НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ

ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Факультет електроніки

Кафедра електронних приладів та пристроїв

До захисту допущено

Завідувач кафедри, проф., д.т.н.

_____Л.Д.Писаренко

«____»_____ 2018 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

на здобуття ступеня бакалавра

з напряму підготовки **6.050802 – Електронні пристрої та системи**

на тему **«Прилад для комплексного виміру біологічних параметрів»**

Виконав:
Студент 6 курсу, гр. ДЕ-71 мп Осінній Ілля Олегович _____
Керівик
Завідувач кафедри, проф., д.т.н. **Писаренко Л.Д.** _____
Нормоконтроль:

Доцент кафедри ЕП та П, к.т.н. **Чадюк В.О** _____
Рецензент:

Доцент кафедри мікроелектроніки, к.т.н _____

КИЇВ

2018

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ 1

ВСТУП 2

Розділ 1. МЕТОДИ РЕЄСТРАЦІЇ СЕРЦЕВИХ СКОРОЧЕНЬ 4

1.1 Огляд методів вимірювання пульсу 4

1.1.1 Частота серцевих скорочень 4

1.1.2 Сфігмографія 5

1.1.3 Електрокардіографія 9

1.2 Оптичний метод пульсової оксиметрії 11

1.2.1 Оптичний метод пульсової оксиметрії 11

1.2.2 Принцип сучасної пульсоксиметрії 13

1.2.3 Застосування пульсоксиметрії 15

1.3 Обмеження пульсоксиметрії 16

1.3.1 Недоліки пульсової оксиметрії 16

1.3.2 Особливості установки датчику пульсу 17

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ 19

2.1 Огляд методів вимірювання температури об'єктів 19

2.2 Особливості вимірювання температури тіла людини 27

РОЗДІЛ 3. ОГЛЯД ПРИЛАДІВ АНАЛОГІВ ДИСТАНЦІЙНОГО І СТАЦІОНАРНОГО КОНТРОЛЮ ТЕМПЕРАТУРИ І ПУЛЬСУ 30

РОЗДІЛ 4. ПРОЕКТУВАННЯ ПРИЛАДУ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО ВИМІРУ БІОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ 35

4.1. Технічне завдання 35

4.2. Проектування функціональної схеми приладу 35

4.3. Конструкторсько-технологічний розрахунок друкованої плати 37

4.3.1.Мікропроцесорний блок параметрів температури та пульсу 37

4.3.2.Контактий датчик температури 45

4.3.3. Оптичний датчик пульсу 49

4.3.4. Стабілізатор напруги 54

4.3.5 Блок приймача 54

4.3.6. Блок індикації та блок управління 59

РОЗДІЛ 5. ПРОЕКТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ 62

5.1. Логіка роботи вимірювача - передавача 62

5.1.1. Установка fuse - бітів і lock - бітів мікроконтролера 62

5.1.2.Підпрограмна ініціалізація 63

5.1.3. Установка з'єднання 67

5.1.4. Вимірювання 68

5.1.5. Режим заниженого споживання 72

5.2. Логіка роботи приймача-індикатора 73

5.2.1.Підпрограма ініціалізація 74

5.2.2. Підпрограма ініціалізації дисплея 75

5.2.3. Відправлення значень 76

5.2.4. Прийом даних 76

5.2.5. Обробка даних 76

5.2.6. Режим заниженого споживання 77

РОЗДІЛ 6. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ 78

6.1.Маркетингові дослідження 78

6.1.1. Технічні характеристики приладу 78

6.1.2.Функціональні властивості приладу 79

6.1.3. Портрет споживача 79

6.1.4 Прилади аналоги 80

6.1.5. Фізичний і моральний знос приладу 80

6.1.6. Гарантійне обслуговування 80

6.1.7. Оцінка потенційного обсягу 81

6.1.8. Темпи зростання ринку 81

6.1.9. Життєвий цикл ринку 81

6.1.10. Рекламування 82

6.2.Технічне завдання 82

6.2.1. Принципова схема приладу 82

6.2.2. Технологічний процес виготовлення приладу 82

6.3. Розрахунок програми запуску і кількості робочих місць 83

6.3.1. Розрахунок програми запуску 83

6.3.2. Розрахунок потреби в технологічному обладнанні 83

6.4. Розрахунок потреби в обладнанні 85

6.5. Розрахунок вартості виробничих фондів(ОПФ) 87

6.6. Розрахунок фонду оплати праці 90

6.7. Оцінка ефективності виробництва проектованого приладу 96

РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ І НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА 100

7.1.Вступна частина 100

7.2.Аналіз умов праці в лабораторії 100

7.2.1. Короткий опис лабораторії 100

7.2.2.Ергономічні вимоги 101

7.2.3. Освітлення 102

7.2.4 Шум і вібрація 102

7.2.5 Метеорологічні умови 103

7.2.6 Травмування 103

7.2.7 Забруднення приміщення шкідливими речовинами 104

7.2.8 Шкідливі випромінювання 104

7.2.9 Електробезпека 105

7.2.10 Пожаровибухонебезпечність 105

7.3.Розрахунок блискавко захисту 106

7.3.1. Розрахунок захисного заземлення 106

7.4.Охорога навколишнього середовища 111

7.3.1. Розрахунок захисного заземлення 106

ВИСНОВКИ 114

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 115

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

ДОДАТОК Б

ДОДАТОК В

ДОДАТОК Г

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ І СКОРОЧЕНЬ

ЧСС – частота серцевих скорочень

МК – мікроконтролер

ІЧ– інфрачервоний

ДП– друкована плата

ЕКГ– електрокардіограма

ЕРС- електрорушійна сила

ПЕОМ – персональна електронно-обчислювальна машина;

ВДТ – візуальний дисплейний термінал;

БДП – багатошарова друкована плата;

ДПП – двостороння друкована плата;

КМ – контактний майданчик;

КПО – коефіцієнт природного освітлення;

ОДП – однобічна друкована плата;

ЦПП – центральний процесор;

ОЗП- оперативна запам’ятовуючий пристрій ;

ВСТУП

Особливе місце в розвитку медичної діагностики займає пульсометрія і термометрія тіла. Це методи дослідження, що дозволяють виміряти і оцінити частоту серцевих скорочень і температуру тіла пацієнта. Метод пульсометрії заснований на реєстрації змін світлопровідності судин, а метод термометрії на вимірі напруги на термоопорі.

У домашніх умовах вимірювання температури тіла є одним з найбільш важливих методів обстеження хворих та об'єктивного контролю за їх станом. Визначення частоти серцевих скорочень (пульсу) - один з найбільш простих, доступних і досить інформативних показників функціонального стану кровообігу. Для даних методів характерна стаціонарність, тобто необхідність знаходиться поруч з пацієнтом під час вимірювання даних фізіологічних показників. У зв'язку з цим розробка пристрою для дистанційного моніторингу фізіологічних показників людини в даний час є актуальною проблемою.

Пристрій для дистанційного моніторингу фізіологічних показників людини дозволяє віддалено стежити за температурою і частотою пульсу пацієнта. Пристрій закріплюється на внутрішній стороні плеча, що дозволяє точніше вимірювати температуру.

Метою роботи є дослідження методів вимірювання температури і пульсу людини, а також розробка пристрою для дистанційного моніторингу даних показників людини.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати методи реєстрації пульсу і температури тіла;

-виконати огляд існуючих приладів-аналогів;

- вибрати принцип реєстрації фізіологічних показників;

- розробити функціональну схему на основі технічних вимог;

- розробити принципову схему пристрою;

- описати логіку роботи приладу з розробкою алгоритмів;

- дати рекомендації щодо використання приладу.

Так само в приладі повинні бути використані радіомодулі для передачі даних вимірювань по радіоканалу на досить велику відстань.

Так як даний пристрій призначений для проведення медичних досліджень, пов'язаних з людиною, то він повинен володіти високими вимогами до електробезпеки.

Таким чином, перед нами постає завдання створення пристрою для дистанційного моніторингу основних фізіологічних показників людини, програмного забезпечення для реєстрації частоти серцевих скорочень і температури тіла.

РОЗДІЛ 1. МЕТОДИ РЕЄСТРАЦІЇ СЕРЦЕВИХ СКОРОЧЕНЬ

1.1 Огляд методів вимірювання пульсу

1.1.1 Частота серцевих скорочень

Частота серцевих скорочень (ЧСС) - синхронне з скороченням серця періодичне розширення кровоносних судин, видиме оком і визначається на дотик. При скорочені сердця артерії починають пульсувати, коли кров проходить через них. Зазвичай пульс рахують протягом 6 - 10 секунд то і множать відповідно його на 10 і 6 (рахунок протягом 6 секунд застосовують на висоті навантаження), але будемо враховувати те, що частота пульсу змінюється, тому результат може відрізнятися, тому в ідеалі треба відраховувати повну хвилину . Пульс здорового нетренованого чоловіка в спокійному стані становить - 60-80 ударів в хвилину, жінки становить - 75-80. Частота пульсу може збільшуватися на фоні фізичних навантаженнь, зміні емоційного стану, а також при пов'язаних з дефіцитом гемоглобіну в крові та інших захворюваннях, так як організм людини реагує на вимогу органам і тканинам підвищеного кровопостачання тим самим підвищужться частота серцевих скорочень (ЧСС).

Пульс також може змінюватися також за рахунок зростання (зворотної залежності - чим вище зростання, то тим самим буде менше кількість серцевих скорочень за одну хвилину), вік (пульс у новонародженої дитини в стані спокою дорівнює 120-140 ударам в хвилину, і тільки близько 15 років досягає норми), стать (у чоловіків , як правило, нижчий, ніж він є у жінок), тренованість організму (при схильності організму до постійних активних та фізичних навантажень пульс в стані спокою зменшується). У професійних спортсменів пульс до навантаження становить 40-50 ударів за хвилину. У нетренованих людей ЧСС після вправ з гантелю 5 кг становить близько 100-120 ударів в хвилину, після бігу 5-10 вилин ЧСС становить 120-150 ударів в хвилину, після великих фізичних навантажень, таких, як: тривалий біг(20 і більше хвилин), сильне навантаження на м'язи і т. п. ЧСС може становити 160-200 уд/хв.

Для відстежень значенння ЧСС та сатурації крові киснем зазвичай використовують метод пульсоксиметрії. Так само для реєстрації пульсу використовують п'єзодатчики (сфімографія) або одне відведення ЕКГ [1].

1.1.2 Сфігмографія

Сфігмографія - неінвазивний механокардіографіческій метод, який напрвлений на вивчення коливань артеріальної стінки, зумовлених викидом ударного обсягу крові в артеріальний русло. При кожному наступному скороченні серця підвищується тиск в артеріях і має місце приріст їх поперечного перерізу, потім відбувається відновлення вихідного значення. Цей цикл перетворень має назву артеріального пульсу, а запис його в динаміці - сфігмограма. Існують сфігмограми центрального пульсу (запис ведеться на великих артеріях, які близько розташовані до серця: підключичної, сонної артерії) і периферичного (реєстрація здійснюється з більш дрібних судин).

На даний момент для зняття сфігмограми використовують п'єзоелектричні датчики, які дозволять достатньо точно відтворити криву пульсової хвилі, а й виміряти швидкість поширення пульсової хвилі [2].

Сфігмограма має певні розпізнавальні точки і при синхроному записі з ЕКГ і ФКГ тому ми маємо можливість проаналізувати фази серцевого циклу окремо для правого і лівого шлуночків. Записати сфигмограмму нескладно. Зазвичай одночасно накладають 2 і більше п'єзодатчиків або виробляють синхронний запис з електро- і фонокардіограми. У першому випадку дослідження спрямоване на визначення швидкості поширення пульсової хвилі по судинах еластичного та м'язового типів (датчики розташовують біля сонної, стегнової і променевої артерій). Для отримання кривих, придатних до розшифровки, датчики слід розташовувати на передній борозні на рівні сонної артерії, біля стегнової артерії і в зоні максимальної пульсації біля променевої артерії. Записується сфигмограмма при швидкості руху механізму протягування стрічки 50-100 мм / с. Морфологія кривих, записаних з великих і периферичних судин - різна. Крива сонної артерії має досить складну морфологію. На початку кривої є маленька хвиля «а»

(предсістолічна хвиля), за якою слідує крутий підйом (анакрота «а-б»), який відповідає періоду швидкого вигнання крові з лівого шлуночка в аорту (запізнення між відкриттям клапанів аорти і появою пульсу на сонній артерії дорівнює приблизно 0,02 с), потім на деяких кривих видно дрібні осциляції. Надалі крива різко опускається донизу (Дикротичниа хвиля «в-г»). Тобто, значення цієї частини кривої від- це відображення періоду повільного надходження крові в судинне русло (під меншим тиском). Кінець кривої - це закінчення систоли, реєструється виїмка (інцізура «д») - кінець фази вигнання. У ній можна відміряти короткий підйом («$д_1$»), викликаний зачиненням напівмісячних клапанів аорти, він чітко збігається з II тоном синхронно записаної фонокардіограмми. Потім крива поступово падає (пологий спуск), на спуску в більшості випадків видно невеличке підвищення («е»). Ця частина кривої відображає діастолічний період серцевої діяльності.

Морфологія кривої периферичного пульсу менш складна. У ній розрізняють 2 коліна: висхідний - анакрота «а» (обумовлене раптовим підйомом тиску в досліджуваній артерії) з додатковою дикротичної хвилею «б» і спадний (рисунок 1.1).

Аналазування морфології кривої центрального пульсу зазвичай спрямоване на вивчення тимчасових характеристик серцевого циклу Е. Б. Бабський і В. Л. Карпман запропонував рівняння які приведенні нище розрахунку систоли та діастоли:

$$S = 0{,}324\ C;\ S = 0{,}183\ C + 0{,}142,$$

де S - тривалість систоли, C - серцевий цикл.

Рис. 1.1 -Електричні характеристики роботи серця

Як відомо, ці показники корелюють з ЧСС. Якщо при даній ЧСС реєструється подовження систоли на 0,02 с і більше, то можна констатувати наявність збільшеного об'єму діастоли (підвищений венозний приплив крові до серця або застійні явища в серці в стадії компенсації). Вкорочення систоли вказує на ураження міокарда (дистрофія та ін.).

З морфології кривої можна отримати уявлення про особливості вигнання крові з лівого шлуночка при різних патологічних станах. Крутий підйом кривої (більш ніж в нормі) з висхідним плато характерний для підвищеного тиску в аорті і периферичних судинах, а ранній пік з низькою систолічною вершиною, що переходить в швидке зниження з глибокої інцизурою, відповідає низькому тиску в аорті. Досить типові криві записуються при недостатності аортальних клапанів (висока початкова амплітуда і швидке діастолічний падіння), при аортальному стенозі (низька амплітуда кривої з коротким початковим підйомом і різко вираженою анакротической інцизурою) і ін.

Синхронний запис сфігмограми сонної, стегнової і променевої артерій дозволяє визначити швидкість поширення пульсової хвилі. Для розрахунку «часу запізнювання пульсу» виробляють лінійні вимірювання наступних відстаней: l_1 - між точками розташування датчика пульсу на сонній артерії і яремної вирізки грудини, l_2 - від яремної вирізки грудини до пупка; l_3 - від пупка до місця накладення датчика пульсу на стегновій артерії, l_4 - від яремної вирізки грудини до місця фіксації датчика на променевої артерії при витягнутій під прямим кутом

до тулуба руці. Визначення часу запізнювання початку підйому. Записана сфігмограма лежить в основі аналізу швидкості поширення пульсової хвилі.

При визначенні різниці в часі появи підйому кривих сонної і стегнової артерій розраховується швидкість поширення пульсової хвилі по судинах еластичного типу (C_e):

$Ce = l_2 + l_3 - l1 / t_e$,

де t_e - час запізнювання пульсової хвилі від сонної до стегнової артерій.

Розрахунок швидкості поширення пульсової хвилі по судинах м'язового типу здійснюється за формулою: $CM = l_2 + l_3 – l_1 / t_м$, де $t_м$ - час запізнювання пульсової хвилі від сонної до променевої артерій.

Таблиця 1.1 - Залежність швидкості поширення пульсової хвилі від віку

Вік, роки	Величина, см/с
15-20	470
21-25	520
26-36	620
37-45	785
46-55	930
56-60	1000

Дані розраховуються в 5-10 комплексах і виводяться середні величини в см / с. Ставлення швидкості поширення пульсової хвилі по судинах м'язового типу до швидкості поширення пульсової хвилі по судинах еластичного типу у здорових людей знаходиться в межах 1,1-1,3. Швидкість поширення пульсової хвилі визначається пружними властивостями артеріальної стінки і змінюється з віком - від 400 см / с у дітей до 1000 см / с у осіб старше 65 років (таблиця 1.1) [3]

1.1.3 Електрокардіографія

Електрокардіографія – даний метод дослідження базується на електрофізіологічному дослідження діяльності серця в нормі та патології, будується на реєстрації та аналізі електричної активності міокарда, що розповсюджується по серцю протягом серцевого циклу. Даниий метод реалізується з - електрокардіографа. Записувана крива називається - електрокардіограма (ЕКГ) . ЕКГ - відображає різницю потенціалів в двох точках електричного поля серця,протягом серцевого циклу. У відповідних місцях на тіло пацієнта накладають два електроди, один - позитивний полюс, інший – мінус (з'єднані з полюсами + та – електрокардіографічної машини). Певне взаємне розташування ціх електродів називають електрокардіографічнім відведенням, а умовно пряму лінію між ними - віссю даного відведення. На звичайній ЕКГ величина електрорушійної сили (ЕРС) серця та її напрямок, зображується у вигляді динаміки проекції вектора ЕРС на вісь відведення, тобто на лінію, а не на площину, як це відбувається під час запису, що відображає просторову динаміку напрямки ЕРС серця в проекції на площинах. Щоб з її допомогою отримати просторове уявлення про зміни електричних процесів в серці, ЕКГ зніматі при різному положенні електродів, тобто в різніх відведеннях, осі яких не паралельні.

Основи електрокардіографії побудовані на законах електродинаміки, що застосовуються до електричних процесів, що відбуваються в серці в зв'язку з рітмічною генерацією електричного імпульсу водієм ритму серця та поширення електричного збудження по провідній системі серця і міокарду. Після генерації імпульсу в синусовому вузлі збудження поширюється спочатку на праві, а через 0,02 с і на ліве передсердя, потім після нетривалої затримки в атріовентрікулярному вузлі переходячи на перегородку і синхронно охоплює правий и лівий шлуночок серця, що викликає скорочення. Тим самим, кожна збуджена клітина стає елементарним диполем: сума цих диполів є так званимим дипольним еквівалентом. В тілі виникає електричне поле за рахунок поширення збудження по серцю. Зміна різниці потенціалів в 2 точках, протягом серцевого

циклу, цього поля сприймається електродом електрокардіографа та реєструється у вигляді зубців ЕКГ, спрямованостей від ізоелектрічної лінії вгору (позитивні зубці) або вниз (негативні зубці) –це залежить напряму від напрямку ЕРС між самими полюсами електродів. Амплітуда зубців, яка вимірюється в мілівольтах.

Основоположник ЕКГ Ейнтховен (W. Einthoven) запропонував реєструвати різницю потенціалів у фронтальній площині тіла в трьох стандартних відведеннях (рис.1.2) - як з вершин рівностороннього трикутника, за які прийнято: праву руку, ліву руку і лонне зчленування (в практиці в якості третьої вершини використовується ліва нога). Лінії між цими вершинами, тобто боку трикутника, є осями стандартних відведень.

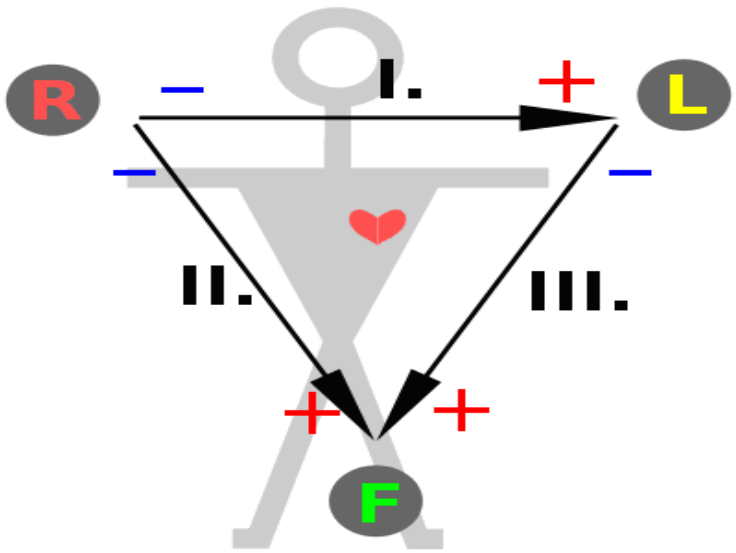


Рис. 1.2 - Три стандартні відведення ЕКГ

І стандартне відведення відповідає розташуванню реєструванню електродів на правій і лівій руці, II - лівій нозі та правій нозі, III – лівв нога та ліва рука. Так би мовити, що центр трикутника Ейнтховена проектується сумарний вектор ЕРС, що є сумою безлічі елементарних векторів ЕРС клітин міокарда. Величина інтегрального вектора ЕРС серця і направлення його до простору та залежать від самої маси міокарда, розташування серця в грудній клітці. Величини проекції серцевого вектора на сторони трикутника Ейнтховена в кожен момент часу визначаються рівнянням: III = II + I, де I, II, III - алгебраїчна сума амплітуд

сигналів, зареєстрованих відповідно в I, II і III відведеннях. Дане співвідношення має назву правило Ейнтховена, тож, середньою електричною віссю серця називають - напрямок середньої проекції інтегрального вектора ЕРС шлуночків серця на фронтальну площину тіла. Її визначають по співвідношенню позитивних і негативних зубців комплексу QRS в I і III відведеннях, знаючи, що позитивні зубці утворюються, якщо вектор направлений в сторону позитивного електрода, а негативні, якщо вектор направлений до негативного або до так званого індиферентному (об'єднаному) електроду. Данний електрод використовують для реєстрації ЕКГ в однополюсних (уніполярних) відведеннях - від кінцівок і грудних, призначених для реєстрації проекції вектора серця на горизонтальну площину тіла. Також індиферентний електрод об'єднує через що змішують резисторні потенціали обох кінцівок: верхньої і лівої нижньої. Уявні осі грудних однополюсних відведень з'єднуються в точки накладення позитивних електродів з центром серця, потенціал має бути близько нуля у данному випадку. Таким чином, однополюсні відведення фактично є двополюсними (однополюсними їх називають за традицією) так, як полюса цих відведень лежать на одній осі з «електричним центром» серця.

1.2 Оптичний метод пульсової оксиметрії

1.2.1 Метод пульсової оксиметрії

Пульсова оксиметрія є найбільш доступним методом моніторингу хворих у багатьох умовах, особливо при обмеженому фінансуванні. Вона дозволяє при певному навику оцінювати кілька параметрів стану хворого.

Після успішного впровадження в інтенсивну терапію, палатах пробудження і під час анестезії, метод почав використовуватися і в інших областях медицини, наприклад, в загальних відділеннях, де персонал не проходив адекватного навчання по використанню пульсоксиметрії. Цей метод має свої недоліки і обмеження, а в руках ненавченого персоналу можливі ситуації, які загрожують безпеці хворого.

Пульсоксиметр вимірює насичення артеріального гемоглобіну киснем. Технологія складна, але має два основних фізичних принципу. Перший-це,в залежності від насичення крові киснем поглинання гемоглобіном світла двох різних по довжині хвиль буде також змінюватися. Другий-це світловий сигнал, проходячи через тканини, стає пульсуючим через зміну обсягу артеріального русла при кожному скороченні серця. Цей компонент може бути відділений мікропроцесором від непульсуючої, що йде від вен, капілярів і тканин.

На роботу пульсоксиметра впливають багато факторів. Це можуть бути зовнішній світ, тремтіння, патологічний гемоглобін, частота і ритм пульсу, робота серця. Пульсоксиметр не дозволяє судити про якість вентиляції, а показує тільки ступінь оксигенації, що може дати помилкове відчуття безпеки при інгаляції кисню. Наприклад, можлива затримка появи симптомів гіпоксії при обструкції дихальних шляхів. І все ж оксиметрія є дуже корисним видом моніторингу кардіореспіраторної системи, що підвищує безпеку хворого.

Пульсоксиметр вимірює:

А) Насичення гемоглобіну артеріальної крові киснем - середня кількість кисню, пов'язане з кожною молекулою гемоглобіну. Дані видаються у вигляді відсотка насичення і звукового сигналу, висота якого змінюється в залежності від сатурації.

Б) Частота пульсу - удари в хвилину в середньому за 5-20 секунд.

Пульсоксиметр не дає інформації про:

- вмісті кисню в крові;

- кількості розчиненого в крові кисню;

- дихальному обсязі, частоту дихання;

- серцевому викиді або артеріальному тиску.

1.2.2 Принципи сучасної пульсоксиметрії

Кисень транспортується кровотоком головним чином в пов'язаному з гемоглобіном вигляді. Одна молекула гемоглобіну може перенести 4 молекули кисню і в цьому випадку вона буде насичена на 100%. Середній відсоток насичення популяції молекул гемоглобіну в певному обсязі крові і є кисневою сатурацією крові. Дуже невелика кількість кисню переноситься розчиненим у крові, однак пульсоксиметром не вимірюються.

Відношення між парціальним тиском кисню в артеріальній крові (PaO_2) і сатурацією відбивається в кривій дисоціації гемоглобіну (рис 1.3). сигмовидна форма кривої відображає розвантаження кисню в периферичних тканинах, де PaO_2 низький. Крива може зрушуватися вліво або право при різних станах, наприклад, після гемотрансфузії.

Сучасний цифровий пульсоксиметр складається з периферичного датчика, мікропроцесора, дисплея, що показує криву пульсу, значення сатурації і частоти пульсу. Більшість апаратів мають звуковий сигнал певного тону, висота якого пропорційна сатурації, що дуже корисно, якщо не видно дисплей пульсоксиметра. Датчик встановлюється в периферичних відділах організму, наприклад, на пальцях, мочці вуха або крилі носа. У датчику перебувають два світлодіода, один з яких випромінює видиме світло червоного спектра (660 нм), інший - в інфрачервоному спектрі (940 нм). Світло проходить через тканини до фотодетектора, при цьому частина випромінювання поглинається кров'ю і м'якими тканинами залежно від концентрації в них гемоглобіну. Кількість поглиненого світла кожної з довжин хвиль залежить від ступеня оксигенації гемоглобіну в тканинах. Мікропроцесор здатний виділити з спектра поглинання пульсової компонент крові, тобто відокремити компонент артеріальної крові від постійного компонента венозної або капілярної крові.

Мікропроцесори останнього покоління здатні зменшити вплив розсіювання світла на роботу пульсоксиметра. Багаторазове поділ сигналу в часі виконується за допомогою циклічної роботи світлодіодів: включається червоний, потім інфрачервоний, потім обидва відключаються, і так багато разів в секунду, що

дозволяє усунути фоновий "шум". Нова можливість мікропроцесорів це квадратичне багаторазове поділ, при якому червоний і інфрачервоний сигнали розділяються по фазах, а потім знову комбінуються. При такому варіанті можуть бути усунені перешкоди від руху або електромагнітного випромінювання, тому що вони не можуть виникати в одну і ту ж фазу двох сигналів світлодіодів.

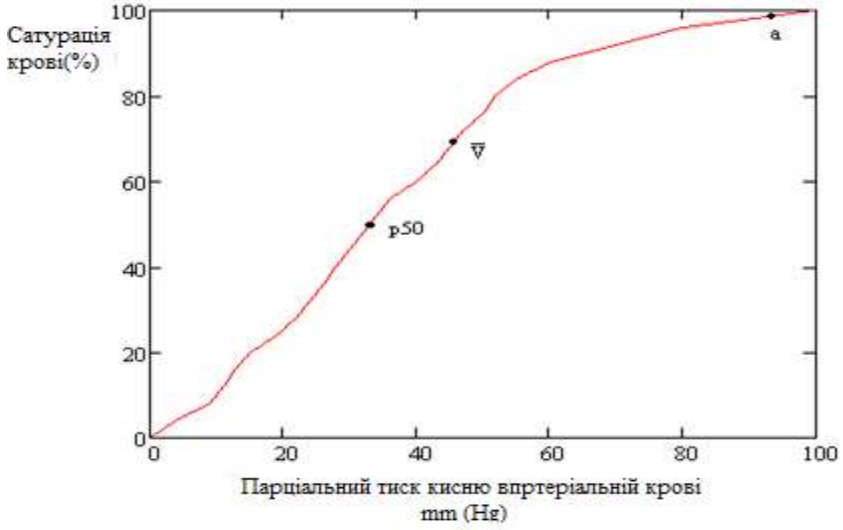


Рис. 1.3 - Крива дисоціації оксигемоглобіну, де

a - значення для артеріальної крові

v - значення для змішаної венозної крові

P_50 - $Pa0_2$ при сатурації 50%

Сатурація обчислюється в середньому за 5-20 секунд. Частота пульсу розраховується по числу циклів світлодіодів і впевненим пульсуючим сигналам за певний проміжок часу.

За пропорції поглиненого світла кожної з частот мікропроцесор обчислює їх коефіцієнт. У пам'яті пульсоксиметра є серія значень насичення киснем, отримані в експериментах на добровольцях з гіпоксичної газової сумішшю. Мікропроцесор порівнює отриманий коефіцієнт поглинання двох довжин хвиль світла з зберігаються в пам'яті значеннями. Оскільки неетично знижувати насичення

киснем у добровольців нижче 70%, то необхідно визнати, що значення сатурації нижче 70%, отримане з пульсоксиметра, не є надійним.

Відображена пульсоксиметрія використовує відбите світло, тому може застосовуватися проксимальніше (наприклад, на передпліччі або передній черевній стінці), проте в цьому випадку буде важко зафіксувати датчик. Принцип роботи у такого пульсоксиметра той же, що і у трансмісійного [6].

