

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем
Кафедра біомедичної інженерії

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до магістерської кваліфікаційної роботи

на тему:
ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ КАРДІОІМІТАТОРА

Виконав: студент 2-го курсу гр. БМА–18м
спеціальності 163 «Біомедична інженерія»

Бабенко Р.В.

Керівник: д.т.н., проф. кафедри БМІ

Злепко С.М.

Рецензент:

Вінниця 2019

Вінницький національний технічний університет
Факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем
Кафедра біомедичної інженерії
Магістр
163 - Біомедична інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ
завідувач кафедри БМІ
д.т.н., професор
Злепко С.М. _____
«_____» _____ 2019

ЗАВДАННЯ

на магістерську кваліфікаційну роботу
студенту Бабенку Р.В. гр. БМА-18м

- 1.Тема МКР: «Дослідження та розробка конструкції кардіоімітатора».
Керівник роботи: Злепко С.М., д-р.техн. наук, професор затверджені
наказом вищого навчального закладу від “02”жовтня 2019 року № 254.
2. Строк подання студентом роботи до 01.12.2019 року.
3. Вихідні дані до роботи: напруга живлення 12 В; тип виконання –
портативний, наявність мікроконтролерного блоку, наявність лед-екрана,
довготривалий режим роботи, живлення від літій-полімерного акумулятора
200 мА/год.
- 4.Зміст розрахунково-пояснювальної записки: Аналітичний огляд біосигналів;
дослідження та розробка методики повірки електрокардіографів;
конструкторсько-технологічний розділ; економічна частина; охорона праці
та безпека в надзвичайних ситуаціях.
- 5.Перелік графічного матеріалу: структурна схема приладу; схема електрична
принципова; топологічне креслення плати складальне креслення плати.
- 7.Дата видачі завдання 03 жовтня 2019р.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Спеціальна частина	Злепко С.М. д.т.н., проф., каф. БМІ		
Економічна частина	ст. вик. Кавецький В. В. каф. ЕП та ВМ		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Березюк О. В. к.т.н., доц. каф. БЖДПБ		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання
Розробка технічного завдання	До 20.10.2019
Техніко-економічний аналіз завдання, економічного середовища, обґрунтування вихідних даних та оптимального варіанту розробки	до 01.11.2019
Розв'язання основної задачі	до 15.11.2019
Розробка заходів з охорони праці	до 20.11.2019
Розрахунок техніко-економічних показників	до 25.11.2019
Оформлення графічної частини та пояснювальної записки	до 01.12.2019
Попередній захист	06.12.2019

Студент

_____ Бабенко Р.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

_____ д.т.н., проф. Злепко С.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Дана магістерська кваліфікаційна робота присвячена дослідженню та розробці кардіоімітатора. Було розроблено та описано схему електричну принципову, структурну схему, здійснено аналіз елементної бази, компоновання пристрою, проведено розрахунки параметрів друкованої плати. Також виконано економічну частину та частину з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

В додатках приводиться технічне завдання та графічний матеріал до захисту магістерської кваліфікаційної роботи.

ABSTRACT

This master's qualification work is devoted to the analysis and development of the device for simulating biosignals. The electric principle, the structural scheme, the element base analysis, the layout of the device, and the calculations of the PCB parameters were made and described. Also, the economic part and part of occupational safety and security in emergency situations have been completed.

The annexes provide a technical task and graphic material for the defense of master's qualification work.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД БІОСИГНАЛІВ.....	6
1.2 Біосигнали	6
1.2 Вимоги до приладу для імітації біосигналів	9
1.3 Електрокардіографія.....	10
1.4 Обґрунтування та вибір аналогу.....	15
1.5 Технічні вимоги до кардіоімітаторів	17
1.6 Оцінювання комерційного потенціалу розробки.....	19
1.7 Розрахунок узагальненого коефіцієнта якості	21
2 ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ПОВІРКИ ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАФІВ	24
2.1 Блок –схема електрокардіографа	24
2.2 Типи завад та їх усунення	25
2.3 Похибки вимірювання амплітудних і часових параметрів ЕКГ	30
2.4 Умови перевірки	34
2.5 Підготовка до перевірки	34
2.6 Процедура перевірки	35
ЗКОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	39
3.1 Аналіз схеми електричної принципової	39
3.2 Аналіз елементної бази.....	40
3.3 Компонування пристрою.....	42
3.3.1 Загальні відомості та завдання конструювання	42
3.3.2 Розробка різних варіантів конструкції та їх аналіз	43
3.3.3 Визначення габаритних розмірів та маси пристрою.....	44
3.3.4 Розрахунок надійності пристрою	48
3.4 Техніко-економічне обґрунтування вибору оптимального варіанту розв'язання основної задачі роботи	51
3.5 Розробка конструкції друкованої плати	54
3.5.1 Вибір типу друкованої плати	54

3.5.2	Вибір класу точності друкованої плати	55
3.5.3	Вибір матеріалу друкованої плати	55
3.5.4	Розрахунок діаметрів контактних площадок.....	56
3.5.5	Розрахунок ширини друкованих провідників	58
3.6	Розрахунок плати на вібростійкість.....	59
3.7	Розрахунок плати на завадостійкість.....	61
3.8	Моделювання схеми за допомогою програми Multisim 12	63
3.8.1	Аналіз по постійному струмові.....	63
3.8.2	Аналіз перехідних характеристик.....	64
3.8.3	Температурний аналіз.....	66
3.8.4	Параметричний аналіз	66
3.9	Аналіз конструкторсько-технологічних характеристик	67
3.10	Розробка технології складання пристрою	72
3.10.1	Технологічний процес виготовлення друкованої плати	73
3.10.2	Технологія монтажу елементів на друкованій платі.....	75
3.10.3	Технологія складання пристрою	77
4	ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	78
4.1	Розрахунок витрат на проведення НДР з дослідження характеристик та розробки кардіоімітатора	78
4.2	Розрахунок собівартості виготовлення імітатора сигналів для перевірки електрокардіографів	87
4.3	Розрахунок ціни реалізації імітатора сигналів для перевірки електрокардіографів.....	94
4.4	Розрахунок чистого прибутку для виробника від реалізації удосконаленого імітатора сигналів для перевірки електрокардіографів	95
4.5	Розрахунок терміну окупності витрат для виробника	96
5	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	98
5.1	Технічні рішення з виробничої санітарії та гігієни праці	98
5.1.1	Мікроклімат та склад повітря робочої зони	98
5.1.2	Виробниче освітлення	100
5.1.3	Виробничі віброакустичні коливання.....	102

5.1.4	Виробничі випромінювання	103
5.1.5	Розрахунок межі лазерно-небезпечної зони для дифузно відбитого випромінювання (точкове джерело)	104
5.2	Технічні рішення з безпеки при проведенні дослідження	105
5.2.1	Безпека щодо організації робочих місць	105
5.2.2	Електробезпека	106
5.3	Безпека у надзвичайних ситуаціях. Визначення області працездатності в умовах впливу загрозливих чинників надзвичайних ситуацій.....	106
5.4	Визначення області працездатності поляризаційної оптико-електронної системи в умовах дії іонізуючих випромінювань	108
5.5	Визначення області працездатності в умовах дії електромагнітного імпульсу	109
	ВИСНОВКИ	112
	ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ	114
	ДОДАТКИ	117

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ЕЕГ – електроенцефалограма

ЕКГ – електрокардіограма

ЕМГ – електроміограма

ММГ – механоміограма

ЕОГ – електроокулографія

МЕГ – магнетоенцефалограма

РЕА – радіоелектронна апаратура

КМОП – комплементарна структура метал-оксид-напівпровідник

ВСТУП

Актуальність теми. В даний час ми не можемо уявити ні один медичний заклад без приладів терапевтичного та діагностичного призначення. Але з часом медичні прилади зношуються та ламаються, тому майстрам сервісних центрів по ремонту та обслуговуванню потрібні прилади для імітації біосигналів. Дані прилади повинні бути портативними та переносними, щоб можна було обслуговувати медичну техніку безпосередньо в лікарнях, чи інших медичних закладах.

В залежності від типу біосигналу існує досить великий різновид приладів для імітації біосигналів. В рамках даної магістерської кваліфікаційної роботи буде розглядатись прилад для імітації біосигналів на прикладі ЕКГ сигналу.

В даній роботі було проведено дослідження та розроблено технічне рішення для імітації біосигналів.

Мета і задача. Покращення техніко-економічних параметрів приладу для імітації біосигналів є метою магістерської кваліфікаційної роботи.

Для виконання поставленої мети потрібно виконати такі завдання:

1. Провести аналіз принципу роботи приладів для імітації біосигналів;
2. Провести дослідження приладу для імітації біосигналів;
3. Провести необхідні розрахунки приладу для імітації біосигналів;
4. Розробити структурну та електричну принципову схеми до даного приладу;
5. Розробити оптимальну конструкцію приладу для імітації біосигналів.

Об'єктом дослідження магістерської кваліфікаційної роботи є процес імітації біосигналів.

Предметом дослідження є прилад для імітації біосигналів.

Методи дослідження. Проводячи дослідження, були застосовані такі методи:

- конструювання електричних приладів;
- економічного моніторингу;

- математичного моделювання;
- конструювання друкованих плат;
- вибору оптимального варіанту конструкції.

Наукова новизна. Проведені аналіз та огляд апаратних засобів для імітації біосигналів. Вдосконалений спосіб відображення індикації в системах генерації штучних біосигналів, зменшення габаритів та ваги в порівнянні з аналогами. Запропоновано конструкцію приладу для імітації біосигналів.

Практичне значення одержаних результатів. Результатом проведених досліджень був розроблений прилад для імітації біосигналів, що характеризується схемотехнічною простотою, зручністю в експлуатації, дешевизною, високою точністю та надійністю.

Достовірність теоретичних положень магістерської кваліфікаційної роботи строгістю постановки задач, коректним застосуванням алгоритмів та методів під час доведення наукових положень, строгим виведенням аналітичних співвідношень, порівнянням результатів, отриманих за допомогою розроблених у роботі методів, з відомими.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД БІОСИГНАЛІВ

1.1 Біосигнали

Біосигнал – це будь-який сигнал в біологічному об'єкті, який може весь час вимірюватись та перевірятись. Термін «біосигнал» часто використовується для позначення біоелектричного сигналу. Але він може відноситись також і до електричним та неелектричним сигналам. Звичайне розуміння повинно відноситись лише до змінюючим час сигналам, хоча зміни в просторі параметру, іноді включається в категорію також[1].

Електричні біосигнали чи біоелектричні сигнали часу, як правило стосуються зміни в електричному струмі, зробленому сумою електричної різниці потенціалів через спеціалізовану тканину, орган або клітинну систему як, наприклад, нервову систему.

Отже, серед найвідоміших біоелектричних сигналів виділяють[1]:

- електроенцефалограма (ЕЕГ);
- електрокардіограма (ЕКГ).
- електроміограма (ЕМГ);
- механоміограма (ММГ);
- електроокулограма (ЕОГ);
- магнітоенцефалограма (МЕГ)[1].

ЕЕГ, кардіограма, ЕОГ та ЕМГ виміряні з підсилювачем, що реєструє різницю між двома електродами, прикладеними до шкіри. Однак, МЕГ вимірює магнітне поле, викликане електричним струмом мозку[1].

Біосигнали також можуть відноситись до будь-якого неелектричного сигналу, який здатний до того, щоб бути перевіреним від біологічних об'єктів, такий як механічні сигнали (наприклад, механоміограма або ММГ), акустичні сигнали (наприклад, фонетична і нефонетична вимова, дихання), хімічні сигнали (наприклад, рНфактор, кисневе насичення) та оптичні сигнали (наприклад, рухи).[1]

В біологічному об'єкті можна виділити дві основні групи біосигналів по механізму утворення біосигналів [2]. До групи 1 можна віднести біосигнали, що утворені в організмі фізичних полів біологічного походження, до групи 2 відносяться біосигнали, що викликають зміни фізичних характеристик біологічної тканини, які протікають під впливом фізіологічних процесів[2].

Наявність в організмі порівняно низькочастотних електричних полів біологічного походження, викликаних електрохімічними і кінетичними процесами, що протікають в організмі та обумовлені біоелектричною активністю органів і тканин – відносяться до першої групи біосигналів[2].

Ці біосигнали, зазвичай, характеризують функціонування окремих органів і функціональних систем. В значній мірі низькочастотні електричні поля екрануються провідними тканинами біологічного об'єкта з неоднорідним розподілом електричної активності. Електричні поля являються причиною утворення на шкірі біоелектричних потенціалів, при цьому також можна виділити квазістатичний електричний потенціал, який є на певній ділянці поверхні, що змінюється одночасно зі зміною властивостей органу чи системи при його функціонуванні[30].

