

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

Пояснювальна записка
до магістерської кваліфікаційної роботи
магістра

**на тему: «ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ
КОМП'ЮТЕРНОГО ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОГРАФА»**

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

Сушко С.А.

Керівник: д.т.н., проф. Злепко С.М.

Рецензент:

Вінниця 2019

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

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

ЗАВДАННЯ

на магістерську кваліфікаційну роботу студенту
гр. БМА-18м Сушку Сергію Анатолійовичу

1. Тема МКР **«Дослідження та розробка конструкції комп'ютерного електроенцефалографа»**

керівник роботи Злепко С.М., д.техн. наук, професор

затверджені наказом вищого навчального закладу від “02 жовтня” 2019 року №254.

2. Строк подання студентом роботи 1.12.2019 року.

3. Вихідні дані роботи: Схема електрична принципова; перелік елементів; напруга живлення 220 В.; струм споживання 0,8 А; Напрацювання на відмову 1200 год; температура -25...+15 °С; споживана потужність 40 Вт; Амплітудне значення магнітної індукції 25 мТл; маса– не більше 1 кг;

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): аналітичний огляд питання; дослідження та аналіз методів реєстрації ЕЕГ, конструкторсько-технологічний розділ, економічний розділ, розділ охорони праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): структурна схема; Схема електрична принципова; Креслення топології друкованої плати; Складальне креслення друкованої плати; Моделювання;

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		

7. Дата видачі завдання 03 жовтня 2019 року.

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 _____ Сушко С.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Злепко С.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

В магістерській кваліфікаційній роботі було досліджено та проаналізовано методи для реєстрації ЕЕГ, а також розроблено конструкцію комп'ютерного електроенцефалографа. В роботі розроблено структурну схему, схему електричну принципову, проведено електричні розрахунки окремого блоку, а також розраховано надійність роботи пристрою. Проведено техніко-економічне обґрунтування доцільності розробки. Розраховано економічний ефект від розробки та впровадження пристрою. Розглянуті питання безпеки життєдіяльності при обслуговуванні пристрою та стійкості його роботи при дії електромагнітного імпульсу та іонізуючого випромінювання.

АННОТАЦИЯ

В магистерской квалификационной работе были исследованы и проанализированы методы для регистрации ЭЭГ, а также разработана конструкция компьютерного электроэнцефалографа. В работе разработана структурная схема, схема электрическую принципиальную, проведено электрические расчеты отдельного блока, а также рассчитан надежность работы устройства. Проведено технико-экономическое обоснование целесообразности разработки. Рассчитан экономический эффект от разработки и внедрения устройства. Рассмотрены вопросы безопасности жизнедеятельности при обслуживании устройства и устойчивости его работы при воздействии электромагнитного импульса и ионизирующего излучения.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ПИТАННЯ.....	7
1.1 Анатомічні, фізіологічні та патолого-фізичні особливості головного мозку.	7
1.2 Аналіз методів діагностики	14
1.3 Вибір та обґрунтування аналогів.....	17
1.4 Оцінювання наукового, технічного та економічного рівня науково-дослідної роботи	20
1.5 Оцінювання комерційного потенціалу розробки	21
1.6 Розрахунок узагальненого коефіцієнта якості для нового рішення	23
2 ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ МЕТОДІВ РЕЄСТРАЦІЇ ЕЕГ	26
2.1 Ритми ЕЕГ і їх характеристики	26
2.2 ЕЕГ в діагностиці епілепсії.....	28
2.3 ЕЕГ в діагностиці новоутворень	30
2.4 ЕЕГ при судинних захворюваннях і після травм.....	31
2.5 Проведення дослідження	32
2.6 Діагностична цінність ЕЕГ	33
2.7 Аналіз можливостей технічних засобів	33
2.7.1. апаратура для електроенцефалографічні досліджень.....	33
3 КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	38
3.1 Розробка структурної схеми	38
3.2 Аналіз схеми електричної принципової.....	41
3.3 Компоновка пристрою	43
3.3.1 Визначення габаритних розмірів друкованої плати	43
3.3.2 Вибір методу проектування друкованої плати	44
3.3.3 Вибір типу друкованої плати.....	44
3.3.4 Вибір і обґрунтування класу точності.....	45
3.3.5 Вибір матеріалу друкованої плати	45
3.3.6 Розрахунок діаметрів контактних площадок	46

