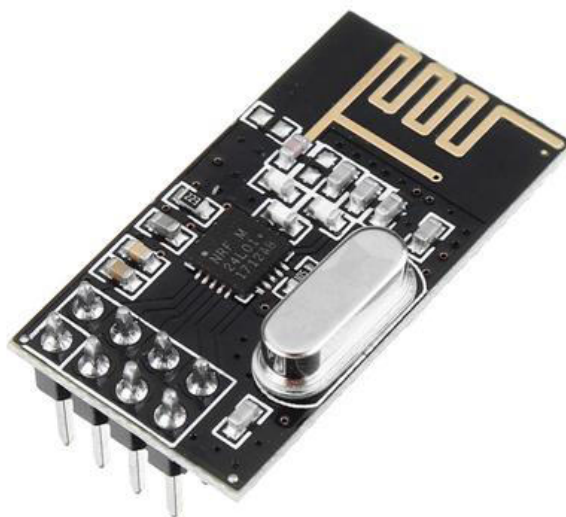


Рис. 2.11. Радіопередавач NRF24L01+

2.2.6 Передавач Wi-Fi сигналу

Малий по розмірам WiFi модуль ESP-01, базується на мікроконтролері ESP8266 з вбудованим протоколом TCP / IP і управлінням AT-командами. Мікроконтролер створений для використання в розумних системах, mesh-мережах, IP-камерах, бездротових сенсорах, носимій електроніці і т.д.

Передбачено два варіанти використання мікроконтролера: 1) міст UART-WIFI, коли модуль підключається до існуючого пристрою на базі будь-якого

іншого мікроконтролера і керуються АТ-командами, забезпечуючи зв'язок пристрою з інфраструктурою Wi-Fi; 2) реалізуючи новий пристрій, який використовує сам мікроконтролер ESP8266 в якості керуючого пристрою. Підтримка Wi-Fi протоколів 802.11 b / g / nWi-Fi Direct (P2P), soft-AP, , вбудований TR перемикач, вбудований стек TCP / IP balun, LNA, регулятори, підсилювач потужності і відповідність мережі вбудований PLL і система управління живленням вихідна потужність якоїдо +20.5 дБм в режимі 802.11b підтримка різних антен прокидання і відправка пакетів за час до 22 мс споживання в режимі Standby до 1.0 мВт (DTIM3).

Порівняно з аналогами Wi-Fi модуль ESP-01 має всі потрібні функції та технології для реалізації безпечної передачі даних у базу даних від центрального обчислювального блоку метеостанції. Також має 1 Мб постійної пам'яті. Основні характеристики приладу наведені в таблиці 2.6.[17]

Таблиця 2.6 - Основні характеристики Wi-Fi модуль ESP8266 версія ESP-01.

Параметри	ESP8266
Швидкість послідовного порту, бод	115200
Потужність випромінювання, dbm	24
Напруга живлення, В	3,3-5
Споживання в режимі очікування, мкА	0.5
Споживаний струм Max,мА	170
Бездротовий протокол	802.11 b / g / n
Робоча частота, ГГц	2,4
Розміри, мм	24.5x14

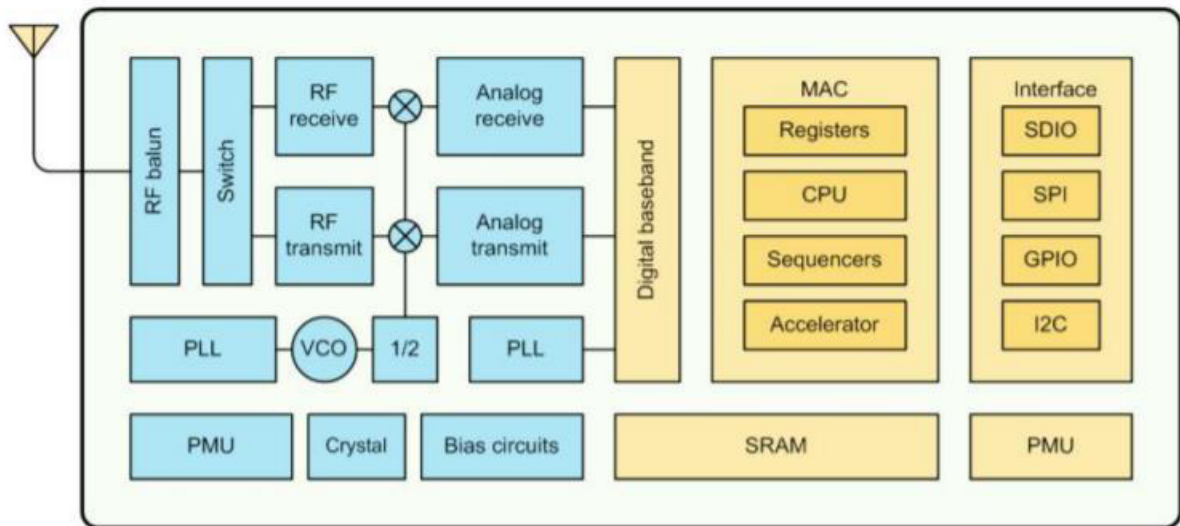


Рис. 2.12. ESP8266 Блок-схема ESP-01.

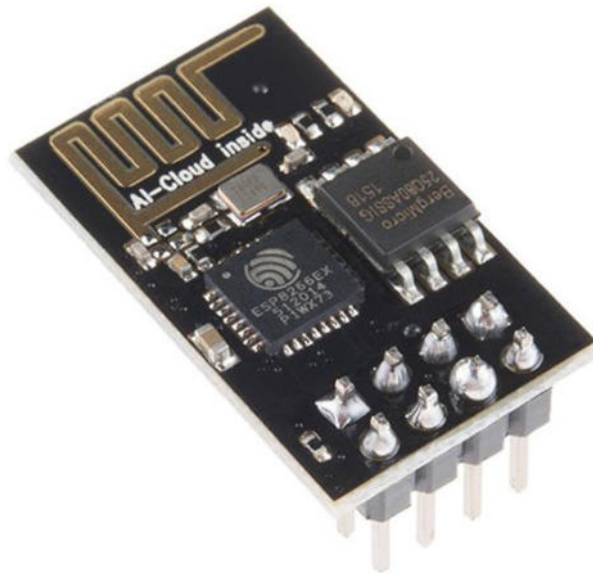


Рис. 2.13. Передавач WI-Fi сигналу ESP-01.

2.2.7 Розрахунок окремих блоків пристрою

Розрахунок трансформатора. Знаючи необхідну напругу на вторинній обмотці (U_2) і максимальний струм навантаження (I_D) трансформатор розраховують у такій послідовності.

1. Визначають значення струму, що тече через вторинну обмотку трансформатора: $I_2 = 1.5 I_n$, $I_2 = 1.5 * 0.2 = 0.3A$

де: I_2 - струм через вторинну обмотку трансформатора, А;

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

I_n - максимальний струм навантаження, А.

2. Визначають потужність, споживану випрямлячем від вторинної обмотки трансформатора:

$$P_2 = U_2 I_2, P_{TP} = 15 * 0,3 = 4,5 \text{ Вт}$$

де: P_2 - максимальна потужність, споживана від вторинної обмотки, Вт; U_2 - напруга на вторинній обмотці, В;

I_2 - максимальний струм через вторинну обмотку трансформатора, А. 3 .

Підраховують потужність трансформатора:

$$P_{TP} = 1,25 P_2, P_{TP} = 1,25 * 4,5 = 5,625 \text{ (Вт)}$$

де: P_{TP} - потужність трансформатора, Вт;

P_2 - максимальна потужність, споживана від вторинної обмотки трансформатора, Вт.

Якщо трансформатор повинен мати кілька вторинних обмоток, то спочатку підраховують їхню сумарну потужність, а потім потужність самого трансформатора.

4. Визначають значення струму, що тече в первинній обмотці:

$I_1 = P_{TP} / U_1, I_1 = 5,625 / 220 = 0,025 \text{ А}$ де: I_1 - струм через первинну обмотку, А; P_{TP} - підрахована потужність трансформатора, Вт; U_1 - напруга на первинній обмотці трансформатора .

5. Розраховують необхідну площу перетину сердечника магнітопроводу:

$$S = 1,3 P_{TP}, S = 1,3 * 5,625 = 7,31 \text{ мм}^2$$

де: S - перетин сердечника магнітопроводу:

P_{TP} - потужність трансформатора, Вт.

6. Визначають число витків первинної (мережної) обмотки:

$$W_1 = 50 U_1 / S, W_1 = 50 * 220 / 7,31 = 1504,79 \approx 1505$$

де: W_1 , - число витків обмотки;

U_1 - напруга на первинній обмотці, В;

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

8 - перетин сердечника магнітопроводу. мм 7. Підраховують число витків вторинної обмотки:

$$W_2 = 55 U_2 / S, W_2 = 55 * 5 / 7,31 = 37,62 \approx 38$$

де: W_2 - число витків вторинної обмотки; U_2 - напруга на вторинній обмотці.

В;

S-перетин сердечника магнітопроводу.

8. Визначають діаметри обмоток трансформатора по табл. 2.

Таблиці 2.2

Діаметри обмоток трансформатора

I, мА	≤25	25	60	100	160	250	400	700
		60	100	160	250	400	700	1000
d, мм	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.6

Враховуючи попередні розрахунки, виберемо трансформатор який задовольняє нашим потребам.

Блок живлення побудований із стандартного трансформатора ТПП248-172 АФО.470.080 ТУ, а в якості випрямляча використано діодний мостик типу КЦ402А, робочі вихідні струми якого $I_{pMAX} = 1$ А достатні для забезпечення живлення каналів живлення +5 В. Для згладження пульсацій випрямленої напруги використано фільтруючий конденсатор С2. Його ємність вибрана із умови, щоб

постійна часу RC фільтру була набагато більша $\frac{1}{f}$, де $f=50$ Гц частота мережі

змінного струму. В якості R вибрано мінімальний опір навантаження для блоку живлення, рівне 1 КОм. Тоді:

$$C2 = \frac{10}{Rf2\pi} = \frac{10}{1000 \cdot 5 \cdot 06} \approx 30 \text{ мкФ.}$$

Для стабілізації випрямленої напруги +5В використано мікросхему стабілізатора LM1086-5.0. Відповідно із типовою схемою включення на її виході теж розміщений фільтруючий конденсатор. Вихідні робочі струми цієї

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

мікросхеми до 100мА є достатніми для живлення всіх блоків пристрою стабілізованою напругою.

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

3 КОНСТРУКТОРСЬКО–ТЕХНОЛОГІЧНА РОЗРОБКА ПЛАТИ

3.1 Проектування та розрахунок друкованої плати

Розрахунок по визначенню геометричних розмірів плати проводиться у наступній послідовності.

Знаходиться сумарна установочна площа $S_{\text{МГ}}$, $S_{\text{СГ}}$, $S_{\text{ВГ}}$ відповідно для мало-, середньо- та великогабаритних електрорадіоелементів (ЕРЕ).

При виконанні такого поділу необхідно враховувати, що до малогабаритних ЕРЕ відносять мініатюрні резистори (0,125 і 0,25 Вт), діоди і стабілітрони у скляних корпусах, деякі типомінали керамічних конденсаторів та інші радіокомпоненти, які мають площу індивідуального встановлення $S_i \leq 1\text{см}^2$. До середньогабаритних ЕРЕ належать ІМС у прямокутних корпусах, резистори потужністю вище 0,5 Вт, конденсатори в циліндричних корпусах і подібні радіокомпоненти, які мають площу індивідуального встановлення $S_i \leq 2\text{см}^2$. До великогабаритних ЕРЕ належать потужні резистори, конденсатори в прямокутних корпусах, змінні резистори, трансформатори, напівпровідникові прилади з радіаторами та інші, індивідуальна площа встановлення яких $S_i > 2\text{см}^2$.

Під установчою площею ЕРЕ розуміють площу прямокутника (квадрата), у яку вписується ЕРЕ разом з виводом та контактними площинками при його установці на плати друкованої.

Розраховується площа монтажної зони для середньої щільності монтажу за формулою:

$$S_{\text{М}} = 4S_{\text{МГ}} + 3S_{\text{СГ}} + 1,5S_{\text{ВГ}}$$

Коректуються і знаходяться розміри монтажної зони у відповідності із можливостями встановлення в корпус і стандартними лінійними розмірами друкованої плати (ДП).

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

В даній схемі до великогабаритних ЕРЕ відносяться: Модуль arduino uno, датчик BMP180, датчик DHT11, та радіопередавач NRF24L01+.

тоді

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

$$S_{\text{вг}} = (15 \cdot 9) + (15 \cdot 5,4) + (9,4 \cdot 24,7) + (8 \cdot 15,4) = 571,38 \text{ мм}^2$$

Необхідні для користування ДП, дані про елементи зведені до таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. Вихідні дані та результати розрахунку установочних площ та об'ємів

Позначення	Тип	∅ виводів, мм	∅ конт. площа дки, мм	Габаритні розміри, мм	Кількість, шт	Установча площа, мм ²
DD2	BMP180	0,5	1,8	15*9	1	135
DD3	NRF24L01+	0,5	1,8	15*5,4	1	139,86
DD4	ESP-01	0,5	1,8	9,4*24,7	1	232,18
DD5	DHT11	2	3,5	8*15,4	1	123,2
Всього:						571,38

Площа монтажної зони:

$$S_{\text{м}} = 857,07 \text{ мм}^2.$$

Вибираємо для ДП розмір згідно ГОСТ 10317-79 Плати друковані. Основні розміри 70*70 [мм].

Коефіцієнт заповнення по площі рівний:

$$K_{\text{с}} = \frac{S_{\text{уст}}}{S_{\text{дк}}} = 0,2$$

3.2 Визначення контактних площадок, розмірів друкованих провідників

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

При розміщенні ЕРЕ виходять частіше всього із критерію двох мінімумів і мінімуму довжини зв'язків:

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

- 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 ЕРЕ на платі регламентується умовно координатною сіткою із взаємно перпендикулярних систем паралельних ліній, розташованих на однаковій відстані одна від одної. Крок координатної сітки 2,5 мм.

Центри монтажних отворів контактних площадок під виводи навісних ЕРЕ розташовані у вузлах координатної сітки.

