

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

Факультет Прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра Біотехнічних систем
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Яворська Є.Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

20__ р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 163 Біомедична інженерія
(шифр і назва спеціальності)

студенту Побережному Михайлу Васильовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Прилад для дистанційного вимірювання температури тіла людини

Керівник роботи Ткачук Роман Андрійович, д.т.н., проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «02» листопада 2020 року № 4/7-793

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи Вимоги замовника, технічні умови, технічне завдання

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Аналітична частина

2. Основна частина

3. Науково-дослідна частина

4. Спеціальна частина

5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

АНОТАЦІЯ

Побережний Михайло Васильович. Прилад для дистанційного вимірювання температури тіла людини. – Рукопис.

Кваліфікаційна робота магістра за спеціальністю 163 – біомедична інженерія, ТНТУ, Тернопіль, 2020.

У кваліфікаційній роботі магістра проведено аналіз технічного завдання, огляд відомих рішень та вибір напрямку дослідження, побудовано математичну модель приладу для дистанційного вимірювання температури, проведено конструкторський аналіз схемо-технічних рішень та параметричний синтез модернізованого приладу, розроблено конструкцію приладу.

Наведено результати експериментальних досліджень впливу теплової ізоляції та розміщення термоелектричного тепломіру на його покази при дослідженні тепловіддачі людини із використанням пакету прикладних програм Comsol Multiphysics.

Ключові слова: математична модель, температура, параметричний синтез, термоелектричний тепломір.

ANNOTATION

Poberezhny Mykhailo Vasyliovych. Device for remote measurement of human body temperature. - Manuscript.

Master's qualification work in specialty 163 - biomedical engineering, TNTU, Ternopil, 2020.

In the master's qualification work, an analysis of the technical task, a review of known solutions and the choice of a research direction was carried out, a mathematical model of a device for remote temperature measurement was built, a design analysis of technical solution schemes and a parametric synthesis of a modernized device was carried out, and a device design was developed.

The results of experimental studies of the effect of thermal insulation and placement of thermoelectric heat meters on its readings in the study of human heat transfer using the Comsol Multiphysics software package are presented.

Key words: mathematical model, temperature, parametric synthesis, thermoelectric heat meter.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	10
1.1 Аналіз технічного завдання	10
1.2 Вимоги замовника та технічні умови	10
1.3 Технічне завдання	11
1.4 Огляд відомих рішень та вибір напрямку дослідження	12
1.5 Висновок до розділу 1.....	15
РОЗДІЛ 2. ОСНОВНА ЧАСТИНА	16
2.1 Конструкторська частина	16
2.2 Конструкторський аналіз схемо-технічних рішень пристрою	25
2.3 Висновок до розділу 2	44
РОЗДІЛ 3. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	45
3.1 Вступні завваги	45
3.2 Результати комп'ютерного моделювання	46
3.3 Експериментальні дослідження впливу теплової ізоляції на покази ТЕТМ	48
3.4 Залежність показань ТЕТМ від його розміщення	50
3.5 Висновок до розділу 3	51
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	53
4.1 Охорона праці	53
4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	58
4.3 Висновок до розділу 4	63
ВИСНОВКИ.....	65
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	66
ДОДАТКИ.....	69

ВСТУП

Актуальність теми. Для проведення якісного і швидкісного хірургічного втручання в організм людини необхідно застосування таких хірургічних приладів, які б відповідали наступним вимогам: швидкий, тонкий, розрізи на мікрорівні, коагуляція кровоносних судин, універсальність застосування обладнання в дрібній хірургії (наприклад, в стоматології, офтальмології, нейрохірургії). Але необхідно пам'ятати, що в результаті хірургічних втручань виникає порушення температурного гомеостазу.

У зв'язку із порушенням температурного гомеостазу (виражена теплопродукція та неадекватна тепловіддача) в післяопераційному періоді у пацієнтів може розвинути гіпертермічний синдром (ГС, гіпертермічний шок, бліда гіпертермія, синдром Омбредана). Фізіологічна границя коливань температури близько 1,5 °С; підвищення температури тіла на 2,5...3,5 °С приводить до виражених порушень фізіологічних функцій органів і систем, температура 43 °С та вища несумісна із життям. У більшості випадків розлади терморегуляції виникають в ранньому післяопераційному періоді внаслідок збігу ряду факторів.

Необхідно мати на увазі, що досить рідко, але іноді спостерігається синдром злоякісної гіпертермії, зумовлений вродженою генетичною неповноцінністю клітинних мембран та порушенням обміну кальцію в ретикулярній формації. Цей вид розладу терморегуляції як правило розвивається під час наркозу. Однак провокуючими факторами розвитку злоякісної гіпертермії є аналогічні тим, що і при ГС.

Для того, щоб не допустити післяопераційних ускладнень необхідно в першу чергу слідкувати за терморегуляцією шляхом вимірювання температури.

Завдяки входженню електроніки в кожен галузь господарства, а також медицину почались новітні розробки нових медичних приладів на рівні світового значення. А також кожна медична маніпуляція потребує високої точності при проведенні хірургічних втручань, оскільки від цього залежить життя і здоров'я людини, що є саме головне для людського суспільства.

Таким чином тема кваліфікаційної роботи магістра є актуальною.

Мета і задачі дослідження. *Метою дослідження* є модернізація приладу для дистанційного вимірювання температури тіла людини.

Досягнення цієї мети вимагає розв'язання таких задач:

– провести аналітичний огляд відомих рішень для вибору напряму досліджень;

– розробити математичну модель приладу для дистанційного вимірювання температури тіла людини;

– провести конструкторський аналіз схемо-технічних рішень та параметричний синтез приладу;

– побудувати комп'ютерну модель дослідження теплообміну організму людини.

Об'єкт дослідження: процес модернізації приладу для дистанційного вимірювання температури тіла людини.

Предмет дослідження: схемотехнічні та конструкторські рішення приладу для дистанційного вимірювання температури тіла людини.

Методи дослідження побудовано на базі методів системного аналізу та прийняття рішень в медицині, теорії сигналів, математичного моделювання.

Практичне значення одержаних результатів. Модернізований прилад та його застосування уможливить покращення точності показників засобів контролю температурних показників людини для клінічного моніторингу, а також високу надійність при експлуатації.

Апробація результатів дослідження. Викладені в кваліфікаційній роботі результати доповідались і обговорювались на III Міжнародній студентській науково-технічній конференції «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання» (м. Тернопіль, 2020 р).

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1. Аналіз технічного завдання

Прилад повинен містити два канали вимірювання температури, незалежні один від одного, з необхідним діапазоном вимірювання температури, відповідною чутливістю і можливістю візуально спостерігати за рівнем температури чи її зміною.

При модернізації приладу увагу було приділено питанням конструкторського аналізу структурної та електричної принципової схем, які б задовольняли вимогам мінімізації кількості радіоелементів з одночасною уніфікацією їх. В підрозділі конструювання розглянуто аспекти вибору недорогої, але одночасно й надійної елементної бази, проведено розрахунок елементів конструкції, на механічну міцність та стійкість, перевірочний розрахунок режимів тепломасопереносу, електромагнітної сумісності та надійності блоку.

Також, при конструюванні приладу, необхідно врахувати і особливості його експлуатації, тобто необхідно звернути увагу на матеріал, з якого він виготовлений. Також в даному проекті розглянуто питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Вихідним документом для модернізації приладу є технічне завдання. Вимоги, які висуваються до конструкції визначаються його призначенням, умовами експлуатації, типом виробництва.

Чутливі елементи повинні мати максимально лінійні характеристики в діапазоні робочих температур від +20 до +45 °С. Індикатор повинен відображати температуру з точністю до десятих і мінімально можливою похибкою відображення. Похибка визначення температури не повинна перевищувати 5%. Прилад повинен бути мінімально інертним до зміни температури, тобто достатньо швидко реагувати на її зміни. В приладі повинна бути передбачена можливість налаштування показів, регулювання в певних межах чутливості всього приладу, з

метою встановлення реальних показів відповідно до показів приладу, яким здійснюється повірка і виставлення даного приладу.

За кліматичними умовами експлуатації прилад повинен відповідати ГОСТ 15150-82 для виробів кліматичного виконання УХЛ4.2: температура навколишнього середовища: від 10 до 40 °С; прилад зберігає працездатність і зовнішній вигляд після перебування в умовах високої температури від -40°С до +55°С; відносна вологість: не більше 80% при температурі 20°С навколишнього середовища; атмосферний тиск: (750 ± 30) мм. рт. ст.

– Окрім вище сказаного, в приладі повинна бути передбачена можливість реалізації живлення або від акумуляторних батарей, з сумарною напругою не дільше 9 В, або від мережі змінного струму, з напругою 220 В і частотою 50 Гц, з відповідними допусками. Максимальна споживана потужність в кожному випадку не повинна перевищувати 5 Вт.

1.2 Вимоги замовника та технічні умови

Вимоги замовника. Необхідність побудови приладу для вимірювання температури тіла людини в ротовій порожнині, ректально і пахвинній ділянці для двох пацієнтів, ліжкомісця їх розташовані не менше 2-ох метрів забезпечивши точність не менше регламентованої нормативними документами.

Технічні умови:

- Джерело живлення є програмованим джерелом напруги. Живиться від мережі 12В, частота 50 Гц;
- Вимірювана температура, °С:
 - мінімальна – - 30;
 - максимальна – 50;
- тип вимірювального елемента – термістор;
- кількість можливих вимірювань – 2;
- виріб класу II (з подвійною або посиленою ізоляцією);

- залежно від ступеня захисту від ураження електричним струмом: ВФ (з підвищеним ступенем захисту і ізолюваною робочою частиною).

1.3 Технічне завдання

Технічне завдання складається на основі технічних умов та вимог замовника, включає в себе етапи побудови приладу для визначення температури людини, вхідні дані для розрахунку параметрів електричної принципової схеми та календарний план виконання проекту.

Проектований пристрій повинен бути двоканальним термометром, який призначений для точного вимірювання температури людей.

Цей пристрій побудувати на мікросхемі Atmega328-AU із сімейства TQFP 32A. Мікроконтролери сімейства TQFP 32A є дуже поширеними, як по різновидності, так і по числі компаній, що їх випускають. Необхідність цього приладу є в тому, що він точно вимірює температуру, що є необхідним для медичних установ.

Для блоку виміру температури вибрати мікроконтролер Atmega328-AU із згаданого сімейства. Зважаючи на відсутність в ньому незалежної пам'яті даних для зберігання відомостей про встановлений режим і допустимі значеннях температури, застосувати окрему мікросхему із незалежною пам'яттю AT24C02-10PI. Обидві мікросхеми розраховані на роботу в «індустріальному» інтервалі температури (-40 ... +85 ° C).

Отримані дані мікроконтролер повинен обробляти і виводити на індикатор. Якщо при зв'язку з термістором зафіксований збій, що може означати несправність або відсутність вимірювального елемента, замість значення температури буде виведено (в стилізованому вигляді) повідомлення «-dAt».

Короткочасними натисканнями на кнопку SB1 перемикають прилад на індикацію показань термісторів ВК1 або ВК2. Якщо утримувати цю кнопку натиснутою більше 5 с, буде включений режим автоматичного почергового виводу показань термісторів з періодом 5 с. Виходити з цього режиму

короткотривалим натисканням на ту ж кнопку. Терморегулятор завжди повинен працювати за показаннями термістора ВК2.

Перш ніж почати вимірювання температури та її регулювання, пристрій повинен "зареєструвати" підключені до нього термістори – визначити і запам'ятати їх індивідуальні номери. Для реєстрації вимірювальні елементи підключають по черзі (другий на цей час повинен бути відключений).

1.4 Огляд відомих рішень та вибір напрямку дослідження

До аналогів приладу віднесемо медичний скляний максимальний термометр, термометр OMRON O-TEMP II (MC204), інфрачервоний термометр MEDISANA FTO, тепловізор.

1.4.1 Медичний скляний максимальний термометр. Призначений для вимірювання температури тіла людини в клінічних та домашніх умовах. Для безпечного зберігання укомплектований пластмасовим футляром.



Рис. 1.1 – Зовнішній вигляд термометра

Конструктивно це скляний термометр із вкладеною паперовою пластинкою із шкалою. Забезпечений максимальним пристосуванням, яке не допускає опускання ртутного стовпця після вимірювання температури.

Технічні характеристики

Діапазон вимір. темп., °С	Ціна поділки шкали, °С	Довжина термометра, мм	Діаметр, мм	Термом. рідина
+32...+42	0,1	125±10	8*12 (ellipse)	ртуть

1.4.2 Термометр OMRON O-TEMP II (MC204).



Рис. 1.2 – Зовнішній вигляд термометра OMRON O-TEMP II

Безпечний та зручний водонепроникний термометр із звуковим сигналом. Точне вимірювання температури тіла лише за 60 секунд. Ергономічний корпус із м'якими плавними обрисами. призначений для вимірювання оральним аксиллярним та ректальним способами.

Час вимірювання – 60–300 сек.

Запам'ятовує результат останнього вимірювання.

Автоматично вимикається, що сприяє збільшенню терміну придатності елемента живлення.

Не містить ртуті.

Термін придатності – 2 роки.

1.4.3 Інфрачервоний термометр MEDISANA FTO



Рис. 1.3 – Зовнішній вигляд інфрачервоного термометра

До загальних характеристик приладу відносять:

- Швидке і точне вимірювання температури тіла людини за 1 секунду.
- Анатомічна форма для зручного вимірювання у вушній раковині.
- Сучасний дизайн.
- Пам'ять на 9 показників.
- Звуковий сигнал при підвищеній температурі.
- Вбудований механізм самодіагностування для отримання точних даних.
- Не потребує змінних гігієнічних ковпачків.

Технічні характеристики:

- Діапазон вимірювання: 0°C – 100°C (93,2F – 108F). Тривалість вимірювання: 1 сек.
- Точність вимірювання $\pm 0,2\text{C}^*$.
- Дисплей - виведення показників за шкалою Цельсія або Фаренгейта (програмується).
- Батарея: 1 x 3V літієва (CR 2032).
- Вага: 50 гр. (Батарея включно).
- Розміри: 170 * 38 * 30 мм.
- Гарантійний термін: 36 місяців.
- Виробник: MEDISANA AG / АО «МЕДИЗАНА». Адрес: D – 53340, Meskenheim, Німеччина.

1.4.4 DALI TE-W1 тепловізор медичний, оснащений матрицею 160 x 120, діапазон вимірюваних температур від 30° до 42°C, з вбудованою цифровою камерою. Оснащений матрицею 160×120 з тепловою чутливістю 0,060 °C, і вбудованою цифровою камерою, об'єктив з ручним фокусуванням дозволяє

отримувати якісні тепловізійні зображення, що важливо для ефективної діагностики захворювань.



Рис. 1.4 – Зовнішній вигляд тепловізора

Вище оглянуті аналоги лише частково задовольняють вимоги, які описані у технічному завданні.

1.5 Висновок до розділу 1.

У розділі на основі огляду відомих аналогів та аналізу технічного завдання до кваліфікаційної роботи встановлено підстави для модернізації приладу для дистанційного вимірювання температури людини. Вихідним документом є технічне завдання. Вимоги, які висуваються до конструкції приладу визначаються його областю застосування, умовами експлуатації, типом виробництва. Ці вимоги зведені у технічному завданні на розробку.

РОЗДІЛ 2

ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Конструкторська частина

2.1.1 Призначення і область застосування виробу. Даний проєктований пристрій являється двоканальним термометром, який призначений для точного вимірювання температури у людей.

Цей пристрій побудований на мікросхемі Atmega328-AU із сімейства Mega. Мікроконтролери сімейства Mega є дуже поширеними, як по різновидності, так і по числі компаній, що їх випускають. Необхідність цього приладу є в тому, що він точно вимірює температуру, що є необхідним для медичних установ.

Для блоку виміру температури був вибраний мікроконтролер Atmega328 із згаданого сімейства. Зважаючи на відсутність в ньому незалежної пам'яті даних для зберігання відомостей про встановлений режим і допустимі значення температури, довелося застосувати окрему мікросхему із незалежною пам'яттю AT24C02-10PI. Обидві мікросхеми розраховані на роботу в "індустріальному" інтервалі температури (-40 ... +85 ° C).

На вибір вплинуло і те, що сумарна вартість цих мікросхем вдвічі менша ціни популярного мікроконтролера Atmega328-AU, що працює в тому ж температурному інтервалі.

В описуваному пристрої мікроконтролер подає термісторам першої команди, що надає команду пропустити процедуру перевірки індивідуального номера. Далі запускається процес виміру температури відразу на двох термісторах. Через 150 мс, необхідних для завершення цього процесу, мікроконтролер подає команду, супроводжувану індивідуальним номером одного з термісторів. В результаті відгукується і повідомляє мікроконтролеру результат вимірювання тільки цей термістор. Потім послідовність команд повторюється для другого термістора.

Отримані дані мікроконтролер обробляє і виводить на індикатор. Якщо при зв'язку з термістором зафіксований збій, що може означати несправність або відсутність вимірювального елемента, замість значення температури буде виведено (в стилізованому вигляді) повідомлення "-dAt".

Короткочасними натисканнями на кнопку SB1 перемикають прилад на індикацію показань термісторів BK1 або BK2. Якщо утримувати цю кнопку натиснутою більше 5 с, буде включений режим автоматичного почергового виводу показань термісторів з періодом 5 с. Виходять з цього режиму короткотривалим натисканням на ту ж кнопку. Терморегулятор завжди працює за показаннями термістора BK2.

Перш ніж почати вимірювання температури та її регулювання, пристрій повинен "зареєструвати" підключені до нього термістори - визначити і запам'ятати їх індивідуальні номери. Для реєстрації вимірювальні елементи підключають по черзі (другий на цей час повинен бути відключений).

