

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Факультет інформаційних електронних систем
Кафедра біомедичної інженерії та оптико-електронних систем

Пояснювальна записка

до бакалаврської дипломної роботи

бакалавр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему Розробка портативного реєстратора ЕКГ

Виконав: студент 4 курсу, групи БМІ-186
спеціальності 163 «Біомедична інженерія»

Моргін А.Є.

Керівник к.т.н., доцент Коваль Л.Г.

Рецензент

Допущено до захисту
Завідувач кафедри БМІОЕС
_____ к.т.н. доц. Коваль Л.Г.
« _____ » _____ 2022 р.

Вінницький національний технічний університет
Факультет інформаційних електронних систем
Кафедра біомедичної інженерії та оптико-електронних систем
Бакалавр
163 – Біомедична інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ
завідувач кафедри БМІОЕС
к.т.н., доцент
Коваль Л.Г. _____
« _____ » _____ 2022

З А В Д А Н Н Я
НА БАКАЛАВРСЬКУ ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Моргіну Артему Євгеновичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка портативного реєстратора ЕКГ.

керівник роботи Коваль Л.Г., к.техн. наук, доцент затверджені наказом вищого навчального закладу від “24”березня 2022 року № 66

2. Строк подання студентом роботи до 10.06. 2022 року

3. Вихідні дані до роботи:

Напруга живлення – 5 В, тип виконання – портативний, наявність мікроконтролерного блоку, можливість підключення програмуючого пристрою, наявність індикатора, довготривалий режим роботи.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): аналітичний огляд питання; опис схеми електричної принципової;компонування приладу;розробка програмного забезпечення, охорона праці.

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

схема електрична принципова, креслення друкованої плати, складальне креслення друкованої плати, структурна схема, перелік елементів, специфікація.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Спеціальна частина	Коваль Л.Г., к.т.н., доцент. кафедри БМІОЕС		
Охорона праці	Дембіцька С.В., к.п.н., професор кафедри БЖ та ПБ		

7. Дата видачі завдання «25» березня 2022р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Формування та затвердження теми бакалаврської дипломної роботи (БДР)	До 08.03.2022	
2	Виконання спеціальної частини БДР. Перший рубіжний контроль виконання БДР	До 30.04.2022	
3	Виконання спеціальної частини БДР. Другий рубіжний контроль виконання БДР	До 15.05.2022	
4	Виконання розділу «Охорона праці»	До 25.05.2022	
5	Попередній захист БДР	10.06.2022	
6	Нормоконтроль БДР	10.06.2022	
7	Рецензування БДР	21.06.2022	
8	Захист БДР	22.06.2022	

Студент

(підпис)

Моргін А.Є.

Керівник роботи

Коваль Л.Г.

АНОТАЦІЯ

В бакалаврській дипломній роботі проведено розробку та дослідження портативного реєстратора ЕКГ. Розроблено структурну схему та схему електричну принципову пристрою, використовуючи програмнезабезпечення MSVisio, що прискорює процес створення ескізів та креслень, а файли документів є стандартом для збереження КД. Проведено аналіз та вибір мікроконтролера для пристрою, а також розроблено друковану плату та програмне забезпечення до кардіографа.

ABSTRACT

In the bachelor's thesis the development and research of a portable ECG recorder was carried out. Block diagram and electrical schematic diagram of the device have been developed using MSVisio software, which speeds up the process of creating sketches and drawings, and document files are the standard for saving CDs. The analysis and selection of a microcontroller for the device was performed, as well as a printed circuit board and software for a cardiograph.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ПИТАННЯ.....	5
1.1 Теоретичний огляд(фізична суть методу роботи приладу)	5
1.2 Аналіз існуючих аналогів.....	9
2 ОПИС СХЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРИНЦИПОВОЇ.....	11
2.1 Розробка структурної схеми приладу	11
2.2 Опис схеми електричної принципової.....	11
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	13
3.1 Аналіз елементної бази.....	13
3.2 Задача компоновання.....	20
3.3 Розробка різних варіантів конструкції.....	21
3.4 Визначення розмірів і маси конструкції.....	22
3.5 Вибір оптимального варіанту конструкції	24
3.6 Вибір типу друкованої плати	25
3.7 Вибір і обґрунтування класу точності друкованої плати.....	25
3.8 Вибір матеріалу друкованої плати	25
3.9 Вибір методу проектування друкованої плати.....	26
3.10 Розрахунок діаметрів контактних площадок	27
3.11 Розрахунок ширини друкованих провідників	28
3.12 Вибір розрахунок плати.....	29
3.13 Розрахунок на завадостійкість	30
4 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	32
4.1 Загальний алгоритм програми	32
4.2 Розподіл ресурсів мікроконтролерної системи.....	33
4.3 Алгоритм роботи програми. Написання програми керування	33
5 ОХОРОНА ПРАЦІ	35
5.1. Технічні рішення щодо безпечного виконання роботи.....	41
5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії	44

5.2.1 Мікроклімат	44
5.2.2. Склад повітря робочої зони.....	45
5.2.3 Виробниче освітлення.....	47
5.2.4 Виробничий шум	48
5.2.5. Виробничі випромінювання.....	49
5.3 Пожежна безпека.....	50
5.3.1. Технічні рішення системи запобігання пожежі	51
5.3.2. Технічні рішення системи протипожежного захисту.....	51
ВИСНОВКИ.....	54
ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА	55
ДОДАТКИ.....	58

ВСТУП

Розвиток мікроелектроніки та широке застосування її виробів в промисловому виробництві, в пристроях і системах управління найрізноманітнішими об'єктами і процесами є в даний час одним з основних напрямків науково-технічного прогресу.

Використання мікроелектронних засобів у виробах виробничого та культурно-побутового призначення не тільки призводить до підвищення техніко-економічних показателів виробів (вартості, надійності, споживаної потужності, габаритних розмірів) і дозволяє багаторазово скоротити терміни розробки і відсунути терміни "морального старіння" виробів, але і надає їм принципово нові споживчі якості (розширені функціональні можливості, модифікованості, адаптивність і т.д.).

Перше повідомлення про створення мікропроцесора з'явилося в 1972 р. Через 13 років у 1985 р. у всьому світі вже працювали понад 30 млн. ОЕВМ. Мікропроцесори і ОЕВМ - це досить складні пристрої, хоча діапазон їх використання дуже широкий. Головні достоїнства мікропроцесорної техніки - це компактність, економічність, універсальність невисока вартість, масовість застосування. Завдяки своїм властивостям мікропроцесори знайшли застосування як в системі управління космічними польотами, так і в дитячих іграшках; ОЕВМ використовуються для управління побутовими приладами і роботами, верстатами з числовим програмним управлінням і т.п.

За останні роки в мікроелектроніці бурхливий розвиток одержало напрямок, пов'язаний з випуском однокристальних ОЕВМ, які призначені для "інтелектуалізації" устаткування різного призначення. Однокристальний (однокорпусні) ЕОМ є прилади, конструктивно виконані у вигляді ВІС і включають в себе всі складові частини "голою" мікро-ЕОМ: мікропроцесор, пам'ять програм і пам'ять даних, а також програмовані інтерфейсні схеми для зв'язку із зовнішнім середовищем. Використання ОЕВМ в системах управління забезпечує досягнення винятково високих показників ефективності при настільки низькій вартості (у багатьох застосуваннях система може складатися тільки з однієї ВІС ОЕВМ), що ОЕВМ, мабуть, немає розумної альтернативної елементної бази для побудови

керуючих та / або регулюючих систем. До теперішнього часу більше двох третин світового ринку мікропроцесорних коштів складають саме однокристальних ЕОМ.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ПИТАННЯ

1.1 Теоретичний огляд (фізична суть методу роботи приладу)

Аналіз серцевої діяльності в параметрах реального часу попросту означає, що процедура запису електрокардіограми займає 24 години, а не проводиться в 60, 120, 240 чи 480 разів швидше в порівнянні з реальним часом. Уже давно визнано, що електрокардіограма, записана протягом добового періоду, дає набагато більш точну картину роботи серця в порівнянні з тим, коли вона обмежується періодом у 30 чи 60 хвилин. Однак сама ідея 24-годинного ЕКГ-запису була дотепер практично нездійсненню, оскільки неможливо приділяти запису кожної кардіограми цілу доб чи виділяти для цього окремого співробітника. [2]

З упродовженням мікрокомп'ютерів і мікроелектронної техніки з'явилася можливість проводити такий добовий запис ЕКГ за допомогою реєструючого пристрою, оснащеного комп'ютером, що досить малогабаритно для того, щоб пацієнт міг носити із собою без перешкод.

Апарат з довгочасовим записом ЕКГ є тим приладом, який може зробити загальнодоступними аналізи двох нових параметрів: варіабельності серцебиття і пізнього потенціалу серця. Ціль цього нововведення - зробити можливим прогнозувати неінвазійним шляхом раптову смерть.

Аналіз пізнього потенціалу у пацієнтів, що перенесли інфаркт серця, показує, чи може бути пацієнт зарахований до групи ризику. Пізні потенціали - це низько амплітудні, фракціоновані електричні прояви активності міокарда, які виступають на поверхні кінцевої частини QRS -комплексу ЕКГ і сягають у початкову частину сегмента ST. Це модифікована електрична властивість провідності, яка помічається нібито як слідове коливання, може являти собою один із параметрів ризику раптової смерті.

Пізні потенціали звичайним шляхом не реєструються, оскільки їх електрична напруга знаходиться у мікрвольтовій зоні. Величина їх напруги до 5000 разів менша, ніж величина найменшої напруги звичайної електрокардіограми. Щоб такі

екстремально слабкі сигнали вивести від серця на поверхню тіла, їх треба багаторазово підсилити.

Серед неінвазійних методів діагностики аналіз пізніх потенціалів сам по собі, як бачиться, недостатньо, характеризує зазначений ризик. Усвідомлюючи це, кардіологи "витягнули" тепер на поверхню варіабельність інтервалів R-R. Ще у 1927 році у літературі повідомлялося про „нерегулярну діяльність серця" та „закостенілий пульс".

Це простий метод. Апарат довгочасового запису ЕКГ програмується на вимірювання інтервалів - QRS комплекси переглядаються один за одним автоматикою; при цьому вимірюється кожна відстань між зубцями R-Z. Наприкінці приблизно 100000 вимірів інтервалів розроблюється статистика, яка класифікує варіабельність коливань R-R.

Здорове серце, як показує подібна статистика, воліє працювати мінливо. Відстань R-R, або „варіабельність частоти серця", значно коливається. Сильні коливання - це відбиття дихальної синусової аритмії, одна з мір вагусної іннервації серця.

Зовсім по-іншому виявляють себе пацієнти з ризиком раптової серцевої смерті. Вони демонструють скоріше тенденцію до монотонної, закріпленої довжини R-R циклу, де домінує вплив симпатичних нервів. Однак варіабельність частоти серця також має лише відносно прогностичне значення для раптової серцевої смерті.

Саме тут і виникла ідея комбінувати один з одним ці неінвазивні методи, що потребують малих витрат. Необхідно мати один апарат довгочасового запису ЕКГ, який також може виміряти варіабельність частоти серця та пізні ЕКГ-потенціали, і який пацієнт зможе носити при собі. У цій потрібній комбінації фахівці бачать підставу для поліпшення передвіщення можливості раптової серцевої смерті.

Динамічний кардіограф (який проводить заміри під час виконання пацієнтом вправ) моделі MC6700a фірми Cambridge Medical Equipment Ltd. (Великобританія) виконує дві аналітичні програми, що дозволяють провести аналіз ST-сегмента в реальному часі і отримати підсумковий протокол з опосередкованими значеннями.

На екрані кардіографа у відповідності з поточним часом відображається ЕКГ (з зауваженнями), вимірювання ST-сегмента, динамічне відхилення дельта-ST (вимірювання в порівнянні зі спокійним станом), пульс і тиск крові у графічній формі. Крім цього, за допомогою меню під час обстеження можна зафіксувати значні відхилення і режим особливих зусиль пацієнта для доповнення підсумкового протоколу. Наявність в підсумковому протоколі опосередкованої ЕКГ допомагає отримати в складних умовах процесу обстеження точні дані шляхом врахування коефіцієнта "сигнал-шум" і медіанного методу відхилення артефакту. Прилад можна з'єднати з ергометром, блоком пам'яті, що зберігає записи ЕКГ в спокійному стані, з тригером для дослідження в гаммакамері. На виході приладу можна отримати аналоговий сигнал. При з'єднанні кардіографа з монітором кров'яного тиску утворюється інтегрована ди^о намічна система.

Дискретна дистанційна вимірювальна система типу UNF Digital Telemetry System фірми SpeseLabs Inc. (США), яка працює в складі будь-якої станції моніторингу PCMS, що призначена для збільшення потужності, точності і стабільності ЕКГ сигналу при амбулаторному обстеженні. Система можна додатково з'єднати з іншими системами PCMS для здійснення дистанційної візуалізації, електронної побудови кривих і всебічного відображення результатів обстеження в кінцевому протоколі. Дистанційна система дозволяє проводити аналізи ST-сегмента і аритмії за допомогою мульти-відведень, визначити добову тенденцію аритмій і частоти биття серця, отримати ЕКГ-сигнал від чотирьох відведень. Крім цього, є автоматичне відключення відведень і легко налагоджуємі прийомні пристрої. Компактний трансмітер забезпечує зручність для пацієнта і зменшує вплив електродного артефакту. Система обладнана різноманітними антенами, які дозволяють подавати два незалежних сигнали на прийомний пристрій, що дає можливість процесору обирати для аналізу найбільш чистий і сильний сигнал.

Фірма „ІМК" уперше розробила електронний кардіограф реального часу і на даний момент ввела у медичну практику електронний кардіограф-аналізатор (кардіомонітор) другого покоління „Холтер II". Цей прилад оснащений

мікропроцесорним комп'ютером новітньої моделі зі складним програмним керуванням.

Після включення кардіомонітора в роботу він здійснює наступні прості операції.

А- ідентифікує кожен комплекс QRS і виділяє його для комп'ютерного виміру. (рисунок 1.1).

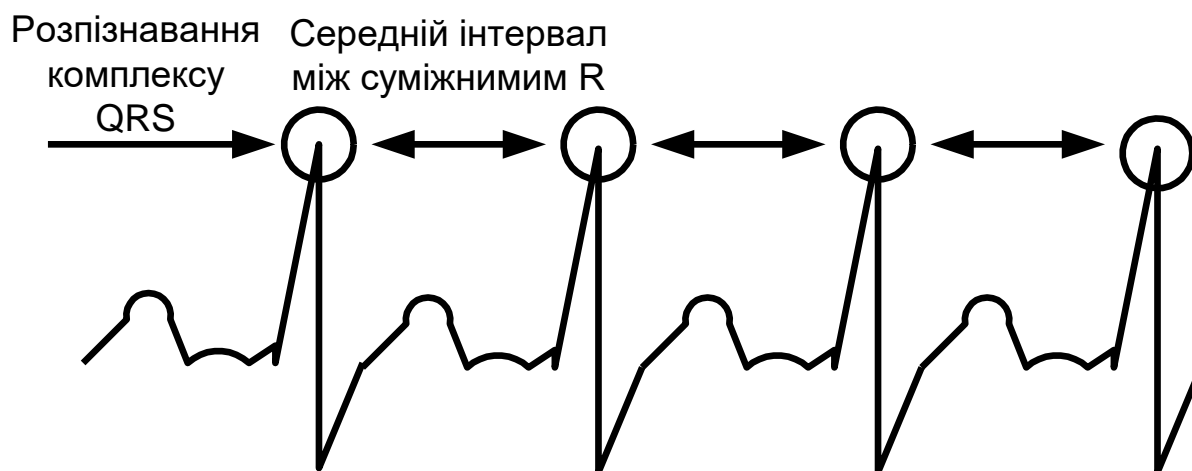


Рисунок 1.1 – Визначення QRS комплексу

В- визначає інтервал між сусідніми R і направляє їх у пам'ять комп'ютера

С - на основі перших 16 нормальших ударів серця встановлює нормальну морфологічну модель, характерну для даного пацієнта. (рисунок 1.2)

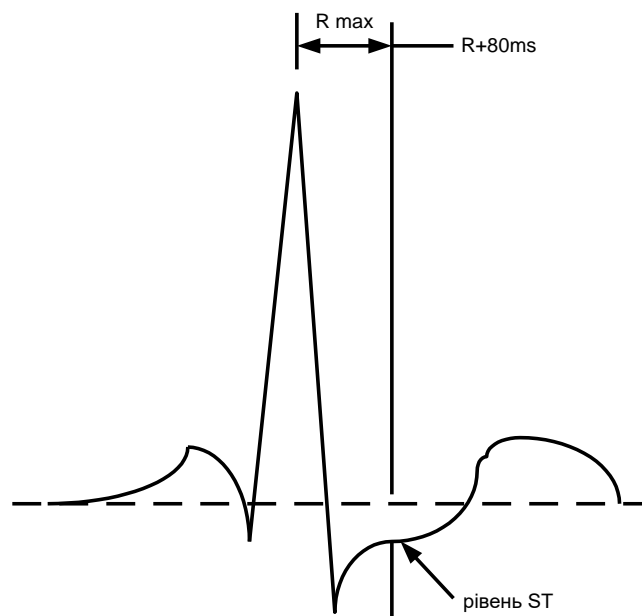


Рисунок 1.2 – Визначення морфологічної моделі

Потім „Холтер II” „розглядає” кожен послідуєчий ЕКГ-комплекс і порівнює його з останнім за часом нормальним інтервалом R-R і морфологічною моделлю. Після цього кожен ЕКГ-комплекс, ідентифікований як „нормальний”, використовується для „оновлення” нормальної морфологічної моделі. Точно так само кожен нормальний інтервал R-R використовується для „оновлення” пам'яті комп'ютера на інтервали R-R.