Навісні елементи мають виводи прямокутного або круглого перерізу. Діаметр отвору під вивід вибирають із умови отримання зазору між виводом і стінкою отвору з врахуванням, якщо потрібно, подальшої металізації отвору, який би забезпечував капілярні проникнення припою в процесі пайки.

Діаметр монтажного отвору d_0 вибирають із таких умов: якщо діаметр виводу $d_B > 1$ мм, то $d_0 = [d_B + (0,3+0,4)]$; якщо $d_B < 1$ мм, то $d_0 = [d_B + (0,2+0,3)]$.

Номенклатурний отвір на кресленні показують умовним знаком, що визначає його діаметр.

Згідно ГОСТ 10317-79 номінальний діаметр монтажного отвору з врахуванням його металізації для виводів діаметром:

0,4 ÷ 0,6мм становить 0,8 + 0,1мм, 0,6 ÷ 0,8мм становить 1,0 + 0,1мм,

0,8 ÷ 1,3мм становить 1,5мм,

1,3 ÷ 1,7мм становить 2мм, 1,7 ÷ 2,2мм становить 2,5мм .

Діаметр металізованого отвору залежить і від товщини плати. Це пов'язано з тим, що при гальванічному осадженні металу на стінках отвору малого діаметру зробленого в товстій платі, товщина шару металу вийде нерівномірною і при великому відношенні товщини плати до діаметра отвору деякі місця можуть залишитись непокритими. Діаметр металізованого отвору повинен складати не менше половини товщини плати, отже повинна виконуватись наступна умова:

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

$$0,4h \leq d_{min},$$

де h - товщина плати;

d_{min} - найменшого із металізованих отворів.

З цього співвідношення можна вибрати товщину плати і для нашого випадку вона складає 1,5 мм при діаметрі найменшого отвору 0 5 мм.

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

Контактні площадки отворів рекомендується виготовляти у вигляді кільця.

Діаметр контактної площадки вибирається з таблиці 3.2.

Таблиця 3.2. Рекомендовані діаметри контактних площадок

Діаметр отворів	0,6	0,8	1	1,3	1,5	2
Контактних площадок	1,8	2,3	2,5	2,8	3	3,5

Діаметр перехідних отворів залежить від товщини плати і від виду електроліту, що використовується для металізації отворів:

$$D_{кер} = H \cdot \gamma$$

де H - товщина плати; γ - залежить від складу електроліту.

Для пірофосфатного електроліту, що використовується для металізації отворів:

$$\gamma = 0,25.$$

Тому,

$$D_{пер} = H * \gamma = 1,5 * 0,25 = 0,3 \text{ мм}$$

Згідно ГОСТ 10317-79 вибирається $D_{пер}$ рівне 0,3.

По ГОСТу вибирається клас густини рисунка: другий. Для цього класу ширина провідників $Ш = 0,25$ лш.

Відстань між провідниками 0,25мм.

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Розраховується мінімальна ширина провідників шин живлення. Струм споживання складає 0,12 мА. Враховуючи, що густина струму у друкованих провідників має бути не більше 2 А/мм² і вибравши переріз провідника 50мкм, ширина провідника шини буде:

$$\frac{I_{\text{заг}}}{h \cdot \rho_i} = \frac{0.12}{0.05 \cdot 2} = 1.2 \text{ мм}$$

де $I_{\text{заг}}$ - сумарний струм, що споживається пристроєм;

h - товщина перерізу друкованого провідника;

ρ_i - густина струму.

Максимальний струм, який при проходженні по доріжці викликає її перегрів на температуру 25С° становить:

$$I_{\text{max}} = 25 \cdot ab = 1,25 \text{ мА}$$

3.3 Вибір варіантів встановлення елементів РЕА

Між корпусами сусідніх елементів повинна бути певна відстань, яку вибирають з врахуванням умов тепловідводу та допустимої різниці потенціалів між ними.

Для даного пристрою застосовано друкований та об'ємний монтаж. У промислових умовах навісні елементи кріплять до плати шляхом пайки виводів (у тому числі і незадіяних) хвилею припою ПОС-61 у металізованих і неметалізованих отворах.

3.4 Теплові характеристики пристрою

Розрахуємо чи потрібне додаткове охолодження плати. Для цього спочатку розрахуємо площу уявного кожуха:

Габаритні розміри плати – 70*70 мм.

Товщина плати - біля 15 мм.

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

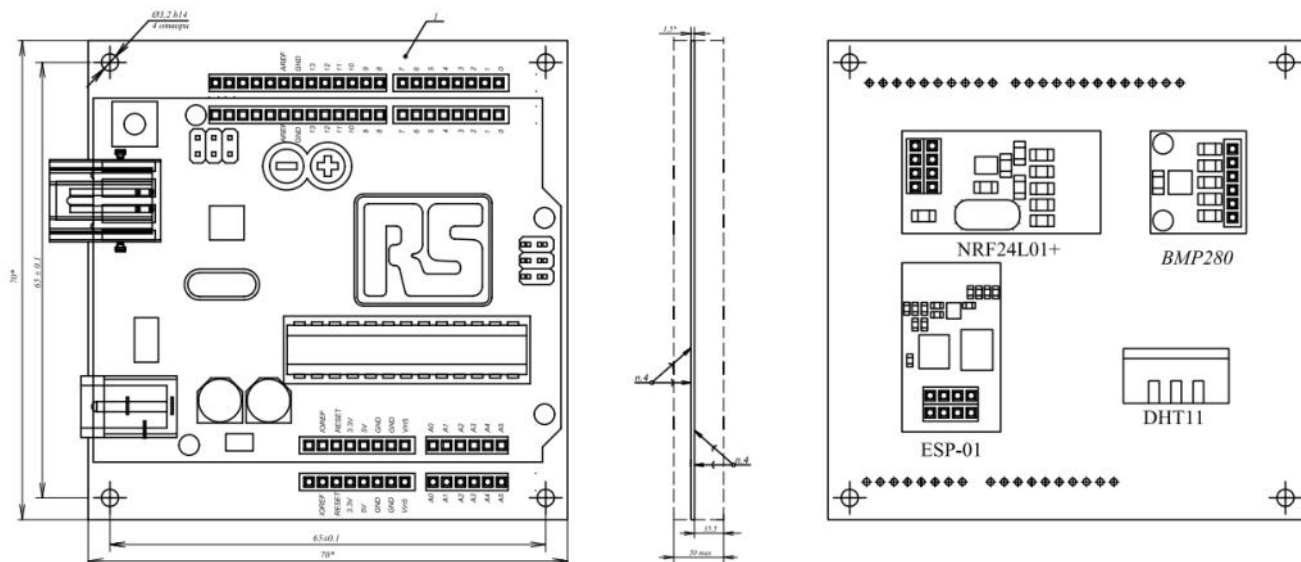


Рис. 3.1. Монтажна плата

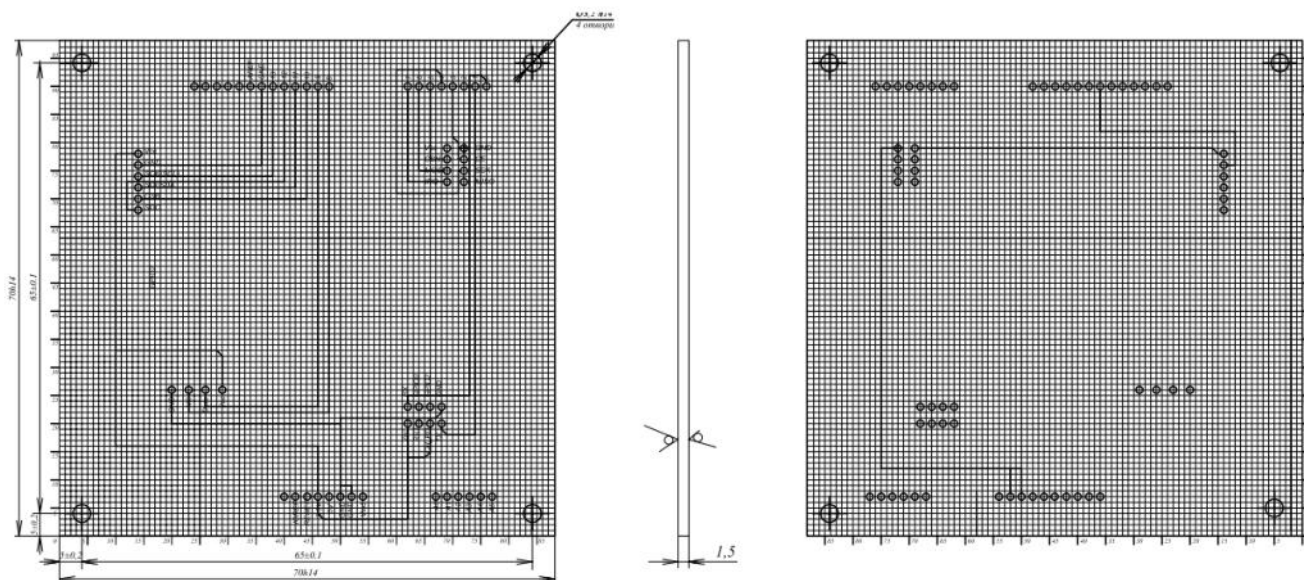


Рис. 3.2. Топологія друкованої плати

Беремо кожух приблизно на 5 мм більшу габаритів плати, тобто для блоку кожухбуде 70x70x25 (мм*мм*мм).

Площа всієї поверхні корпусу:

$$S = 2 * 70 * 70 + 4 * 70 * 25 = 16800 \text{ мм}^2$$

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

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

вплив пояснюється існуванням максимально допустимих температур, при яких тривалий час можуть працювати електронні компоненти в необхідному режимі.

Розрахунок проведемо для максимальної температури навколишнього середовища

+400 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:

$$V=A*B*N$$

- 2) Знаходять коефіцієнт форми

$$S_{\phi} = \frac{H}{\sqrt[3]{V}}$$

- 3) Визначають коефіцієнт

заповнення $K_u = V_{\text{дп}}/V_{\text{кож}}$

- 4) Робимо припущення, що плата розподіляє тепло рівномірно.

Кожний елемент має свою потужність розсіювання, а сумарна потужність визначається

$$P_{\text{роз}} = \sum_{i=1}^n p^e$$

- 5) Знаходимо питому потужність на одиницю площі

$$Q=P_{\text{роз}}/S$$

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 $K_{\text{зап}}^V$ наближено знаходимо температуру навколишнього середовища і повітря.

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

Проведемо розрахунки теплових режимів згідно прийнятих кроків:

1. Знаходимо об'єм кожуха згідно формули:

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

$$V = 70 \cdot 70 \cdot 25 = 122500 \text{ (мм}^3\text{)}$$

2. Коефіцієнт форми визначаємо згідно формули:

$$K_o = \frac{25}{\sqrt[3]{122500}} = 0.5$$

3. Коефіцієнт заповнення визначаємо як:

$$K_v = V_{\text{дп}} / V_{\text{кож}} = 0,74$$

4. Сумарну потужність визначаємо як суму розсіювальної теплової некорисної потужності всіх елементів на друкованій платі. Беручи до уваги, максимальну розсіювану потужність всього пристрою в межах 2 Вт.

5. Знаходимо питому потужність на одиницю площі:

$$Q = P_{(\text{роз})} / S = 1,4 / 36 = 0,04 \text{ Вт/см}^2$$

Умова теплоненавантажуваності пристрою $Q = P_{(\text{роз})} / S = 0,05 \text{ Вт/см}^2$ отримане нами значення $Q = 0,04 \text{ Вт/см}^2$. З отриманих розрахунків випливає що наш блок теплоненавантажений і не потребує додаткового тепловідводу.

6. Питому потужність на одиницю площі визначеної з графіків Глушицького

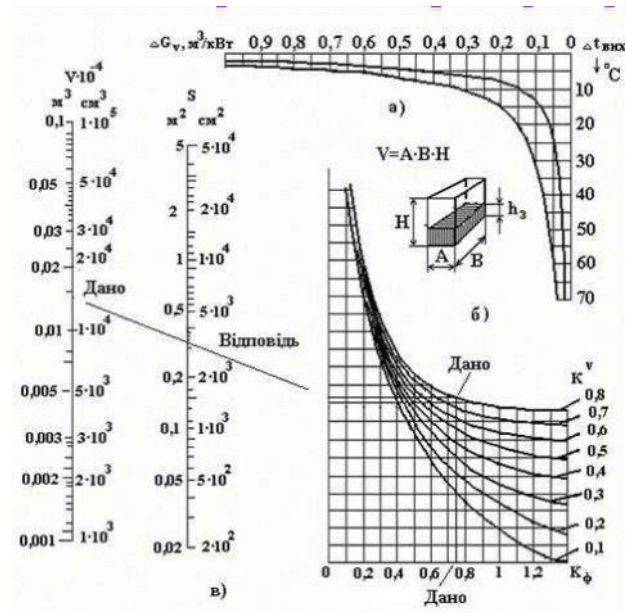


Рис. 3.3. Номограма для визначення поверхні нагрітої зони

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

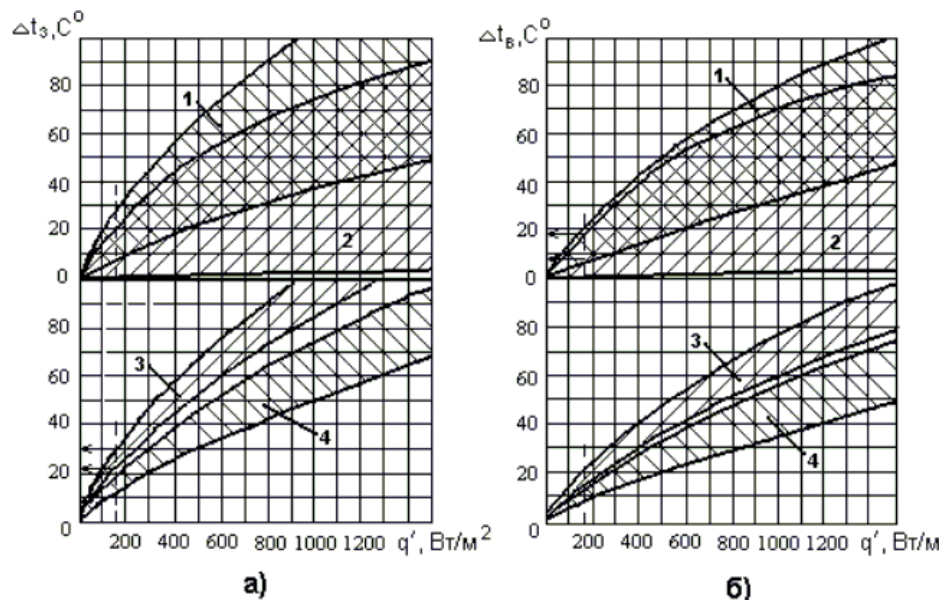


Рис. 3.4. Визначення перегріву Δt_3 нагрітої зони $q' = 1,4 \text{ Вт} / 0,05 = 28 \text{ Вт/м}^2$

Підставивши значення коефіцієнтів отримали значення температури нагрітої зони $t_3 = 10^\circ\text{C}$. Тому при розрахунку імовірності поправочні коефіцієнт будемо брати для максимальної температури 40°C .