1.2.3 Застосування пульсоксиметрії

Пульсоксиметр - простий портативний монітор типу «все в одному», що відслідковує сатурацію, частоту пульсу і регулярність ритму є найкращим в «польових умовах». Прилад є безпечним неінвазивним монітором кардіо-респіраторного статусу критичних хворих у відділенні інтенсивної терапії, а також при всіх видах анестезії. Пульсоксиметр може використовуватися при ендоскопії, коли хворим проводиться седація мідазоламом і для діагностики ціаноз. Зручно використовувати під час транспортування хворого, в галасливих умовах (в літаку, вертольоті.). У цих умовах звуковий сигнал і тривога можуть бути не почуті, однак крива пульсової хвилі і значення сатурації дають загальну інформацію про кардіо-респіраторному статус.

Дана методика використовується для оцінки життєздатності кінцівок після пластичних і ортопедичних операцій, протезування судин. Пульсоксиметрія вимагає пульсуючого сигналу, і таким чином допомагає визначити, чи отримує кінцівку кров.

За допомогою пульсоксиметра можна зменшити частоту взяття крові для дослідження газового складу у хворих у відділенні інтенсивної терапії, особливо в педіатричній практиці.

Пульсоксиметрія так само дає можливість обмежити у недоношених немовлят ймовірність розвитку ушкодження легенів і сітківки киснем (сатурацію підтримують на рівні 90%). Хоча пульсоксиметр і калібрують за гемоглобіну

дорослих (HbA), спектр поглинання HbA і HbF в більшості випадків ідентичний, що робить методику настільки ж надійною і у немовлят.

Під час торакальної анестезії, коли одне з легких коллабірується, допомагає визначити ефективність оксигенації в останньому легкому.

Оксиметрія плоду – це методика яка розвивається. Використовується відображена оксиметрія, світлодіоди з довжиною хвиль 735 нм і 900 нм. Датчик поміщається над скронею або щокою плода. Датчик повинен бути стерильним. Його важко закріпити, через це, отримані дані не стабільні за фізіологічними і технічних причин [6].

1.3 Обмеження пульсоксиметрії

1.3.1 Недоліки пульсової оксиметрії

Пульсоксиметрія дає хорошу оцінку оксигенації, але не дає прямої інформації про прогресуючих порушеннях дихання. Критичні хворі. У критичних хворих ефективність методу мала, так як перфузія тканин у них погана і пульсоксиметр не може визначити пульсуючий сигнал.

При попаданні яскравого зовнішнього світла, наявності тремтіння або руху можуть створювати пульсоподібну криву і можн виникати значення сатурації без пульсу.

Виникають ситуації, коли значення сатурації не дійсні, це може статися через аномальні типи гемоглобіну (метгемоглобін при передозування прилокаїну), в цій сітаціі сатурація може бути на рівні 85%. Або карбоксигемоглобін, який проявляється при отруєнні чадним газом може давати значення сатурації близько 100%.

Неточність в вимірювання можуть вносити речовини на поверхні тіла людини: барвники, лак для нігтів.

Прийнято вважати значення сатурації нижче 70% неточним, тому що немає контрольних значень для порівняння. Так само порушення ритму серця може порушувати сприйняття пульсоксиметром пульсового сигналу.

Запізнючийся монітор - це значить, що парціальний тиск кисню в крові може знижуватися набагато швидше, ніж почне знижуватися сатурація. Якщо здоровий дорослий пацієнт буде дихати 100% киснем протягом хвилини, а потім вентиляція припиниться з яких-небудь причин, може пройти кілька хвилин, перш ніж сатурація почне знижуватися. Пульсоксиметр в цих умовах попередить про потенційно фатальний ускладненні лише через кілька хвилин після того, як воно сталося.

Затримка реакції пов'язана з тим, що сигнал усереднений. Це означає, що існує затримка 5-20 секунд між тим, як реальна киснева сатурація починає падати і змінюються значення на дисплеї пульсоксиметра [6].

1.3.2 Особливості установки датчика пульсу

Необхідно, щоб обидві частини датчика знаходилися симетрично, інакше шлях між фотодетектором і світлодіодами буде нерівним і одна з довжин хвиль буде «перевантаженою». Зміна положення датчика часто призводить до раптового «поліпшення» сатурації. Цей ефект може бути пов'язаний з непостійним кровотоком через пульсуючі шкірні венули. Слід звернути увагу, що форма хвилі при цьому може бути нормальною, тому що вимір проводиться тільки за однією з довжин хвиль [6].

Оскільки, розроблений прилад повинен мати малі масоогабаритні показниками, бути придатним до дітей, то для реалізації поставленого завдання слід використовувати оптичний метод реєстрації пульсу. Даний метод полягає в накладенні оптичного датчика, який знаходиться на поверхні корпусу приладу, над посудиною. При використанні одного відведення Ейнтховена слід знімати потенціали з шкіри людини, а для цього потрібні дроти, що в свою чергу приносить незручності, а використання методу сфігмографії, зобов'язує до

використання манжети і мініатюрного електронасоса, що в свою чергу веде до збільшення габаритів приладу і його вартості .

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ

2.1 Огляд методів вимірювання температури об'єктів

Термометр - пристрій для вимірювання поточної температури. Винахідником термометра ,відомо, що вже в 1597 році він створив якийсь прилад, що нагадує термометр. Схема прообразу термометра була наступною: це був посудину з трубкою, що містить повітря, відділений від атмосфери стовпчиком води; він змінював свої покази від зміни температури та від зміни атмосферного тиску (рисунок 2.1).

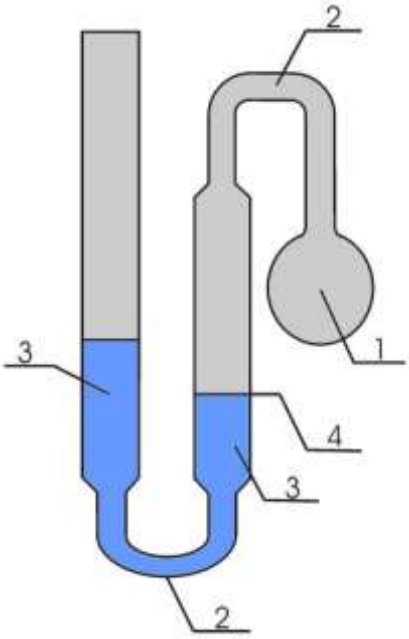


Рис 2.1 Газовий термометр постійного об'єму

1 - посудина з газом, 2 - з'єднувальні трубки,

3 манометр, 4 - постійний рівень

Існує величезна кількість видів термометрів - електронні термометри, цифрові, термометри опору, біметалічні термометри, інфрачервоні термометри (іч термометри), дистанційні термометри, електроконтактні термометри. І, звичайно ж, найбільш популярні - спиртові та ртутні термометри. Крім безпосередньо термометрів у продажу широко представлені оправи до термометрів, манометричні термометри (термоманометри), портативні пірометри, гігрометри

термометри, термометри барометри, тонометри термометри, термопари та інше обладнання [7].

Рідинні термометри

Рідинний термометр - це, як правило, термометр зі скла (скляний термометр), побачити який можна практично скрізь. Рідинні термометри бувають як побутовими, так і технічними (термометр ТТЖ - термометр технічний рідинний). Рідинний термометр працює за простою схемою - обсяг рідини всередині термометра змінюється при зміні температури навколо неї. Рідина, що знаходиться в термометрі, займає менший обсяг капіляра при низькій температурі, а при високій температурі рідина в стовпчику термометра починає збільшуватися в обсязі, тим самим буде розширюватися, і підніматися вгору. Зазвичай в рідинних термометрах застосовується або спирт, або ртуть. Температура, яка вимірюється рідинним термометром, перетворюється в лінійне переміщення рідини, шкала наноситься прямо на поверхню капіляра або прикріплюється до нього зовні.

Різниця коефіцієнтів об'ємного розширення термометричної рідини і скла, обсяг резервуару і діаметра капіляра визначає чутливість термометру. Зазвичай чутливість лежить в межах 0,4 ... 5 мм / ^{o}C (для деяких спеціальних термометрів 100 ... 200 мм / $^{\circ}$ C). Технічні рідинні скляні термометри застосовують для вимірювання температур від -30 до 600 $^{\circ}$C [8].

Манометричні термометри

Дія манометричних термометрів засноване на зміні тиску газу, пари або рідини в замкнутому просторі при зміні температури. Манометрический термометр складається з термобаллона, гнучкого капіляра і власне манометра. Залежно від заповнює речовини манометрические термометри діляться на газові (термометр ТПГ, термометр ТДГ і ін.).Область виміру температур манометричними термометрами коливається в діапазоні від -60 до + 600 ° C [8].

Резистивні датчики

Дія термометрів опору грунтується на властивості тіла змінювати електричний опір при зміні температури. У металевих термометрах опір зі зростанням температури збільшується практично лінійно. У напівпровідникових термометрах опору воно навпаки, зменшується. Металеві термометри опору виготовляють з тонкої мідної або платинового дроту, вміщеній в електроізоляційний корпус. Залежність електричного опору від температури (для мідних термометрів діапазон від -50 до +180 °С, для платинових діапазон від -200 до +750 °С) вельми стабільна і відтворена. Це забезпечує взаємозамінність термометрів опору [8].

Напівпровідникові термометри опору (термістори) для вимірювань в промисловості застосовують рідко, хоча їх чутливість набагато вище, ніж дротяних термометрів опору. Це пояснюється тим, що градуйовані характеристики термісторів значно відрізняються один від одного, що ускладнює їх взаємозамінність. Термометри опору представляють собою первинні перетворювачі з зручним для дистанційної передачі сигналом - електричним опором, для вимірювання такого сигналу зазвичай застосовують автоматичні урівноважені мости. При необхідності вихідний сигнал термометра опору може бути перетворений в уніфікований сигнал. Для цього в вимірювальну ланцюг включають проміжний перетворювач. В цьому випадку вимірювальним буде прилад для вимірювання постійного струму [8].

Термоелектричні датчики

Принцип дії термоелектричних термометрів заснований на властивості двох різнорідних провідників створювати терморухаючу силу при нагріванні місця їх з'єднання - спаяний. Провідники в цьому випадку називаються термоелектроди, а все пристрій - термопарою. Величина терморухаючої сили термопари залежить від матеріалу термоелектродів і різниці температур гарячого спаю і холодних спаїв. Тому при вимірюванні температури гарячого спаю температуру холодних спаїв стабілізують або вводять поправку на її зміну.

У промислових умовах стабілізація температури холодних спаїв термопари скрутна, тому зазвичай користуються другим способом - автоматично вводять поправку на температуру холодних спаїв. Для цього застосовують неврівноважений міст, що включається послідовно з термопарою. В одне плече такого моста включений мідний резистор, розташований біля холодних спаїв. При зміні температури холодних спаїв термопари змінюється опір резистора і вихідна напруга неврівноваженого моста. Міст підбирають таким чином, щоб зміна напруги дорівнювало за величиною і протилежно по знаку, зміни терморухаючої сили термопари внаслідок коливань температури холодних спаїв. Термопари є первинними перетворювачами температури в терморухаючу силу - сигнал, зручний для дистанційної передачі. Тому в вимірювальну ланцюг за термопарою може бути відразу включений вимірювальний прилад для вимірювання терморухаючої сили термопари. Зазвичай застосовують автоматичні потенціометри. Якщо терморухаючу силу термопари перетворять в уніфікований сигнал проміжним перетворювачем, то компенсація температури холодних спаїв проводиться неврівноваженим мостом, який входить до складу перетворювача. Мідний резистор розміщують в потенціометрі або проміжному перетворювачі. Отже, там же повинні знаходитися і холодні спаї термопари. У цьому випадку довжина термопари повинна бути дорівнює відстані від місця вимірювання температури до місця установки приладу. Така умова практично неможливо виконати, так як термоелектроди термопар (жорстка дріт) незручні для монтажу. Тому для з'єднання термопари з приладом застосовують спеціальні сполучні дроти, подібні по термоелектричним властивостям до термоелектродних термопар. Такі дроти називаються компенсаційними. З їх допомогою холодні спаї термопари переносяться до вимірювального приладу або перетворювача. У промисловості застосовують різні термопари, термоелектроди яких виготовлені як з чистих металів (платина), так і зі сплавів хрому і нікелю (хромель), міді і нікелю (копель), алюмінію і нікелю (алюмель), платини і родію (платинородій), вольфраму і ренію (вольфрамреній). Матеріали термоелектродів визначають граничне значення вимірюваної температури. Найбільш поширені термо

електродний пари утворюють стандартні термопари: хромель-копель (гранична температура 600 °С), хромель-алюмель (гранична температура 1000 ° С), платинородій-платина (гранична температура 1600 ° С) і вольфрамреній з 5% ренія- вольфрамреній з 20 % ренію (гранична температура 2200 °С). Промислові термопари відрізняються високою стабільністю характеристик, що дозволяє замінювати їх без будь-якої переналагодження інших елементів вимірювального ланцюга. Термопари, як і термометри опору, встановлюють в захисних чохлах, на яких зазначений тип термопари [8].

Електроконтактні термометри

Електроконтактні термометри призначені для сигналізації при заданій температурі і для включення або виключення відповідного обладнання при досягненні цієї температури. Електроконтактні термометри можуть працювати в системах для підтримки постійної (заданої) температури від -35 до + 300 ° С в різних промислових, лабораторних, енергетичних та інших установках. Виготовляються дані прилади за технічними умовами підприємства. У загальному випадку електроконтактні термометри конструктивно поділяються на 2 види: термометри зі змінною (яка встановлюється) температурою контактування, термометри з постійною (заданої) температурою контактування (так звані термоконтактори). Електроконтактні термометри типу ТПК зі змінним контактом виготовляються з вкладеною шкалою. Шкальна пластина зі скла молочного кольору з нанесеними на неї поділками шкали і оцифруванням дозволяє проводити візуальний контроль температурних режимів в установках. термоконтактори виготовляються з масивної капілярної трубки, мають один або два робочих контакту, тобто одну або дві фіксовані температури контактування. Застосовуються при зануренні в вимірювану середу до з'єднувального (нижнього) контакту.

Термометри мають магнітний пристрій, за допомогою якого робоча точка контактування змінюється в діапазоні всього інтервалу температур.

Електроконтактні термометри і термоконтактори працюють в ланцюгах постійного і змінного струму в безіскровому режимі. Допустима електричне навантаження на контактах цих приладів не більше 1 Вт при напрузі до 220 В і силі струму 0,04 А. Для включення в електроланцюг термоконтактори забезпечені припаяними гнучкими провідниками. Термометри підключаються до ланцюга за допомогою контактів під кришкою [8].

Цифрові термометри

Цифрові, як і будь-які інші термометри, - це прилади, призначені для вимірювання температури. Перевагою цифрових термометрів є те, що вони мають малі розміри, широкий діапазоном вимірюваної температури в залежності від використовуваних зовнішніх датчиків температури. Зовнішні датчики температури може бути як термопари різних типів, так і термометри опору, мати різні форми і сфери застосування. Наприклад, є зовнішні датчики температури для газоподібних, рідких і твердих тіл. Цифрові термометри представляють собою високоточні, високошвидкісні прилади. В основі цифрового термометра лежить аналого-цифровий перетворювач, що працює за принципом модуляції. Параметри термометра в сенсі похибки вимірювань цілком визначаються датчиками. Цифрові термометри можуть застосовуватися в побутових цілях і для контролю технологічних процесів в будівництві, в тому числі дорожньому, а також в будівельній індустрії, сільському господарстві, деревообробної, харчової та інших галузях промисловості. Цифрові термометри мають пам'ять вимірювань і можуть забезпечувати кілька режимів спостереження [8].

Конденсаційні термометри

Конденсаційні термометри реалізують залежність пружності насичених парів низькокиплячої рідини від температури. Оскільки ці залежності для використовуваних рідин (хлористий метил, етиловий ефір, хлористий етил, ацетон і ін.) Нелінійні, отже, і шкали термометрів нерівномірні. Однак ці прилади мають більш високу чутливість, ніж, наприклад, газові рідинні. У конденсаційних термометрах вимірюють тиск насиченої пари над поверхнею рідини, неповно

заповнює термосистему, тому що зміна тиску відбувається непропорційно – тому дані прилади мають нерівномірні шкали. Межі вимірювань від -20 до 310 °С [8].

Газові термометри

В основу принципу дії газового термометра покладена залежність між температурою і тиском термометричної (робочої) речовини, позбавленого можливості вільно розширюватися при нагріванні. Газові манометричні термометри базуються на залежності температури і тиску газу, укладеного в герметично замкнутій термосистемі. У газових термометрах (зазвичай постійного обсягу) зміна температури прямо пропорційно тиску в діапазоні вимірюваних температур від - 120 до 600 °С. На вимірі температури газовими термометрами побудовані сучасні температурні шкали. Процес вимірювання полягає у приведенні балона з газом в стан теплової рівноваги з теплом, температуру якого вимірюють, і у відновленні початкового об'єму газу. Газовий термометр високої точності - досить складний пристрій. Необхідно враховувати не ідеальність газу, теплове розширення балона і сполучної трубки, зміна складу газу всередині балона (сорбцію і дифузію газів), зміна температури уздовж сполучної трубки.

Переваги: шкала приладу практично рівномірна. Недоліки: порівняно велика інерційність і великі розміри термобалона [8].

Спиртові термометри

Термометр спиртовий відноситься до термометрів розширення і є підвидом рідинного термометра. Принцип дії термометра спиртового заснований на зміні обсягу рідин і твердих тіл при вимірюванні температури. Таким чином, в даному термометрі використовується здатність рідини, закладеної в посудину, до розширення і стиснення. Зазвичай скляна капілярна трубочка закінчується кулястим розширенням, яке служить резервуаром для рідини. Чутливість такого термометра знаходиться в зворотній залежності від площі поперечного перерізу капіляра і в прямій - від обсягу резервуара і від різниці коефіцієнтів розширення даної рідини і скла. Чутливі термометри мусять мати великі резервуари і тонкі

трубки, рідини, які використовуються в них повині зі збільшенням температури розширюватися значно швидше, ніж скло. Етиловий спирт застосовують в термометрах, призначених для вимірювання низьких температур. Точність перевіреного стандартного скляного спиртового термометра ± 0,05 °С. Головна причина похибки пов'язана з поступовими необоротними змінами пружних властивостей скла. Вони призводять до зменшення обсягу скла і підвищенню точки відліку. Хибні вимірювання можуть виникати: неправильне зчитування показань, неправильне використання, через силу зчеплення яка виникає мі спиртом і склянми стінками трубки і т.д.

Кварцові термометри

Кварцові термометри засновані на температурній залежності резонансної частоти пьезокварца. Датчик кварцового термометра являє собою кристалічний резонатор, виконаний у вигляді тонкого диска або лінзи, поміщений в герметизуючий кожух, заповнений для кращої теплопровідності гелієм при тиску близько 0,1 мм РТ. Ст. (Діаметр кожуха становить 7-10 мм). У центральній частині лінзи або диска нанесені золоті електроди порушення, а власники (виводи) розташовуються на периферії.

Точність і відтворюваність показань визначаються головним чином зміною частоти і добротністю резонатора, що знижується при експлуатації внаслідок розвитку мікротріщин від періодичного нагрівання та охолодження. Вимірювальна схема кварцового термометра складається з датчика, включеного в ланцюг позитивного зворотного зв'язку підсилювача, і частотоміра. Істотним недоліком кварцових термометрів є їх інерційність, складова кілька секунд, і нестабільність роботи при температурах вище 100°С.

Таким чином, з перерахованих способів вимірювання температури можна виділити термометри опору і прецизійні датчики температури. Інші мають малі габарити, проте точність вимірювання (± 0,5 ^{o}С) не задовольняє медичним вимогам, тому слід використовувати термометр опору. Зі зміною температури

опору змінюється лінійно, що скорочує кількість додаткових елементів для побудови схеми [8].

2.2 Особливості вимірювання температури тіла людини

Температура тіла - комплексний показник теплового стану організму тварин і людини. Фізіологічні коливання температури тіла протягом доби – називаються добовими ритмами: різниця між ранковою та вечірньою температурою тіла у людини становить, як правило, 0,5-1,0 °С. Між внутрішніми органами різниця температур становить декілька десятих градуса. Різниця температур між внутрішніми органами, м'язів та шкіри може становити до 5-10 °С, що ускладнює визначення середньої температури тіла, потріюної для визначення термічного стану організму в цілому.

Зазвичай вимірювання температури тіла проводиться 2 рази в день (в 7-9 годин ранку і о 17-19 годині). Зазвичай, систематичне вимірювання температури тіла 2 рази на день дає можливість отримати уявлення про її добові коливаннях, тому вимірювати температуру через більш короткі проміжки (6-4-2 години) немає необхідності.

Температура тіла підвищується з різних причин:мікроби при попаданні в організм виділяють токсини(білкові речовини) чужорідний білок викликає реакцію, впливає на вироблення специфічних речовин, які діють на температурний центр мозку, що, в свою чергу, змінює температуру в сторону її підвищення. Психосоматичний скачок температури тіла є дуже поширеним явищем. Людина затверджений себе, що температура підвищується, і потім вона дійсно підвищується. Навіювання може бути як самостійним, так і з боку. А так же температура здатна підніматися в результаті стресу, страху, нічних кошмарів, перевантаження мозкової діяльності.

Температуру тіла можна вимірювати різними способами: в пахвовій западині, в паховій складці, в ротовій порожнині, в вушному каналі, в прямій кишці, у пахві.

Результати можуть відрізнятися: температура в ротовій порожнині зазвичай на 0,5 градуса нижче ректальної (виміряної в прямій кишці) і на 0,5 градуса вище температури тіла, яка вимірюється під пахвою.

Температура тіла в вушному каналі, дорівнює або трохи вище ректальної. Температура тіла, виміряна в паховій складці, близька температурі в порожнині рота.

Пахвова ямка найчастіше використовується для вимірювання температури тіла, так як це практично зручно. Але вимірювання температури в паховій ямці є ненадійним, тому що при ньому виходять найменш точні результати, ніж при вимірюванні в інших порожнинах.

Більш того, температура в лівій і правій пахвових западинах, зазвичай неоднакова (чаші зліва на 0,1-0,3^{0}С вище).

Термометр слід установлюватиб протерши його сухою серветкою . Попереджується охолодження градусника під час вимірювання температури внаслідок випаровування поту.

Встановлювати термометр треба так, щоб весь температурний датчик з усіх боків стикався з тілом в найглибшій точці пахвовій западині, нікуди не зміщуючись протягом всього часу вимірювання температури тіла.

Повітря не повинно потрабляти в пахову ямку, такоє слід зазначити, що термометр повинен щільно прилягати до шкіри. Для цього треба притиснути плече і лікоть до тіла, щоб пахвова ямка була закрита. Вимірювання температури тіла у хворих та малих дітей, коли вони не в свідомому стані, треба додатково притримувати руку, до завершення виміру.

Час вимірювання температури тіла в пахвовій западині: 1-2 хвилини (при використанні ртутного термометра - не менше 10 хвилин).

Температура при вимірі в паховій ямці становить: 36,3-36,9^{0}С [9].

РОЗДІЛ 3. ОГЛЯД ПРИЛАДІВ АНАЛОГІВ ДИСТАНЦІЙНОГО І СТАЦІОНАРНОГО КОНТРОЛЮ ТЕМПЕРАТУРИ І ПУЛЬСУ

Пульсометр цифровий NISSEI HR-40, зовнішній вигляд пристрою наведено на малюнку 3, а основні технічні характеристики, ціна і гарантія в таблиці 3.1.

Рис. 3.1 - Пульсометр Nissei HR-40

Метод вимірювання	Фотоелектричний
Місце накладання датчика	Кисть руки
Живлення	3 В (літійовий елемент *CR2032*)
Вага,г	33
Габарити, мм	65 x 45 x 12
Фірма-виробник	*Nihon Seimitsu Sokki Co., Ltd.*
Країна виготовлення	Японія
Гарантія	3 роки
Ціна	1299 грн

Зовнішній вигляд пульсометра Beurer PM15 зображений на Рис. 3.2, а в таблиці 3.2 наведені його основні технічні характеристики, ціна і гарантія.

Рис. 3.2 - Пульсометр PM15

Таблиця 3.2 - Технічні характеристики пульсометра PM15

Метод вимірювання	Фотоелектричний
Місце накладання датчика	Кисть руки
Живлення	3 В
Вага,г	38
Габарити, мм	40 х 35 х 10
Фірма-виробник	*Beurer*
Країна виготовлення	Німеччина
Гарантія	1 рік
Ціна	1100 грн

Цифровий градусник Beurer FT-15. Зовнішній вигляд пристрою наведено на малюнку 3.3. У таблиці 3.3 знаходяться основні його технічні характеристики, ціна і гарантія

Рис. 3.3 - Цифровий градусник Beurer FT-15

Таблиця 3.3 - Технічні характеристики цифрового градусника Beurer FT-15

Тривалість вимірювання	10 сек
Точність вимірювання +/-	0.1 ^{0}C
Живлення	3 В
Особливості	Акустичний сигнал в кінці вимірювання температури. Попереджуючий сигнал при підвищеній температурі
Виготовлення	Німеччина
Гарантія	1 рік
Ціна	400 грн

Зовнішній вигляд цифрового градусника Microlife MT-3001 наведено на рис. 3.4, а в таблиці 3.4 знаходяться основні технічні характеристики пристрою, ціна і гарантія.

Рис. 3.4 - Цифровий градусник Microlife MT-3001

Таблиця 3.4 - Технічні характеристики цифрового градусника Microlife MT-3001

Тривалість вимірювання	20 сек
Точність вимірювання +/-	0.1 ^{0}C
Живлення	3 В
Особливості	Попереджуючий сигнал при підвищеній температурі. Водонепроникний корпус
Виготовлення	Швейцарія
Гарантія	2 роки
Ціна	150 грн

Електронний термометр Sanitas SFT41. Зовнішній вигляд пристрою зображений на рис 3.5, а його основні технічні характеристики, ціна і гарантія знаходяться в таблиці 3.5.

Рис. 3.5 - Електронний термометр Sanitas SFT41

Таблиця 3.5 - Техніечскіее харацктерістікі еектронного термометра Sanitas SFT41

Тривалість вимірювання	10 сек
Точність вимірювання +/-	0.3 ^{0}C
Живлення	3 В
Особливості	Попереджуючий сигнал при підвищеній температурі. Інфрачервоний спосіб вимірювання. Перемикання між °C та °F
Виготовлення	Германія
Гарантія	1 рік
Ціна	250 грн

РОЗДІЛ 4. ПРОЕКТУВАННЯ ПРИЛАДУ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО ВИМІРУ БІОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ

4.1 Технічне завдання

Розробити прилад для дистанційного моніторингу за основними фізіологічними параметрами людини, такими як пульс і температура. Отримані результати передаються по радіоканалу з вимірювача на інший пристрій, що виводить результати на РК індикатор.

Основні технічні показники приладу представлені в таблиці 4.1.

Напруга габарити час роботи діапазон радіохвиль діапазон виміру температури пульсу і точності

Таблиця 4.1 - Основні технічні характеристики приладу

Параметр	Необхідна величина
Габарити, мм (ДхШхВ)	35х6 (вимірювач), 60х40х20 (приймач)
Час работи, дні	200
Частота передач, МГц	433
Діапазон вимірювання:	30 – 199 уд/с – пульса 35 – 45 ºС - температури
Точність вимірювання	ºС

4.2 Проектування функціональної схеми приладу

Розроблена система складається з двох пристроїв: вимірювача, який забезпечує вимірювання частоти пульсу і температури і приймача, який отримує дані від вимірювача і виводить їх на дисплей. Функціональні схеми даних пристроїв, представлені на рис 4.1 і рис 4.2.

Функціонально схема вимірювача складається з: інфрачервоного датчика, що знаходиться над артерією на поверхні руки, який реєструє серцеві скорочення; підсилювача, який підсилює сигнал з датчика; і фільтра. Посилений сигнал надходить на неінвертуючий вхід аналогового компаратора МК. Схема вимірювання температури ґрунтується на використанні термосоопору і підсилювача, сигнал з схеми надходить на вхід АЦП мікроконтролера. Виміряні дані за допомогою інтерфейсу SPI передаються через радіомодуль на пристрій-індикатор.

На мікроконтролер пристрої-індикатора по інтерфейсу SPI з радіомодуля надходять виміряні дані і пристрій виводить їх на ЖК індикатор і динамік. За допомогою кнопок відбувається установка зв'язку між двома пристроями.

В обох пристроях блок живлення являє собою 2 батарейки дискового типу по 3 вольта і стабілізатор напруги.