Таким чином, кожен новий комплекс ЕКГ завжди порівнюється з усередненим комплексом, отриманим на базі 16 останніх за часом нормальних комплексів з метою виявлення змін у частоті пульсу, чи ритмі морфологічних характеристиках. Ці останні (комплекси) ідентифіковані як „неправильні”, прилад легко пізнає, підраховує, класифікує і документує (рисунок 1.3).

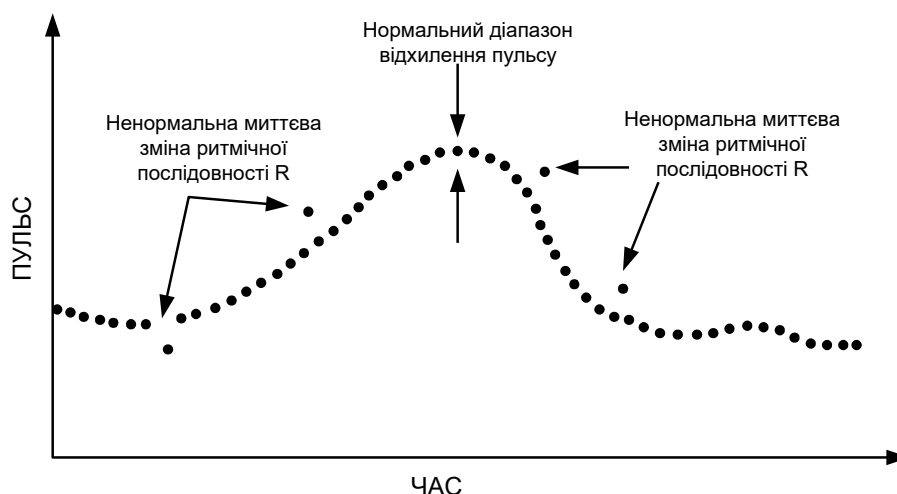


Рисунок 1.3 – Приклад реєстрації варіабельності пульсу

„Холтер II”, таким чином, може виключати не стосовні до предмета дослідження дані і селективно реєструвати численні приклади різних відмічуваних їм аномалій, так само як і приклади нормальних ЕКГ-комплексів.

Електрокардіограф „Холтер II” у сполученні з відтворюючою системою „Квіксен II” володіє цілим рядом переваг, яких немає в інших аналогічних пристроях:

Запис електрокардіограм за допомогою монітора реального часу «Холтер II» забезпечує рівень точності, недосяжний для високошвидкісних електрокардіографів. У ході клінічних іспитів «Холтер II» продемонстрував точність детектування, рівну

в середньому 97,5%. Додаткові дослідження показали, що за допомогою „Холтера II” детектуються 100% комплексів ЕКГ, що відповідають запрограмованим критеріям упізнання.

На відміну від високошвидкісних систем відтворення ЕКГ, де результати „розвернення” залежать від кваліфікації й уваги оператора, будь-яка стрічка ЕКГ, записана за допомогою монітора „Холтер III”, відтворюється системою відтворення „Квіксен II” з 100%-ою точністю в будь-який момент.

Система відтворення „Квіксен II” набагато скорочує кількість часу, необхідного оператору для представлення огляду результатів запису ЕКГ. Так як під час запису ЕКГ одночасно виробляється її аналіз, стрічка ЕКГ по закінченні запису виявляється цілком попередньо обробленою, У результаті відтворення являє собою просту функцію, що може бути виконана протягом декількох хвилин.

Пристрій „Отоскен” забезпечує максимальне використання переваг ЕКГ-запису в параметрах реального часу, причому до переваг, властивих системі відтворення „Квіксен II”, додаються в даному випадку наступні: додаткова інформація і цілком автоматизоване відтворення. Під час аналітичного запису ЕКГ всі аномалії обраховуються і класифікуються по типах. Ця інформація, а також час реєстрації, виміри рівня ST, пульс і номер ЕКГ-запису реєструються в цифровій формі на стрічку під час усієї процедури запису ЕКГ. Під час автоматизованого відтворення система „Отоскен” „проглядає” ці закодовані цифрові дані, організовує інформацію у формі таблиць даних і запам'ятовує усе, що зареєстровано на стрічці.

У кожній стрічці з записом ЕКГ додається документ усебічного контролю якості запису, що дає можливість *упевнитися в точності* комп'ютерного аналізу, а також оцінити якість записаних даних з чисто технічної сторони.

Конструкція мікропроцесора у відтворюючій системі „Квіксен II” дозволяє додатково підключати ще один канал для запису ЕКГ у стані спокою чи під час навантаження. Вартість цього додаткового пристрою складає лише незначну частину вартості приладів, призначених для виконання тільки однієї цієї операції.

Система ЕКГ-запису в параметрах реального часу дає можливість безупинно проводити спостереження за пацієнтом протягом трьох (3) діб. Такий тривалий

період спостереження дуже важливіш при оцінці короточасних змін, що відбуваються порівняно рідко, або при оцінці ефективності лікарської терапії.

Модель 7300 фірми PICKER INTERNATIONAL представляє собою монітор Холтера із трьома каналами запису: двома ЕКГ і одним синхронізаційним для точної кореляції зареєстрованих подій активності пацієнта.

Канали ЕКГ мають високий опір, диференціальні входи, що складаються із перехідного захисту, переключення режимів виміру, і каскадів диференціального підсилювача, що закінчуються одним кінцевим підсилювачем, що забезпечує швидке перехідне відновлення і скидання. Калібрування приладу моделі 7300 автоматичне із включенням режиму CAL/RESET, що переключає канали ЕКГ, для одержання 1 мВ імпульсу на виході кола CAL STD. Калібрування може також бути проведено вручну при включеному перемикачі RECORD. Так чи інакше, калібрування складається із мінімального 8-секундного пакета 1 мВ калібровочних імпульсів, що не порушують зчитування попередньо встановленого часу. Швидке відновлення від перехідних процесів забезпечується адаптивним зворотнім зв'язком, що складається із перехідного відновлення й інтегрального підсилювача навколо єдиного кінцевого підсилювача. Кола, що переключаються, використовуються для автоматичного встановлення нуля обох каналів на початку і наприкінці калібрування під контролем функції RESET.

Канал синхронізації забезпечує циклічне кодування за декілька хвилин згладжування так добре, як і за півгодини прогрівочної роботи. Синхронізація інформації каналу - амплітудно-модульована йа низькій частоті так, щоб користувач записуючого пристрою міг відзначати істотні епізоди без втручання до сигналів синхронізації або ЕКГ. Кожне натискання перемикача MARK змінює амплітудну модуляцію. Тимчасове кодування - функція кристала, що керує лічильником, який посиляє сигнали колам дисплея на рідких кристалах, і контролює зсуви трьох каналів запису.

1.2 Аналіз існуючих аналогів

На сьогоднішній день, як в Україні, так і в світі існує велика кількість модифікацій приладів для довготривалого запису ЕКГ, які відрізняються одна від одної функціональними можливостями, експлуатаційно-технічними характеристиками та дизайном. Найбільш близьким з точки зору схемотехнічної та конструкторської реалізації до розроблюваного пристрою є монітор Холтера, який розробила і випускає фірма «Сольвейг» (Україна).

Система холтерівська DiaCard призначена для проведення досліджень ЕКГ (по методу Холтера – безперервний запис) по трьох незалежних відведеннях в стаціонарних і амбулаторних умовах, тривалістю до 48 годин (при стандартній карті пам'яті).

Дослідження ЕКГ дозволяє отримати більш повне уявлення про порушення ритму, ішемічних змінах сегменту ST, інтервалу QT, варіабельності R-R, адаптації, залежності АД від ЕКГ і навпаки, виявити скриті форми «німої» ішемії.

Прилад являє собою малогабаритний прилад з автономним живленням від акумуляторної батареї. На передній панелі приладу розміщений графічний дисплей з роздільною здатністю 132x65 точок і клавіатура. На дисплей може виводитися інформація про прилад, пацієнта, дата, час, перегляд ЕКГ.

На задній панелі розміщені: роз'єм карти пам'яті і прийомо-передавач інфрачервоного порта.

В якості елемента пам'яті використовується змінна карта типу Compact Flash (CFC) об'ємом 64 МБ.

Прилад підтримує два режими запуску на дослідження

- стаціонарний (з використанням комп'ютера);
- автономний;

Прилад підтримує наступні функції:

- проведення функціональної проби (перевірка якості накладання електродів і візуальне уявлення про вибранні відведення)
- вибір і установка коефіцієнтів підсилення ЕКС;
- установка тривалості дослідження;

- перевірка стану заряду елементів живлення;
- проведення дослідження ЕКГ;
- подача сигналу тривоги в режимі дослідження по заданих параметрах;

В режимі дослідження прилад закріплюється на поясі пацієнта при допомозі поясного або плечового ременів.

З'єднання прилада з комп'ютером здійснюється по інфрачервоному каналу.

В якості складових частин прилада використовуються стандартні вироби, що відповідають по своїх технічних характеристиках, вимогам до прилада.

2 ОПИС СХЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРИНЦИПОВОЇ

2.1 Розробка структурної схеми приладу

Перед розробкою структурної схеми USB кардіографа були поставлені наступні завдання:

- прилад повинен бути портативним;
- повинна бути реалізована змога передачі даних на пристрій виведення;
- передача даних повинна здійснюватися за найбільш розповсюдженими методами передачі інформації;
- забезпечити гальванічну розв'язку електродів кардіографа з живленням.

Враховуючи поставлені задачі та деякі інші фактори було розроблено наступну структурну схему кардіографа, яка наведена в додатках. Вона складається з таких складових: імпульсний перетворювач, мікропроцесор, підсилювач кардіосигналів, датчики відведень, Bluetooth модуль і блок інтерфейсу RS232.

Передача даних на пристрої відображення буде відбуватися найбільш поширеними способами – провідним за допомогою USB і безпроводним по радіоканалу за допомогою Bluetooth.

В розробці схеми електричної принципової передбачається реалізувати гальванічну розв'язку для забезпечення максимального захисту пацієнта від ураження електричним струмом.

Портативність приладу буде забезпечуватися вибором найсучаснішої елементної бази і відсутністю силових кіл в даному пристрої. Мінімізація маси і розмірів в основному буде забезпечуватися використанням мікроконтролера в якості основного пристрою обробки кардіосигналів.

Під час розробки даного пристрою планується використовувати по максимуму радіо компоненти SMD типу, що підвищить надійність.

2.2 Опис схеми електричної принципової

Основою даного кардіографа є мікропроцесор, який виконує функції обробки інформації, що надходить з датчиків та виведення її через USB на персональний комп'ютер. Також можлива передача даних за допомогою Bluetooth модуля на будь-який інший пристрій, який має здатність приймати дані по Bluetooth.

Умовно пристрій можна розділити на такі частини: імпульсний перетворювач, мікропроцесор, підсилювач кардіо сигналів та засоби зв'язку з периферійними пристроями.

Кардіограф має гальванічну розв'язку від USB порту, що забезпечує безпеку пацієнта і високу стабільність роботи. Розв'язка здійснюється за допомогою стабілізованого двотактного імпульсного перетворювача, який побудований на базі спеціалізованої мікросхеми DD1 TL494. У своєму складі вона має задаючий генератор, джерело опорної напруги, компаратори для забезпечення стабілізації напруги і вихідні ключі для комутації навантаження. Конденсатор C9 і резистор R26 являють собою RC-коло задаючого генератора. Резисторами R22 і R25 забезпечується установка мертвого часу між моментами увімкнення вихідних транзисторів. На елементах L1 і C18 виконаний фільтр від завад при комутації обмоток трансформатора T1. На виході перетворювача одержуємо три напруги: одно полярне живлення +5В і незалежне двополярне живлення +5В і -5В, яке використовується для живлення операційних підсилювачів у підсилювачі кардіосигналів. Діоди Шоткі VD13-VD15 забезпечують захист від короткого замикання, конденсатори C21-C24 і C26-C30.

Мікропроцесор DD3 здійснює обробку підсилених кардіо сигналів з датчиків через порти PC0, PC1 за допомогою АЦП та виведення даних через USB порт або Bluetooth на пристрої відображення кардіограми. Частота тактового генератора стабілізована кварцевим резонатором ZQ1. На вхід AVCC мікроконтролера подається через фільтр C28 L1 напруга для живлення АЦП. Лініями TX і RX відбувається передача даних на узгоджувач рівнів FT232 для USB зв'язку і на Bluetooth модуль HC-07 для бездротового зв'язку. З виходу VREF стабілізована

опорна напруга подається на резисторні подільники вимірювальних входів. Зв'язок портів мікроконтролера PC0 і PC1, по яких передається підсилений сигнал з відведень, здійснюється через розділові конденсатори C35 і C36, які забезпечують розв'язку по постійному струму. Резистори R37, R39-R41 утворюють подільники вхідного сигналу, резистор R42 і конденсатор C32 призначені для фільтрації високочастотних завад.

У блоку зв'язку використовуються транзисторні оптопари U2, U3 для гальванічної розв'язки лінії даних від приймаючих пристроїв при використанні USB порту. Перетворювач рівнів DD2 виконаний на мікросхемі FT232 забезпечує узгодження рівнів при використанні інтерфейсу RS232. Світлодіод VD17 призначений для індикації передачі даних. Резистори R36 і R38 обмежують струм через світло діод. Діод Шоткі VD16 захисний, конденсатори C25, C29 і C34 призначені для фільтрації завад по живленню.

На операційному підсилювачі DA1 виконано підсилення відведень правої і лівої рук. Для кожного з відведень використовується двокаскадний підсилювач, який підсилює сигнали до певного рівня (в межах 0,1-1В). На операційному підсилювачі DA2 відбувається підсилення відведень ноги і врівноваження потенціалів за допомогою нейтралі. На резисторах R1-R7 виконано подільники, які в той же час із конденсаторами C1-C4 утворюють фільтри від завад. Діоди VD1-VD8 забезпечують захист при несправностях приладу і врівноважують потенціали. Коефіцієнт підсилення задається резисторами зворотнього зв'язку R8-R20, R23-R24, R27-R28. Захист від високочастотних завад при підсиленні відбувається за допомогою C5-C12 та C15-C16.

Графічне зображення схеми електричної принципової наведено у додатку Б.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Аналіз елементної бази

Для розробки і конструювання даного приладу необхідно визначити компоненти елементної бази, з якої буде складатися пристрій. Аналіз елементної бази здійснюється для визначення габаритних розмірів, форми та маси конструкції. В цьому розділі обираються найбільш оптимальні радіоелементи і визначаються їх конструктивні параметри. [3]

Оскільки даний пристрій складається з багатьох радіокомпонентів, необхідно вибрати їх тип. Тому, на основі аналізу складових структурної схеми мікроконтролерного USB кардіографа з бездротовим зв'язком, обираються найбільш поширені доступні радіо компоненти. Більшість радіокомпонентів є закордонного виробництва, обумовлено це тим, що вони досить поширені, мають кращі технічні характеристики і малу вартість.