3.5 Розрахунок характеристик надійності пристрою

Основною кількісною характеристикою надійності є функція надійності $P(t)$, або скорочено надійність, яка по визначенню рівна імовірності того, що в заданому інтервалі часу або в межах заданого напрацювання при заданих режимах і умовах експлуатації відмов в системі не виникає, тобто $P(t) = W\{T > t\}$, де T – час безвідмовної роботи системи, t – заданий час, $W\{A\}$ – імовірність події A , у даному випадку подія A заключається у тому, що $T > t$.

Непередбачувані експлуатаційні відмови представляють собою непередбачувані відмови повнонадійної РЕА, які виникають в період нормальної експлуатації, коли проробка пристрою вже закінчилася, а зношування і природне старіння ще не настали. Ці відмови обумовлені лише випадковими факторами, такими як: приховані внутрішні дефекти, які не можуть бути виявлені системою технологічного контролю; рівно імовірні, і тому не передбачені схемою та конструкцію технологічні дефекти; відхилення режимів роботи; співставлення параметрів концентрації зовнішніх навантажень і внутрішніх напружень; помилки операторів у період експлуатації. У зв'язку з перерахованими причинами поява таких відмов принципово не виключена і рівно імовірна в часі: $\lambda 0 = \text{const}$.

Розрахунок характеристик надійності полягає у визначенні показників надійності виробу по відомим характеристикам надійності складових компонент і умовам експлуатації.

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

Напрацювання системи на відмову отримуємо по формулі :

$$T_{\text{ср.с}} = 1 / \sum_{j=1}^m \lambda_{0j} N_j$$

При уточненому розрахунку надійності враховують зовнішні дії, впливи теплових і електричних навантажень елементів пристрою. Розрахунок проводять по формулі:

$$P(t) = \exp \left(-k\lambda t \sum_{j=1}^m \lambda_j N_j \right)$$

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 -ої групи, що враховує вплив температури навколишнього середовища і електричне навантаження елемента;

k_n — коефіцієнта навантаження елемента;

$k\lambda$ — враховує умови експлуатації 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 пониженому тиску.

Значення поправочного коефіцієнта α_j в залежності від температури і коефіцієнта навантаження k_n знаходять в довіднику, коефіцієнти $k\lambda_1$ — $k\lambda_3$ також.

При цьому під коефіцієнтом навантаження k_n розуміють відношення

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

робочого навантаження, встановленого по визначеному параметру, який діє на елемент, до цього номінального навантаження, що встановлене нормативно-технічною документацією.

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

$$t = +15 \dots +35 \text{ } ^\circ\text{C};$$

вологість 45...75%; атмосферний тиск 86...104 кПа.

По відповідних таблицях знаходять коефіцієнти:

$$K_M=1; k_B=1; k_{a.T.}=1$$

$$\text{Отже, } k_e = 1.$$

Коефіцієнт α_j знаходять для кожної групи окремо, враховуючи більш ширший діапазон температур (+10...+50 °С) 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. Примітка: розрахунок надійності проводили без врахування монтажу. Інтенсивності відмов елементів приведено в таблиці:

Таблиця 3.3. Інтенсивності відмов елементів

Назва	Наймен. типонамінали елементів	п. шт.	$\lambda_o, 10^{-8}$ ГОД ⁻¹	k_e	t°С	k_H	k_{TH}	$\lambda, 10^{-8}$ ГОД ⁻¹
DD1	Arduino Uno	1	50	1	50	1	1	50,00
DD2	BMP180	1	3	1	50	0.2	0,1	0,30
DD3	NRF24L01+	1	3	1	50	0.2	0,1	0,30
DD4	ESP-01	1	3	1	50	0.2	0,1	0,30
DD5	DHT11	2	3	1	50	0.2	0,1	0,30
Всього, ,10 ⁻⁸ 1/год.								95,42

Таблиця 5.4. Карта робочих режимів

Позн.	Типономінал	Напруга, В			Струм, мА		P _{роз} , мВт	k _i	k _u	k _p
		Пост.	зм.	макс.	пост.	зм.				
DD1	Arduino Uno			$\frac{5}{25}$			1250			
DD2	BMP180			$\frac{5}{25}$	0,01		$\frac{0,005}{0,125}$			
DD3	NRF24L01+			$\frac{5}{25}$	0,033		$\frac{0,005}{0,125}$			
DD4	ESP-01			$\frac{5}{25}$	0,066		$\frac{0,005}{0,125}$			0,05
DD5	DHT11			$\frac{5}{25}$	0,027		$\frac{0,005}{0,125}$			

Напрацювання на відмову:

$$T = \frac{1}{\lambda_{\Sigma}} = \frac{1}{95,42 \cdot 10^{-8}} [\text{год}] = 1047998 [\text{год}]$$

З врахуванням часу наробітки приладу 2000 год., отримаємо:

$$P_{(2000)} = e^{-\lambda_{\Sigma} \cdot t} \approx 1 - \lambda_{\Sigma} \cdot t \approx 0,98.$$

4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

4.1 Розрахунок собівартості прилад

Собівартість продукції — це витрати на її виробництво і реалізацію, що включають в себе вартість витрачених сировини і матеріалів, заробітну плату працівників, витрати по утриманню й експлуатації устаткування та інші поточні витрати. Проведемо розрахунок собівартості виготовлення спроектованого пристрою у вигляді калькуляції. Для цього скористаємось методом побільшеного розрахунку собівартості - методом питомої ваги, що забезпечує прийнятну похибку (~5%) прогнозування собівартості.

Цей метод полягає у пропорційному віднесенні непрямих витрат до суми витрат на основну заробітну плату виробничих робітників та витрат на утримання та експлуатацію устаткування. При розрахунках потрібно врахувати додаткові умови: затрата лаку на площу 1 см = 0,008 кг, затрата припою 1 ніжка = $3 \cdot 10^{-6}$ кг; кількість виробів 1000 шт на рік; працюючих 3 чоловіка.

Провівши такий розрахунок ми можемо оцінити економічний ефект від впровадження розробленого виробу. Калькуляція собівартості спроектованого приладу таблиця 4.1.

Таблиця 4.1. Калькуляція собівартості спроектованого приладу

I №п/п	Стаття витрат	Сума, грн.
1	Основні матеріали	3,11
2	Покупні комплектуючі вироби і напівфабрикати	953,00
3	Основна заробітна плата виробничих робітників	12,10
4	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	1,21
5	Відрахування ЄСВ	2,93
6	Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	9,68
7	Цехові витрати	9,66
8	Загальнозаводські витрати	15,46
9	Інші виробничі витрати	1,47
Разом: виробнича собівартість Свир		1008,62
10	Позавиробничі витрати	15,03
Разом: повна собівартість Сповн		1023,65

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ

Арк.

66

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

Розрахунок кількості і вартості матеріалів представлений у вигляді табл. 4.2. Для визначення кількості витраченого припою, з врахуванням затрати на паяня 1 ніжка = $3 \cdot 10^{-6}$ кг, розрахуємо масу необхідну для нашого виробу. Кількість ніжок -77. Тоді:

$$K\text{-сть(припою)} = 77 \cdot 3 \cdot 10^{-6} = 0,0002 \text{ кг}$$

Ціна необхідного припою визначається:

$$C_{\text{припою}} = 690 \cdot 0,0002 = 0,14 \text{ грн}$$

де 690 - ціна за 1 кілограм припою ПОС61 1.0 мм з флюсом (<http://www.euro-k.com.ua/?q=node/45>)

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 $5,3 \text{ см} \cdot 4,3 \text{ см} = 22,79 \text{ см}^2$. Двосторонє покриття, тоді:

$$K\text{-сть(лаку)} = 22,79 \cdot 2 \cdot 0,0008 = 0,036 \text{ (кг)}$$

Ціна необхідного лаку визначається:

$$C_{\text{лаку}} = 36,5 \cdot 0,036 = 1,31 \text{ грн}$$

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

Таблиця 4.2.

№ п/п	Найменування матеріалу	Профіль, сорт, марка, розмір,	Одиниця вимірю	К-сть	Ціна за одиницю,	Сума, грн.
1	Припій ПОС61	ГОСТ 21930-76	кг	0,0002	690,00	0,14
2	Лак НЦ-134	ТУ6-101291-77	кг	0,036	36,50	1,31
Разом:						1,45
Зворотні відходи (1-5% від вартості матеріалів)						0,07
Транспортно-заготівельні витрати (7-10% від загальної вартості матеріалів)						0,14
Разом.						3,11

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. 4.3.

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

Табляця 4.3.

№ п/п	Найменування покупних комплектуючих виробів і напівфабрикатів	Марка, розмір, ГОСТ, ДСТУ, ТУ, DIN, ISO	Одиниця вимірювання	Кількість	Ціна за один., грн	Сума, грн
1	2	3	4	5	6	7
1	Корпус	50*60	ШТ.	1	80	80
2	Плата друкована	70*70	ШТ.	1	150	150
3	Плата друкована	50*50	ШТ.	1	130	130
4	DD1	Arduino Uno	ШТ.	1	245	245
5	DD2	BMP180	ШТ.	1	49	49
6	DD3	NRF24L01+	ШТ.	2	40	80
7	DD4	ESP-01	ШТ.	1	82	82
8	DD5	DHT11	ШТ.	2	26	52
8	DD6	Arduino Pro Mini	ШТ.	1	85	85
Разом:						953
Транспортно-заготівельні витрати (7-10% від загальної вартості виробів і напівфабрикатів)						95,3
Разом:						1048,3

Розрахунок основної заробітної плати виробничих робітників

До основної заробітної плати виробничих робітників, що включається до собівартості, входить оплата робітникам відрядникам і погодингнникам, що безпосередньо зайняті виготовленням спроектowanego приладу.

Основну заробітну плату визначають шляхом множення трудомісткості виготовлення спроектowanego приладу на годинну тарифну ставку відповідно розряду робіт.

Трудомісткість виготовлення спроектowanego приладу на стадіях ескізного і технічного проектів визначають на підставі отриманих трудомісткостей виготовлення аналога та його складових частин.

Розрахунок основної заробітної плати по складанню, монтажу, регулюванню і випробуванню спроектowanego приладу представлений у вигляді табл. 4.4.

Погодинна оплата праці яка діє з 01.09.2020 (Мінімальна зарплата 5000 гр.) становить 29,20 (гривень на годину). З врахуванням коефіцієнта підвищення

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

окладу розраховуємо для кожного розряду .

$$3 \text{ розряд} = 29,20 * 1,18 = 34,45 \text{ гр. * год};$$

$$4 \text{ розряд} = 29,20 * 1,27 = 37,08 \text{ гр. * год};$$

$$5 \text{ розряд} = 29,20 * 1,36 = 39,71 \text{ гр. * год}.$$

Трудомісткість операції - встановлення і пайка залежить від кількості елементів і їх складності. Тому з врахування затрати часу на одну пайку 0,0014 год і встановлення 0,0006 год визначимо час для пайки і встановлення всіх елементів.

$$\text{Трудомісткість (пайка)} = 77 * 0,0014 = 0,11;$$

$$\text{Трудомісткість (встановлення)} = 34 * 0,0006 + 0,05 = 0,07,$$

$$\text{Загальна трuдомісткість} = 0,11 + 0,07 = 0,18.$$

Таблиця 4.4. Розрахунок основної заробітної плати по складанню, монтажу, регулюванню і випробуванню спроектованого приладу

№ п/п	Зміст операції	Фак	Розряд работ и	Г одинна тарифна ставка, грн.	Трудомісткість робіт, нормо-год.	Сума зарплатиза тарифом,
1	Встановлення і пайка	17474	4	37,08 грн.	0,18	6,67
2	Контроль	60188	5	39,71 грн.	0,05	1,98
3	Лакування і збирання	18352	3	34,45 грн.	0,1	3,45
Разом.						12,1

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:

$$\text{ЗП(додаткова)} = 12,1 * 10/100 = 1,21 \text{ грн}$$

Розрахунок відрахувань ЄСВ

Відповідно до Закону від 24.12.2015 р. №909-УІІ, єдина ставка нарахувань становить 22%. Визначається процентом від суми основної і додаткової заробітної плати виробничих робітників, а саме $12,1 + 1,21 = 13,31$ грн.

Процентна ставка 22% і складає 2,93 грн.

Розрахунок витрат на утримання та експлуатацію устаткування

До витрат на утримання та експлуатацію устаткування відносять витрати на

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

повне відновлення основних виробничих фондів та капітальний ремонт у вигляді амортизаційних відрахувань від вартості виробничого та підйомно-транспортного устаткування, цехового транспорту та інструментів із 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 робітників. Розроблюваний прилад відноситься до радіотехнічних тому витрати на утримання та експлуатацію устаткування будуть складати 80% від 12,1 а саме 9,68 грн.

Розрахунок цехових витрат

Величина цехових витрат визначається по цехам відсотком від суми основної заробітної плати і витрат на утримання та експлуатацію устаткування. Розроблюваний прилад відноситься до радіотехнічних тому цехові витрати будуть складати 50% від $12,1+7,22=19,32$ грн, а саме 9,66 грн.

Розрахунок загальнозаводських витрат

Величина загальнозаводських витрат визначається процентом від суми основної заробітної плати і витрат на утримання та експлуатацію устаткування. Розроблюваний прилад відноситься до радіотехнічних приладів тому цехові витрати будуть складати 80% від $12,1+7,22=19,32$ грн, а саме 15,46 грн.