3.3.7 Розрахунок ширини провідників	48
3.3.8 Розрахунок плати на вібростійкість	49
3.4 Розрахунок потужності, що споживається	51
3.5 Тепловий розрахунок	52
3.6 Вибір метода виготовлення друкованої плати	53
3.7 Вибір варіанту конструкції і компоновання	55
3.7.1 Розробка різних варіантів конструкції	55
3.7.2 Визначення габаритних розмірів	57
3.7.3. Визначення маси пристрою	59
3.7.4 Вибір матеріалів для виготовлення корпусу	60
3.7.5 Вибір оптимального варіанту корпусу	61
3.8 Моделювання за допомогою програми PSPICE	62
3.8.1 Аналіз по постійному струму	63
3.8.2 Аналіз перехідних характеристик	64
3.8.3 Температурний аналіз	65
3.8.4 Параметричний аналіз	66
3.9 Розрахунок коефіцієнта технологічності	67
3.10 Технологія виготовлення приладу	69
3.11 Технологія виготовлення друкованої плати	70
4.ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	73
4.1. Аналіз умов праці у лабораторії	73
4.2 Організаційно-технічні заходи	74
4.3. Санітарно-гігієнічні заходи	75
4.3.1 Параметри мікроклімату	75
4.3.2 Вентиляція	77
4.3.3 Освітлення	79
4.4 Розрахунок занулення	79
4.5 Дія іонізуючих випромінювань та електромагнітного імпульсу на комп'ютерний електроенцефалограф	82
4.6 Визначення області працездатності комп'ютерний електроенцефалограф в умовах дії іонізуючих випромінювань	84

4.7	Визначення області працездатності комп'ютерний електроенцефалограф в умовах дії електромагнітного імпульсу	85
5	ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	88
5.1	Розрахунок кошторису витрат на дослідження та розробку комп'ютерного електроенцефалографа.....	88
5.2	Розрахунок собівартості виготовлення електроенцефалографа	95
5.3	Розрахунок ціни реалізації комп'ютерного електроенцефалографа	99
5.4	Розрахунок чистого прибутку для виробника від реалізації нового технічного рішення	99
5.5	Розрахунок терміну окупності витрат для виробника	100
5.6	Розрахунок величини експлуатаційних витрат	101
5.7	Розрахунок економічного ефекту від можливого впровадження комп'ютерного електроенцефалографа	103
5.8	Розрахунок економічного ефекту на ціні для споживача	103
	Висновки до розділу	103
	ВИСНОВКИ	105
	ЛІТЕРАТУРА	106
	ДОДАТКИ	109

ВСТУП

Інструментальні методи оцінки параметрів життєдіяльності організмів людини і тварин міцно входять в повсякденну практику фахівців, пов'язаних з дослідженнями біологічних об'єктів. Однак ефективне використання потенційних можливостей цих методів неможливо без відповідного методичного забезпечення, що включає технічні засоби, прийоми обслуговування та роботи з ними, перелік основних навичок по реєстрації, обробці і інтерпретації результатів обстежень. При цьому вибір конкретних методів, методик виконання вимірювань залежить від області застосування, а також, від розв'язуваної задачі, в якості якої може бути вивчення фізіологічних процесів, діагностика, профілактика і лікування окремих захворювань, контроль і управління функціями організму, дозування і нормування терапевтичних впливів і т.д. В даний час отримавши розвиток методи дослідження центральної нервової системи і системи аналізаторів, серцево-судинної системи, дихального апарату і шлунково-кишкового тракту.

Розвиток фізіологічного приладобудування та впровадження досягнень науки в медичну практику дозволили відкрити абсолютно нові можливості для дослідження біооб'єктів.

На сьогоднішній день одним з найбільш широко застосовуваних і доступних в неврології і нейрохірургії для діагностики змін функціонального стану головного мозку є електроенцефалографія (ЕЕГ) [10].

Актуальність теми. В наш час, зважаючи на стан навколишнього середовища, екологію, і сучасний спосіб життя людини, спостерігається зростання випадків захворювання на рак і подібні йому явища. Метод ЕЕГ призначений передусім для діагностики головного мозку пацієнтів. За допомогою пристрою, робота якого базується на методі ехоенцефалоскопії, лікар має змогу діагностувати наявність пухлин і шкідливих новоутворень в корі головного мозку у пацієнтів, при цьому заощаджуючи їхні кошти на діагностику, оскільки інші методи такі як комп'ютерна чи магнітно-резонансна томографія вимагають значних матеріальних затрат.