Постійним буде потенціал на шкірі щодо зони, взятої за основу, і змінним, що характеризує роботу органу або функціональної системи. Діапазон змінюваних біосигналів, які визначають функціонування органів і систем, лежить в смузі частот від 0,001 Гц до 10 Гц.

Реєстрація різниці потенціалів на шкірі людини відбувається за допомогою електродів і вони сягають 0,001 вольта. Ця різниця потенціалів в значній мірі залежить від типу та матеріалу електродів. Оцінка різниці змінних потенціалів в діапазоні від 1 мкВ до 10 мВ[30].

Змінні біосигнали, що характеризують функціонування серця, центральної нервової системи, опорно-рухового апарату, стан нервово-м'язової провідності, тощо мають найбільшу діагностичну важливість[2].

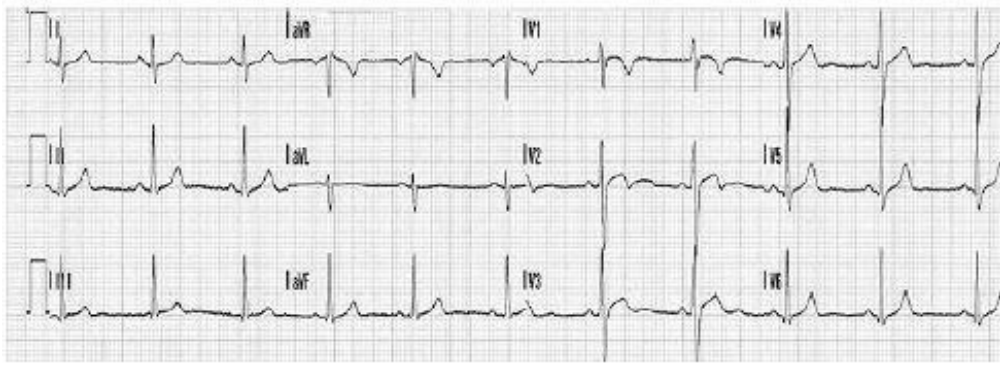


Рисунок 1.1 – Нормальний ЕКГ сигнал, що був зареєстрований у здорової людини

В даній магістерській роботі буде розглядатись прилад для імітації біосигналів на основі кардіосигналу. Отже, електрокардіографічний сигнал представляє собою зміну в часі електричного потенціалу визначених ділянок шкіри, що виникають під впливом біоелектричної активності серця. На рис.1.1 представлений фрагмент сигналу ЕКГ, який був зареєстрований у здорової людини в нормальних умовах. Діапазон змін ЕКГ сигналу сягає $0,3 \dots 3,0$ мВ, а його частотний діапазон лежить в межах $0,05 \dots 300$ Гц[2].

Реєстрація та обробка ЕКГ сигналу використовується в кардіологічній діагностиці для контурного, в тому числі і візуального аналізу сигналу на коротких записах, автоматизованого пошуку та ідентифікації аномальних ділянок сигналу при тривалому записі (системи холтеровського моніторингу), визначення показників варіабельності ритму серця. В системах клінічного дослідження електрокардіографічний сигнал використовується для відображення на екрані монітору з ціллю візуального спостереження сигналу в декількох відведеннях, діагностиці порушень ритму, для стеження за показниками варіабельності серцевого ритму, що відображають стан регуляторних процесів в організмі[10].

Прилад для імітації біосигналів – пристрій, що імітує, тобто створює сигнали, які ідентичні біосигналам живих організмів. В залежності від типу біосигналу даний прилад імітує таких біосигналів, наприклад ЕКГ сигнал.

1.2 Вимоги до приладу для імітації біосигналів

Широке застосування імітатори біосигналів знаходять в сервісних центрах по ремонту медичної техніки та апаратури. Прилад для імітації біосигналів, який буде описаний в даній кваліфікаційній магістерській роботі застосовується для перевірки, налаштування та ремонту кардіографів, моніторів Холтера та кардіоблоків реанімаційних моніторів та дефібриляторів.

Прилад може бути використаний для:

1. Перевірки амплітуди запису зі всіх відведень. Для цього на вибрану групу відведень подається П-подібний сигнал амплітудою 1мВ та частотою 1Гц (60 уд./хв.) чи 2 Гц (120 уд./хв).

2. Перевірки загальної функціональності електрокардіографів, а також для імітації патології при перевірці стрес-систем. Прилад формує кардіоподібний сигнал частотою 1 Гц (60 уд./хв) по всім відведенням одночасно.

Прилад для імітації біосигналів відноситься до наземного класу використання, група використання пересувна, а підгрупа – професійна.

Встановлення приладу для імітації біосигналів виконується в приміщенні та використовується в середовищі з помірним кліматом, тому кліматичне виконання У, тобто для районів з помірним кліматом, який відповідає середньорічному діапазону температури від - 45°С до + 40°С.

Прилад для імітації біосигналів в залежності від умов експлуатації відноситься до першої групи: апаратура, яка працює в жилих приміщеннях.

Прилад для імітації біосигналів працює від літій полімерного акумулятора 200 мА/год з робочою напругою 3,7 В.

Імітація частоти серцевих скорочень 1Гц (60 уд/хв.) та 2 Гц (120 уд/хв.)

Час повного заряджання акумулятора складає 2,5-3 години.

Час безперервної роботи приладу для імітації біосигналів до 48 годин, де час встановлення робочого режиму апарату з моменту включення не перевищує 4 с.

Режими виходу – сигнал на вибрану групу відведень чи сигнал одночасно по всім відведенням.

Частота сигналу стабілізується кварцовим резонатором.

Маса приладу не більше 360,5 гр.

Габаритні розміри апарата - не більше 133x80x44 мм.

Зовнішні поверхні апарату стійкі до дезінфекції 3% розчином перекису водню з додаванням 0, 5% миючого засобу типу «Лотос», «Астра» або 1% розчину хлораміну. Всі вимоги наведено в технічному завданні в додаткуА.

1.3 Електрокардіографія

Електрокардіографія (скорочено ЕКГ) — це метод графічної реєстрації електричних явищ, які виникають у серцевому м'язі під час його діяльності, з поверхні тіла. Криву, яка відображає електричну активність серця, називають електрокардіограмою (ЕКГ). Таким чином, ЕКГ — це запис коливань різниці потенціалів, які виникають у серці під час його збудження.

Електрокардіографія є одним з основних методів дослідження серця і діагностики захворювань серцево-судинної системи. ЕКГ є незамінним у діагностиці порушень ритму і провідності, гіпертрофій, ішемічної хвороби серця. Цей метод дає можливість з великою точністю говорити про локалізацію вогнищевих змін міокарда, їх розповсюдженість, глибину і час появи. ЕКГ дозволяє виявити дистрофічні й склеротичні процеси в міокарді, порушення електролітного обміну, що виникають під впливом різних токсичних речовин. ЕКГ широко використовують для функціонального дослідження серцево-судинної системи. Поєднання електрокардіографічного дослідження з функціональними пробами допомагає виявити приховану коронарну недостатність, перехідні порушення ритму, проводити диференційний діагноз між функціональними та органічними порушеннями роботи серця [5].

Традиційна система реєстрації ЕКГ має 12 відведень: 3 стандартних (I, II, III), три посилені однополосних відведення від кінцівок (aVR, aVL, aVF) і шість грудних однополосних відведень (V1-V6).

Така система ЕКГ-реєстрації може бути забезпечена 8-канальною біполярною реєстрацією з накладанням 4 електродів на кінцівки і 6 грудних електродів, які мають стандартне маркування:

- R – права рука;
- L – ліва рука;
- F – ліва нога (нейтраль);
- G – права нога (загальна земля для реєстру вальної апаратури. В

випадку двопровідної схеми побудови біопідсилювачів відведення від правої ноги не вимагаються);

- С_i – грудні електроди, $i = 1 \dots 6$.

Будь яка ЕКГ складається з декількох зубців, інтервалів та сегментів, які відображають процес розповсюдження хвилі збудження по серцю:

- Р-зубець – відображає збудження (деполяризацію) передсердя: в перші 0,02-0,03 секунди збуджується тільки праве передсердя (висхідне коліно зубця Р), в наступні 0,02-0,03 секунди – праве передсердя, міжпередсердна перегородка, ліве передсердя (вершина зубця Р), в останні 0,02-0,03 секунди – тільки ліве передсердя (низхідне коліно зубця Р). Загальна тривалість зубця Р складає 0,06-0,11 секунди. Зубець Р може бути додатнім, від'ємним, двофазним, ізоелектричним;

- RQ-сегмент – це час передсердно-шлуночкової провідності, що вимірюється від початку зубця Р до початку першої відповіді, і відповідає діастолі серця. Він складається з зубця Р та сегмента RQ, який розміщений на нульовій лінії і відображає поширення хвилі збудження по провідній системі. Нормальна тривалість інтервалу RQ – від 0,12 до 0,2 секунди і залежить від частоти серцевих скорочень;

б) за Вільсоном

- сегмент ST-відрізок від кінця комплексу QRS до початку зубця T вказує на те, що міокард шлуночків повністю охоплений збудженням. Сегмент ST у відведеннях від кінцівок зазвичай розміщений на ізоелектричній лінії. Допустиме зміщення ST донизу до 5 мкВ і догори до 10мкВ;

- T-зубець відповідає процесам припинення збудження шлуночків. Він може бути додатним, від'ємним і двофазним. За формою зубець T нагадує трикутник з пологим підйомом, закругленою вершиною та крутим спуском;

- сегмент QRST, що називається електричною систолою, вимірюється від початку зубця Q до кінця T. Тривалість цього інтервалу залежить від статі, віку та частоти серцевих скорочень;

- U-зубець. Інколи за зубцем T через 0,02 – 0,04 секунди після його закінчення йде зубець U – змінюваний і невеликий. Визначається здебільшого в відведеннях V2-V4.

Склад запису електрокардіосигналу (ЕКС):

- ЕКС записується тріадами (синхронно по 3 відведення). Довжина кожної тріади – не менше 6 секунд, для аналізу аритмії – не менше 18 секунд;

- вхідна частина системи повинна відповідати стандартам щодо електрокардіографії, в кожному каналі повинен бути один або декілька калібровочних імпульсів тривалістю не менше 100 мс;

- частота дескритезації при введенні в ЕОМ – не менше 250 Гц по кожному каналу ЕКС. Точність перетворення не менше 8 біт при постійному кроці квантування. Вага старшого розряду відповідає 2,5 мВ, приведенного до входу.

Логічна структура даних:

а) ідентифікатор пацієнта:

- прізвище – 20 символів;

- ім'я – 1 символ – 1 буква імені;

- по батькові – 1 символ – 1 буква по батькові;

- стать – 1 символ: 1- чол., 2 – жін.;
- резерв – 1 символ;
- дата народження – рік – 4 символи, місяць – 2 символи, день – 2 символи, якщо даних немає, ставимо 0;
- код змісту файлу показує, які дані пацієнта записані в даному файлі – 4 символи. Для ЕКС код 0200. Резерв 40 байт;
- б) додаткова інформація про пацієнта:
 - номер пацієнта або ЕКС – 5 символів;
 - дата реєстрації: рік – 2 символи, дві останні цифри року народження, місяць - 2 символи, день – 2 символи, година – 2 символи, хвилина – 2 символи;
 - пункт реєстрації;
 - зріст – 3 символи. Три цифри зросту в см.;
 - вага – 3 символи. Три цифри маси в кг;
 - конституція – 1 символ; нормостенічна – 1; астенична – 2; гіперстенічна – 3; даних немає – 0;
 - ступінь фізичного розвитку – 1 символ: висока – 1; низька – 2; нормальна – 3; даних немає – 0;
 - виражена деформація грудної клітини – 1 символ: є – 1; немає – 2; даних немає – 0;
 - наявність штучного водія ритму – 1 символ: є – 1; немає – 2; даних немає – 0;
 - м'язове тремтіння в момент реєстрації – 1 символ: є – 1; немає – 2; даних немає – 0;
 - медикаменти – 6 символів. Це код медикаментів, які використовують пацієнти;
 - АТ – 6 символів. 3 перших – систолічний тиск, 3 останніх – діастолічний тиск;
- Зміст даних файла - наявність зареєстрованих триад – 30 символів, кодується 2-ма символами.

До складу кожного відведення ЕКС входять:

- порядковий номер відведення – 2 символи;
- загальний час запису в секундах – 2 символи, наприклад 4 секунди дорівнюють 04;
- частота дискретизації, в Гц – 4 символи, наприклад 378 Гц = 0378;
- розрядність АЦП – 2 символи.

Дані про одного пацієнта що містяться в одному файлі, записуються записами змінної довжини.