Розрахунок інших виробничих витрат

Величина інших виробничих витрат визначається процентом від суми всіх попередніх статей (0,2-0,4%). Треба знайти 0,4% від $3,11+320,25+12,1+1,21+2,93+9,68+9,66+15,46=987,81$ грн. І це буде складати 1,47грн.

Розрахунок позавиробничих витрат

Величина позавиробничих витрат визначається процентом від величини виробничої собівартості (2 - 4%). Треба знайти 4% від 1048,3 грн. і це буде складати 41,93 грн.

Розрахунок ціни спроектованого приладу

Ціну спроектованого приладу можна визначити за формулою:

$$Ц = C_{\text{повн}} + П$$

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

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

П - запланований прибуток.

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

$$P = \Pi / C_{\text{повн}}$$

Якщо прийняти величину рентабельності 30%, тоді:

$$\Pi = P * C_{\text{повн}} = 0,3 * C_{\text{повн}}$$

Тоді ціну спроектованого приладу можна визначити за формулою.

$$\text{Ц} = C_{\text{повн}} + 0,3 * C_{\text{повн}} = 1,3 * C_{\text{повн}}$$

Якщо підприємство є платником податку на додану вартість (ставка ПДВ 20%), то вихідна ціна на спроектований прилад буде слідуючою:

$$\text{Ц}_{\text{вих}} = 1,2 * \text{Ц}$$

Розрахунок:

Згідно формули (1.4) ціна спроектованого приладу буде.

$$\text{Ц} = 1,3 * 1048,3 = 1362,79 \text{ грн}$$

Із врахуванням ПДВ згідно формули (1.5) вихідна ціна:

$$\text{Ц}_{\text{вих}} = 1,2 * 1362,79 = 1635,35 \text{ грн.}$$

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

5 ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ І ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ НА ВИРОБНИЦТВІ ПРИЛАДУ

5.1 Загальні питання безпеки праці

Одним з найважливіших завдань охорони праці є забезпечення таких умов праці, які б виключали можливість дії на працюючих небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Згідно із статтею 153 Кодексу законів про працю власник підприємства зобов'язаний забезпечити належне технічне обладнання всіх робочих місць і створювати на них умови праці відповідно до умов нормативних актів з охорони праці. Умови праці — це сукупність факторів виробничого середовища і виробничого процесу, які впливають на здоров'я і працездатність людини під час її професійної діяльності.

Працездатність — здатність людини до праці, яка визначається рівнем його фізичних і психофізіологічних можливостей, а також станом здоров'я і професійною підготовкою.

Безпека — відсутність неприпустимого ризику, що пов'язаний з можливістю нанесення ушкодження.

Безпека праці — стан умов праці, при якому відсутній виробничий травматизм.

Безпека умов праці — стан умов праці, при яких вплив на працюючого небезпечних і шкідливих виробничих факторів виключено або дія шкідливих виробничих факторів не перевищує гранично допустимих рівнів.

Безпека виробничого процесу — здатність виробничого процесу відповідати вимогам безпеки праці під час його проведення в умовах, встановлених нормативно-технічною документацією.

Безпека виробничого устаткування — здатність устаткування зберігати безпечний стан при виконанні вказаних функцій в певних умовах протягом встановленого часу.

Умови праці поділяються на 4 класи:

1 клас — оптимальні умови праці, при яких зберігається здоров'я працюючих і працездатність підтримується на високому рівні;

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

2 клас — допустимі умови праці, при яких параметри факторів виробничого середовища не перевищують встановлені гігієнічні нормативи;

3 клас — шкідливі умови праці, які характеризуються наявністю факторів виробничого середовища і трудового процесу, рівні яких перевищують гігієнічні нормативи і можуть мати негативний вплив на організм працюючого; шкідливі умови праці поділяються на 4 ступені (за величиною перевищення гігієнічних нормативів і виразності змін у організмі працюючих);

4 клас — небезпечні (екстремальні) умови праці, що характеризуються таким рівнем виробничих чинників, коли їх дія протягом робочої зміни створює великий ризик виникнення тяжких форм гострих професійних уражень, отруєнь, ушкоджень, загрозу для життя.

Нанесення травми людині на виробництві обумовлене наявністю фізичних, хімічних, біологічних та психофізіологічних небезпечних і шкідливих виробничих чинників.

Фізичні небезпечні виробничі чинники — це рухомі машини, елементи обладнання, вироби, матеріали, підвищена або знижена температура поверхні обладнання чи матеріалів, небезпечна напруга електричної мережі, енергія стиснутого газу, повітря тощо.

Хімічні небезпечні та шкідливі виробничі чинники — це дія на людину їдких та подразнюючих речовин. Хімічні небезпечні та шкідливі виробничі фактори поділяються:

— за характером дії на організм людини (загальнотоксичні, подразнюючі, канцерогенні, мутагенні);

— за шляхом проникнення до організму людини (через органи дихання, через травну систему, через шкірний покрив).

Біологічні небезпечні та шкідливі виробничі чинники — це біологічні об'єкти, вплив яких на працюючих призводить до травми або захворювання (бактерії, віруси, рослини, тварини).

Психофізіологічні небезпечні та шкідливі чинники — це фізичні та нервово-психічні перевантаження.

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

Безпечність виробничих процесів забезпечується комплексом проектних та організаційних рішень. Це — вибір технологічного процесу, робочих операцій, черговості обслуговування обладнання тощо. Безпечність виробничих процесів полягає у запобіганні впливу небезпечних і шкідливих факторів на працюючих. Досягається це за допомогою організаційних заходів (навчання, інструктажі, виконання вимог інструкцій з охорони праці) та технічних засобів безпеки.

Дія технічних засобів захисту повинна забезпечити безпеку працюючих від початку робочого процесу до кінця і не повинна закінчитись раніше ніж припиниться дія небезпечного або шкідливого виробничого фактора.

Основними технічними засобами безпеки для запобігання виробничого травматизму є: огорожувальні та запобіжні пристрої, блокування, профілактичні випробування машин.

Основні вимоги, які пред'являються до технічних засобів безпеки— це підвищення продуктивності праці, зниження небезпеки та шкідливості при обслуговуванні обладнання та виконанні технологічних операцій, надійність і міцність, зручність під час обслуговування устаткування та засобів захисту, виконання вимог технічної естетики.

Важливу роль відіграє використання комплексної, механізації, автоматизації та дистанційного керування в тих випадках, коли дію небезпечних і шкідливих виробничих факторів не можна усунути.

Безпечність виробничого устаткування досягається: правильним вибором принципів дії, конструктивних схем, матеріалів, робочих процесів, максимальним використанням засобів механізації, автоматизації, дистанційного керування, включенням вимог до технічної документації по монтажу, експлуатації, ремонту, транспортуванню і зберіганню.

З точки зору охорони праці основними вимогами до устаткування є: безпечність для здоров'я і життя людей, надійність і зручність під час експлуатації. При проектуванні машин і механізмів обов'язково повинні враховуватися ергономічні вимоги: розміщення органів керування на робочому місці, зусилля для приведення в дію органів керування тощо.

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

При конструюванні устаткування частини, що обертаються і рухаються, комунікації (трубопроводи, кабелі тощо) необхідно розміщувати у корпусі машини, щоб виключити можливість доступу до них працюючих. Устаткування має відповідати вимогам електробезпеки і забезпечувати захист працюючих від ураження електричним струмом.

У конструкції устаткування повинні передбачатись вбудовані (місцеві) відсмоктувачі, необхідні для видалення пожежо- і вибухонебезпечних сумішей, небезпечних і шкідливих хімічних речовин, пилу тощо безпосередньо з місця їх виникнення. Для виключення або зниження до регламентованих рівнів шуму та вібрації необхідно застосовувати звукопоглинаючі матеріали, кожухи тощо.

Органи керування технологічним обладнанням повинні мати безпечні та зручні форми і поверхню, встановлюватись у безпечному для працюючих місці, приводитись у дію зусиллями, що встановлені відповідними нормами.

При монтажі всі стаціонарні машини, верстати, апарати тощо мають бути встановлені і закріплені таким чином, щоб виключити можливість їх зсуву під час роботи.

Під час експлуатації все технологічне устаткування має утримуватись у справному стані і використовуватись лише за призначенням. Крім того, необхідно виключити можливість випадкового дотику працюючих до устаткування, що має температуру понад 45°C, в разі неможливості — поверхні устаткування повинні мати теплоізоляцію або огороження.

Технологічне устаткування, обслуговування якого пов'язане з переміщеннями працюючого на висоті, повинне мати безпечні і зручні за конструкцією і розмірами робочі площадки, переходи та драбини. Майданчики та драбини висотою понад 0,5м від підлоги обладнуються поручнями висотою не менше 1 м.

Устаткування повинно підлягати періодичному профілактичному оглядові, ремонтам за графіками.

Щойно встановлене устаткування приймається комісією за участю представників органів державного нагляду за охороною праці.

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

5.2 Клімат виробничих приміщень

Мікроклімат виробничих приміщень - це метеорологічні умови внутрішнього середовища цих приміщень, які визначаються спільною дією на організм людини температури, вологості, швидкості руху повітря, та теплового випромінювання. Клімат виробничих приміщень регламентується по ГОСТ 12.1.005-88.

Продуктивність праці та самопочуття працюючих залежить від стану довкілля і передусім від змін температури, швидкості руху повітря, атмосферного тиску, теплового випромінювання.

Відповідно до чинних санітарних норм метеорологічні умови робочої зони визначаються на висоті 2 м над рівнем підлоги.

Робоча зона — простір, в якому знаходяться робочі місця постійного або тимчасового перебування працівників.

Робоче місце — місце постійного або тимчасового перебування працівника в процесі трудової діяльності.

Оптимальні мікрокліматичні умови — це таке поєднання кількісних показників мікроклімату, які при тривалій і систематичній дії на людину забезпечують збереження нормального теплового стану організму без напруження механізмів терморегуляції. Вони забезпечують почуття теплового комфорту і створюють передумови для високого рівня працездатності.

Людина працездатна і гарно себе почуває, якщо температура навколишнього повітря знаходиться у межах 18-20 °С відносна вологість — 40-60 %, а швидкість руху повітря – 0,1-0,2 м/с.

При високій температурі, та вологості може статись перегрів тіла, навіть тепловий удар. Він може бути викликаний також інфрачервоним випромінюванням прямих сонячних променів. Висока температура у виробничому приміщенні призводить до інтенсивного перерозподілу крові під внутрішніх органів до шкіри. Змінюється діяльність серцево-судинної системи, пульс прискорюється і може досягти 100 ударів на хвилину, що спричиняє інтенсивне потовиділення, розширення судин шкіри. Фізична робота в умовах

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

підвищеної температури призводить до різкого прискорення серцебиття. Артеріальний тиск падає, дихання прискорюється.

При низькій температурі може статись переохолодження, що призведе до простудного захворювання. В умовах дії низьких температур поверхневі судини м'язів і шкіри рук, ніг, обличчя звужуються. Це призводить до зниження кровотоку на всіх ділянках тіла людини.

Підвищується в'язкість крові, що зменшує її приток до переохолодження поверхні.

Рух повітря здійснює одночасно термічний і механічний вилив. Мінімальна швидкість повітряного потоку, що відчувається людиною — 0,2 м/с.

Показники метеорологічних умов для виробничих приміщень нормовані з урахуванням важкості робіт та інтенсивності виділення теплоти обладнанням.

Усі роботи залежно від фізичного навантаження поділяються на 3 категорії: легкі, середньої важкості та важкі.

Легкі фізичні роботи:

— категорія 1 а — роботи, що проводяться сидячи і супроводжуються незначним фізичним напруженням (окремі професії на підприємствах точного приладо-та машинобудування, на годинниковому, швейному виробництві, в галузі управління тощо);

— категорія 1 б — роботи, що ведуться сидячи, стоячи або пов'язані з ходінням і супроводжуються незначним фізичним напруженням (окремі професії в поліграфічній промисловості, на підприємствах зв'язку, контролери, майстри різних. виробництв тощо). Витрати енергії при виконанні легких фізичних робіт не більше 150ккал/год.

Фізичні роботи середньої важкості:

- категорія 2 а — роботи, пов'язані з постійним ходінням, переміщенням дрібних (до 1 кг) виробів у положенні сидячи або стоячи, що вимагають відповідного фізичного напруження (окремі професії у механоскладальному цеху машинобудівних підприємств тощо);

— категорія 2 б — роботи, пов'язані з ходінням, переміщенням та перенесенням важких речей (до 10 кг), що вимагають помірного фізичного

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

напруження (окремі професії у механізованих ливарних, прокатних зварювальних цехах машинобудівних та металургійних підприємств).

Витрати енергії при виконанні фізичних робіт середньої важкості — у межах 151 до 225 ккал/год.

Важкі фізичні роботи:

- категорія 3 — роботи, пов'язані з постійним перенесенням важких речей (понад 10 кг), такі, що вимагають великих фізичних зусиль (професії у ковальських цехах з ручним куванням, ливарних цехах з ручною набивкою і заливкою опок машинобудівних та металургійних підприємств тощо).

Витрати енергії при виконанні важких фізичних робіт понад 250ккал/год.

Заміри показників мікроклімату проводяться на початку, всередині й у кінці холодного і теплового періодів року не тонше ніж 3 рази на зміну (на початку, всередині та в кінці).

Температуру, відносну вологість та швидкість руху повітря міряють на висоті 1м від підлоги або робочого майданчика при роботах, що виконуються сидячи, і на висоті 1,5 м — при роботах, що виконуються стоячи.

Температуру у виробничому приміщенні заміряють ртутним або спиртовим термометром. Для замірів вологості використовують гігрометри, гігрографи і психрометри.

Найбільш розповсюджені стаціонарні психрометри Августа й Асмана (рис. 6.1). Швидкість руху повітря вимірюють здебільшого анемометрами.

Рівень шкідливих і небезпечних умов праці на промислових підприємствах, у робочій зоні визначають санітарні лабораторії цих підприємств або лабораторії з санітарно-епідеміологічних станцій. Для цього використовують відповідні прилади. Наприклад, рівень вібрації визначають вимірювачами шуму і вібрації (ВИП-2, ИПВ-1, ВЦВ-003) тощо.