Також важливим є те, що електроенцефалоскоп являється переносним апаратом, який дозволяє використовувати його не лише в стаціонарних лікувальних закладах, але і в пересувних діагностичних лабораторіях і в каретах швидкої допомоги.

Через недостатнє фінансування галузі медицини в нашій країні, сучасною і дорогою діагностичною апаратурою обладнанні лише великі лікувальні заклади в обласних центрах, що викликає величезні перевантаження цих лікувальних закладів пацієнтами, які мешкають не лише в цих містах, але і в області в цілому. Правильним рішенням буде обладнати районні і міські лікарні альтернативними і простішими апаратами, які дозволяють виявити і діагностувати наявність захворювання чи новоутворення в головному мозку пацієнта і лише тоді відправляти пацієнта на подальше детальніше діагностичне дослідження в обласні лікарні, де існує можливість зробити комп'ютерну чи магнітно-резонансну томографію головного мозку і т.д.

Метою МКР є розробка конструкції комп'ютерного електроенцефалографа, який дасть змогу проводити первинне діагностичне обстеження кори головного мозку, і як наслідок дасть змогу розвантажити потік пацієнтів на інші діагностичні апарати в лікувальних закладах і до того ж дозволить заощадити кошти пацієнтам.

Завданням МКР є доведення ефективності і необхідності застосування альтернативних методів діагностики об'ємних новоутворень в корі головного мозку людини, основним з яких являється ультразвукова енцефалоскопія.

Об'єктом МКР– процес розробки комп'ютерного електроенцефалографа.

Наукова новизна одержаних результатів:

Проведено аналіз анатомічних, фізіологічних та патолого-фізичних особливостей головного мозку. Проведено дослідження та аналіз методів для реєстрації ЕЕГ.

Практичне значення одержаних результатів полягає в:

розроблені конструкції комп'ютерного електроенцефалографа.

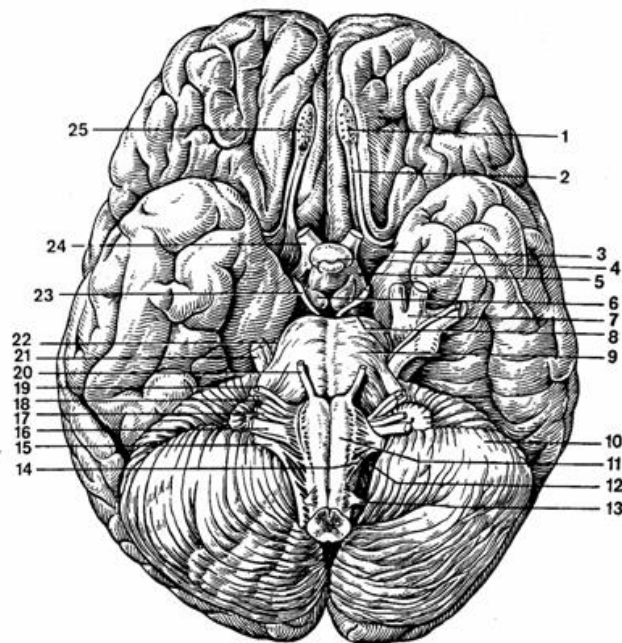
- розробленні структурна схеми та принципова схеми приладу.

Достовірність теоретичних положень. Магістерської кваліфікаційної роботи підтверджується 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 ПИТАННЯ

1.1 Анатомічні, фізіологічні та патолого-фізичні особливості ГОЛОВНОГО МОЗКУ.

Головний мозок, із навколишніми його оболонками знаходиться в порожнині мозкового черепа. Верхня вентральна поверхня головного мозку за формою відповідає внутрішній увігнутій поверхні зводу черепа. Нижня поверхня - основа головного мозку, має складний рельєф, відповідний черепним ямок внутрішньої основи черепа. Маса мозку дорослої людини коливається від 1100 до 2000. Протягом від 20 до 60 років маса й об'єм залишаються максимальним і постійним для кожного індивідуума. При огляді препарату головного мозку добре помітні три його найбільш великі складові частини. Це парні півкулі великого мозку, мозочок і мозковий стовбур.