Аналіз здійснюватимемо згідно з переліком елементів (наведений у додатку В), використовуючи довідники та інформацію від виробників (datasheets). Під час аналізу обраховуються установочні площі радіо компонентів, зазначаються їх маси, а також визначаються, які з радіоелементів будуть винесені на корпус виробу (поза робочою платою), а які будуть встановлені безпосередньо на друкованій платі. [4,5,6,7]

За межі робочої плати буде винесений модуль Bluetooth. Всі інші радіоелементи, які наведені в переліку елементів будуть встановлені на плату.

Для радіоелементів установчі площі обраховуються двома шляхами, в залежності від форми корпусу:

1) якщо елемент має круглий чи овальний переріз (типово для транзисторів, конденсаторів), то площа обчислюється за формулою:

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \quad (3.1)$$

де d – діаметр компонента.

2) якщо радіоелемент, розміщений на платі, має в основі квадрат або прямокутник (це стосується усіх радіокомпонентів з прямокутними корпусами), то установочна площа дорівнює:

$$S = a \cdot b, \quad (3.2)$$

де a , b – відповідно ширина і довжина установки.

Таблиця 3.1– Характеристика компонентів елементної бази.

Найменування	Кіл.	т, г	$S_{уст}$, мм ²	$D_{вив}$, мм	T , C ⁰	f, Гц	$g_{лін}$	$g_{ударн}$
Конденсатори								
C1206	31	0,05	153,76	-	-60..+125	1..5000	30	75
K50-35 16B	4	0,5	77,04	0,3	-60..+125	1..5000	30	75
Мікросхема								
ATmega48	1	0,7	86,97	-	-40..+70	1..600	15	30
TL494	1	0,5	53,55	-	-40..+85	1..600	15	30
TL072	1	0,27	28,05	-	-40..+125	1..600	15	30
TL074	1	0,45	47,175	-	-40..+125	1..600	15	30
6N137	2	1	146,25	0,5	-40..+70	1..600	15	30
FT232	1	0,7	112,53	-	-40..+85	1..600	15	30
PC817	1	0,15	17,85	-	-40..+70	1..600	15	30
Резистори								
R1206	42	0,05	208,32	-	-60..+70	1..2000	50	50
Резонатор								
HC-49S	1	0,3	49,5	0,5	-10..+60	10..2000	30	30
Світлодіод								
BL-L324	1	0,1	12,6	0,5	-25..+85	1..700	30	30
Діоди								

MBR0530	4	0,3	44,3	-	-40..+125	$10^3 \cdot 1 \cdot 10^6$	15	50
MBR0510	4	0,33	55,04	-	-40..+125	$10^3 \cdot 1 \cdot 10^6$	15	50
Трансформатор								
EFD15 N87	1	5	91,25	-	-60..+125	1..1000	50	50
Всього:								
	23	7,5	1370,19					

3.2 Задача компоунання

Принципи компоунання визначають ті конструктивні типові елементи, які закладаються в основу РЕА. Вибір принципу компоунання залежить від вимог, що висуваються до конструкції РЕА і обмежень.

Компоунання – це процес вибору форм, основних геометричних розмірів, визначення орієнтовної маси і розміщення в просторі елементів, вузлів тощо, для забезпечення максимально корисного ефекту, що визначається схемою і призначенням РЕА. Результатом компоунання є компоувальний ескіз.

При аналітичному методі оперують числовими значеннями різних компоувальних характеристик, такими як розміри елементів, їх маса, площа, об'єм і т. д.

Модельне компоунання найбільш розповсюджене із-за своєї простоти і наглядності. При цьому використовують плоскі (аплікації) або об'ємні моделі, виконані в вигляді спрощених креслень.

Суть методу графічного компоунання полягає в спрощеному графічному викреслюванні елементів РЕА, різних варіантів компоунання. Для цього використовують трафарети, штампи і т.д.

В натурному компоунанні замість моделі використовують реальні елементи: резистори, конденсатори і т.д.

Компоунання блоків РЕС розглядається в трьох аспектах:

- із врахуванням вимог зручності складання, контролю, ремонту, механічного і електричного з'єднань, при цьому враховуються передусім ергономічні вимоги.

- функціональне компонування – розміщення і встановлення елементів на друкованих платах з урахуванням функціональних і енергетичних вимог, а також щільності компонування і встановлення елементів, щільності топології друкованих провідників [16].

Попереднє компонування перших двох аспектів полягає в визначенні форми і габаритних розмірів.

Функціональне компонування проводиться з метою визначення основних розмірів друкованої плати, вибору способів проектування і виготовлення. Для проведення функціонального компонування достатній перелік елементів. У випадку насиченого, складного компонування, крім переліку елементів необхідна принципова електрична схема приладу, крім того, доцільно мати додаткові вказівки про особливості даної схеми.

Під час розробки конструкції приладу необхідно провести компонування на двох рівнях:

1 – компонування друкованої плати з необхідною прив'язкою груп елементів за функціональними групами, теплової сумісності з мінімізацією довжин з'єднувальних провідників;

2 – зовнішня компонування приладу, з урахуванням всіх вимог. До вимог відносять технологічність і ремонтпридатність. Тобто слід здійснити внутрішнє і зовнішнє компонування приладу з урахуванням вимог ТЗ.

3.3 Розробка різних варіантів конструкції

Виходячи з того, що окремо до корпусу пристрою кріпиться лише друкована плата і модуль Bluetooth, а також необхідності передбачити отвори для роз'ємів (оскільки вони містяться на платі), в конструкції немає ніяких складних деталей, отже вибирається форма корпусу у вигляді прямокутного паралелепіпеда. Розглядаються три варіанти конструкції.[8]

В *першому варіанті* (рисунок 3.15) плату розміщено у пластмасовому корпусі, в якому передбачено отвори під роз'єми. В такому випадку корпус має прямокутну форму – зручно і ефективно використовується простір і мінімальні зайві порожнини.

Дана конструкція проста і ремонтпридатна, кришка з корпусом скріплюється за допомогою зачіпок. Плата розміщена у горизонтальній площині, що сприяє хорошему тепловому режиму роботи пристрою. Пластмаса має гарні діелектричні властивості. При такому варіанті конструкції значно спрощується розбірність, зменшується маса. До негативних показників можна віднести низьку ударостійкість.

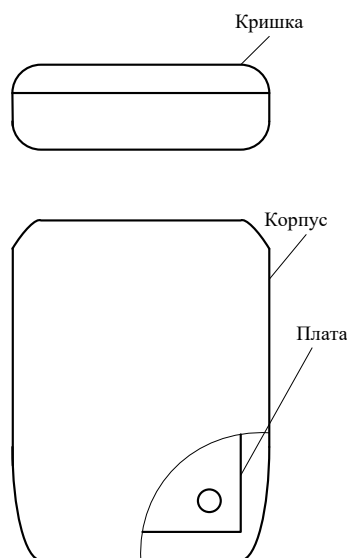


Рисунок 3.10 – Перший варіант компоновання

Другий варіант конструкції передбачає аналогічне оформлення приладу, але корпус зроблений металевим – з алюмінію. Це надасть пристрою стійкості до ударів, екранує його для запобігання завад, проте істотно зросте маса корпусу.

Третій варіант конструкції відрізняється від попередніх тим, що в ньому доданий відсік акумуляторних. За рахунок цього зросте довжина і ширина пристрою, але зменшиться висота. Корпус – також пластмасовий, як і в першому варіанті.

Для вибору оптимального варіанту конструкції оберемо перший за базовий (він відповідає вимогам технічного завдання), і обчислимо маси, габарити, надійності і собівартості пристроїв, щоб мати можливість порівняти їх і визначити найкращий варіант із трьох.

3.4 Визначення розмірів і маси конструкцій

Спочатку визначимо орієнтовні габаритні розміри плати за формулою:

$$S_{\text{плати}} = \sum S_{\text{уст}} \cdot q, \quad (3.3)$$

де $\sum S_{\text{уст}}$ – сума установочних площ усіх радіоелементів, що знаходяться на платі,

q – коефіцієнт запасу, $q = 2 \dots 4$.

Знаходимо $\sum S_{\text{уст}}$, додавши дані з таблиці 3.1:

$$\sum S_{\text{уст}} = 1370,19 \text{ мм}^2 \approx 24 \text{ см}^2$$

маємо орієнтовну площу плати:

$$S_{\text{плати}}^{\text{ор}} = 1370,19 \times (2 \dots 4) = (2740 \dots 5480) \text{ мм}^2.$$

Реальні розміри плати після трасування становлять 120×60 мм, при цьому площа плати:

$$S_{\text{плати}} = 120 \cdot 60 = 7200 \text{ мм}^2 = 72 \text{ см}^2.$$

Висота корпусу кардіографа залежить від максимальної висоти радіокомпонентів. В даному випадку у пристрої таким є трансформатор Т1:

$$h_{\text{мах}} = h_{ZQ1} = 9,5 \text{ мм}.$$

Габаритні розміри приладу, скомпонованого за першим варіантом, визначаємо наступним чином.

Внутрішній об'єм залежить від об'єму, який займає плата з радіокомпонентами (плюс певний запас).

Для першого варіанту матимемо наступні результати.

Внутрішні розміри:

а) висота $h_{\text{вн}} = h_{\text{мах}} + \delta = 9,5 + 24 = 33,5 \text{ мм};$

б) довжина $a_{\text{вн}} = 120 + 13 = 133 \text{ мм};$

в) ширина $b_{\text{вн}} = 60 + 18 = 78 \text{ мм};$

зовнішні габарити (із врахуванням товщини корпусу):

а) висота $h_{\text{зовн}} = h_{\text{вн}} + 2 \times t_{\text{стінки}} = 33,5 + 2 \times 1 = 35,5 \text{ мм};$

б) довжина $a_{\text{зовн}} = a_{\text{вн}} + 2 \times t_{\text{стінки}} = 133 + 2 = 135 \text{ мм};$

в) ширина $b_{\text{зовн}} = b_{\text{вн}} + 2 \times t_{\text{стінки}} = 78 + 2 = 80 \text{ мм}.$

Об'єм корпусу:

$$V_{\text{корп}} = V_{\text{зовн}} = 3,55 \cdot 13,5 \cdot 8,0 = 353(\text{см}^3).$$

Об'єм пристрою:

$$V_{\text{прист}}^I = V_{\text{корп}} = 353(\text{см}^3).$$

Для другого варіанту:

а) висота $h_{\text{вн}} = h_{\text{мах}} + \delta = 9,5 + 24 = 33,5$ мм;

б) довжина $a_{\text{вн}} = 120 + 13 = 133$ мм;

в) ширина $b_{\text{вн}} = 60 + 18 = 78$ мм;

зовнішні габарити (із врахуванням товщини корпусу):

а) висота $h_{\text{зовн}} = h_{\text{вн}} + 2 \times t_{\text{стінки}} = 33,5 + 2 \times 1 = 35,5$ мм;

б) довжина $a_{\text{зовн}} = a_{\text{вн}} + 2 \times t_{\text{стінки}} = 133 + 2 = 135$ мм;

в) ширина $b_{\text{зовн}} = b_{\text{вн}} + 2 \times t_{\text{стінки}} = 78 + 2 = 80$ мм.

Об'єм корпусу:

$$V_{\text{корп}} = V_{\text{зовн}} = 3,55 \cdot 13,5 \cdot 8,0 = 353(\text{см}^3).$$

Об'єм пристрою:

$$V_{\text{прист}}^I = V_{\text{корп}} = 353(\text{см}^3).$$

Для третього варіанту (із врахуванням наявності акумулятора):

а) висота $h_{\text{вн}} = h_{\text{мах}} + \delta = 9,5 + 24 = 33,5$ мм;

б) довжина $a_{\text{вн}} = 120 + 53 = 173$ мм;

в) ширина $b_{\text{вн}} = 60 + 18 = 78$ мм;

зовнішні габарити (із врахуванням товщини корпусу):

а) висота $h_{\text{зовн}} = h_{\text{вн}} + 2 \times t_{\text{стінки}} = 33,5 + 2 \times 1 = 35,5$ мм;

б) довжина $a_{\text{зовн}} = a_{\text{вн}} + 2 \times t_{\text{стінки}} = 173 + 2 = 175$ мм;

в) ширина $b_{\text{зовн}} = b_{\text{вн}} + 2 \times t_{\text{стінки}} = 78 + 2 = 80$ мм.

Об'єм корпусу:

$$V_{\text{корп}} = V_{\text{зовн}} = 3,55 \cdot 17,5 \cdot 8,0 = 435(\text{см}^3).$$

Об'єм пристрою:

$$V_{\text{прист}}^I = V_{\text{корп}} = 435(\text{см}^3).$$

Знаходимо об'єм плати:

$$V_{\text{пл}} = S_{\text{плати}} \times h_{\text{плати}} = 72 \times 0,15 = 10,8 \text{ (см}^3\text{)}.$$

Знаходимо масу плати:

$$m_{\text{пл}} = V_{\text{пл}} \times \rho_{\text{текст}} = 10,8 \times 1,4 = 15,12 \text{ (г)},$$

Масу радіоелементів знайдемо з таблиці 3.1. Маса елементів, що розміщені на платі:

$$m_{\text{ел}}^{\text{пл.}} = 37,15 \text{ (г)},$$

а маса елементів поза платою:

$$m_{\text{ел}}^{\text{кор.}} = 5,1 \text{ (г)},$$

і сумарна маса елементів:

$$m_{\text{ел}} = m_{\text{ел}}^{\text{пл.}} + m_{\text{ел}}^{\text{кор.}} = 37,15 + 5,1 = 42,25 \text{ (г)}.$$

Маса елементів для другого варіанту буде аналогічною, оскільки в ньому використовуються ті ж радіоелементи, а от для третього (з акумулятором):

$$m_{\text{ел3}} = m_{\text{ел}}^{\text{пл.}} + m_{\text{ел}}^{\text{кор.}} + m_{\text{ак.}} = 42,5 + 73 = 115,5 \text{ (г)}.$$

Маса пристрою складається із маси корпусу, плати і елементів.

Для першого варіанту:

Маса корпусу:

$$m_{\text{корп}} = (V_{\text{зовн}} - V_{\text{вн}}) \cdot \rho_{\text{мат}} = (353 - 3,55 \cdot 13,5 \cdot 8,0) \cdot 1,35 = 55,35 \text{ (г)},$$

маса пристрою:

$$m_{\text{прист}}^{\text{I}} = m_{\text{корп}} + m_{\text{пл}} + m_{\text{елем}} = 55,35 + 13,12 + 42,25 = 115,72 \text{ (г)}.$$

Для другого варіанту:

Маса корпусу:

$$m_{\text{корп}} = (V_{\text{зовн}} - V_{\text{вн}}) \cdot \rho_{\text{мат}} = (353 - 3,55 \cdot 13,5 \cdot 8,0) \cdot 2,7 = 123,1 \text{ (г)},$$

маса пристрою:

$$m_{\text{прист}}^{\text{II}} = m_{\text{корп}} + m_{\text{пл}} + m_{\text{елем}} = 123,1 + 13,12 + 42,25 = 175,5 \text{ (г)}.$$

Для третього варіанту:

$$m_{\text{корп}} = (V_{\text{зовн}} - V_{\text{вн}}) \cdot \rho_{\text{мат}} = (435 - 3,55 \cdot 13,5 \cdot 8,0) \cdot 1,35 = 156,5 \text{ (г)},$$

маса пристрою:

$$m_{\text{прист}}^{\text{III}} = m_{\text{корп}} + m_{\text{пл}} + m_{\text{елем}} = 156,5 + 13,12 + 42,25 = 213,9 \text{ (г)}.$$

Отримані дані заносяться у таблицю 3.2.