Включивши прилад, натисніть на кнопку SB2 і утримуйте її не менше 5 с до появи на індикаторі стилізованого повідомлення "Pr1". Це свідчить про готовність зареєструвати підключений термістор як BK1. Якщо необхідно зареєструвати термістор як BK2, короткочасно натисніть на кнопку SB2, що призведе до виведення на індикатор повідомлення "Pr2". Ще одним натисненням можна повернути на індикатор повідомлення "Pr1" і так далі.

Власне реєстрація відбувається після натискання на кнопку SB1. Якщо дев'ять спроб мікроконтролера зв'язатися з термістором, визначити і запам'ятати його індивідуальний номер не принесуть успіху, буде зроблено висновок про несправності або відсутності термістора, а на індикатор виведено повідомлення "-dAt". Після успішної реєстрації на індикаторі з'явиться значення вимірної зареєстрованим термістором температури. Описану процедуру необхідно виконати і в разі заміни одного або обох вимірювальних елементів. Дані про термістори і режимах індикації зберігаються в незалежній пам'яті мікросхеми DS1.

2.1.2. Опис роботи приладу за схемою електричною принциповою. Здатність навантаження виходів застосованого мікроконтролера - 20 мА при низькому рівні напруги на них і всього 50 мкА при високому, тому світлодіодні семисегментні індикатори HG1 і HG2 обрані з загальними анодами. Щоб скоротити кількість виводів мікроконтролера, необхідних для підключення індикаторів, програмно організована динамічна індикація з тривалістю відображення кожного розряду 3 мс. Елемент g (знак "мінус") індикатора HG1.1 підключення замість елемента h (десятькової крапки) індикатора HG1.2., так що фактично індикація здійснюється на чотирьохрозрядному семисегментному індикаторі на динамічній індикації, її повний цикл займає 9 мс.

Резистори R7-R14 обмежують струм катодів індикаторів HG1 і HG2. Транзистори VT1, VT2, VT3 комутують їх аноди, підключаючи по черзі до плюса джерела живлення. Резистори R1, R2 обмежують струм при випадкових замиканнях що йдуть до термісторів BK1 і BK2 проводів, довжина яких може досягати декількох метрів. Так як ці дроти можуть виявитися прокладеними в безпосередній близькості від силових кабелів, входи P3.2 мікроконтролера DD1 і SCL мікросхеми пам'яті DS1 захищені від можливих імпульсних перешкод діодами VD1 і VD2. Використання одного і того ж виводу мікроконтролера для зв'язку з термістором і для управління пам'яттю стало можливим тому, що ці функції ніколи не виконуються одночасно. Резистор R4 - навантажувальний для лінії інтерфейсу 1-Wire згідно з яким між мікроконтролером і термістором відбувається обмін командами і даними.

Резистор R3 підтримує високий логічний рівень на вході P3.3 мікроконтролера, коли жодна з кнопок управління SB1-SB3 не натиснута. Діоди VD3-VD5 усувають наслідки натискання на кілька кнопок одночасно.

Сигнальний світлодіод HL1 показує наявність живлення і тим самим сповіщує про наявність вимірювань. Діод VD6 захищає світлодіод HL1 від зворотньої напруги.

Світлодіод HL2, підключений замість елемента h індикатора HG2.2, служить додатковим індикатором. Наприклад, він вимкнений, коли на індикатор виведені показання термістора BK1, і включений, коли виведені показання термістора BK2. Вузол живлення приладу складається з стабілізатора напруги +5 В DA1.

Термістори BK1, BK2 – мають дуже високу точність вимірювань. Вони можуть працювати у місцях з підвищеною вологістю працюють з будь-якою напругою і не потребують підсилювача сигналу. В деяких випадках це має вирішальне значення. Дискретність результату вимірювання 0,1 °С.

2.1.3 Розроблення математичної моделі. Термістор (терморезистор) – це резистор, який змінює свій опір зі зміною температури. Технічно всі резистори є термісторами, так як їх опір змінюється в залежності від температури. Але ці зміни дуже незначні і виміряти їх дуже складно. Термістори виготовляються таким чином, щоб опір змінювалося на значну величину в залежності від температури. Близько 100 Ом і навіть більше при зміні температури на 1 градус за Цельсієм.

Існують два види термісторів – з NTC (negative temperature coefficient – від’ємний температурний коефіцієнт) і з PTC (positive temperature coefficient – додатний температурний коефіцієнт). У більшості випадків для вимірювання температури використовуються NTC сенсори. PTC часто використовуються в якості запобіжників – зі збільшенням температури зростає опір, це призводить до того, що через них проходить велика сила струму, вони нагріваються і спрацьовують як запобіжники.

Якщо порівнювати термістори з аналоговими датчиками температури типу LM35, TMP36, цифровими зразок DS18B20, або термопарами, основними перевагами термісторів можна назвати:

- низька вартість;
- набагато простіше використовувати в умовах підвищеної вологості;
- працюють з будь-якою напругою;

- не потрібен підсилювач сигналу, щоб зчитувати дані. Відповідно, можна використовувати практично будь-який мікроконтролер;
- Висока точність. Наприклад, термістор 10 КОм 1% проводить вимірювання температури з точністю $\pm 0.25^{\circ}\text{C}$ (За умови, що є відповідний АЦП на мікроконтролері);
- висока механічна міцність.

Термістори характеризуються рядом параметрів, такими, як максимальний допустимий струм, точність, опір при певній температурі (як правило, при 25°C). Одним з параметрів, що характеризують ступінь зміни опору в залежності від температури є коефіцієнт температурної чутливості, що позначається B . Цей коефіцієнт розраховується на основі значень опору при двох конкретних значеннях температур. У багатьох випадках цими температурами вибираються 25°C і 100°C . Коефіцієнт B вимірюється в Кельвінах і обчислюється за такою формулою:

$$B = (\ln(R1) - \ln(R2)) / (1/T1 - 1/T2), \quad (2.1)$$

де $R1$ і $R2$ - значення опорів при температурах відповідно $T1$ і $T2$, виражених в Кельвіна.

З цієї формули випливають і зворотні (2) і (3):

$$R1 = R2 * e^{(B * (1/T1 - 1/T2))} \quad (2.2)$$

$$T1 = 1 / ((\ln(R1) - \ln(R2)) / B + 1/T2) \quad (2.3)$$

Термістори мають високий ступінь нелінійності параметрів, і термістори різних моделей, навіть при однакових значеннях параметра $B_{25/100}$ можуть по різному змінювати опір в залежності від температури.

Тому формула (2.3) може лише приблизно оцінити температуру. Крім того, така формула має на увазі складні обчислення, які вимагають багато

процесорного часу, що часто є неприйнятним. Більш простим і ефективним підходом є зберігання таблиці, в яку заносяться попередньо розраховані значення, які повертаються АЦП при тих, чи інших температурах.

Для економії пам'яті можна зберігати значення тільки для деяких точок, шукати їх в таблиці двійковим пошуком, а проміжні значення отримувати лінійною інтерполяцією. Якщо значення лежать в межах 16 біт (і займають 2 байти), то для зберігання такої таблиці для діапазону вимірюваних температур від -30 до 70 градусів буде потрібно всього 40 байт. Точність вимірювань можна підвищити, зменшивши крок таблиці. Так при кроці 2°C можна домогтися точності до 0.1°C на широкому діапазоні вимірювань.

Виробники термісторів, як правило, призводять таблиці показують зміну опору в залежності від температур. Значення в цих таблицях також прив'язані до сітки температур з деяким кроком (наприклад, 2°C). Використовуючи формули (1) і (2).

Найбільш простим варіантом підключення є схема зображена на рисунку 2.1. При виборі номіналу резистора R_A приблизно рівним опору термістора в районі вимірюваних температур, значення U будуть змінюватися ближче до лінійних, що забезпечить більшу точність при інтерполяції табличних значень.

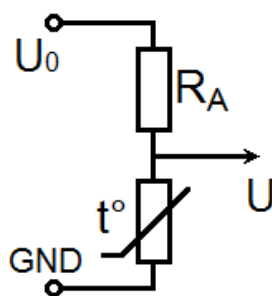


Рис. 2.1 – Схема підключення термістора

У контролерів ATmega для зниження шумів використовується окрема лінія живлення для модуля АЦП. Схема підключення до АЦП мікроконтролеру Atmega зображена на рисунку 2.

Щоб нівелювати шуми, що виникають на АЦП, провести заміри кілька разів поспіль і підсумувати отримані значення. У мікроконтролерах ATmega АЦП - 10-

розрядний. Підсумувавши результати 64 поспіль вимірювань, результат залишається в межах 16-бітного беззнакового цілого, що не потребує додаткової пам'яті для збереження таблиці значень. При більшій кількості вимірювань також можна залишатися в межах 16 біт, відповідним чином зрушуючи або ділячи результат.

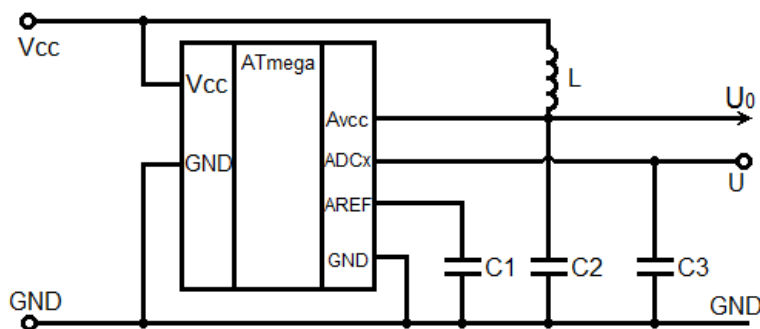


Рис. 2.2 – Схема підключення до АЦП мікроконтролеру Atmega

Для збільшення точності вимірювання потрібно зняти декілька показів для того, щоб отримати усереднене значення що значно поліпшить покази температури, так як будуть враховані зовнішні шуми. Для усереднення рекомендується брати не менше 5 значень.

2.1.4 Перетворення показів з термістора в температуру. Для того, щоб визначити температуру, в залежності від опору можна використовувати значення, наведені в таблиці залежності температури від опору даного термістора.

В ході процесу знадобляться фактичні значення температури. Для цього можна використовувати рівняння Стейнхарта-Харта, яке дозволить реалізувати досить достовірну апроксимацію конвертованих значень.

$$\frac{1}{T} = A + B \ln(R) + C (\ln(R))^3 \quad (2.4)$$

Рівняння (2.4) вимагає великої кількості змінних-параметрів, яких може не бути для конкретного термістора. Замість цього рівняння можна використовувати спрощене В parameter рівняння (2.5).

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{T_0} + \frac{1}{B} \ln\left(\frac{R}{R_0}\right) \quad (2.5)$$

Для цієї залежності потрібно знати виключно T_0 (цей параметр для кімнатної температури ($25\text{ }^\circ\text{C}$) = 298.15 K), B (в даному конкретному випадку дорівнює 3435 - коефіцієнт, який залежить від використовуваного термістора), і R_0 (опір при кімнатній температурі).

В даному випадку він дорівнює 10 КОМ). Підставляємо R (вимірний опір) і отримуємо значення T (температура за Кельвіном), яку перетворюємо в $^\circ\text{C}$.

Отже, отримаємо формулу, для визначення температури шляхом корекції показів термоелемента:

$$T_K = \left(\frac{1}{1/T_0 + (1/B \cdot \ln(R/R_0))} \right) \cdot K_{\Pi} \quad (2.6)$$

Якщо:

$$\left. \begin{array}{l} T_K = 0 \\ T_K = 1 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{де } T \cdot K_{\Pi} \geq T_{\Pi} \\ \text{де } T \cdot K_{\Pi} < T_{\text{мін}} \end{array}$$

Якщо $T_K = 0$, тобто $T \cdot K_{\Pi} \geq T_{\Pi}$, то спрацьовую реле, і вимикає елемент нагрівання. В іншому випадку, якщо $T \cdot K_{\Pi} < T_{\text{мін}}$, то елемент нагрівання вмикається.

Для виконання даного завдання у програмному середовищі Matlab® створимо код, який представимо у Додатку ____. Реальна кусково-апроксимована характеристика, знята шляхом експериментальних досліджень даного термоелемента зображена на рисунку 2.3.

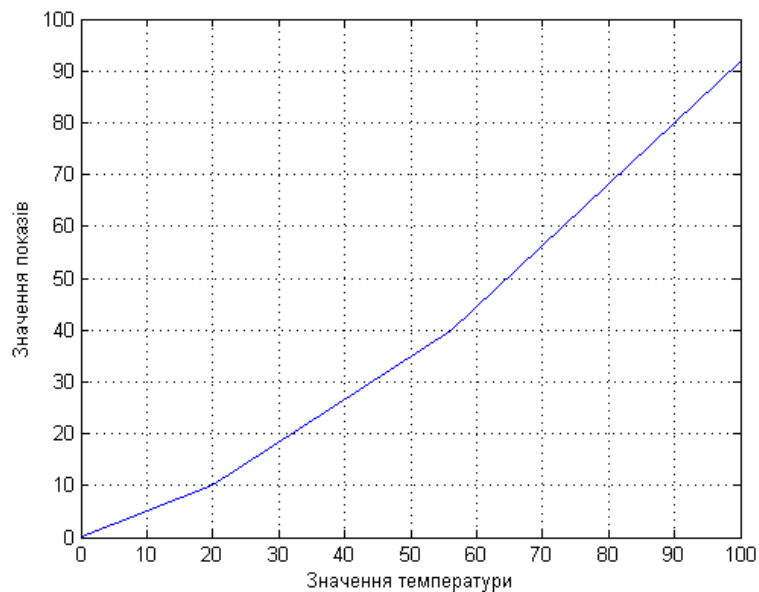


Рис. 2.3 – Кусково-апроксимована експериментально зареєстрована характеристика

Графік корекції показів термоелемента зображений на рисунку 2.4

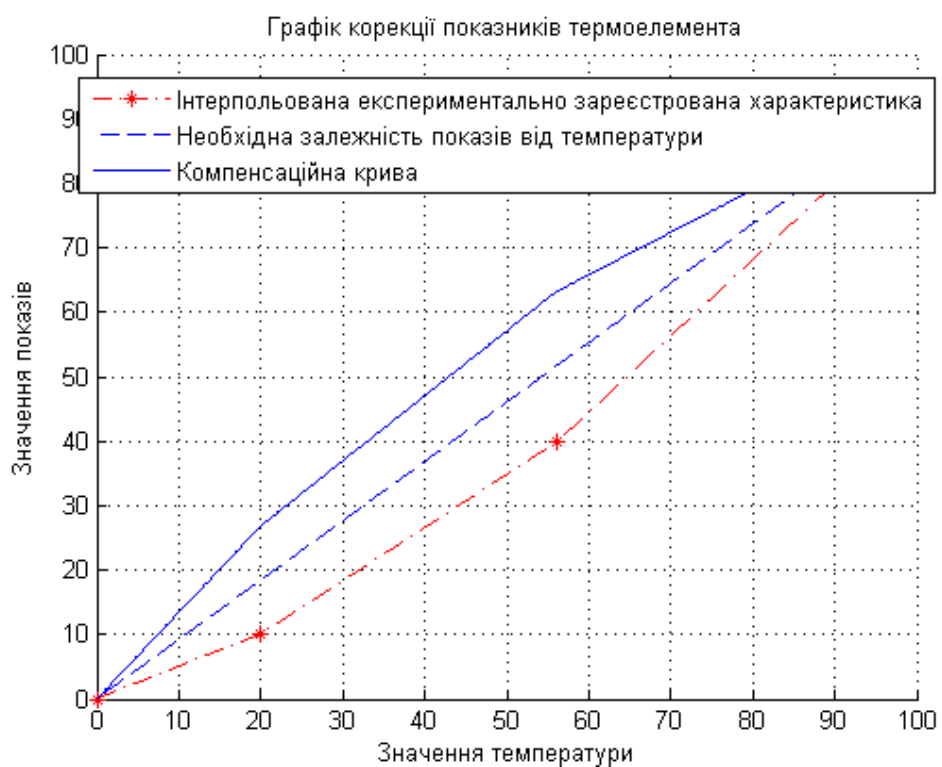


Рис. 2.4 – Графік корекції показів термоелемента

2.2 Конструкторський аналіз схемо-технічних рішень пристрою

2.2.1 Синтез функції приладу для визначення температури людини. Побудова структурної схеми є важливим етапом, оскільки саме після аналізу структури буде побудовано вузли приладу та забезпечити зв'язки між ними, визначити об'єми та вигляд представлених проблем та способи і шляхи їх реалізації, оскільки передачі даних між блоками, а також питання узгодженої роботи блоків, засоби і методи досягнення при цьому необхідної швидкості та точності.

Саме на цій стадії формується кінцева структурна блок-схема (див. рис. 2.5).