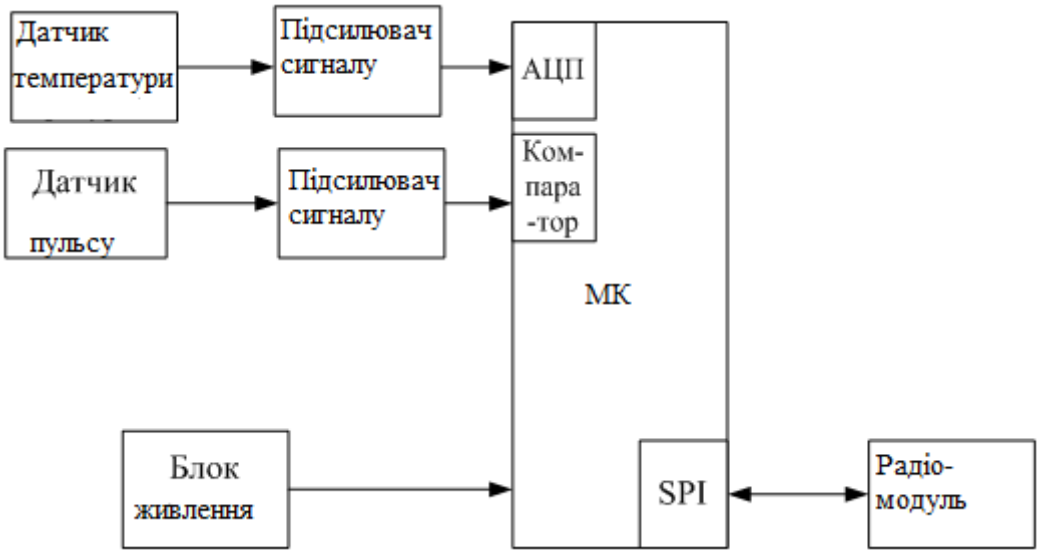


Рис. 4.1 - Функціональна схема вимірювача

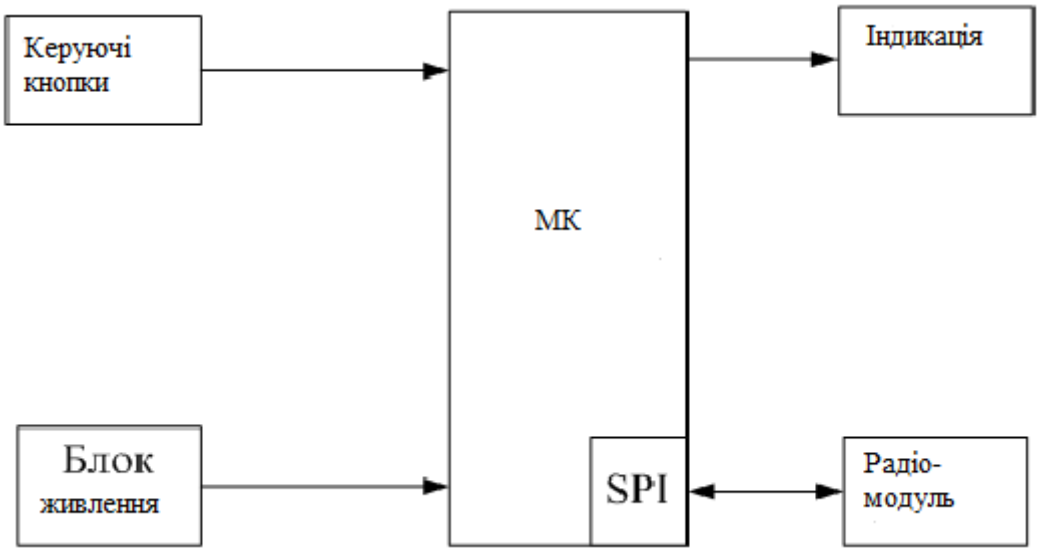


Рис. 4.2 - Функціональна схема приймача

4.3 Проектування принципової схеми приладу

За розробленою функціональною схемою пристрою, спроектована схема електрична принципова (додаток А).

4.3.1 Мікропроцесорний блок параметрів температури та пульсу.

У сучасних малогабаритних цифрових приборах звичайно в якості пристрою управління використовуються мікроконтролери. При цьому старається підібрати модель таким чином, щоб його периферійні пристрої використовувалися в максимальній ступені і найбільш повно замінили функціональні вузли, передбачені в розробленій структурі пристрою. Велику роль у виборі тої чи іншого моделі мікроконтролера грають такі характеристики, як швидкодія, енергоспоживання, об'єм вбудованої пам'яті програм і даних, його ціна. Крім того, велике значення слід враховувати при наявності або доступності інструментальних засобів, таких як транслятори, датчики, програматори. Для вирішення заданої задачі хорошим вибором є мікроконтролери ATtiny 2313 - для схем індикації (контроллер А) і ATtiny 24 - для схем вимірювача (контролера Б). Дані мікроконтролера мають всю необхідну периферію для реалізації поставленої задачі та мають малі масогабаритні показники.

Мікроконтролери родини AVR, що базуються на Гарвардській архітектурі, що передбачає зберігання програм і даних в окремих адресних просторах.

А) опис контролера А –*ATtiny 2313*

- flash-пам'ять програми ємністю 2 кбайт;

- ОЗУ даних ємністю 128 байт;

- EEPROM-пам'ять даних ємністю 128 байт;

- один 16-бітний та один 8-бітний таймер-лічільник із схемами захоплення та порівняння;

-послідовний синхронний асинхронний порт USART;

- послідовний інтерфейс USI;

- аналоговий компаратор;

-програмований сторожовий таймер;

- вбудована система скидання при включенні живлення [13].

Розташування виводів мікроконтролера показано на малюнку 4.3.

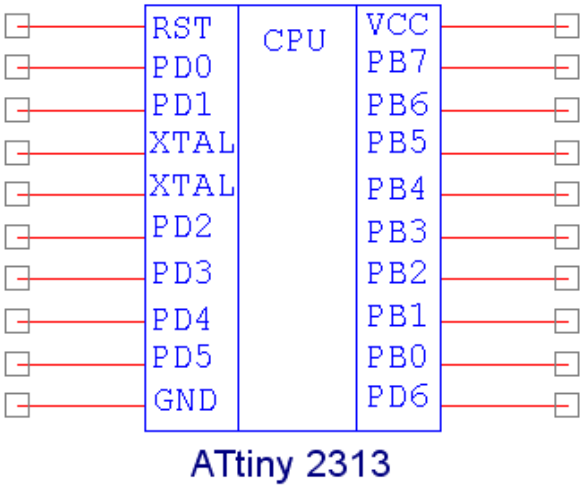


Рис 4.3 -Розташування виводів ATtiny 2313

Б) опис контролера Б - ATtiny 24

- flash-пам'ять програм ємністю 2 кБайт;

- ОЗУ даних ємністю 128 байт;

-EEPROM-пам'ять даних ємністю 128 байт;

- один 16-бітний і один 8-бітний таймер-лічильник зі схемами захоплення і порівняння;

- 8-канальний 10-бітний АЦП послідовного наближення;

- Універсальний послідовний інтерфейс USI;

- аналоговий компаратор;

- програмований сторожовий таймер;

- вбудована система скидання при включенні живлення [14].

Розташування виводів мікроконтролера показано на малюнку 4.4.

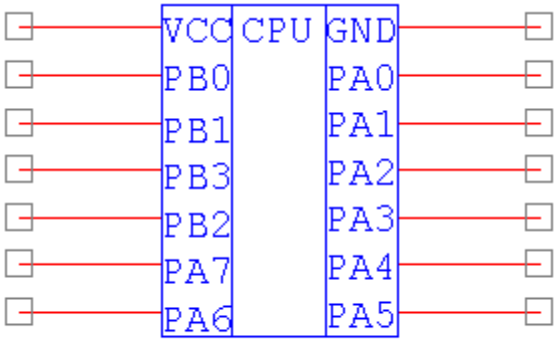


Рис. 4.4 - Розташування висновків ATtiny 24

Для зберігання програм використовується flash-пам'ять, організована як 1024 розрядних слів і займає адресний простір в діапазоні 0- $ 3FF. Молодші адреси в діапазоні від 0 до $ 10 використовуються як вектори переривання. При включенні живлення управління передається на осередок пам'яті з адресою 0.

Пам'ять даних, на відміну від пам'яті програм, має розрядність 8 біт і ділиться на кілька областей. Адреси в діапазоні від 0 до $ 1F займає регістровий

файл, що складається з 32-х робочих регістрів. В область пам'яті з адресами від $ 20 до $ 5F відображаються регістри, які обслуговують всі периферійні пристрої мікроконтролера. Адреси в діапазоні $ 60 - $ DF використовуються для зберігання даних. Тут же розташовується і програмний стек. Схематичне зображення розподілу пам'яті даних наведено на рис. 4.5.

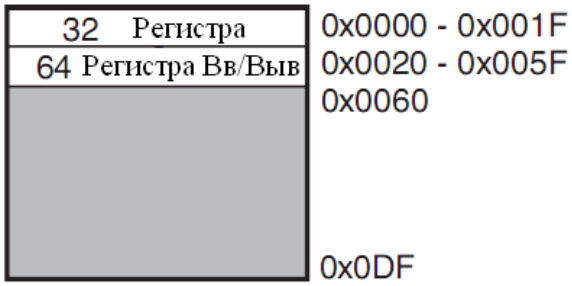


Рис. 4.5 - Розподіл пам'яті даних

Аналого-цифровий перетворювач

Мікроконтролер ATtiny 24 містить в своєму складі 10 розрядний 8-канальний аналого-цифровий перетворювач. АЦП має вбудований пристрій вибірки-зберігання (ПВЗ). Час перетворення АЦП програмується і має перебувати в межах 65 - 260 µs.

АЦП може функціонувати в двох різних режимах - одноразового вимірювання і безперервного вимірювання. У режимі однократного вимірювання на весь цикл перетворення витрачається 14 внутрішніх тактів АЦП, для безперервного перетворення потрібно 13 тактів. У режимі однократного вимірювання кожне перетворення має ініціюватися користувачем. У безперервному режимі АЦП постійно вимірює вхідну напругу і автоматично замінює вихідний результуючий код.

Вихідний код АЦП зберігається в регістрі результату ADC. Так як розрядність АЦП становить 10 біт, доступ до регістру результату здійснюється через реєстрову пару - ADCL - молодший байт, і ADCH - старший байт. Ці регістри доступні тільки для читання. Вичитувати ці регістри необхідно в

порядку, прийнятому для всіх реєстрових пар: спочатку читається молодший байт, потім старший.

АЦП містить 8-ми канальний аналоговий мультиплексор, входи якого сполучені з портом А. за допомогою регістра ADMUX (ADC Multiplexer), що містить три молодших значущих біта, проводиться вибір вхідного каналу. Код, що записується в регістр ADMUX, відповідає індексу обраної лінії порту А - PA0…PA7.

Регістр ADCSRA (ADC Control and Status Register A) містить керуючі біти, і біти індиціюються стан АЦП.

Якщо АЦП знаходиться в режимі безперервного перетворення, наступне перетворення починається відразу ж після установки прапора ADIF. Перетворення починається з підключення каналу, номер якого знаходиться в регістрі ADMUX, на вхід ПВЗ і вибірки миттєвого значення вхідної напруги. Таки чином, у відповідь на установку прапора вимоги переривання користувач може змінити вміст регістра ADMUX. При цьому каналу з обраним номером буде обслужений в наступному циклі перетворення.

Для поліпшення точності вимірювання вхідної напруги в АЦП передбачений спеціальний метод вимірювання в малошумні режимі, при якому проводиться одночасний запуск вимірювання і переклад мікроконтролера в режим ADC Noise Reduction. Для цього необхідно виконати наступну послідовність дій.

1) Переконатися, що АЦП включений і не зайнятий поточним циклом перетворення, тобто ADEN = 1, ADSC = 0.

2) Вибрати режим одноразового перетворення і дозволити переривання, тобто ADFR = 0, ADIE = 1.

3) Увійти в режим ADC Noise Reduction зниженого споживання, що викличе автоматичний старт АЦП.

Переривання, що генерується після завершення перетворення, виведе процесор з режиму ADC Noise Reduction [15].

Універсальний послідовний інтерфейс (Universal Serial Interface-USI):

Універсальний послідовний інтерфейс необхідний для реалізації апаратного послідовного з'єднання, при мінімальному програмному забезпеченні. Даний інтерфейс дозволяє реалізувати високошвидкісний синхронний обмін даними. Для меншого завантаження процесора передбачені переривання по старту передачі даних і при заповненні регістра - приймача. Спрощена блок-схема USI представлена на рис. 4.6.

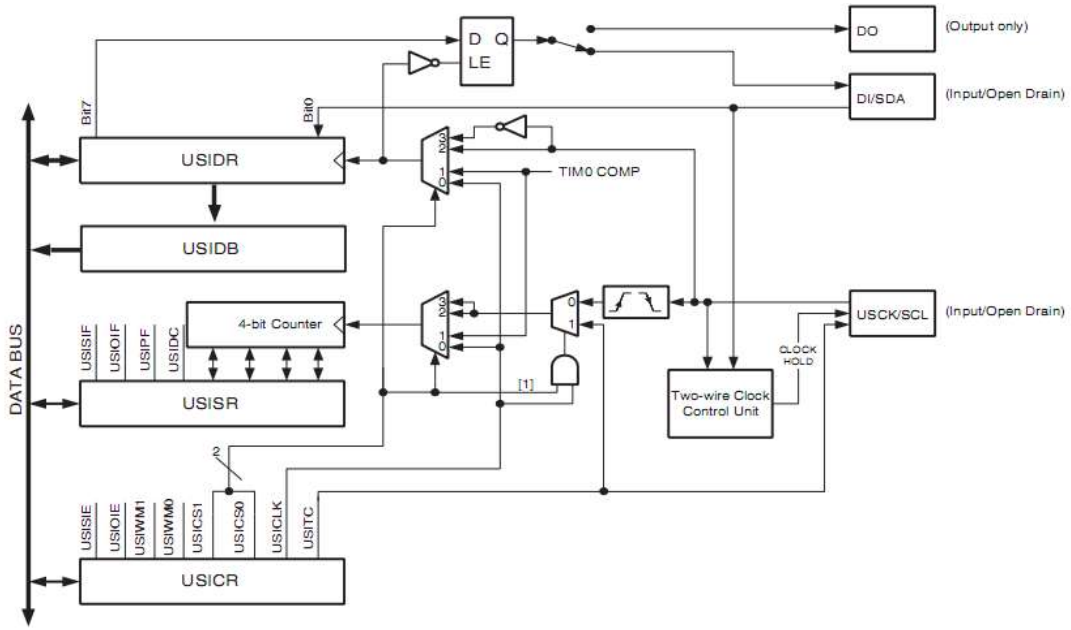


Рис 4.6 - функціональна схема USI

Регістр даних USI Data Register містить дані для відправки і прийняті дані. Прочитати дані з регістру даних необхідно якомога швидше, інакше існує ризик «втратити» дані.

Універсальний послідовний інтерфейс має режим «трьох проводів», який подібний до SPI (Serial Peripheral interface), але в ньому відсутня можливість вибору веденого (Slave Select - SS), однак дана функція при необхідності реалізується програмно. Режим трьохпровідної передачі зображений на функціональній схемі на рис. 4.7:

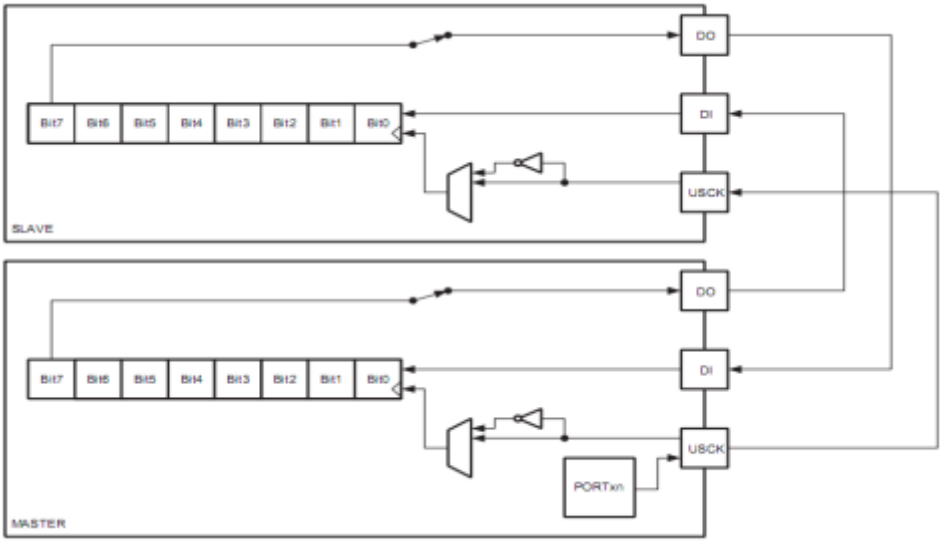


Рис. 4.7 — функціональна схема підключення через USI

Рис. 4.7 показує роботу USI в режимі «трьох проводів», в якому один пристрій Master інше Slave. Вихід DO (Data Output) одного пристрою необхідно з'єднати з DI (Data Input) іншого пристрою і на оборот DI з DO, контакти USCK з'єднуються між собою. Тактовий сигнал генерує Master [16].

Зовнішні переривання.

Зовнішнє переривання здійснюється за допомогою зовнішнього виведення INT0 або інших виводів PCINT11: 0. Визначення режимів роботи і обслуговування зовнішніх переривань забезпечуються за допомогою трьох регістрів GIMSK, GIFR і MCUCR. Ці регістри доступні як для читання, так і для запису.

У регістрі GIMSK (Global Interrupt Mask), встановлюються біти для дозволу зовнішніх переривань, а в регістрі MCUCR (MicroController Unit Control Register) встановлюються біти, що визначають характер події, що викликає зовнішнє переривання, а саме ISC0,1. Комбінації стану цих бітів визначають наступні режими зовнішнього переривання INT0, наведені в таблиці 4.2 [15].

Таблиця 4.2 - Режими зовнішнього переривання

ISC01	*ISC00*	Режим переривання

0	0	Запрос переривання генерується низьким рівнем на *INT0*
0	1	Запрос переривання генерується любим зміненням логічного рівня
1	0	Запрос переривання генерується спадаючим фронтом
1	1	Запрос переривання генерується наростаючим фронтом

Режими зниженого споживання енергії.

Даний режим роботи необхідний для зменшення споживання енергії і забезпечується шляхом відключення невикористовуваних модулів МК, таким чином, відбувається збереження енергії. МК сімейства AVR забезпечує кілька різних режимів сну, які дозволяють користувачеві зменшити споживання енергії МК. У таблиці 4.3 наведені можливі режими «сну» для МК сімейства AVR і джерела «пробудження».

Таблиця 4.3 - Режими зниженого споживання

Режими	Головне тракутування	Джерело вивода з режиму «сна»				
		INT0	*SPM/EEPROM*	*ADC*	*Other I/O*	*WDT*
Idle	X	X	X	X	X	X
ADC Noise Reduction	X	X	X	X		X
Power-down		X				X
Stand-by		X				X

Режим ADC Noise Reduction необхідний для того, що б уникнути шумів під час перетворення АЦП. Після старту перетворення, МК переходить режим ADC Noise Reduction, по закінченню перетворення МК автоматично вийде з режиму зниженого споживання.

В активному режимі (при тактовій частоті 1 МГц і напрузі 1,8 В) споживається струм рівний 300 мкА, а в режимі Power-down - 0,1 мкА. Таким чином, при використанні режиму зниженого споживання енергії, споживання зменшується приблизно в 3000 разів [15].

4.3.2 Контактний датчик температури

В основі схеми реєстрації пульсу лежить використання термометра опору, чий опір змінюється лінійно зі зміною температури. На рис. 4.8 приведена залежність опору від температури.

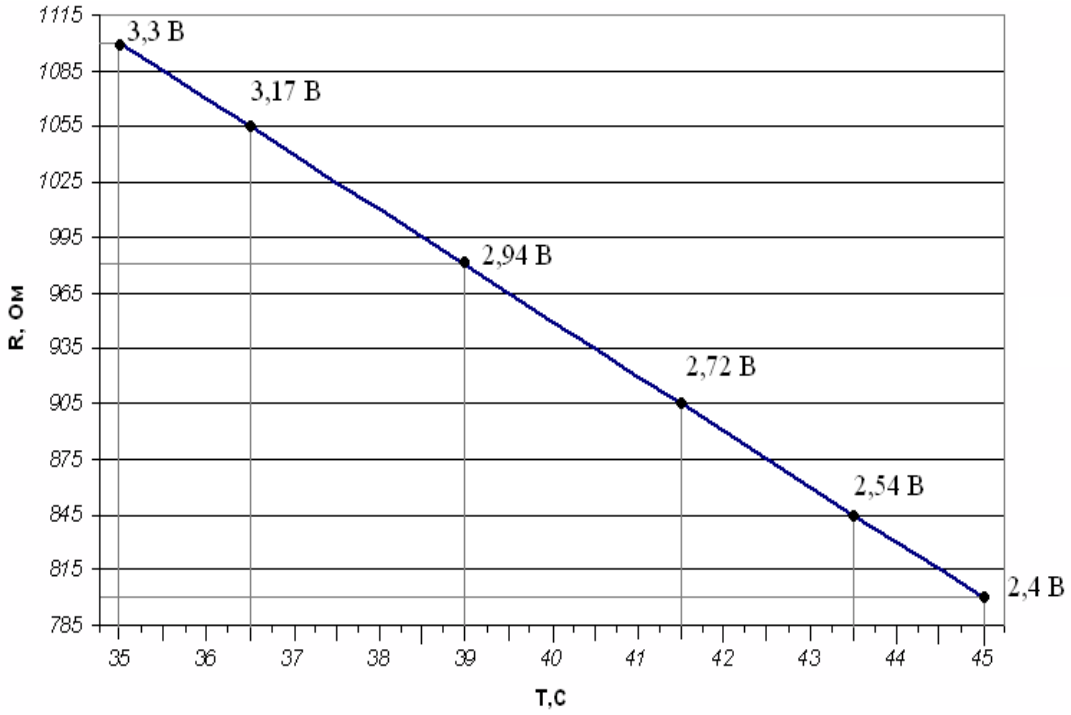


Рис. 4.8 - Залежність опору від температури

На Рис. 4.9 приведена схема вимірювання температури тіла.

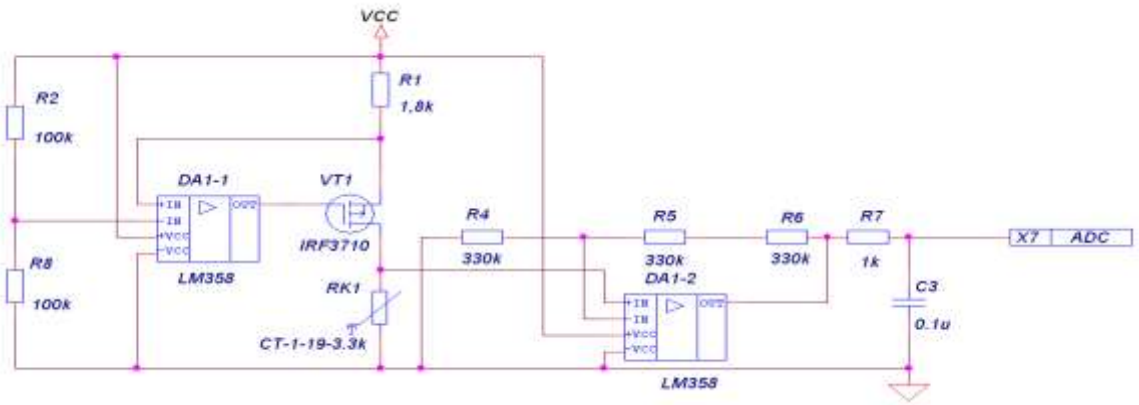


Рис. 4.9 - Схема вимірювання температури тіла

Схема складається з двох основних частин: джерела струму, який задає струм на терморезистор і підсилювача, який підсилює падіння напруга на терморезистор. На виході підсилювача зібраний пасивний фільтр для фільтрації вхідної напруги АЦП.

Джерело струму:

На рис. 4.10 наведена схема джерела струму з заземленим навантаженням [18].

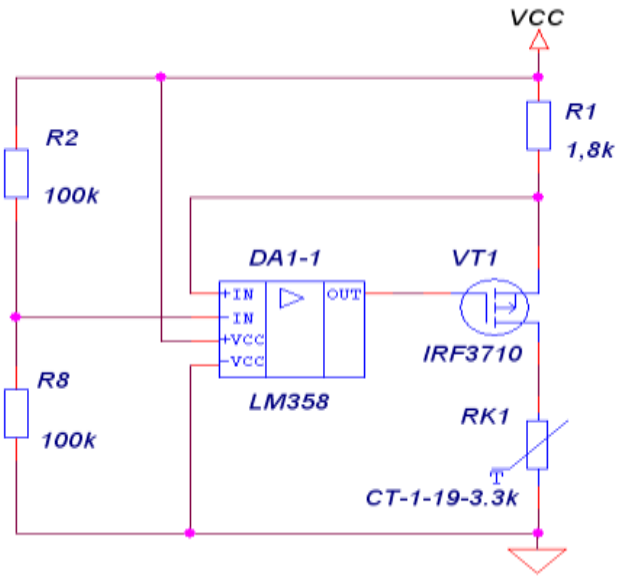


Рис. 4.10 - Схема джерела струму з заземленим навантаженням

Резистори R_3 і R_8 являють собою резистивний дільник. Напруга в точці А визначається:

$$U_A = U_{in} \cdot k;$$
$$k = \frac{R8}{R2 + R8} = \frac{100 \cdot 10^3}{200 \cdot 10^3} = 0{,}5; \qquad (4.1)$$

$$U_A = 3{,}6 \cdot 0{,}5 = 1{,}8 \text{ В}.$$

У схемі зворотний зв'язок створює на резисторі R_4 падіння напруги, рівне U_n - U_A, яке в свою чергу задає струм на навантаженні дорівнює:

$$I_{Н} = \frac{(U_{п} - U_{A})}{R1} \quad (4.2)$$

$$I_{Н} = \frac{(3,6\text{-}1,8)}{1,8 \cdot 10^{3}} = 1мА$$

Підсилювач являє собою неінвертуючий підсилювач на ОП. Коефіцієнт підсилення схеми дорівнює:

$$Кп = \frac{R6 + R5}{R4} + 1 \quad (4.3)$$

Кп = 3.

Таким чином напругу на АЦП МК дорівнюватиме:

$$I_{н} \cdot R_{t} \cdot K_{y} = Uadc.$$

де R_t визначається по рис. 4.8.

За рис. 4.8 видно, що залежність опору від температури лінійна, а значить, рівняння прямої для такого графіка дорівнюватиме:

$$R_{t} = k \cdot T + b. \quad (4.4)$$

В результаті, прирівнявши обидві половини рівняння, отримаємо формулу для визначення температури

$$T = \frac{Uadc - b \cdot Iн \cdot Ку}{Iy \cdot Ky \cdot k} \quad (4.5)$$

Для спрощення обчислення значення температури, буде використовуватися табличний метод перерахунку виміряної напруги в значення температури.

Робота схеми була промоделювати в пакеті Work Bench і результат роботи схеми приведений на рисю 4.11. Симуляція роботи схеми була проведена при мінімальній температурі - 35°С, що відповідає опору 1,1 кОм.

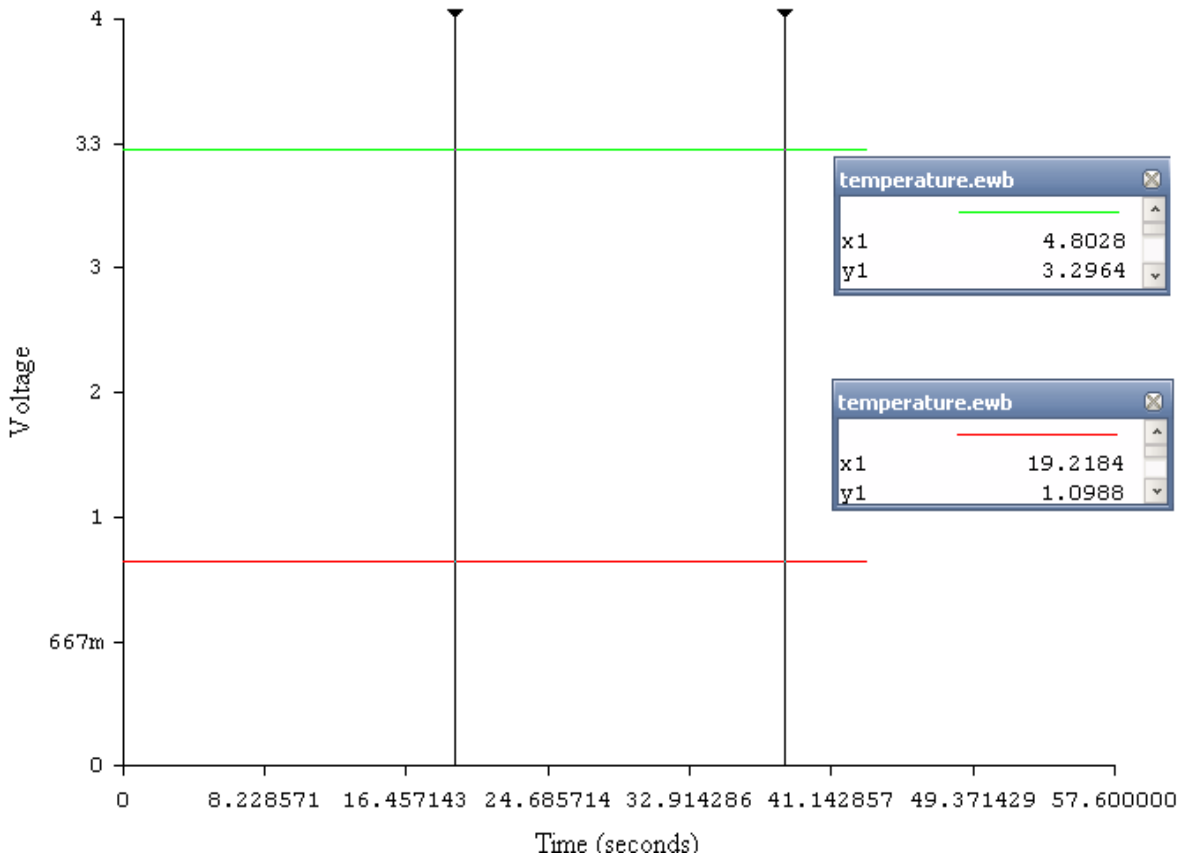


Рис. 4.11 - Результати роботи схеми вимірювання температури

$$T = \frac{3{,}29 - 2150 \cdot 0{,}001 \cdot 3}{0{,}001 \cdot 3 \cdot (-30)} = 35 \quad {}^{\circ}\text{C}.$$

Для температури 36,6 опір дорівнюватиме 1052 Ом. Таким чином, знаючи струм (1 мА), опір (1052) і коефіцієнт посилення (3) отримаємо напругу на АЦП = 3,15 В. Підставивши значення в формулу (5) отримаємо:

$$T = \frac{3{,}15 - 2150 \cdot 0{,}001 \cdot 3}{0{,}001 \cdot 3 \cdot (-30)} = 36{,}6 \quad {}^{\circ}\text{C}.$$

Калібрування приладу:

Терморезистор, як і будь-який інший радіоелемент, володіє похибкою, для компенсації похибки передбачена калібрування на етапі виробництва приладу. Калібрування полягає в наступному: термометр поміщається в середу зі строго фіксованою температурою, для цієї температури відповідає розрахункове напруження на вході АЦП. Термометр зробить вимір і отримане значення відніме

із розрахункового, в результаті вийде поправочний коефіцієнт для вимірювання АЦП, який буде враховуватися при кожному вимірі.