Таблиця 3.2 – Параметри варіантів конструювання

Параметр	I	II	III
m, г	115,72	175,5	213,9
V, см ³	353	353	435

3.5 Вибір оптимального варіанту конструкції

Вибір оптимального варіанту конструкції здійснюють шляхом розрахунку показника:

$$K = \frac{m^i}{m^{T3}} K_m + \frac{V^i}{V^{T3}} K_v, \quad (3.4)$$

де V^{T3} , m^{T3} – об'єм та маса згідно технічного завдання;

K_m , K_v – вагові коефіцієнти, які визначають в залежності від умов експлуатації. Їх вибираємо наступними:

$$K_m = 0,6, \quad K_v = 0,4.$$

Оптимальним буде той варіант, у якого показник K найменший.

За базовий варіант конструювання приладу приймаються обмеження, вказані у ТЗ, інші варіанти порівнюються з ним.

Для I варіанту:

$$K_1 = \frac{115,72}{150} \cdot 0,6 + \frac{353}{500} \cdot 0,4 = 0,61.$$

Для II варіанту :

$$K_2 = \frac{132}{150} \cdot 0,6 + \frac{109}{162} \cdot 0,4 = 0,65.$$

Для III варіанту :

$$K_3 = \frac{130}{150} \cdot 0,6 + \frac{140}{162} \cdot 0,4 = 0,69.$$

Розрахунок показує, що коефіцієнт K найменший для першого варіанту компоновання конструкції, тому він буде оптимальним.

Таким чином, нам вдалося мінімізувати розміри пристрою і досягти оптимального розміщення елементів у корпусі.

3.6 Вибір типу друкованої плати

Плати бувають односторонні, двосторонні (із з'єднанням шарів та без нього) та багатошарові (з послідовним з'єднанням шарів, з попарним з'єднанням шарів і з наскрізними отворами).

Односторонні плати характеризуються:

- а) установкою радіоелементів безпосередньо на поверхню матеріалів;
- б) можливим використанням додаткових перемичок (до 5%);
- в) низькою вартістю і 1-2-ми класами щільності.

Двосторонні плати характеризуються:

- а) високими комутативними якістьми;
- б) підвищеною міцністю з'єднання;
- в) більш високою вартістю.

Даний пристрій має у своєму складі мікросхеми, причому половина радіокомпонентів – без дротяних виводів, поверхневого монтажу. Тому, щоб полегшити трасування, оберемо двосторонню плату третього класу точності – це дозволить уникнути зайвих перемичок та спростить електронного трасування у пакеті САПР.

3.7 Вибір і обґрунтування класу точності друкованої плати

Для даного виробу, з огляду на те, що крок координатної сітки, згідно ГОСТ 10317-82, становить 1,25 мм, і трасування ускладнене, оптимальним варіантом буде вибір 3-го класу точності друкованої плати.

Даний клас характеризується наступними елементами конструкції:

- а) ширина провідника в широких місцях _____ 0,45 мм;
- б) ширина провідника у вузьких місцях _____ 0,25 мм;
- в) відстань між двома провідниками _____ 0,25 мм;
- г) гарантійний поясок зовнішнього шару _____ 0,1 мм;
- д) гарантійний поясок внутрішнього шару _____ 0,05 мм.

В широких місцях ширина провідника задається наступним класом – для третього це буде другий клас.

3.8 Вибір матеріалу друкованої плати

До матеріалу висуваємо наступні вимоги:

- а) висока технологічність;
- б) високі електрофізичні властивості;
- в) можливість працювати в умовах вакууму;
- г) забезпечення високої адгезії;
- д) мінімальні механічні короблення.

Таблиця 3.3 – Властивості матеріалів друкованих плат

Параметр	Гетинакс	Текстоліт	Склотекстоліт
Густина діелектрика без фольги, кг/м ³	1300...1400	1300...1500	1600...1900
Відносна діелектрична проникність	4,5...6	4,5...6	5...6
Питомий об'ємний опір, Ом·м	10 ¹² ...10 ¹⁴	10 ¹² ...10 ¹⁴	10 ¹⁴ ...10 ¹⁵
Діапазон робочих температур, °С	-60...+80	-60...+70	-60...+100
Коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м*К)	0,25...0,3	0,23...0,34	0,34...0,74
Температурний коефіцієнт лінійного розширення, 10 ⁻⁶ К ⁻¹	22	22	8...9

Найчастіше для виготовлення друкованої плати використовують склотекстоліт і гетинакс, марок: [10]

- ГФ – фольгований гетинакс;
- СФ – фольгований склотекстоліт;
- ФГС – склотекстоліт фольгований травильний;
- СФПН – склотекстоліт фольгований нагрівостійкий;
- СТФ – склотекстоліт теплостійкий.

Товщина друкованої плати визначається товщиною вихідного матеріалу і вибирається залежно від елементної бази та навантажень.

Найкращі параметри, згідно таблиці 3.3, має склотекстоліт. Тому за матеріал для друкованої плати обираємо склотекстоліт фольгований двосторонній, марки СФ-2-35-1,5, який має товщину фольги 35 мкм, товщина матеріалу з фольгою 1,5 мм. Він застосовується для виготовлення двосторонніх та односторонніх друкованих плат.

3.9 Вибір методу проектування друкованої плати

Установка навісних елементів на друкованій платі здійснюється згідно з ОСТ4.ГО.010.030 та ОСТ4.ГО.010.009. При розташуванні елементів необхідно враховувати наступні фактори: забезпечення високої надійності, мінімізація габаритних розмірів, забезпечення тепловідводу та ремонтпридатності.[9]

При трасуванні провідників потрібно досягти мінімальних довжин зв'язків, мінімізації паразитних зв'язків між провідниками та елементами, по можливості, потрібно виконати рівномірне розподілення навісних елементів на платі.

У зв'язку з ускладненим трасуванням крок координатної сітки вибирається рівним 2,54 мм. Згідно з ГОСТ 2.417-78, вузол координатної сітки розташовується у початку координат. Далі всі операції здійснюються автоматизовано, використовуючи програму "Visio-2010", що дає змогу проставляти зв'язки між об'єктами як в ручному, так і в напівавтоматичному режимі.

За допомогою панелі інструментів для малювання наводяться контури плати, і здійснюються робота із графічними зображеннями та їх сполученням.

3.10 Розрахунок діаметрів контактних площадок

Діаметр контактних площадок розраховується відповідно до діаметру отворів за формулою:[5]

$$D_{\text{КП}} = d_{\text{отв}} + \Delta d_{\text{отв}} + 2b + \Delta t_b + \Delta t_{\text{тр}} + \sqrt{T_d^2 + T_B^2 + T_{\text{нб}}^2}, \quad (3.5)$$

де $d_{\text{отв}}$ – діаметр отвору;

$\Delta d_{\text{отв}}$ – верхній допуск на діаметр отвору, $\Delta d_{\text{отв}} = +0$ мм;

b – ширина гарантійного пояса, $b = 0,1$ мм;

Δt_b – верхній допуск на ширину провідника, $\Delta t_b = 0,1$ мм;

$\Delta t_{\text{тр}}$ – допуск на підтравлювання діелектрика в отворі, $\Delta t_{\text{тр}} = 0$;

T_d – позиційний допуск розміщення отворів, $T_d = 0,08$ мм;

T_D – позиційний допуск розміщення центрів контактних площадок,
 $T_D = 0,15$ мм;

$\Delta t_{\text{нб}}$ – нижній допуск на ширину провідника, $\Delta t_{\text{нб}} = 0,1$ мм.

Загальний допуск становить:

$$\Delta D_{\text{КП}} = 0 + 2 \cdot 0,1 + 0,1 + 0 + \sqrt{0,08^2 + 0,15^2 + 0,1^2} = 0,5 \text{ мм.}$$

Діаметри отворів розраховуються за формулою:

$$d = d_{\text{вив}} + (0,2..0,4), \quad (3.6)$$

де $d_{\text{вив}}$ – діаметри виводів радіоелементів.

В даному приладі елементи мають наступні діаметри виводів:

0,3; 0,5; 1,0 мм.

Проводиться оптимізація діаметрів отворів:

$$d_1 = 0,4 + 0,2 = 0,6 \text{ мм};$$

$$d_2 = 0,5 + 0,3 = 0,8 \text{ мм};$$

$$d_3 = 1,0 + 0,2 = 1,2 \text{ мм}.$$

Отримано три діаметри отворів:

$$d_1 = 0,6 \text{ мм};$$

$$d_2 = 0,8 \text{ мм};$$

$$d_3 = 1,2 \text{ мм}.$$

Знаходяться діаметри контактних площадок:

$$D_1 = 0,6 + 0,5 = 1,1 \text{ мм};$$

$$D_2 = 0,8 + 0,5 = 1,3 \text{ мм};$$

$$D_3 = 1,2 + 0,5 = 1,7 \text{ мм};$$

3.11 Розрахунок ширини друкованих провідників

Розрахунок ширини провідників проводиться за максимальним струмом і за падінням напруги, а також ширина задається і технічно, виходячи із класу точності друкованої плати. Тоді ширина провідника:

$$B = \max \{ b_{\min 1}, b_{\min 2}, b_{\text{тех}} \}. \quad (3.7)$$

За максимальним струмом, що протікає через провідник:

$$b_{\min 1} = \frac{2 \cdot i_{\text{доп}}}{j_{\text{доп}} \cdot t}, \quad (3.8)$$

де $j_{\text{доп}}$ – допустима густина струму, для двосторонньої плати, виготовленої комбінованим методом, $j_{\text{доп}} = 48 \text{ А/мм}^2$,

t – товщина провідника, $t = 35$ мкм,

I_{max} – максимальний постійний струм, який проходить через провідник, $I_{max} = 0,05$ А.

$$b_{min1} = \frac{0,05}{48 \cdot 35} = 5 \text{ мкм} (< 250 \text{ мкм за III класом}).$$

Визначимо мінімальну ширину провідника з умови допустимого падіння напруги :

$$b_{min} = \frac{2 \cdot \rho \cdot l_{max}}{\Delta U_{доп} \cdot t}, \quad (3.9)$$

де ρ – питомий опір провідників, $\rho = 0,0175 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$,

I_{max} – струм, який проходить по провіднику, $I_{max} = 0,05$ А,

l_{max} – максимальна довжина провідника, $l_{max} = 0,0588$ м,

$U_{доп}$ – допустиме падіння напруги (становить не більше 5% від напруги живлення $U_{доп} = 5 \cdot 0,05 = 0,25$ В),

t – товщина провідника.

$$b_{min} = \frac{0,05 \cdot 0,0175 \cdot 0,0588}{0,25 \cdot 0,035} = 0,058 \text{ мм} = 58 \text{ мкм} (< 250 \text{ мкм}).$$

Розраховані значення ширини провідників не перевищують технологічну, тому:

$$B = b_{тех} = 0,25 \text{ мм}.$$

3.12 Вібродозрахунок плати

Спочатку визначаємо частоту власних коливань за формулою:

$$f_0 = \frac{\pi}{2 \cdot a^2} \left(1 + \frac{a^2}{b^2}\right) \sqrt{\frac{D}{M} ab}, \quad (3.10)$$

де a, b – довжина і ширина плати: $a = 120$ мм, $b = 60$ мм;

D – циліндрична жорсткість:

$$D = \frac{E \cdot h^3}{12 \cdot (1 - \nu^2)}, \quad (3.11)$$

E – модуль пружності, для фольгованого склотекстоліту з друкованою схемою
 $E = 3,2 \cdot 10^{10}$ Н/м²;

h – товщина плати, $h = 1,5$ мм;

ν – коефіцієнт Пуассона, $\nu = 0,279$;

M – маса плати з радіoeлементами, $M = 13,12 + 42,25 \approx 55,37$ г.

$$D = \frac{3,2 \cdot 10^{10} \cdot (1,5 \cdot 10^{-3})^3}{12 \cdot (1 - 0,279^2)} = 9,46;$$

$$f_0 = \frac{3,14}{2 \cdot 0,12^2} \cdot \left(1 + \frac{0,12^2}{0,06^2}\right) \cdot \sqrt{\frac{9,46}{0,0115} \cdot 0,03 \cdot 0,05} = 2325 \text{ Гц};$$

$$f \neq f_p$$

$$2325 \text{ Гц} \neq 50 \text{ Гц}.$$

Отже, частота власних коливань не співпадає з резонансною частотою.

Визначаємо коефіцієнт динамічності:

$$K_{\text{дин}} = \frac{\sqrt{(1 + [K_1(x)K_1(y) - 1]\gamma^2)^2 + \varepsilon_{11}^2 \gamma^2}}{\sqrt{(1 - \gamma^2)^2 + \varepsilon_{11}^2 \gamma^2}}, \quad (3.12)$$

де $K(x), K(y)$ – залежність коефіцієнта від коливань. Коли обидва краї закріплені $K(x) = K(y) = 1,3$;

γ – коефіцієнт розстроювання, $\gamma = f/f_p = 50/2325 = 0,017$;

ε – показник затухання, $\varepsilon = \lambda/\pi \approx 0,01$;

λ – декремент затухання $\lambda = (2..10) \cdot 10^{-2}$.

$$K_{\text{дин}} = \sqrt{\frac{(1 + [1,3 \cdot 1,3 - 1] \cdot 0,017^2)^2 + 0,01^2 \cdot 0,017^2}{(1 - 0,017^2)^2 + 0,01^2 \cdot 0,017^2}} = 1,0007.$$

Віброміщення:

$$S_B = \xi_0 \cdot K_d; \quad \xi_0 = \frac{a_0}{4\pi^2(f_p)^2}, \quad (3.13)$$

де a_0 – віброприскорення згідно технічного завдання, $a_0 = 19,8 \text{ м/с}^2$;

$$\xi_0 = \frac{9,75}{4 \cdot 3,14^2 \cdot 2325^2} = 3,75 \cdot 10^{-8} \text{ м},$$

$$S_B = 3,55 \cdot 10^{-8} \cdot 1,0007 = 3,59 \cdot 10^{-8} \text{ м},$$

віброприскорення:

$$a_B = a_0 \cdot K_d = 19,8 \cdot 1,0007 = 19,8 \text{ м/с}^2.$$

Визначаємо прогин плати:

$$\delta = S_B - \xi_0 = 3,75 \cdot 10^{-8} - 3,59 \cdot 10^{-8} = 2,51 \cdot 10^{-11} \text{ м};$$

Розрахунок показує, що таке переміщення не призведе до дефектів та порушення цілісності плати.

3.13 Розрахунок на завадостійкість

Для оцінки завадостійкості на друкованій платі визначають паразитну ємність між друкованими провідниками і паразитну взаємоіндукцію між ними.

Паразитна ємність між двома друкованими провідниками: [7]

$$C = \frac{1,06 \cdot \varepsilon \cdot l_1}{\lg\left(\frac{2a}{t+b}\right)} \quad (3.14)$$

де l_1 – довжина взаємного перекриття провідників, $l_1 = 0,0076$ м;

a – відстань між провідниками;

t і b – товщина і ширина провідника відповідно;

ε – діелектрична проникність середовища для провідників:

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon_{\text{п}} + \varepsilon_{\text{л}}}{2}, \quad (3.15)$$

де $\varepsilon_{\text{п}}$ – діелектрична проникність матеріалу плати, $\varepsilon_{\text{п}} = 6$;

$\varepsilon_{\text{л}}$ – діелектрична проникність матеріалу лаку, $\varepsilon_{\text{л}} = 4$.

$$\varepsilon = \frac{6 + 4}{2} = 5;$$

$$C = \frac{1,06 \cdot 5 \cdot 0,0076}{\lg\left(\frac{2 \cdot 0,43 \cdot 10^{-3}}{35 \cdot 10^{-6} + 0,55 \cdot 10^{-3}}\right)} = 0,03 \text{ пФ} (< 1 \text{ пФ}).$$

Паразитна взаємоіндуктивність між двома друкованими провідниками:

$$M = 2 \cdot l_2 \cdot \left(\ln \frac{2l_2}{a+b} \right). \quad (3.16)$$

де l_2 – довжина перекриття сусідніх провідників, $l_2 \approx 0,0152$ м.

$$M = 2 \cdot 0,0152 \cdot \ln \frac{2 \cdot 0,0152}{0,00043 + 0,00055} = 0,11 \text{ мГн}$$

Паразитна індуктивність найдовшого друкованого провідника:

$$L = l_{\text{пг}} \cdot l_3 \quad (3.17)$$

де l_3 – довжина провідника, $l_3 \approx 0,059$ м, $l_{\text{пг}}$ – погонна індуктивність, мкГн/м.

$$L = 1,8 \cdot 0,059 = 0,1062 \text{ мкГн} \quad (< 1 \text{ мкГн}).$$

Отримані значення ємності та індуктивності становлять менше допустимих величин.