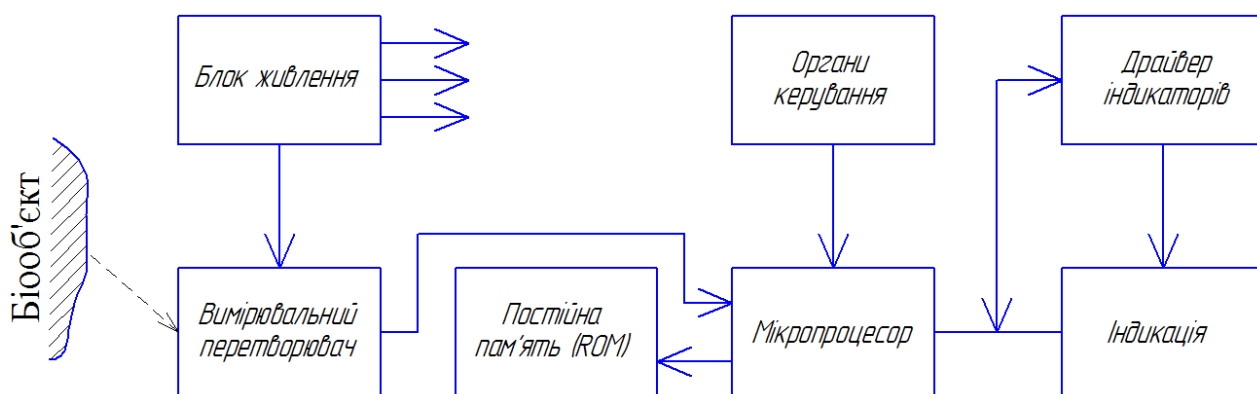


Рис. 2.5 – Структурна блок-схема вимірювача температури

На основі досліджень методів вимірювання і вимог технічного завдання можна зробити висновок, що основною частиною даного приладу є термістор, вимірювальний перетворювач і мікроконтролер, які повинні забезпечити необхідну точність вимірювання. Індикація виміряної температури відбувається за допомогою чотирьох семисегментних індикаторів, а також драйверами індикацію, завдяки якій відбувається індикація. За допомогою органів керування, використовуємо НТМІ – Human to machine interface.

Дані виміру кожного з термісторів зберігаються в постійній ROM пам'яті. Також прилад повинен складатися із блока живлення і схеми захисту.

2.2.2 Синтез структури приладу для визначення температури людини. Після розгляду структурних вузлів переходять до системного проектування, виходячи з вимог до системи та поставлених задач чи проблем і отримання необхідних результатів.

На даному етапі необхідно вибрати основні функціональні блоки, чітко розподіливши усі функції, а також зв'язки між ними. На цій стадії отримується функціональна блок-схема приладу.

На основі структурної схеми побудовано схему функціональну, що зображена на рисунку 2.6.

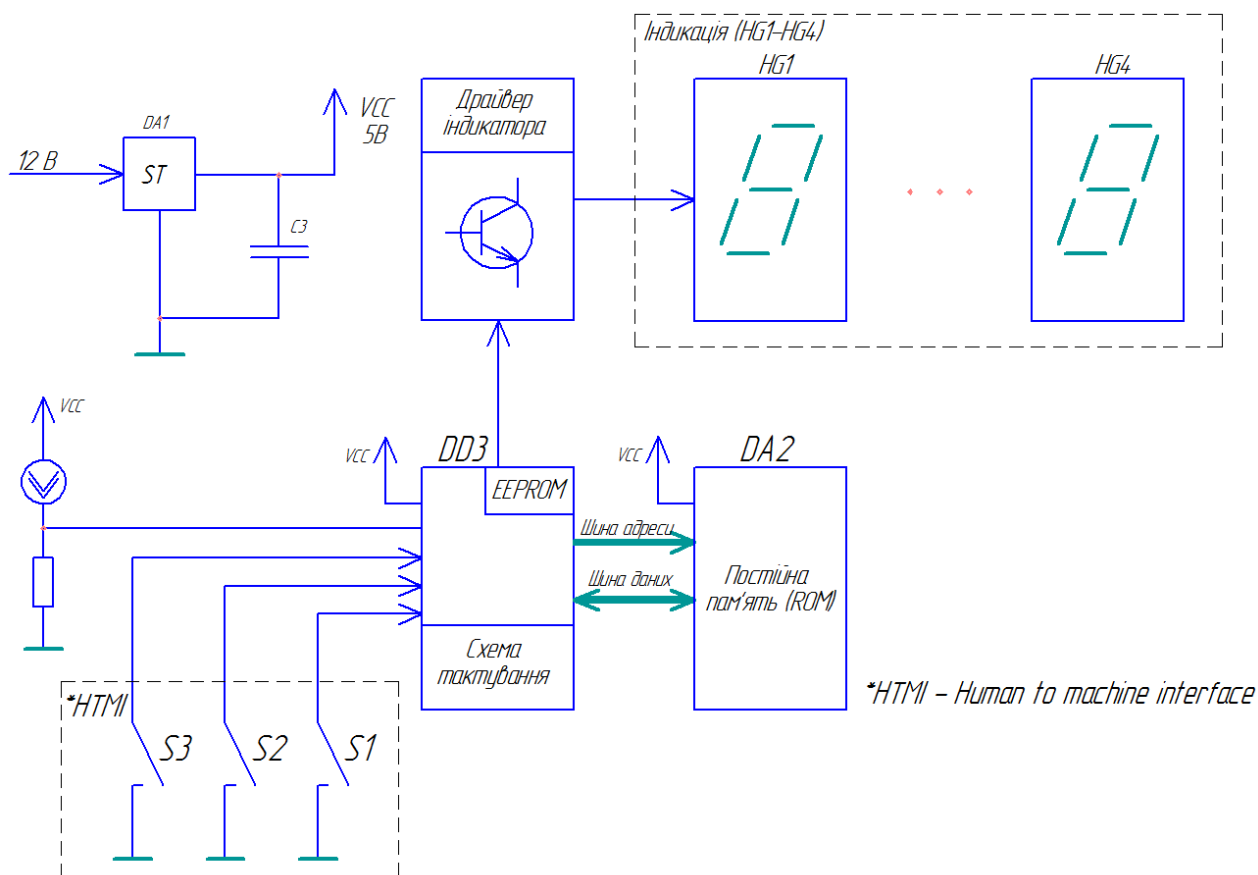


Рис. 2.6 – Функціональна схема приладу

Під час системного проектування, виходячи з вимог до проектованої системи та поставлених при проектуванні задач, необхідно вибрати основні

функціональні блоки, їх технічне та програмне забезпечення, а також зв'язки між ними.

Функціональна схема приладу складається з функціональних вузлів, які мають таке призначення. Мікроконтролер керує роботою схеми захисту, а відповідно дозволяє або не дозволяє ввімкнення приладу, у випадку помилки або поломки. Також він керує під'єднаними до системи термісторами, а також в разі підключення цифрових датчиків температури надає їм унікальний код, що дозволяє підключати необмежену кількість датчиків.

Термістори ВК1, ВК2 – мають дуже високу точність вимірювань. Вони можуть працювати у місцях з підвищеною вологістю працюють з будь-якою напругою і не потребують підсилювача сигналу. В деяких випадках це має вирішальне значення. Дискретність результату вимірювання $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

В даному випадку, використовуємо термістори із NTC (negative temperature coefficient - негативний температурний коефіцієнт).

Дані з термістора потрапляють до мікроконтролера, який обробляє дану інформацію, і записує в постійну ROM пам'ять. При роботі НТМІ (human to machine interface) можемо перевірити температуру з іншого термістора.

2.2.3 Параметричний синтез пристрою.

Розрахунок схеми індикації. Схему динамічної індикації зображено на рисунку 2.7:

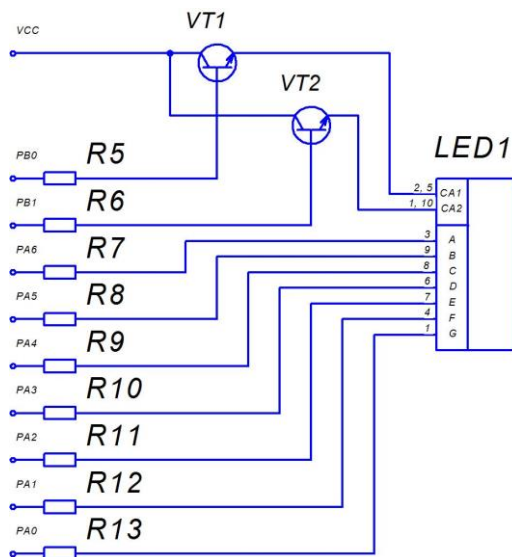


Рис. 2.7 – Схема диференційного підсилювача

Виведення інформації на індикатор здійснюється порозрядно. При цьому частота зміни розряду становить 60 Гц. Частота переривань мікроконтролера (internal interrupt), необхідна для забезпечення коректної роботи визначається як:

$$T_{\text{int}} = \frac{1}{f_{\text{update}} \cdot N_{\text{digit}}} = \frac{1}{60 \cdot 2} \approx 0,008 \text{ с}, \quad (2.7)$$

де: f_{update} – частота зміни розряду індикатора;

N_{digit} – кількість розрядів.

Кожен сегмент схеми комутується одночасно двома ключами. Один на транзисторі VT1 (VT2) підключає спільний анод (common anode) відповідного розряду до напруги живлення VCC. Інший – складова порта мікроконтролера (port MCU).

Важливо також врахувати поправку для компенсації зниження яскравості свічення індикатора, оскільки при динамічній порозрядній індикації вона пропорційна кількості розрядів.

Значення опору струмозадаючого резистора (voltage driving resistor) кожного з елементів індикатора визначається за виразом:

$$R_{v.d} = (V_{cc} - V_{key.c.a} - V_{p.mcu} - 1,5) / I_F = (3,3 - 1,4 - 0,1 - 1,5) / 0,02 = 15 \text{ Ом}, \quad (2.8)$$

де: V_{cc} – напруга живлення схеми;

$V_{key.c.a}$ – максимальний спад напруги на відкритому ключі спільного анода (для складеного транзистора по схемі Дарлінгтона спад напруги на колекторно-емітерному переході приблизно рівний 1,4 В);

$V_{p.mcu}$ – максимальний спад напруги на відкритому ключі (порт мікроконтролера);

I_F – струм світлодіода сегмента. Вибирається в діапазоні 0,005...0,02 А (згідно рекомендацій виробника).

З ряду Еб вибрано значення опору резисторів $R7 \dots R13 = 15 \text{ Ом}$.

Нижче приведено розрахунок ключа на транзисторі VT1 (VT2), що підключає спільний анод (common anode) відповідного розряду до напруги живлення VCC.

В першу чергу електрична міцність транзистора повинна забезпечувати його надійну роботу в широкому діапазоні температур. Напруга пробою колекторно-емітерного переходу (collector-emitter breakdown voltage) повинна бути як мінімум втричі вищою за розраховану за виразом:

$$U_{ceb.v} \geq 3 \cdot (V_{cc} - V_{key.c.a} - V_{p.mcu} - 1,5) = 0,3 \text{ В}, \quad (2.9)$$

Вибрано транзистори VT1 та VT2 BCV27, номінальна напруга пробою колекторно-емітерного переходу якого рівна приблизно 60 В.

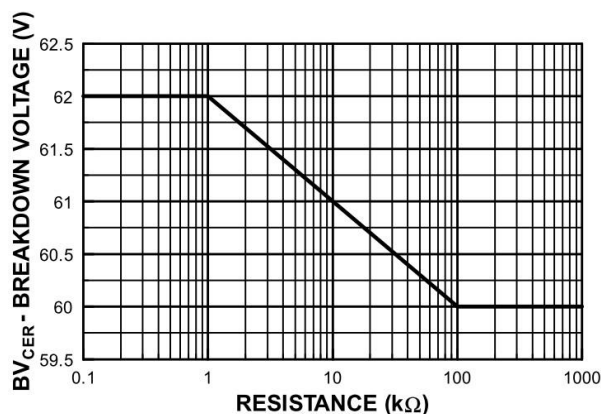


Рис. 2.8 – Залежність напруги пробою колекторно-емітерного переходу транзистора BCV27 від базно-емітерного опору

Максимально допустимий струм колекторно-емітерного переходу транзистора BCV27 повинен бути більшим за сумарний струм семи сегментів, що визначається за виразом:

$$I_{ce} \geq 7 \cdot I_F = 7 \cdot 0,02 = 0,14 \text{ А}, \quad (2.10)$$

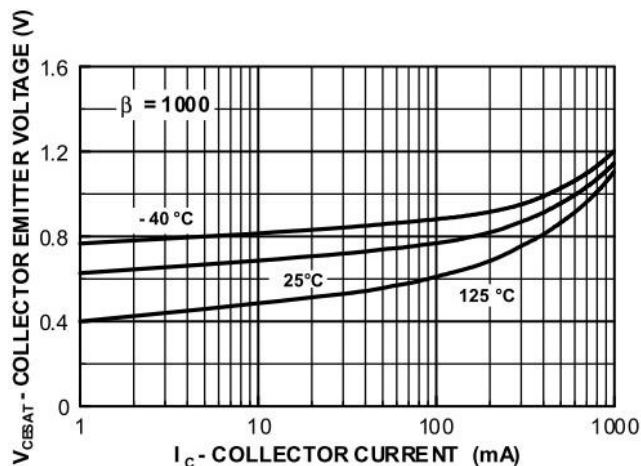


Рис. 2.9 – Залежність напруги колекторно-емітерного переходу транзистора BSV27 від колекторного струму

Максимально допустимий струм колекторно-емітерного переходу транзистора BSV27, згідно документації виробника становить 1,2 А, що задовольняє умову та видно на рисунку 2.8.

Номінальний коефіцієнт передачі по струму рівний 4000 і сильно залежить від температури. Оскільки велика швидкість переключення транзисторного ключа не потрібна, то вибирається режим С з великим ступенем насичення задля забезпечення можливості роботи у широкому діапазоні температур.

Опір резистора бази R5 (R6) ключа на основі схеми Дарлінгтона в режимі насичення розраховується за виразом:

$$R_b = \frac{U_{t.v} - V_{p.mcu}}{I_{ce} / h_{FE}} = \frac{1,6 - 0,1}{0,14 / 4000} = 42857 \text{ Ом} \quad (2.11)$$

де: $U_{t.v}$ – поріг стійкого відключення схеми (cut-off threshold voltage). Кожна лінія порта мікроконтролер оснащена тригером Шмітта з порогом відключення приблизно 1,6 В.

З ряду E12 вибрано значення опору резисторів R5... R6=39 КОм.

Розрахунок транзисторного ключа. Згідно паспорту на термостат, схема керує реле Р6, контакти якого, в свою чергу,

підключають/відключають охолоджувач (фрізер) до мережі живлення. Необхідна схема надійного включення контактів реле задля запобігання іскрінню та деструкції контактів реле.

На рисунку 2.10 зображено схему ключа комутації обмотки реле Р6:

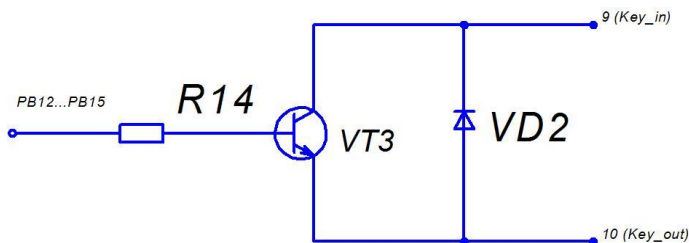


Рис. 2.10 – Ключ комутації обмотки реле Р6

Оскільки велика швидкість переключення транзисторного ключа не потрібна, то вибирається режим С з великим ступенем насичення задля забезпечення можливості роботи у широкому діапазоні температур. Транзисторний ключ на базі схеми Дарлінгтона є оптимальним рішенням для роботи в цифрових схемах, оскільки має великий коефіцієнт підсилення по струму і не потребує проміжних каскадів підсилення для керування низькопотужними лініями цифрових схем. Згідно паспортних даних, опід обмотки реле РЭК-43 може знаходитися в діапазоні 13...4200 Ом.

Для надійного спрацювання та утримання контактів реле необхідно забезпечити спад напруги на обмотці не менше 3 В. Схема разом з реле живиться від обмотки II трансформатора ТТП-261-220-50 (контакти 13, 14) напругою 10 В.

Опір резистора бази R14 ключа комутації обмотки реле (relay coil) РЭК-43 в режимі насичення на основі схеми Дарлінгтона розраховується за виразом:

$$R_b = \frac{(U_{t.v} - V_{p.mcu})}{(U_{r.c} / R_{r.c}) / h_{FE}} = \frac{1,6 - 0,1}{(3/13) / 4000} = 26000 \text{ Ом}, \quad (2.12)$$

де: $U_{r.c}$ – необхідна напруга на обмотці реле (relay coil). Мінімальне рекомендоване виробником значення становить 3 В;

$R_{r.c}$ – опір обмотки реле (relay coil). Згідно документації, не менше 13 Ом.

З ряду E12 вибрано значення опору резисторів $R14=22$ КОм.

При цьому струм бази визначається як:

$$I_b = (U_{r.c} / R_{r.c}) / h_{FE} = (3/13) / 4000 = 0,2 \text{ мкА}, \quad (2.13)$$

де: $U_{t.v}$ – поріг стійкого відключення схеми (cut-off threshold voltage).

Значення струму бази VT3 0,2 мкА набагато менше максимально допустимого струму однієї лінії порта мікроконтролер. Однак для керування ключем комутації обмотки реле Р6 об'єднано три лінії порта мікроконтролера, враховуючи, що вони залишалися незадіяними, а також для покращення теплових режимів роботи схеми (рівномірне розподілення навантаження в кристалі мікроконтролера).

Захисний діод (protective diode) VD2 розраховується за виразом:

$$I_{p.d} \geq 2 \cdot \frac{U_{r.c}}{R_{r.c}} = \frac{3}{13} \geq 0,46 \text{ А}, \quad (2.14)$$

де: $U_{r.c}$ – необхідна напруга на обмотці реле (relay coil). Мінімальне рекомендоване виробником значення становить 3 В;

2.2.4 Критерії вибору елементної бази. Найоптимальнішим варіантом вибору постійних резисторів є MF-25, виробник «multicomp», потужністю 0,125 Вт. Призначені для роботи в колах постійного і змінного струмів. Мають високу точність і високу температурну стабільність опору. Ідеальні для використання у високоточній вимірвальній техніці. Повністю замінюють собою резистори МЛТ, С2-23, С2-33н, С2-29, мають кращі електричні і експлуатаційні характеристики. Так як нашому приладу допустимі відхилення в опорі, то беремо

резистори з точністю 5%, але це зменшить його вартість, тобто зробить наш пристрій більш економічно ефективним.