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

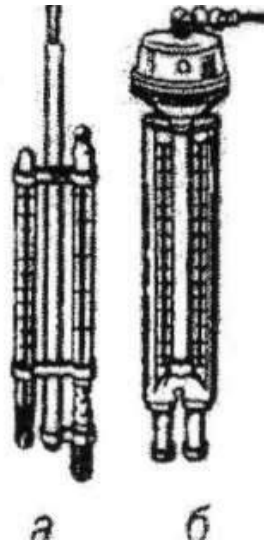


Рис.5.1:Гігрометри :а- Августа; б- Асмана

5.3 Охорона праці при складально-монтажних роботах в процесі виготовлення приладу

Охорона праці при пайці і випалюванні ізоляції. Нині майже усі електромонтажні з'єднання РЕА здійснюються пайкою. Технологічний процес пайки включає випалювання ізоляції і лудіння.

При виконанні пайки на працюючих можуть впливати наступні небезпечні і шкідливі виробничі чинники:

запиленість і загазованість повітря робочої зони; наявність інфрачервоних випромінювань від розплавленого припою у ванні або від паяльника; наявність електромагнітного випромінювання високої частоти; дія ультразвуку на організм монтажника при пайці хвилею, яка утворюється за рахунок дії ультразвуку на розплавлений припій; дія електростатичного заряду; незадовільна освітленість робочих місць або підвищена яскравість; незадовільні метеорологічні умови в робочій зоні; дія бризок і крапель розплавленого припою; поразка електричним струмом; а також група психофізіологічних шкідливих виробничих чинників: фізичні перевантаження (статичні і динамічні) і нервовопсихічні (монотонність праці, емоційні перевантаження).

Операції пайки, лудіння і випалення ізоляції супроводжуються забрудненням повітряного середовища в приміщеннях парами свинцю, олова, сурми і інших елементів, що входять до складу припою; парами каніфолі і різних

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

рідин, вживаних для флюсу, змиву і розчинення різних лаків, які застосовуються для покриття друкованих плат; парами соляної кислоти; газами(окисел вуглецю, вуглеводня) і т. д. Пари, потрапляючи в атмосферу цеху, конденсуються і перетворюються на аерозоль такої конденсації, частки якої по своїй дисперсності наближаються до димів.

Знаходячись в запиленій атмосфері, робітники піддаються дії пилу і пари; шкідливі речовини осідають на поверхні шкірного покриву, потрапляють на слизову оболонку порожнини рота, очей, верхніх дихальних шляхів, із слиною заковтуються в травний тракт, вдихаються у легені. Разом із забрудненням повітряного середовища забруднюються робочі поверхні, одяг і шкірні покриви працюючих.

Особливо шкідливі при пайці олов'яно-свинцевими припоями пари свинцю. Свинець і його з'єднання отруйні. Частина свинцю, що поступив в організм, виводиться через кишечник і нирки, а частина затримується в кістковій речовині, м'язах, мозку, печінці. За несприятливих умов свинець починає циркулювати в крові, викликаючи явища свинцевого отруєння. Свинець викликає зміни у складі крові, вражає нервову систему, нирки і печінку.

Властивість свинцю накопичуватися в організмі призводить до хронічного отруєння при систематичному надходженні в організм навіть малих його кількостей. Для запобігання гострим і професійним захворюванням вміст свинцю в повітряному середовищі не повинен перевищувати гранично допустимої концентрації — 0,01 мг/м³.

У виробництві радіоелектронної апаратури окрім олов'яно-свинцевих припоїв знаходять застосування припої, до складу яких входять мідь, літій, срібло, кадмій і інші метали. В деяких випадках пайка здійснюється шляхом занурення в розплавлені хлористі солі кадмію, натрію, бору, літію з додаванням активних присадок — фтористих солей. Пари більшості з перерахованих речовин, що утворюються при пайці, можуть чинити шкідливу дію на організм працюючих.

Найбільш небезпечні пари окислу кадмію, міді і фтористі сполуки. Не байдужі для організму також літій і хлористий цинк, що чинять подразливу дію на шкіру і дихальні шляхи.

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

Пайка в атмосфері звичайними припоями робиться із застосуванням флюсів.

Біологічна дія флюсів на організм людини залежить від компонентів, що входять до складу паяльних флюсів. Одні компоненти(каніфоль соснова, етилацетат, олеїнова кислота та ін.) мають подразливу дію; інші (спирт етиловий) — наркотичним; треті (семікарбазид гідрохлорид, етилгліколь) — високою токсичністю; дія четвертих(кремнійорганічна рідина) на організм ще вивчено недостатньо.

Деякі марки флюсів (ФГСп, ФДФс, ФСкСп та ін.) через високу токсичність рекомендується не застосовувати або обмежувати їх застосування. У усіх флюсах слідує етилгліколь замінювати гліцерином, оскільки він здатний проникати в організм навіть через неушкоджену шкіру.

Для видалення залишків флюсів після пайки залежно від марки флюсу застосовуються різні миючі середовища, які мають токсичні властивості.

Кожному різновиду процесів пайки і лудіння притаманні певні шкідливі і небезпечні фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні фактори, що відрізняються як кількісними, так і якісними характеристиками. При цьому деякі види паяння і лудіння утворюють одночасно кілька таких виробничих факторів, які можуть призвести до травмування та профзахворювань або виникнення пожеж і вибухів.

Такими потенційними небезпечними і шкідливими виробничими факторами можуть бути:

запиленість і загазованість повітря робочої зони;

наявність інфрачервоних випромінювань від розплавленого припою у ванні або паяльника;

наявність електромагнітного випромінювання високої частоти;

дія ультразвуку на організм монтажника при пайці хвилею, яка утворюється за рахунок дії ультразвуку на розплавлений припій;

вплив електростатичного заряду;

незадовільна освітленість робочих місць або підвищена яскравість;

незадовільні метеорологічні умови в робочій зоні;

впливу бризок і крапель розплавленого припою;

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

ураження електричним струмом;

група психофізіологічних шкідливих виробничих факторів: фізичні перевантаження (статичні і динамічні), нервово-психічні перевантаження (монотонність праці, емоційні перевантаження).

Всі різновиди процесів пайки і лудіння супроводжуються забрудненням повітряного середовища аерозолем припою і флюсу, парами різних рідин, застосовуваних для флюсу, змивки і розчинення лаків, парами соляної кислоти, газами (окис вуглецю, вуглеводні) і т.д.

Операції пайки і лудіння супроводжуються забрудненням повітряного середовища в приміщеннях парами оксиду свинцю, олова, сурми та інших елементів, що входять до складу припою, а також парами каніфолі. Пари, потрапляючи в атмосферу цеху, конденсуються і перетворюються в аерозоль конденсації.

Перебуваючи в запиленій атмосфері, робочі піддаються впливу пилу і парів; шкідливі речовини осідають на шкірному покриві, попадають на слизову оболонку порожнини рота, очей, верхніх дихальних шляхів, зі слиною потрапляють в травний тракт, вдихаються в легені. Поряд із забрудненням повітряного середовища забруднюються робочі поверхні і одяг працюючих. Ступінь впливу аерозолів залежить від хімічного складу, який визначається хімічним складом припою.

Більшість елементів, що входять до складу застосовуваних припоїв, є небезпечним для здоров'я та життя людини.

Однак аерозоль конденсації, що утворюється при пайці, містить кілька оксидів елементів, що входять до складу припою, і біологічна дія цього аерозолу буде залежати від того чи іншого компонента. В одних випадках спостерігається зниження токсичного ефекту на окремі органи людини, в інших - його дія стає біологічно активною, тобто відзначається синергетичний ефект. До найбільш токсичним відносяться припій, що містять свинець і кадмій.

Біологічна дія флюсів на організм залежить від компонентів, що входять до їх складу.

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

Для видалення залишків флюсів після пайки в залежності від марки флюсів застосовуються різні миючі засоби.

Запиленість і загазованість атмосфери виробничих приміщень залежать від виду пайки і лудіння, кількості постів паяння, марки припою, флюсу, змивки засобів локалізації та об'єму приміщень.

Таблиця 5.1 Клас небезпеки, ГДК та біологічна дія ШР при пайці ручним паяльником

Найменування ШР	Клас небезпеки	ГДК, мг/м ³	Біологічна дія на організм людини
Компоненти припою			
Свинець	I	0,01	Уражає всі органи та системи організму, має мулятивну здатність
Олово	III	10,0	Подразнююча (кашель, задуха)
Компоненти флюсу			
Каніфоль	IV	40,0	Подразнююча та наркотична дія
Компоненти обтиральних матеріалів			
Ацетон	IV	>200,0	Подразнююча та наркотична дія. Послідовно уражає усі відділи центральної нервової системи, має мулятивну здатність.
Спирт етиловий			
Бензин		400	

Питоме утворення аерозолу свинцю при лудіння і паянні олов'яно-свинцевими припоями наступне:

- при пайці електропаяльником:
потужністю 20-60 Вт 0.02-0,04 мг/100 пайок;
- при лудінні зануренням у припій:
(віднесено до поверхні ванни) 300-500 мг / (м²·ч);
- при лудінні і паяння хвилею:
(віднесено до поверхні хвилі) 3000-5000 мг / (м²·ч).

Залишки паяльного флюсу після операції лудіння і паяння містять свинець, який може надходити в повітря приміщення. Залишки флюсу від 1000 пайок, проведених електропаяльником, містять 0,4 мг свинцю.

Кількість оксиду вуглецю, що виділяється при випаленні ізоляції при температурі 800-900⁰С, наведено в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 Виділення оксиду вуглецю при випаленні 1 г ізоляції.

Матеріал	Кількість, мг/г	Матеріал	Кількість, мг/г
Вініпласт	240	Бавовна	100
Поліхлорвініл	180	Шовк	200
Поліетилен	100	Шовк вініпласт	190
Фторопласт	100		

Знаючи питомих пило - і газоутворення, можна визначити концентрацію в атмосфері аерозолу свинцю, мг/м³:

а) при ручній пайці за формулою

$$C = 0,6yntN/V, \quad (5.1)$$

де у-питоме утворення свинцю;

n - кількість пайок у хвилину, шт.;

t - тривалість зміни, год;

N - кількість робочих місць, на яких ведеться пайка, шт.:

V - об'єм приміщення, м³;

б) при лудіння занурюємо в припій за формулою

$$C = ySt/V, \quad (5.2)$$

де S - площа поверхні ванни, м²;

в) при пайку і лудіння хвилею за формулою

$$C = ySt/V, \quad (5.3)$$

де S - площа поверхні хвилі, м².

Концентрацію оксиду вуглецю або фтористого водню при випалі ізоляції можна визначити за формулою

$$C = um/V, \quad (5.4)$$

де u - питоме утворення оксиду вуглецю або фтористого водню, мг / год;

m - маса обпалюється ізоляції, г.

Допустимі граничні концентрації шкідливих речовин у виробничих приміщеннях регламентуються по ГОСТ 12.1.007-76.

Враховуючи шкідливість початкових компонентів, що входять до складу припоїв, флюсів, миючих середовищ, і забруднення атмосфери виробничих приміщень пилом, парами і газами, для досягнення сприятливих умов праці необхідно провести комплекс наступних заходів:

1. Ділянки, на яких зосереджені операції пайки, виділяють в окремі приміщення. Якщо пайка проводиться на потоковій лінії при чергуванні з іншими технологічними операціями, виробничі приміщення в цьому випадку розглядають як приміщення, призначені для пайки.
2. Стіни, віконні рами, опалювальні прилади, повітропроводи мають бути гладкими і покриваються масляною фарбою світлих тонів (панелі на рівні 1,5...2 м від підлоги краще облицьовувати плиткою). Підлоги мають бути водонепроникними, мати підвищену міцність і опір стиранню і займанню, без щілин і мати ухили до трапів каналізації. На ділянках пайки їх миють після кожної зміни. Не рідше за один раз в тиждень роблять вологе прибирання усього приміщення.
3. При ручній пайці і випалюванні ізоляції в цілях захисту від ураження електричним струмом електропаяльник та електровипалювалка мають працювати від електромережі напругою не вище 42 В.
4. Прибирання устаткування робиться із застосуванням пневмоприбиральної системи. Робочі поверхні столів, ящиків для зберігання інструментів і тара у кінці зміни очищаються і обмиваються гарячим мильним розчином.
5. Використані серветки і ганчір'я після зміни повинні спалюватися, повторне їх використання не допускається.
6. Шафи для зберігання робочого одягу і особистих речей щотижня усередині

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85

і зовні обмиваються гарячою водою з милом.

7. Експлуатація ділянок пайки, не обладнаних витяжною вентиляцією, забороняється. Вентиляційні установки повинні вмикатися до початку робіт і вимикатися після їх закінчення.
8. Приміщення, в яких розміщуються ділянки пайки, обладнуються відособленою приточно-витяжною вентиляцією. Приплив повітря повинен складати 95% об'єму витягу. Бракуючі 5% приточного повітря поступають з суміжних, чистіших приміщень.
9. Особи, що не досягли 18-літнього віку, до постійної роботи з припоями, що містять свинець і кадмій, не допускаються.
10. Жінки, зайняті пайкою, в період вагітності і годування дітей перекладаються на роботу, не пов'язану з пайкою.
11. Усі, хто поступають на роботу мають бути проінструктовані про запобіжні заходи при поводженні з припоями і флюсами. Особлива увага при інструктажі слід приділяти питанням особистої гігієни.

Місця, відведені для паління, а також кімнати для прийому їжі і виробничі ділянки обладнуються умивальниками, до яких безперебійно повинна подаватися гаряча і холодна вода. У умивальників передбачаються банки з 1% -им розчином оцтової кислоти або змивочної пасти на основі ОП-7 для попереднього обмивання рук з подальшим миттям їх теплою водою з милом. Перед їдою і палінням обов'язково необхідно мити руки і полоскати порожнину рота. Для обтирання рук застосовуються разові серветки. Застосування рушників загального користування не дозволяється.

Для захисту шкіри рук від дії сенсibiliзуючих речовин, що входять до складу флюсів, застосовують захисні мазі і пасти типу «Миколан», пасти ИЕР-1, ХИОТ-14, казеїнову пасту і біологічні рукавички, які наносять на шкіру перед початком роботи і після обідньої перерви. Після роботи для шкіри рук необхідно застосовувати жирні поживні креми.