4 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

4.1 Загальний алгоритм програми

Загальний алгоритм функціонування пристрою має наступний вигляд. Після включення живлення система проводить початкову ініціалізацію пристроїв мікроконтролера, визначає глобальні змінні, потім запускається головна функція, де оголошується решта змінних, здійснюється налаштування роботи АЦП, портів і прилад переходить у робочий стан. [9,10]

Далі, якщо відведення під'єднанні до пацієнта, мікроконтролер вимірює аналогові сигнали і перетворює їх у цифрові. Перетворені сигнали мікроконтролер передає на пристрої реєстрації через USB або через Bluetooth модуль.

Загалом пристрій функціонує за допомогою програми мікроконтролера і програмного забезпечення для користувача.

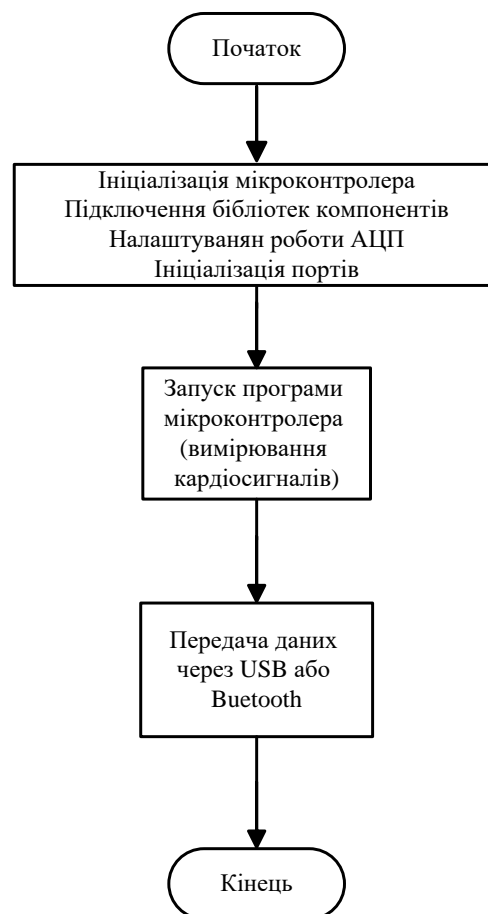


Рисунок 4.1 – Блок-схема загального алгоритму функціонування вимірювача

Програмне забезпечення для користувача являє собою програму Light ECG. Вона доступна у вільному доступі на офіційному сайті розробника. Версій цієї програми є декілька, а також через певний час виходять її нові версії. За допомогою цієї програми відбувається як запис кардіограми в режимі Холтерівського моніторингу, і з подальшим її обробленням і видачею результату, так і відображення роботи серця в реальному часі.

При підключенні програмуючого пристрою формується сигнал «Reset» і мікроконтролер переходить у режим програмування.

На рисунку 4.1 наводиться блок-схема алгоритму функціонування мікроконтролерного вимірювача кутової швидкості. [11]

4.2 Розподіл ресурсів мікроконтролерної системи

Таблиця 4.1 – Підключення пристроїв до портів мікроконтролера ATmega48.

№ вивода	Порт	Зовнішні пристрої і сигнали
1	PC6	Сигнал RESET від програматора
7	VCC	Живлення
8, 22	GND	Заземлення
9, 10	XTAL1, XTAL2	Кварцевий резонатор
23, 24	PC0, PC1	Входи АЦП
18	AVCC	Живлення АЦП
30, 31	PD0, PD1	Зв'язок через послідовний інтерфейс
15 – 17	MOSI, MISO, SCK	Програмуючий пристрій

У мікроконтролері використовується два 10-ти розрядних АЦП, за допомогою яких відбувається вимірювання кардіосигналів з відведень. Сигнали подаються на порти ADC0 і ADC1, які суміщенні з портами вводу-виводу PC0 та PC1.

Ініціалізація і налаштування АЦП має наступний вигляд:

```
#define ADC_VREF_TYPE 0x00
{
adc_data=ADCW;
```

```
ADCSRA|=0x40;
```

```
}
```

Таким чином за допомогою регістра, що знаходиться за даною адресою відбувається увімкнення АЦП на лінії ADC0.

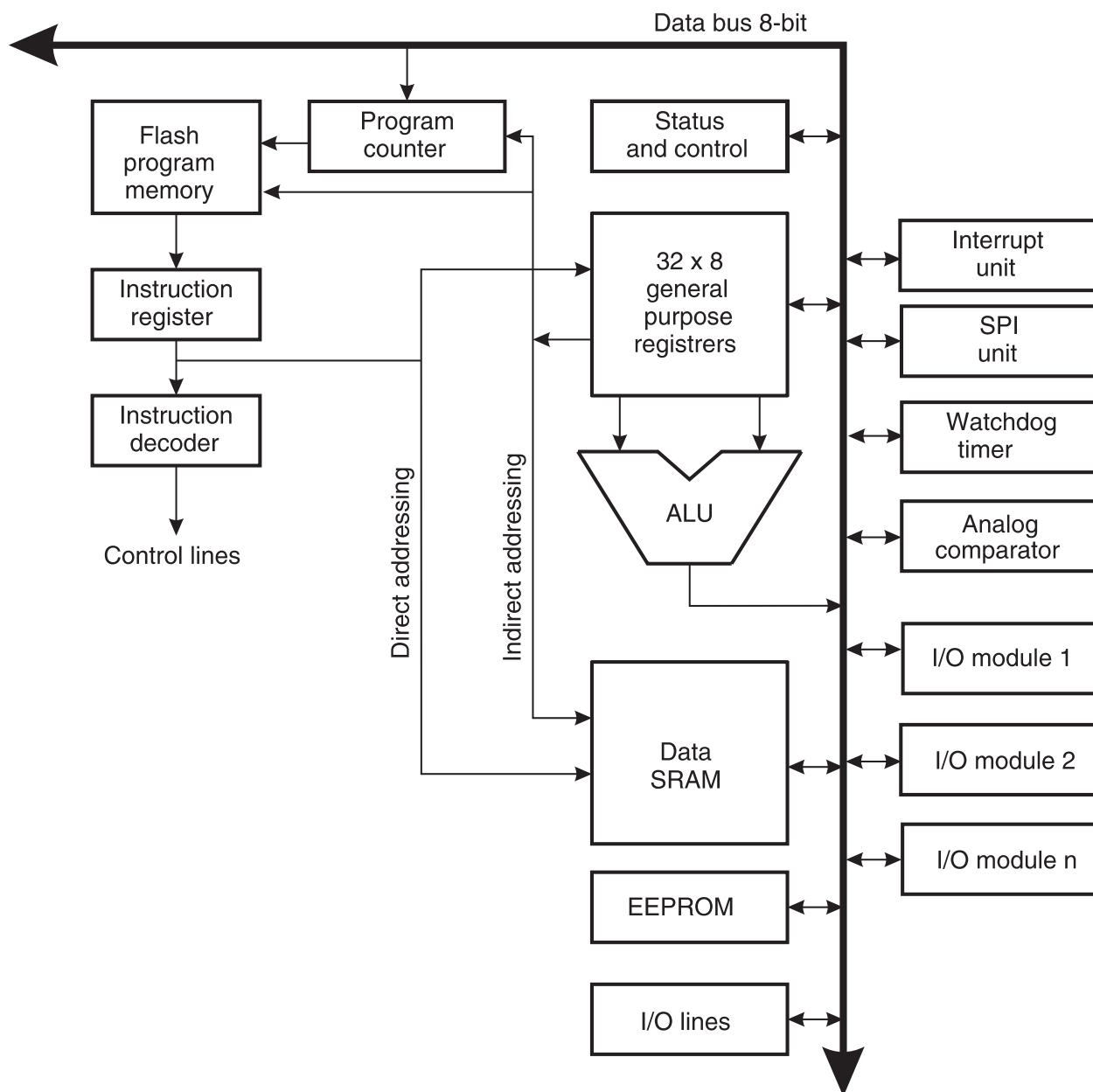


Рисунок 4.2 – Структурна схема архітектури мікроконтролерів Atmel

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Трудова діяльність – це джерело розвитку суспільства, створення матеріальних, культурних і духовних цінностей, передумова існування як кожної окремої людини, так і людства в цілому. У процесі трудової діяльності розвиваються здібності людини, мислення, чуттєве сприйняття світу. З точки зору фізіології будь-яка трудова діяльність – це витрати фізичної і розумової енергії людини, але ці витрати необхідні і корисні для неї. Виконуючи трудові обов'язки, людина працює не лише заради свого блага, а задля блага суспільства в цілому. З економічної точки зору трудова діяльність повинна забезпечувати максимально можливий рівень продуктивності, тому одним із завдань суспільства є забезпечення таких умов її, коли вона не буде спричиняти негативного впливу на здоров'я працюючих, не буде завдавати шкоди оточуючим людям та довкіллю. В ідеалі трудова діяльність повинна надавати людині задоволення і не бути надмірно важкою чи напруженою. Важкість та напруженість праці є одними з головних характеристик трудового процесу.

Під час розробки портативного реєстратора ЕКГ, на дослідника впливають такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори за ГОСТ 12.0.003-74 [1]: підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони; підвищена та понижена температура повітря робочої зони; підвищений рівень шуму; підвищений рівень статичної електрики; підвищена напруженість електричного поля; недостатня освітленість повітря робочої зони; фізичні перевантаження (статичні); нервово - психічні перевантаження (перенапруга аналізаторів).

Відповідно до визначених факторів формуємо рекомендації щодо покращення умов праці на робочому місці.

5.1. Технічні рішення щодо безпечного виконання роботи

Робоче місце дослідника знаходиться в кабінеті, обладнаному офісними меблями, ПК та іншою оргтехнікою.

На робочому місці користувача ПК виникають небезпечні та шкідливі фактори: підвищений рівень шуму, несприятливі мікрокліматичні умови, недостатній рівень освітленості, шкідливі речовини, підвищений рівень електромагнітних випромінювань радіочастот, висока напруга електричної мережі, статична електрика та інші. Робота з ПК супроводжується також підвищеним ступенем напруженості трудового процесу. При систематичному впливі виробничих факторів, які не відповідають нормативним показникам, зростає рівень професійно зумовленої захворюваності працюючих та можуть виникнути професійні захворювання органів зору, руху, нервової системи.

Проектування робочих місць, забезпечених ПК, відноситься до числа важливих проблем ергономічного проектування в області обчислювальної техніки.

Робоче місце і взаємне розташування всіх його елементів повинне відповідати антропометричним, фізичним і психологічним вимогам. Велике значення має також характер роботи. Зокрема, при організації робочого місця проектувальника повинні бути дотримані наступні основні умови: оптимальне розміщення устаткування, що входить до складу робочого місця і достатній робочий простір, що дозволяє здійснювати всі необхідні рухи і переміщення [2].

Головними елементами робочого місця проектувальника є стіл і крісло. Основним робочим положенням є положення сидячи. Робоча поза сидячи викликає мінімальне стомлення працівника. Раціональне планування робочого місця передбачає чіткий порядок і постійність розміщення предметів, засобів праці і документації. Те, що потрібне для виконання робіт частіше, розташоване в зоні легкої досяжності робочого простору.

Висота робочої поверхні столу для користувачів повинна регулюватися в межах 680-800 мм, при відсутності такої можливості висота робочої поверхні столу повинна бути 725 мм. Модульними розмірами робочої поверхні столу для ПК, на підставі яких повинні розраховуватися конструктивні розміри, слід вважати: ширину 800, 1200, 1400 мм, глибину 800 і 1000 мм при нерегульованій висоті, що дорівнює 725 мм. Робочий стіл повинен мати простір для ніг висотою не менше 600 мм, шириною – не менше 500 мм, глибиною на рівні колін - не менше 450 мм і на

рівні простягнутої ноги – не менше 650 мм. Робочий стілець (крісло) повинен бути підйомно-поворотним і регульованим по висоті і кутам нахилу сидіння і спинки, а також - відстані спинки до переднього краю сидіння. Робоче місце необхідно обладнати підставкою для ніг, має ширину не менше 300 мм, глибину не менше 400 мм, регулювання по висоті в межах до 150 мм і по куту нахилу опорної поверхні підставки до 20 градусів. Підставка повинна мати рифлену поверхню і бортик по передньому краю заввишки 10 мм. Клавіатуру слід розташовувати на поверхні столу на відстані 100-300 мм від краю, зверненого до користувача, або на спеціальній регульованій по висоті робочій поверхні, відокремленої від основної стільниці.

Електричний струм – являє собою прихований тип небезпеки, бо його важко визначити в токо- та неструмоведучих частинах устаткування, які є хорошими провідниками електрики. Смертельно небезпечним для життя людини вважають струм, величина якого перевищує 0,05 А, струм менше 0,05 А - безпечний (до 1000 В). З метою попередження уражень електричним струмом до роботи повинні допускатися тільки особи, що добре вивчили основні правила з безпеки виконання роботи.

Приміщення, де експлуатуються ПК, належать до приміщень без підвищеної небезпеки ураження людини електричним струмом. Вимоги електробезпеки і пожежної безпеки у приміщеннях, де встановлені ПК: ПК і все устаткування для обслуговування, ремонту та налагодження роботи їх, електропроводи і кабелі мають відповідати електробезпеці зони та мати апаратуру захисту від струму короткого замикання.

Лінії електромережі ПК, у приміщенні виконана як окрема групова трипровідна мережа шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників (заземлення або занулення), причому площі перерізу нульового робочого і нульового захисного провідника повинні бути не менші за площу перерізу фазового провідника.

Відповідно до правил електробезпеки в службовому приміщенні повинен здійснюватись постійний контроль стану електропроводки, запобіжних щитів, шнурів, за допомогою яких включаються в електромережу комп'ютери,

освітлювальні прилади, інші електроприлади. Електричні установки, до яких відноситься практично все обладнання ПК, представляють для людини велику потенційну небезпеку, тому що в процесі експлуатації або проведенні профілактичних робіт людина може торкнутися частин, що знаходяться під напругою. Специфічна небезпека електроустановок - струмоведучі провідники, корпуси стійок ПК і іншого устаткування, яка під напругою в результаті пошкодження (пробою) ізоляції, не подають будь-яких сигналів, які попереджають людину про небезпеку. Реакція людини на електричний струм виникає лише при протіканні останнього через тіло людини. Виключно важливе значення для запобігання електротравматизму має правильна організація обслуговування діючих електроустановок ВЦ, проведення ремонтних, монтажних і профілактичних робіт.

Оскільки в приміщенні використовується понад п'ять ПК, тому на помітному місці встановлено аварійний резервний вимикач, який в разі небезпеки повністю знеструмлює електричну мережу (крім освітлення). В такому випадку при використанні трипровідникового захищеного проводу або кабелю в оболонці з негорючого або важкогорючого матеріалу дозволено прокладати їх без металевих труб та гнучких металевих рукавів, що ми і спостерігаємо у приміщенні.

5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

5.2.1 Мікроклімат

Згідно ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» [4] мікроклімат виробничих приміщень – умови внутрішнього середовища цих приміщень, що впливають на тепловий обмін працюючих з оточенням шляхом конвекції, кондукції, теплового випромінювання та випаровування вологи. Ці умови визначаються поєднанням температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, температури оточуючих людину поверхонь та інтенсивністю теплового (інфрачервоного) опромінення.

Мікроклімат виробничих приміщень нормується в залежності від теплових характеристик виробничого приміщення, категорії робіт по важкості і періоду року. Категорія виконуваних робіт під час дослідження - 1а [5] (табл.5.2.1).

Таблиця 5.2.1 – Параметри мікроклімату

Період року	Параметр мікроклімату	Величина
Холодний	Температура повітря в приміщенні	21 ... 25 ° С
	Відносна вологість	40 ... 60%
	Швидкість руху повітря	до 0,1 м / с
Теплий	Температура повітря в приміщенні	22 ... 28 ° С
	Відносна вологість	40 ... 60%
	Швидкість руху повітря	0,1 ... 0,2 м / с

Для підтримання у виробничих приміщеннях метеорологічних умов, які задовольняють нормативні вимоги використовують систему вентиляції. Приміщення обладнано системою загально обмінної припливно-витяжної вентиляції. На кожен вентиляційну установку складений паспорт з технічною характеристикою та схемою установки.