Основні параметри:

- діапазон номінальних опорів, Ом..... $0,1 \sim 10 \cdot 10^6$;
- номінальна потужність, Вт (при 70°C).....0,125;
- допустиме відхилення опору, % ± 5 ;
- максимальна робоча напруга, В.....250В;
- діапазон робочих температур, $^\circ\text{C}$ $-55^\circ\text{C} \sim +155^\circ$.



Рис. 2.11 Зовнішній вигляд резистора типу MF-25

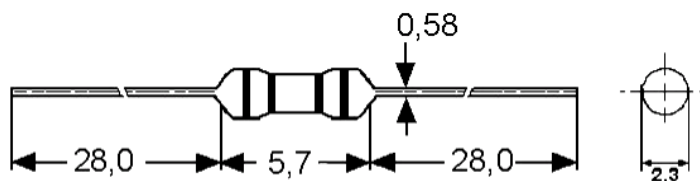


Рис. 2.12 – Габаритні розміри резистора типу MF-25

Конденсатори типу СС-33, СС-47N – керамічні неізолювані. Вони мають малі габарити, являються дуже дешевими та доступними. І мають добрі електричні параметри. Призначені для роботи в ланках постійного та пульсуючого струмів, а також в імпульсних режимах.

Використовуючи конденсатори такого типу дає нам можливість автоматизувати процес виготовлення виробу.

Основні параметри:

- діапазон ємностей, мкФ.....5нф~0,1;
- робоча напруга, В.....50;
- інтервал робочих температур, $^\circ\text{C}$ -40-100;
- ТКЄ, %.....+3,3;

- тангенс кута втрат, %..... 15~40;
- допуск номінальної ємності, %..... ± 30 .

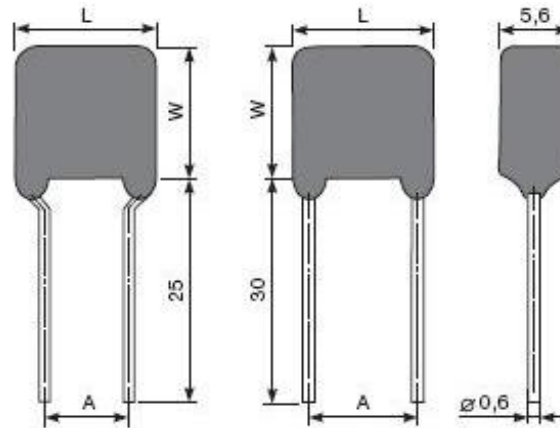


Рис. 2.13 – Габаритні розміри конденсатора СС-33, СС-47N «Jamicon»

В якості електролітичних конденсаторів використовуємо конденсатори типу ЕСАР СЕ2200/16РНТ – алюмінієві електролітичні конденсатори, завдяки електрохімічному принципу роботи володіють насипними перевагами:

- висока питома ємність, що дозволяє використовувати конденсатори ємністю понад 1Ф;
- високий максимально допустимий струм пульсації;
- висока надійність. Пропоновані електролітичні конденсатори виробництва Jamicon є аналогами вітчизняних конденсаторів: К50-16, К50-35, К50-38, К50-40, К50-46.

Основні параметри:

- діапазон ємностей, мкФ..... $0,1 \sim 33 \cdot 10^3$;
- робоча напруга, В..... 16
- інтервал робочих температур, $^{\circ}\text{C}$ -25-105;
- допуск номінальної ємності, %..... 20;
- тангенс кута втрат, %..... 0,14;
- максимальний струм витоку, мкА... 4.

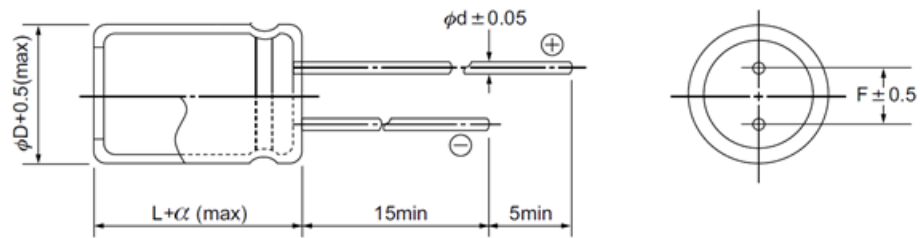


Рис. 2.14 – Габаритні розміри електролітичного конденсатора типу CE2200/16PHT

Для блоку виміру температури був вибраний мікроконтролер Atmega328, виробник фірми «Atmel». Цей мікроконтролер має всі необхідні параметри, а також на вибір вплинуло і те, що сумарна вартість цих невелика.

Основні параметри:

- ядро 8051;
- розрядність..... 8;
- тактова частота, МГц 20;
- об'єм ROM-пам'яті..... 32к;
- об'єм RAM-пам'яті..... 2к;
- напруга живлення, В... 2,7~6;
- температурний діапазон, °С. -40~85;
- тип корпусу..... dip28.

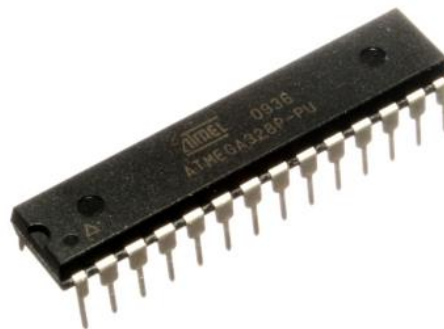


Рис. 2.15 – Зовнішній вигляд мікросхеми Atmega328 виробник фірми «Atmel»

В якості світлодіода буде використовуватись AL307, зеленого кольору.

Основні параметри:

- колір свічення.....зелений;

- сила світла (не менше), mcd..... 0,15;
- постійна пряма напруга (не більше), В.....2;
- максимальний постійний прямий струм, мА.....20;
- довжина хвилі, nm.....655.

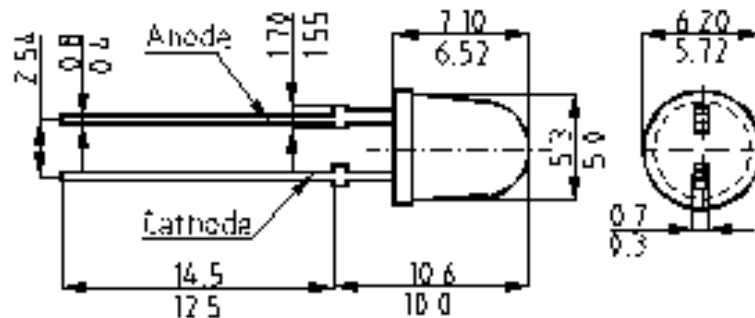


Рис. 2.16 –Габаритні розміри світлодіода АЛ307 виробник фірми «НПО Планета - СИД»

В якості транзисторів будуть використовуватись КТ3107А. Такий тип транзисторів був обраний через відповідність електричних параметрів, а також при цьому вони дешеві і якісні.

Основні параметри:

- максимальний струм, А.....0,1;
- частота, МГц.....200;
- напруга КЕ0, В.....45;
- напруга КБ, В.....50;
- статичний коефіцієнт передачі струму, h_{21}70~130;
- робоча температура, °С25~150.

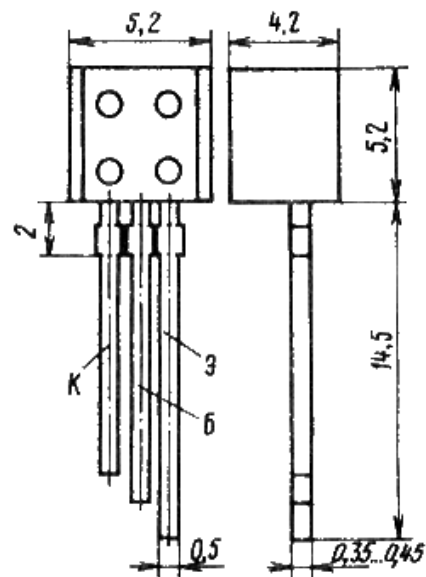


Рис. 2.17 – Зовнішній вигляд транзистора КТ3107А

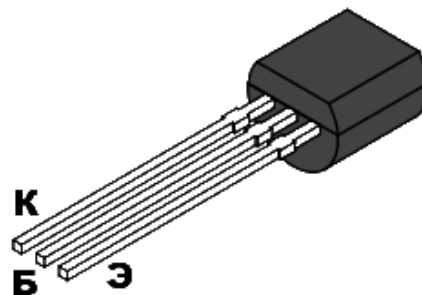


Рис. 2.18 – Зовнішній вигляд транзистора КТ3107А

Мікросхема типу 78L05 виробник фірми «КЕС» в даному пристрої служить стабілізатором напруги, яка буде використовуватися для живлення мікросхем радіоприймача. Вона дуже добре підійшла по електричних параметрах, а саме по напрузі стабілізації і при цьому є дешевою, поширеною в продажі та якісною.

Основні параметри:

- вихідна напруга, В.....5;
- вихідний струм, А.....0,5;
- максимальна вихідна напруга, В ____40;
- потужність розсіювання, Вт....1;
- точність вихідної напруги, В $\pm 0,12$;
- робоча температура, °С-10~+65.

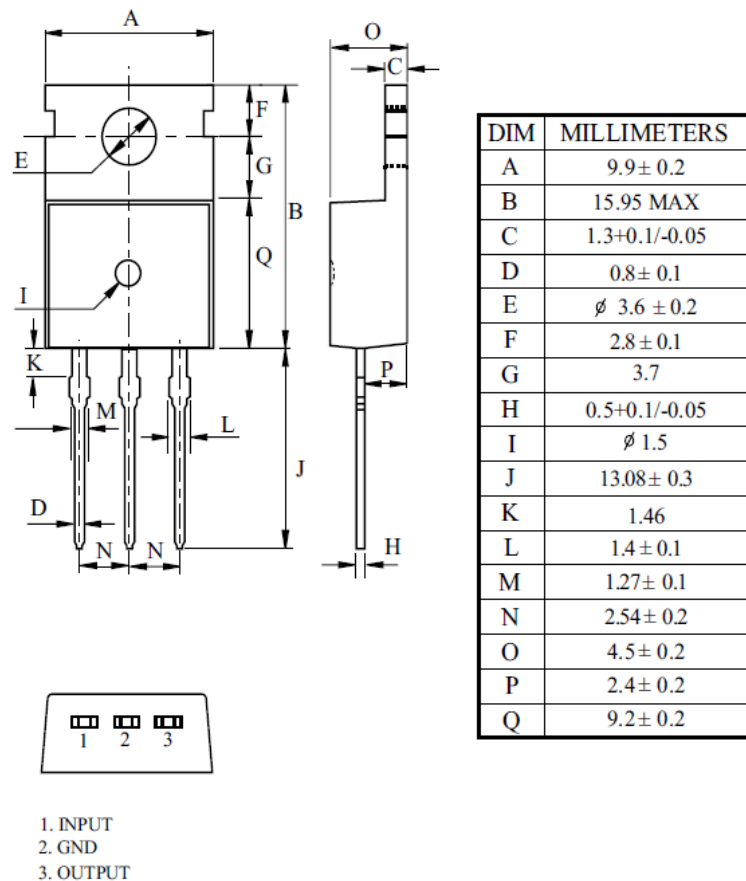


Рис. 2.18 – Зовнішній вигляд мікросхеми типу 78L05 виробник фірми «КЕС»

Дані про датчики і режимах індикації зберігаються в незалежній пам'яті мікросхеми AT24C02. Це постійний запам'ятовувальний пристрій, що програмується та очищується за допомогою електричних сигналів. Пам'ять такого типу може очищуватися та заповнюватися інформацією декілька десятків тисяч разів.

Основні параметри:

- тип пам'яті.....EEPROM;
- розмір пам'яті...2К;
- швидкість400kHz;
- інтерфейс_I²C, 2-Wire Serial;
- напруга живлення, В...4,5~5,5;
- робоча температура, °C.....0~70.

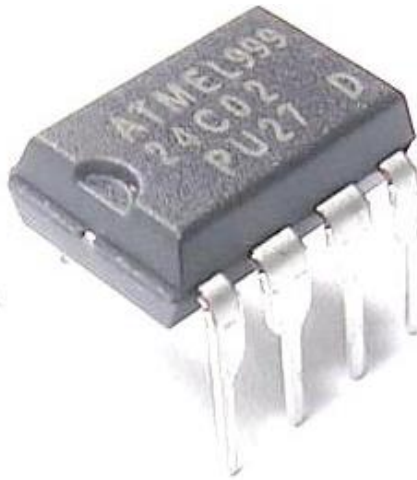


Рис. 2.19 – Зовнішній вигляд мікросхеми AT24C02 виробник фірми «Atmel»

В якості індикаторів ми використовуватимемо індикатор HLEC-D512GWB, із спільним анодом, виробництва « HIGHLAND ELECTRONICS CO.». Цей індикатор характеризується малим струмом споживання, і невеликою вартістю.

Основні параметри:

- розрядність 2;
- колір символу.....зелений 565nm;
- колір матрицічорний;
- розмір матриці, мм.....25x19;
- висота цифр, мм... 14,2;
- сила світла, mcd... 5000;
- споживання струму, мА..... 10.

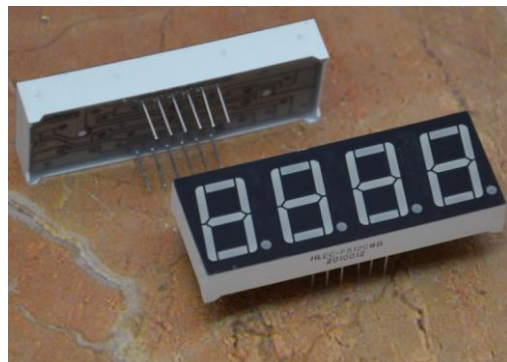


Рис. 2.20 – Зовнішній вигляд індикатора HLEC-D512GWB виробник фірми « HIGHLAND ELECTRONICS CO.»

Термістор 10k NTC 3435, призначений для виміру температури з точністю $0,1^{\circ}\text{C}$, є досить компактним і не дорогим. Ідеально підходить до пристрою, так як вимірює потрібний нам діапазон температур.



Рис. 2.21 – Зовнішній вигляд термістора 10k NTC 3435 виробник фірми «Olimex»

Основні параметри:

- точність, % 1;
- довжина кабелю, м.....1,5;
- максимальна напруга, В.....5;
- постійний струм, А.....0,15;
- область температур, $^{\circ}\text{C}$ -30~110.
- вага, г.....8.

В якості реле використовуватимемо DF005M, що характеризується високою надійністю, невеликими габаритами, та досить низькою ціною в порівнянні з конкурентами.

Основні параметри:

- максимальна напруга, В.....50;
- постійний струм, А.....1;
- j температура, $^{\circ}\text{C}$ -55~150.
- пряма напруга, В. 1,1.

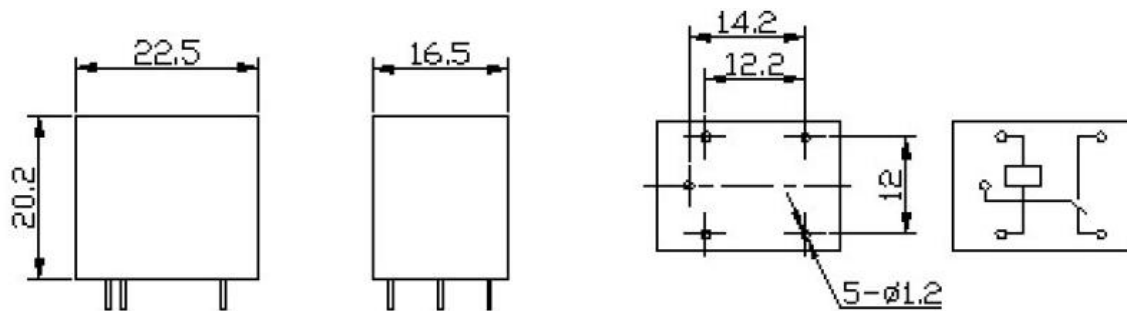


Рис. 2.22 – Зовнішній вигляд реле DF005M виробник фірми «General Semiconductor»

В якості кварцового резонатора буде використовуватись НС-49/U. Такий тип резонатора був обраний через відповідність електричних параметрів, а також при цьому він економічно вигідний та якісний.

Основні параметри:

- діапазон частот, МГц.....8;
- ємність навантаження, пФ.....16-30;
- робоча температура, °С.....-10~+60;
- мінімальний опір ізоляції, МОм.....500;
- точність налаштування, РРМ.....30.