Питну воду для працюючих на ділянках пайки слід подавати через фонтанчики, які встановлюються за межами паяльних ділянок, але поблизу них.

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		86

Паяльні роботи повинні виконуватися робітниками в передбаченому для цього спецодязі, який забороняється відносити додому.

У приміщеннях, де виконується пайка, забороняється зберігати спецодяг, особисті речі, приймати і зберігати їжу, питну воду, а також палити. Знаходиться в приміщеннях для їди, їдальнях і буфетах в робочому одязі забороняється.

Після закінчення роботи необхідно прийняти теплий душ, почистити зуби зубним порошком і прополоскати порожнину рота водою.

Цій категорії працівників не рекомендується видавати молоко, оскільки воно містить легко засвоюваний кальцій, підвищене введення якого в організм викликає негативний вплив на течію свинцевої інтоксикації. Тому при роботі зі свинцем і його з'єднаннями замість молока робітникам необхідно видавати 8...10 г пектину у вигляді мармеладу або концентрату пектину з чаєм.

Деякі з речовин і матеріалів, вживаних на ділянках пайки, пожежовибухонебезпечні. Пожежа може виникнути на операціях приготування флюсів (етиловий спирт, етилацетат), припоїв, при видаленні залишків флюсів після пайки (спиртобензинова суміш, ацетон) і при проведенні робіт по захисту дзеркала розплавленого припою в агрегатах пайки (займання олії).

5.4 Охорона праці при виробничих випробуваннях РЕА

В процесі експлуатації радіоелектронна апаратура піддається кліматичним діям, пов'язаним із станом атмосфери, її температурою, вологістю, осіданнями, тиском, сонячною радіацією, забрудненістю пилом, солями, парами, газами, радіоактивними речовинами, зараженістю мікробами; дією температурних змін, викликаних великими швидкостями в щільних шарах атмосфери, внутрішніми джерелами тепла, додатковим розігріванням і т. д.; механічною дією, причиною яких може бути сила тяжіння, сили постійно діючих прискорень, сили інерції, що виникають при зміні швидкості руху, сили, пов'язані з вібрацією роботи двигунів, сили, що виникають при ударах йди експлуатації і при перевезеннях.

Під впливом вказаних зовнішніх дій відбувається погіршення електричних і механічних параметрів РЕА, а також може настати повне руйнування.

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87

При виробництві РЕА проводяться кліматичні і механічні випробування, які мають бути організовані так, щоб працюючим забезпечувалися умови праці відповідно до вимог санітарних норм і правил.

Кліматичні випробування проводяться в спеціально обладнаних камерах або приміщеннях, доступ в які при встановленому кліматичному режимі виключається за допомогою блокувальних пристроїв. Камери і приміщення з кліматичним середовищем герметичні з метою виключення попадання елементів кліматичного середовища(вологи, пилу, газів і т. д.) в повітря приміщень, де постійно перебувають працюючі. Для періодичної дезинфекції повітряного середовища приміщення обладнуються загальнообмінною вентиляцією і протибактерицидними лампами. Працюючі забезпечуються засобами індивідуального захисту від дії високих і низьких температур.

При проведенні механічних випробувань працюючі піддаються дії шуму, вібрації, механізмів, що рухаються і обертаються. Тому необхідно проводити заходи захисту працюючих.

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		88

ВИСНОВКИ

Згідно із поставленим у технічному завданні вимогами розроблено пристрій дистанційного контролю параметрів об'єкта. На основі аналізу аналогів проведено синтез і аналіз структурної та принципової схеми, а також розрахунки системи.

На основі одержаної структурної та електричної принципової схеми розроблено друковані плати відповідних блоків пристрою та виконано розрахунки по проектуванню друкованої плати та оцінено параметри надійності вузла проектування а також розроблено креслення друкованих плат та відповідні складальні креслення та відповідні специфікації вузлів проектування.

Згідно ТЗ система має такі параметри: дистанційно знімає показники температури, вологості, тиску; передає дані через бездротове з'єднання; зберігає та відстежує зміни параметрів об'єкту.

Розроблений пристрій контролю параметрів об'єкту повністю відповідає умовам технічного завдання.

Проектування, розрахунки, розробка графічної документації було здійснено із застосуванням програмних проектно-конструкторських пакетів "Компас-3D ", "Компас-Електрик " та AutoCad.

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		89

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування: Навчальний посібник /Барало О.В., Самойленко П.Г., Гранат С.Є., Ковальов В.О. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 557 с.
2. Капельний полив [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://101dizain.com.ua/kapelnyj-poliv-v-teplice/default.htm>
3. Полив [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.lis-agro.com/17-poliv.html>
4. Система капельного поливу [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://floralgid.pp.ua/sistema-krapelnogo-polivu-svoimi-rukami-v-teplici.html>
5. Великий В.І. Мікропроцесорні системи в САУ: Курс лекцій для студ. Фаху 7.091401: Навч. Посібник/ В.І. Великий. – О.: Наука і техніка, 2006. – 192 с.
6. Терещенко А.И. Радиоэлектроника и экология / А.И.Терещенко. - М.: Знание, 1989. - 87 с.
7. Шило В.Л. Популярные цифровые микросхемы / В.Л. Шило. - М.: Радио и связь, 1987. – 352 с.
8. Тарабин Б.В. Интегральные микросхемы: Справ очник / Б.В.Тарабин. М.: Энергия, 1983. – 528 с.
9. Зубчук В.И. Справочник по цифровой схемотехнике / В.И. Зубчук и др. – К.: Техника, 1990. - 448с.
10. ГОСТ 10317-79 «Платы друковані».
11. Белевцев А.Т. Монтаж радиоаппаратуры и приборов / А.Т. Белевцев. – М.: Высшая школа, 1975. - 419с.
12. Гершунский Б.С. Справочник по расчету электронных схем / Б.С. Гершунский. – К.: Вища школа, 1983. – 240 с.
13. Романычева О. Т. Разработка и оформление конструкторской документации РЭА / О.Т. Романычева. - М.: Радио и связь, 1989. – 542 с.
14. Бутурлакін О.П. Методичні рекомендації до виконання розрахунків по оцінці показників надійності радіоелектронної апаратури / О.П. Бутурлакін, В.В. Овчаренко, В.В. Федак. – УжНУ, 2001. - 56 с.
15. Горобец А.И., Степаненко А.И. Охрана труда в радиоэлектронной промышленности / А.И. Горобец, А.И. Степаненко. - К.: Техника, 1987. - 178с.

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		90

16. NRF2401 Datasheet(PDF) 1 Page - List of Unclassified Manufacturers [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://html.alldatasheet.com/html-pdf/90046/ETC/NRF2401/46/1/NRF2401.html>

17. 0C-ESP8266 __ WROOM _ WiFi _ Module _ Datasheet __ CN _v0.3 [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

http://wiki.amperka.ru/_media/%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82%D1%8B:esp8266-wifi-module:esp-01_datasheet.pdf

18. ATMEGA328 Datasheet(PDF) 1 Page - ATMEL Corporation [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://html.alldatasheet.com/htmlpdf/392243/ATMEL/ATMEGA328/152/1/ATMEGA328.html>

19. ATmega168PA Datasheet(PDF) 1 Page - ATMEL Corporation Corporation [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://html.alldatasheet.com/htmlpdf/313217/ATMEL/ATmega168PA/154/1/ATmega168PA.html>

20. Temperature and Humidity Module DHT11 Product Manual [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

https://components101.com/sites/default/files/component_ddatasheet/DHT11-Temperature-Sensor.pdf

21. Digital-output relative humidity & temperature sensor/module DHT22 (DHT22 also named as AM2302) [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf>

22. Data sheet BMP280 Digital Pressure Sensor [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/BST-BMP280-DS001-11.pdf>

23. BMP180 Datasheet(PDF) 6 Page - Bosch Sensortec GmbH [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://html.alldatasheet.com/html-pdf/1132068/BOSCH/BMP180/1073/6/BMP180.html>

24. BMP085 Digital pressure sensor Data sheet(Bosh) [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/BMP085_DataSheet_Rev.1.0_01July2008.pdf

					МКР.ЕС.20055032.01.000 ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		91

Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
	Конденсатори		
C1-C3, C10	CAP0402-0.1мкФ-16В ±10%	4	
C13, C19, C40	CAP_POL1206-EIA3216-10мкФ16В ±10%	3	
C4 -C9, C11, C12, C41-C43	C0603-ROUND-0.1мкФ-10В ±20%	11	
C14, C15, C18, C20 - C22	C0603-ROUND-22пФ-10В ±10%	6	
C16, C17	CPOL-EUD-Panasonic47мкФ-16В ±20%	2	
C23, C24	CAP0402-2.2нФ-16В ±10%	2	
C25, C26	CAP0402-4.7нФ-16В ±10%	2	
C27, C28	CAP0402-1.5пФ-10В ±10%	2	
C29, C30	CAP0402-1.0пФ-10В ±10%	2	
C31, C32	CAP0402-33нФ-16В ±10%	2	
C33, C34	CAP0402-1нФ-16В ±10%	2	
C35, C36	CAP0402-33нФ-16В ±10%	2	
C37, C38	CAP0402-10пФ-10В ±10%	2	
C39	CAP0402-1мкФ-10В ±10%	1	
	Резистори		
R2, R11, R26	R0402-ERJ2GEJ-10кОм±5%	3	
R6	R0402-ERJ2GEJ-330Ом±5%	1	
R1, R3, R20, R21	R0603-ROUND-1МОм±5%	4	
R4, R5, R7, R8	CAY16-103J4LF-10КОм±5%	4	

					МКР.ЕС.20055032.001.000 ПЕЗ					
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докum.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>	Пристрій дистанційного контролю параметрів об'єкта Перелік елементів					
<i>Розроб.</i>	<i>Матяшов А.І.</i>							<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акровшів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Юркін І.М.</i>								1	3
<i>Керівн.</i>								УЖНУ ІТФ ЕС 2м		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Спесивих</i>									
<i>Затв.</i>	<i>Заяць Т.М.</i>									

Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
R9, R10, R12 - R17	CAY16-103J4LF-1КОм±5%	8	
R18, R19	CAY16-103J4LF-22Ом ±5%	2	
R22, R23	CAY16-103J4LF-22КОм ±5%	2	
R24	CAY16-103J4LF-12КОм ±1%	1	
R25	CAY16-103J4LF-200Ом ±5%	1	
	Діоди		
HL1	FYLS-0603PGC-зелений-30мА-5В	1	
HL2	FYLS-0603URC-червоний-30мА-5В	1	
HL3, HL5, HL6	FYLS-0805BYC-жовтий-30мА-5В	3	
HL4	FYLS-0805GD-зелений-30мА-5В	1	
VD1	Діод випрямляч M7 JEDEC DO-214AC	1	
VD2, VD3	Діод CD1206-S01575	2	
VD4	Діод 1N4148(LL4148)	1	
Z1 - Z5	Резонатор CSTCE16M0V53-R08/16/20МГц	5	
ZNR1, ZNR2	Варистор CG0603MLC-05E	2	
F1	ЗапобіжникMF-MSMF050-2 0.50А 15V 0.15Ом	1	
DD1	Мікросхема АТМЕГА168	1	
DD2	Мікросхема АТМЕГА328Р-PU	1	

					МКР.ЕС.20055032.001.000 ПЕЗ	Адк.
						2
Змн.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
DD3	Мікросхема ATMEGA16U2-MU	1	
DD4, DD5	Мікросхема Nrf2401	1	
DD6	Мікросхема ESP8266	1	
U1	Стабілізатор напруги MIC5205	1	
U2	Стабілізатор напруги NCP1117ST50T3G	1	
U3	Стабілізатор напруги LP2985-33DBVR	1	
S1 - S4	Тактильний перемикач SMD-ALT01	4	
DA1, DA2	Операційний підсилювач LMV358IDGKR	2	
VT1	Транзистор FDN340P	1	
L1, L4	LQW15AN8N2J00D0402 8,2нГн±5%	2	
L2, L5	LQG15HS2N7S02D0402 2,7нГн±5%	2	
L3, L6	LQW15AN3N9B00D0402 3,9нГн±5%	2	
	Датчики		
D1, D2	DHT11	2	
D3	BMP280	1	

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітки
				Документація		
A1			МКР.ЕС.20055032.01.000 СК	Складальне креслення	1	
A1			МКР.ЕС.20055032.01.000 Е1	Схема електрична структурна	1	
A1			МКР.ЕС.20055032.01.000 Е3	Схема електрична принципова	1	
A4			МКР.ЕС.20055032.01.000.ПЕЗ	Перелік елементів	1	
A4			МКР.ЕС.20055032.01.000.ПЗ	Пояснювальна записка	1	
				Детал		
A1		1	МКР.ЕС.20055032.01.001.	Плата друкована	1	
				Модулі		
		2	DD1	Arduino Uno	1	
		3	DD2	BMP180	1	
		4	DD3	NRF24L01+	1	
		5	DD4	ESP-01	1	
			DD5	DHT11	1	

					МКР.ЕС.20055032.01.000		
<i>Зм</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		Матяшов А.І.			<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Юркін І.М.			У	1	1
<i>Т.Контр.</i>					УжНУ, ІТФ, гр. ЕС 2м		
<i>Н.Контр.</i>		Спесивих О. О.					
<i>Затверд</i>		Заяць Т.М.					
					Пристрій дистанційного контролю параметрів об'єкта Специфікація		

Додаток 1

Завідувачу кафедри ЕС ІТФ ДНВЗ УжНУ

Заяць Т. М.

Студента (-ки) _____ курсу
спеціальності 17/Електроніка
Моташов А. І.
(прізвище, ініціали)

ЗАЯВА

**щодо самостійного виконання
навчальної/кваліфікаційної роботи здобувачем освіти**

Я, Моташов Андрій Ігорович
(прізвище, ім'я, по батькові),

Студент(-ка) денна, ІТФ 2 курс магістратура
(форма навчання, факультет, курс)

заявляю: моя письмова робота на тему: Пристрій дистанційного контролю параметрів об'єкта

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.