Крім того, для підтримання температури в холодний період року використовують загальну систему опалення.

5.2.2. Склад повітря робочої зони

Важливе значення для нормальної життєдіяльності людини має чисте повітря певного хімічного складу: кисень 20,95%, азот 78,08%, інертні гази 0,97% (по об'єму). Але повітря такого складу не завжди є у виробничих приміщеннях, так

як значна частина технологічних процесів супроводжується виділенням шкідливих речовин у вигляді газу, пари, пилу та аерозолів.

ГДК шкідливих речовин, які знаходяться в досліджуваному приміщенні, наведені в таблиці 5.2.2.

Таблиця 5.2.2 – ГДК шкідливих речовин у повітрі

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньо добова	
Оксид азоту	0,085	0,085	2
Вуглекислий газ	3	1	4
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4
Озон	0,16	0,03	1

Під час роботи на ПК важливо, щоб повітря мало певний іонний склад. Рівні позитивних і негативних іонів у повітрі приміщень з ПК мають відповідати санітарно-гігієнічним нормам (табл.5.2.3).

Таблиця 5.2.3 – Рівні іонізації повітря приміщень при роботі на ПК

Рівні	Кількість іонів в 1 см ³	
	n+	n-
Мінімально необхідні	400	600
Оптимальні	1500-3000	3000-5000
Максимально необхідні	50000	50000

Забезпечення складу повітря робочої зони здійснюється за допомогою системи кондиціонування, регулярного провітрювання, та вологого прибирання.

5.2.3 Виробниче освітлення

Природне освітлення на робочому місці проектувальника є бічне одностороннє.

Сучасні норми визначають, що мінімальна освітленість встановлюється за характеристикою зорової роботи з найменшим розміром об'єкта розрізнення, контрастом об'єкта із фоном і характеристикою фону.

Норми освітленості при штучному освітленні та КПО (для III пояса світлового клімату) при природному та сумісному освітленні (характеристика зорової роботи – дуже високої точності) зазначені у таблиці 5.2.4:

Таблиця 5.2.4 - Норми освітленості в приміщенні

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізнення	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізнення з фоном	Характеристика фону	Освітленість, лк		КПО, e_n , %			
						Штучне освітлення		Природне освітлення		Сумісне освітлення	
						Комбіноване	Загальне	верхнє	Бокове	верхнє	і бокове
Дуже високої точності	Від 0,15 до 0,3	II	г	великий	світлий	1000	300	7	2,5	4,2	1,5

Для максимального використання природного освітлення в приміщенні слід систематично очищувати вікна від пилу та встановити жалюзі. Віконні прорізи не затемнюються іншими будівлями.

Як джерела світла для штучного освітлення в приміщенні застосовуються люмінесцентні лампи типу ЛБ. Допускається застосування ламп розжарювання у світильниках місцевого освітлення

5.2.4 Виробничий шум

Шум погіршує умови праці здійснюючи шкідливу дію на організм людини. Працюючі в умовах тривалої шумової дії випробовують дратівливість, головні болі, запаморочення, зниження пам'яті, підвищену стомлюваність, пониження апетиту, болі у вухах і т.д. Такі порушення в роботі ряду органів і систем організму людини можуть викликати негативні зміни в емоційному стані людини аж до стресових ситуацій. Під впливом шуму знижується концентрація уваги, порушуються фізіологічні функції, з'являється стомленість у зв'язку з підвищеними енергетичними витратами і нервово-психічною напругою, погіршується мовна комутація. Все це знижує працездатність людини і її продуктивність, якість і безпеку праці. Тривала дія інтенсивного шуму (вище 80 дБ) на слух людини приводить до його часткової, або повної втрати.

Рівні шуму на робочих місцях визначаються за ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку» [6] (табл.5.2.5).

Таблиця 5.2.5 Допустимі рівні звуку, еквівалентні рівні звуку і рівні звукового тиску в октавних смугах частот

Вид трудової діяльності, робочі місця	Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах із середньгеометричними частотами, Гц									Рівні звуку, еквівалентні і рівні звуку, дБА/дБАек в.
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Творча діяльність, обробка даних,	86	71	61	54	49	45	42	40	38	60

Рівень шуму на робочих місцях не має перевищувати 60 дБА, що досягається застосуванням малошумного обладнання, використанням спеціальних матеріалів для обшивки приміщень, а також різноманітними звукопоглинальними пристроями (перегородки, кожухи, прокладки тощо).

5.2.5. Виробничі випромінювання

Значення напруженості електростатичного поля на робочих місцях із ПК (як у зоні екрана дисплея, так і на поверхнях обладнання, клавіатури, друкувального пристрою) мають не перевищувати гранично допустимих [7] (табл.5.2.6).

Таблиця 5.2.6 – Допустимі параметри електромагнітних випромінювань

Найменування параметра	Допустимі значення
Напруженість електричної складової електромагнітного поля на відстані 50 см від поверхні відеомонітору	10 В/м
Напруженість магнітної складової електромагнітного поля на відстані 50 см від поверхні відеомонітору	0,3 А/м
Напруженість електростатичного поля не повинна перевищувати:	для дорослих користувачів 20кВ/м для дітей 15кВ/м

Інтенсивність потоків інфрачервоного випромінювання має не перевищувати допустимих значень [4].

Потужність експозиційної дози рентгенівського випромінювання на відстані 0,05 м від екрана та корпусу відео терміналу при будь-яких положеннях регулювальних пристроїв не повинна перевищувати ОД бер/год (100 мкР/год).

Для забезпечення захисту і досягнення нормованих рівнів комп'ютерних випромінювань необхідно застосовувати при екранні фільтри, локальні світлофільтри (засоби індивідуального захисту очей) та інші засоби захисту, що пройшли випробування в акредитованих лабораторіях і мають щорічний гігієнічний сертифікат [8].

5.3 Пожежна безпека

Пожежна безпека – стан об’єкта, при якому виключається можливість пожежі, а в разі його виникнення запобігається вплив на людей небезпечних факторів пожежі і забезпечується захист матеріальних цінностей. Пожежна безпека забезпечується системою запобігання пожежі і системою пожежного захисту.

Пожежна безпека приміщення повинна відповідати вимогам Кодексу цивільного захисту України [9] та «Правила пожежної безпеки в Україні» [10].

За вибуховою і пожежною небезпекою приміщення належить до категорії Д [11]. У приміщенні знаходяться ПК та інша оргтехніка, що можуть спричинити пожежу. Згідно даних наведених у таблиці 3.1 будівля, в якій знаходиться приміщення, має II ступінь вогнестійкості, приміщення можна віднести до категорії вибухопожежонебезпеки В (табл.5.3.1).

Таблиця 5.3.1. – Визначення ступеня вогнестійкості будівельних конструкцій

Ступінь вогнестійкості будинків	Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у хвиликах) та максимальні межі поширення вогню по них (см)								
	стіни				колони	сходові площадки, косоури, сходи, балки, марші сходових кліток	переkritтя міжповерхові (у т. ч. горищні та над підвалами)	елементи суміщених покриттів	
	несучі та сходових кліток	самонесучі	зовнішні несучі	внутрішні несучі (перегородки)				шити, настили, прогони	балки, ферми, арки, рами
III	REI 120 M0	REI 60 M0	E15, M0 E30, M1	EI 15 M1	R 120 M0	R 60 M0	REI 45 M1	Не нормуються	

Клас приміщення і зон з вибухо- і пожежонебезпеки П-Па (приміщення, у якому знаходяться тверді горючі речовини та матеріали.)

5.3.1. Технічні рішення системи запобігання пожежі

Для запобігання виникнення пожежі в приміщенні застосовують такі заходи:

- щорічне проведення повторних протипожежних інструктажів та занять за програмою пожежно-технічного мінімуму з особами, що відповідальні за пожежну безпеку;
- утримання в справному стані засобів протипожежного захисту;
- своєчасне інформування про несправність пожежної техніки, систем протипожежного захисту, водопостачання тощо.

Електромережі, електроприлади і апаратура експлуатується тільки у справному стані з урахуванням вказівок та рекомендацій підприємств-виготовлювачів. У разі виявлення пошкоджень електромереж, вимикачів, розеток та інших електровиробів слід негайно вимкнути їх та вжити необхідних заходів щодо приведення в пожежобезпечний стан.

5.3.2. Технічні рішення системи протипожежного захисту

Протипожежний захист – це комплекс організаційних і технічних заходів, спрямованих на забезпечення безпеки людей, запобігання пожежі, обмеження її розповсюдження, а також на створення умов для успішного гасіння пожежі.

У всіх службових приміщеннях обов'язково повинен бути «План евакуації людей при пожежі», що регламентує дії персоналу у разі виникнення вогнища загоряння і в якому зазначено місця розташування пожежної техніки. Як відомо пожежа може виникнути при взаємодії горючих речовин, окислення і джерел запалювання. У робочому приміщенні присутні всі три основні чинники, необхідні для виникнення пожежі. Горючими компонентами є: будівельні матеріали для акустичної і естетичної обробки приміщень, перегородки, двері, підлоги, ізоляція кабелів і ін

Джерелами запалювання у ВЦ можуть бути електронні схеми від ЕОМ, прилади, застосовувані для технічного обслуговування, пристрої електроживлення, кондиціонування повітря, де внаслідок різних порушень утворюються перегріті елементи, електричні іскри та дуги, здатні викликати загоряння горючих матеріалів. У сучасних ПК дуже висока щільність розміщення елементів електронних схем. У безпосередній близькості один від одного розташовуються сполучні дроти, кабелі. При протіканні по них електричного струму виділяється значна кількість теплоти. При цьому можливо оплавлення ізоляції. Для відведення надлишкової теплоти від ПК служать системи вентиляції та кондиціонування повітря. При постійному дії ці системи представляють собою додаткову пожежну небезпеку.

При проведенні обслуговуючих, ремонтних і профілактичних робіт використовуються різні мастильні речовини, легкозаймісті рідини, прокладаються тимчасові електропровідниками, ведуть пайку та чистку окремих вузлів. Виникає додаткова пожежна небезпека, яка потребує додаткових заходів пожежного захисту. Зокрема, при роботі з паяльником слід використовувати неспалену підставку з нескладними пристроями для зменшення споживаної потужності в неробочому стані.

Однією з найбільш важливих завдань пожежної захисту є захист будівельних приміщень від руйнувань та забезпечення їх достатньої міцності в умовах впливу високих температур при пожежі. З огляду на високу вартість електронного устаткування приміщення, а також категорію його пожежної небезпеки, будинки для ВЦ і частини будинку іншого призначення, в яких передбачено розміщення ПК повинні бути 1 і 2 ступеня вогнестійкості.

Для виготовлення будівельних конструкцій використовуються, як правило, цегла, залізобетон, скло, метал та інші негорючі матеріали. Застосування дерева повинна бути обмежено, а в разі використання необхідно просочувати його вогнезахисними складами.

До засобів гасіння пожежі, призначених для локалізації невеликих загорянь, відносяться внутрішні пожежні водопроводи, вогнегасники, сухий пісок, азбестові ковдри і т. д. Застосування води в машинних залах ЕОМ, сховищах носіїв

інформації, приміщеннях контрольно-вимірювальних приладів, зважаючи на небезпеку пошкодження або повного виходу з ладу дорогого устаткування можливо у виняткових випадках, коли пожежа приймає загрозливо великі розміри. При цьому кількість води повинна бути мінімальною, а пристрої ПК необхідно захистити від попадання води, накриваючи їх брезентом або полотном.

Для гасіння пожеж на початкових стадіях широко застосовуються вогнегасники. У приміщенні застосовуються головним чином вуглекислотні вогнегасники, перевагами якого є висока ефективність гасіння пожежі, схоронність електронного устаткування, діелектричні властивості вуглекислого газу, що дозволяє використовувати ці вогнегасники навіть у тому випадку, коли не вдається знеструмити електроустановку відразу.

ВИСНОВКИ

В ході виконання даної бакалаврської дипломної роботи було портативний реєстратор ЕКГ. Було проведено розрахунок друкованої плати пристрою, а також розроблено програмне забезпечення до мікроконтролера. Під час виконання завдань даної бакалаврської роботи було використано систему САПР для проектування схем і проведення різних аналізів.

Також було проаналізовано різні варіанти компоновання, проведені розрахунки друкованої плати на вібростійкість, паразитні зв'язки, а також параметри друкованого рисунка.

З огляду на простоту приладу, його широкі функціональні можливості і порівняно невисоку ціну, прилад необхідно запускати в серійне виробництво.

ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА

1. Методичні вказівки до виконання дипломних робіт на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» для студентів напряму підготовки 6.050902 – Радіоелектронні апарати. / Уклад.: С. М. Злепко, С. В. Тимчик, С. В. Костішин – Вінниця: ВНТУ, 2013 – 20 с.
2. Электрические измерения физических величин в медицине. Методы измерений: Уч. Пособие для вузов / С.А. Спектор. – Л.: Энергоатомиздат, 1987. – 230с.
3. Рощин Г.И. Несущие конструкции и механизмы РЭА. / М.: 1981. – 375с.
4. Современные методы и средства измерительной техники: Учеб. Пособие./ В.Т. Маликов, В.А. Поджаренко, - К.: УМК ВО, 1988. – 220 с.
5. Лободзінська Р.Ф., КостюкО.А., Нікольський О.І., ШереметаО.П. Конструювання і технологія радіоелектронних засобів. Навчальний посібник. / Вінниця: ВНТУ, 2007. – 90 с.
6. Разработка и оформление РЭА /Под ред. Э.Т.Романычевой. М.: Радио и связь, 1989. - 448 с.
7. Парфенов Е. М. и др. Проектирование конструкций радиоэлектронной аппаратуры: Учеб. пособие для вузов/ Е. М. Парфенов, Э. Н. Камышная, В. П. Усачов. — М.: Радио и связь, 1989. – 272 с.: ил.ISBN 5-256-00288-0.
8. Общетехнический справочник / Под ред. Е. А. Скороходова - 2-еизд. / М.: Машиностроение, 1982. – 416 с.
9. Гребнев В.В. Микроконтроллеры семейства AVR фирмы Atmel. / М.:ИП Радиософт, 2002 – 176с.
10. Дементьев Ю.В. Мікроконтролери сімейства MCS-51. Навчальний посібник. / Ю.В. Дементьев, Вінниця, Універсум-Вінниця, 1998.
11. Алексенко А.Г., Галицын А.А., Иванников А.Д. Проектирование радиоэлектронной аппаратуры на микропроцессорах. / А.Г.Алексенко, М.: Радио и связь, 1983, – 272с.

12. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. - [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://www.znaytovar.ru/gost/2/GOST_12000374_SSBT_Opasnye_i_v.html

13. ДСТУ 8604:2015 Дизайн і ергономіка. Робоче місце для виконання роботи положенні сидячи. Загальні ергономічні вимоги. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=71028.

14. НПАОП 40.1-1.32-01 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок (Правила устройства электроустановок. Электрооборудование специальных установок). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01#Text>.

15. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>

16. ДСТУ-Н Б А 3.2-1:2007 Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використання в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва. URL: <https://profidom.com.ua/a-3/a-3-2/824-dstu-n-b-a-3-2-12007-nastanova-shhodo-viznachenna-nebezpechnih-i-shkidlivih-faktoriv->.

17. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>

18. ГОСТ 12.1.045–84 Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля - [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.vrednost.ru/121045-84.php>

19. Директива № 90/270/ЕЕС «Про мінімум вимог безпеки і гігієни праці при роботі з екранними пристроями - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://osha.europa.eu/en/legislation/directives/provisions-on-workload-ergonomical-and-psychosocial-risks/osh-directives/5>

20. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 № 5403-VI

21. НАПБ А.01.001-2014 Правила пожежної безпеки в Україні [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://zakon.nau.ua/doc/?code=z1410-04>

22. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпек. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_36/5-1-0-1759.

23. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. URL: http://www.poliplast.ua/doc/dbn_v.1.1-7-2002.pdf.

ДОДАТКИ

Додаток А

ЗАТВЕРДЖУЮ
завідувач кафедри БМІОЕС
к.т.н., доцент
Коваль Л.Г. _____
« _____ » _____ 2022

РОЗРОБКА ПОРТАТИВНОГО РЕЄСТРАТОРА ЕКГ

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
до бакалаврської дипломної роботи
за спеціальністю 163 – Біомедична інженерія
08-35.БДР. 029.07.000 ТЗ

Керівник роботи:
к.т.н., доцент Коваль Л.Г.