Кожний запис складається з трьох полів: показчик загальної довжини запису в байтах – чотири байти, ідентифікатор запису – чотири байти, дані від 8 до 3530 байт.

Перший запис файла (ідентифікатор IDTP) включає ідентифікатор пацієнта і код змісту файла. Другий запис файла (ідентифікатор AIAP) включає додаткові дані про пацієнта. Третій запис файлу (ідентифікатор CNEL) включає інформацію про склад даних файлу. В подальших записах файлу розміщуються нормовані відліки ЕКС. При цьому кожне відведення починається з нового запису.

Ідентифікатор запису складається з:

- два перших символи – код тріади відведення ЕКС;
- наступні два символи – порядковий номер відведення в тріаді.

Далі йдуть записи:

- таблиці результатів вимірювань (ідентифікатор TMSR);
- комп'ютерного ЕКС висновку (ідентифікатор СОСО);
- лікарняного ЕКС висновку (ідентифікатор FICO);
- клінічного діагнозу (ідентифікатор CDSM).

В останні роки в медичній техніці чітко просліджується тенденція – доручити самому пацієнту виконання частини діагностичних процедур для того, щоб максимально звільнити час лікаря для спілкування з пацієнтом і відповідно для збільшення кількості хворих, обстежених ним протягом

робочого часу. Це висуває нові, достатньо складні вимоги до медичної техніки, які і повинні вирішувати фахівці БТМАС та інших медико-технічних та інженерних напрямків [5].

1.4 Обґрунтування та вибір аналогу

Вихідний сигнал генератора ЕКГ типу EMG-4594 є імітацією напруги роботи серця, отже з його допомогою може бути виконаний контроль працездатності електрокардіографа без навантаження пацієнта. Сталість вихідного сигналу приладу дозволяє порівняння якості запису різних електрокардіографів. За допомогою калібрувальної напруги може перевірятися точність калібруючого ланцюга, що вбудований в електрокардіограф.

Живлення приладу від батареї забезпечує зручність обслуговування і дозволяє незалежно від мережі випробування батарейних переносних електрокардіографів.

Таким чином, прилад "генератор сигналів ЕКГ типу EMG-4594" є корисним помічником для лікарів-фахівців з ЕКГ і фахівців ремонтнообслуговуючих станцій.



Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд генератора сигналів ЕКГ типу EMG-4594

Основні його технічні параметри занесено до таблиці 1.1

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики «Кардіоімітатора типу EMG-4594»

Технічні характеристики	Величина параметру
Вихідний сигнал:	узагальнений сигнал ЕКГ з зубцями Р, Q, R., S, Т
Частота:	1 Гц + - 15%
Амплітуда:	2 мВ від піку до піку + - 30%
Вихідний опір:	1 кОм + - 20%
Калібрувальний сигнал:	1 мВ ± 5%
Напруга живлення:	9 В - 20%
Струм:	10 мА
Живлення: від сухої батареї	
Габаритні розміри:	110 x 65 x 32 мм
Вага:	210 г
Робочі кліматичні дані	
Температура:	+ 5 °С ... + 40 °С
Відносна вологість:	не більше 85%

Таблиця 1.2 – Основні техніко-економічні показники аналогу та приладу, що проектується.

Показники (параметри)	Одиниця виміру	Аналог	Нова розробка	Відношення параметрів нової розробки до параметрів аналога
Напруга живлення	В	9	3,3	2,72
Маса	кг	0,21	0,29	0,72
Габаритні розміри	мм	110 x 65 x 32	139 x 91,5 x 50	0,79
Потужність	Вт	0,09	0,1	0,9
Амплітуда	мВ	2	1	2
Частота	Гц	1	1 або 2	2

Таким чином, метою даної роботи є розробка імітатора сигналів для перевірки ЕК. Функціональний генератор розроблений на мікросхемі (логічний елемент АБО-НІ). Для живлення імітатора вдосконалена схема стабілізатора

напруги і вузла контролю напруги батареї, розробленого на операційному підсилювачі.

1.5 Технічні вимоги до кардіоімітаторів

Дана продукція, що розробляється матиме значний попит як і в Україні так і за кордоном, оскільки буде більш надійною, матиме універсальну елементну базу, недорогу схемотехніку, і разом з тим високу ефективність, а також не вимагатиме спеціальних навиків роботи з технічною апаратурою і документацією.

Розробка технічних вимог до проектованого пристрою

Оскільки призначення приладу – це генерація еталонних імпульсів для перевірки електрокардіографа, то клас апаратури обираємо «носима», виконання для помірного клімату, використання в приміщенні (група РЕА - № 1)

Вимоги до стійкості РЕА при дії механічних та кліматичних факторів

Пристрій може експлуатуватися в приміщеннях в районах з помірним кліматом (виконання У – для районів яким відповідає середньорічний діапазон граничних температур від - 35°С до +35°С).

Норми кліматичних та механічних впливів, що відповідають першій групі, до яких відноситься пристрій, приведені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Норми кліматичних та механічних впливів.

Вид впливу	Норма впливу
Вібрації при роботі: - частота вібрацій, Гц - амплітуда прискорення, g	10-770 1-4
Теплостійкість: - робоча температура, °С - гранична температура, °С	+50 +60
Холодостійкість: - робоча температура, °С - гранична температура, °С	-10 -50
Вологостійкість: - вологість, % - температура, °С	93 40

Вимоги до надійності РЕА

Ці вимоги включають забезпечення:

1) вірогідності безвідмовної роботи (вірогідність того, що в заданому інтервалі часу при заданих режимах і умовах роботи в апаратурі не станеться жодної відмови). Для нашого виробу : 50000 год.

2) напрацювання на відмову (середню тривалість роботи апаратури між відказами). Для нашого приладу 10000 год.

3) середні часи відновлення працездатності (визначає середній час на виявлення і усунення однієї відмови. Ця характеристика надійності є також важливим експлуатаційним параметром). Для нашого приладу 5 год.

4) довговічність (тривалість його праці до повного зносу з необхідними перервами для технічного обслуговування і ремонту. Під повним зносом при цьому розуміють стан апаратури, що не дозволяє її подальшу експлуатацію). Для нашого приладу 100000 год.

Вимоги до ергономіки та естетики

Даний пристрій розміщений в корпусі білого кольору, який виготовлений з ABS пластику, має розміри 139 x 91,5 x 50 мм та клас горючості UL94V-0.

На передній панелі корпусу розміщені роз'єми для підключення кабелів від електродів та індикації, а також елементи керування – кнопки та перемикачі з пояснюючими назвами, на боковій панелі – роз'єм джерела живлення.

Вимоги до технологічності та уніфікації

Пристрій – генератор еталонних кардіосигналів структурно реалізовано у вигляді одного модуля та супутніх компонентів:

- Плата генератора кардіосигналуз індикацією;
- Роз'єми живлення та каналів ЕКГ;
- Кнопки керування.

Модульна реалізація пристрою забезпечує підвищення рівня технологічності, що в свою чергу збільшує надійність роботи пристрою та забезпечує підвищення ремонтпридатності.

Серед електричних компонентів використовуються індикатори (світлодіоди), який розміщений на друкованій платі, що дещо збільшує її площу, але при цьому суттєво зменшує кількість операцій складання приладу.

Основні технічні показники:

– напруга живлення, В	5
– споживана потужність, Вт, не більше	0,1
– напруга акумуляторної батареї, В	3,7
– струм заряджання, мА.....	50..750
– струм споживання без навантаження, не більше, мА	10

1.6 Оцінювання комерційного потенціалу розробки

Метою проведення технологічного аудиту є оцінювання комерційного потенціалу розробки (результатів НДДКР), створеної в результаті науково-технічної діяльності. В результаті оцінювання робиться висновок щодо напрямів (особливостей) організації подальшого її впровадження з врахуванням встановленого рейтингу.

Проведемо оцінювання комерційного потенціалу для удосконаленого імітатора сигналів для перевірки електрокардіографів. Функціональний генератор розроблений на мікросхемі (логічний елемент АБО-НІ). Для живлення імітатора вдосконалена схема стабілізатора напруги і вузла контролю напруги батареї, розробленого на операційному підсилювачі.

Дана продукція, що розробляється матиме значний попит як і в Україні так і за кордоном, оскільки буде більш надійною, матиме універсальну елементну базу, недорогу схемотехніку, і разом з тим високу ефективність, а також не вимагатиме спеціальних навиків роботи з технічною апаратурою і документацією.

Рекомендується здійснювати оцінювання комерційного потенціалу розробки за 12-ма критеріями, наведеними у відповідній літературі [2]:

Оцінювання комерційного потенціалу розробки проведемо з застосуванням експертного методу, провівши опитування відповідних експертів стосовно ставлення їх до нової розробки у відповідності з розглянутими критеріями.

Результати оцінювання комерційного потенціалу розробки зведемо до таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 - Результати оцінювання комерційного потенціалу розробки

Критерії	Експерт		
	А	В	С
	Бали, виставлені експертами:		
1	2	3	2
2	3	2	3
3	1	2	2
4	3	3	3
5	3	3	2
6	3	3	3
7	2	2	2
8	2	2	3
9	3	4	3
10	2	3	3
11	4	3	2
12	3	1	3
Сума балів	31	31	31
Середньоарифметична сума балів СБ	31		

За даними таблиці 1.4 зробимо висновок щодо рівня комерційного потенціалу розробки. При цьому доцільно користуватися рекомендаціями, наведеними в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 - Рівні комерційного потенціалу розробки [2]

Середньоарифметична сума балів СБ , розрахована на основі висновків експертів	Рівень комерційного потенціалу розробки
0 - 10	Низький
11 - 20	Ниже середнього
21 - 30	Середній
31 - 40	Вище середнього
41 - 48	Високий

Згідно проведених досліджень рівень комерційного потенціалу розробки становить 31 бал, що, згідно таблиці 1.5, свідчить про комерційну важливість проведення даних досліджень (рівень комерційного потенціалу розробки вище середнього).

1.7 Розрахунок узагальненого коефіцієнта якості

В процесі дослідження розробки для удосконаленого імітатора сигналів для перевірки електрокардіографів виникла ситуація, що аналог та запропоноване рішення мають різні значення декількох основних технічних показників, які по-різному впливають на загальну якість розробки, тому необхідно розрахувати узагальнений коефіцієнт якості для інноваційного рішення [2].

Для аналога умовно приймемо, що його узагальнений коефіцієнт якості $V_a=1$.

Узагальнений коефіцієнт якості (V_n) для нового технічного рішення розрахуємо за формулою [2]:

$$V_n = \sum_{i=1}^k \alpha_i \cdot \beta_i, \quad (1.1)$$

де k – кількість найбільш важливих технічних показників, які впливають на якість нового технічного рішення;

α_i – коефіцієнт, який враховує питому вагу i -го технічного показника в загальній якості розробки. Коефіцієнт α_i визначається експертним

шляхом і при цьому має виконуватись умова $\sum_{i=1}^k \alpha_i = 1$;

β_i – відносне значення i -го технічного показника якості нової розробки.

Відносні значення β_i для різних випадків розраховують за такими формулами:

- для показників, зростання яких вказує на підвищення в лінійній залежності якості нової розробки:

$$\beta_i = \frac{I_{ni}}{I_{ai}}, \quad (1.2)$$

де I_{ni} та I_{na} – чисельні значення конкретного i -го технічного показника якості відповідно для нової розробки та аналога;

- для показників, зростання яких вказує на погіршення в лінійній залежності якості нової розробки:

$$\beta_i = \frac{I_{ai}}{I_{ni}}; \quad (1.3)$$

Використовуючи наведені залежності можемо проаналізувати та порівняти техніко-економічні характеристики аналогу та майбутньої розробки на основі отриманих наявних та проектних показників, а результати порівняння зведемо до таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Порівняння основних параметрів пристрою що проектується та аналога.

Показники (параметри)	Одиниця вимірювання	Аналог	Проектований пристрій	Відношення параметрів нової розробки до аналога	Питома вага показника
Напруга живлення	В	9	3,3	2,72	0,4
Маса	кг	0,21	0,29	0,72	0,05
Габаритні розміри	мм	110 х 65 х 32	139 х 91,5 х 50	0,79	0,05
Потужність	Вт	0,09	0,1	0,9	0,4
Амплітуда	мВ	2	1	2	0,1

Узагальнений коефіцієнт якості (B_n) для нового технічного рішення удосконаленого імітатора сигналів для перевірки електрокардіографів складе:

$$B_n = \sum_{i=1}^k \alpha_i \cdot \beta_i = 2,72 \cdot 0,4 + 0,72 \cdot 0,05 + 0,79 \cdot 0,05 + 0,9 \cdot 0,4 + 2 \cdot 0,1 = 1,44 .$$

Отже за технічними параметрами, згідно узагальненого коефіцієнту якості розробки, удосконалений імітатор сигналів для повірки електрокардіографів переважає існуючі аналоги приблизно в 1,44 рази.