4.3.3 Оптичний датчик пульсу

Ключовим елементом схеми реєстрації пульсу є відбивний датчик фірми HoneyWell HLC-1395-002. Даний датчик являє собою інфрачервоний світлодіод і інфрачервоний фототранзистор в одному корпусі, в якому катод світлодіода і емітер фототранзистор об'єднані в загальний провід. Для того, що б уникнути небажаного світла від світлодіода, фототранзистор розділений від нього світлонепроникної перегородкою. Схема даного датчика представлена на рис. 4.12.

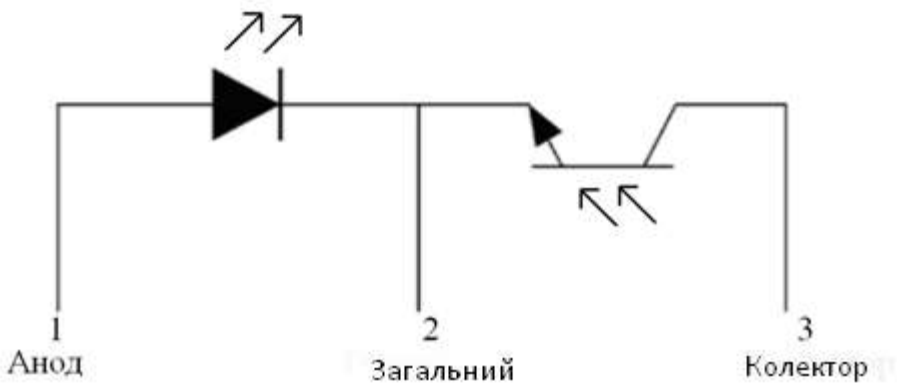


Рис 4.12 - схема датчика HLC 1395-002

В якості підсилювача в даній схемі виступає операційний підсилювач LM358D. В одному корпусі такої мікросхеми знаходяться два підсилювача, розроблені таким чином, щоб працювати від одного джерела живлення в широких діапазонах напруги.

Принципова схема блоку реєстрації пульсу приведена на малюнку 4.13

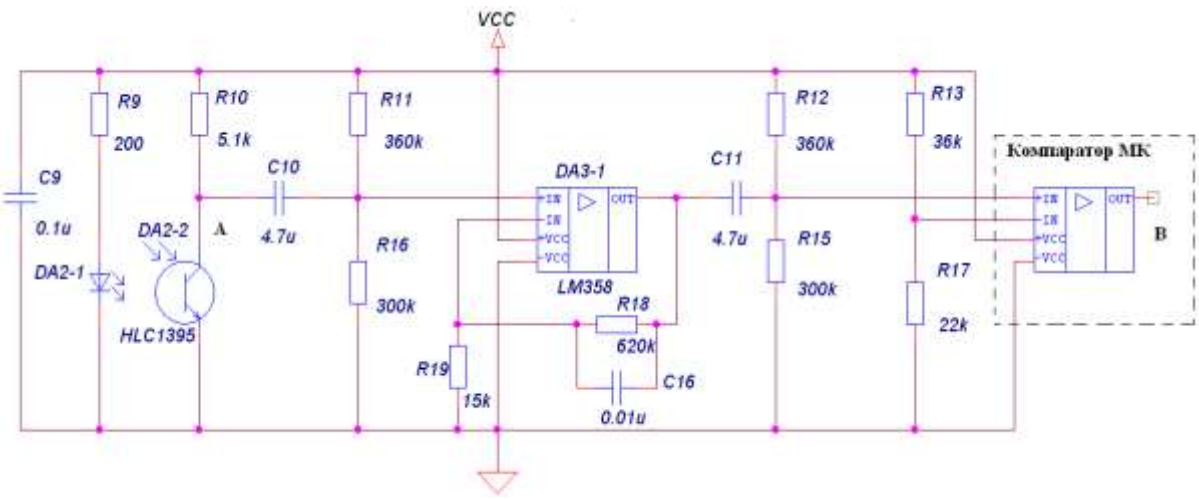


Рис. 4.13 - Принципова схема реєстрації пульсу

Умовно схему можна розділити на 3 частини: оптичний датчик, підсилювач на ОП і компаратор.

Струм світлодіода задається резистором R9 і дорівнює 10 мА.

$$R9 = \frac{Uжив\text{-}Uд}{Iд}; \qquad (4.6)$$

$$R9 = \frac{3{,}6 - 1{,}6}{10 \cdot 10^{-3}} = 200 \text{ Ом}. \qquad (4.7)$$

Колектор фототранзистора через резистор підтягнутий до плюса живлення. Номінал резистора підібраний експериментально, щоб потенціал колектора був в середині напруги харчування.

На C_{10}, R_{11}, R_{16} і C_{11}, R_{12}, R_{15} зібрані пасивні ВЧ фільтри для відсічення постійної складової. Частота зрізу фільтрів ~ 0,2 Гц

На LM358 зібраний активний фільтр низьких частот з неінвертіруючим включенням операційного підсилювача. На рис 4.14 приведена схема ФНЧ. Основними характеристиками фільтрів є: смуга пропускання, смуга подавлення, крутизна в області подавлення, а також амплітудно-частотні характеристики (АЧХ) і фазо-частотні характеристики (ФЧХ) [19].

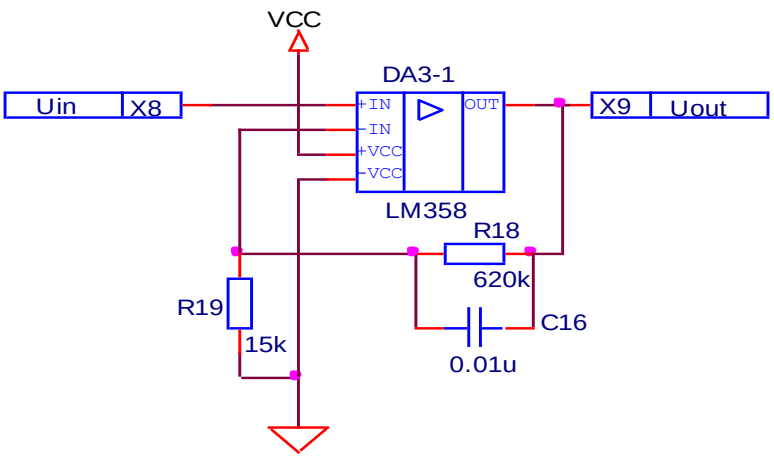


Рис. 4.14 - ФНЧ з неінвертіруючим включенням ОП

У цій схемі вхідний сигнал подається на неінвертуючий вхід ОП. Напруга негативного зворотного зв'язку формується резистивним дільником R_{12} і R_9 з виходу ОП. Коефіцієнт посилення схеми по напрузі дорівнює:

$$k = \frac{R18 \cdot Zc16}{R19} + 1. \qquad (4.8)$$

Коефіцієнт підсилення схеми:

$$k0 = \frac{R18}{R19} = \frac{620 \cdot 10^3}{15 \cdot 10^3} = 41{,}3; \qquad (4.9)$$

$$k = \frac{R18}{R19} * \frac{Zc16}{R18 + Zc16} + 1 = k0 * \frac{1}{j * 2 * \pi * F * R13 * C14 + 1} + 1. \qquad (4.10)$$

Щоб отримати вираз для АЧХ без комплексного значення необхідно взяти модуль k. Перетворимо вираз у вигляді дійсної та уявної частини шляхом домноження чисельника і знаменника на поєднане знаменника вираз і отримаємо:

$$km = \sqrt{\frac{k0^2 + 2 * k0}{4 * \pi^2 * F^2 * \tau^2 + 1} + 1}; \qquad (4.11)$$

$$\tau = R18 \cdot C16. \qquad (4.12)$$

Частота зрізу даного фільтра визначається за формулою:

$$Fcp = \frac{1}{2 * \pi * \tau} = \frac{1}{2 * \pi * R18 * C16} = \frac{0.16}{\tau} \approx 25 \text{ Гц}. \qquad (4.13)$$

Амплітудно-частотні характеристики фільтрів прийнято будувати в напівлогарифмічному масштабі. Частота в логарифмічному, а коефіцієнт передачі в лінійному. Причому, коефіцієнт передачі часто перераховують в децибели за формулою:

$$K_{дБ} = 20 * \log (U_{вих} / U_{вх}). \quad (4.14)$$

Смуга пропускання фільтра може бути визначена частотним діапазоном, в якому коефіцієнт передачі зменшується на -3дБ. Ця частота називається частотою зрізу. Частотна область, в якій коефіцієнт передачі зменшується більше, ніж на -3дБ буде смугою придушення. Крутизна в області придушення визначається порядком фільтра і для фільтрів з однією ланкою становить - 6дБ на октаву, тобто при вимірюванні частоти в два рази.

Робота даної схеми була промоделювати в середовищі Mathcad, в результаті отримав графік АЧХ, зображений на рис 4.15. Синьою лінією позначена частота зрізу дорівнює 25 Гц, на цій частоті коефіцієнт передачі зменшується на 3 дБ.

Для моделювання роботи схеми вимірювання пульсу, була зібрана схема в пакеті Proteus, замість пульсової хвилі на вхід схеми (в точці А, на рис. 4.13) підключив генератор синусоїдальних сигналів з частотою 1 Гц і напругою 30 мВ (рис. 4.16). В результаті на виході схеми, в якій точці В, отримуємо меандр, вимірявши кількість прямокутних імпульсів, отримаємо частоту серцевих скорочень (рис. 4.17).

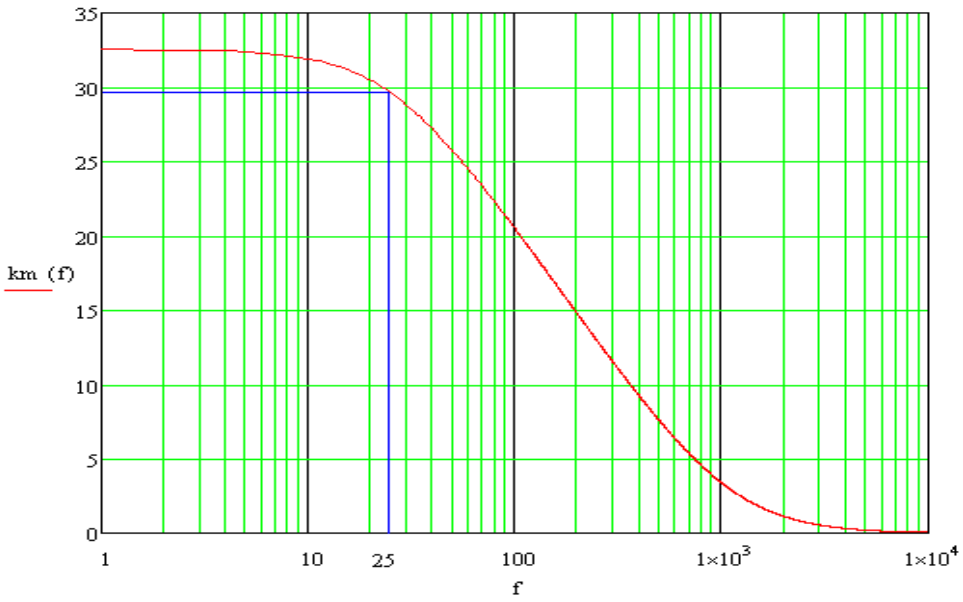


Рис. 4.15 - амплітудно-частотна характеристика ФНЧ на ОП

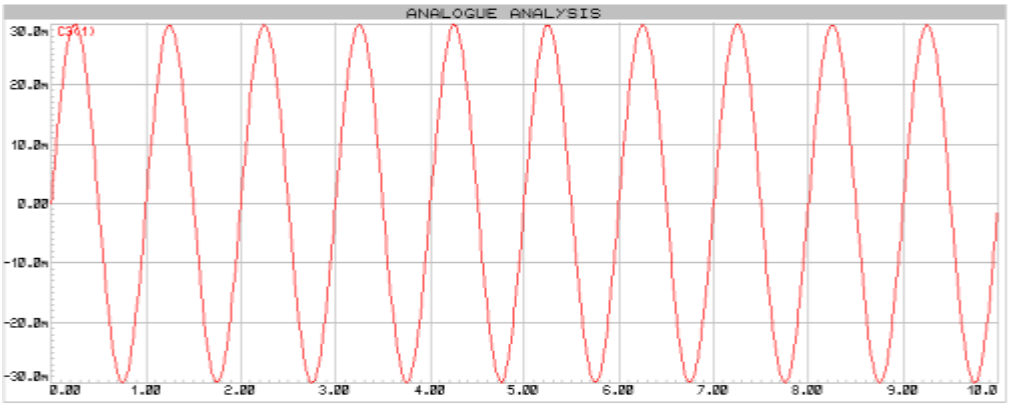


Рис. 4.16 — Вхідний сигнал в точці А

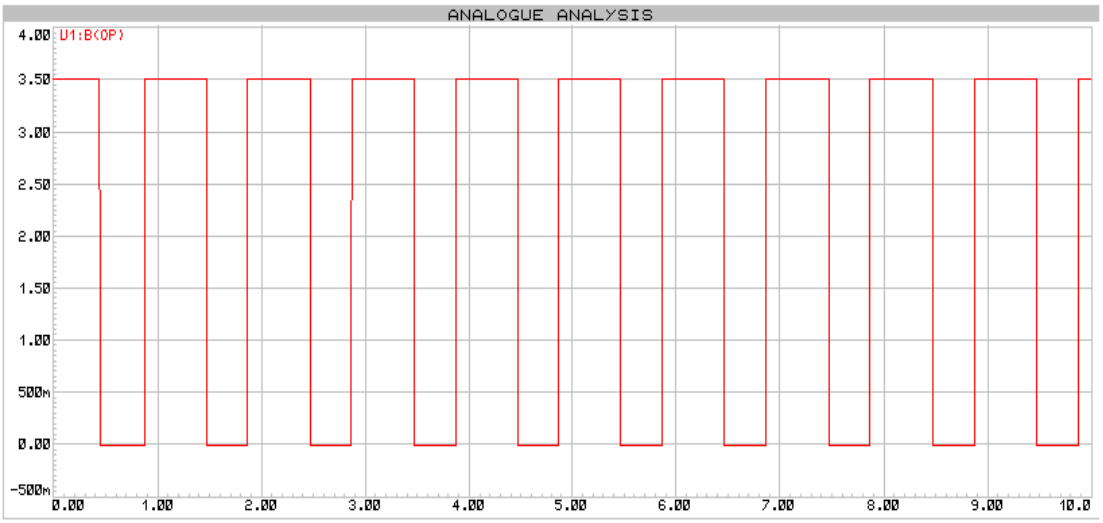


Рис. 4.17 - Вихідний сигнал схеми, точка В

4.3.4 Стабілізатор напруги

Як стабілізатор напруги є мікросхема LT-1086-3.6, яка забезпечує стабілізацію напруги рівну 3.6 вольт при вхідній напрузі від 4.5 вольт до 18 вольт. Похибка на виході складає ± 0.037В.

Схема включення стабілізатора представлена на рис. 4.18.

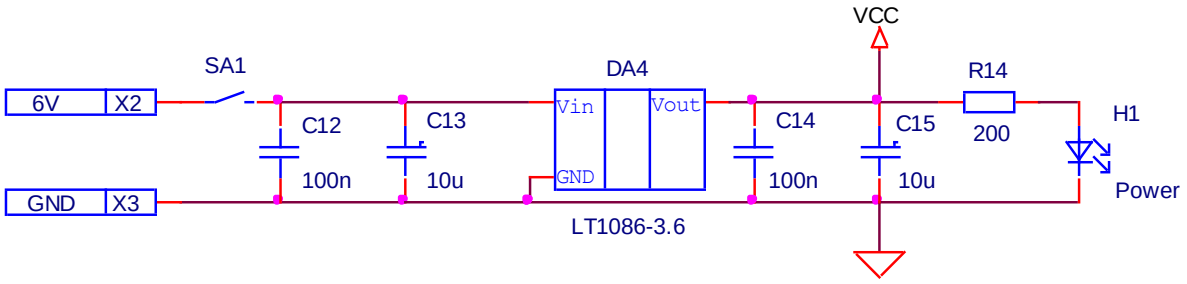


Рис 4.18 - схема стабілізатора напруги на 3.6 В

4.3.5 Блок приймача

TRC102 - багатоканальний, малопотребуючий радіочастотний приймач, інтегрований в одну мікросхему. Він підходить для додатків бездротового зв'язку з двостороннім обміном в не ліцензованій смузі частот 400 ... 1000 МГц. Всі необхідні радіочастотні функції інтегровані в мікросхему, завдяки чому мінімізовано кількість зовнішніх компонентів (кварц на 10 МГц і мікроконтролер). Крім того, TRC102 підтримує різні режими "сну", що дозволяють зменшити загальне споживання і тим самим продовжити час життя батареї.

Характеристики пристрою:

- Діапазон частот: 400 - 1000 МГц;

- Чутливість: -112 дБ / м;

- Швидкість передачі даних: до 256 Кбіт / с;

- Споживання струму в режимі прийому: ~ 11 мА;

- Діапазон робочої напруги: 2.2 - 3.8 В;

- Струм в режимі очікування: 0.3 мкА;

- Можливість програмно задавати значення сінхробайта;

- Вбудовані схеми ФАПЧ (PLL), ПЧ (IF), немодульованної передачі (Baseband);

- Автопідстроювання частоти (підстроювання частот прийому / передачі);

Можливість вибору аналогового / цифрового фільтра немодульованної передачі;

- Програмована вихідна потужність;

- Програмоване посилення вхідного малошумні підсилювача (LNA);

- Вбудоване розпізнавання достовірності даних;

- FIFO-буфер для прийому / передачі;

- Стандартний інтерфейс SPI;

- Лінії введення / виводу, сумісні з ТТЛ / КМОП;

- Програмований вихід тактової частоти, для тактування провідного процесора.

- Автоматичне налаштування антенного контуру;

- Можливість застосовувати звичайний кварцовий резонатор на 10 МГц;

- Вбудований програмований детектор виявлення розрядки батареї;

- Таймер пробудження з можливістю настройки;

- Можливість вибору аналогової / цифрової індикації рівня сигналу (RSSI);

- Вбудований кварцовий генератор;

- Вивід переривання зовнішнього процесора;

- Програмована швидкість передачі даних;

- Вбудоване відновлення тактової синхронізації і даних;

- Режим "сну" для енергозбереження, пробудження по зовнішніх подіях;

Даний радіомодуль використовують для вирішення безлічі завдань в різних областях людської діяльності, а саме: зчитування даних з автоматизованих лічильників, домашня і промислова автоматизація, системи безпеки, віддалене відкривання дверей, автомобільний блокіратор, медичне обладнання, телеметричні системи, бездротова мережа датчиків, бездротові модулі.

Розташування виводів:

Зовнішній вигляд мікросхеми представлений на рис. 4.19

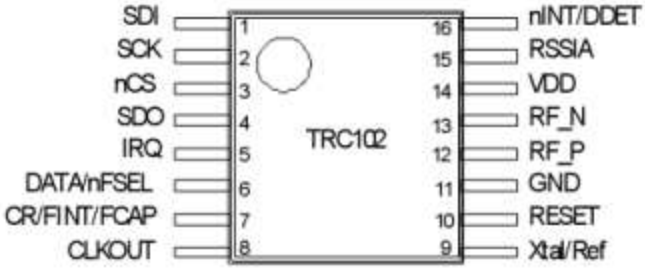


Рис. 4.19 - Зовнішній вигляд TRC 102

Таблиця 4.4 - Опис висновків радіомодуля

№ вивода	Призначення	Опис
1	*SDI*	Вхід даних *SPI (SPI Data In)*
2	*SCK*	Синхронізація даних *SPI (SPI Data Clock)*
3	*nCS*	Вхід вибору мікросхеми *(Chip Select)*
4	*SDO*	Вихід даних *SPI (SPI Data Output)*
5	*nIRQ*	Вихід запроса преривання *(Interrupt Request Output)*

6	*Data/nFSel*	Вхід даних *(Data In)* Вихід даних *(Data Out)* Вибір *FIFO (FIFO Select)*
7	*CR/FINT/FCAP*	Вихід відновленної тактової синхронізації *(Recovered Clock Output)* Преривання від FIFO *(FIFO INT)* Зовнішній конденсатор фільтру даних *(External Data Filter Capacitor)*
8	*CLKOUT*	Додатковий вихід тактової частоти для ведучого процесора.
9	*Xtal/Ref*	*Xtal* - вивід для підключення кварцевого резонатора с частотою 10 МГц. *Ext Ref* - В якості опорного джерела частоти. можна підключити зовнішній генератор
10	*RESET*	Вхід зброcу *(Reset Input)*
11	*GND*	Загальний мінус (System Ground).
12	*RF_P*	Деференціальний радіочастотний вивід вхід/вихід ***(RF Diff I/O)***
13	*RF_N*	Деференціальний радіочастотний вивід вхід/вихід ***(RF Diff I/O)***
14	*VDD*	Напруга живлення *(Supply Voltage)*
15	*RSSIA*	Вихід аналогової індикації рівня приймаємого сигналу *(Analog RSSI Output)*
16	*nINT/DDET*	*nINT* - зовнішнє переривання

Опис функціональних можливостей

TRC102 - це багатоканальний приймач з частотною модуляцією, призначений для використання в смугах частот 433, 868 і 916 МГц. Функціональні можливості:

- синтезатор ФАПЧ;

- підсилювач потужності;

- малошумний підсилювач (LNA);

- *I/Q*-мікшери;

- *I/Q*-демодулятори;

- фільтри немодульованної передачі;

- підсилювачі немодульованної передачі;

- індикація рівня сигналу;

- детектор розряду батареї;

- режим таймера пробудження / робочого циклу;

- виявлення дійсних даних / якості даних

Функціональна схема пристрою зображена на рис. 4.20

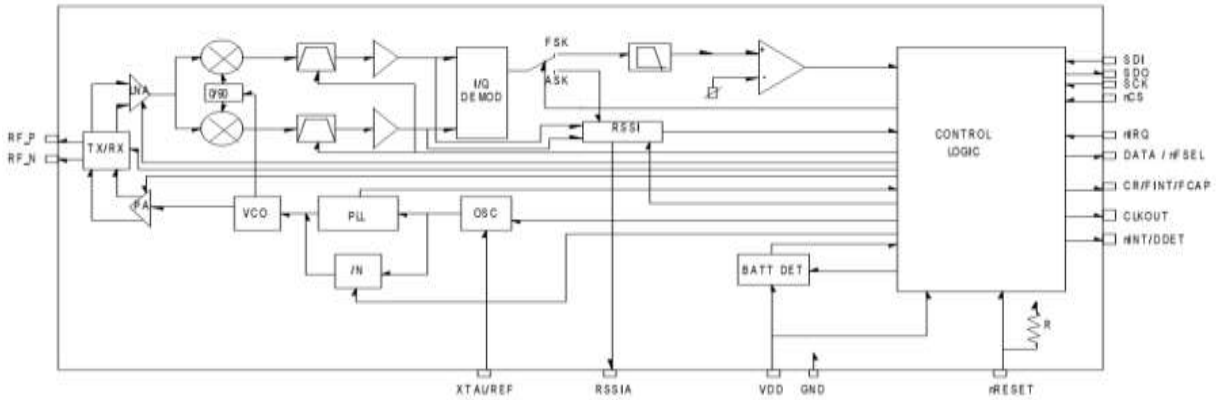


Рис. 4.20 - Функціональна схема TRC 102

Типова схема підключення до радіомодулів антеним навантаження до виходів R_{cf}, рекомендована виробником, наведена на малюнку 4.21 [20]

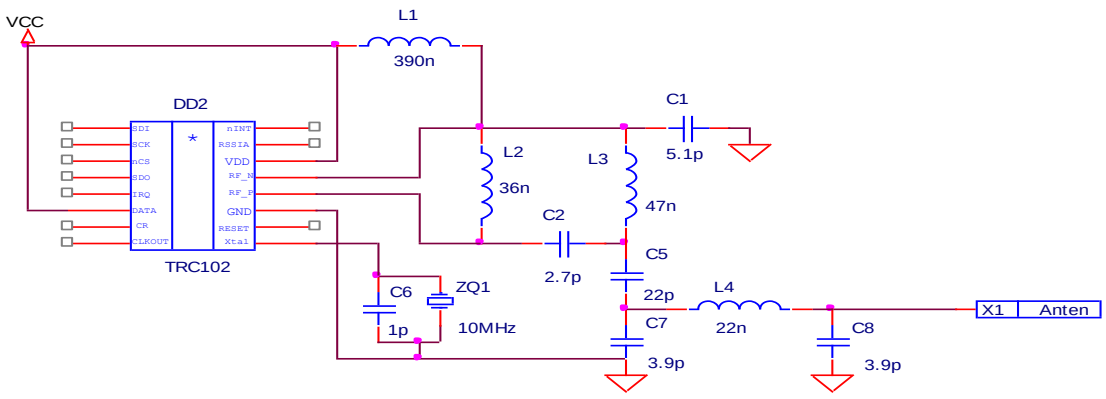


Рис. 4.21 - типова схема підключення антеною навантаження

4.3.6 Блок індикації та блок управління

Як індикації використовується звукова (динамік) і візуальна (РК-дисплей). Звукова індикація необхідна для сигналізації, коли хоча б один з фізіологічних показників людини перевищує норму або стає менше норми. Схема включення динаміка наведена на Рис. 4.22.

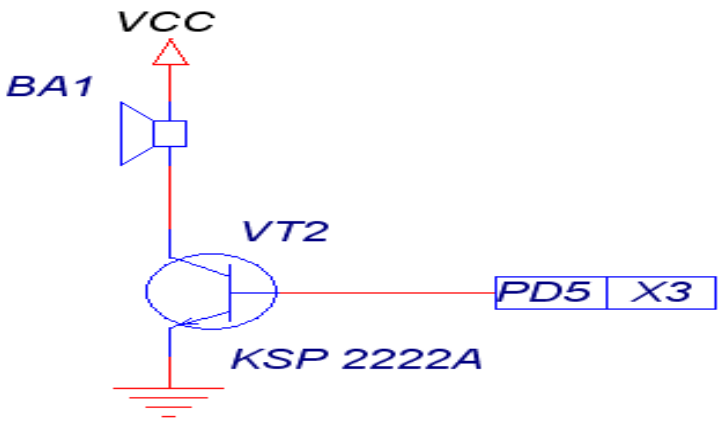


Рис. 4.22 - схема включення динаміка

На РК-дисплей будуть виводитися значення фізіологічних показників людини, в цьому пристрої використовується знакосинтезуючий РК-дисплей фірми Winstar, в якому 2 рядки по 8 символів в кожній. Опис виводів дисплея приведена в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 - опис виводів LCD дисплея

№ п/п	ва Виводу	Опис Виводу

1	V_{ss}	Земля
2	V_{dd}	Живлення (+3В - +5В)
3	V_o	Налаштування контрасту
4	R_S	Вибір регістру (запис команди «0» або даних «1»)
5	$R/\overline{W}$	Запис в пам'ять або читання з пам'яті
6	E	Тактуючий сигнал
7- 14	*DB0-7*	Шина даних

Схема підключення дисплея зображена на рисунку 4.23. На вивід V_o подається напруга через підлаштовуючийся резистор для установки контрастності знаків, а вивід запис / читання підключаємо до землі, тому що в пам'ять дисплея буде проводитися тільки запис даних. Виводи R_S, E підключаються до двох молодших бітів МК, які забезпечують тактування і вибір регістра команд або даних. Управління РК-дисплеєм планується по чотирьохбітній шині даних. Такий режим управління дисплеєм забезпечує «економію» вільних виводів мікроконтролера. При роботі в чотирьохбітному режимі використовуються старші чотири біта шини даних дисплея [21].

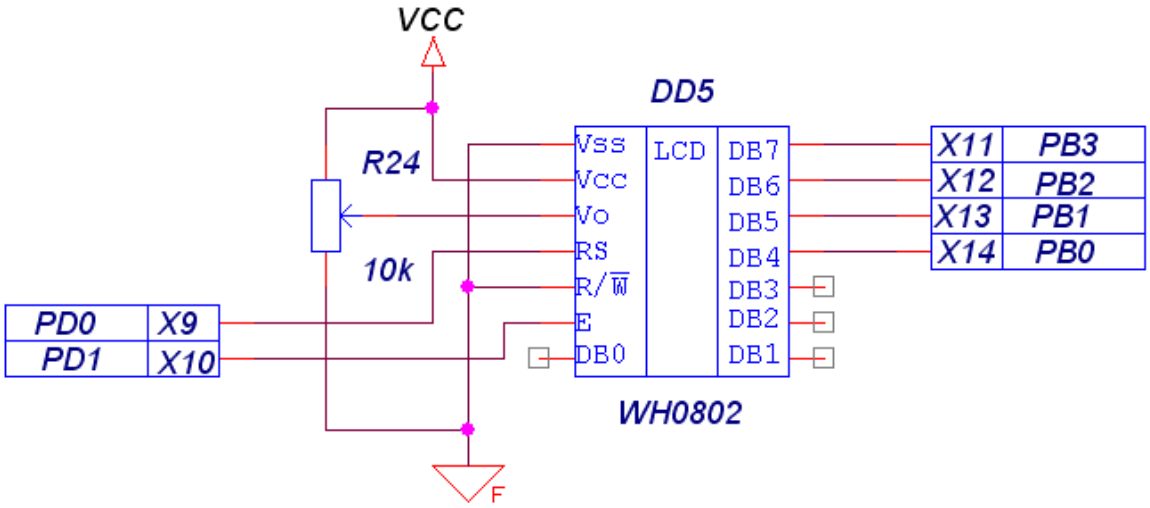


Рис 4.23 - Схема підключення LCD дисплея

Дисплей повинен відображати інформацію про пульсі і температуру, формат виведеної інформації зображений на малюнку 4.24.

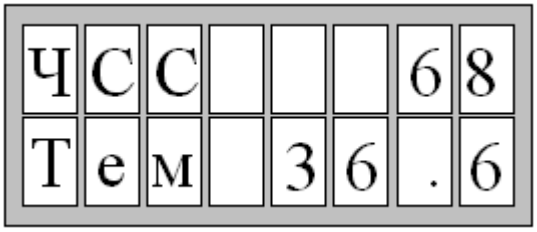


Рис. 4.24 - Формат виведеної інформації на дисплей,

де ЧСС - частота серцевих скорочень, яка вимірюється в ударах в хвилину.