19.12

Дата


Підпис

Ім'я користувача:
приховано налаштуваннями конфіденційності

ID перевірки:
1009661644

Дата перевірки:
13.12.2021 12:44:53 EET

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
13.12.2021 12:47:11 EET

ID користувача:
100006217

Назва документа: КМР Матяшов 1

Кількість сторінок: 13 Кількість слів: 2563 Кількість символів: 17921 Розмір файлу: 48.19 KB ID файлу: 1009661481

15.5% Схожість

Найбільша схожість: 5.07% з Інтернет-джерелом (<http://shemabook.ru/raschet-transformatora/pdf>)

11% Джерела з Інтернету

34

Сторінка 15

12.1% Джерела з Бібліотеки

135

Сторінка 15

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнено

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнено

0% Вилучень

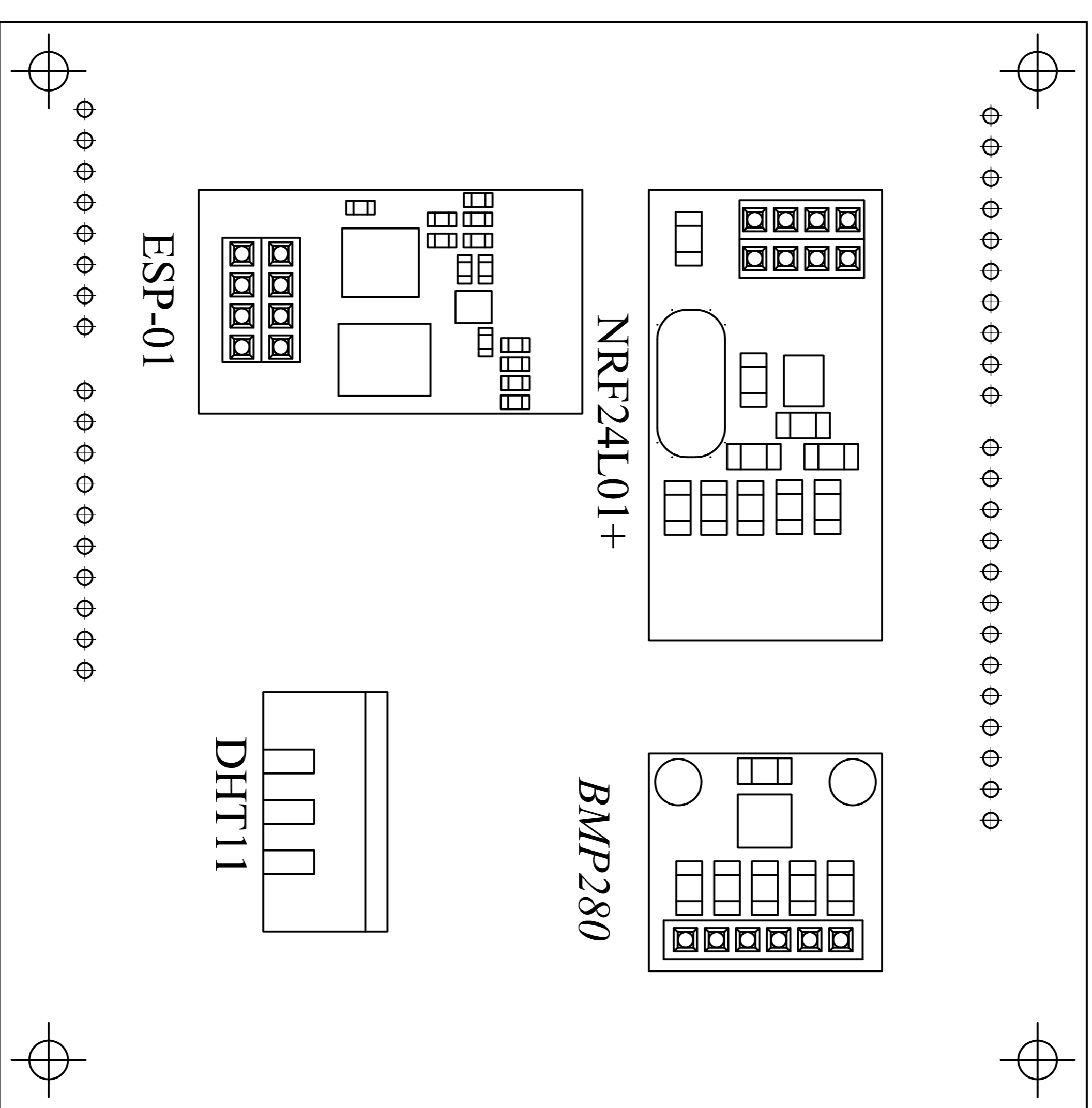
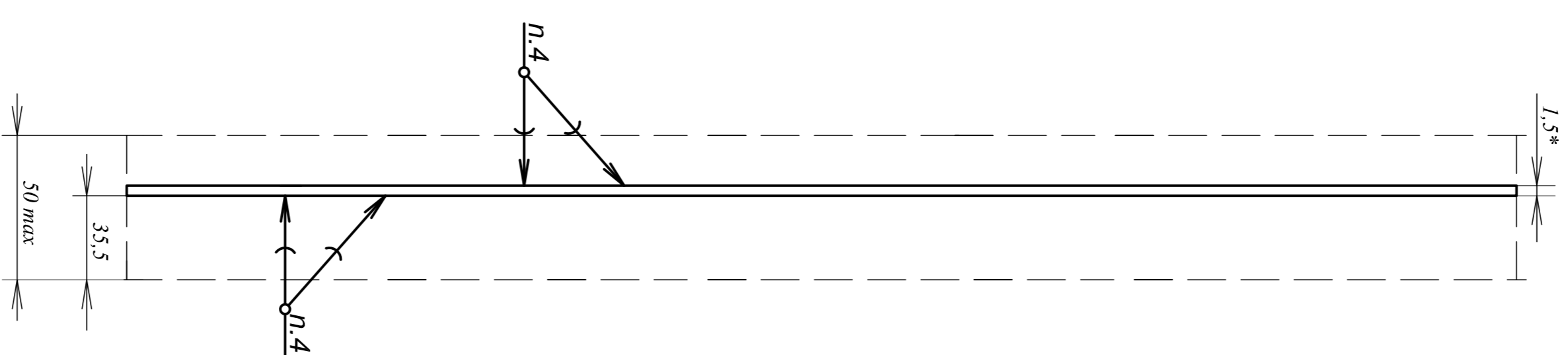
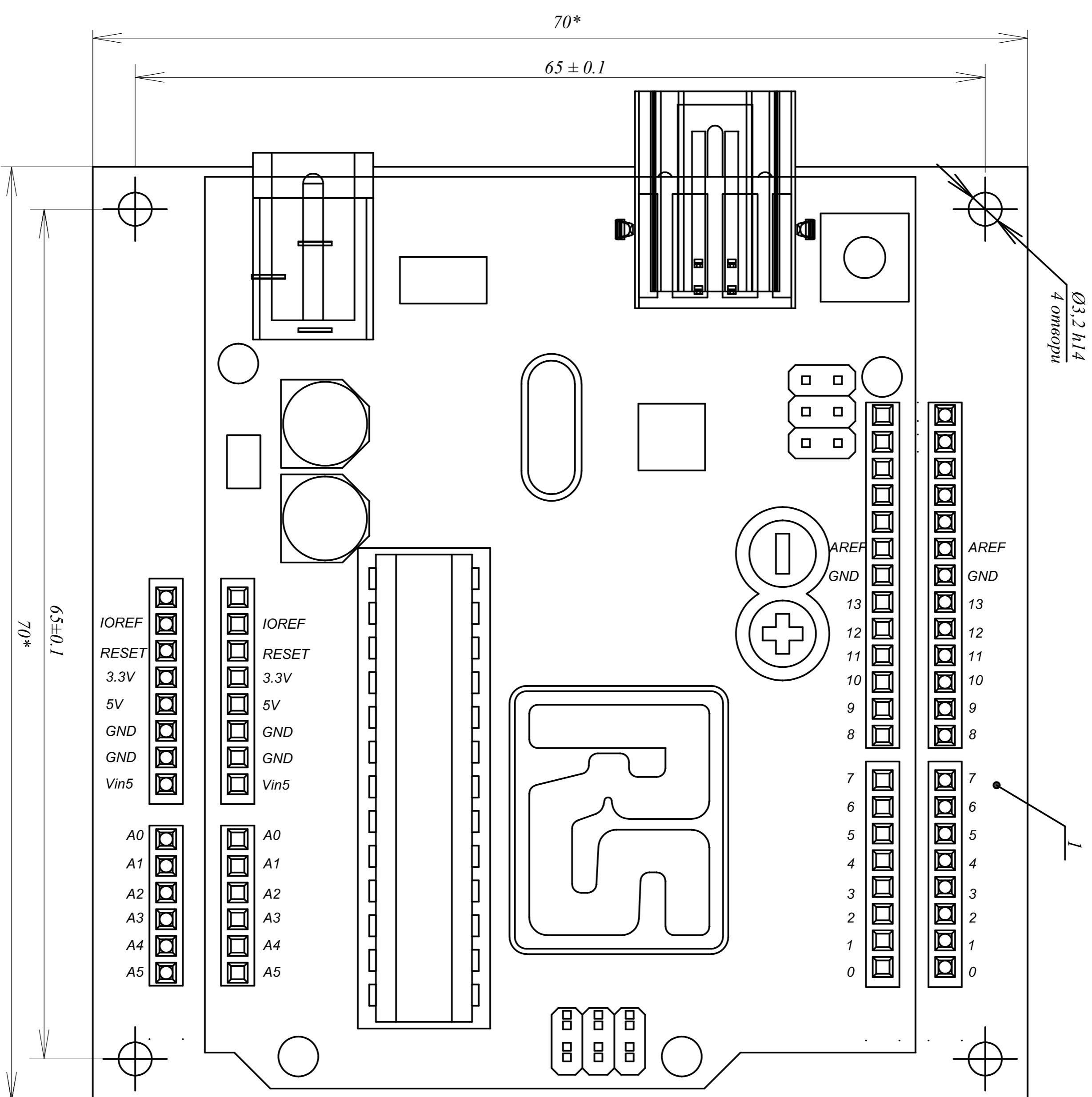
Немає вилучених джерел