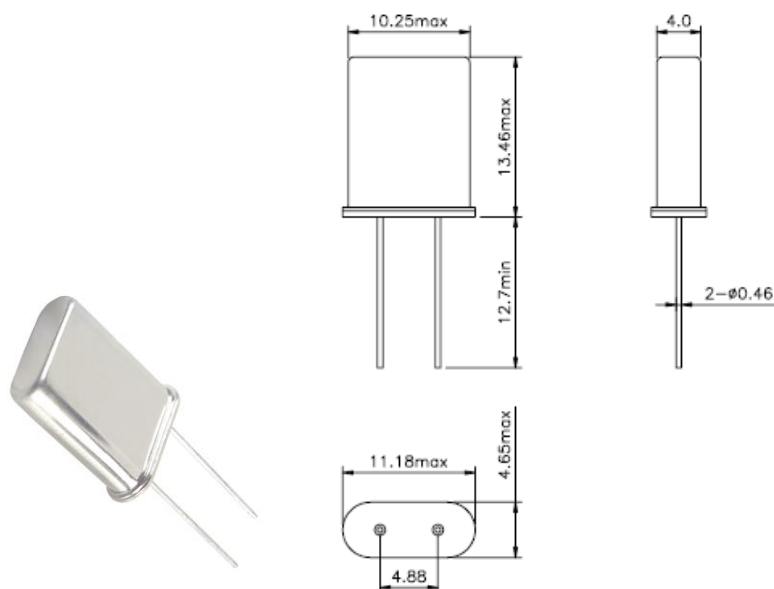


Рис. 2.23 – Зовнішній вигляд і габаритні розміри кварцового резонатора НС-49/U «Jauch»

Для під'єднання блоку живлення використовуємо роз'єм DS-210, виробник «Dragon City Industries».

Основні параметри:

- спосіб монтажу..... на панель;
- діаметр центрального провідника, мм..... 2.1;
- діаметр Jack..... 5.5;
- форма контактів..... кутова.



Рис. 2.24 – Зовнішній гнізда живлення DS-210 «Dragon City Industries»

Для того, щоб забезпечити перемикання між вимірюваними діапазонами використовуємо електромагнітне реле TRS-5VDC-SB-L15-R, виробником якого є «ГТІ»

Основні параметри:

- струм живлення обмотки..... постійний;
- поляризація..... нейтральна;
- кількість обмоток..... 1;
- опір обмотки, Ом..... 125;
- номінальна робоча напруга, В..... 5;
- контактний набір..... 2 перемикача;
- максимально комутуюча постійна напруга, В..... 24;
- максимально комутуючий постійний струм, А..... 1;
- час спрацювання, мс..... 6;
- час відпускання, мс..... 5;
- опір ізоляції, МОм..... 1000;
- напрацювання на відказ не менше, циклів 10^6 100000000;

– температурний діапазон, °C.....-30...70.



Рис. 2.25 – Зовнішній гнізда електромагнітного реле TRRS-5VDC-SB-L15-R «ТТІ»

Для вибору режимів роботи, потрібна кнопка без фіксації. Найкращим зовнішнім виглядом і параметрами для даного пристрою служить кнопка PBS-11B blue.

Основні параметри:

- фіксація.....немає;
- кількість контактних груп.....1;
- алгоритм роботи.....off-on;
- опір ізолятора не менше, МОм.....100;
- опір контактів не більше, Ом.....0.02;
- робоча напруга, В.....250;
- робочий струм, А.....1;
- спосіб монтажу.....на панель.

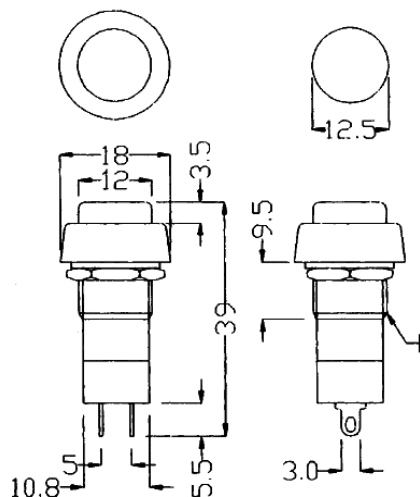


Рис. 2.26 – Зовнішній вигляд та габаритні розміри PBS-11B blue, «Jietong Switch»

Для ввімкнення/вимкнення живлення на платі використовуємо перемикач MRS-101-2C3-B, який повністю підходить для нашого пристрою, має ідеальні розміри, і чорну кlawішу, що покращує естетичний вигляд.

Основні параметри:

- підсвітка..... немає;
- кількість контактних груп..... 1;
- кількість контактів в контактній групі..... 2;
- алгоритм роботи..... on-off;
- робоча напруга, В..... 250;
- максимальна напруга протягом 1хв, В..... 1500 зм. струму;
- робочий струм, А..... 3.



Рис. 2.27 – Зовнішній вигляд перемикача MRS-101-2C3-B, «Jietong Switch»

2.3 Висновок до розділу 2

У даному розділі побудовано математичну модель процесу дистанційного вимірювання температури людини, проведено схемо-технічний аналіз модернізованого приладу, обґрунтовано та вибрано елементи і вузли, які уможливають роботу модернізованого приладу. Проведено необхідні розрахунки функціональних вузлів приладу.

РОЗДІЛ 3

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

3.1 Вступні завваги

Відомо, що перспективними для дослідження локальних тепловиділень людини є напівпровідникові термоелектричні тепломіри (ТЕТМ) [1-13], які поєднують в собі мініатюрність, високу чутливість, стабільність параметрів в широкому інтервалі робочих температур і узгоджуються із сучасною апаратурою [14, 15]. Використання таких ТЕТМ дозволяє досягати високої локальності і точності теплометричних вимірювань. Це, в свою чергу, дає можливість отримувати інформацію про характеристики досліджуваних об'єктів і детально їх аналізувати з метою виявлення на ранніх стадіях запальних процесів організму людини.

Однак, важливим при цьому залишається питання впливу різних чинників на покази ТЕТМ. Їх вплив на об'єкт дослідження вивчався аналітично в роботі [2] і для випадку живих об'єктів – за допомогою комп'ютерного моделювання, – в роботах [16, 17].

Було встановлено, що мінімізувати вплив ТЕТМ на визначення тепловиділення людини можна за умови рівності коефіцієнтів теплообміну α_1 , α_2 і коефіцієнтів випромінювання ε_1 , ε_2 , відповідно, ТЕТМ і поверхні шкіри людини. Також в роботі [18] за допомогою комп'ютерного моделювання було досліджено вплив теплової ізоляції на покази ТЕТМ в умовах реальної експлуатації.

Важливу роль при дослідженні тепловиділення людини відіграє просторова орієнтація ТЕТМ, та товщина теплової ізоляції, що може істотно впливати на показання приладу.

У розділі представлено комп'ютерну модель для визначення впливу теплової ізоляції і просторової орієнтації ТЕТМ на його покази, а також експериментальне підтвердження отриманих результатів при дослідженні тепловиділення людини.

3.2 Результати комп'ютерного моделювання

З метою визначення впливу теплової ізоляції на покази ТЕТМ використано модель біологічної тканини на поверхні якої знаходиться ТЕТМ з медичною тепловою ізоляцією (МТІ) [18]. Форма і розташування МТІ були максимально наближені до реальних умов (див. рис. 3.1). Для побудови удосконаленої тривимірної комп'ютерної моделі використаний пакет прикладних програм Comsol Multiphysics [19], який дає можливість проводити моделювання теплофізичних процесів в біологічній тканині тіла людини з урахуванням кровообігу і метаболізму. Розрахунок розподілів температур і щільності теплових потоків в біологічній тканині, ТЕТМ і тепловій ізоляції здійснювався методом кінцевих елементів (див. рис. 3.2).

За допомогою комп'ютерного моделювання було отримано розподіл температур і ліній щільності теплового потоку в біологічній тканині тіла людини і ТЕТМ (див. рис. 3.3 – 3.5), а також побудовано ізотермічні поверхні в біологічній тканині (див. рис. 3.6) з урахуванням краєвих ефектів в тривимірній комп'ютерній моделі.

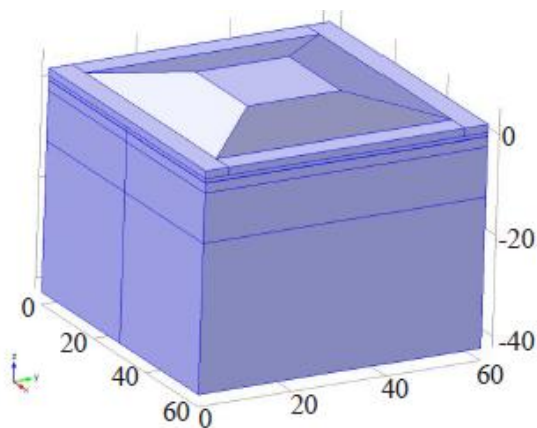


Рис. 3.1 – Модель біотканини на поверхні якої знаходиться ТЕТМ з МТІ

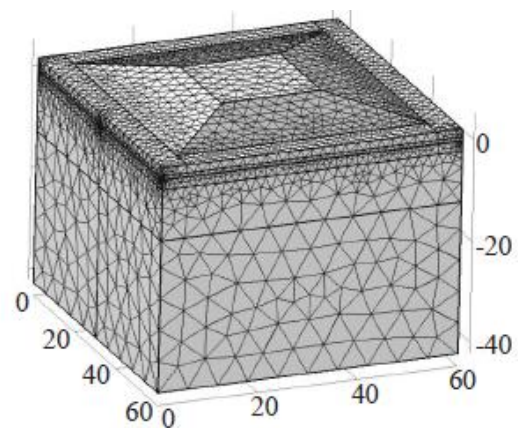


Рис. 3.2 – Сітка методу скінченних елементів

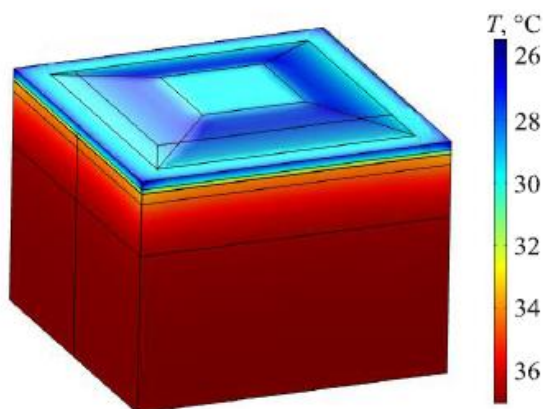


Рис. 3.3 – Розподіл температури в біологічній тканині, на поверхні якої знаходиться ТЕТМ з МТІ

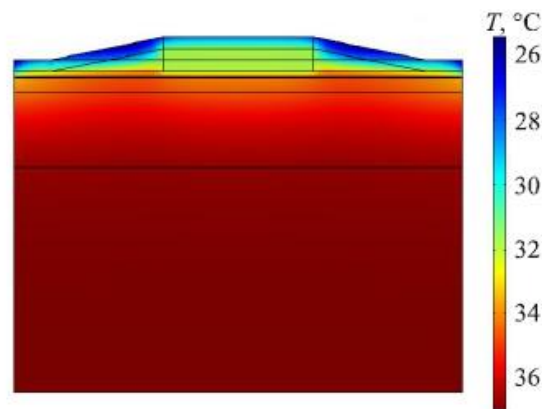


Рис. 3.4 – Розподіл температури в розрізі біологічної тканини, на поверхні якої знаходиться ТЕТМ з МТІ

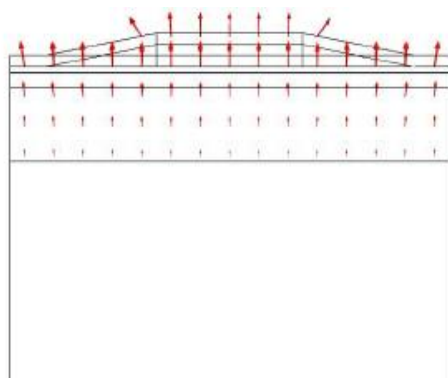


Рис. 3.5 – Розподіл ліній щільності теплового потоку в біологічній тканині, на поверхні якої знаходиться ТЕТМ з МТІ

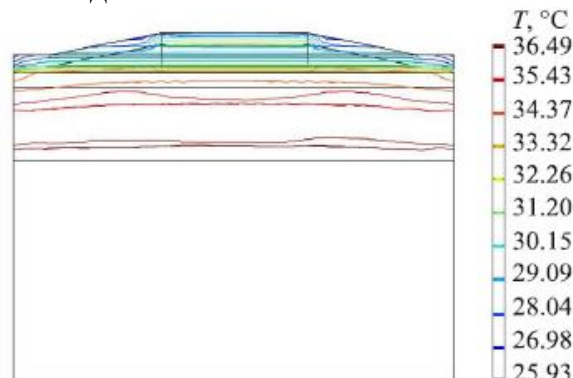


Рис. 3.6 – Ізотермічні поверхні в біологічній тканині, на поверхні якої знаходиться ТЕТМ з МТІ

Для визначення перепаду температур між гранями термоелектричного тепломіра було виконано усереднення отриманих розподілів температури на верхній і нижній поверхнях тепломіра, оскільки такі розподіли є нерівномірними.

Методом комп'ютерного моделювання визначено вплив теплової ізоляції на показання термоелектричного тепломіра в умовах реальної експлуатації. Встановлено залежність перепаду температур на термоелектричному тепломірів від товщини теплової ізоляції на лічильники теплоти (кількості зовнішніх шарів бинта $N_{зовн}$) при різній товщині теплової ізоляції між біологічною тканиною і тепломіром (кількості внутрішніх шарів бинта $N_{вн}$) (рис. 3.7).

З рис. 3.7 видно, що збільшення товщини теплової ізоляції між біотканиною і ТЕТМ однозначно призводить до зменшення перепаду температур між гранями тепломіра. Однак збільшення при цьому товщини зовнішньої ізоляції не завжди призводить до зменшення його показань, а в деяких випадках викликає їх збільшення, оскільки тепла ізоляція грає роль своєрідного теплообмінника. Цей

факт необхідно враховувати при вимірі локальних тепловиділень людини шляхом створення тотожних умов при повторних вимірах.

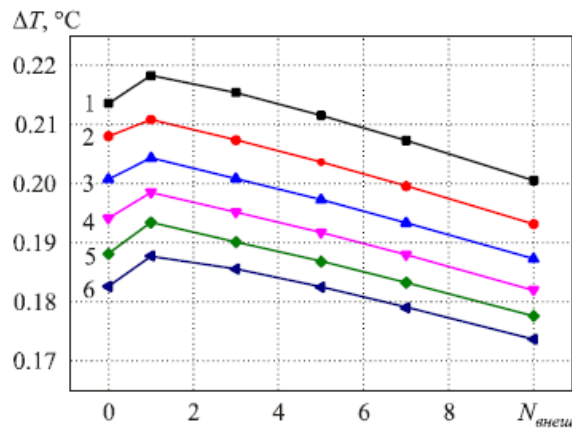


Рис. 3.7 – Залежність перепаду температур на термоелектричному тепломірів від товщини теплової ізоляції на лічильники теплоти (кількості зовнішніх шарів бинта $N_{зовн}$) при різній товщині теплової ізоляції між біологічною тканиною і тепломіром (кількості внутрішніх шарів бинта $N_{вн}$):

1 – $N_{вн} = 0$; 2 – $N_{вн} = 1$; 3 – $N_{вн} = 2$; 4 – $N_{вн} = 3$; 5 – $N_{вн} = 4$; 6 – $N_{вн} = 5$.

3.3 Експериментальні дослідження впливу теплової ізоляції на покази ТЕТМ

Для визначення впливу теплової ізоляції на покази ТЕТМ була проведена серія експериментальних вимірювань локальних теплових потоків тіла людини при різній кількості зовнішніх $N_{зовн}$ і внутрішніх $N_{вн}$ шарів бинта (рис. 3.8).

Вимірювання проводились на ділянці лівої руки людини при температурі тіла $T_{тіла} = 36.6$ °C і температурі навколишнього середовища $T_{зовн} = 20$ °C при горизонтальному розміщенні ТЕТМ на поверхні досліджуваної ділянки.

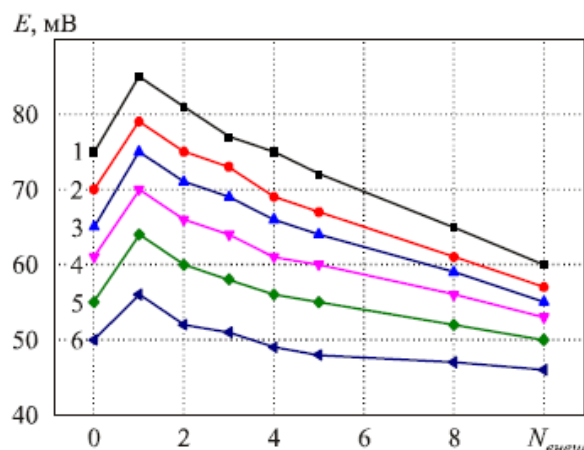


Рис. 3.8. Залежність показів ТЕТМ від товщини теплової ізоляції (к-сті зовнішніх $N_{зовн}$ і внутрішніх $N_{вн}$ шарів бинта) при горизонтальному розміщенні термоміра ($\varphi = 0^\circ$) на поверхні досліджуваної ділянки тіла людини: $N_{зовн}$ – кількість шарів бинта на термоелектричному лічильнику теплоти, $N_{вн}$ – кількість шарів бинта між поверхнею шкіри і поверхнею термоміра:

1 – $N_{вн} = 0$; 2 – $N_{вн} = 1$; 3 – $N_{вн} = 2$; 4 – $N_{вн} = 3$; 5 – $N_{вн} = 4$; 6 – $N_{вн} = 5$.

Встановлено, що наявність теплової ізоляції на біотканині і ТЕТМ дійсно впливає на його покази. З рис. 3.8 видно, що невелика кількість зовнішніх шарів МТІ ($N_{зовн} = 1 \div 4$) призводить до збільшення показань ТЕТМ на 15%, а подальше збільшення теплової ізоляції (кількості зовнішніх і внутрішніх шарів бинта) зменшує його покази на 40% в порівнянні з випадком, коли тепла ізоляція відсутня. Таким чином, отримані результати експериментальних досліджень підтверджують припущення, що ТЕТМ служить своєрідним теплообмінником і в деяких випадках призводить до збільшення показань ТЕТМ.