Висновки

Згідно проведених досліджень рівень комерційного потенціалу розробки становить 31 бал, що свідчить про комерційну важливість проведення даних досліджень (рівень комерційного потенціалу розробки вище середнього). При оцінюванні за технічними параметрами, згідно узагальненого коефіцієнту якості розробки, удосконалений імітатор сигналів для повірки електрокардіографів переважає існуючі аналоги приблизно в 1,44 рази. Отже можна зробити висновок про доцільність проведення НДДКР з розробки імітатора сигналів для повірки електрокардіографів.

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Розрахунок витрат на проведення НДР з дослідження характеристик та розробки кардіоімітатора

В даному розділі будуть проведені більш детальні розрахунки витрат на проведення НДР з дослідження характеристик та розробки імітатора сигналів для перевірки електрокардіографів.

Для економічного розрахунку проведення НДР потрібно скласти кошторис витрат, який передбачає розрахунок визначених основних статей витрат [2].

Основна заробітна плата дослідників та розробників, яка розраховується за формулою [2]:

$$Z_o = \frac{M}{T_p} \cdot t, \quad (4.1)$$

де M – місячний посадовий оклад конкретного розробника (дослідника), грн.;

T_p – число робочих днів в місяці, 21 дн;

t – число днів роботи розробника (дослідника).

Проведені розрахунки зводимо до таблиці.

Таблиця 4.1– Основна заробітна плата розробників

Найменування посади	Місячний посадовий оклад, грн.	Оплата за робочий день, грн.	Число днів роботи	Витрати на заробітну плату, грн.
1. Керівник проекту	10420,00	496,19	32	15878,10
2. Ст. науковий співробітник	9650,00	459,52	20	9190,48
3. Інженер-метролог	8460,00	402,86	15	6042,86
4. Аналітик	8460,00	402,86	5	2014,29
5. Інженер-радіотехнік 1 кат.	8460,00	402,86	20	8057,14
6. Технік I-ї категорії	5200,00	247,62	32	7923,81
Разом прибл.				49106,67

Витрати на основну заробітну плату робітників (Z_p), що здійснюють виготовлення імітатора сигналів для перевірки електрокардіографів, формування схеми, складання та попереднє налагодження, розраховуються на основі норм часу, які необхідні для виконання даної роботи, за формулою:

$$Z_p = \sum_1^n t_i \cdot C_i \cdot K_c, \quad (4.2)$$

де t_i — норма часу (трудомісткість) на виконання конкретної роботи, годин;

n — число робіт по видах та розрядах;

K_c — коефіцієнт співвідношень, який установлений в даний час Генеральною тарифною угодою між Урядом України і профспілками, $K_c = 1,25$;

C_i — погодинна тарифна ставка робітника відповідного розряду, який виконує відповідну роботу, грн./год.

C_i визначається за формулою:

$$C_i = \frac{M_m \cdot K_i}{T_p \cdot T_{zm}}, \quad (4.3)$$

де, M_m - мінімальна місячна оплата праці, грн., $M_m = 4173,00$ грн.;

K_i — тарифний коефіцієнт робітника відповідного розряду;

T_p — число робочих днів в місяці, $T_p = 21$ дн.;

T_{zm} — тривалість зміни, $T_{zm} = 8$ годин.

Проведені розрахунки заносимо до таблиці.

Таблиця 4.2 – Витрати на основну заробітну плату робітників

Найменування робіт	Трудоміст-кість, нормо-годин	Розряд роботи	Тарифний коефіцієнт	Погодинна тарифна ставка, грн.	Величина оплати, грн.
1. Монтаж макетної схеми	8	5	1,7	42,23	422,27
2. Наладка	2	6	2	49,68	124,20
3. Випробування схеми	10	5	1,7	42,23	527,83
4. Виготовлення друкованої плати	2	6	2	49,68	124,20
5. Виготовлення корпусу	4,5	5	1,7	42,23	237,53
6. Монтаж плати	0,5	6	2	49,68	31,05
7. Монтаж блоку живлення	1	5	1,7	42,23	52,78
8. Монтаж блоку управління	2	5	1,7	42,23	105,57
9. Складання пристрою	1,2	6	2	49,68	74,52
10. Наладка пристрою	1	7	2,2	54,65	68,31
11. Регулювання компонентів пристрою	0,8	7	2,2	54,65	54,65
12. Випробування пристрою	0,5	6	2	49,68	31,05
13. Регулювання пристрою (остаточне)	0,2	7	2,2	54,65	13,66
Разом прибл.					1867,60

Додаткова заробітна плата розробників та робітників, які приймали участь в розробці імітатора сигналів для перевірки електрокардіографів.

Розраховується як 10 % від основної заробітної плати розробників та робітників:

$$Z_d = Z_o \cdot 10 / 100\% \quad (4.4)$$

$$Z_d = (49106,67 + 1867,60) \cdot 10 / 100 \% = 5097,43 \text{ (грн.)}$$

Нарахування на заробітну плату розробників та робітників.

Згідно діючого законодавства нарахування на заробітну плату складають 22% від суми основної та додаткової заробітної плати.

$$H_z = (Z_o + Z_d) \cdot 22 / 100\% \quad (4.5)$$

$$H_z = (49106,67 + 1867,60 + 5097,43) \cdot 22 / 100\% = 12335,77 \text{ (грн.)}$$

Витрати на матеріали, що були використані на розробку блоків та вузлів, ведення НДДКР, розраховуються по кожному виду матеріалів за формулою:

$$M = \sum_1^n H_i \cdot C_i \cdot K_i, \quad (4.6)$$

де, - H_i - витрати матеріалу i -го найменування, кг;

C_i - вартість матеріалу i -го найменування, грн./кг.;

K_i - коефіцієнт транспортних витрат, $K_i = 1,1$;

n - кількість видів матеріалів,

Проведені розрахунки зводимо до таблиці.

Таблиця 4.3– Витрати на основні матеріали

Найменування матеріалу, марка, тип, сорт	Одиниця виміру	Ціна за одиницю, грн.	Витрачено кг	Вартість витраченого матеріалу, грн.
Папір канцелярський	уп.	92,00	1,0	92,00
Компакт-диски	шт.	10,10	5,0	50,50
Канцелярські товари	компл.	136,00	4,0	544,00

Продовження таблиці 4.3

Офісне начиння	комплект	194,00	2,0	388,00
Тонер для принтера	кг	5998,00	0,02	119,96
Припій ПОС-61	Кг	256,00	0,0200	5,12
Сплав Rose	Кг	165,00	0,0500	8,25
Лак УР-231	Кг	89,00	0,0500	4,45
Склотекстоліт	Кг	126,00	0,0800	10,08
Кутник алюмінієвий 12А	Кг	76,00	0,0500	3,80
Провід монтажний	м	1,25	5,0000	6,25
Нитка шовкова	м	0,08	3,0000	0,24
Спирт технічний	Кг	53,00	0,2500	13,25
Полікор	Кг	32,00	0,1000	3,20
Клей	Кг	114,00	0,0100	1,14
Залізо хлорне	Кг	35,00	0,0200	0,70
Полістирол	Кг	65,00	0,2000	13,00
Термопластик	Кг	98,00	0,0010	0,10
Всього				1264,04

Вартість основних матеріалів з урахуванням транспортних витрат складає

$$M = 1264,04 \cdot 1,1 = 1390,44 \text{ (грн.)}$$

Витрати на комплектуючі, що були використані на розробку імітатора сигналів для перевірки електрокардіографів, розраховуються за формулою:

$$H = \sum_{i=1}^n H_i \cdot C_i \cdot K_i, \quad (4.7)$$

де: H_i — кількість комплектуючих i -го виду, шт.;

C_i — покупна ціна комплектуючих i -го виду, грн.;

K_i - коефіцієнт транспортних витрат, $K_i = 1,1$;

n - кількість видів матеріалів.

Проведені розрахунки зводимо до таблиці.

Таблиця 4.4 – Витрати на комплектуючі

Найменування комплектуючих	Кількість, шт.	Ціна за штуку, грн.	Сума, грн.
Відсік акумуляторний 3хАА	1	2,69	2,69
Діоди			
1N4148	1	3,61	3,61
LM385-2.5	1	4,28	4,28
АЛ307Ж аА0.336.076 ТУ	1	3,19	3,19
АЛ307К аА0.336.076 ТУ	2	3,19	6,38
КС170А Х3.369.001 ТУ	1	6,05	6,05
Конденсатори			
К10-17-Н90 ОЖ0.460.172 ТУ	1	0,63	0,63
К10-17-Н90-10пФ±10%	1	0,63	0,63
К10-17-Н90-39пФ±10%	1	0,63	0,63
К10-17-Н90-1нФ±10%	1	0,63	0,63
К10-17-Н90-0,22мкФ±10%	1	0,63	0,63
К10-17-Н90-0,47мкФ±10%	1	0,63	0,63
К50-35 ОЖ0.464.214 ТУ		1,05	1,05
К50-35-16В-10мкФ±10%	3	1,05	3,15
Резонатор кварцевий			
РК-100-32,768 кГц	1	13,10	13,10
Мікросхеми			
4022	1	18,90	18,90
4060	1	20,83	20,83
МСР7383	1	14,20	14,20
ТС1015	1	15,12	15,12
Резистори			

Продовження таблиці 4.4

C2-23 ОЖ0.467.180 ТУ	1	0,97	0,97
C2-23-0,125-22Ом±10%	1	0,97	0,97
C2-23-0,125-100Ом±10%	2	0,97	1,93
C2-23-0,125-240Ом±10%	1	0,97	0,97
C2-23-0,125-300Ом±10%	1	0,97	0,97
C2-23-0,125-330Ом±10%	1	0,97	0,97
C2-23-0,125-4,7кОм±10%	10	0,97	9,66
C2-23-0,125-6,8кОм±10%	1	0,97	0,97
C2-23-0,125-8,2Ом±10%	1	0,97	0,97
C2-23-0,125-12кОм±10%	1	0,97	0,97
C2-23-0,125-22кОм±10%	1	0,97	0,97
C2-23-0,125-100кОм±10%	3	0,97	2,90
C2-23-0,125-330кОм±10%	1	0,97	0,97
C2-23-0,125-470кОм±10%	2	0,97	1,93
C2-23-0,125-510кОм±10%	1	0,97	0,97
C2-23-0,125-1МОм±10%	1	0,97	0,97
C2-23-0,125-15МОм±10%	1	0,97	0,97
СПЗ-38а ОЖ0.468.404 ТУ	1	1,76	1,76
СПЗ-38а-200кОм	2	1,76	3,53
Транзистори		0,00	0,00
КТ3102Е аАО.336.065 ТУ	1	12,18	12,18
КТ3107 аАО.336.090 ТУ	1	10,75	10,75
Роз'єми		0,00	0,00
2pin	2	1,26	2,52
3pin	2	1,34	2,69
10pin	1	5,21	5,21
15pin	1	6,80	6,80
Разом прибіл.			189,00

Витрати на комплектуючі з урахуванням транспортних витрат складають:

$$H = 189,00 \cdot 1,1 = 207,90 \text{ (грн.)}$$

Амортизація обладнання, яке використовувалось для проведення розробки та дослідження імітатора сигналів для повірки електрокардіографів

В спрощеному вигляді амортизаційні відрахування по кожному виду обладнання можуть бути розраховані за формулою:

$$A = \frac{Ц}{T_B} \cdot \frac{T}{12} \quad (4.8)$$

де Ц – балансова вартість даного виду обладнання (приміщень), грн.;

T_B – термін корисного використання, років;

T – термін використання обладнання (приміщень), цілі місяці.

Проведені розрахунки амортизаційних відрахувань заносимо в таблицю

Таблиця 4.5- Величина амортизаційних відрахувань

Найменування обладнання	Балансова вартість, грн	Строк експлуатації	Термін використання обладнання, міс.	Величина амортизаційних відрахувань, грн
Обчислювальний комплекс та комп'ютеризована система проектування	13500,00	4	2	562,50
Вимірювальний комплекс метрологічної системи	18250,00	5	2	608,33
Генератори сигналів	6250,00	5	2	208,33
Осцилограф	3648,00	5	2	121,60
Частотомір	1780,00	5	2	59,33
Всього				2397,35

Витрати на оренду приміщень

Витрати на оренду приміщення O_p розраховується за формулою:

$$O_p = c \cdot S_B \quad (\text{грн.}),$$

де: c – вартість 1 кв. метра орендованої площі, 350,00 грн./кв.м,

S_B – виробнича площа, яка необхідна для проведення розробки виробу, $S_B = 50,0$ кв. м.