Тем - температура тіла, в градусах Цельсія.

РОЗДІЛ 5. ПРОЕКТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

5.1 Логіка роботи вимірювача - передавача

Логіка роботи вимірювача наведена на рис. 5.1

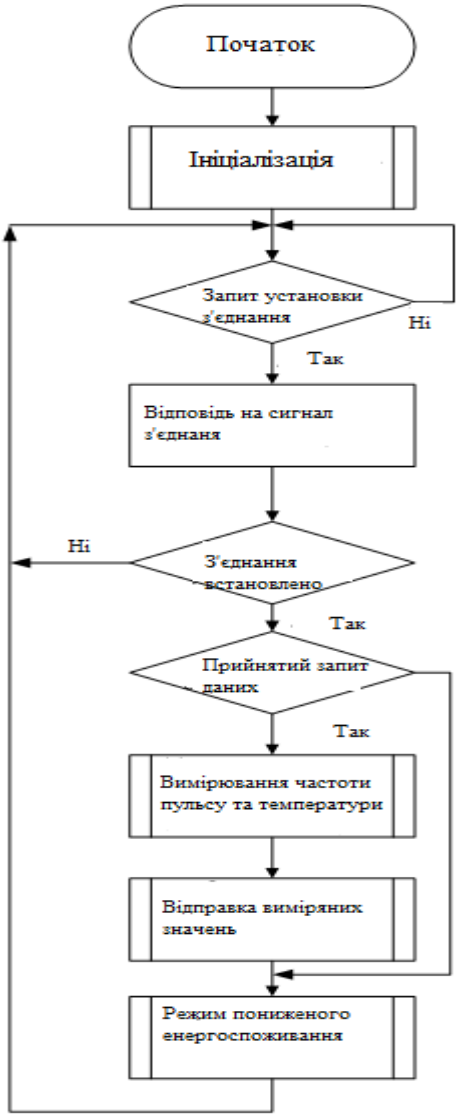


Рис. 5.1 - Логіка роботи вимірювача

5.1.1 Установка fuse - бітів і lock - бітів мікроконтролера

Оскільки ми плануємо виробляти масово даний пристрій, необхідно захистити Flash-пам'ять мікроконтролера від подальшого запису і читання, для цього необхідно встановити lock-біти Lb1 і Lb2.

У нашій схемі тактування мікроконтролера передбачено від зовнішнього генератора з частотою 1 МГц. Низька тактова частота призначена для економії

енергії батарейки. Час старту після подачі живлення дорівнює 4.1 мс. Сторожовий таймер необхідно відключити. Таким чином fuse-біти для контролера ATtiny 24 дорівнюватимуть:

Fuse Low Byte = D0h

Fuse High Byte = DFh

Fuse-біти для контролера ATtiny 2313 дорівнюватимуть:

Fuse Low Byte = D0h

Fuse High Byte = DFh

5.1.2 Підпрограма ініціалізації

ПП ініціалізації включає в себе налаштування всіх ключових елементів схеми, а також периферії мікроконтролера. Алгоритм ініціалізації зображене на рис. 5.2

Налаштування портів:

Встановлюємо на виходах PA_4 і PA_3, встановлюючи в регістрі DDRA відповідні біти, а PA5 на виводах.

Налаштування АЦП:

У регістрі ADMUX вибираємо джерело опорної напруги, і вибираємо канал, на якому буде відбуватися перетворення. В якості опорної напруги вибираємо напругу живлення (Vcc) та використовуємо сьомий канал АЦП. Таким чином в регістр ADMUX необхідно записати значення - 07h (MUX0 = 1 MUX1 = 1 MUX2 = 1). Тактова частота АЦП повинна знаходиться в діапазоні 50-200 кГц, отже, використовуючи переддільник (prescaler) розділимо тактову частоту мікроконтролера на 16:

$$\frac{1МГц}{16} \approx 62кГц$$

У регістр ADCSRA необхідно записати 04h (ADPS2 = 1) для отримання необхідної тактової частоти. Таким чином час одного виміру становить:

$$\frac{13}{62000} = 209 мкс$$

Налаштування зовнішнього переривання INT0:

Дане переривання необхідно для виведення МК з режиму зниженого споживання по перериванню від радомодуля.

Для цього необхідно в регістр MCUCR записати число 03h (ISC00 = 1, ISC01 = 1).

Налаштування USI:

Для спілкування МК з радіомодулем використовується інтерфейс SPI, але на контролері ATtiny 24 відсутня даний інтерфейс, але є USI, який може працювати в режимі трьох проводів, подібному SPI. Для цього в регістр USICR записуємо значення = 54h (USIOIE = 1, USIWM0 = 1, USICS0 = 1), тактування здійснюється від таймера T0 Налаштування таймера T0:

Таймер T0 необхідний для тактування USI МК.

Для цього вибираємо переддільник таймера 0 = 1, біти CS00 = 1, в регістрі TCCR0.

Налаштування компаратора:

Дозволяємо переривання компаратора по зростаючому фронту, для цього в регістрі ACSR встановлюємо, біти ACIE, ACIS1, ACIS0.

Налаштування радіомодуля TRC102:

У регістрі конфігурації радіомодуля, дозволимр використання FIFO буфера, вибираємо діапазон передачі рівний 433 МГц, здатність навантаження ємність 16 пФ, код команди 805Fh.

У регістрі автоматичного підстроювання частоти налаштовуємо підтримку зміщення без обмежень незалежно від стану VDI, встановлюється високоточний режим, включається регістр зсуву частоти, код команди C4C9h.

Регістр налаштування передачі використовується для конфігурації полярності модуляції, смуги пропускання модуляції, вихідної потужності передавача. Код команди 9870h.

Регістр установки частоти задає точну настройку передачі або прийому всередині вибраного діапазону. Код команди A1AEh.

У регістрі управління приймачем встановлюємо середній час відгуку детектора дійсних даних, діапазон частот немодульованної передачі приймача рівний 134 кГц, посилення МШУ приймача дорівнює 0 дБ, код команди буде рівний 9340h.

Регістр фільтра немодульованної передачі налаштовує управління фіксацією відновлення тактової синхронізації, тип фільтра немодульованної передачі, поріг детектора виявлення якості даних. Код команди - C2A3h.

FIFO буфер налаштовується на заповнення 15 бітами, довжина символу синхронізації дорівнює 2 байтам. FIFO буфер почне заповнюватися тільки після того, як він розпізнає заданий шаблон синхронізації. Код команди - CAF3h.

Регістр настройки частоти передачі налаштовує переддільник рівний 1, швидкість передачі даних рівні 170 кб / с, код команди буде рівним C6ACh.

Цей регістр керує живленням ланцюга приймача, ланцюги передавача, схему немодульованної передачі, ФАПЧ, підсилювачем потужності, синтезатором, кварцовим генератором, таймером пробудження, виходом тактового генератора.

У регістрі виявлення розрядки батареї встановлюється вихідний дільник тактової частоти рівний 10. Код команди - C007h.

Регістр настройки ФАПЧ налаштовує швидкість наростання сигналу буфера вихідної тактової частоти, час запуску кварцового резонатора, смугу частот ФАПЧ. Код команди - CC45h.

Налаштовуємо T1, переддільник = 0. Дозволяємо переривання від модуля порівняння A, і в регістр порівняння OCR1A записуємо значення FB3Bh, що відповідає 1 секунді.

Дозвіл глобальних переривань - в регістрі SREG встановлюємо прапор I - Global Interrupt Enable.

Рис. 5.2 - Алгоритм ПП ініціалізації

5.1.3 Установка з'єднання

При появі зовнішнього переривання на ніжці МК PCINT7 від TRC 102, необхідно прочитати дані з регістра приймача. Для звернення до регістру приймача застосовується команда B0FFh, після якої в лінію SDO будуть висуватися прийняті дані, які необхідно зрушити логічно вліво і переслати на

приймач. Однак що б переслати зсунуті дані, необхідно сформувати пакет даних, в який входить 2 байта преамбули (AAAAh або 5555h), потім перший призначений для користувача сінхробайт, і сінхробайт D4h, після цього відправляються дані. Приймач аналізує прийнятий байт, якщо він виявився зрушать вліво 1 раз, значить, зв'язок встановлено, і приймач посилає дані, які вимірювач інтерпретує, як початок вимірів. Якщо отримані дані приймачем не відповідають очікуваним, то він посилає запит на з'єднання ще раз. На рис. 5.3 показаний алгоритм встановлення з'єднання.

5.1.4 Вимірювання

Як тільки приймається байт, що означає початок вимірів, включаються АЦП, готується таймер Т1, зовнішнє переривання, аналоговий компаратор. АЦП вимірює напругу на термопорі, після закінчення вимірювання АЦП, включається таймер 1, який відраховує 6 секунд, в цей момент часу відбувається реєстрація пульсу за допомогою компаратора.

Для включення АЦП, дозволяємо переривання після закінчення перетворення і встановлюємо, біт початку перетворення необхідно в регістрі ADCSRA встановити біти ADEN, ADIE, ADSC. На час перетворення необхідно увійти в режим зниження шуму від ядра МК. Що б увійти в цей режим в регістрі MCUCR встановлюються біти SE - sleep enable і SM0. МК автоматично вийде з цього режиму по закінченню перетворення.

Отриманий результат зберігається в оперативну пам'ять МК і потім включається таймер Т1, в регістрі TCCR1B встановлюємо такі біти (CS12 = 1, CS12 = 0, CS12 = 1) і включаємо аналоговий компаратор, скинувши біт ACD в регістрі ACSR. При використанні вбудованого компаратора виникає наступна проблема, коли напруги на інвертуючому і на неінвертуючому входах стають майже рівними, на виході компаратора відбувається брязкіт. Для того, щоб уникнути брязкіт вводять позитивний зворотний зв'язок, яка формує петлю гістерезису, але тому що в схемі використовується вбудований компаратор, введення ПЗЗ неможливо. Таким чином, для вирішення даної проблеми необхідно

звернутися до малюнка ЕКГ. В даному випадку цікавить зубець Q-R-S, тривалість якого становить - 60-110 мс, при першому спрацьовуванні компаратора відбудеться переривання, яке необхідно заборонити на 170-190 мс, скинувши біт ACIE в регістрі ACSR, а потім назад встановити його. А по закінченню 6 секунд отриманий результат частоти пульсу так само збережеться в оперативній пам'яті.

Далі необхідно дані відправити на пристрій-приймач за допомогою радіомодуля, використовуючи USI в режимі «трьох проводів». При використанні FIFO буфера радіомодуля, пакет даних буде складатися з двох байтів преамбули, 2 сінхробайтов і 3 байтів даних. Будь-який передається пакет незалежно від того, застосовується шаблон синхронізації чи ні, завжди повинен починатися з преамбули - послідовності чергуються одиниць і нулів. Це відповідає передачі значень 0xAA або 0x55. Преамбула може складатися з одного байта (швидкий режим відновлення синхронізації) або двох байтів (повільний режим відновлення синхронізації). Наступні один або два байти, в залежності від заданої довжини шаблону, є шаблон синхронізації. У цьому випадку дані починаються відразу ж за сінхробайтом (synch byte). Всі наступні далі байти трактуються як дані. TRC102 можна налаштувати на використання символу синхронізації для позначення дійсних вхідних даних. Цей символ ділиться на два байта, SB1 і SB0. SB1 має фіксоване значення 2Dh, недоступне для програмування. SB0 задається користувачем. Байтовий символ використовує тільки SB0, що задається користувачем. Це дає перевагу при роботі поруч з іншими випромінювачами або для ідентифікації певних передавачів.

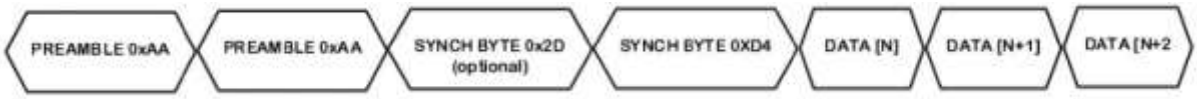


Рис 5.3 - Структура переданих даних

На Рис 5.3 показаний алгоритм перетворення величин і відправки на радіомодуль.

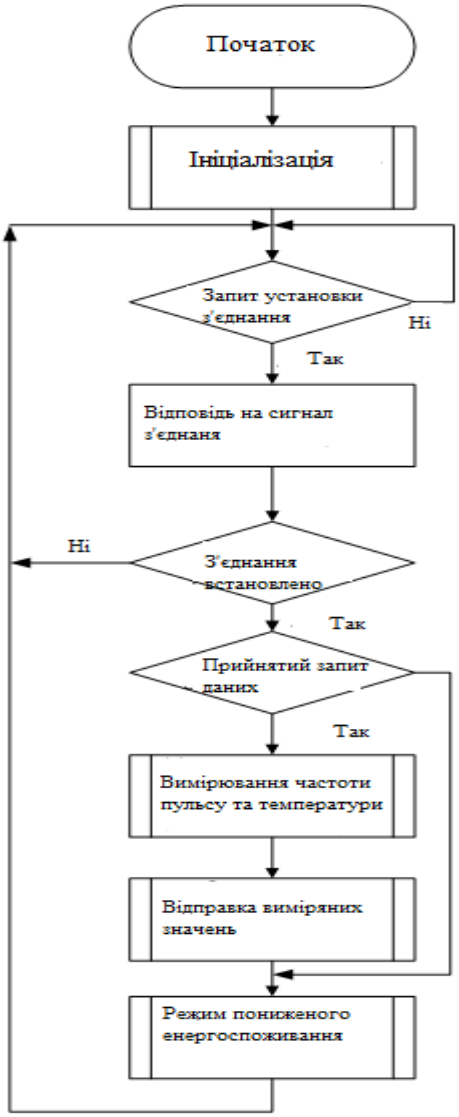


Рис 5.5 - алгоритм установки зв'язку

Рис 5.6 - алгоритм перетворень

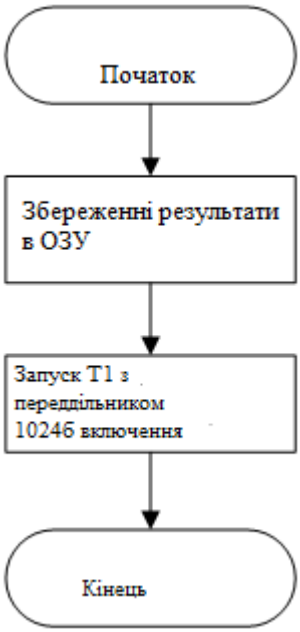


Рис. 5.7 – Алгоритм обробки переривання від АЦП

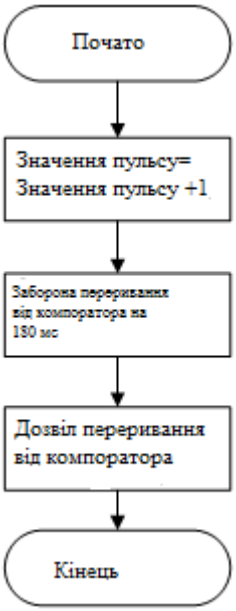


Рис 5.8 —Алгоритм обробки переривання від аналогового компаратора

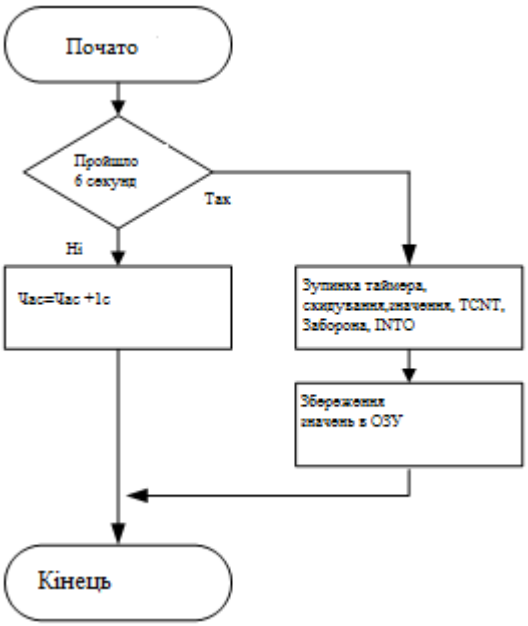


Рис 5.9 - Алгоритм обробки переривання від Т1

5.1.5 Режим зниженого споживання

TRC 102 має внутрішній таймер пробудження, що володіє дуже малим споживанням (1.5 мкА) з програмованим періодом від 1 мс до декількох років. повернення в активний режим може ініціюватися декількома зовнішніми подіями:

- Подача логічного «0» на вихід nINT;

- виявлення зниженого напруги живлення;

- заповнення приймального FIFO- буфера;

- запит SPI.

Якщо виникають ці будять події, включаючи і таймер пробудження, TRC 102 генерує зовнішнє переривання на виведення nIRQ, яке можна використовувати в якості пробуджуючого сигналу ведучого процесора.

У регістрі періоду таймера пробудження встановлюється інтервал пробудження. Обчислити період можна за формулою:

Де M [7..0] = десяткове значення від 0 до 255

R [4..0] = десяткове значення від 0 до 31

Twake = 255 • 231 = 17 років.

У регістрі Power Manager в TRC 102 необхідно встановити біт Wake-up Timer Period Register - включення таймера пробудження.

Після того, МК налаштує режим зниженого споживання для радіомодуля, він сам переходить в режим зниженого споживання (Power Down), з якого виходить по перериванню INT0. Для цього в регістрі MCUCR встановлюємо біти SE і SM1, в результаті споживання струму знижується до 1.3 мкА.

Ведучий процесор переходить в режим Power-Down, що скорочує споживання енергії в сотні разів

5.2 Логіка роботи приймача - індикатора

У завдання приймача входить опитування вимірювача 1 раз в хвилину. Логіка роботи приймача представлена на рис 5.9.

Рис 5.9 - Логіка роботи приймача

5.2.1 Підпрограма ініціалізації

ПП ініціалізації включає в себе налаштування всіх ключових елементів схеми, а також периферії мікроконтролера. Алгоритм ініціалізації зображений на рис 5.10

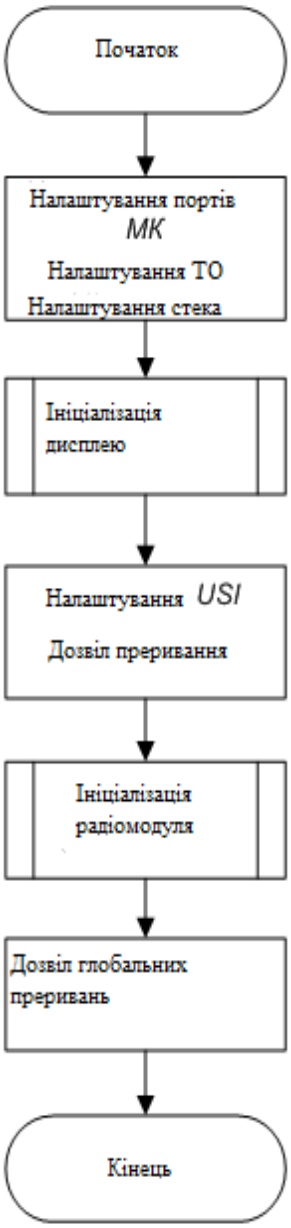


Рис 5.10 - Підпрограма ініціалізації приймача

ПП ініціалізації радіомодуля, таймера T_0, інтерфейсу USI аналогічна вимірника. Однак в даній схемі використовується РК індикатор, який необхідно налаштувати. Робота РКІ передбачена по 4-х бітної шині даних. Спочатку необхідно ініціалізувати РКІ, а потім налаштувати його. На малюнку 5.11 наведено алгоритм підпрограми ініціалізації РКІ.

Рис. 5.11 - Підпрограма ініціалізації РКІ

5.2.2 Підпрограма ініціалізації дисплея

При налаштуванні РКІ включається дисплей, встановлюється інкремент покажчика, відключається курсор, забороняється зрушення екрану, під час запису даних зсувається курсор вліво, ширина шини даних - 4 біта, включається 2 рядки і встановлюється початкова адреса в пам'яті DDRAM.

Налаштування портів:

У порту B біт 7, 6, 3, 2, 1, 0 налаштовуються на висновок, а біт 5, на введення. У порту D біт 0, 1, 5 на висновок, а 4, 3, 2 на введення даних, і на цих лініях встановлюється підтягаючий резистор.

5.2.3 Відправлення значень

Значення відправляються аналогічно як і у вимірювачі - за допомогою USI, тобто спершу вирушає адресу передавача, потім 2 байта преамбули (AAh), 2 сінхробайта, а потім дані. При установці з'єднання пристрій індикатор відправляє запит на з'єднання - шле байт даних і в результаті очікує отримати цей же байт, зрушений вліво, якщо дані прийшли правильні, приймач - вимірювач інтерпретує це як встановлене з'єднання. Потім відправляє байт даних, що сигналізує про початок вимірів. Після вимірювань пристрій - індикатор отримує виміряні дані.

5.2.4 Прийом даних

Для читання з радіомодуля провідний процесор повинен в USI висунути адресу приймача, а потім байт даних (FFh), одночасно з цим в лінію SDO радіомодуля будуть висуватися прийняті дані. Отримані дані зберігаються в ОЗП МК.

5.2.5 Обробка даних

Обробка даних полягає в перекладі отриманих даних в десятковий код. Дані про частоту пульсу необхідно ще помножити на 10. Після цього дані переводяться в десятковий код і виводяться на дисплей. Для визначення температури використовується табличний метод, отримане значення температури так само виводиться на індикатор. Якщо значення температури і пульсу перевищують або менше, ніж передбачалося діапазону, буде поданий сигнал, який сигналізує про це.

Кнопки управління:

Кнопки управління призначені для негайного запиту значень про температуру і пульсі, а так само для зупинки сигналу попередження.

5.2.6 Режим зниженого споживання

В даному приладі передбачено робочий цикл. Це означає, що після того, як ведучий МК і радіомодуль перейдуть в режим зниженого споживання енергії, буде запущений таймер пробудження радіомодуля. Таймер пробудження налаштовується на 1 хвилину, тобто після 1 хвилини з режиму сну вийде спершу радіомодуль, потім МК. МК сформують пакет для передачі запиту на з'єднання і вимірювання, таким чином, по прийому даних вийде з режиму сну радіомодуль вимірювача, а потім МК вимірювача.

Для настройки робочого циклу, необхідно в регістр настройки періоду таймера пробудження записати значення E6FFh.

Дане значення виходить з формули:

$$T_{WAKE}\ (\text{мс}) = M[7..0]*2^{R[4..0]}.$$

Де M [7..0] = десяткове значення від 0 до 255

R [4..0] = десяткове значення від 0 до 31

Twake= $255 \cdot 2^6 \sim 1000$ мс.

РОЗДІЛ 6. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

6.1 Маркетингові дослідження

Сучасний етап розвитку промисловості зокрема однією з провідних її галузей ─ електроніки, характеризується високим рівнем технічного потенціалу, швидкими темпами науково-технічного прогресу, величезними масштабами виробництва, наявністю великого числа підприємств, що випускають тисячі найменувань різної продукції. Електроніка є основою технічного прогресу в народному господарстві. Вона забезпечує розвиток існуючих та створення нових галузей.

Важливою рисою електронної промисловості є її динамічність. Щорічно в серійному виробництві освоюється приблизно 20% нових виробів. Це викликається швидким моральним старінням електронної техніки внаслідок технічного прогресу. Динамічність галузі вимагає швидкої перебудови виробництва на випуск нових виробів, тобто зумовлює гнучкість, чітку організацію і структуру виробництва, що дозволяє переходити на нові моделі приладів в короткі терміни і з мінімальними витратами.

Важливу роль при виробництві того чи іншого нового приладу грає необхідність його на ринку. Для отримання прибутку від виробництва треба на першому ж етапі економічно обгрунтувати необхідність його виробництва. Для цього потрібно розрахувати і зіставити витрати і доходи. Для зменшення витрат слід організувати ефективне виробництво. Що неможливо без економічних обґрунтувань всіх інженерних рішень.

6.1.1 Технічні характеристики приладу

Система для дистанційного моніторингу фізіологічних параметрів людини призначена для віддаленого спостереження за температурою тіла людини і частотою серцевих скорочень (ЧСС). Система складається з двох пристроїв, одне з яких закріплюється на руці пацієнта і проводить вимірювання, а інше знаходиться у людини, який стежить за показниками. Такі системи зручно

використовувати для ефективного контролю фізіологічних показників людини (особливо для лежачих хворих, які перебувають на домашньому лікуванні і дітей). Для вимірювання пульсу використовується оптичний датчик, а для вимірювання температури використовується терморезистор. Кожен пристрій живиться від двох батарей дискового типу, по 3 вольта кожна.

Проектована система - пристрій, що дозволяє віддалено, швидко і ефективно стежити за фізіологічними показниками людини.

Такі прилади компактні, мають малу вагу, автономність, низьке енергоспоживання. Вони досить надійні, зручні, безпечні і прості в експлуатації.

6.1.2 Функціональні властивості приладу

Даний прилад забезпечує безперервне вимірювання температури тіла людини, частоти серцевих скорочень і передачу виміряних параметрів по радіоканалу на інший пристрій, що виводить на дисплей значення виміряних параметрів.

При проведенні вимірювання пристрій закріплюється на внутрішній стороні плеча, на знежиреній шкірі. Після закріплення пристрою воно відразу готове до вимірювань.

6.1.3 Портрет споживача

Даний прилад необхідний для людей із захворюваннями серцевої судинної системи (ССС) і захворюваннями, для яких характерне підвищення температури. Причинами захворювань серцево-судинної системи є: вік, стать, спадковість, емоційні перевантаження, куріння, малорухливий спосіб життя і тд. Підвищення температури відбувається при: інфекційних і запальних захворюваннях, пухлинах, розлади терморегуляції, прийомі лікарських препаратів і тд.

Проектована система спостереження за основними фізіологічними показниками людини - це універсальний прилад, який може використовуватися в домашніх умовах, в санаторіях, а так само в спеціалізованих спортивних клубах.

Слід зазначити, що електронний спосіб вимірювання температури є досить точним і безпечним у використанні, в порівнянні з ртутним термометрами, а значить можна без ризику для здоров'я дітей вимірювати у них температуру.

6.1.4 Прилади аналоги

На ринку України аналога даного приладу немає, тобто подібні прилади в Україні не виробляють. Однак можна виділити схожі за призначенням прилади - цифрові пульсометри і цифрові термометри виробництва Німеччини, Швейцарії, Японії та Китаю. Дані прилади показують ті ж показники, що і розроблювальний пристрій. Можливість віддалено стежити за фізіологічними показниками людини виділяють розроблювальний пристрій щодо приладів аналогів.

6.1.5 Фізичний і моральний знос приладу

Прилади електронної техніки здатні працювати протягом декількох років. Весь цей час прилад буде безвідмовно працювати, але через 1-2 роки він застаріє, так як на його зміну прийдуть більш удосконалені. Це також треба враховувати, тобто ми повинні продати розроблювальний пристрій протягом 2-3 років і тоді отримаємо максимальний прибуток.

6.1.6 Гарантійне обслуговування

Виробник забезпечує 12-місячну гарантію роботи приладу з подальшим сервісним обслуговуванням. При придбанні товару покупець зобов'язаний самостійно перевірити комплектність і фізичні ушкодження товару, так як після придбання претензії щодо комплектації та фізичних несправностей фірмою не приймаються. У комплектацію входять вимірювач, приймач, гумовий ремінець, 4 батарейки, керівництво по експлуатації.

Гарантійний ремонт здійснюється шляхом безкоштовної заміни вийшовшого з ладу блоку.

6.1.7 Оцінка потенційного обсягу ринку

Це можливий обсяг реалізації товару, при певному рівні цін, проданого або на певній географічній території за одиницю часу. Як правило обсяг ринку визначається на значних за розміром географічних територіях і на досить протяжних тимчасових інтервалах.

Оскільки розроблювальний пристрій може застосовуватися в домашніх умовах, санаторіях і спортивних клубах, то, припустимо, що в Києві буде продано 60 приладів. Таким чином кількість проданих приладів на території України дорівнюватиме:

$$\frac{45963000 \cdot 60}{380000} = 7257 \text{ шт.}$$

6.1.8 Темпи зростання ринку

Загальний обсяг зростання ринку росте потенційно 5-5% в рік, тоді за 3 роки обсяг продажів складе:

шт, до кінця 3 року при 7% в рік.

З урахуванням фінансового потенціалу споживача (70%) можемо обчислити кількість необхідних для випуску приладів:

$$\text{Nвип} = 8890 \cdot 0{,}7 = 6223 \text{ шт.}$$

6.1.9 Життєвий цикл ринку

Період часу від початку створення товару до закінчення. запитання на ринку і припинення виробництва. Виділяють кілька етапів життєвого циклу виробу, для виробів електронної техніки - 3 роки, за 3 роки ми повинні продати 6223 приладу (рисунок 6.1). За перший рік продамо 10% приладів (622 шт.), За 2 рік - 60% (3734 шт.), За 3 рік - 30% (1867 шт.).

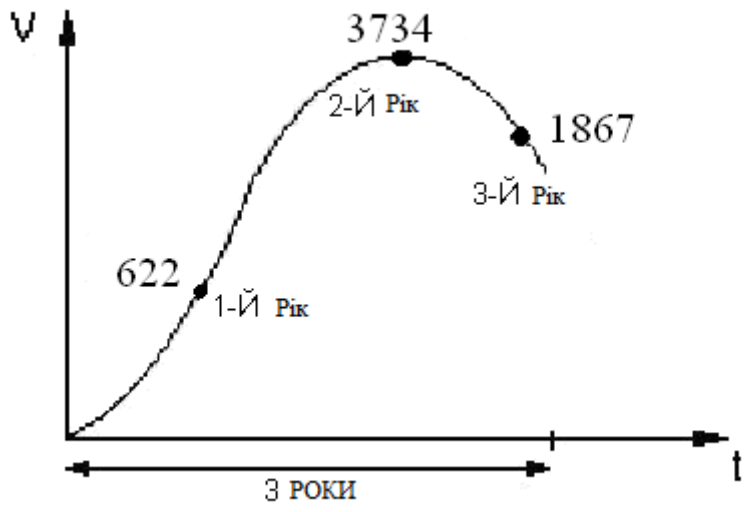


Рис 6.1 - етапи життєвого циклу вироби

6.1.10 Рекламування

Для рекламування розробляється приладу доцільно використовувати зовнішню рекламу в спеціалізованих місцях (лікарнях, поліклініках, медичних центрах, санаторіях). Найбільш вдалою буде реклама на сітці, яку можна розмістити на стінах спеціалізованих місць або вікнах. Також ефективною буде поліграфічна реклама. Наприклад, брошури або буклети, які можна поширити по кабінетах лікарів [22].