Також було досліджено вплив на покази ТЕТМ характеру теплової ізоляції, тобто випадки, коли на поверхні термоміра відсутня тепла ізоляція, розміщені одяг чи пухова ковдра (табл. 3.1). Результати вимірювань представлені на рис. 3.9.

Таблиця 3.1– Залежність показань термоелектричного термоміра від характеру теплової ізоляції

№	Умови вимірювань	E , мВ
1	$N_{вн} = 0, N_{зовн} = 0$	75
2	звичайна кофта	65
3	В'язана кофта	39
4	Пухова ковдра	25

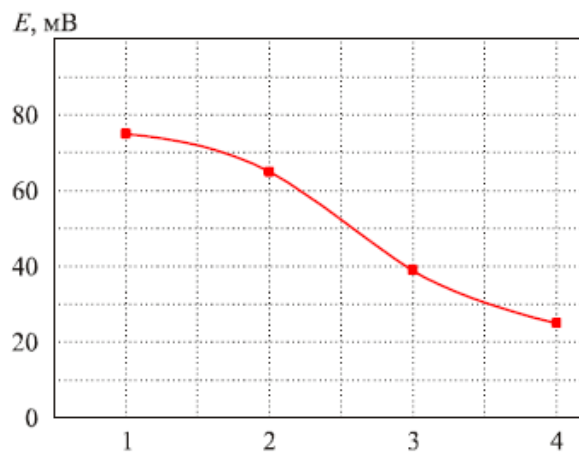


Рис. 3.9 – Залежність показів ТЕТМ від характеру теплової ізоляції при дослідженні локальних тепловиділень людини: 1 – відсутня теплова ізоляція на поверхні тепломіра, 2 – звичайна кофта, 3 – в'язана кофта, 4 – пухова ковдра

З рис. 3.9 видно, що наявність теплової ізоляції на поверхні ТЕТМ здійснює значний вплив на його покази, які можуть зменшуватися у кілька разів в порівнянні з випадком, коли теплова ізоляція відсутня. Це потрібно враховувати при дистанційному вимірюванні температури тіла людини.

3.4 Залежність показань ТЕТМ від його розміщення

З метою визначення впливу розміщення ТЕТМ на його покази було проведено серію експериментальних вимірювань теплових потоків з ділянки лівої руки тіла людини ($T_{тіла} = 36.7^{\circ}\text{C}$, $T_{зовн} = 20^{\circ}\text{C}$). Результати вимірювань представлені в табл. 3.2 і на рис. 3.10 відповідно, де φ - кут нахилу руки з ТЕТМ.

Таблиця 3.2 – Залежність показань ТЕТМ від його розміщення

$\varphi, ^{\circ}$	$N_{вн} = 1$ $N_{зовн} = 1$	$N_{вн} = 2$ $N_{зовн} = 2$	$N_{вн} = 3$ $N_{зовн} = 3$	$N_{вн} = 4$ $N_{зовн} = 4$	$N_{вн} = 5$ $N_{зовн} = 5$
0	79	71	64	57	48
45	74	66	58	52	46
90	70	61	54	49	45

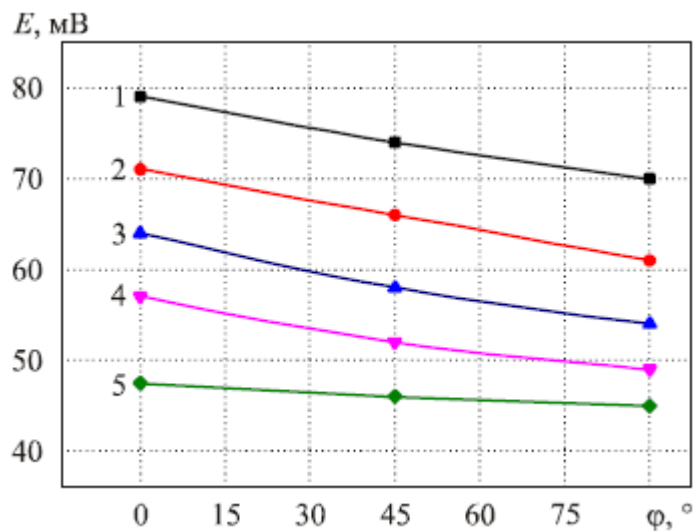


Рис. 3.10 – Залежність показань ТЕТМ від його розміщення на поверхні досліджуваної ділянки тіла людини: $N_{зовн}$ – кількість шарів бинта на термоелектричному лічильнику теплоти, $N_{вн}$ – кількість шарів бинта між поверхнею шкіри і поверхнею тепломіра.

1 – $N_{вн} = 0$; 2 – $N_{вн} = 1$; 3 – $N_{вн} = 2$; 4 – $N_{вн} = 3$; 5 – $N_{вн} = 4$; 6 – $N_{вн} = 5$.

З рис. 3.10 видно, що при збільшенні кута нахилу лівої руки з ТЕТМ покази тепломіра зменшуються на 12% при кількості шарів бинта $N_{зовн} = N_{вн} = 1$ і відповідно на 46% при подальшому збільшенні кількості шарів бинта $N_{зовн} = N_{вн} = 5$.

Таким чином, виявлено особливості застосування медичних тепломірів при дослідженні температури людини. Встановлено, що просторове розміщення ТЕТМ суттєво впливає на його покази, які можуть змінюватися до 15% в залежності від товщини МТІ на поверхні тепломіра.

3.5 Висновок до розділу 3

1. Експериментально підтверджені результати комп'ютерного моделювання. Встановлено, що присутність МТІ на ТЕТМ не завжди призводить до зменшення його показів, а в окремих випадках приводить до їх збільшення. Однак, подальше збільшення товщини МТІ однозначно призводить до зменшення показань тепломіра приблизно до 40% у порівнянні з випадком, коли теплова ізоляція відсутня.

2. Встановлено, що в залежності від просторового розміщення ТЕТМ на досліджуваній ділянці тіла людини покази термоміра можуть змінюватися до 15%.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Охорона праці

4.1.1 Організація наукових досліджень в галузі охорони праці.

Для наукового і науково-технічного вирішення проблем охорони праці, забезпечення системного й комплексного підходу до організації нормотворчої діяльності, вдосконалення нормативної бази з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища в Україні створено мережу базових (головних) організацій та установ. Їх діяльність охоплює майже всі визначені напрями охорони праці, що потребують розвитку й удосконалення. Такі організації визначено в більшості галузей народного господарства згідно з рішенням міністерств, відомств, концернів, корпорацій та інших об'єднань підприємств, створених за галузевим принципом. Це – провідні науково-дослідні, проектно-конструкторські й інші організації, які спеціалізуються з питань безпеки, гігієни та виробничого середовища.

Для наукового забезпечення охорони праці створено Національний науково-дослідний інститут охорони праці, який разом з інститутами Академії наук України та іншими науково-дослідними і проектно-конструкторськими установами, навчальними закладами здійснює фундаментальні і прикладні наукові дослідження з проблем охорони праці та ідентифікації професійної небезпечності.

На Національний науково-дослідний інститут охорони праці покладено виконання функції головної організації в Україні, яка координує роботу в даному напрямку, надає методичну допомогу фахівцям, організує підвищення їх кваліфікації, а також безпосередньо опрацьовує проект міжгалузевих і окремих галузевих нормативних актів про охорону праці.

Національний науково-дослідний інститут промислової безпеки та охорони праці. Національний науково-дослідний інститут промислової безпеки та охорони праці (ННДПБОП)

створений Державною службою гірничого нагляду та промислової безпеки (Держгірпромнагляд) відповідно до Закону України “Про охорону праці” за рішенням Уряду України.

Діяльність інституту спрямована на наукове забезпечення промислової безпеки та охорони праці, збереження життя, здоров'я та працездатності людини у процесі трудової діяльності [43].

В своєму складі інститут має наступні науково-дослідні лабораторії: лабораторія аналізу виробничого травматизму та наглядової діяльності; лабораторія інформаційних технологій; лабораторія промислової безпеки; лабораторія стратегії та економічної політики управління промисловою безпекою та охороною праці; лабораторія аналізу та розробки системи управління охороною праці; лабораторія науково-організаційної підтримки; лабораторія нормативного забезпечення.

Структурним підрозділом ННДПБОП є науково-дослідний відділ державного нагляду за промисловою безпекою та охороною праці (відділ № 1). У складі відділу три науково-дослідні лабораторії: промислової безпеки, інформаційних технологій, аналізу виробничого травматизму, наглядової діяльності та розробки профілактичних заходів.

Науково-дослідний відділ № 1 здійснює свою діяльність відповідно до виконання тематичних планів науково-дослідних робіт (НДР) лабораторіями та забезпечує загальне керівництво науково-дослідними лабораторіями, направляє, контролює та координує їх діяльність.

Керівництво та координація здійснюється за такими напрямками:

- 1) дослідження стану наглядової діяльності за охороною праці та її впливу на рівень виробничої безпеки в Україні;
- 2) аналіз виробничого травматизму, аварій, умов і безпеки праці в галузях економічної діяльності;
- 3) дослідження та аналіз досягнень в області безпеки технологічних процесів у гірництві, розроблення науково-методичних положень щодо забезпечення безпеки у технологічних процесах;
- 4) аналіз сучасних інформаційних технологій, розробка програмного продукту для прийняття оптимізованих рішень в сфері охорони

праці та промислової безпеки; 5) розроблення науково-обґрунтованих пропозицій щодо підвищення ефективності заходів з профілактики виробничого травматизму.

Структурним підрозділом ННДПБОП є науково-дослідний відділ управління промисловою безпекою та охороною праці на виробництві (відділ № 2) є структурним підрозділом ННДПБОП. До складу відділу входять два структурних підрозділи:

- науково-дослідна лабораторія стратегії та економічної політики управління промисловою безпекою та охороною праці;
- науково-дослідна лабораторія аналізу та розробки систем управління охороною праці.

Науково-дослідний відділ № 2 здійснює свою діяльність, основу на планах науково-дослідних робіт (НДР) підпорядкованих науково-дослідних лабораторій. Цей відділ координує наукові дослідження за такими напрямками: дослідження стану науково-технічної підтримки наглядової діяльності за охороною праці; наукові дослідження з ефективності економічного стимулювання при управлінні промисловою безпекою та охороною праці; удосконалення нормативно-правового забезпечення державного нагляду в сфері охорони праці; дослідження з питань виявлення виробничих небезпек, аналізу ризиків, аудиту, менеджменту безпеки виробництва та наукової підтримки експертизи в частині розроблення нової та перегляду існуючої нормативної документації з охорони праці та промислової безпеки; розроблення науково-обґрунтованих пропозицій щодо підвищення ефективності заходів з профілактики виробничого травматизму, на основі удосконалення науково-технічної підтримки державного нагляду в сфері охорони праці.

Завданнями відділу № 2 є : 1) вивчення, дослідження і узагальнення вітчизняного і світового досвіду у вирішенні проблем ефективності управління охороною праці, зокрема економічних та адміністративних методів стимулювання; систем управління охороною праці на державному, галузевому рівні та на рівні підприємства, профілактики виробничого травматизму та профзахворювань на цих рівнях; 2) на основі результатів аналізу чинного законодавства, нормативно-правових актів у сфері промислової безпеки та

охорони праці розроблення і впровадження нормативно-правових актів в частині проведення аудиту систем управління охороною праці, що відповідають сучасному стану розвитку економіки України; 3) надання методичної та консультаційної допомоги підприємствам при вирішенні питань у сфері промислової безпеки та охорони праці, що пов'язані з аналізом ризиків, розроблення систем управління охороною праці, організацією аудиту, менеджментом безпеки виробництва та наукової підтримки експертизи; 4) забезпечення виконання наказів і розпоряджень керівництва ННДПБООП з питань діяльності відділу; 5) підготовка інформаційних матеріалів щодо виконаних робіт; 6) підготовка пропозицій стосовно ефективності і покращення якості наукових розробок, скорочення строків виконання і впровадження результатів НДР.

Визначення основних потенційно шкідливих та небезпечних виробничих факторів при виконанні науково – дослідної роботи.

Основними небезпечними та шкідливими виробничими факторами при виконанні науково – дослідної роботи можуть бути:

- наявність електромагнітного випромінювання радіочастотного діапазону;
- можливість ураження електричним струмом;
- невідповідність параметрів мікроклімату санітарним нормам та правилам;
- група психофізичних факторів: перевантаження фізичне та психологічне;
- підвищений рівень шуму від працюючої витяжної системи вентиляції;
- наявність інфрачервоного випромінювання при проведенні пайки;
- можливість виникнення НС та пожежі в робочих приміщеннях.

4.1.2 Заходи електробезпеки при виконанні науково – дослідної роботи.

Згідно ОНТП24-86 та ПУЕ науково-дослідницька лабораторія відноситься до приміщень без підвищеного ризику. Електроустаткування належить до приладів до 1000 В. Устаткування, що використовується, відповідно до ГОСТ 12.2.007.0-75 належить до устаткування класів 0І, І та ІІ за електрозахистом.

У процесі експлуатації електронно-обчислювального обладнання людина може доторкнутися до частин електроустаткування, які перебувають під напругою. Оцінка небезпеки дотику до струмоведучих частин відноситься до визначення сили струму, що протікає через тіло людини, і порівняння його із допустимим значенням відповідно до ГОСТ 12.1.038-88.

У загальному випадку допустима величина струму, що протікає через тіло людини, залежить від схеми підключення електроустаткування до електромережі, роду й величини напруги живлення, схеми включення.

При виконанні розрахунків для магістерської роботи використовувався системний блок - I і ВДТ - II клас з електрозахисту, що живиться напругою 220 В. Для правильного визначення необхідних засобів та заходів захисту від ураження електричним струмом необхідно знати допустимі значення напруг доторкання та струмів, що проходять через тіло людини.

Напруга дотику - це напруга між двома точками електричного кола, до яких одночасно доторкається людина. Гранично допустимі значення напруги дотику та сили струму для нормального (безаварійного) та аварійного режимів електроустановок при проходженні струму через тіло людини по шляху «рука – рука» чи «рука – ноги» регламентуються ГОСТ 12.1.038-88.

Гранично допустимі значення сили струму (змінного та постійного), що проходить через тіло людини при тривалості дії більше ніж 1 с нижчі за пороговий невідпускаючий струм, тому при таких значеннях людина, доторкнувшись до струмопровідних частин установки, здатна самостійно звільнитися від дії електричного струму.

Таблиця 4.1

**Гранично допустимі значення
напруги дотику $U_{\text{доп}}$ та сили струму $I_{\text{д}}$, що проходить через тіло
людини при нормальному режимі електроустановки**

Вид струму	$U_{\text{доп}}$, В(не більше)	$I_{\text{д}}$, мА (не більше)
Змінний, 50 Гц	2	0,3
Змінний, 400 Гц	3	0,4
Постійний	8	1,0

Таблиця 4.2

**Гранично допустимі значення
напруги дотику $U_{\text{доп}}$ та сили струму $I_{\text{Л}}$, що проходить через тіло
людини при аварійному режимі електроустановки**

Вид струму	Нормоване значення	Тривалість дії струму t , с				
		0,1	0,2	0,5	0,7	1,0
Змінний, 50 Гц	$U_{\text{доп}}$, В	00	50	00	0	6
	$I_{\text{Л}}$, мА	00	50	00	0	0
Постійний	$U_{\text{доп}}$, В	00	00	50	30	0
	$I_{\text{Л}}$, мА	00	00	50	30	5

Основними технічними засобами, що забезпечують безпеку робіт (згідно ПУЕ-87, ГОСТ 12.1.009-76) є: надійна ізоляція, захисне заземлення, занулення, захисне відключення, засоби індивідуального захисту. У системі трифазних мереж із глухо заземленою нейтраллю, яка використовується у науково-дослідницькій лабораторії, найкращими засобами захисту є: надійна ізоляція струмоведучих частин електроустаткування відповідно до ГОСТ 12.1.009-76 і занулення відповідно до ПУЕ (з'єднання елементів, що перебувають під напругою, із глухо заземленою нейтраллю). Крім того, для заземлення переносних частин обладнання застосовують спеціальне з'єднання.

4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Безпека в надзвичайних ситуаціях регламентується ПЛАС (ДНАОП 0.00 – 4.33–99). Основними складовими ПАС є розробка технічних та організаційних рішень щодо оповіщення, евакуації та дій персоналу лабораторії у надзвичайних ситуаціях та вирішення задач пожежної безпеки

6.2.1 Вимоги що до організації ефективної роботи системи оповіщення та евакуації виробничого персоналу у разі виникнення надзвичайної ситуації.

Для ефективної евакуації на кожному поверсі і в кожному приміщенні будівлі передбачено розміщення плану евакуації і системи оповіщення (СО).

Для підвищення безпеки в надзвичайних ситуаціях (НС) пропонується встановлення СО виробничого персоналу.

Оповіщення виробничого персоналу у разі виникнення НС, наприклад при пожежі, здійснюється відповідно до вимог НАПБ А.01.003-2009.

Оповіщення про НС та управління евакуацією людей здійснюється одним з наступних способів або їх комбінацією:

- поданням звукових і (або) світлових сигналів в усі виробничі приміщення будівлі з постійним або тимчасовим перебуванням людей;
- трансляцією текстів про необхідність евакуації, шляхи евакуації, напрямки руху й інші дії, спрямовані на забезпечення безпеки людей;
- трансляцією спеціально розроблених текстів, спрямованих на запобігання паніці й іншим явищам, що ускладнюють евакуацію;
- ввімкненням евакуаційних знаків "Вихід";
- ввімкненням евакуаційного освітлення та світлових покажчиків напрямку евакуації;
- дистанційним відкриванням дверей евакуаційних виходів.