Тоді орендна плата складе $350 \cdot 50 \cdot 2 = 35000$ грн. за 2 місяці.

Витрати на силову електроенергію на розробку та виготовлення дослідного зразка імітатора сигналів для перевірки електрокардіографів, розраховуються за формулою:

$$V_e = B \cdot P \cdot \Phi \cdot K_n, \quad (4.9)$$

де, B — вартість 1 кВт-години електроенергії, $B = 2,21$ грн./кВт –година;

P — встановлена потужність обладнання, кВт.;

Φ — фактична кількість годин роботи обладнання, годин. ;

K_n — коефіцієнт використання потужності.

Всі проведені розрахунки зведемо до таблиці

Найменування обладнання	Кількість годин роботи обладнання, год.	Встановлена потужність, кВт	Коефіцієнт використання потужності	Величина оплати
Обчислювальний центр та комп'ютеризована система проектування	$32 \cdot 8 = 256$	1	1	565,76
Генератори сигналів	0,5	0,5	0,95	0,52
Осцилограф	1	0,5	0,95	1,05
Частотомір	0,1	0,56	1	0,12
Паяльна станція	1	0,05	1	0,11
Всього				627,60

Інші витрати.

Інші витрати охоплюють: загальновиробничі витрати, адміністративні витрати, витрати на збут тощо. Інші витрати доцільно приймати як 200...300% від суми основної заробітної плати розробників та робітників.

Величина інших витрат складе:

$$I = (49106,67 + 1867,60) * 200 / 100 = 101948,54 \text{ (грн.)}$$

Загальні витрати на проведення розробки конструкції.

Сума всіх попередніх статей витрат дає загальні витрати на проведення розробки імітатора сигналів для перевірки електрокардіографів:

$$B = 49106,67 + 1867,60 + 5097,43 + 12335,77 + 1390,44 + 207,90 + 2397,35 + 627,60 + 101948,54 + 35000,00 = 209979,30 \text{ (грн.)}$$

4.2 Розрахунок собівартості виготовлення імітатора сигналів для перевірки електрокардіографів

Витрати на матеріали, що були використані на розробку вузлів, розраховуються по кожному виду матеріалів за формулою:

$$M = \sum_1^n H_i \cdot C_i \cdot K_i, \quad (4.10)$$

де, - H_i - витрати матеріалу i -го найменування, кг;

C_i - вартість матеріалу i -го найменування, грн./кг.;

K_i - коефіцієнт транспортних витрат, $K_i = 1,1$;

n - кількість видів матеріалів,

Проведені розрахунки зводимо до таблиці.

Таблиця 4.6– Витрати на основні матеріали

Найменування матеріалу, марка, тип, сорт	Одиниця виміру	Ціна за одиницю, грн.	Витрачено кг	Вартість витраченого матеріалу, грн.
Припій ПОС-61	Кг	256,00	0,0200	5,12
Сплав Rose	Кг	165,00	0,0500	8,25
Лак УР-231	Кг	89,00	0,0500	4,45
Склотекстоліт	Кг	126,00	0,0800	10,08
Кутник алюмінієвий 12А	Кг	76,00	0,0500	3,80
Провід монтажний	м	1,25	5,0000	6,25
Нитка шовкова	м	0,08	3,0000	0,24
Спирт технічний	Кг	53,00	0,2500	13,25
Полікор	Кг	32,00	0,1000	3,20
Клей	Кг	114,00	0,0100	1,14
Залізо хлорне	Кг	35,00	0,0200	0,70
Полістирол	Кг	65,00	0,2000	13,00
Термопластик	Кг	98,00	0,0010	0,10
Всього				69,58

Вартість основних матеріалів з урахуванням транспортних витрат складає

$$M = 69,58 \cdot 1,1 = 76,54 \text{ (грн.)}$$

Витрати на комплектуючі, що були використані на розробку імітатора сигналів для перевірки електрокардіографів, розраховуються за формулою:

$$H = \sum_{i=1}^n H_i \cdot C_i \cdot K_i, \quad (4.11)$$

де: H_i — кількість комплектуючих i -го виду, шт.;

C_i — покупна ціна комплектуючих i -го виду, грн.;

K_i - коефіцієнт транспортних витрат, $K_i = 1,1$;

n - кількість видів матеріалів.

Проведені розрахунки зводимо до таблиці.

Таблиця 4.7 – Витрати на комплектуючі

Найменування комплектуючих	Кількість, шт.	Ціна за штуку, грн.	Сума, грн.
Відсік акумуляторний 3хАА	1	2,69	2,69
Діоди			
1N4148	1	3,61	3,61
LM385-2.5	1	4,28	4,28
АЛ307Ж аА0.336.076 ТУ	1	3,19	3,19
АЛ307К аА0.336.076 ТУ	2	3,19	6,38
КС170А Х3.369.001 ТУ	1	6,05	6,05
Конденсатори			
К10-17-Н90 ОЖ0.460.172 ТУ	1	0,63	0,63
К10-17-Н90-10пФ±10%	1	0,63	0,63
К10-17-Н90-39пФ±10%	1	0,63	0,63
К10-17-Н90-1нФ±10%	1	0,63	0,63
К10-17-Н90-0,22мкФ±10%	1	0,63	0,63
К10-17-Н90-0,47мкФ±10%	1	0,63	0,63
К50-35 ОЖ0.464.214 ТУ		1,05	1,05
К50-35-16В-10мкФ±10%	3	1,05	3,15
Резонатор кварцевий			
РК-100-32,768 кГц	1	13,10	13,10
Мікросхеми			
4022	1	18,90	18,90
4060	1	20,83	20,83
МСР7383	1	14,20	14,20
ТС1015	1	15,12	15,12

Продовження таблиці 4.7

Резистори			
C2-23 ОЖ0.467.180 ТУ	1	0,97	0,97
C2-23-0,125-22Ом±10%	1	0,97	0,97
C2-23-0,125-240Ом±10%	1	0,97	0,97
C2-23-0,125-300Ом±10%	1	0,97	0,97
C2-23-0,125-330Ом±10%	1	0,97	0,97
C2-23-0,125-4,7кОм±10%	10	0,97	9,66
C2-23-0,125-6,8кОм±10%	1	0,97	0,97
C2-23-0,125-8,2Ом±10%	1	0,97	0,97
C2-23-0,125-12кОм±10%	1	0,97	0,97
C2-23-0,125-22кОм±10%	1	0,97	0,97
C2-23-0,125-100кОм±10%	3	0,97	2,90
C2-23-0,125-330кОм±10%	1	0,97	0,97
C2-23-0,125-470кОм±10%	2	0,97	1,93
C2-23-0,125-510кОм±10%	1	0,97	0,97
C2-23-0,125-1МОм±10%	1	0,97	0,97
C2-23-0,125-15МОм±10%	1	0,97	0,97
СПЗ-38а ОЖ0.468.404 ТУ	1	1,76	1,76
СПЗ-38а-200кОм	2	1,76	3,53
Транзистори		0,00	0,00
КТ3102Е аАО.336.065 ТУ	1	12,18	12,18
КТ3107 аАО.336.090 ТУ	1	10,75	10,75
Роз'єми		0,00	0,00
2pin	2	1,26	2,52
3pin	2	1,34	2,69
10pin	1	5,21	5,21
15pin	1	6,80	6,80
Разом прибіл.			189,00

Витрати на комплектуючі з урахуванням транспортних витрат складають:

$$H = 189,00 \cdot 1,1 = 207,90 \text{ (грн.)}$$

Витрати на основну заробітну плату робітників (Z_p), що здійснюють виготовлення на основі норм часу, які необхідні для виконання даної роботи, за формулою:

$$Z_p = \sum_1^n t_i \cdot C_i \cdot K_c, \quad (4.12)$$

де t_i — норма часу (трудомісткість) на виконання конкретної роботи, годин;

n — число робіт по видах та розрядах;

K_c — коефіцієнт співвідношень, який установлений в даний час Генеральною тарифною угодою між Урядом України і профспілками, $K_c = 1,25$;

C_i — погодинна тарифна ставка робітника відповідного розряду, який виконує відповідну роботу, грн./год.

C_i визначається за формулою:

$$C_i = \frac{M_m \cdot K_i}{T_p \cdot T_{zm}}, \quad (4.13)$$

де, M_m - мінімальна місячна оплата праці, грн., $M_m = 4173,00$ грн.;

K_i — тарифний коефіцієнт робітника відповідного розряду;

T_p — число робочих днів в місяці, $T_p = 21$ дн.;

T_{zm} — тривалість зміни, $T_{zm} = 8$ годин.

Проведені розрахунки заносимо до таблиці.

Таблиця 4.8 – Витрати на основну заробітну плату робітників

Найменування робіт	Трудоміст-кість, нормо-годин	Розряд роботи	Тарифний коефіцієнт	Погодинна тарифна ставка, грн.	Величина оплати, грн.
1. Виготовлення друкованої плати	0,234	6	2	49,68	14,53
2. Виготовлення корпусу	0,3588	5	1,7	42,23	18,94
3. Монтаж плати	0,1404	6	2	49,68	8,72
4. Монтаж блоку живлення	0,1716	5	1,7	42,23	9,06
5. Монтаж блоку управління	0,2418	5	1,7	42,23	12,76
6. Складання пристрою	0,3978	6	2	49,68	24,70
7. Наладка пристрою	0,2028	7	2,2	54,65	13,85
8. Регулювання компонентів пристрою	0,0858	7	2,2	54,65	5,86
9. Випробування пристрою	0,1872	6	2	49,68	11,62
10. Регулювання пристрою (остаточне)	0,1014	7	2,2	54,65	6,93
Разом прибіл.					126,98

Додаткова заробітна плата робітників, які приймали участь в виготовленні імітатора сигналів для перевірки електрокардіографів.

Розраховується як 10 % від основної заробітної плати розробників та робітників:

$$Z_{\partial} = Z_o \cdot 10 / 100\% \quad (4.14)$$

$$Z_{\partial} = 126,98 \cdot 10 / 100 \% = 12,70 \text{ (грн.)}$$

Нарахування на заробітну плату робітників що виготовляли дослідний зразок імітатора сигналів.

Згідно діючого законодавства нарахування на заробітну плату складають 22% від суми основної та додаткової заробітної плати.

$$H_3 = (Z_o + Z_d) \cdot 22 / 100\% \quad (4.15)$$

$$H_3 = (126,98 + 12,70) \cdot 22 / 100\% = 30,73 \text{ (грн.)}$$

Витрати на силову електроенергію на виготовлення імітатора сигналів для перевірки електрокардіографів, розраховуються за формулою:

$$V_e = V \cdot П \cdot \Phi \cdot K_n, \quad (4.16)$$

де, V — вартість 1 кВт-години електроенергії, $V = 2,21$ грн./кВт –година;

$П$ — встановлена потужність обладнання, кВт.;

Φ — фактична кількість годин роботи обладнання, годин. ;

K_n — коефіцієнт використання потужності, $K_n = 0,8$.

Всі проведені розрахунки зведемо до таблиці

Таблиця 4.9- Витрати на силову електроенергію

Найменування обладнання	Кількість годин роботи обладнання, год.	Встановлена потужність, кВт	Коефіцієнт використання потужності	Величина оплати
Генератори сигналів	0,5	0,5	0,95	0,52
Осцилограф	1	0,5	0,95	1,05
Частотомір	0,1	0,56	1	0,12
Вольтметр	0,3	0,72	1	0,48
Монтажне обладнання	0,3	0,72	0,85	0,41
Паяльна станція	1	0,05	1	0,11
Всього				2,75

Загальновиробничі витрати розраховуються згідно нормативів до основної заробітної плати основних робітників і складають:

$$H_{36} = Z_o \cdot 150 / 100\% \quad (4.17)$$

$$H_{36} = 126,98 \cdot 150 / 100\% = 190,46 \text{ (грн.)}$$

Виробнича собівартість одиниці продукції визначається як сума всіх попередніх витрат

$$S = 76,54 + 207,9 + 126,98 + 12,70 + 30,73 + 2,75 + 190,46 = 648,06 \text{ (грн.)}$$

Виробнича собівартість імітатора сигналів для перевірки електрокардіографів 648,06 грн.