6.2 Технічне завдання

6.2.1 Принципова схема приладу

У додатку А зображена схема дистанційного монітора основних фізіологічних показників людини електрична принципова.

6.2.2 Технологічний процес виготовлення приладу

У таблицях Д.1 - Д.5 наведено технологічний процес виготовлення приладу. При цьому нам треба врахувати технологічну карту виготовлення виробу, застосовувані матеріали (основні і допоміжні) і обладнання.

6.3 Розрахунок програми запуску і кількості робочих місць

6.3.1 Розрахунок програми запуску

За результатами маркетингових досліджень ми визначили кількість приладів, які можуть бути реалізовані на території України за 3 роки. Ця величина - норма випуску. Норму запуску ми можемо визначити за формулою:

$$N_{зап} = N_{вип} \cdot (1 + N_{бр} + З). \quad (6.1)$$

де $N_{зап}$ – норма запуска;

$N_{вип}$ = 6223 – норма выпуска;

$$N_{бр} = 1 - 0{,}614 = 0{,}386. \quad (6.2)$$

$N_{бр}$ – норма технологического брака;

З = 0,09 – зовнішній брак;

$$N_{зап} = 6223 \cdot (1 + 0{,}386 + 0{,}09) = 9185 \text{ шт.}$$

6.3.2 Розрахунок потреби в технологічному обладнанні

Для розрахунку потреби в технологічному обладнанні необхідно розрахувати кількість робочих місць по формулі:

$$N_{P.Mi} = \frac{N_{зап} \cdot t_i}{Tэф \cdot К_в}. \quad (6.3)$$

где t_i – норма часу на і-ій операції;

$Т_{эф}$ – ефективний фонд рабочего часу;

$Т_{эф}$=1 квартал =30120 мин.;

$К_в$ – - коефіцієнт, що враховує планове виконання норм виробітку;

$К_в$=1,12 – перепрацювання на 12%;

$$N_{P.\text{М}1} = \frac{9185 \cdot 7}{30120 \cdot 1.12} = 1{,}91.$$

$N_{P.\text{М}2} = 3{,}54$ $N_{P.\text{М}10} = 1{,}63$

$N_{P.\text{М}3} = 4{,}36$ $N_{P.\text{М}11} = 3{,}27$

$N_{P.\text{М}4} = 1$ $N_{P.\text{М}12} = 4{,}36$

$N_{P.\text{М}5} = 1{,}63$ $N_{P.\text{М}13} = 2{,}99$

$N_{P.\text{М}6} = 2{,}45$ $N_{P.\text{М}14} = 3{,}27$

$N_{P.\text{М}7} = 3{,}27$ $N_{P.\text{М}15} = 3.54$

$N_{P.\text{М}8} = 2{,}99$ $N_{P.\text{М}16} = 2.18$

$N_{P.\text{М}9} = 1{,}91$ $N_{P.\text{М}17} = 3{,}81$

Тепер розраховуємо прийняте кількість робочих місць за такими правилами:

- при $\text{N}_{\text{р.м}} \le 0{,}1$ округляємо в меншу сторону;

- при $\text{N}_{\text{р.м}} > 0{,}1$ округляємо в більшу сторону;

$\text{N}_{\text{р}1} = 2$ $\text{N}_{\text{р}10} = 2$

$\text{N}_{\text{р}2} = 4$ $\text{N}_{\text{р}11} = 4$

$\text{N}_{\text{р}3} = 5$ $\text{N}_{\text{р}12} = 5$

$\text{N}_{\text{р}4} = 1$ $\text{N}_{\text{р}13} = 3$

$\text{N}_{\text{р}5} = 2$ $\text{N}_{\text{р}14} = 4$

$\text{N}_{\text{р}6} = 3$ $\text{N}_{\text{р}15} = 4$

$N_{p7} = 4$ $N_{p16} = 3$

$N_{p8} = 3$ $N_{p17} = 4$

$N_{p9} = 2$

Після розрахунку прийнятого і розрахункової кількості робочих місць необхідно розрахувати коефіцієнт завантаження за формулою:

$$\eta = \frac{N_{р.м}}{N_р} \quad (6.4)$$

$\eta_1 = 0{,}95$ $\eta_{10} = 0{,}81$

$\eta_2 = 0{,}88$ $\eta_{11} = 0{,}81$

$\eta_3 = 0{,}87$ $\eta_{12} = 0{,}87$

$\eta_4 = 1$ $\eta_{13} = 0{,}99$

$\eta_5 = 0{,}82$ $\eta_{14} = 0{,}81$

$\eta_6 = 0{,}82$ $\eta_{15} = 0{,}88$

$\eta_7 = 0{,}82$ $\eta_{16} = 0{,}72$

$\eta_8 = 0{,}99$ $\eta_{17} = 0{,}95$

$\eta_9 = 0{,}95$

6.4 Розрахунок потреби в обладнанні

Приклад розрахунку таблиці потреби в обладнанні.

Установка нарізки пластин Robus FSM / N.

Кількість - 2 штуки, вартість за 1 штуку - 141000 грн, сумарна вартість буде дорівнює 282000 грн. Вартість обладнання з урахуванням монтажних робіт 5-15% від сумарної вартості, беремо 12%.

282000 · 1,12 = 315840 грн

Розрахуємо балансову вартість обладнання на коні 3-го року при нормі амортизації На = 24% в рік

138880 · (1-0,24) 3 = 60964,99 грн.

Аналогічно розраховуються інші пункти таблиці, результати заносяться в таблицю В.7.

Розрахунок потреби у виробничій площі.

При розрахунку площі робочого місця необхідно врахувати, якщо обладнання стоїть на монтажному столі, то береться площа столу, а не обладнання.

Виробнича площа ділянки визначається за формулою:

$$S_{\text{пр}} = 2 \cdot \sum_{i=1}^{n} S_{\text{рмі}} \cdot N_{\text{рм}} \qquad (6.5)$$

где $S_{\text{пр}}$ – виробнича площа;

$S_{\text{рмі}}$ – виробнича площа на і-ої операції;

$N_{\text{рм}}$ - прийняте кількість працівників на і-ої операції.

Приклад розрахунку виробничої площі для першої технологічної операції:

- Станок для нарізки пластик Robus FSM/N – 1,3·1,48 м

- Стул – 0,5·0,5 м

- Прийняте кількість працівників на 1-ій операції – 2

$$S_{\text{рмі}} = (1,3 \cdot 1,48 + 0,5 \cdot 0,5) \cdot 2 = 4,35 \text{ м}^2. \qquad (6.6)$$

Аналогічно розраховується площа для кожної технологічної операції. В результаті виробнича площа буде дорівнює:

$$S_{пр} = 341{,}1 \text{ м}^2.$$

Розрахунок виробничого обсягу

Згідно ГОСТ висота виробничого приміщення не повинна бути менше 6 м. Серед нашого обладнання немає такого, яке перевищувало б цю висоту, таким чином, hпр = 6 м.

Виробничий обсяг розраховується за формулою:

$$V_{пр} = S_{пр} \cdot h \qquad (6.7)$$

Тоді виробничий беєм буде дорівнює:

$$V_{пр} = 341{,}1 \cdot 6 = 2046{,}35 \text{ м}^3.$$

6.5 Розрахунок вартості виробничих фондів (ОПФ)

Вартість ОПФ приведено в таблиці Д.8.

Розрахунок потреби в основних фондах. Відповідно до нормативів на приладобудівних підприємствах використовуються наступні співвідношення основних виробничих фондів.

Вартість робочих машин відповідає раніше розрахованої вартості обладнання з урахуванням монтажу. Ця вартість становить 39,5% від загального підсумку.

100 % - X грн;

39,5 % - 12452888 грн , следовательно X = 31526298,7 грн.

Приклад розрахунку вартості будівель і балансової вартості будівель за 3 роки:

$$C_з = 31526298{,}7 \cdot 0{,}459 = 14470571{,}1 \text{ грн};$$

$$C_{з,а} = 14470571,1 \cdot (1 - 0,08) = 11268060,1 \text{ грн.}$$

Аналогічно розраховуємо інші пункти в таблиці.

Розрахунок вартості оборотних фондів

Відповідно до нормативів на підприємствах приладобудування співвідношення між основними і оборотними фондами, становить 65:35. Знаючи це і вартість основних фондів можна розрахувати вартість оборотних фондів.

$$Cm_{Об.Ф} = \frac{Cm_{ОСН} \cdot 35\%}{65\%} = 16975699 \text{ грн.} \qquad (6.8)$$

Розрахунок вартості кубічного метра виробничого обсягу. Для цього необхідно обчислити відношення вартості будівлі до виробничого обсягу Vпр:

$$Cm_V = \frac{14470571,1}{2045,35} = 7071,41 \text{ грн.}$$

Розрахунок потреби в основних матеріалах.

Розрахунку таблиці потреби в основних матеріалах:

При розрахунку таблиці «Витрата основних матеріалів», головним чином, використовується таблиця В.3 - Основні вживані матеріали. З неї беруться дані про необхідну кількість кожного елемента схеми на 1 виріб.

Витрата на продукцію дорівнює добутку його кількості на програму запуску Nзап.

$$9185 \cdot 22 = 202070 \text{ шт.}$$

Вартість на готову програму визначається як добуток витрат на готову продукцію і вартість одиниці матеріалу.

$$202070 \cdot 0,05 = 10103,5 \text{ грн.}$$

Вартість з урахуванням транспортних витрат визначається як добуток вартості на програму і на транспортні витрати, 4,7% від готової продукції.

$$10103{,}5 \cdot 1{,}047 = 10578{,}36 \text{ грн.}$$

Результати розрахунків заносяться в таблицю Д.9.

Розрахунок потреби в допоміжних матеріалах.

Аналогічно розраховуються інші пункти таблиці. для

таблиці В.10 - «Витрата допоміжних матеріалів», вихідною таблицею є таблиця Д.4 - «Допоміжні вживані матеріали».

Розрахунок чисельності промислово-виробничого персоналу.

Основні виробничі робітники (ОПР) - це робочі, які беруть безпосередню участь у виробничому процесі:

До допоміжних робітників відносяться:

- інженерно-технічні робітники (ІТП) - технолог, інженер

- лічильно-контрольний персонал (СКП) - економіст, бухгалтер

- молодший обслуговуючий персонал (МОП) - прибиральник, вантажник

- допоміжний персонал (ВР) - наладчик

- охорона

- учні

У розділі 5.3.2 був зроблений розрахунок прийнятого кількості робочих місць, отже ОПР - сума робочих місць, буде дорівнює 55. Далі через пропорцію визначаємо скільки всього буде робочих місць.

$$76{,}1\ \% = 55$$

$$100\ \% = X\ , \quad Xч=73\ ч.$$

Далі аналогічно розраховуємо кожен пункт і заповнюємо таблицю в.11.

ІТП: 11,1% = Хч

100 % = 73 , Хч = 9 ч.

6.6 Розрахунок фонду оплати праці

Основні виробничі робітники будуть отримувати заробітну плату по відрядній формі оплати праці (тарифною сіткою). Решта робочі отримують оклад.

Пряма заробітна плата основних виробничих робітників визначається за формулою:

$$Зпрі = Счі \cdot Тэфі \cdot Nр, \qquad (6.9)$$

де Счі - рахункова тарифна ставка

Тефі - час роботи

Nр - число робочих

Відповідно до закону України про Держбюджет на 1 квітня 2011 році мінімальна З / П становить 960 грн. Ця З / П відповідає першому розряду робіт. Для третього розряду поправочний коефіцієнт становить 1.18, а для четвертого 1,37. Надбавка за шкідливі умови праці доплачується робочому в розмірі 50% від З / П.

Розрахунок годинної тарифної ставки:

$$Сч1 = \frac{960 \cdot 12}{2008} = 5,74 \text{ (грн/год)}; \qquad (6.10)$$

$$Сч3 = \frac{960 \cdot 12}{2008} \cdot 1,18 = 6,77 \text{ (грн/год)}; \qquad (6.11)$$

$$Сч4 = \frac{960 \cdot 12}{2008} \cdot 1,37 = 7,86 \text{ (грн/год)}. \qquad (6.12)$$

Ефективне час роботи визначається за формулою: $T_{еф} = t_i \cdot N_{зап}$. Для 1 операції: t_1 = 5 хв, $N_{зап}$ = 9185, отже ТЕФ = 64106 хв, переведемо в години і отримаємо: ТЕФ = 1068,43 годин. На першій операції працює 2 людини, 1 - 100%

часу, 2 - 91% часу, таким чином, ТЕФ для 100% дорівнюватиме 559,39 годин, а для 91% - 509,4 години.

Пряма заробітна плата визначається як добуток ефективного робочого часу і лічильної тарифної ставки для 4 розряду - 7,86 грн / год.

$$Зп_{100} = 559,39 \cdot 7,86 = 4396,80 \text{ грн};$$

$$Зп_{91} = 509,4 \cdot 7,86 = 4001,09 \text{ грн}.$$

Доплати становлять 30 - 40% від прямої заробітної плати, в даному випадку 35%. тоді:

$$Д_{100} = 4396,8 \cdot 0,35 = 1538,88 \text{ (грн)};$$

$$Д_{91} = 4001,09 \cdot 0,35 = 1400,09 \text{ (грн)}.$$

Основна заробітна плата визначається, як сума доплат і прямої заробітної плати:

$$Зосн100 = 4396,8 + 1538,88 = 5935,68 \text{ (грн)};$$

$$Зосн91 = 4001,09 + 1400,09 = 5401,47 \text{ (грн)}.$$

Додаткова заробітна плата становить 5 - 15% відсотків, від основної заробітної плати, в даному випадку 11,5% і дорівнює:

$$Зд_{100} = 5935,68 \cdot 0.115 = 682,60 \text{ (грн)};$$

$$Зд_{91} = 5401,47 \cdot 0.115 = 621,17 \text{ (грн)}.$$

Сумарна заробітна плата є сумою додаткової і основний:

$$Зсум_{100} = 5935,68 + 682,60 = 6618,28 \text{ (грн)};$$

$$Зсум_{91} = 5401,47 + 621,17 = 6022,64 \text{ (грн)}.$$

На сумарну заробітну плату нараховуються соціальні податки в розмірі 37,5%:

$$H_{100} = 6618{,}28 \cdot 0{,}375 = 2481{,}86 \text{ (грн)};$$

$$H_{91} = 6022{,}64 \cdot 0{,}375 = 2258{,}49 \text{ (грн)}.$$

Аналогічно розраховуються інші пункти таблиці В.12

Розрахунок заробітної плати працівника.

Обгрунтування вибору окладу:

Учень отримує заробітну плату, виходячи з мінімальної - 960 грн.

Охоронець буде отримувати - 1000 грн, наладчик - 1400 грн, прибиральниця і вантажник - 1200 грн.

Лічильно-контрольний персонал отримує заробітну плату в розмірі 1900 грн. Найбільшу заробітну плату отримують інженерно-технічні працівники в розмірі 2400 грн. Заробітна плата збільшується в міру підвищення відповідальності і ступеня інтелектуальних затрат. Дані заносяться в таблицю Д.13

Заробітна плата кожного працівника розраховується аналогічно, як і заробітна плата для робітників (таблиця Д.14).

Розрахунок витрат енергії на обслуговування робочих машин.

Приклад розрахунку таблиці Д.15:

Витрата електроенергії на обладнання розраховується за формулою:

Розрахунок витрат енергії на обслуговування робочих машин.

Приклад розрахунку таблиці Д.15:

Витрата електроенергії на обладнання розраховується за формулою:

$$W1 = Кс \cdot Руст \cdot Тэф \cdot пс \cdot Кз \cdot Sэ, \qquad (6.13)$$

де Кс - коефіцієнт попиту для обладнання (Кс = 0,5)

$P_{уст}$ - потужність пристрою

ТЕФ - час роботи обладнання

hc - кількість змін

Кз - коефіцієнт завантаження

Se - вартість електроенергії за 1 кВт - 0,487 коп

Розрахунок витрат енергії на освітлення.

Витрати енергії на освітлення визначається за формулою:

$$W2 = nэ \cdot Tос \cdot Sэ \cdot Sпрп; \quad (6.14)$$

$$W2 = 0{,}02 \cdot 2100 \cdot 0{,}487 \cdot 341{,}1 = 6976{,}86.$$

Розрахунок кошторису прямих витрат

Розрахунок таблиці Д.16:

Сировина і матеріали - це витрата допоміжних матеріалів 437429,99 грн.

Куплені вироби і напівфабрикати - це витрата основних матеріалів 1967575,8 грн.

Паливо і енергія на енергетичні потреби 315148,71 грн.

Основна заробітна плата ОПР - 276057,67 грн.

Додаткова З / П ОПР - 31746,63 грн.

Нарахування на фонд оплати праці ОПР - 136431,86 грн.

Витрати на підготовку і освоєння виробництва - 249025,62 грн.

Розрахунок кошторису витрат на утримання та експлуатацію устаткування.

Амортизація устаткування і транспортних засобів становить 24% від балансової вартості.

$$0,24 \cdot (1079498,17 + 35527,78) = 267606,23 \text{ грн}$$

Експлуатація обладнання включає в себе вартість допоміжних матеріалів і споживаних видів енергії. Вартість допоміжних матеріалів 20-25 грн на 1 робітника:

$$20 \cdot 55 + 17270,47 = 18370,47 \text{ грн.}$$

Поточний ремонт обладнання і транспортних засобів становить 4 - 5% від суми балансових вартостей устаткування і транспортних засобів:

$$0,05 \cdot (1079498,17 + 35527,78) = 44601,04 \text{ грн.}$$

Внутрішньозаводські переміщення вантажів складають 5 - 10% від балансової вартості транспортних засобів (7%):

$$35527,78 \cdot 0,07 = 2486,94 \text{ грн}$$

Витрати на знос малоцінних швидкозношуваних предметів розраховується з урахуванням 100 - 150 грн на 1 робітника:

$$130 \cdot 55 = 7150 \text{ грн}$$

Інші витрати складають 5-6 відсотків від суми перших п'яти пунктів в даному випадку 5%. Отримані значення заносимо в таблицю Д.17

Розрахунок кошторису цехових витрат

Розрахунок таблиці Д.18:

Витрати на утримання цехового персоналу визначається, як заробітна плата з нарахуваннями всіх співробітників, крім ОПР і ВР і становить - 2,677 грн.

Витрати на амортизацію будівель, споруд та інвентарю дорівнюють сумі балансових вартостей цих фондів на 1 -й рік роботи, при нормі амортизації для будівель і споруд 8%, для інвентарю 40% на виробничу програму:

$$225154,68 \cdot 0,08 + 203608,92 \cdot 0,08 + 18826,34 \cdot 0,4 = 201831,62$$

Утримання будинків, споруд, інвентарю визначається як 3 -4% від суми вартостей цих фондів:

$$0{,}03 \cdot (2857568{,}99 + 261476{,}9 + 87158{,}98) = 96186{,}14 \text{ грн.}$$

На поточний ремонт будівель, споруд, інвентарю витрачається 2 - 5% від суми балансових вартостей цих фондів (3,5%).

$$0{,}035 \cdot (11268060{,}1 + 1031064{,}32 + 95335{,}5274) = 48951{,}8 \text{ грн}$$

Витрати на науково-дослідні і дослідно-конструкторські роботи становить 15 - 30 грн на одного співробітника:

$$75 \cdot 17 = 1275 \text{ грн.}$$

На охорону праці витрачається 10 - 20 грн на одну людину ОПР, що працює в «холодних» умовах і 100 - 150 грн в «гарячих» на 1 людину ОПР.

$$25 \cdot 10 + 30 \cdot 100 = 3250 \text{ грн.}$$

Витрати на знос малоцінних і швидкозношуваних предметів составляет10 - 20 грн на одного працюючого крім ОПР.

$$20 \cdot 10 = 200 \text{ грн.}$$

Інші витрати складають 1 - 2% від суми перших семи видів витрат (1%).

Складання планової калькуляції собівартості приладу

Приклад розрахунку таблиці Д.19.

Технологічні втрати розраховуємо за формулами:

$$\mathrm{N}_{бр} = N_{зап} - N_{вып}; \qquad (6.15)$$

$$\mathrm{N}_{áð} = 9185 - 6223 = 2962 \text{ шт;}$$

$$\mathrm{P} = \frac{\mathrm{C}}{\mathrm{N}_{зап}} \cdot N_{бр}. \qquad (6.16)$$

де Р - технологічні втрати;

С - виробнича собівартість партії.

$$P = \frac{1216642,37}{9185} \cdot 2962 = 3772741,46 \text{ грн.}$$

Позавиробничі витрати складають 1,1% від виробничої собівартості.

$$3772741,46 \cdot 0,02 = 41500,17 \text{ грн.}$$

Повна собівартість складає

$$3772741,46 + 1216642,37 + 41500,15 = 5030883,99 \quad \text{грн.}$$

Собівартість одного приладу складає: 808,43 грн.

6.7 Оцінка ефективності виробництва проектованого приладу

Оцінка ефективності проекту включає аналіз інтегрального економічного ефекту, періоду повернення капітальних вкладень, рентабельності.

Метою економічної оцінки є визначення динаміки чистої поточної вартості (ГТС), тобто суми, щорічно повертається у вигляді віддачі від вкладених коштів.

Собівартість одного приладу складає 808,43 грн.

Так як даний прилад по функціональності аналогічний закордонному аналогу, то його ціна може бути рівною 860 грн.

Так як передбачається реалізація або експлуатація приладу протягом 3 років, то визначимо обсяг реалізації продукції за відповідний рік.

$$Р_i = Ц * Ч_i, \qquad (6.17)$$

де

Ц — ціна одного приладу, грн.

$Ч_i$ — кількість приладів, що випускаються в відповідному році, штук.

$$P_1 = 860 \cdot 622 = 534920 \text{ грн};$$

$$P_2 = 860 \cdot 3734 = 3211240 \text{ грн};$$

$$P_3 = 860 \cdot 1867 = 1605620 \text{ грн}.$$

Річні витрати за відповідний рік становлять:

$$B_i = C \cdot Ч_i, \tag{6.18}$$

де С — собівартість одного приладу, грн

$$B_1 = 808{,}43 \cdot 622 = 502845{,}86 \text{ грн};$$

$$B_2 = 808{,}43 \cdot 3734 = 3018692{,}1 \text{ грн};$$

$$B_3 = 808{,}43 \cdot 1867 = 1509346 \text{ грн}.$$

Визначимо чистий грошовий потік за відповідний рік.

$$ЧГП_i = P_i - (K_i + B_i), \tag{6.19}$$

де Рі — обсяг реалізації в і-му році (грн);

До і — капітальні вкладення і-ого року (грн);

Иі — витрати виробництва року і (грн);

$$ЧГП_1 = 534920 - (502845{,}86 + 249025{,}62) = -216951{,}5 \text{ грн};$$

$$ЧГП_2 = 3211240 - 3018692{,}1 = 192547{,}92 \text{ грн};$$

$$ЧГП_3 = 1605620 - 1509346 = 96273 \text{ грн}.$$

Визначимо чисту поточну вартість за період реалізації проектованого вироби.

$$\alpha_n = 1/(1+0.1)^t, \tag{6.20}$$

де α_n - коефіцієнт приведення за фактором часу, де t = 1, 2, 3 рік.

$$\alpha_1 = 1/(1+0.1)^1 = 0{,}9;$$

$$\alpha_2 = 1/(1+0.1)^2 = 0{,}826;$$

$$\alpha_3 = 1/(1+0.1)^3 = 0{,}75.$$

Знайдемо ЧТЦ:

$$ЧТЦ_1 \; -216951{,}5 \cdot 0{,}9 = -197228{,}63 \text{ грн};$$

$$ЧТЦ_2 = 192547{,}92 \cdot 0{,}82 = -38098{,}11 \text{ грн};$$

$$ЧТЦ_3 = = 96273 \cdot 0,75 = 34233,94 \text{ грн.}$$

Результат заноситься в таблицю В.20 - Інтегральний економічний ефект. За даними таблиці будується фінансовий профіль проекту. [23]

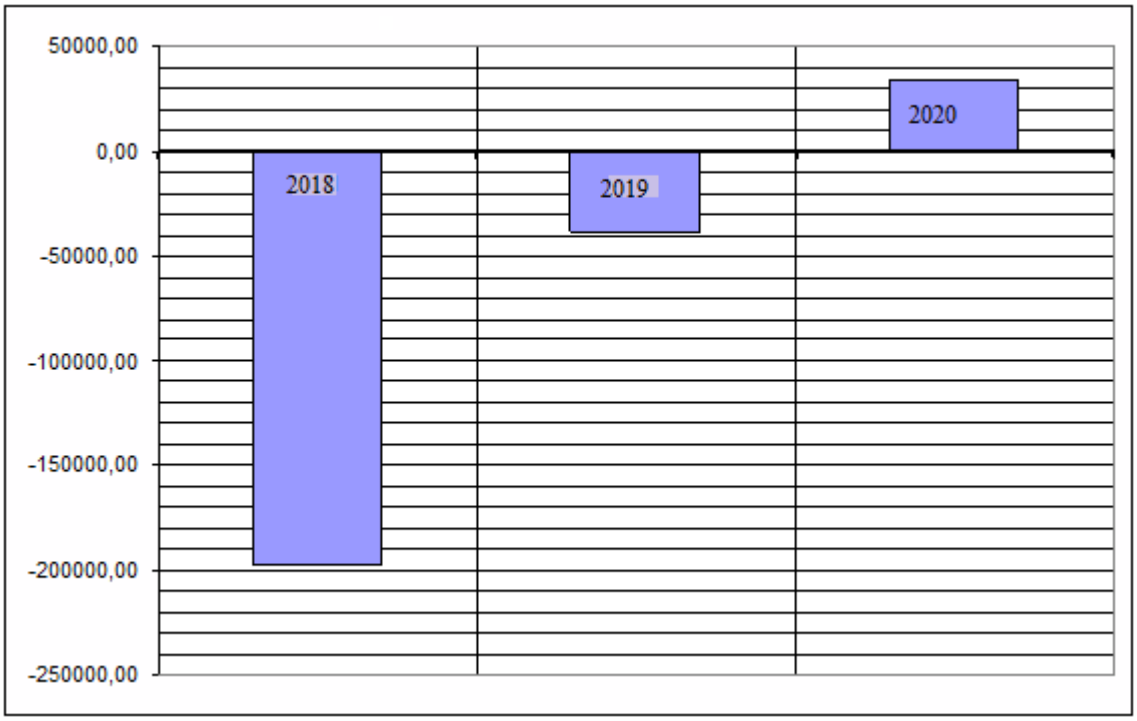


Рис. 6.2 - Фінансовий профіль проекту

Висновок

В даному розділі дипломної роботи була розрахована економічна ефективність проектованого приладу ─ дистанційного монітора фізіологічних показників людини.

На основі маркетингових досліджень було визначено програму випуску - 6223 штук, а з урахуванням виробничого та зовнішнього браку була визначена програма запуску ─ 9185 виробів.

Були розраховані чисельність основних виробничих робітників - 55 осіб, і чисельність працівників ─ 20 осіб. Була розрахована вартість основних виробничих фондів і оборотних. Була розрахована виробнича площа ─ 341,05 м2.

За підсумками всіх розрахунків був зроблений розрахунок собівартості одного приладу, і далі визначена його ціна. Собівартість приладу склала 808,43 гривень, встановлена ціна - 860 Гривень.

Зроблено розрахунок економічної ефективності виробництва: до кінця 2018 року сумарний економічний ефект складе 34233,94 гривень, а капітальні вкладення окупляться в 2020 році.

Проведені розрахунки і маркетингові дослідження абсолютно об'єктивно вказують на доцільність проектування і запуску в серійне виробництва пропонованого приладу.

РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ І НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

7.1 Вступна частина

В даному розділі дипломного проекту проведено аналіз умов праці робітників, в нашому випадку монтажників, і їх відповідність встановленим санітарним нормам. Зроблено розрахунок заземлення окремо стоїть громовідводу.

Також в цьому розділі приведені такі параметри як, характеристика приміщення, ергономіка і технічна естетика, освітлення, шум, вібрація, електробезпека, пожежна безпека, шкідливі випромінювання і травмоопасность і охорона навколишнього середовища.

7.2. Аналіз умов праці в лабораторії

7.2.1. Короткий опис лабораторії

Монітор фізіологічних показників людини відноситься до електронних пристроїв, що випускаються серійно на підприємствах електронної промисловості, які спеціалізуються на виробництві медичного обладнання. Виробництво даного пристрою включає в себе всі стандартні технологічні операції для виробництва електронного обладнання від виготовлення друкованої плати і корпусу до збірки приладу і випробувань. На малюнку 6.1 приведений ескіз лабораторного приміщення.