Як правило, СО вмикається автоматично від сигналу про пожежу, який формується системою пожежної сигналізації або системою пожежогасіння. Також, з приміщення оперативного (чергового) персоналу СО (диспетчера пожежного поста) слід передбачати можливість запуску СО вручну, що забезпечує надійну роботу СО не тільки при пожежі, а і у разі виникнення будь-якої іншої НС.

Згідно з вимогами ДБН В.1.1-7-2002 необхідно забезпечити можливість прямої трансляції мовного оповіщення та керівних команд через мікрофон для оперативного реагування в разі зміни обставин або порушення нормальних умов евакуації виробничого персоналу.

Оповіщення виробничого персоналу про НС (пожежу) здійснюється за допомогою світлових та (або) звукових оповіщувачів – обладнуються всі виробничі приміщення.

СО повинна розпочати трансляцію сигналу оповіщення про НС (пожежу), не пізніше трьох секунд з моменту отримання сигналу про НС (пожежу).

Пульти управління СО необхідно розміщувати у приміщенні пожежного поста, диспетчерської або іншого спеціального приміщення (в разі його наявності). Ці приміщення повинні відповідати вимогам пунктів 1.6.13, 1.6.14, 1.6.15 ДБН В.2.5-13 "Інженерне обладнання будинків і споруд. Пожежна автоматика будинків і споруд".

Кількість звукових та мовних оповіщувачів, їх розміщення та потужність повинні забезпечувати необхідний рівень звуку в усіх місцях постійного або тимчасового перебування виробничого персоналу.

Звукові оповіщувачі повинні комбінуватися зі світловими, які працюють у режимі спалахування, у таких випадках:

- у приміщеннях, де люди перебувають у шумозахисному спорядженні;
- у приміщеннях з рівнем шуму понад 95 дБ.

Допускається використовувати евакуаційні світлові покажчики, що автоматично вмикаються при отриманні СО командного імпульсу про початок оповіщення про НС (пожежу) та (або) аварійному припиненні живлення робочого освітлення.

Вимоги до світлових покажчиків "Вихід" приймаються відповідно до ДБН В.2.5-28-2006 "Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення".

СО в режимі "Тривога" повинна функціонувати протягом часу, необхідного для евакуації людей з будинку, але не менше 15 хвилин.

Вихід з ладу одного з оповіщувачів не повинен призводити до виведення з ладу ланки оповіщувачів, до якої вони під'єднанні.

Електропостачання СО здійснюється за I категорією надійності згідно з "Правилами устрою електроустановок" (ПУЕ) від двох незалежних джерел енергії: основного – від мережі змінного струму, резервного – від акумуляторних батарей тощо.

Перехід з основного джерела електропостачання на резервний та у зворотному напрямку в разі відновлення централізованого електропостачання повинен бути автоматичним.

Тривалість роботи СО від резервного джерела енергії у черговому режимі має бути не менш 24 годин.

Тривалість роботи СО від резервного джерела енергії у режимі "Тривога" має бути не менше 15 хвилин.

Звукові оповіщувачі повинні відповідати вимогам ДСТУ EN 54-3:2003 "Системи пожежної сигналізації. Частина 3. Оповіщувачі пожежні звукові".

Світлові оповіщувачі, які працюють у режимі спалахування, повинні бути червоного кольору, мати частоту мигтіння в межах від 0,5 Гц до 5 Гц та розташовуватись у межах прямої видимості з постійних робочих місць.

4.2.2 Обов'язки та дії персоналу у разі виникнення надзвичайної ситуації.

У разі виявлення ознак НС працівник повинен:

- негайно повідомити про це засобами зв'язку органи МНС та Державну пожежну охорону, вказати при цьому адресу кількість поверхів, місце виникнення пожежі, наявність людей, а також своє прізвище;
- повідомити про НС керівника, адміністрацію, пожежну охорону підприємства;
- організувати оповіщення людей про НС;
- вжити заходів щодо евакуації людей та матеріальних цінностей;
- вжити заходів щодо ліквідації наслідків НС з використанням наявних засобів.

Керівник та пожежна охорона установи, яким повідомлено про виникнення НС, повинні :

- перевірити, чи викликані підрозділи МНС та підрозділи Державної пожежної охорони;
- вимкнути у разі необхідності струмоприймачі та вентиляцію;
- у разі загрози життю людей негайно організувати їх евакуацію та їх рятування, вивести за межі небезпечної зони всіх працівників, які не беруть участь у ліквідації наслідків НС;
- перевірити здійснення оповіщення людей про НС;
- забезпечити дотримання техніки безпеки працівниками, які беруть участь

у ліквідації наслідків НС;

– організувати зустріч підрозділів МНС та Державної пожежної охорони, надати їм допомогу у локалізації та ліквідації НС.

Після прибуття на пожежу підрозділів МНС та Державної пожежної охорони повинен бути забезпечений безперешкодний доступ їх до місця, де виникла НС.

4.2.3 Пожежна безпека.

У науково-дослідницькій лабораторії знаходиться значна кількість твердих горючих речовин і матеріалів (дерев'яні меблі, пластмасові вироби, гума, папір, що поглинає покриття на стінках). Згідно НАПБ Б.07.005-86 «Визначення категорій приміщень та споруд з вибухопожежної та пожежної безпеки», науково-дослідницька лабораторія відноситься до пожежонебезпечних приміщень категорії В (тверді горючі й важкогорючі речовини й матеріали, речовини й матеріали, які при взаємодії з водою, киснем, повітрям або один з одним здатні тільки горіти).

Джерелами загоряння можуть бути електричні іскри, коротке замикання, перевантаження електропроводки, несправність апаратури, паління в приміщенні. Для запобігання пожежі в приміщенні проводяться пожежно-профілактичні заходи: застосування запобіжників в електричних мережах, використання пилонепроникних сполучних і розподільних коробок, а також проводиться інструктаж з техніки пожежної безпеки.

Відповідно до ДСТУ 3675-98 12.4.009-75 та ISO 3941-77 у науково-дослідницькій лабораторії знаходяться два вогнегасника: вуглекислотний типу «ОУ-5» і порошковий «ОП-2». «ОУ-5» розташований на висоті 1,5 м від підлоги поруч із вихідними дверима.

У коридорі знаходяться коробки, у яких знаходиться пожежний кран і рукав, а також знаходиться вогнегасник типу «ОХП-2».

В обох кінцях коридору знаходяться телефонні апарати, над якими знаходяться таблички з номерами телефонів для виклику внутрішньої, а також, якщо потрібно, міської пожежної охорони.

У науково-дослідницькій лабораторії є план евакуації у випадку виникнення пожежі. Максимальна віддаленість робочих місць від евакуаційних виходів і ширина евакуаційних проходів відповідають вимогам СНиП 2.02.02-85 та СНиП 2.01.02-85 та ДБНВ 1.1.7-2002. У робочому приміщенні виконані всі вимоги НАПБ А.01.001-2004 «Правил пожежної безпеки України».

У разі виявлення ознак пожежі працівник, який їх помітив, повинен:

- негайно повідомити про це Державну пожежну охорону за телефоном 01, вказати при цьому адресу кількість поверхів, місце виникнення пожежі, наявність людей, а також своє прізвище;
- повідомити про пожежу керівника, адміністрацію, пожежну охорону підприємства;
- організувати оповіщення людей про пожежу;
- вжити заходів щодо гасіння пожежі з використанням наявних вогнегасників та інших засобів пожежогасіння.

Керівник та пожежна охорона установи, яким повідомлено про виникнення пожежі, повинні:

- перевірити, чи викликано Державну пожежну охорону;
- вимкнути у разі необхідності струмоприймачі та вентиляцію;
- у разі загрози життю людей негайно організувати їх евакуацію та їх рятування, вивести за межі небезпечної зони всіх працівників, які не беруть участь у ліквідації пожежі;
- перевірити здійснення оповіщення людей про пожежу.

Після прибуття на пожежу підрозділів Державної пожежної охорони повинен бути забезпечений безперешкодний доступ їх до місця, де виникла пожежа.

4.3 Висновки до розділу 4

У розділі висвітлено питання організації наукових досліджень в галузі охорони праці. У підрозділі «Безпека в надзвичайних ситуаціях» висвітлено вимоги щодо організації ефективної роботи системи оповіщення та евакуації

виробничого персоналу у разі виникнення надзвичайної ситуації та питання пожежної безпеки у науково-дослідній лабораторії.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі магістра модернізовано прилад для дистанційного вимірювання температури тіла людини, який є неінвазивним пристроєм для вимірювання одного із життєвоважливих показників – температури.

У основній частині кваліфікаційної роботи наведено системо-технічне, схемотехнічне проектування приладу та параметричний синтез.

При системнотехнічному проектуванні проведено огляд існуючих аналогів приладу, наведено синтез структурної та функціональної схем. На етапі схемотехнічного проектування розроблено схему електричну принципову, а також для вибору елементної бази проведено розрахунок вузлів схеми електричної принципової.

У розділі «Науково-дослідна частина» наведено результати комп'ютерного моделювання та експериментальних досліджень впливу теплової ізоляції та розміщення термоелектричного тепломіру на його покази при дослідженні тепловіддачі людини із використанням пакету прикладних програм Comsol Multiphysics.

У розділі „Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» та розглянуто питання задані консультантами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Яворський Б. І. Методичні вказівки і завдання до курсового проекту з дисципліни “Основи побудови та застосування біотехнічних та медичних електронних апаратів” для студентів за напрямом підготовки 5.050902 “Радіоелектронні апарати” – Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2014.
2. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни “Основи побудови та застосування біотехнічних та медичних електронних апаратів” для студентів за напрямом підготовки 6.050902 “Радіоелектронні апарати” – Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2014.
3. Шаталов И. Двочанальный термометр - Радио №5 –М, 2006р., с-24.
4. Усатенко СТ. и др. Выполнение электрических схем по ЕСКД -М: изд. Стандартов, 1989.-325с.
5. Методичні вказівки по виконанню оцінки технологічності конструкції по комплексному показнику технологічності. –ТК ТДТУ, 2012
6. Романычева Э. Т. Разработка и оформление конструкторской документации РЭА. Справочник.- М., Радио и связь, 1989.
7. Усатенко СТ. и др. Выполнение электрических схем по ЕСКД -М: изд. Стандартов, 1989.-325с.
8. Городилин В.М., Городинин В.В. Регулировка радиоаппаратуры – М.: высшая школа 1992 – 271с.
9. <http://www.chipdip.ru/>
10. www.alldatasheet.com
- 11.Ткачук Р.А. Курс лекцій з дисципліни ”Матеріали та основи технології електронних та медичних апаратів”. – Тернопіль: ТДТУ, 1999.
- 12.Е.И. Монаев. Основы радиоэлектроники. – М.: Радио и связь, 1985. –488 с.
- 13.Практическое пособие по учебному конструированию РЭА: Справочник / Под редакцией проф. К.Б. Круковского. – Киев: Вища школа, 1992.
- 14.В.Г. Гусев, Ю.М. Гусев Электроника. – Москва: Высшая школа 1991. – 621 с.
- 15.P-CAD 2000 User Manual. © 2000 ACCEL Tech.

16. P-CAD 2000 Help System
17. Мацюк О.В., Піскун С.О. Accel EDA: Навчальний посібник. – Тернопіль: ТДТУ ім.І.Пуллюя, 2001. – 84 с.
18. Пік А.І. Автокад 14: Методичні вказівки. – Тернопіль: ТДТУ ім.І.Пуллюя, 2000. – 57с.
19. ГОСТ 2.105-79 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.
20. ГОСТ 2.106-68 ЕСКД. Текстовые документы.
21. ГОСТ 19.106-78 ЕСКД. Требования к программным документам, выполненным печатным способом.
22. ГОСТ 19.404-79 ЕСКД. Пояснительная записка. Требования к содержанию и оформлению.
23. ГОСТ 19.101-77 ЕСКД. Виды программ и программных документов.
24. ГОСТ 19.105-78 ЕСКД. Общие требования к программным документам.
25. ГОСТ 19.402-78 ЕСКД. Описание программы
26. ГОСТ 2.701-84 ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.
27. ГОСТ 2.702-75 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем.
28. ГОСТ 2.708-81 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем цифровой вычислительной техники.
29. ГОСТ 2.710-81 ЕСКД. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах.
30. ГОСТ 2.109-73 ЕСКД. Основные требования к чертежам.
31. ГОСТ 2.119-73 ЕСКД. Эскизный проект.
32. ГОСТ 2.120-73 ЕСКД. Технический проект.
33. ГОСТ 2.417-78 ЕСКД. Правила выполнения чертежей печатных плат.
34. ГОСТ 19.202-78 ЕСКД. Спецификация. Требования к содержанию и оформлению.
35. Яворський Б.І., Микитин Г.І., Яворська Є.Б. Методичні вказівки і завдання до курсового проекту з дисципліни “Основи побудови та застосування біотехнічних та медичних електронних апаратів”. – Тернопіль: ТДТУ, 2000.

36. Яворський Б.І. Фізико-теоретичні основи конструювання електронних апаратів. Тернопіль: ТДТУ, 1999. – 102 с.
37. Белинський В.Т., Гондюл В.П., Гворин А.Б., Круховський-Синевич К.Б., Мазур Ю.Л. Практическое пособие по учебному конструированию РЭА. — Киев: Высшая школа, 1992.
38. Гершунский Б. С. Справочник по расчёту электронных схем. —Киев: Высшая школа, 1983.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А
Технічне завдання

Затверджую
завідувач кафедри БТ
Яворська Є.Б.

_____ 2020 р.
“ ” _____

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на виконання кваліфікаційної роботи магістра
на тему:

Прилад для дистанційного вимірювання температури тіла людини

Узгоджено:

Керівник роботи

д.т.н., проф., проф. кафедри БТ

_____ Ткачук Р.А.

“ ” _____ 2020 р.

Виконавець:

Студент групи РБм-61

_____ Побережний М.В.

“ ” _____ 2020 р.

Тернопіль 2020 р.

1 НАЗВА РОБОТИ І ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

1.1 Прилад для дистанційного вимірювання температури тіла людини.

1.2 Підставою для виконання роботи є наказ по університету № 4/7-793 від «02» листопада 2020 року

2 ВИКОНАВЕЦЬ

Студент групи РБм-61 кафедри БТ Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Побережний Михайло Васильович.

3 МЕТА РОБОТИ

3.1 Математичне моделювання біотехнічної системи;

3.2 Аналіз схемо-технічних рішень біотехнічної системи.

4 ВИХІДНІ ДАНІ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА

4.1 Схема структурна приладу.

4.2 Схема електрична принципова приладу.

4.3 Вузли і блоки радіоелектронної апаратури ОСТ.4ГО.054.089.

4.4 ГОСТ 15150-82, ГОСТ 20790-82 виконання електронної апаратури відповідно до умов експлуатації.

4.5 Собівартість не більше 2427,34 грн, річна програма випуску 2000 шт.

5 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО ПРИЛАДУ

5.1. Вимоги до конструкції приладу.

5.1.1. Електрична принципова схема приладу виконана на друкованій платі які повинні бути розміщені у корпусі.

5.1.2. Конструкція приладу повинна забезпечувати вільний доступ до елементів схеми, повинна мати прямокутну форму, всі елементи індикації, а також органи управління повинні бути винесені на передню панель і чітко відображати той чи інший режим.

5.2. Вимоги до надійності.

5.2.1 Прилад повинен відповідати вимогам ГОСТ23256-86

5.2.2 Час наробки на відмову повинен бути, год., не менше 5 000

5.2.3	Час безперервної роботи, год., не менше	6
5.2.4	Ймовірність безвідмовної роботи блоку при напрацюванні 200 год, не менше	0,8
5.2.5	Середній термін роботи приладу, не менше, років	4

5.3. Вимоги до умов експлуатації:

5.3.1 За кліматичними умовами експлуатації прилад повинен відповідати ГОСТ 15150-69 для виробів кліматичного виконання УХЛ4.2: температура навколишнього середовища: від 10 до 40 °С; прилад зберігає працездатність і зовнішній вигляд після перебування в умовах високої температури від -40°С до +55°С; відносна вологість: не більше 80% при температурі 20°С навколишнього середовища; атмосферний тиск: (750 ± 30) мм. рт. ст.

5.3.2 По механічним умовам експлуатації прилад повинен відповідати ГОСТ 15150-69 для виробів II групи I ступеня жорсткості.

5.4 Вимоги до технологічного і метрологічного забезпечення.

5.4.1 Прилад повинен виготовлятися на універсальному обладнанні.

5.4.2 Конструкція приладу повинна забезпечити вимір параметрів стандартними вимірювальними приладами.

5.5 Вимоги до техніки безпеки.

По електробезпеці прилад повинен відповідати вимогам ГОСТ12.2.025-76 по 01 класу захисту. По ступеню захисту від ураження електричним струмом блок повинен відповідати вимогам типу В.

5.6 Умови зберігання: згідно ГОСТу 15150-82:

5.6.1 Група "Л", сухі і періодично провітрювані приміщення

5.6.2 Відносна вологість, не більше, 80%

5.6.3 Температура, °С від +10 до +40

5.6.4 Відсутність в повітрі пилу, випарів кислот, лугів, газів, що викликають корозію металів

6 ПРОЕКТНІ ЗАДАЧІ

6.1. Огляд відомих рішень та вибір напряму дослідження.

6.2. Математичне моделювання біотехнічної системи.

6.3. Конструкторський аналіз схемо-технічних рішень біотехнічної системи.

6.4. Параметричний синтез біотехнічної системи.

6.5. Розробка конструкції біотехнічної системи (компоновка, монтаж, побудова та розрахунок елементів конструкції біотехнічної частини, розрахунок механічної міцності та стійкості, перевірочний розрахунок режимів тепломасопереносу, оптимізація теплових режимів, перевірка та розрахунки показників електромагнітної сумісності).