4.3 Розрахунок ціни реалізації імітатора сигналів для перевірки електрокардіографів

Розрахунок мінімальної ціни реалізації

Дана розробка не підпадає під державне регулювання, тому мінімальну ціну реалізації виробу можна поррахувати за формулою:

$$Ц_p = S_n \cdot (1 + P/100) \cdot (1 + W/100),$$

де S_n – повна собівартість виробу;

P – норматив рентабельності, %, ($P=20..60\%$);

W – ставка податку на додану вартість, %, ($W=20\%$).

$$Ц_p = 648,06 \cdot (1 + 30/100) \cdot (1 + 20/100) = 1010,97 \text{ грн.}$$

Верхня межа ціни

Верхня межа ціни ($C_{вмр}$) захищає інтереси споживача і визначається тією ціною, яку споживач готовий сплатити за продукцію з кращою споживчою якістю.

Параметри якості продукції змінюються у відповідності до показника якості.

Ціна реалізації виробу в цьому випадку розраховується за формулою:

$$C_H = C_B \cdot \sum_{j=1}^n I_j \cdot \alpha_j, \quad (4.18)$$

де C_H - ціна нового виробу, грн.;

C_B - ціна виробу-аналогу, складає 2500,00 грн.;

B_H - узагальнений коефіцієнт якості для удосконаленого імітатора сигналів для перевірки електрокардіографів складе 1,44 (див. розділ 1)

$C_H = 2500,00 \cdot 1,44 = 3600,00$ грн.

Договірна ціна ($C_{дог}$) може бути встановлена за домовленістю між виробником і споживачем в інтервалі між нижньою та верхньою лімітними цінами згідно виразу:

$$C_{нмр} < C_{дог} < C_{вмр}.$$

Договірну ціну приймемо у розмірі 2000,00 грн., що забезпечить підприємству виробнику покриття витрат і додаткові конкурентні переваги на ринку, зацікавивши споживачів покращеними характеристиками та нижчою ціною в порівнянні з конкурентами.

4.4 Розрахунок чистого прибутку для виробника від реалізації удосконаленого імітатора сигналів для перевірки електрокардіографів

Розрахунок чистого прибутку для виробника проводиться за формулою:

$$\Pi = \left\{ \left[\text{Ц}_p - \frac{(\text{Ц}_p - \text{MP}) \cdot f}{100} - S_B - \frac{q \cdot S_B}{100} \right] \cdot \left[1 - \frac{h}{100} \right] \right\} \cdot N \text{ грн.},$$

де: Ц_p – ціна реалізації виробу, тощо, грн.;

MP – вартість матеріальних та інших ресурсів, які були придбані виробником для виготовлення готової продукції; рекомендується приймати: $\text{MP} = (0,4 \div 0,6)\text{Ц}_p$;

S_B – виробнича собівартість вибору, носія з програмним продуктом тощо, грн.;

f – зустрічна ставка податку на додану вартість, %. В 2019 р. $f = 16,67\%$;

h – ставка податку на прибуток, %. В 2019 р. $h = 18\%$;

q – норматив, який визначає величину адміністративних витрат, витрат на збут та інші операційні витрати, в %; рекомендується приймати $q = 5 \div 10\%$.

N – число виробів, які планується реалізувати за рік, 1000 шт.;

$$\begin{aligned} \Pi &= \left\{ \left[2000,00 - \frac{(2000,00 - 284,44) \cdot 16,67}{100} - 648,06 - \frac{5 \cdot 648,06}{100} \right] \cdot \left[1 - \frac{18}{100} \right] \right\} \cdot 1000 = \\ &= 847517,04 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Чистий прибуток для виробника складе 847517,04 грн.

4.5 Розрахунок терміну окупності витрат для виробника

Розрахуємо термін окупності витрат T_o для виробника за формулою:

$$T_o = \frac{B}{\Pi} \text{ років}$$

Де B – кошторис витрат на нову розробку $B = 209979,30$ грн.

Π – чистий прибуток для виробника протягом одного року

$\Pi = 847517,04$ грн.

$$T_o = \frac{209979,30}{847517,04} = 0,25 \text{ року.}$$

Термін окупності складає менше нормативного строку, отже розробку можна вважати економічно вигідною для виробника.

Висновки до розділу

При проектуванні виробу були проведені розрахунки витрат на розробку і виготовлення удосконаленого імітатора сигналів для повірки електрокардіографів, визначена виробнича собівартість одиниці нового технічного рішення, визначений чистий прибуток, який може отримати виробник протягом одного року від реалізації даної розробки. Також був визначений строк окупності витрат для виробника. Ми переконались, що розробка удосконаленого виробу для є економічно вигідною, що підтверджує економічну доцільність нової розробки і рекомендації її до виробництва.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Захист працюючих під час трудового процесу від небезпечних та шкідливих виробничих факторів, що негативно впливають на здоров'я, життя, а також працездатність людини, гарантування належних умов праці є основними аспектами безпеки життєдіяльності у виробничому середовищі.

Незадовільний стан охорони праці та цивільного захисту спроможний стати причиною соціально-економічних проблем працівників та членів їх сімей. Саме тому соціально-економічне значення охорони праці полягає в наступному: підвищенні продуктивності праці, збільшенні валового внутрішнього продукту, скороченні виплат за лікарняними і компенсаційних виплат за шкідливі умови праці та інше.

В даному розділі наводиться розгляд шкідливих, небезпечних [1] і уражаючих для працівника і навколишнього доводкілячинників, що утворюються під час проведення дослідження. В ньому висвітлюються, зокрема, технічні рішення з виробничої санітарії та гігієни праці, розрахунок межі лазерно-небезпечної зони для дифузно відбитого випромінювання (точкове джерело), технічні рішення з безпеки при проведенні дослідження, безпека у надзвичайних ситуаціях.

5.1 Технічні рішення з виробничої санітарії та гігієни праці

5.1.1 Мікроклімат та склад повітря робочої зони

Під мікрокліматом виробничих приміщень розуміють клімат внутрішнього середовища цих приміщень, що визначається діючими на організм людини поєднаннями температури, вологості та швидкості руху повітря, а також інтенсивності теплового випромінювання.

Коли за технологічними вимогами, технічними і економічними причинами оптимальні норми не забезпечуються, то встановлюються допустимі величини показників мікроклімату.

Визначаємо для приміщення для проведення дослідження поляризаційної оптико-електронної системи для визначення патологій ока, категорію важкості робіт за фізичним навантаженням – легка Іб.

У відповідності із [2] допустимі показники температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні для теплого та холодного періодів року приведені у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Допустимі показники мікроклімату

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, °С для робочих місць		Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
		постійних	непостійних		
Холодний	Іб	20-24	17-25	75	≤0,2
Теплий		21-28	19-30	60 при 27°С	0,1-0,3

Для опромінення менше 25% поверхні тіла людини, допустима інтенсивність теплового опромінення складає 100 Вт/м².

Повітря робочої зони не повинно містити шкідливих речовин з концентраціями вище гранично допустимих концентрацій (ГДК) у повітрі робочої зони та підлягає систематичному контролю з метою запобігання можливості перевищення ГДК, значення яких для роботи з ЕОМ наведено в таблиці 6.2.

Таблиця 5.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин [4]

Назва речовини	ГДК, мг/м ³	Агрегатний стан	Клас небезпеки
Озон	0,1	Пара	4
Оксиди азоту	5	Пара	2
Пил	4	Аерозоль	2

При роботі з ЕОМ джерелом забруднення повітря є також іонізація

молекул речовин, щомістяться в повітрі. Рівні позитивних та негативних іонів мають відповідати [4] і приведені в таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 – Число іонів в 1 см³ повітря приміщення під час роботи на ЕОМ

Рівні	Мінімально необхідні	Оптимальні	Максимально допустимі
позитивний	400	1500-3000	50000
негативний	600	3000-5000	50000

З метою встановлення нормованих параметрів мікроклімату та складу повітря робочої зони передбачено такі заходи:

1) у приміщенні має бути розміщена система кондиціонування для теплого і опалення для холодного періодів року;

2) застосування вентиляції, яка видаляє забруднення або нагріте повітря з приміщення, а також за допомогою неї контролюється швидкість руху повітря і вологість.

5.1.2 Виробниче освітлення

З метою створення гігієнічних раціональних умов на робочих місцях значні вимоги пред'являються до кількісних та якісних параметрів освітлення.

З точки зору задач зорової роботи в приміщенні, де проводиться робота з дослідження поляризаційної оптико-електронної системи для визначення патологій ока, відповідно до [3] визначаємо, що вони відповідають IV розряду зорових робіт. Вибираємо контраст об'єкта з фоном – великий, а характеристику фону – середню, яким відповідає підрозряд 2.

Нормативні значення коефіцієнта природного освітлення (КПО) і мінімальні значення освітленості для штучного освітлення приведені в таблиці 6.4.

Таблиця 5.4 – Нормативні значення КПОта мінімальні освітленості для штучного освітлення

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізнення з фоном	Характеристика фону	Освітленість при штучному освітленні, лк			КПО для бокового освітлення, %	
						комбіноване		загальне	Природного	Суміщеного
						всього	у т. ч. від загального			
Середньої точності	0,5-1	IV	г	великий	середній	300	150	150	1,5	0,9

Так як приміщення розташоване в місті Вінниця (2-га група забезпеченості природним світлом), а світлові проєкти розташовані за азимутом 0°, то за таких обставин КЕО визначатиметься за виразом [3, 4]

$$e_N = e_H m_N [\%], \quad (5.1)$$

де e_H – табличне значення КЕО для бокового освітлення, %;

m_N – коефіцієнт світлового клімату;

N – порядковий номер групи забезпеченості природним світлом.

За відомими значеннями утримуємо нормовані значення КПО для бокового та суміщеного освітлення:

$$e_{N, б} = 1,5 \cdot 0,9 = 1,4 (\%);$$

$$e_{N, с} = 0,9 \cdot 0,9 = 0,8 (\%).$$

З метою забезпечення нормативних значень показників освітлення запропоновано:

1) за недостатнього природного освітлення світлу пору доби доповнення штучним завдяки використанню газорозрядних ламп з утворенням системи суміщеного освітлення;

2) застосування штучного освітлення в темну пору доби.

5.1.3 Виробничі віброакустичні коливання

Зважаючи на те, що під час експлуатації пристроїв крім усього іншого обладнання застосовується устаткування, робота якого супроводжується шумом та вібрацією, потрібно передбачити шумовий та вібраційний захист.

Визначено, що приміщення, в якому проводиться робота з дослідження поляризаційної оптико-електронної системи для визначення патологій ока може мати робочі місця із шумом та вібрацією, що спричиняється рухомими елементами ЕОМ.

Для запобігання травмуванню працівників від дії шуму він підлягає нормуванню. Основним нормативом з питань промислового шуму, що діє на території нашої країни, є [5], у відповідності з яким допустимі рівні звукового тиску, рівні звуку та еквівалентні рівні шуму на робочих місцях у виробничих приміщеннях не мають перевищувати значень, які наведені в таблиці 5.5. Норми виробничих вібрацій наведені в таблиці 5.6 для локальної вібрації.

Таблиця 5.5 – Нормовані рівні шуму та еквівалентні рівні звуку

Рівні звукового тиску в дБ в октавних полосах з середньо-геометричними частотами, Гц									Рівні звуку та еквівалентні рівні звуку, дБА
31,	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
5									
86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

З метою встановлення нормованих параметрів шуму та вібрації у приміщенні передбачено:

- 1) постійне змащування підшипників вентиляторів блоку живлення комп'ютера і кулерів мікропроцесора та відеоадаптера;
- 2) контроль рівня шуму та вібрації не менше 1 разу на рік.

Таблиця 5.6 – Допустимі рівні вібрації [6]

Гранично допустимі рівні віброприскорення, дБ, в октавних полосах з середньо-геометричними частотами, Гц								Коректовані рівні віброприскорення, дБА
8	16	31,5	63	125	250	500	1000	
73	73	79	85	91	97	103	109	76

5.1.4 Виробничі випромінювання

Проведений аналіз умов праці показав, що приміщення, в якому проводиться робота з дослідження може містити лазерні випромінювання.

Відповідно до [11] регламентуються гранично допустимі рівні (ГДР) для кожного режиму роботи лазера і його спектрального діапазону. Граничні дози при однократному впливі на очі і шкіру прямого чи розсіяного лазерного випромінювання наведені в таблиці 5.5.

З метою забезпечення нормованих параметрів лазерного випромінювання у приміщенні передбачено:

- 1) захист відстанню;
- 2) фарбування поверхонь приміщення для забезпечення коефіцієнта відбиття світла не більше 0,4.