Лабораторія для збірки і налагодження вироби являє собою приміщення площею S = 35 $М^2$. Висота приміщення становить 3 м, воно має вікна площею по 3 $м^2$. Також в лабораторії знаходиться основне обладнання для контрольних вимірів, монтажно-складальний інструмент. Є також розподільний щит, вогнегасник порошковий і система освітлення. Ескіз лабораторії, розташування приладів і робочого місця показані на малюнку (6.1). Площа і об'єм приміщення складають:

$$S=7\cdot5=35\ м^2;\ V=35\cdot3=105\ м^3.$$

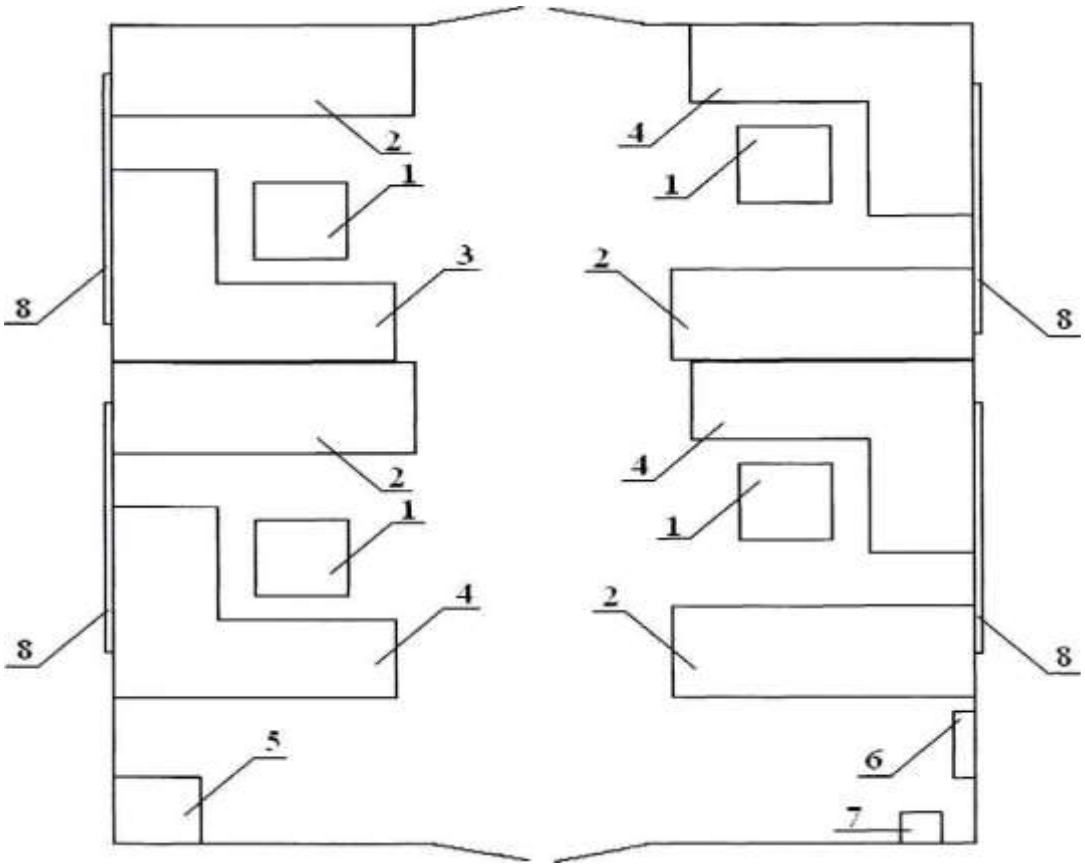


Рис. 6.1 - Ескіз лабораторного приміщення

1 - стілець; 2 - стіл з додатковим інструментом і приладами;

3 - стіл для налагодження і вимірювань; 4 - монтажний стіл;

5 - раковина; 6 - електричний щит;

7 - вогнегасник; 8 - вікно.

Відповідно до норм зазначеними в документах СН - 245 - 71 необхідна площа і об'єм на одну людину становлять не менше 4,5 м^2 і 15 м^3 відповідно. У нашому приміщенні ми отримали площа для одного робочого 6 м^2 і обсяг 18 м^3. Таким чином, дане приміщення відповідає нормам і придатне для збірки і налагодження вироби.

7.2.2. Ергономічні вимоги

Відповідно до ГОСТ 12.2.032-78 робоче місце і виробниче обладнання кожного працюючого повинні відповідати антропометричним, фізіологічним і

психологічним вимогам. Відповідно до вимог висота столу монтажника становить 800 мм, висота сидіння - 450 мм, відстань від сидіння до нижнього краю робочої частини поверхні столу - 345 мм, висота простору для ніг - 350 мм, глибина - 650 мм. Стілець оснащений спинкою з регульованим нахилом. Для зручності працює вимірювальні прилади повинні бути розташовані перед оператором в межах досяжності з положення сидячи. Конструкція робочого столу і сидіння, відповідно до ГОСТ 12.2.049-80, обрані таким чином, щоб оператор міг вільно переходити з положення сидячи в положення стоячи і навпаки. Лампа місцевого освітлення кріпиться до протилежної стіни і знаходиться вище рівня очей оператора, причому її механізм дозволяє змінювати кут освітлення робочої поверхні столу. Поверхня столу має пластикове покриття, що запобігає її стирання і руйнування від нагрівання, причому покриття вибирається світлих тонів для кращого розрізнення деталей. Колірна палітра оформлення приміщення вибирається також світлих тонів для кращого розсіювання світла і створення сприятливого мікроклімату для працюючих.

7.2.3 Освітлення

Освітлення в лабораторії повинно відповідати ДБН В.2.5-28-2006. До приміщення лабораторії висуваються такі вимоги:

- достатня освітленість робочого місця і решті території лабораторії;

- яскравість освітлення на робочому місці повинна розподілятися рівномірно, причому повинні бути відсутніми різкі тіні;

- в поле зору працюючого повинні бути відсутніми відблиски.

7.2.4. Шум і вібрація

Лабораторія розташована далеко від джерел зовнішнього шуму, а в самому приміщенні відсутні потужні джерела звуку.

В діапазоні среднегеометрических частот октавних смуг (таблиця 7.1) еквівалентний рівень звуку не перевищує 65 дБА, що задовольняє вимогам

ДСН3.3.6.037-99. Джерела вібрації в лабораторії відсутні, тому заходи по боротьбі з вібрацією не застосовуються і приміщення відповідає вимогам. [24]

Таблиця 7.1 - Рівні звукового тиску за діапазонами среднегеометрических частот октавних смуг

Частота октавних смуг (Гц)	31	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Рівні звукового тиску (дБ)	96	83	74	68	63	60	57	55	54

7.2.5 Метеорологічні умови

При складання й налагодження вироби робота проводиться в основному в положенні сидячи і не супроводжується переміщенням важких предметів, тому її можна віднести до фізичних робіт середньої тяжкості, категорія - 2а. З джерел надлишкового тепла можна виділити паяльний інструмент і вимірювальну апаратуру, що розсіює надлишкове тепло. Відповідно до цього, нормативні значення параметрів метеоумов для холодної пори року становлять: t=18...20°C, W=40...60%, $У_{возд}$ =0,2 м/с; а для теплої пори року: t=21...23°C, W=40...60%, $У_{возд}$=0,9 м/с.

Відповідно до СНиП 2.04.05 - 84 дані параметри забезпечуються за допомогою центрального парового опалення в холодну пору року і за допомогою кондиціонування в літній.

7.2.6 Травмування

Найбільш імовірною причиною травм при монтажі та налагодження виробів можуть бути опіки від дотиків до нагрітих частинах деталей, а також ураження електричним струмом. Тому, для попередження травматизму необхідно

дотримуватися правил техніки безпеки, своєчасно замінювати застаріле і вийшло з ладу обладнання та забезпечити якісне і надійне заземлення.

7.2.7 Забруднення приміщення шкідливими речовинами

З шкідливих речовин, що утворюються в лабораторії, можна назвати пари свинцю, що входить до складу олов'яно - свинцевого припою ПОС - 61 і продукти згоряння каніфолі.

Процес складання цифрового монітора фізіологічних параметрів людини включає в себе пайку, яка супроводжується забрудненням повітряного середовища на робочих місцях, а також робочих поверхонь і шкіри рук, працюють парами і частинками флюсу і припою. Невеликі і непостійні кількості свинцю, наявного в повітряному середовищі, а також надходять в організм внаслідок забруднення шкіри рук, можуть викликати у осіб, зайнятих паянням, патологічні зміни які при тривалій роботі з припоями характеризуються початковими стадіями хронічної свинцевої інтоксикації. Проведення операції пайки вимагає виконання комплексу захисних заходів. Внаслідок чого у робочого місця, де виконується операція пайки передбачена витяжна вентиляція, що забезпечує швидкість руху не менше 0,6 м / с. Експлуатація або введення в експлуатацію ділянок пайки не обладнаних вентиляцією не допускається.

7.2.8 Шкідливі випромінювання

У виробничому приміщенні можливе виникнення шкідливих електромагнітних випромінювань, наприклад від працюючих вимірювальних приладів. Для попередження професійних захворювань встановлюються допустимі норми опромінення, які відповідно до ГОСТ 12.1.006-84 не повинні перевищувати наступних значень: по електричної складової - 5 В / м; по магнітної - 0,3 А / м.

Для досягнення допустимих величин випромінювань застосовується екранування можливих джерел випромінювань.

7.2.9 Електробезпека

В даному приміщенні вологість повітря не перевищує 75%, а температура в ній протягом року підтримується на рівні кімнатної (для підтримки температури використовуються кондиціонери). Підлогове покриття в лабораторії не є струмопровідних. Згідно ГОСТ 12.1.032 - 82 допустимі рівні напруги та струму дотику не перевищують 2 В і 0,3 А не більше 10 хвилин на добу. У приміщенні відсутня можливість одночасного дотику людини до металевих частин обладнання, що знаходиться під напругою і заземленим частинам металоконструкцій будівлі. Таким чином, згідно з ПУЕ, дане приміщення належить до приміщенням без підвищеної небезпеки ураження електричним струмом. Для харчування електроустаткування приміщення використовується мережа змінного струму з параметрами: напруга - 220 В, частота - 50 Гц.

Як організаційно - технічних заходів забезпечення електробезпеки використовуються методи орієнтації: маркування частин електрообладнання, попереджувальні сигнали, написи і таблички, що попереджають знаки, забарвлення струмоведучих частин, забарвлення ізоляції і органів управління і світлова сигналізація.

Для забезпечення електробезпеки, згідно з ПУЕ, в приміщенні використовується заземлення, розрахунок якого наводиться нижче.

7.2.10 Пожаровибухонебезпечність

При складанні виробу і експлуатації не застосовуються матеріали, здатні до займання, але є предмети з підвищеною температурою (паяльники, розплавленийприпой і т.п.). Тому, відповідно до

ОНТП 24 - 86 приміщення належить до категорії Г. За класифікацією пожежонебезпечних зон виробничих приміщень відповідно до ПУЕ дана лабораторія відноситься до класу П - IIа.

Пожежна безпека виробничого об'єкта і вибухонебезпечність технологічного процесу забезпечується за рахунок систем запобігання пожежам, вибухам і систем пожежо і вибухозахисту, що визначаються ГОСТ 12.1.004-91 "Пожежна безпека" і ГОСТ 12.1.010-91 "Вибухобезпека".

Для попередження пожежі в лабораторії застосовуються такі організаційно-технічні заходи:

- проведення інструктажу працюючих;

- дотримання правил пожежної безпеки при експлуатації обладнання;

- заборона куріння в невстановлених місцях;

- виготовлення стелажів з негорючих матеріалів;

- установка пожежної сигналізації;

- установка вогнегасника;

- схема евакуації при пожежі.

При виникненні пожежі сигналізація автоматично видає сигнал на пост пожежної охорони, а гасіння здійснюється порошковими вогнегасниками [25].

7.3. Розрахунок блискавко захисту

7.3.1 Розрахунок захисного заземлення

Захисне заземлення - це навмисне з'єднання з землею металевих конструктивних частин електрообладнання, в нормальних умовах не знаходяться під напругою, але які можуть опинитися під напругою внаслідок порушення ізоляції електроустановки.

В лабораторії по збірці і наладці вироби використовується електрообладнання, що харчується від мережі змінного струму напругою 220 В і частотою 50 Гц. Грунт, на якому побудовано будівлю, в якому розташована лабораторія, є чорнозем, з питомим опором:

$\rho_{вим}$ =100 Ом·м і знаходиться воно в IV кліматичній зоні.

Питомий опір грунту:

$$\rho_{расч} = \rho_{вим} = 100 \cdot \Psi = 100 \cdot 1{,}4 = 140 \text{ Ом·м}, \quad (7.1)$$

де $\rho_{вим}$ - виміряне питомий опір ґрунту, для грунту чорнозем 100 Ом • м; коефіцієнт сезонності, для IV кліматичної зони і горизонтально покладених електродів на глибині 0,8 м дорівнює 1,4.

Визначення необхідного опору розтікання струму.

Відповідно до даних ПУЕ допустимі значення опору розтікання струму становить (струм замикання на землю Із = 10 А): (7.2)

$$250/I_З \leq 10 \text{ Ом};$$

$$250/I_З = 250/10 = 10 \text{ Ом}. \quad (7.3)$$

Отже, опір розтікання струму не повинно перевищувати 10 Ом.

Як заземлювального пристрою візьмемо внесений горизонтальний заземлювач виконаний зі смугової сталі перетином 10·12 мм^2 і заземлювачі довжиною 3 м, покладених на глибині 80 см. Відстань між якими 1 м.

$$Rn = \frac{\rho_{роз}}{(2\pi \cdot l)} \cdot \ln(\frac{4 \cdot l}{b}) \quad 7.4)$$

$$Rn = \frac{140}{(2 \cdot 3{,}14 \cdot 3)} \cdot \ln(\frac{4 \cdot 3}{0.08}) = 7{,}4 * 5 = 37 \text{ Ом},$$

де Rn - опір розтікання струму однієї смуги, Ом;

1 - довжина смуги, м;

b - глибина закладення смуги, м;

$\rho_{роз}$ - розрахункове удільне опір грунту Ом·м.

Кількість заземлювачів розрахуємо за формулою:

$$n = \frac{Rn}{R\text{доп}}; \qquad (7.5)$$

$$n = \frac{37}{10 \cdot 0{,}65} = 5{,}7 \approx 6.$$

Опір заземлення:

$$R_3 = \frac{Rn}{(n \cdot \eta)}; \qquad (7.6)$$

$$R_3 = \frac{37}{(6 \cdot 0{,}65)} = 9{,}6 \text{ Ом.}$$

де R_n - опір розтікання струму однієї смуги, Ом; n - число паралельних смуг, 6; ηпп - коефіцієнт екранування паралельних смуг, 0,65 це задовольняє умові Rз <10 Ом.

Таким чином, в результаті розрахунку захисного заземлення встановлені його параметри, а саме: вид електродів, їх довжина, кількість і глибина залягання, сумарна глибина сполучної смуги, опір розтікання струму сполучної смуги і електродів, загальний опір заземлюючого пристрою. Розраховане загальний опір заземлюючого пристрою склала 9,5 Ом, а згідно з ПУЕ воно не повинно перевищувати 10 Ом, таким чином пристрій відповідає нормам.

В результаті проведених розрахунків встановлено, що лабораторія відповідає вимогам СН - 245 - 71 і придатна для роботи із збирання та налагодження вироби. Обрана система заземлення, за результатами розрахунків, дозволяє забезпечити роботу на електроустановках, що знаходиться в лабораторії.

Блискавкозахист - комплекс захисних пристроїв, призначених для забезпечення безпеки людей, збереження будівель та споруд, обладнання та матеріалів від можливих вибухів, загорянь і руйнувань, що виникають при впливі блискавок.

Всі будівлі і споруди в залежності від їх призначення і від очікуваного щорічного кількості поразок їх блискавкою повинні мати молніезагщіту відповідно до однієї з трьох категорій пристроїв.

Так, вибухонебезпечні виробничі будівлі та споруди класів В-І і В-ІІ повинні мати І категорію блискавкозахисту.

Для зовнішніх технологічних установок, що містять вибухонебезпечні пари, гази, горючі ЛЖВ, що відносяться ПУЕ до класу В-І, повинна передбачатися блискавкозахист ІІ категорії.

Блискавкозахист ІІ категорії повинні мати будівлі і споруди класів П-І і П-ІІ за умов:

- об'єкти розташовані в місцевостях із середньою грозовий діяльністю 20 грозових годин на рік і більше;

- очікувана кількість поразок не менше 0,05 в рік для будівель і спорудах І і ІІ ступеня вогнестійкості;

- очікувана кількість поразок не менше 0,01 в рік для будівель і спорудах ІІІ і IV ступенів вогнестійкості.

Очікувана кількість уражень в рік будівель і споруд визначається за формулою:

$$N=(S+3\cdot h_x)\cdot(L+3\cdot h_x)\cdot n\cdot 10^{-6}. \qquad (7.7)$$

де L і S - ширина і довжина споруди, м;

hx - висота будівлі по його бічних сторонах, м;

n - середнє число поразок блискавкою 1 км^2 в рік.

Для Києва грозова діяльність становить 25 годин на рік.

$$N=(7+3\cdot 8{,}5)\cdot(5+3\cdot 8{,}5)\cdot 2{,}5\cdot 10^{-6}=2{,}5\cdot 10^{-3}.$$

Для прийому електричного розряду блискавки та відведення її струмів в землю служать спеціальні пристрої, які називаються громовідводи.

Блискавковідвід складається з несучої частини (опори), блискавкоприймача, струмовідводу і заземлювача. Найбільш поширені стрижневі й тросові громовідводи. Кожен блискавковідвід створює певну зону захисту - частина простору, в межах якого забезпечується захист будівель і споруд від прямих ударів блискавки.

При проходженні струму блискавки через блискавковідвід на грунті поблизу заземлювачів можуть виникнути небезпечні для людей потенціали. Тому необхідно заземлювачі блискавковідводів розміщувати в рідко відвідуваних местах у видаленні на 5 м і більше від проїжджих і пішохідних доріг. Струмовідводи слід розташовувати на відстані від входів в будівлі.

Кожен блискавковідвід залежно від його конструкції має певну зону захисту. Так, для одиночного стрижневого блискавковідводу висотою h≤60м зона захисту являє собою конус з котра утворює у вигляді ламаної лінії. Підстава конуса має радіус $r = 1{,}5 \cdot h$.

$$r = 1{,}5 \cdot h = 1{,}5 \cdot 30 = 45 м.$$

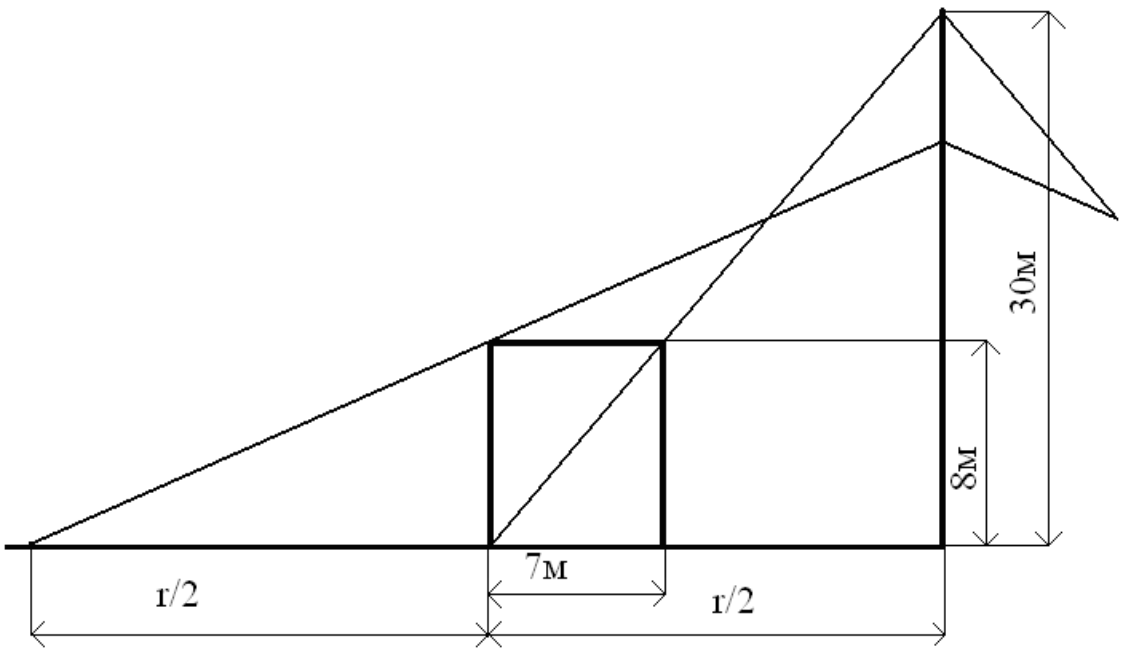


Рис. 7.2 - Зона захисту стрижневого блискавковідводу

Горизонтальний переріз зони захисту на висоті захищається споруди h_x представляє коло радіусом r_x (радіус захисту). Для графічної побудови утворює конуса зони захисту необхідно з'єднати вершину громовідводу з точками, розташованими на рівні землі, віддаленими від заснування громовідводу на відстані $\frac{r}{2} = 0{,}75 \cdot h$ обидві сторони від нього. Потім точку на блискавковідвід, розташовану на висоті $0{,}8 \cdot h$, з'єднати з точками на рівні землі, віддаленими від заснування громовідводу на відстані $r = 1{,}5 \cdot h$ в обидві сторони від нього. Радіус зони захисту на висоті h_x визначається наступними співвідношеннями: [26]

$$r_x = 1{,}5 \cdot (h - 1{,}25 \cdot h_x) \qquad (7.8)$$

$$r_x = 29\text{м}$$

7.4 Охорона навколишнього середовища

Великі міста зазвичай характеризуються забрудненням навколишнього середовища.Більшість заводів та фабрик значно перевищуть вміст викидів у декілька разів. Більш того, оскільки в місті спостерігається одночасний вплив безлічі забруднюючих агентів, їх спільна дія робить кретичний вплив на довколишнє середовище

В даний час великі надії в області охорони повітряного басейну зв'язуються з максимальною газифікацією промисловості та паливно-енергетичного комплексу, однак ефект газифікації не слід перебільшувати. Справа в тому, що переклад з твердого палива на газ, звичайно, різко знижує обсяги сірковмісних викидів, але збільшує викиди оксидів азоту, утилізація яких ще є технічно проблематичною. Схожа ситуація складається і при скороченні викидів чадного газу. При удосконаленні згорання викиди чадного чазу зменшуються до мінимуму, але з підвищенням температури зростає і окислення атмосферного азоту, що призводить до зростання обсягів окислів азоту, які скидаються в атмосферу. На відміну від стаціонарних джерел забруднення повітряного басейну автотранспортом відбувається на невеликій висоті і практично завжди має локальний характер. Таким чином, концентрації забруднень, вироблених транспортом, швидко зменшуються в міру віддалення від транспортної магістралі, а при наявності досить високих перешкод знижуються близько в 10 разів.

В найближчому майбутньому забруднення повітряного басейну міст транспортом представлятиме найбільшу небезпеку. Це обумовлено тим, ще не існує кардинальних рішень даної проблеми, хоча не бракує в окремих технічних проектах і рекомендаціях.

Забруднення атмосферного повітря є найгострішою екологічною проблемою сучасного міста, воно завдає значної шкоди здоров'ю городян, матеріально-технічним об'єктам, розташованим в місті та насадженням .

Легко помітити, що з подорожчанням вартості промислового обладнання та промислової продукції збиток, що наноситься забрудненням повітряного басейну, буде зростати. Вже зараз цілий ряд найбільш передових галузей промисловості, таких як електроніка, точне машинобудування та приладобудування, зазнають серйозних труднощів у своєму розвитку на території міст. Підприємствам цих галузей доводиться витрачати чималі кошти на очищення повітря, що надходить в цеху, і, незважаючи на це, на виробництвах, розташованих у великих містах, порушення технології, викликані забрудненням повітряного басейну, частішають

з кожним роком. Але навіть якщо в цехах при виробництві високоточної і висококондіціонной продукції можна створити умови, близькі до ідеальних, то, виходячи за межі цеху, вона починає піддаватися руйнівній дії забруднюючих речовин і може швидко втрачати свою якість.

Забруднення повітряного басейну є перешкодою науково-технічного прогресу в містах, дія якого буде постійно посилюватися у міру підвищення вимог до чистоти технологій, зростанню точності промислового обладнання та поширенню мікромініатюризації.

ВИСНОВОК

В результаті проведеної роботи був спроектований пристрої для дистанційного моніторингу основних фізіологічних показників людини. Його перевагами є простота в експлуатації, неінвазивний, нешкідливість, можливо віддалено стежити за показниками, низька ціна. Розроблений прилад вимірює частоту серцевих скорочень і температуру тіла людини, передає дані по радіоканалу і виводить дані на РКІ.

Були проаналізовані методи реєстрації пульсу і температури, розроблена функціональна схема на основі технічних вимог, зібрана принципова схема, яка була реалізована на базі AVR мікроконтролерів фірми ATMEL типу ATtiny 2313 і ATtiny 24. Використання даних мікроконтролерів має ряд переваг: виключне швидкодія, надзвичайно ефективний програмний код , низьке споживання, потужний набір команд. Дані мікроконтролери є багатофункціональними, в їх склад входять всі необхідні нам функціональні блоки: 10 - бітний АЦП з вбудованим мультиплексором, таймери, універсальний послідовний інтерфейс - USI - необхідний для підтримки протоколу обміну даними між двома пристроями.

Були описані логіка роботи приладу з розробкою алгоритмів і визначені параметри, що реєструються приладом. Розглянуто маркетингові дослідження предмета проектування, розраховані витрати на виготовлення і загальна економічна ефективність. Визначено шкідливі виробничі фактори, такі як: шум, можливість ураження електричним струмом, недостатнє освітлення. Зроблено оцінку обстановки і вироблені заходи щодо захисту співробітників діагностичного центру в зоні радіоактивного забруднення при аварії на АЕС.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Каким должен бать нормальный пульс, [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://medpalatka.ru/kakim-dolzhen-byt-normalnyj-puls
2. ВайдерСантия, Кардиотренировка. Справочник-путеводитель для начинающих/ ВайдерСантия – Киев: Феникс, 2007 – 320 с.
3. Сизенцева Г.П. – Методическое пособие по электрокардиографии. – М.: Издательство НЦССХ им. Бакулева РАМН, 1998. – 68 с.
4. Как умныечасы, спортивныетрекеры и прочне гаджеты измеряют пульс? [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://geektimes.ru/company/darta_systems/blog/246856/
5. Р.Г. Джагупов и др.Пьезоэлектрический датчик пульса. Описаниеизобретения к авторскомусвидетельству SU 1181626, опубл. 30.09.85, бюл. №36.
6. Шкляр Е.И. Миляев Д.В. Разработка экспериментального макета на основе пьезоэлектрическогопреобразователя для измерения артеріального давления // Ползуновскийвестник, №2/1, 2012 г. - С. 203-207.
7. Гордейчук А.П. Система "активнойземли" в электрокардиографах. – Петербургский журнал электроники, 2005. – №2. – С. 37.
8. Преобразователь USB2UART на FT232RL. [Електронний ресурс] // Режим доступу http://avrproject.ru/publ/instrument/usb2uart/3-1-0-42
9. FT232R USB UART IC Datasheet. [Електронний ресурс] // Режим доступуhttp://www.ftdichip.com/Support/Documents/DataSheets/ICs/DS_FT232R.pdf
10. ДСТУ 2646-94: Плати друковані. Терміни та визначення: – [Чинний від 01.07.1995]. – К. : Держспоживстандарт України, 1994. – 24 с. – (Національні стандарти України)
11. ГОСТ 10317-79:Платы печатные. Основные размеры– [Чинний від 01.01.1980 зі змінами від 01.12.1981 та 02.02.1985]. – М. : Госстандарт СССР, 1979. – 3 с.

12.ГОСТ 12652-74: Стекло текстоліт лектротехнический листовой. Технические условия. – [Чинний від 16.05.1974 зі змінами від 12.10.1995]. – М. : Стандартинформ, 2008 – 14 с.

13.ГОСТ 23751-86:Платы печатные.Основные параметры конструкции– [Чинний від 01.07.1987 зі змінами від 01.04.1989]. – М. : Госстандарт СССР, 1986. – 16 с.

14. ГОСТ 4.070.010-78 - діаметри контактних майданчиків.

15. Леухін В.М. Проектування радіоелектронних вузлів: Навчальний посібник. - Йошкар-Ола: Періодика Марій Ел, 2006.

16. STM8S103F2 Datasheet /Електронний ресурс/ http://www.wvshare.com/datasheet/ST_PDF/STM8S103xx.PDF. — назва з екрану.

17. Автори: Ткачук К. Н., Филипчук В.Л., Зеркалов Д. В., Полукаров О. І., Полукаров Ю. О., Кружилко О. Є. / Організація наглядової діяльності в галузі охорони праці / Рік: 2015 / Кількість стор.: 261

18. Голінько В.І. / Організація наглядової діяльності в галузі охорони праці / Рік: 2014 / Кільість стор.: 271 /

19. Analog Devices, AD620A Data-Sheets

20.С.В. Фролов, В.М. Строев, А.В. Горбунов, В.А. Трофимов, «Методы и приборы функциональной диагностики», ТГТУ, Тамбов 2008г, 77с.