Модифікації

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

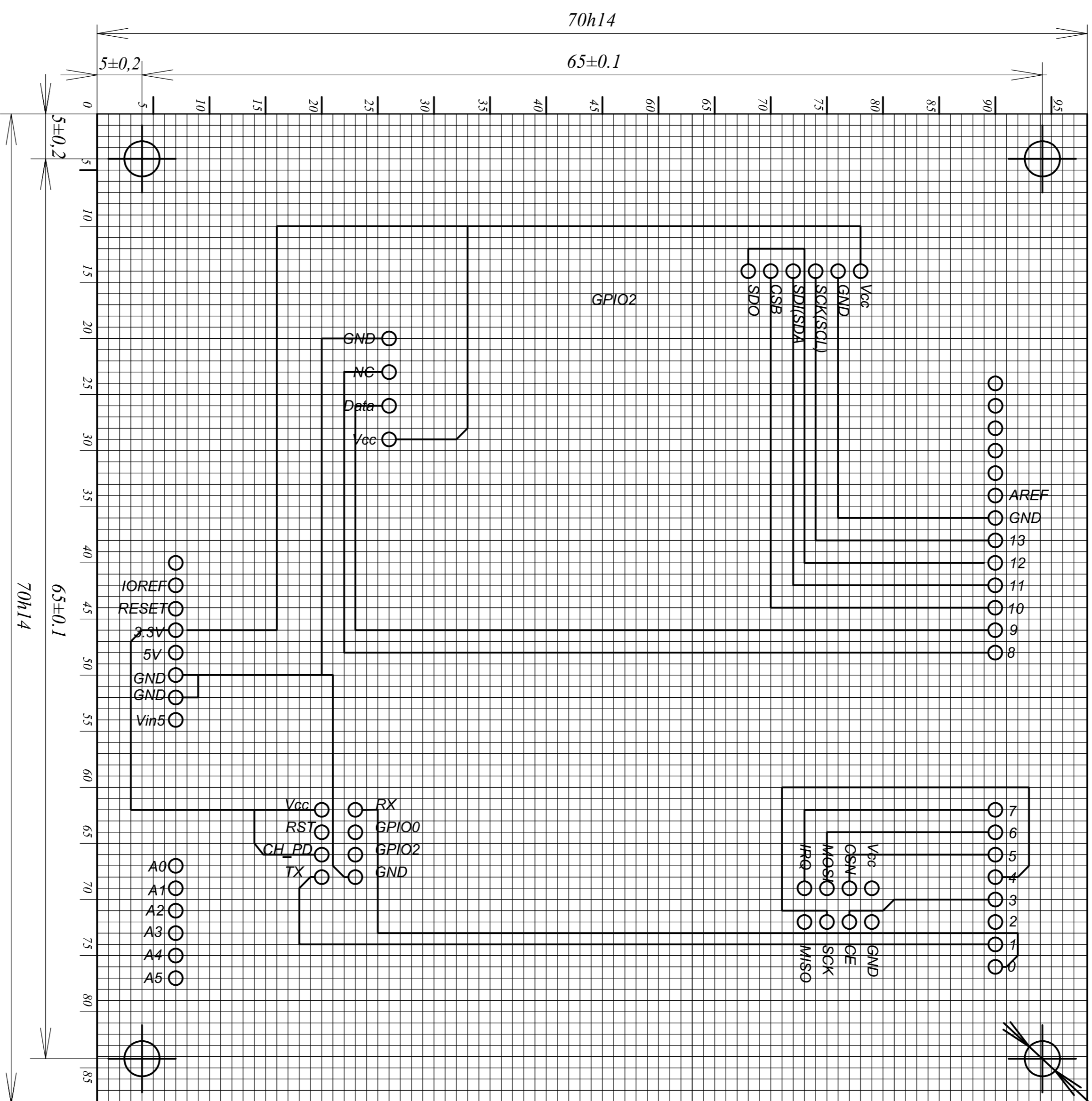
Замінені символи

10

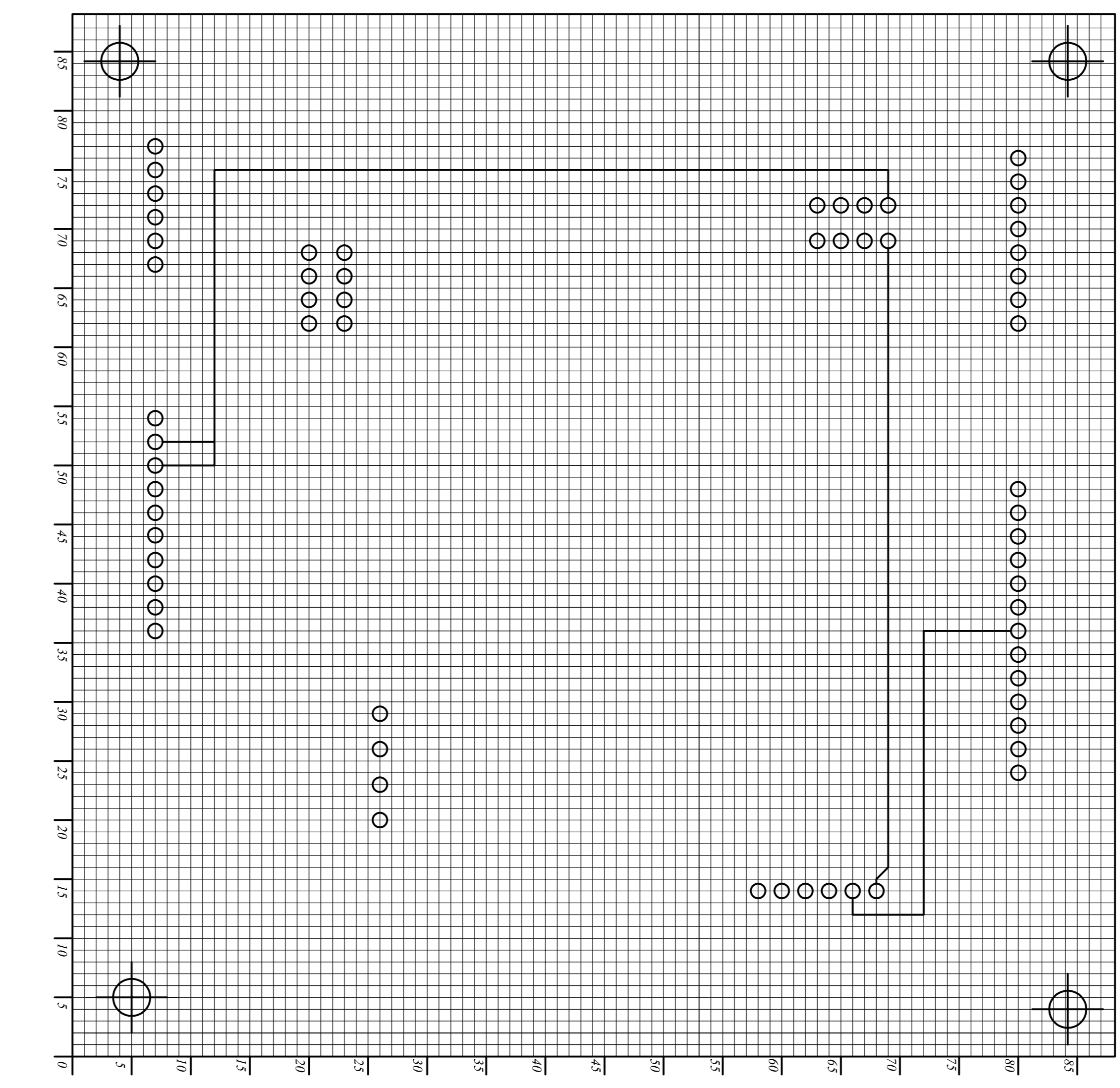
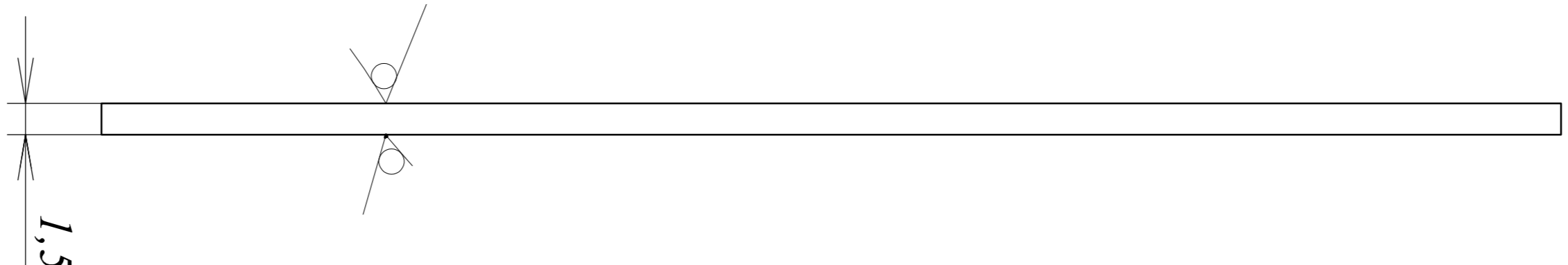


1. * Розмір для довідок.
 2. Виможення PER, єстативому по ОСТ 4 010.030-81, спок координатної сітки 1,25 мм
 3. Дирині ПР2 НОС 61 ГОСТ 21931-76
 4. Інші ТВ по ОСТ 4 ІГО.ОТО.051.

КРМ.ЕС.20055032.01.000 СК		Діаметр	Маса	Масштаб
ЗМ. для: X дескрип.	Ліцензійна карта	V		4:1
Розроб. Мамуляк А.І.		1	1	1
Перев. Юрчиш І.М.				
Проектні документаційного комп'ютерна підсистема об'єкта		УсхНУ, ПТФ		
Системні специфікації		зр. ЕС 1м		
ІІ компанія Мінус Р.О.				
Замовля. Знає І.М.				



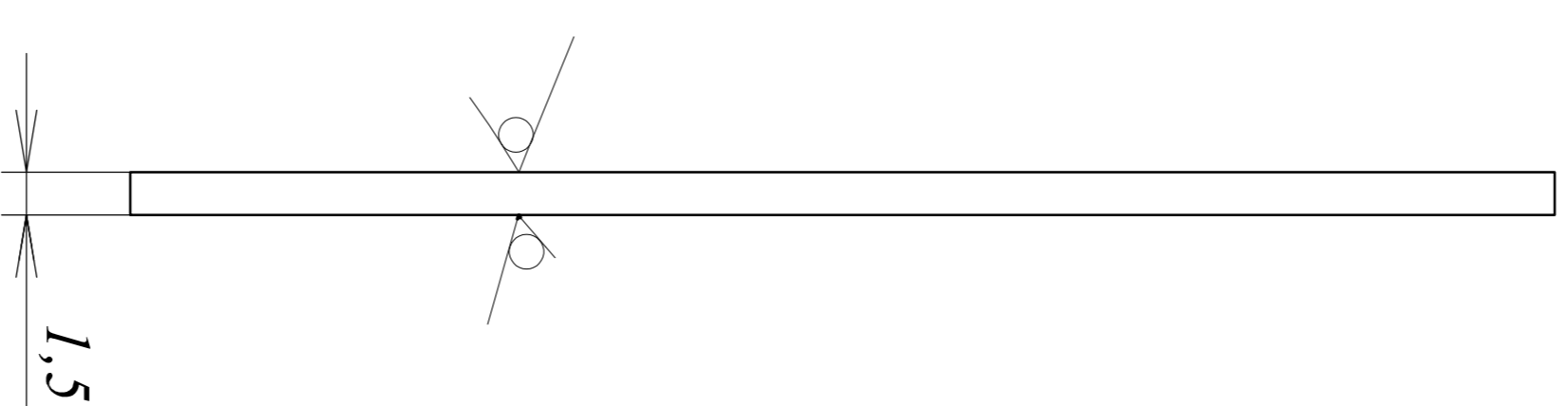
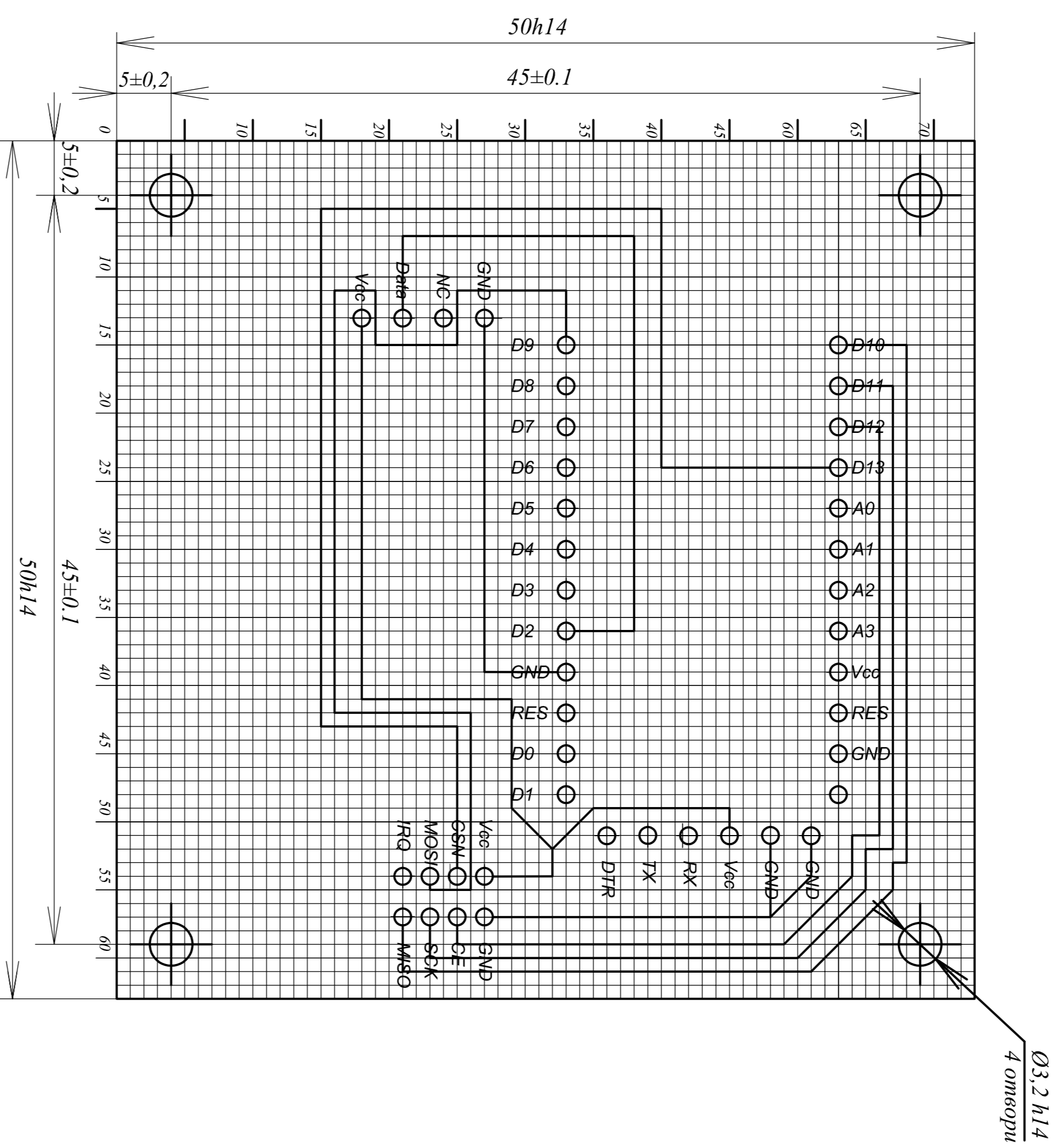
Ø3,2 h14
 4 отсчета



Условные позначения отвердие	Диаметр отвердия, мм	Навесисть металлизации в отвордах	Диаметр контактной площадки, мм	Классисть отвердие
⊕	1,2 ^{+0,1}	металлизация	2,0	30
⊕	2,5 ^{+0,1}	без метал.	3,0	2

1. * Розмір для довідок.
2. Плата повинна відповідати ОСТ 4.077.00
 клас точності 2 ОСТ 4.010.019.91
3. Крок координатної сітки 1,25 мм умовно вказаний через одну поділку
4. Невказані граничні відхилення розмірів ± 0,1
5. Конфігурацію провідників випростати по кресленню;
 товщина провідників 0,5мм, мінімальна відстань між провідниками
 0,3 мм; допустимі зрушення контактів і провідників, а також
 заниження розмірів провідників - 0,1 мм
6. Допускається скруглення кутів контактів і провідників до 0,1мм
7. Поверхня - складе Розе ТУ6-09-4065-75

КРМ.ЕС.20055032.01.001		Листів	1	Архівів	1
Проектний дисциплінарний комп'ютерний паркетири об'єкта		В			
Підприємство		УсєНУ, ПТФ			
Специфікація		ар. ЕС 1м			
Св.-1.51.1.310СТ 1016-78					
Замовник, Замов. Л.М.					
Замовник, Замов. Л.М.					



Умовне позначення отворів	Діаметр отворів, мм	Наявність металізації в отворах	Діаметр контактної площадки, мм	Кількість отворів
⊕	1,2 ^{+0,1}	металізація	2,0	30
⊖	2,5 ^{+0,1}	без метал.	3,0	2

1. * Розмір для довідок:
2. Плата повинна відповідати ОСТ 4.077.00
3. Клас точності 2 ОСТ 4.010.019.91
4. Крок координатної сітки 1,25 мм, умовно вказаний через одну поділку
5. Невказані граничні відхилення розмірів ± 0,1
6. Конфігурацію провідників випиримати по кресленню;
7. Товщина провідників 0,5мм, мінімальна відстань між провідниками 0,3 мм; допустимі зрушення контактів і провідників, а також занеження розмірів провідників - 0,1 мм
8. Допускається скруглення кутів контактів і провідників до 0,1мм
9. Поверхня - сглаз Розе ТУ6-09-4065-75

КМ.ЕС.20055032.01.001		Проектний дисциплінарний контрольний переклад об'єкта		Системостан	
ЗМ.Фас. X	Листок/Конт.	Листок	Маса	Масштаб	
Розроб.	Матвійчук А.Д.	У		4:1	
Перев.	Курган Л.М.	Друк	1	Друків	1
ІІ копія	Митус Р.О.	УсєНУ, ПТФ		зр. ЕС 1м	
Замоврк.	Завис Л.М.	Св.-1.51.СТ.1016-78			