Таблиця 5.5 – Граничні дози при однократному впливі на очі і шкіру прямого чи розсіяного лазерного випромінювання

Довжина хвилі λ , нм	Тривалість опромінення t , с	$H_{ГДР}$, Дж/м ² ; $E_{ГДР}$, Вт/м ²
$1400 < \lambda \leq 1800$	$10^{-10} < t \leq 1$	$H_{ГДР} = 2 \cdot 10^4 \cdot \sqrt[5]{t}$
	$1 < t \leq 10^2$	$E_{ГДР} = 2 \cdot 10^4 / \sqrt[5]{t}$
	$t > 10^2$	$E_{ГДР} = 5 \cdot 10^2$
$1800 < \lambda \leq 2500$	$10^{-10} < t \leq 3$	$H_{ГДР} = 7 \cdot 10^3 \cdot \sqrt[5]{t}$
	$3 < t \leq 10^2$	$E_{ГДР} = 5 \cdot 10^3 / \sqrt{t}$
	$t > 10^2$	$E_{ГДР} = 5 \cdot 10^2$
	$1 < t \leq 10^2$	$E_{ГДР} = 5 \cdot 10^3 / \sqrt{t}$
	$t > 10^2$	$E_{ГДР} = 5 \cdot 10^2$

5.1.5 Розрахунок межі лазерно-небезпечної зони для дифузно відбитого випромінювання (точкове джерело)

Вихідні дані: потужність лазера $P = 0,55$ Вт, тривалість опромінення $t = 80$ с, кут між нормаллю до поверхні і напрямком на розрахункову точку $\theta = 0,09$ рад.

В якості засобу захисту працюючих від лазерного випромінювання вибираємо захист відстанню.

Межу лазерно-небезпечної зони для дифузно-відбитого випромінювання можна розрахувати за формулою:

$$R_{ГР} = \sqrt{\frac{Pk_1\rho\cos\theta}{\pi E}}, \quad (5.2)$$

де P – потужність лазерного випромінювання, Вт;

k_1 – коефіцієнт, що враховує послаблення випромінювання на шляху поширення;

ρ – коефіцієнт відбиття від поверхні екрану;

θ – кут між нормаллю до поверхні і напрямком на розрахункову точку, рад;

E – гранично допустима щільність потужності, Вт/м².

Приймаємо $k_1 = 0,75$ і $\rho = 0,4$ для стін.

Гранично допустима щільність потужності для хвилі з довжиною $\lambda = 1800 \dots 2500$ нм і тривалості опромінення від 3 до 100 с визначається за формулою:

$$E = 5 \cdot 10^3 [\text{Вт}/\sqrt{\text{м}^2}]. \quad (5.3)$$

Підставивши у формулу (6.3) відоме значення тривалості опромінення, отримаємо гранично допустима щільність потужності:

$$E = 5 \cdot 10^3 / \sqrt{80} = 559,02 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

Використовуючи формулу (5.2) знайдемо межу лазерно-небезпечної зони для дифузно-відбитого випромінювання

$$R_{ГР} = \sqrt{\frac{0,55 \cdot 0,75 \cdot 0,4 \cdot \cos 0,09}{3,14 \cdot 559,02}} = 0,009676 \text{ (м)}.$$

5.2 Технічні рішення з безпеки при проведенні дослідження

Сучасний етап розвитку техніки, автоматизації розробок та досліджень характеризується широким використанням на робочому місці ЕОМ. Велика кількість прикладних програм перетворює ЕОМ на основне знаряддя праці радіоінженера.

5.2.1 Безпека щодо організації робочих місць

Розташування робочих місць, забезпечених ЕОМ здійснюється у приміщеннях з одnobічним розташуванням світлових отворів, щонеодмінно мають бути оснащені сонцезахисним пристроями: шторами та жалюзьями [7].

У випадку розміщення робочих місць у приміщеннях з джерелами небезпечних та шкідливих виробничих чинників, вони повинні розміщатися в повністю ізольованих кабінетах з природним освітленням та організованим повітрообміном. Площа, на якій розташовується одне робоче місце для обслуговуючого персоналу, має становити не менше $6,0 \text{ м}^2$, об'єм – не менше як 20 м^3 , а висота – не менше $3,2 \text{ м}$ [8].

Оснащені відеодисплейним терміналом робочі місця повинні розміщатися на відстані не менше як $1,5 \text{ м}$ від стіни з віконними прорізами, від інших стін – на віддалі 1 м , одне від одного на відстані не менше як $1,5 \text{ м}$. У випадку розміщення робочих місць потрібно виключити

можливість прямого засвічування екрану джерелом природного освітлення. Робоче місце раціонально розмістити так, щоб природне освітлення знаходилось збоку, бажано з лівого.

Поверхня екрана має знаходитись на відстані 400-700 мм від очей працівника. Висота робочої поверхні столу під час виконання роботи сидячи має налаштуватись у межах 680-800 мм. Робочий стіл повинен мати простір для ніг висотою не менше 600 мм, шириною не менше ніж 500 мм, глибиною на рівні колін не менше 450 мм та на рівні витягнутої ноги не менше ніж 650 мм.

Поверхня підлоги має бути рівною, не слизькою, без вибоїн, мати антистатичні властивості, зручною для вологого прибирання. Не дозволяється використовувати для оснащення інтер'єру полімери, що виділяють у повітря шкідливі хімічні речовини.

5.2.2 Електробезпека

В середині приміщення, в якому проводиться робота з дослідження поляризаційної оптико-електронної системи для визначення патологій ока, значну увагу слід надати запобіганню загрози ураження електричним струмом. Згідно [9] дане приміщення належить до приміщень із підвищеною небезпекою ураження електричним струмом через наявність значної (понад 75 %) відносної вологості. Тому безпека використання електрообладнання повинна забезпечуватись комплексом заходів, що включають застосування ізоляції струмоведучих частин, захисного заземлення, захисних блокувань та ін [10].

5.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Визначення області працездатності в умовах впливу загрозливих чинників надзвичайних ситуацій.

Іонізуючим називається випромінювання, у якого є здатність проникати в речовини і тим самим призводити до їх іонізації.

Розрізняють декілька видів іонізуючої радіації, яка відрізняється за складом елементарних часток, які її утворюють. При розгляді дії радіації використовують наступні терміни для основних її характеристик [20]:

– потужність потоку, вимірюється в кількості часток, які падають на площину 1 см^2 перпендикулярно, за весь час опромінення;

– інтегральний потік – повний потік часток, які пройшли через 1 см^2 за час опромінення.

Потужність дози вимірюється в рентгенах за секунду (Р/с), доза опромінення – в рентгенах. До складу комплексного блоку, який проектується в даній магістерській кваліфікаційній роботі входять різні компоненти і матеріали. Нижче приводиться аналіз впливу ІВ на ці матеріали і елементи.

Органічні матеріали є дуже чутливими до радіації. Дія останньої призводить до перетворення молекул в цих матеріалах, яка супроводжується хімічними реакціями, в яких виникають незворотні зміни структур речовин та їх механічних властивостей. До таких речовин належать полімерні матеріали, зокрема лавсанова плівка, якою здійснено ізоляцію.

Внаслідок впливу радіації на резистори може виникнути пробій в зв'язуючих і насичуючих ізоляцію матеріалах; зміна властивостей основного матеріалу резистора, поява провідності по причині іонізації матеріалу каркаса та покриття. Чим вищі значення опорів, тим більші зворотні зміни викликаються опроміненням; таким чином резистори з опором порядку 10^9 є ненадійними.

ІВ радіація і гамма-випромінювання призводять до змін характеристик конденсаторів, які можуть бути зворотними і незворотними. Загальною причиною цього є зміна електронних характеристик діелектрика (діелектричної сталої та опору). При дії радіації на електролітичні

конденсатори та конденсатори з масляним заповненням виникає виділення газів.

При дії нейтронної радіації провідність діодів зменшується в прямому і зворотному напрямках; в плоских діодах провідність в прямому напрямку також зменшується. Зміна характеристик тим більша, чим більше потужність потоку.

ЕМВ здатні викликати напруги наводок в блоці, що призведе до появи небезпечних факторів при експлуатації, а також до виникнення паразитних зв'язків. Це в свою чергу може вивести комплексний блок з робочого стану. Дія швидких нейтронів призводить до руйнування кристалічних ґраток матеріалу транзистора (основний ефект) та іонізації (вторинний ефект). Наслідком цієї дії є зміна параметрів напівпровідникових матеріалів.

5.4 Визначення області працездатності поляризаційної оптико-електронної системи в умовах дії іонізуючих випромінювань

Вхідні дані: коефіцієнт послаблення радіації $K_{noc} = 6$.

Комплексний блок складається з таких елементів: резистори, конденсатори, транзистори, діоди, діелектричні матеріали.

Знайдемо максимально допустиму потужність γ - випромінювань для кожного з елементів, при якій вони не зможуть працювати, а також визначимо елемент, який найбільш чутливий до дії ІВ [21]. Потужність дози для кожного типу елементів, які входять до складу поляризаційної оптико-електронної системи при яких в елементах можуть виникнути зворотні зміни, наведені в таблиці 6.6

Найбільш чутливим матеріалом до дії ІВ являються діелектричні матеріали, згідно таблиці 7.1 $P_{зв} = 10^4 \text{ Rad}/\text{с}$.

В якості критерію стійкості роботи РЕА використовується граничне значення рівня радіації γ - випромінювання, яке розраховується за формулою:

$$P_{\text{гран}} = K_H \cdot P_{\text{ЗВ}} \cdot K_{\text{пос}} \cdot \quad (5.4)$$

де K_H – коефіцієнт надійності елементної бази, $K_H = 0,9 \dots 0,95$,
приймаємо $K_H = 0,95$.

Тоді

$$P_{\text{гран}} = 0,95 \cdot 10^4 \cdot 6 = 5,7 \cdot 10^4 \text{ (Рад/с)}.$$

Таблиця 5.6 – Радіаційна стійкість радіоелементів

№	Елементи	$P_{\text{ЗВі}}$, Рад/с
1	Транзистори	10^5
2	Резистори	10^6
3	Діоди	10^5
4	Конденсатори	10^5
5	Діелектричні матеріали	10^4

Отже, область працездатності поляризаційної оптико-електронної системи в умовах дій іонізуючих випромінювань, лежить в межах від 0 до $5,7 \cdot 10^4$ Рад/с.

5.5 Визначення області працездатності в умовах дії електромагнітного імпульсу

Вихідні дані: $U_{\text{ж}} = 12$ В – напруга живлення пристрою;

$N = \pm 5\%$ – допустимі коливання напруги живлення;

$l_{\text{г}} = 0,1$ м – максимальна довжина горизонтального контуру електричної схеми.

Допустиме коливання напруги живлення визначається:

$$U_{\text{доп}} = U_{\text{ж}} + \frac{U_{\text{ж}} \cdot N}{100}, \quad (5.5)$$

$$U_{\text{доп}} = 12 + \frac{12 \cdot 5}{100} = 12,6 \text{ (В)}.$$

В якості показника стійкості елементів системи до дії ЕМІ використовують коефіцієнт безпеки, який визначається відношенням гранично допустимої напруги $U_{\text{доп}}$ до наведеної напруги, тобто до напруги, яка створена ЕМІ в даних умовах.

Коефіцієнт безпеки

$$K_{\text{б}} = 20 \cdot \lg \frac{U_{\text{доп}}}{U_{\Gamma}} \geq 40 \text{ [дБ]}. \quad (5.6)$$

Для нормальної роботи пристрою має виконуватись умова (7.3), тобто $K_{\text{б}} \geq 40$ дБ.

Плата блоку розташована в горизонтальній площині [21]. Визначимо максимальну очікувану напругу в горизонтальних лініях виходячи з рівності:

$$20 \lg \frac{U_{\text{доп}}}{U_{\Gamma}} = 40 \Rightarrow U_{\Gamma} = \frac{U_{\text{доп}}}{10^{40/20}}, \quad (5.7)$$

$$U_{\Gamma} = \frac{12,6}{10^2} = 0,126 \text{ (В)}.$$

Вертикальна складова напруженості електричного поля визначається як

$$U_{\Gamma} = E_{\text{в}} \cdot l_{\Gamma}, \quad (5.8)$$

звідки

$$E_{\text{в}} = \frac{U_{\Gamma}}{l_{\Gamma}},$$

$$E_{\text{в}} = \frac{0,126}{0,1} = 1,26 \text{ (В/м)}.$$

Отже, область працездатності поляризаційної оптико-електронної системи для визначення патологій ока в умовах дії електромагнітного імпульсу, в якій прилад буде ще працювати, лежить в межах від 0 до 1,26 В/м.

Висновки: в даному розділі були проведені і визначені необхідні параметри для виробничої лабораторії, в якій планується здійснювати проектування кардіоімітатора. Розраховано значення необхідного освітлення при роботі в лабораторії, визначені параметри мікроклімату при роботі в лабораторії. Також здійснені електричні розрахунки, де були обчислені параметри електробезпеки при роботі з виробничим обладнанням,

розраховані запобіжники і необхідне заземлення. В результаті проведених розрахунків працездатності були отримані наступні параметри працездатності:

- в умовах дії іонізуючих випромінювань граничне значення, при якому блок зберігає робочий стан, становить $P_{гран} = 5,7 \cdot 10^4$ Рад/с.