21.Інформаційний портал http://arduino.ru/Hardware/ArduinoBoardUno [Електронний ресурс]

22.Інформаційний портал https://prom.ua/ [Електронний ресурс]

23.Інформаційний портал http://imrad.com.ua/ [Електронний ресурс]

24.Інформаційний портал http://ua.automation.com/content/wifi-bluetooth-ili-zigbee-kakoj-standart-luchshe [Електронний ресурс]

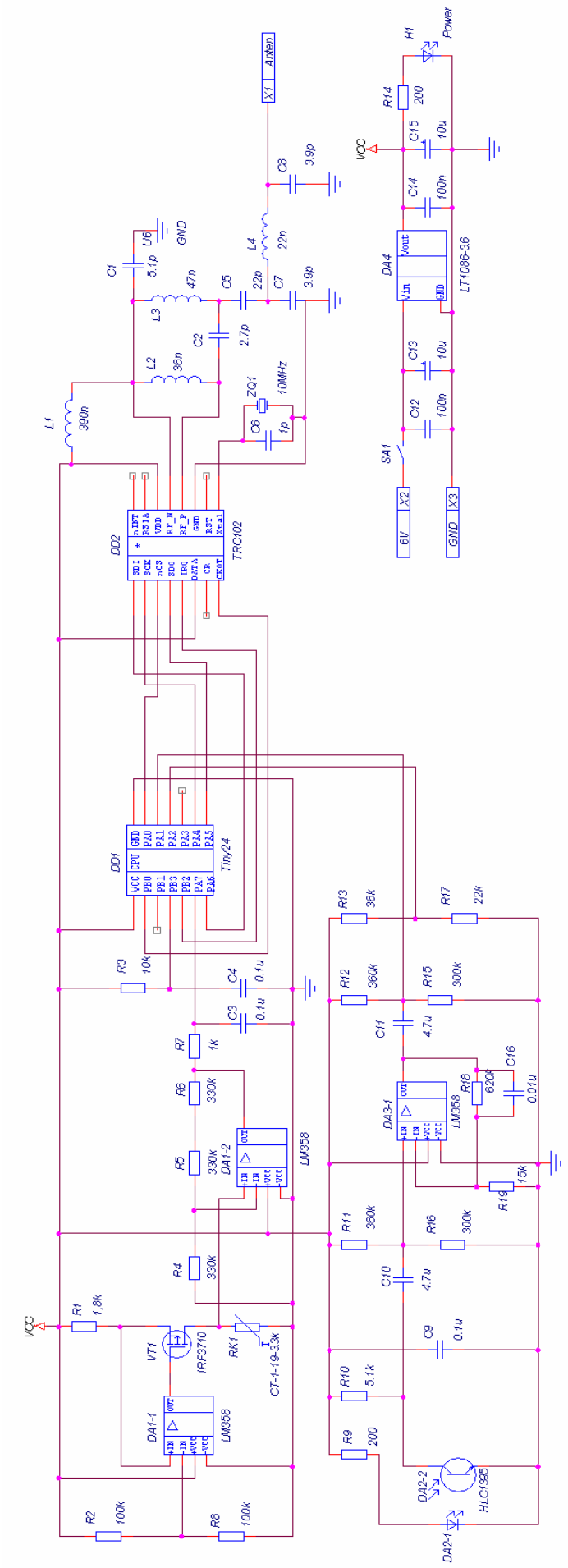
25.Інформаційний портал http://compress.ru/article.aspx?id=22313 [Електронний ресурс]

26.Інформаційний портал http://www.rotr.info/electronics/mcu/arm_usart.htm [Електронний ресурс]

27.Інформаційний портал http://cxem.net/arduino/arduino63.php [Електронний ресурс]
28.Інформаційний портал http://arduino.ru/Serial [Електронний ресурс].

ДОДАТОК А

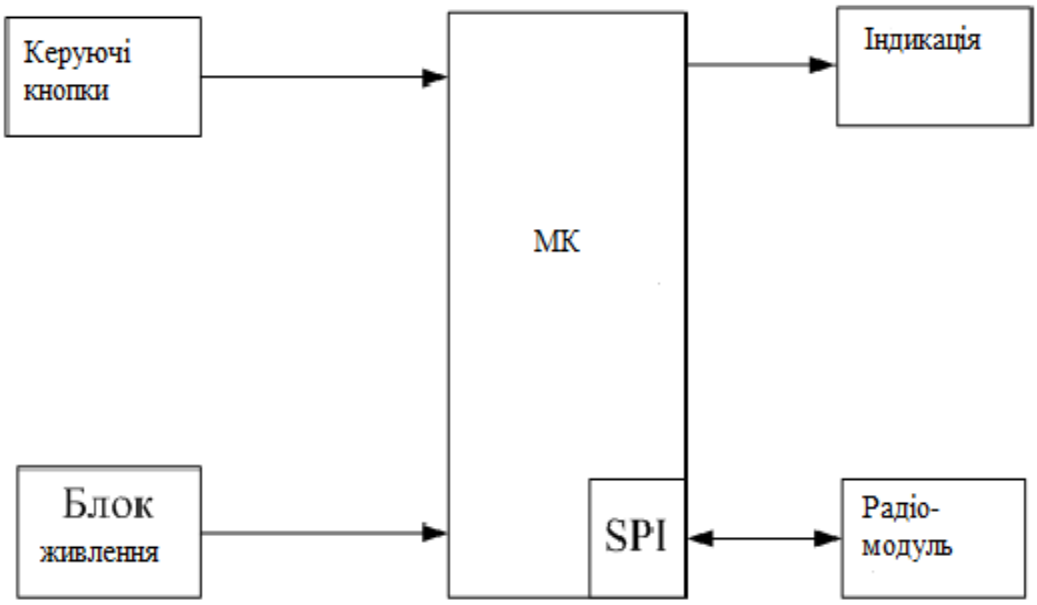
ПРИНЦИПОВА СХЕМА ПРИСТРОЮ

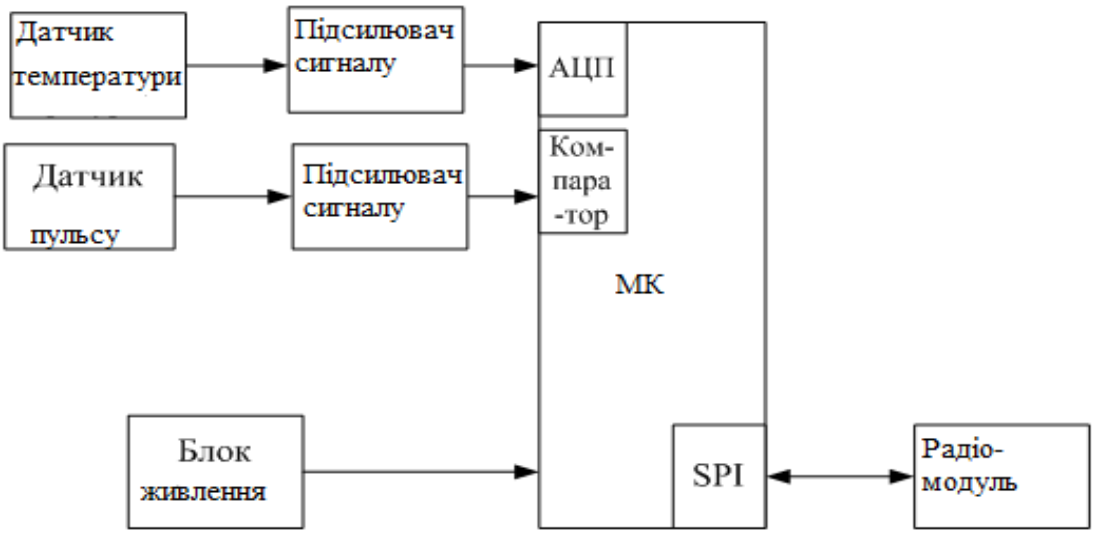


Змін.		№ документа	Підпис		МРП.171.071.011ПЗ	123

ДОДАТОК Б

ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА ПРИСТРОЮ


Керуючі кнопки
Індикація
МК
Блок живлення
SPI
Радіо-модуль


Датчик температури
Підсилювач сигналу
АЦП
Датчик пульсу
Підсилювач сигналу
Ком-пара-тор
МК
Блок живлення
SPI
Радіо-модуль

ДОДАТОК Г

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

```
include "tn24def.inc"
.equ ResetVCT    = 0x0000//RESET vector
.equ F_CPU=12000000                //XTal 12MHz
.equ BAUD=4800                     //BaudRate UART
.equ BDR=F_CPU/(16*BAUD)-1
.equ TRC_Words_count=8  //Number of CMDs for TRC

.def ID                      =r21
.def TMRtoSLP        =r22
.def TMRtoSLP_low    =r23
.def TMRtoSLP_high =r24
.def VoiceON         =r2
.def RFonly                  =r3
.eseg
.org 0x0015
.db 0xCE, 0xB2           //ID
.db 0xAA, 0xF0           //!!!Chnl cfg: 437MHz, step 2.5kHz
.cseg
.org FLASHEND-TRC_Words_count
TRCID:  //16 data bytes for init.TRC102
                //8  words~ADR(byte)+CMD(byte)

.db 0x80, 0b10011111     //CFG reg: Tx-1 FiFo-0, 16pF load
.db     0xC4, 0b11000011         //AFA cfg: 1 RTx, fast, AFA EN
.db 0x98, 0x70                   //TX cfg: 120kHz modudlaion, max pwr
.db 0b10010001, 0b10100000
                                           //RX cfg: 134kHz capturing, max pwr
.db 0xCA, 0b10011011     //FiFo cfg: prog ID
.db 0xCC, 0b00010101     //PLL cfg: XT>5MHz, 2ms, all auto
.db 0xC6, 0b00000011     //DataRate: 113Kbit/s
.db 0x82, 0b00111000     //PWR cfg reg: Tx, PLL, XT ON
.org 0x0020
.macro initALL

ldi Xl, MCUSR                    //clear reset source flags
clr r16
st X, r16

ldi Xl, WDTCSR                   //enable wathcdog timer
ldi r16, 0b00010000
st X, r16
ldi r16, 0b00111001
st X, r16
ldi r16, 0x37                    //portB
out DDRB, r16                    //0011 0100

ldi r16, 0x30                    //portC
out DDRC, r16                    //0101 0000

ldi r16, 0x05                    //portD
out DDRD, r16                    //0000 0101
```

```
ldi Xl, ADCSRA
ldi r16, 14
st X+, r16                                  // ADC EN, 12.5kSPS
inc r26
mov r28, r26                        //Y->ADMUX
st X+, r16
inc r26
ldi r16, 0x0F                       //DIDR0
st  X, r16

ldi Xl, UCSR0B
ldi r16, 0x08
st X+, r16                                  // Tx EN
ldi r16, 0b000010110      //UCSR0C
st X, r16                                   // no PAR, 2 STP
ldi Xl, 0xC4                        //UBRR0
ldi r16, low(BDR)                   //BAUD=2400
st X+, r16
ldi r16, high(BDR)
st X, r16

ldi r16,0x12                        //T0 Toggle-CTC
out TCCR0A, r16
ldi r16,0x02                        //prsc 1/8
out TCCR0B, r16
ldi r16, 83                                 //18kHz OVFL
out OCR0B, r16
ldi r16, 1                                  //OVFL INT EN
ldi Xl, TIMSK0                      //TimerToSleep
st  X, r16
ldi Xl, TCCR2A
ldi r16,0x31                        //T2 PhaseCorrect PWM
st X+, r16
ldi r16,0x01                        //prsc 1/1
st X, r16

ldi Xl, PRR                                 //PWRoff
ldi r16, 0x88                       // TWI
st X, r16                                   //and T1

ldi Xl, PCICR                       //pcINT all ports
ldi r16, 7
st X, r16

ldi Xl, PCMSK2
ldi r16, 1<<PCINT16                 //pcINT16
st X, r16

ldi Xl, PCMSK0
ldi r16, 1<<PCINT1                  //pcINT1
```

```
st X, r16

ldi Xl, EIMSK                       //eINT0
ldi r16, 1
st X, r16

ldi Xl, EICRA                       //FallE
ldi r16, 2
st X, r16

.endm
.org ResetVCT                       //сброс по RESET
rjmp main
.org PCI2addr                       //нажата кнопка CalibrationMode
rjmp ClbrMode
.org PCI1addr                       //сброс по выходу из Sleep
rjmp main
.org PCI0addr                       //нажата кнопка FindRX
rjmp FIND_RX
.org INT0addr                       //нажата кнопка ToggleVoice
rjmp ToggleVoice
.org OVF0addr                       //насчёт до ухода в sleep
rjmp TSleep

delay:
ldi r19, 30
di0:
dec r1
breq do0
do0:
ret
initTRC:
//                          ТЕСТ БАТАРЕЙ
ldi r17, 5
st Y, r17                                   //ADC->BttryCHRG

ldi Xl, ADCSRA
ldi r17, 0xC6
st X, r17                                   //запускаем АЦП
flagBT:
ld r17, X                                   //ждём флага
sbrs r17, ADIF
rjmp flagBT
cbr r17, (1<<ADIF)
st X, r17
ldi Xl, ADCL
ld r17, X
mov r1, r17

//                          инициализация из EEPROM
ldi r17,  1
```

```
ldi r16, 0x16
out EEARL, r16
out EECR, r17
in ID, EEDR                                  //pre-load ID

ldi r16, 0x15
nextID:
cbi portB, PB2                       //pull-down SS
out EEARL, r16                       //read ID from EEPROM
out EECR,  r17
in r18, EEDR
out SPDR, r18                        //send ADR
holdA:
in r19, SPSR
sbrs r19, SPIF                       //wait for flag
rjmp holdO
inc r16
out EEARL, r16                       //read ID from EEPROM
out EECR,  r17
in r18, EEDR
out SPDR, r18                        //send CMD
holdC:
in r19, SPSR
sbrs r19, SPIF                       //wait for flag
rjmp hold1
sbi portB, PB2                       //pull-up SS

inc r16
cpi r16, 0x15+4+1
breq endID
rjmp nextID
endID:

//                          инициализация из программной памяти
ldi r16, 0b01010000
out SPCR, r16
ldi Zh, high(TRCID<<1)
ldi Zl,  low(TRCID<<1)


NewWord_SPI:

rcall delay

inc r17                                      //words counter

lpm                                                  //load ADR
cbi portB, PB2                       //pull-down SS
out SPDR, r0                         //send ADR
adiw Z, 1
```

```
lpm                                                     //load CMD

holdw:
in r16, SPSR
sbrs r16, SPIF                          //wait for flag
rjmp holdw

out SPDR, r0                            //send CMD
holdE:
in r16, SPSR
sbrs r16, SPIF                          //wait for flag
rjmp holdE

adiw Z, 1
sbi portB, PB2                          //pull-up SS

cpi r17, TRC_words_count
breq endTRC
rjmp NewWord_SPI
endTRC:

rcall TXready

out SPDR, ID                            //send ID
                    holdBT1:
                    in r16, PORTB
                    sbrs r16, PB4       //wait for flag on MISO
                    rjmp holdBT1

ldi r17, 0x00
out SPDR, r17                           //send Battery Charge prefix
                    holdBT2:
                    in r16, PORTB
                    sbrs r16, PB4       //wait for flag on MISO
                    rjmp holdBT2
mov r17, r1
out SPDR, r17                           //send Battery Charge Value
                    holdBT3:
                    in r16, PORTB
                    sbrs r16, PB4       //wait for flag on MISO
                    rjmp holdBT3

sbi portB, PB2                          //pull-up SS

ret


initKEYS:

ldi Xl, 0
ldi Xh, 1
ldi r18,1
clr r16
Next_Byte_EEPROM:                               //reading calibrating
out EEARL, r16                                  //values from EEPROM
out EECR, r18
in r17, EEDR
st X+, r17
inc r16
cpi r16, 20
breq endLOAD
rjmp Next_Byte_EEPROM
endLOAD:

ldi Xl, 0
ldi Xh, 1
ldi Zl, 0
ldi Zh, 1
ld r18, X
New_Byte_Calc:                                  //calculating border values
ld r16, X+
ld r17, X

sub r17, r16
ror r17
add r16, r17

st Z+, r18
mov r18, r16
cpi Zl, 15
breq endCALC
rjmp New_Byte_Calc

endCALC:
ld r16, X+
mov r5, r16
ld r16, X+
mov r6, r16
ld r16, X+
mov r7, r16
ld r16, X+
mov r8, r16
clr Xh
clr Zh
ret

clbrMode:
```

```
waitUP0:                                    //ждём отжатия кнопки ClbrMode
in r17, PORTD
sbrc r17, 0
rjmp waitUP0

ldi zh, 1
ldi zl, 0
ldi r16, 0
st Y, r16
ldi r19, 0


waitPRSD:                                   //ждём нажатия кнопки ClbrMode
in r17, PORTD
sbrs r17, 0
rjmp waitPRSD

ldi Xl, ADCSRA
st X, r16                                   //запускаем преобразование

wait1:                                      //ждём конца преобразование
ld r17, X
sbrs r17, ADIF
rjmp wait1
cbr r17, (1<<ADIF)
st x, r17

ldi Xl, ADCL                        //забираем значение
ld r18, X
out EEDR, r18                       //отправляем в EEPROM
out EEARL, r19
inc r19

ldi r17, 4
out EECR, r17
ldi r17, 6
out EECR, r17

waitEEPROM:                                 //ждём сброса бита EEPE
in r17, EECR
sbrc r17, EEPE
rjmp waitEEPROM

waitSPM:                                    //ждём сброса бита SELFPRGEN
in r17, SPMCSR
sbrc r17, SELFPRGEN
rjmp waitSPM

waitUP:                                     //ждём отжатия кнопки ClbrMode
in r17, PORTD
sbrc r17, 0
```


```
in r17, PORTD
sbrc r17, 0
rjmp waitUP0

ldi zh, 1
ldi zl, 0
ldi r16, 0
st Y, r16
ldi r19, 0


waitPRSD:                                   //ждём нажатия кнопки ClbrMode
in r17, PORTD
sbrs r17, 0
rjmp waitPRSD

ldi Xl, ADCSRA
st X, r16                                   //запускаем преобразование

wait1:                                      //ждём конца преобразование
ld r17, X
sbrs r17, ADIF
rjmp wait1
cbr r17, (1<<ADIF)
st x, r17

ldi Xl, ADCL                        //забираем значение
ld r18, X
out EEDR, r18                       //отправляем в EEPROM
out EEARL, r19
inc r19

ldi r17, 4
out EECR, r17
ldi r17, 6
out EECR, r17

waitEEPROM:                                 //ждём сброса бита EEPE
in r17, EECR
sbrc r17, EEPE
rjmp waitEEPROM

waitSPM:                                    //ждём сброса бита SELFPRGEN
in r17, SPMCSR
sbrc r17, SELFPRGEN
rjmp waitSPM

waitUP:                                     //ждём отжатия кнопки ClbrMode
in r17, PORTD
sbrc r17, 0
```

```
rjmp waitUP

cpi r19, 20                                //считаем 20 значений
brne waitPRSD

ldi r17, 0
out PCIFR, r17
rcall initKEYS
ret

TXready:        //ПОДГОТОВКА ПЕРЕДАТЧИКА

sbi portD, PD4                  //pull-up FIFO-read

cbi portB, PB2                  //pull-down SS

ldi r17, 0x82                                   //PWRreg ADR = 82h
out SPDR, r17                                   //send ADR_Tx
        hold0:
        in r16, SPSR
        sbrs r16, SPIF                          //wait for flag
        rjmp hold0

ldi r17, 0x38                                   //set Tx_PWR
out SPDR, r17
        hold1:
        in r16, SPSR
        sbrs r16, SPIF                          //wait for flag
        rjmp hold1

sbi portB, PB2                  //pull-up SS

rcall delay

cbi portB, PB2                  //pull-down SS

ldi r17, 0x80                                   //CFGreg ADR = 80h
out SPDR, r17                                   //send ADR_Tx
        hold2:
        in r16, SPSR
        sbrs r16, SPIF                          //wait for flag
        rjmp hold2
ldi r17, 0x9F                                   //set Tx_CFG
out SPDR, r17
        hold3:
        in r16, SPSR
        sbrs r16, SPIF                          //wait for flag
        rjmp hold3

sbi portB, PB2                  //pull-up SS
```

```
ldi r17, 0x8A                                   //TxREG ADR = 8Ah
out SPDR, r17                                   //send ADR_Tx
        hold4:
        in r16, SPSR
        sbrs r16, SPIF                          //wait for flag
        rjmp hold4

ldi r17, 0xAA
out SPDR, r17                                   //send 0xAA
        holdAA:
        in r17, PORTB
        sbrs r17, PB4                           //wait for flag on MISO
        rjmp holdAA

ret                     //SS pulled-DOWN!


RXready:        //ПОДГОТОВКА ПРИЁМНИКА

cbi portB, PB2                  //pull-down SS

ldi r17, 0x82                   //PWRreg ADR = 82h
out SPDR, r17                   //send ADR_Tx
        hold10:
        in r16, SPSR
        sbrs r16, SPIF          //wait for flag
        rjmp hold10
ldi r17, 0x98                   //set Rx_PWR
out SPDR, r17
        hold11:
        in r16, SPSR
        sbrs r16, SPIF                  //wait for flag
        rjmp hold11

sbi portB, PB2                  //pull-up SS

rcall delay

cbi portB, PB2                  //pull-down SS

ldi r17, 0x80                   //CFGreg ADR = 80h
out SPDR, r17                   //send ADR_Tx
                hold12:
                in r16, SPSR
                sbrs r16, SPIF  //wait for flag
                rjmp hold12

ldi r17, 0x5F                   //set Rx_CFG
out SPDR, r17
```

```
                hold13:
                in r16, SPSR
                sbrs r16, SPIF  //wait for flag
                rjmp hold13
sbi portB, PB2                  //pull-up SS
                hold14:
                ldi r16, PORTB  //wait for INT_RF
                sbrc r16, 0             //active LOW
                rjmp hold14

cbi portD, PD4                  //pull-down FIFO-read
ret

RTX:                                    //обмен байтами через TRC
ldi r16, 0b01010000             //по средством r25
out SPCR, r16


//                              SEND BYTE
rcall TXready

out SPDR, ID                    //send ID
                holdID:
                in r16, PORTB
                sbrs r16, PB4   //wait for flag on MISO
                rjmp holdID

out SPDR, r25                   //send Data
                holdDT:
                in r16, PORTB
                sbrs r16, PB4   //wait for flag on MISO
                rjmp holdDT

sbi portB, PB2                  //pull-up SS

rcall delay

//                              READ BYTE
rcall RXready

ldi r17, 0xFF                   //send smthng to TRC
out SPDR, r17                   //send ADR_Tx

hold15:
in r16, SPSR
sbrs r16, SPIF                  //wait for flag
rjmp hold15

out SPDR, r25                   //recive data
```

```
sbi portD, PD4                  //pull-up FIFO-read

ret

ToggleVoice:                    //ToggleVoice//

com VoiceON                             //инверсия флага голосвой связи
ldi Xl, TCCR2B
sbrs VoiceON, 0
rjmp VoiceOFF                   //если включаем связь
cbi DDRD, PD6                   //закрываем модуляцию диода
sbi portB, PB2                  //pull-up SS
ldi r16,0x01                    //включаем T2
st X, r16
sbi portD, PD7                  //подаём питание
rcall initTRC                   //загружаем TRC102
reti

VoiceOFF:                               //иначе
sbi DDRD, PD6                   //открываем модуляцию диода
cbi portD, PD7                  //отключаем питание
ldi r16,0                               //выключаем T2
st X, r16
reti

Tsleep:                                 //TSleep//
WDR
dec TMRtoSLP_low
breq Carry0
reti
Carry0:
dec TMRtoSLP_high
breq Carry1
reti
Carry1:
dec TMRtoSLP
breq goSleep
reti

goSleep:
ldi Xl, PCMSK1                  //PCmask1
ldi r16, 1
st X, r16                               //pcINT8

ldi r16, 5                              //Power-Down Sleep Mode
out SMCR, r16
sleep

main:                                   //init//
initALL
```

```
initALL
rcall initKEYS

START:
WDR
sei
nop
cli

sbrs VoiceON, 0                    //проверка флага голосовой связи
rjmp INPUT_D

dec r5                                     //если установлен,
breq INPUT                                 //проверка счётчика 1/100
ldi r16, 1
st Y, r16
ldi Xl, ADCSRA
ldi r16, 0xC6
st X, r16                                  //запускаем АЦП

flag0:
ld r17, X                                  //ждём флага
sbrs r17, ADIF
rjmp flag0
cbr r17, (1<<ADIF)
st x, r17

ldi Xl, ADCL                       //отправляем значение из АЦП
ld r25, X
mov r17, r25
rcall RTX                                  //через TRC
ldi Xl, OCR2B                      //принятое от TRC значение
st X, r25                                  //отправляем в таймер ШИМ

ldi TMRtoSLP, 2                    //сброс таймера Sleep

swap r17
andi r17, 0x0F
lsr r17
lsr r17                                    // значения звукового сигнала
add r9, r17                                // делятся на 64 и суммируются
                                                   // E[100*ADC/64]

rjmp START


SensON:
sbi PORTD, PD6
rjmp INPUTgo


SensOFF:
cbi PORTD, PD6
rjmp INPUTgo

INPUT_D:
sei
mov r16, TMRtoSLP_low
dec r16
loop:
mov r17, TMRtoSLP_low
cpi r17, 16
brne loop
cli
INPUT:
ldi r17, 100
mov r5, r17                                //установка счётчика 1/100

mov r17, r9
clr r9
cpi r17, 96                                //проверка E[100*ADC/64]
brlo SensON
cpi r17, 256-96
brlo SensOFF
clr r9

INPUTgo:
//                                 читаем X касания

cbi PORTC, PC2                     //Bottom->      0
sbi PORTC, PC6                     //Right ->      1

ldi r16, 2                                 //ADC    ->      Top
st Y, r16
ldi Xl, ADCSRA
ldi r16, 0xC6
st X, r16                                  //запускаем АЦП
flag1:
ld r17, X                                  //ждём флага
sbrs r17, ADIF
rjmp flag1
cbr r17, (1<<ADIF)
st x, r17

ldi Xl, ADCL
ld r17, X
cp r17, r5
brlo KEYin                                 //если снятое значение меньше
                                                   //калибровочного, прыжок на метку
```

```
mov r10, r17                    //сохраняем точку прикосновения X

//                              Читаем Y касания

cbi PORTC, PC6                  //Right ->      0
sbi PORTC, PC2                  //Bottom->      1

ldi r16, 3                              //ADC   ->      Left
st Y, r16
ldi Xl, ADCSRA
ldi r16, 0xC6
st X, r16                               //запускаем АЦП
flag31:
ld r17, X                               //ждём флага
sbrs r17, ADIF
rjmp flag31
cbr r17, (1<<ADIF)
st x, r17

ldi Xl, ADCL
ld r17, X

cp r17, r8
brlo KEYin                              //если снятое значение меньше
                                                //калибровочного, прыжок на метку

com r17
mov r11, r17                    //сохраняем точку прикосновения Y


clr r13

ONEtouch:
//                              Читаем X координату

sbi PORTC, PC6                  //Right ->      1
cbi PORTC, PC4                  //Bottom->      0

ldi r16, 2                              //ADC   ->      Top
st Y, r16
ldi Xl, ADCSRA
ldi r16, 0xC6
st X, r16                               //запускаем АЦП
flag21:
ld r17, X                               //ждём флага
sbrs r17, ADIF
rjmp flag21
cbr r17, (1<<ADIF)
st x, r17
```

```
ldi Xl, ADCL
ld r17, X

cp r17, r5
brlo KEYin                              //если снятое значение меньше
                                                //калибровочного, прыжок на метку

mov r18, r17                    //сохраняем


//                              Читаем Y координату

cbi PORTC, PC6                  //Right ->      0
sbi PORTC, PC4                  //Bottom->      1

ldi r16, 3                              //ADC   ->      Left
st Y, r16
ldi Xl, ADCSRA
ldi r16, 0xC6
st X, r16                               //запускаем АЦП
flag10:
ld r17, X                               //ждём флага
sbrs r17, ADIF
rjmp flag10
cbr r17, (1<<ADIF)
st x, r17

ldi Xl, ADCL
ld r17, X

cp r17, r8
brlo KEYin                              //если снятое значение меньше
                                                //калибровочного, прыжок на метку
sub r18, r10                    //знаковое!!! смещение по X
sub r17, r11                    //знаковое!!! смещение по Y
mov r10, r18
mov r11, r17

ldi TMRtoSLP, 2                 //сброс таймера Sleep (15 sec)

inc r13
sbrs r13, 5                             //16 снятий координат
rjmp ONEtouch


KEYin:                                  //опрос клавиатуры
```

```
clr r16
st Y, r16                                   //ADC->KeyB

ldi Xl, ADCSRA
ldi r17, 0xC6
st X, r17                                   //запускаем АЦП

flagK:
ld r17, X                                   //ждём флага
sbrs r17, ADIF
rjmp flagK
cbr r17, (1<<ADIF)
st x, r17

ldi Xl, ADCL
ld r16, X

ldi Xh, 1
ldi Xl, 0
ld r17, X
cp r16,r17
brlo NOTf
NKB:
ld r17, X+
cp r17, r16
brlo FIND
sbrs Xl, 5
rjmp NKB
NOTf:
clr r16
mov r5, r16
rjmp TESTdata
FIND:
mov r5, Xl
clr Xh
TESTdata:
mov r16, r5
cpi r16, 0
brne SEND
mov r16, r10
cpi r16,0
brne SEND
mov r16, r11
cpi r16, 0
brne SEND
rjmp START
SEND:
sbrc VoiceON, 0
rjmp RFsend
```

```
IRsend:
ldi Xl , UDR0
st  X, r5
                waitUART0:
                ldi Xl, UCSR0A
                ld r17, X
                sbrs r17, UDRE0
                rjmp waitUART0
clr r5

ldi Xl , UDR0
st  X, r10
                waitUART1:
                ldi Xl, UCSR0A
                ld r17, X
                sbrs r17, UDRE0
                rjmp waitUART1
clr r10

ldi Xl , UDR0
st  X, r11
                waitUART2:
                ldi Xl, UCSR0A
                ld r17, X
                sbrs r17, UDRE0
                rjmp waitUART2
clr r11

rjmp START
RFsend:
ldi r25, 0                              //отправляем "0"
rcall RTX                               //через TRC как команду о данных ввода
ldi Xl, OCR2B                   //принятое от TRC значение
st X, r25                               //отправляем в таймер ШИМ
mov r25, r5                             //через TRC отправляем
rcall RTX                               //код клавиши
st X, r25                               //отправляем в таймер ШИМ
mov r25, r10                    //отправляем X
rcall RTX                               //принятый байт
st X, r25                               //отправляем в таймер ШИМ
mov r25, r11                    //отправляем У
rcall RTX                               //принятый байт
st X, r25                               //отправляем в таймер ШИМ

rjmp START

Find_RX:
ldi TMRtoSLP, 1                 //сброс таймера Sleep (15 sec)
```

```
ldi r16, 0xFF                   //через ИК передатчик отправляем
ldi Xl , UDR0                   //  0xFF байт
st  X, r16
                FR0:
                ldi Xl, UCSR0A
                ld r17, X
                sbrs r17, UDRE0
                rjmp FR0
                                                //это сигнал приёмнику о дальнейшей
                                                //передаче настроек канала и ID
ldi r17,  1
ldi r16, 0x15

nextCH:                                 //потом полсеедовательно зачитываем
out EEARL, r16                  //из EEPROM данные о канале и ID
out EECR, r17
in r19, EEDR
ldi Xl , UDR0
st  X, r19
                FR2:
                ldi Xl, UCSR0A
                ld r18, X
                sbrs r18, UDRE0
                rjmp FR2

inc r16
cpi r16, 0x15+5
brne nextCH
ldi r16, 0x15
nextCH0:
rcall initTRC
reti
```