(підпис)
“ _____ ” _____ 2022 р.

Розробив студент гр. БМІ-186
Моргін А.Є.

(підпис)
“ _____ ” _____ 2022 р.

1. Назва БДР: Розробка портативного реєстратора ЕКГ.

2. Виконавець БДР: студент групи БМІ-186 Моргін А. Є.

3. Джерела розробки: 1. А.И. Григорьев Авиакосмическая и экологическая медицина. А.И. Григорьев, А.Д. Егоров. – 2001. – Т.31. – №1. - С. 14-25. 2. Е.Я. Швец. Методические указания к выполнению курсового проекта "Расчет функциональных узлов электрокардиографов" по дисциплине Цифровая схемотехника / Е.Я. Швец, Н.Г. Сидоренко. – Запорожье: ЗНУ, 2002 г. – 86 с.; 3. в.в. Мурашко. Электрокардиография / В.В. Мурашко, А.В. Скрутинский. - М., 2008 г. – 312 с. ; 4. Цифровые и аналоговые интегральные микросхемы. Справочник. – М. 2002. – 434 с.; 5. Ю.С. Забродин. Промышленная электроника / Ю.С. Забродин. – М., 1982 г. –289 с.

4. Підставою для виконання МКР є протокол засідання кафедри БМІ №4 від 09 березня 2022р.

4. Мета БДР і призначення продукції: розробка приладу для зняття кардіограми.

5. Технічні вимоги:

5.1 Електричні характеристики:

- напруга живлення, В	5
- струм споживання, мА, не більше	70
- споживана потужність, Вт, не більше	3,5

5.2 Конструктивні параметри:

- розміри, мм, не більше	150×90×35
- маса, кг, не більше	0,17

5.3 Експлуатаційні параметри:

- температура, °С	+10...+50
- тиск, Па	7×10 ⁴
- відносна вологість, %	80

5.4 Вимоги до надійності:

- напрацювання на відмову, год.	15000
---------------------------------	-------

5.5 Вимога до завадостійкості:

- максимальна паразитна ємність, пФ 5
- максимальна паразитна взаємоіндукція, мГн 1
- максимальна паразитна індуктивність, мкГн 1,5

5.6 Вимоги до техніки безпеки:

- клас захисту III

5.7 Вимоги до живлення: живлення здійснюється від USB порта з можливістю живлення від акумуляторних батарей.

5.8 Вимоги то експлуатації та ремонту:

- ремонт за технічним станом

5.8 Клас об'єкта:

- носима апаратура

5.9 Кліматичне виконання:

- виконання У – для помірного клімату

5.10 Категорії розміщення на об'єкті:

- у закритих приміщеннях з штучною вентиляцією

5.11 Вимоги технологічності і уніфікацій:

- доступність конструкції
- легкознімність з об'єкта

5.12 Патенто-правові вимоги:

- вимоги патентної чистоти, запобігання використання чужих патентів без дозволу.

6. Вимоги до сировини та матеріалів: матеріали, з яких вироблятиметься даний прилад, мають бути екологічно чистими, і легкими.

7. Вимоги до консервації, пакування та маркування: не потребує.

8. Вимоги до розробленої документації:

– склад КД: пояснювальна записка, схема електрична принципова, перелік елементів, креслення друкованої плати, складальне креслення друкованої плати, специфікація, структурна схема.

9. Порядок контролю та прийняття

Виконання етапів графічної та розрахункової документації бакалаврської дипломної роботи контролюється викладачем згідно з графіком виконання БДР.

10. Вимоги до розробленої документації:

– склад КД: пояснювальна записка, схема електрична принципова, перелік елементів, структурна схема, креслення друкованої плати, складальне креслення друкованої плати, специфікація, креслення корпусу, специфікація.

11. Стадії та етапи БДР:

11.1 Теоретична частина:

- Аналітичний огляд питання;
- Опис схеми електричної принципової;
- Розробка програмного забезпечення;
- Конструкторський розділ;
- Охорона праці.

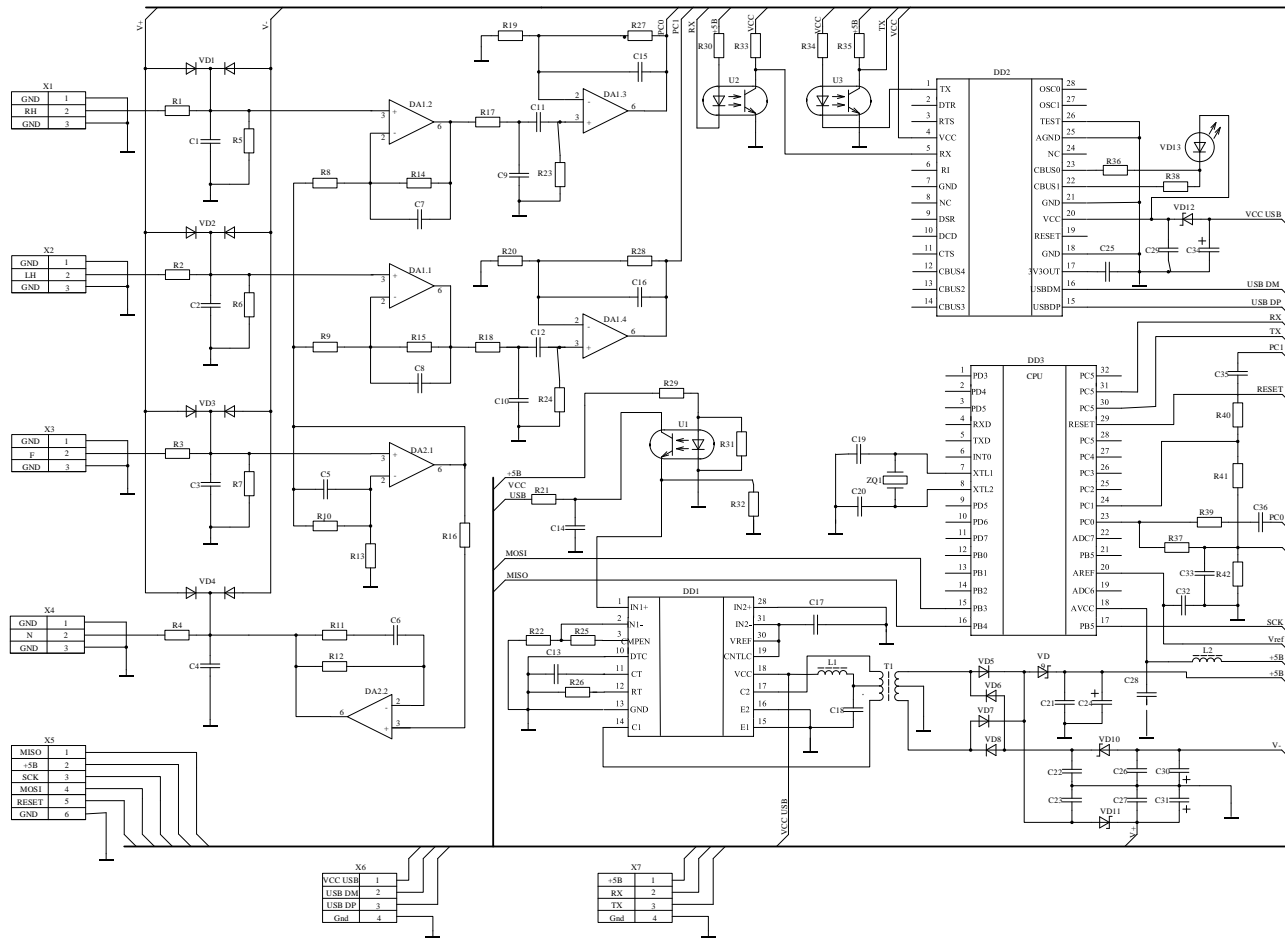
11.2 Графічна частина:

- структурна схема пристрою;
- схема електрична принципова;
- креслення друкованої плати;
- складальне креслення;

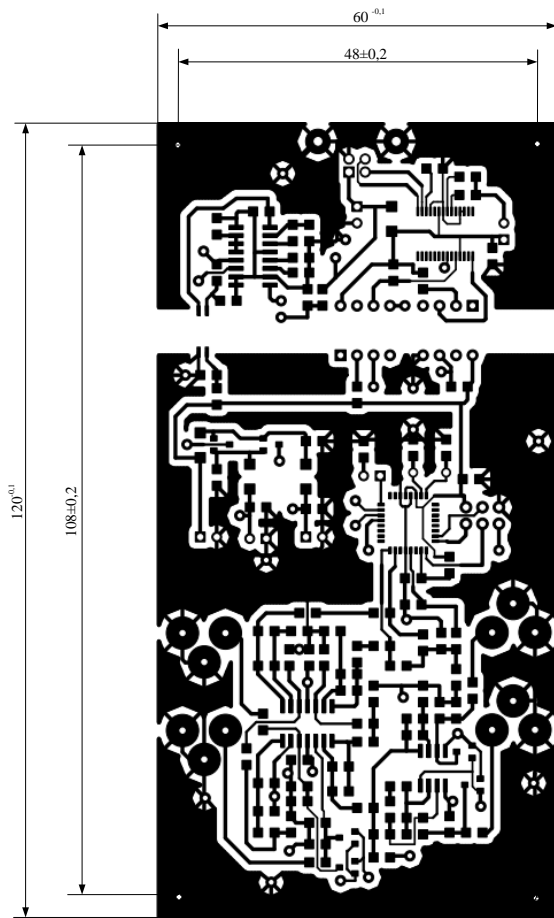
Таблиця 1 – Етапи виконання бакалаврської дипломної роботи

Назва розділу бакалаврської дипломної роботи	Строк виконання
Розробка технічного завдання	до 15.03.2022
Обґрунтування вихідних даних та оптимального варіанту розробки	до 30.03.2022
Аналітичний огляд питання	до 10.04.2022
Розв'язання основної задачі	до 15.05.2022
Написання алгоритмічно-програмного забезпечення	до 25.05.2022
Оформлення графічної частини та пояснювальної записки	до 05.06.2022
Попередній захист	10.01.2022

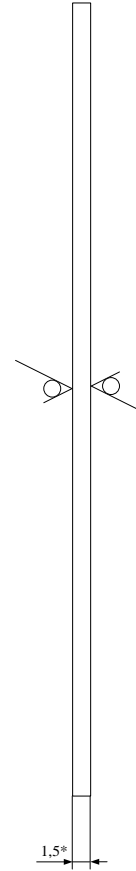
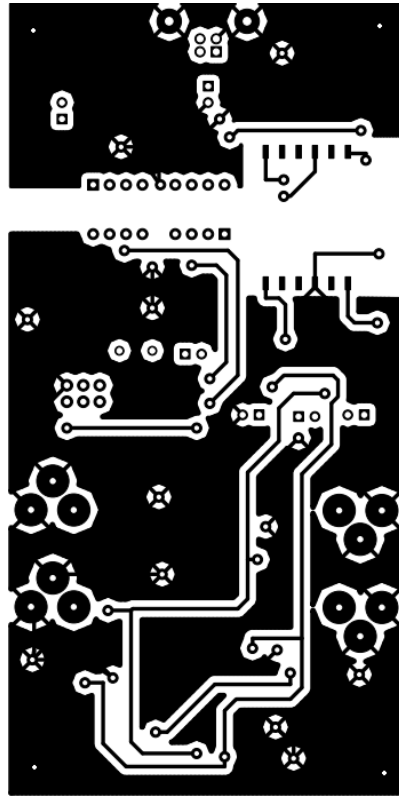
Розробив студент групи БМІ-18б _____ Моргін А.Є.



				08-35.Б.Р.029.07.000ЕЗ		
Зв. Лист	№ лист	Шкала	Дата	Разработка портативного регистратора ЕКТ		
Разработчик	Модель			Схема электрическая принципиальная		
Т. контр.	Коваль	Архив 1	Архивин 1			
Рисовал						
Н. контр.	Коваль					
Изготовил	Коваль	ВНГТУ, г.р. БМ1-185				



Ø 2.5
4 отв.



Таблиця 1

Умовне позначення отворів	Діаметр отвору, мм	Діаметр конст. площ.	Наявність металізації	Кількість отворів
●	0,3	1,5	є	71
○	1,0	2,2	є	14
■	—	0,8 x 0,8	є	147

Таблиця 2

Параметри друкованого рисунку	Розміри, мм	
	у широкіх місцях	у вузьких місцях
Ширина провідника	0,45	0,25
Відстань між провідниками	0,45	0,25

- *Розміри для довідок.
- Плату виготовляють комбінованим методом.
- Плата повинна відповідати ГОСТ 23751-86.
- Крок координатної сітки 2,54 мм.
- Параметри елементів друкованого монтажу відповідно до таблиці 1, 2.
- Форма контактних площадок довільна, мінімальний розмір становить 0,1 мм.
- Відстань між довільними двома отворами 40,08 мм.
- На плату зі сторони елементів нанести захисну маску.
- Маркування радіоелементів виконати фарбою ТНПФ-51, чорною, відповідно до креслення.
- Дата виготовлення та заводський номер маркувати фарбою БМ, білою, шрифтом ЗІР-П згідно ГОСТ 26020-82.

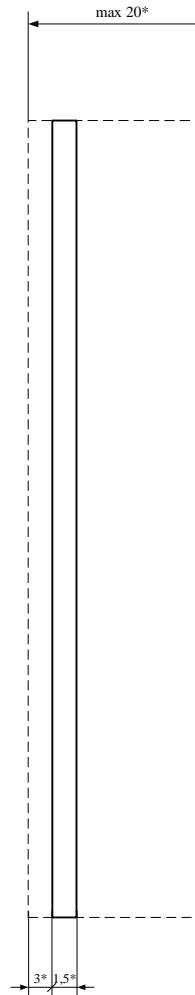
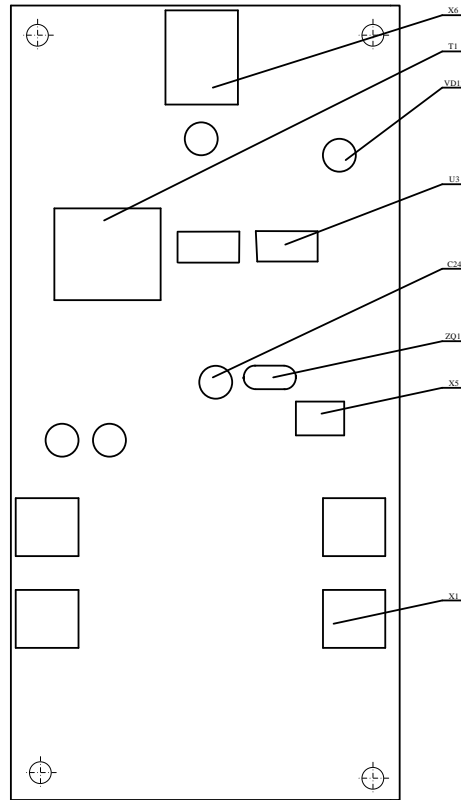
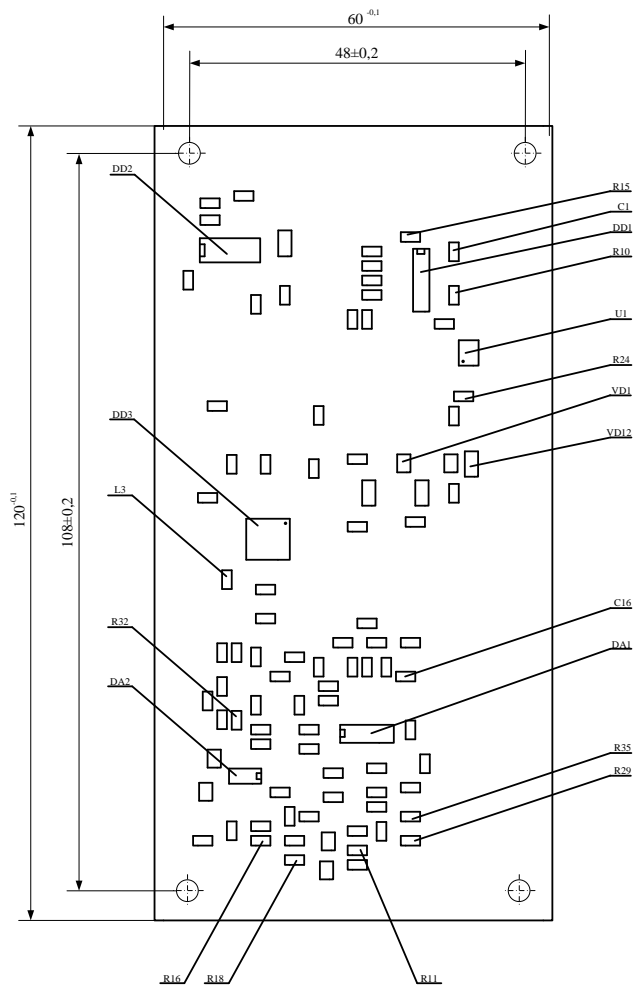
08-35.КДР.029.07.001				
№	Лист	№ докум.	Штук	Дата
Розробив	Мороз			
Перевірив	Коваль			
Т. конст.	Коваль			
Рекон.				
Н. конст.	Коваль			
Виправив	Коваль			

Розробка портитивного ресуратора
ЕКТ
Друкована плата

Літера	Маса	Масштаб
А		3:1

Лист 1 з 1

ВНТУ, гр. БМ-186



1. *Розміри для довідок
2. Установку радіоелементів виконати відповідно до ОСТ 4.010.030-82.
3. Радіоелементи плати прийом ПРС-61 ГОСТ 21.39-72
4. Покрыття лак УР-239, ІVІІ.
5. Таврувати знак ОТК.