- в умовах дії ЕМІ вертикальна складова напруженості електричного поля, при якій пристрій ще здатен працювати, складає $E_B = 1,26$ В/м.

В загальному можна зробити висновок, що для підвищення граничних показників працездатності слід застосовувати спеціальні екрани, які допоможуть зменшити вплив різного роду випромінювань на конструкцію поляризаційної оптико-електронної системи для визначення патологій ока.

Висновки до розділу

Під час виконання даного розділу було розглянуто такі питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, як технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, розрахунок межі лазерно-небезпечної зони для дифузно відбитого випромінювання (точкове джерело), технічні рішення з безпеки під час проведення дослідження поляризаційної оптико-електронної системи для визначення патологій ока, безпека у надзвичайних ситуаціях.

ВИСНОВОК

В даній магістерській кваліфікаційній роботі було розроблено конструкцію кардіоімітатора.

Перший розділ присвячений аналітичному огляду питання. Він включає в себе відомості про прилади для імітації біосигналів та біосигнали в цілому. Призначення приладів для імітації біосигналів. Поставлені вимоги до показників призначення приладу, вимоги до стійкості приладу при дії механічних та кліматичних факторів, вимоги до надійності, ергономіки та естетики, вимоги до безпеки, визначення ємності ринку, суть технічної проблеми. Проведено обґрунтування та вибір прототипу та зроблені висновки про необхідність розробки нового технічного рішення.

В другому розділі було досліджено методики проведення перевірки електрокардіографів.

Третій розділ присвячений розроблено та описано схему електричну принципову та структурну, які наведені. Описані технічні характеристики компонуванню приладу. На початку розділу проаналізована елементна база, в кінці розглянуто три варіанти конструкції корпусу приладу та розраховано розміри і маси конструкцій, вибрано як кращий варіант перший з такими габаритами: 133x80x44 мм, масою 360,5 гр. та об'ємом конструкції 448,41 см³.

А також були проведені розрахунки та дослідження приладу для імітації біосигналів. А саме зроблений вибір і обґрунтування класу точності друкованої плати (3й клас точності), вибраний матеріал друкованої плати – склотекстоліт фольгований двосторонній марки СФ-2-35-1,5, вибраний метод проектування друкованої плати – за допомогою програмного середовища OrCad. Проведені розрахунок діаметрів контактних площадок, ширини друкованих провідників, вібророзрахунок плати та розрахунок на завадостійкість.

В результаті виконання розділу по охороні праці та безпеці в надзвичайних ситуаціях було опрацьовано такі питання як технічні рішення з

гігієни праці та виробничої санітарії, розрахунок обґрунтування вибору раціонального методу захисту від вібрації, технічні рішення з безпеки при проведенні дослідження приладу для імітації біосигналів, безпека в надзвичайних ситуаціях.

В економічній частині магістерської кваліфікаційної роботи було спочатку оцінено комерційний потенціал розробки, проведено прогнозування витрат на науково-дослідну, дослідно-конструкторську та конструкторсько-технологічну роботи та загальні витрати в цілому. Зроблено прогнозування витрат на виконання та впровадження результатів науково-дослідної роботи, спрогнозовано комерційні ефекти від реалізації результатів розробки. Розраховано ефективність вкладених інвестицій та період їх окупності. Провівши аналіз та розрахунки, вкладення інвестицій, розробку можна вважати вигідною. Тобто продукт може бути конкурентним на ринку, попит на покращений продукт зростає, а завдяки покращенню його характеристик ціна також може бути збільшена. Зважаючи на це можемо сказати, що підприємство буде мати позитивну динаміку росту прибутку у найближчих роках після впровадження розробки. Абсолютна ефективність вкладених інвестицій перевищує нуль, що також вказує на позитивний результат від вкладення інвестицій. Крім цього відносна ефективність вкладених інвестицій перевищує мінімальну ставку дисконтування. Розрахунки показують, що окупність даного проекту складає менше, ніж один рік, що також є дуже гарним фактором для інвестування проекту

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Біологічні сигнали, електронна енциклопедія
http://humbio.ru/humbio/infect_har/000a8a67.htm
2. Седуніна Юлія, стаття: Біомедичні сигнали та їх характеристики,
посилання: ilab.xmedtest.net/?q=node/5797
3. Datasheet for LCD display LCD-128H064A
4. Datasheet for ECG Signal Generator.
5. Datasheet for SKX-2000D+
6. Белинский В.Т. Практическое пособие по учебному конструированию РЭА/ В.Т. Белинский, В.П. Гондюл, А.А. Грозин, К.Б. Круковский–Синевич, Ю.Л. Мазур–К.: Вища школа, 1992. – 494 с.
7. Яншин А.А. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности ЭВА/ А.А. Яншин.: Учеб. пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 1983. – 312 с
8. Виготовлення корпусів [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL :
<http://granula.at.ua/index/0-21>
9. Сборник задач и упражнений по технологии РЭА. Учебное пособие под ред. Е.М. Парфенова.-М.:Высшая школа, 1982.-255с.
10. Полонский А.К. и др. Способ лечения аритмии при ишемической болезни сердца в эксперименте: АС №181 6458 И октября 1992 / 23.05.93. Бюл. №19.
11. ГОСТ 12.0.003-74.ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
12. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
13. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення.
14. Пособие по расчету и проектированию, естественного, искусственного и совмещенного освещения НИИСФ – М.: Стройиздат. 1985.- 384 с.

15. ДСН 3.3.6-037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
16. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої та загальної вібрацій.
17. ГОСТ 12.2.032-78. ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
18. Методичні вказівки до опрацювання розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» в дипломних проектах і роботах студентів спеціальностей, що пов'язані з функціональною електронікою, автоматизацією та управлінням/Уклад. О.В.Березюк, М.С. Лемешев. – Вінниця : ВНТУ, 2012 – 64с.
19. Правила улаштування електроустановок. 2-е вид., перероб. і доп. – Х: «Форт», 2009.-736с.
20. ДБН В.2.5-27-2006. Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд.
21. ДБН В.1.1.7-2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва.
22. СНиП 2.09.02-85. Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений.
23. НАПБ Б.03.001-2004. Типові норми належності вогнегасників.
24. Сакевич В.Ф. Основи розробки питань цивільної оборони в дипломних проектах. – Вінниця: ВДТУ, 2001. – 109 с.
25. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97), МОЗ України. – К., 1997.
26. Методичні вказівки до виконання студентами-магістрантами економічної частини магістерських кваліфікаційних робіт / Уклад. В. О. Козловський – Вінниця: ВНТУ, 2012. – 22 с.
27. Физиология человека / под ред. В.М. Покровского и Г.Ф. Коротко. — 2. — М. : Медицина, 2003. — 656 с.

28. Технологія автоматизація виробництва радіоелектронної апаратури: Підручник для вузів / І. П. Бушмінській, О.Ш. Даутов, А. П. Достанко та ін; Під ред. А.П. Достанко, Ш.М. Чабдарова. - М.: Радіо і зв'язок, 1989. - 624с.

29. Разработка и оформление конструкторской документации РЭА / Под редакцией Романычева Э.Г. – М.: Радио и связь, 1989. – 391 с.

30. Біомедичні сигнали та їх обробка/В.Г. Абакумов, В.О. Геранін, О.І. Рибін, Й. Сватош, Ю.С. Синєкоп, – К.: ВЕК+, 1997. – 352 с.

Додаток А

Вінницький національний технічний університет
Факультет інфокомунікацій, радіелектроніки та наносистем
Кафедра біомедичної інженерії

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри БМІ

д.т.н., проф. С.М. Злепко

“ _____ ” _____ 2019р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на магістерську кваліфікаційну роботу

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ КАРДІОІМІТАТОРА

за спеціальністю

163 – Біомедична інженерія

08-35.МКР.075.06.000 ТЗ

Керівник МКР:

д.т.н., проф. Злепко С.М.

“ _____ ” _____ 2019 р.

Розробив студент гр. БМА-18м
Бабенко Р.В.

“ _____ ” _____ 2019 р.

1. Назва МКР: Дослідження та розробка конструкції кардіоімітатора.

2. Виконавець МКР: студент групи БМА-18м Бабенко Р.В.

3. Підставою для виконання МКР є протокол засідання кафедри БМІ №01 від 29 серпня 2019р.

4. Джерела розробки:

- Положення про кваліфікаційну роботу у Вінницькому національному технічному університеті / Уклад. О. Н. Романюк, Р. Р. Обертюх, Т. О. Савчук, Л. П. Громова – Вінниця : ВНТУ, 2015 – 27 с.

- Симулятор ЕКГ для перевірки кардіографів:
medilas.com.ua/developing/cardio-generator.html

- Онлайн уроки по мікроконтролерам: avr-start.ru/?p=1097

- Белинский В.Т. Практическое пособие по учебному конструированию РЭА/ В.Т. Белинский, В.П. Гондюл, А.А. Грозин, К.Б. Круковский–Синевич, Ю.Л. Мазур–К.: Вища школа, 1992. – 494 с.

- Яншин А.А. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности ЭВА/ А.А. Яншин.: Учеб. пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 1983. – 312 с

5. Підставою для виконання МКР є наказ ВНТУ №227 від 27.09.2016р.

6. Мета виконання МКР і призначення продукції: Дослідження та розробка приладу для імітації біосигналів. Призначення розробки прилад для налаштування, ремонту та калібрування медичних приладів.

7. Технічні вимоги:

7.1 Призначення: пристрій відноситься до медичної апаратури.

Параметри:

– напруга живлення, 3,7В

– споживана потужність, Вт, не більше 50 Вт.

7.2 Вимоги життєздатності та стійкості до зовнішніх впливів:

Вимоги міцності при транспортуванні:

– тривалість ударного імпульсу, 11 мс

– прискорення пікове, 15 g

– загальне число ударів, не менше 1000

Вимоги до ударної міцності:

– тривалість ударного імпульсу, 11мс

– загальне число ударів, не менше 1000

Експлуатаційні параметри:

– температура, -45..+40⁰С

– відносна вологість, 80%

7.3 Вимоги надійності:

– середнє напрацювання на відмову, 9000 годин

7.4 Вимоги до конструкції:

– вага, не більше, 0,36 кг

7.5 Вимоги технологічності: пристрій виготовляти за новітніми технологіями.

7.6 Вимоги уніфікації та стандартизації: пристрій повинен складатися зі стандартних виробів, з використанням нових розробок.

7.7 Вимоги до дизайну, ергономіки та технічної естетики: прилад повинен бути зручним для використання, ремонтпридатним.

7.8 Вимоги експлуатації та зручності ремонту: прилад повинен бути зручним для експлуатації та виконання ремонту.

7.9 Вимоги безпеки: прилад повинен бути безпечним для користувача та виконуючого ремонт, не мати відкритих частин, мати ізоляцію.

7.10 Вимоги взаємозамінності прилад повинен бути блочного типу, конструкція комплексного блоку повинна розбиратися, схема повинна складатися з доступної елементної бази.

7.11 Вимоги транспортування і зберігання: відсутні.

7.12 Вимоги до якості і технічного рівня: прилад повинен відповідати сучасному рівню медичної апаратури.

8. Техніко-економічні вимоги: виробництво даного приладу повинно окупитися не більше ніж за 3 роки.

9. Вимоги до сировини та матеріалів: матеріали, з яких вироблятиметься

даний прилад, мають бути екологічно чистими, і легкими.

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

11. Вимоги до розробленої документації:

– склад КД: пояснювальна записка, схема електрична принципова, перелік елементів, структурна схема, креслення друкованих плат, складальне креслення друкованих плат, специфікації.

12. Стадії та етапи МКР:

12.1 Теоретична частина:

- аналітичний огляд біосигналів;
- дослідження та розробка методики перевірки електрокардіографів;
- конструкторсько-технологічний розділ;
- економічна частина;
- охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

12.2 Графічна частина:

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

Таблиця 1 – Етапи виконання магістерської кваліфікаційної роботи

Назва розділу магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання
Розробка технічного завдання	До 20.10.2019
Техніко-економічний аналіз завдання, економічного середовища, обґрунтування вихідних даних та оптимального варіанту розробки	до 01.11.2019
Розв'язання основної задачі	до 15.11.2019
Розробка заходів з охорони праці	до 20.11.2019
Розрахунок техніко-економічних показників	до 25.11.2019
Оформлення графічної частини та пояснювальної записки	до 01.12.2019
Попередній захист	06.12.2019

Розробив студент групи БМА-18м _____ Бабенко Р.В.