7 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

7.1 Математичне та алгоритмічно-програмне забезпечення біотехнічної системи

7.2 Експериментальна верифікація теоретичних результатів

7.3 Економічні розрахунки

8 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

- 8.1 Оцінювання експлуатаційних характеристик біотехнічної системи
- 8.2 Сервісне обслуговування, ремонт і експертиза біотехнічної системи

9 ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

10 ВИМОГИ ДО ДОКУМЕНТАЦІЇ

10.1 Конструкторська документація повинна відповідати вимогам ЄСКД, ДСТУ, ЄСТД.

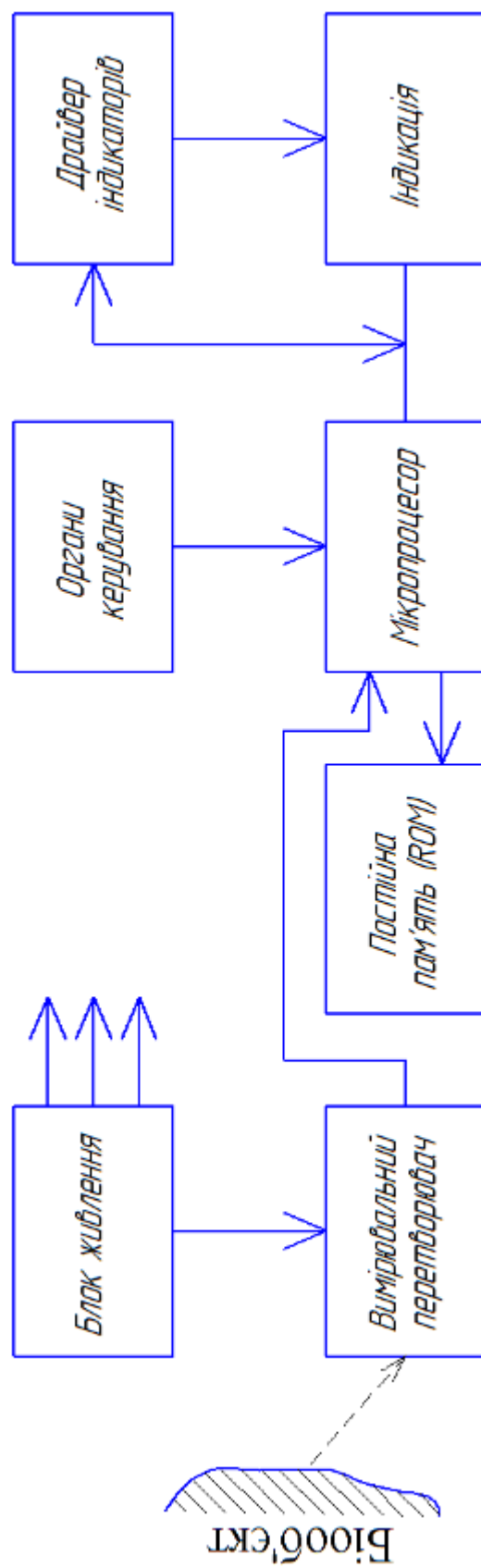
10.2 Комплект конструкторської документації повинен складатися з:

- а) пояснювальна записка;
- б) схема структурна приладу;
- в) схема електрична принципова приладу;
- г) блок-схема алгоритму роботи мікроконтролера;
- д) складальне креслення друкованого вузла;
- е) креслення друкованої плати;
- ж) складальне креслення приладу;

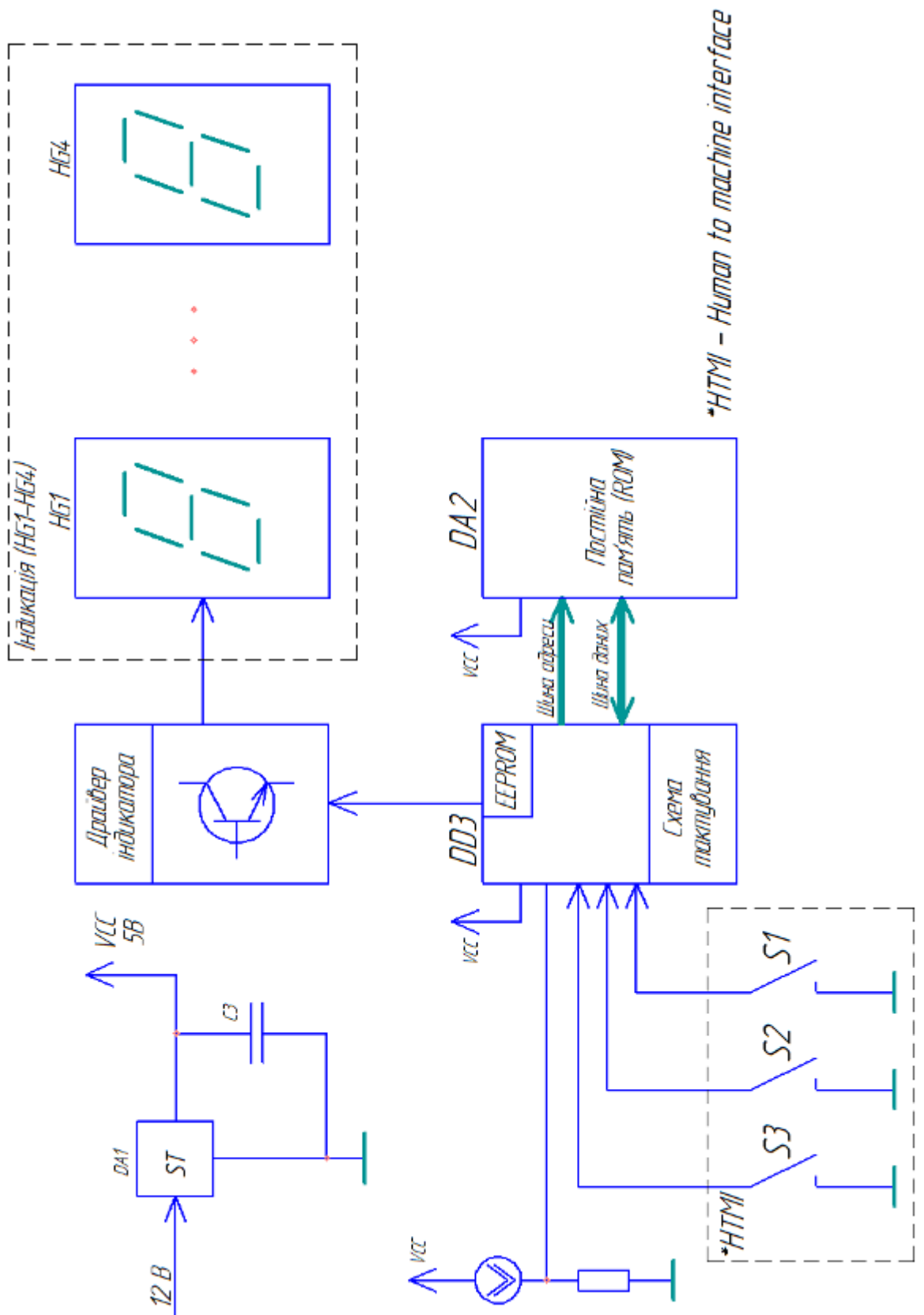
11 Виконавець зобов'язаний представляти результати роботи згідно календарного плану.

12 Під час виконання кваліфікаційної роботи в дане технічне завдання можуть вноситися зміни та доповнення по узгодженні сторін.

ДОДАТОК Б
Схема структурна

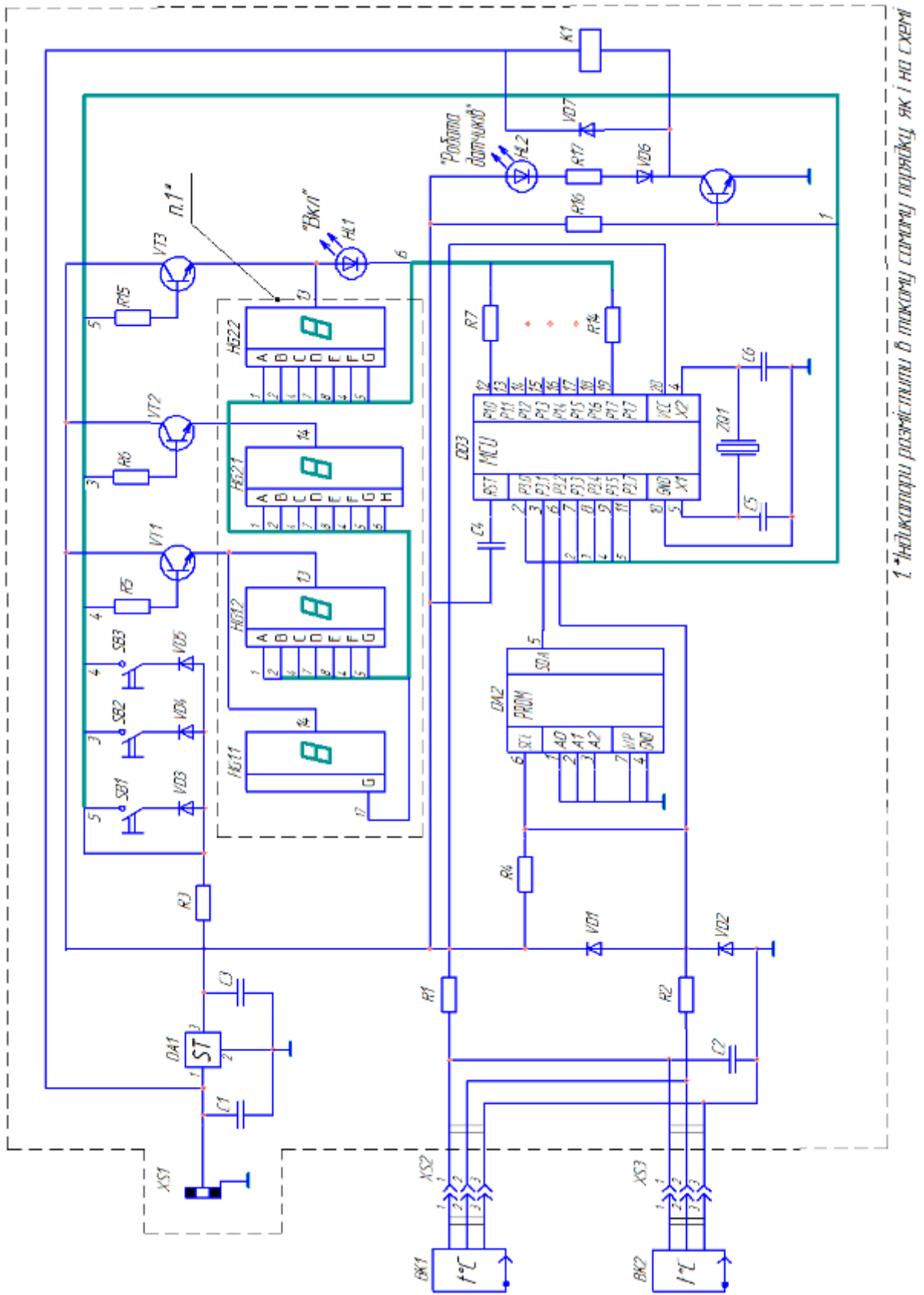


ДОДАТОК В
Схема функціональна



ДОДАТОК В

Схема електрична принципова



Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
			77
	<i>Датчики</i>		
<i>BK1, BK2</i>	<i>DS18B20 «Maxim integrated»</i>	<i>2</i>	
	<i>Конденсатори</i>		
<i>C1</i>	<i>CF 2200/16PHT-16B-2200мкФ± 20%</i>	<i>1</i>	
<i>C2</i>	<i>CC 47N-50B-0,47мкФ± 10% «Jamicon»</i>	<i>1</i>	
<i>C3</i>	<i>CF 2200/16PHT-16B-2200мкФ± 30%</i>	<i>1</i>	
<i>C4</i>	<i>CC 47N-50B-0,47мкФ± 10% «Jamicon»</i>	<i>1</i>	
<i>C5, C6</i>	<i>CC 33-50B-33пФ± 10% «Jamicon»</i>	<i>2</i>	
	<i>Мікросхеми</i>		
<i>DA1</i>	<i>78L05 «STMicroelectronics» ТУ 14-4-1760-94</i>	<i>1</i>	
<i>DA2</i>	<i>AT24C02 «Atmel»</i>	<i>1</i>	
<i>DD3</i>	<i>AT89C2051 «Atmel»</i>	<i>1</i>	
	<i>Індикатори</i>		
<i>HG1,</i>	<i>HLEC-D512GWB «Hlec HIGHLAND»</i>	<i>2</i>	
	<i>Світлодіоди</i>		
<i>HL1, HL2</i>	<i>AL307 «НПО Планета - СИД» БМ АА0.366.076ТУ</i>	<i>2</i>	
	<i>Реле</i>		
<i>K1</i>	<i>DF005M «FAIRCHILD SEMICONDUCTOR»</i>	<i>1</i>	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПМВ 3.013.001 ПЕ			
Розроб.		<i>Побережний</i>			ПРИЛАД ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО ВИМІРЮВАННЯ	Лім.	Арк.	Аркухів
Перевір.		<i>Ткачук</i>					1	2
Реценз.		<i>Стрембіцьки</i>				ТНТУ ФПТ гр. РБм-61		
Н. Контр.		<i>Палачинга</i>						
Затверд.		<i>Яворська</i>						

Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка	78
<i>Резистори</i>				
<i>MF-25 «Multicomp»</i>				
R1,R2	MF-25-0.25-100 Ом ± 5%	2		
R3	MF-25-0.25-10кОм ± 5%	1		
R4	MF-25-0.25-4.7кОм ± 5	1		
R5,R6	MF-25-0.25-1кОм ± 5%	2		
R7-R14	MF-25-0.25-180 Ом ± 5%	8		
R15	MF-25-0.25-1кОм ± 5%	1		
R16	MF-25-0.25-2кОм ± 5%	1		
R17	MF-25-0.25-1кОм ± 5%	1		
<i>Діоди</i>				
VD1-	1N4148 «Multicomp»	7		
<i>Транзистори</i>				
VT1-VT3	BC556B «Fairchild»	3		
VT4	BC546B «Fairchild»	1		
<i>Кнопкові вимикачі</i>				
SB1-SB3	B3F-1000 «Omron»	3		
<i>Розетка роз'ємного з'єднувача</i>				
XS1	DS-210 «Dragon City Industries»	1		
XS2,XS3	PLS-3R «Ningbo Zhenqin Electronic»	2		
<i>Кварцевий резонатор</i>				
ZQ1	HC-49/U «Jauch»	1		
<i>Голова таблиці</i>				
				Арк.
<i>ГПМВ 3.013.001 ПЕ</i>				2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДОДАТОК Г

Апробація результатів дослідження

*III Міжнародна студентська науково - технічна конференція
"ПРИРОДНИЧІ ТА ГУМАНІТАРНІ НАУКИ. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ"*

УДК 621.384.4

Побережний М., Побережний В. – ст. гр. РБ_м-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ФОТОМЕДИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИ ШТУЧНОМУ ОПРОМІНЕННІ ОЗНАЧЕНОЇ ОБЛАСТІ БІООБ'ЄКТА

Науковий керівник: д.т.н., проф. Р.А. Ткачук

Poberezhnyy M., Poberezhnyy V.

Ternopil State Technical University named after Ivan Pul'uj

PHOTOMEDICAL TECHNOLOGIES FOR ARTIFICIAL IRRADIATION OF BIOOBJECTS

Supervisor: prof. R. Tkachuk

Ключові слова: фотомедицина, біооб'єкт, ультрафіолетове випромінювання, фотомедичні технології.

Keywords: photomedicine, bioobject, ultraviolet radiation, photomedical technologies.

Дослідження впливу та поширення потоку світла в різних біологічних середовищах й виявлення зміни параметрів та явищ, які при цьому виникають, пов'язані із сучасним розвитком фотомедицини.

Фотодинамічна дія ультрафіолетового випромінювання при штучному опроміненні означеної області біооб'єкта (БО) не є достатньо дослідженою. Відомо, що ультрафіолетове випромінювання (із всього діапазону видимого світла) характеризується вищою енергією квантів та більшою різноманітністю відповідних реакцій БО, оскільки воно поглинається значною кількістю біохімічних компонентів клітин, різних рецепторів, шкіри, сполучної тканини тощо. Його широко застосовують у медицині, наприклад, для діагностики та терапії захворювань шкіри (екзем, псоріазу тощо). Лікувальна дія випромінювання залежатиме від вибраної довжини хвилі, інтенсивності, тривалості, локалізації та площі опромінення, а також від своєчасного виявлення *in vivo* змін реакції організму.

Відомо, що в деяких випадках може спостерігатися сенсабілізоване пошкодження нуклеїнових кислот, білків та ліпідів, порушення енергетичного обміну клітин внаслідок фотохімічного руйнування окремих компонентів, що в свою чергу потребує оперативного оцінювання цих змін в організмі.

З метою подальшого розвитку фотомедичних технологій виникає необхідність в удосконаленні пристроїв випромінювання із впровадженням контролю параметрів процесу й оцінюванням дози впливу на біооб'єкт, наприклад, при лікуванні захворювань шкіри методом фотоферезу (ФФ).

Таким чином, подальше дослідження існуючих джерел випромінювання (ДВ) та оптимальне регулювання їх параметрів із узгодженням стану БО (наявність зворотнього зв'язку), що має перспективи для ширшого застосування наведених технологій, які є актуальними для сучасної медицини.