				08-35.БІР.029.07.000СК			
Зм. Лист	№ докум.	Пісоч. дата		Розробка портативного ресетратора	Літера	Маса	Масштаб
Розробка	Масляк			ЕКТ			3:1
Перевірка	Коваль			Складальне рішення	Архив І	Архив ІІ	
Т. конгр.	Коваль						
Резерв.							
Н. конгр.	Коваль						
Визначення	Коваль						
				ВНТУ, гр. БМІ-186			

Познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
<u>Конденсатори</u>			
C1-C5, C8-C10, C12, C13	C1206 (1 нФ)	9	
C6, C7, C14-C16	C1206 (0,1 мкФ)	8	
C11, C17-C18, C21-C24, C33	C1206 (1 мкФ)	11	
C19, C22, C36	C1206 (18 пФ)	3	
C24-C27, C34	K50-35 47мкФх16В	4	
<u>Резистори</u>			
R1, R3, R7-R10, R13	R1206 (100 КОм)	8	
R4, R15-R19	R1206 (33 КОм)	11	
R5, R6, R8, R12, R17	R1206 (1 МОм)	7	
R11-R14, R23	R1206 (330 КОм)	4	
R16, R20-R22	R1206 (10 КОм)	3	
R18, R27-R32	R1206 (2,7 КОм)	7	
R33-R35	R1206 (1 КОм)	3	
R29, R31, R37-R42	R1206 (510 Ом)	7	
<u>Роз'єми</u>			
X1-X4	BS15-L	4	
X5	HF-06	1	
X6	SB-04U	1	
<u>Світлодіод</u>			
VD1	Світлодіод АЛ102Б	1	
<u>Кварцевий резонатор</u>			
ZQ1	MZX-12, 12МГц	1	
<u>Трансформатор</u>			
T1	EFD15 N87	1	

08-35.БДР.029.07.000 ПЕЗ

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Моргін			Розробка портативного резстратора ЕКГ Перелік елементів	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірів		Коваль					1	1
Рецензент						ВНТУ, гр. БМІ-186		
Н. Контроль		Коваль						
Затвердив		Коваль						

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
				<u>Документи</u>		
A1			08-35.БДР.029.07.000 ЕП	Схема електрична принципова	1	
A1			08-35.БДР.029.07.000 СК	Складальне креслення	1	
A1			08-35.БДР.029.07.000 Е1	Структурна схема	1	
A4			08-35.БДР.029.07.000 ПЕ	Перелік елементів	1	
A4			08-35.БДР.029.07.000 ПЗ	Пояснювальна записка	1	
				<u>Деталі</u>		
A1			08-35.БДР.029.07.001	Плата	1	
				<u>Інші вироби</u>		
				<u>Діоди</u>		
		1		MBR0530	4	VD9-VD12
		2		MBR0510	4	VD1-VD8
				<u>Кварцевий резонатор</u>		
		3		MZX-12, 12МГц	1	ZQ1
				<u>Конденсатори</u>		
		4		C1206 (1 мкФ)	11	C11,C17-C18, C21-C24, C33
		5		C1206 (0,1 мкФ)	8	C6,C7,C14-C16
		6		C1206 (1 нФ)	9	C1-C5,C8-C10, C12, C13
		7		C1206 (18 пФ)	3	C19,C22, C36
		8		K50-35 47мкФx16В	4	C24-C27,C34
				<u>Мікросхеми</u>		
		9		ATmega48	1	DD3
		10		FT232	1	DD2
		11		TL494	1	DD1
				08-35.БДР .029.07.000 СП		
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		
Розробив	Моргін				Літера	Аркуш
Перевірив	Коваль.					1
Рецензент						2
Н. контроль	Коваль				ВНТУ, гр. БМІ-186	
Затвердив	Коваль					
Розробка портативного реєстратора ЕКГ Специфікація						

Додаток 3. Лістинг програми

```
include "m48def.inc"
;comment for mega48
.equ   UCR           =UCSRB
.equ   UBRR          =UBRRL
.equ   EEAR          =EEARL
.equ   USR           =UCSRA
.equ   E2END         =127
.equ   RAMEND128     =96+127

.equ   inputport     =PINB
.equ   outputport    =PORTB
.equ   USBdirection  =DDRB
.equ   DATAplus     =1           ;signal D+ on PB1
.equ   DATAminus    =0           ;signal D- on PB0 - give on this pin pull-up
1.5kOhm
.equ   USBpinmask    =0b11111100   ;mask low 2 bit (D+,D-) on PB
.equ   USBpinmaskDplus = ~(1<<DATAplus) ;mask D+ bit on PB
.equ   USBpinmaskDminus = ~(1<<DATAminus);mask D- bit on PB

.equ   TSOPPort      =PINB
.equ   TSOPpullupPort =PORTB
.equ   TSOPPin       =2           ;signal OUT from IR sensor TSOP1738 on
PB2

;connecting LED diode LSB
;connecting LED diode LSB (input)
;input/output LED LSB
;connecting LED diode MSB
;connecting LED diode MSB (input)
;input/output LED MSB
;LED0 on pin PD3
;LED1 on pin PD5
;LED2 on pin PD6
;LED3 on pin PB3
;LED4 on pin PB4
;LED5 on pin PB5
;LED6 on pin PB6
;LED7 on pin PB7

.equ   SOPbyte       =0b10000000   ;Start of Packet byte
.equ   DATA0PID     =0b11000011   ;PID for DATA0 field
.equ   DATA1PID     =0b01001011   ;PID for DATA1 field
.equ   OUTPID        =0b11100001   ;PID for OUT field
```



```

.equ INPID                =0b01101001    ;PID for IN field
.equ SOFPID              =0b10100101    ;PID for SOF field
.equ SETUPPID           =0b00101101    ;PID for SETUP field
.equ ACKPID             =0b11010010    ;PID for ACK field
.equ NAKPID            =0b01011010    ;PID for NAK field
.equ STALLPID          =0b00011110    ;PID for STALL field
.equ PREPID            =0b00111100    ;PID for FOR field

.equ nSOPbyte           =0b00000001    ;Start of Packet byte - reverse order
.equ nDATA0PID         =0b11000011    ;PID for DATA0 field - reverse order
.equ nDATA1PID         =0b11010010    ;PID for DATA1 field - reverse order
.equ nOUTPID           =0b10000111    ;PID for OUT field - reverse order
.equ nINPID            =0b10010110    ;PID for IN field - reverse order
.equ nSOFPID           =0b10100101    ;PID for SOF field - reverse order
.equ nSETUPPID         =0b10110100    ;PID for SETUP field - reverse order
.equ nACKPID           =0b01001011    ;PID for ACK field - reverse order
.equ nNAKPID           =0b01011010    ;PID for NAK field - reverse order
.equ nSTALLPID         =0b01111000    ;PID for STALL field - reverse order
.equ nPREPID           =0b00111100    ;PID for FOR field - reverse order

.equ nNRZITokenPID     =~0b10000000    ;PID mask for Token packet
(IN,OUT,SOF,SETUP) - reverse order NRZI
.equ nNRZISOPbyte     =~0b10101011    ;Start of Packet byte - reverse order
NRZI
.equ nNRZIDATA0PID    =~0b11010111    ;PID for DATA0 field - reverse
order NRZI
.equ nNRZIDATA1PID    =~0b11001001    ;PID for DATA1 field - reverse
order NRZI
.equ nNRZIOUTPID      =~0b10101111    ;PID for OUT field - reverse order
NRZI
.equ nNRZIINPID       =~0b10110001    ;PID for IN field - reverse order NRZI
.equ nNRZISOFPID      =~0b10010011    ;PID for SOF field - reverse order
NRZI
.equ nNRZISETUPPID    =~0b10001101    ;PID for SETUP field - reverse order
NRZI
.equ nNRZIACKPID      =~0b00100111    ;PID for ACK field - reverse order
NRZI
.equ nNRZINAKPID      =~0b00111001    ;PID for NAK field - reverse order
NRZI
.equ nNRZISTALLPID    =~0b00000111    ;PID for STALL field - reverse order
NRZI
.equ nNRZIPREPID      =~0b01111101    ;PID for FOR field - reverse order
NRZI
.equ nNRZIADDR0       =~0b01010101    ;Address = 0 - reverse order NRZI

```

```

;status bytes - State
.equ BaseState          =0          ;
.equ SetupState         =1          ;
.equ InState            =2          ;
.equ OutState           =3          ;
.equ SOFState           =4          ;
.equ DataState          =5          ;
.equ AddressChangeState =6          ;

;Flags of action
.equ DoNone             =0
.equ DoReceiveOutData  =1
.equ DoReceiveSetupData =2
.equ DoPrepareOutContinuousBuffer =3
.equ DoReadySendAnswer =4

.equ CRC5poly           =0b00101    ;CRC5 polynomial
.equ CRC5zvysok         =0b01100    ;CRC5 remainder after successful
CRC5
.equ CRC16poly          =0b1000000000000101 ;CRC16 polynomial
.equ CRC16zvysok       =0b1000000000001101 ;CRC16 remainder after
successful CRC16

.equ MAXUSBBYTES        =14          ;maximum bytes in USB input message
.equ NumberOfFirstBits  =10          ;how many first bits allowed be longer
.equ NoFirstBitsTimerOffset =256-12800*12/1024 ;Timeout 12.8ms (12800us) to
terminate after firsts bits
.equ InitBaudRate       =12000000/16/57600-1 ;UART on 57600 (for
12MHz=12000000Hz)

.equ InputBufferBegin   =RAMEND128-127 ;compare of
receiving shift buffer
.equ InputShiftBufferBegin =InputBufferBegin+MAXUSBBYTES
;compare of receiving buffera

.equ MyInAddressSRAM    =InputShiftBufferBegin+MAXUSBBYTES
.equ MyOutAddressSRAM   =MyInAddressSRAM+1

.equ OutputBufferBegin  =RAMEND128-MAXUSBBYTES-2 ;compare of
transmitting buffer
.equ AckBufferBegin     =OutputBufferBegin-3 ;compare of transmitting buffer
Ack
.equ NakBufferBegin     =AckBufferBegin-3 ;compare of transmitting buffer
Nak

```

```

        pop    temp2
        pop    temp0
        out    SREG,backupSREGTimer          ;restore SREG
        cli                                ;disable interrupt because to prevent reentrant
interrupt call
        sbi    UCR,RXCIE                    ;enable interrupt from receiving of
UART
        reti

```

```

;-----
;*****
;* Init program
;*****
;-----

```

```

reset:          ;initialization of processor and variables to right values
        ldi    temp0,StackBegin ;initialization of stack
        out    SPL,temp0

        clr    XH                ;RS232 pointer
        clr    YH                ;USB pointer
        clr    ZH                ;ROM pointer
        ldi    temp0,LOW(RS232FIFOBegin) ;set Low to begin of buffer
        sts    RS232ReadPosPtr,temp0    ;zero index of reading
        sts    RS232WritePosPtr,temp0    ;zero index of writing
        ldi    temp0,HIGH(RS232FIFOBegin) ;set High to begin of buffer
        sts    RS232ReadPosPtr+1,temp0    ;zero index of reading
        sts    RS232WritePosPtr+1,temp0    ;zero index of writing
        sts    RS232LengthPosPtr,YH      ;zero index of length
        sts    RS232LengthPosPtr+1,YH    ;zero index of length
        clr    RS232BufferFull

        rcall  InitACKBuffer            ;initialization of ACK buffer
        rcall  InitNAKBuffer            ;initialization of NAK buffer

        rcall  USBReset                 ;initialization of USB addresses

        ldi    temp0,0b00111100        ;set pull-up on PORTB
        out    PORTB,temp0
        ldi    temp0,0b11111111        ;set pull-up on PORTC
        out    PORTC,temp0
        ldi    temp0,0b11111011        ;set pull-up on PORTD
        out    PORTD,temp0

        clr    temp0                    ;
        out    UBRRH,temp0              ;set UART speed High

```

```

out    EEARH,temp0          ;zero EEPROM index

ldi    temp0,1<<U2X        ;set mode X2 on UART
out    USR,temp0
ldi    temp0,InitBaudRate  ;set UART speed
out    UBRR,temp0
sbi    UCR,TXEN            ;enable transmitting of UART
sbi    UCR,RXEN            ;enable receiving of UART
sbi    UCR,RXCIE           ;enable interrupt from receiving of UART

ldi    temp0,0x0F          ;INT0 - respond to leading edge
out    MCUCR,temp0        ;
ldi    temp0,1<<INT0       ;enable external interrupt INT0
out    GIMSK,temp0

```

```

;-----
;*****
;* Main program
;*****
;

```

```

sei                ;enable interrupts globally

```

Main:

```

sbis   inputport,DATAMinus ;waiting till change D- to 0
rjmp   CheckUSBReset       ;and check, if isn't USB reset

```

```

cpi    ActionFlag,DoReceiveSetupData
breq   ProcReceiveSetupData
cpi    ActionFlag,DoPrepareOutContinuousBuffer
breq   ProcPrepareOutContinuousBuffer
rjmp   Main

```

CheckUSBReset:

```

ldi    temp0,255          ;counter duration of reset (according to specification
is that cca 10ms - here is cca 100us)

```

WaitForUSBReset:

```

sbic   inputport,DATAMinus ;waiting till change D+ to 0
rjmp   Main
dec    temp0
brne   WaitForUSBReset
rcall  USBReset

```

ConfigDescriptorEnd:

```

;-----

```

LangIDStringDescriptor:

```

.db    (LangIDStringDescriptorEnd-LangIDStringDescriptor)*2,3
;length, type: string descriptor

```

```
.dw 0x0409 ;English
LangIDStringDescriptorEnd:
;-----
VendorStringDescriptor:
    .db (VendorStringDescriptorEnd-VendorStringDescriptor)*4-2,3
    ;length, type: string descriptor
CopyRight:
    .db "Ing. Igor Cesko http://www.cesko.host.sk"
CopyRightEnd:
VendorStringDescriptorEnd:
;-----
DevNameStringDescriptor:
    .db (DevNameStringDescriptorEnd-DevNameStringDescriptor)*4-
2,3;length, type: string descriptor
    .db "AVR309: USB to UART protocol converter"
DevNameStringDescriptorEnd:
;-----
;*****
;* End of program
;*****
;-----
;-----
;*****
;* End of file
;*****
```

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Розробка портативного реєстратора ЕКГ

Тип роботи: БДР

Підрозділ: кафедра біомедичної інженерії та оптико-електронних систем

Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність 66,2 %

Схожість 33,8 %

1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.

2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.

3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку _____ Штофель Д. Х.

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

Автор роботи _____ Моргін А. Є.

Керівник роботи _____ Коваль Л. Г.