1 - нюхова цибулина; 2 - нюховий тракт; 3 - передне продірявлені речовина; 4 - сірий бугор; 5 - зоровий тракт; 6 сосковидні тіла; 7 - трійчастий вузол; 8 - задня продірявлені речовина; 9 - міст; 10 -мозжечок; 11 - піраміда довгастого мозку; 12 - олива; 13 - спинномозкові нерви; 14 - підязиковий нерв; 15 - додатковий нерв; 16 - блукаючий нерв; 17 - язикоглотковий нерв; 18 - переддверно - улітковий нерв; 19 - лицевий нерв; 20 -відводний нерв; 21 - трійчастий нерв; 22 - бічний нерв; 23 - окоруховий нерв; 24 - зоровий нерв; 25 -нюхові нерви

Рисунок 1.1 - Будова головного мозку

Півкулі великого мозку у дорослої людини - це найбільш сильнорозвинена, сама велика і функціонально найбільш важлива частина ЦНС. Відділи півкуль прикривають собою всі інші частини головного мозку. Права і ліва півкулі відділені одна від одної глибокою подовжньою щілиною великого мозку, що досягає великої спайки мозку, або мозолистого тіла.

Довгастий мозок є безпосереднім продовженням спинного мозку. Кордон між довгастим і спинним мозком відповідає рівню країв великого потиличного отвори. На рівні довгастого мозку знаходяться такі життєво важливі центри, як дихальний і кровообігу.

Міст на основі мозкового стовбура має вигляд поперечно розташованого білого валика, який в каудальному відділі граничить із пірамідами й олівами довгастого мозку, а в краніальному - з ніжками мозку.

На поперечному розрізі мосту в центральних відділах можна бачити товстий пучок поперечних волокон, що відносяться до провідного шляху слухового аналізатора й утворюючих трапецевидне тіло. У нижніх відділах моста помітні скупчення сірої речовини, названі ядрами власне моста, що виступають в ролі посередників у здійсненні зв'язків кори півкуль великого мозку з півкулями мозочка.

Мозочок становить більш велику, чим міст, частина заднього мозку, яка заповнює собою велику частину задньої черепної ямки. У мозочку розрізняють верхню і нижню поверхні, границями між якими є передні і задні краї.

Середній мозок складається з дорсального відділу даху середнього мозку і вентрального - ніжок мозку, що розмежовуються порожниною - водопроводом мозку. Функціональне значення середнього мозку полягає в тому, що тут розташовані підкіркові центри слуху і зору; ядра головних нервів, що забезпечують іннервацію поперечносмугастих і гладких м'язів очного яблука: ядра, що відносяться до екстрапірамідної системи, що забезпечує скорочення м'язів тіла під час автоматичних рухів. Через середній мозок ідуть спадні (рухові) і висхідні (чутливі) провідні шляхи. Область середнього мозку є

також місцем розташування вегетативних центрів (центральна сіра речовина) і ретикулярної формації.

Проміжний мозок представлений наступними відділами:

- 1) областю зорових горбів (таламічна область), яка розташована в дорсальних його ділянках;
- 2) гіпоталамусом (підталамічна область), що складає вентральні відділи проміжного мозку;
- 3) III шлуночком, що має вигляд подовжньої (сагітальної) щілини між правим і лівим зоровими буграми і з'єднуються через міжшлуночковий отвір з бічними шлуночками.

Кінцевий мозок складається з двох півкуль великого мозку, кожне з яких представлено плащем, нюховим мозком і базальними ядрами.

Кора великого мозку утворена білою і сірою речовиною. У корі виділяють 6 шарів нервових клітин, різні її відділи мають різну товщину (від 1,5 до 5,0 мм, в середньому 2-3 мм). Кора півкуль головного мозку подана сірою речовиною, розташованим на їхнє периферії.

Біла речовина півкуль великого мозку утворює білий півовальний центр, який складається з величезного числа нервових волокон. Всі нервові волокна представлені трьома системами провідних шляхів кінцевого мозку:

- 1) асоціативними;
- 2) комісуральними;
- 3) проєкційними.

Висхідні (чутливі) проєкційно провідні шляхи по місцю свого закінчення підрозділяються на свідомі і рефлекторні.

Функціонування і взаємозв'язок асоціативних, комісуральних, а також висхідних і спадних шляхів забезпечує існування складних рефлекторних дуг, що дозволяють організму пристосовуватися до постійно мінливих умов внутрішнього і зовнішнього середовища.

Бічні шлуночки перебувають у товщі білої речовини півкуль великого мозку. Порожнина шлуночків має вигадливу форму в зв'язку з тим, що відділи кожного з них розташовуються у всіх частках півкулі.

Головний мозок, як і спинний, оточений трьома з'єднувальнотканими листками, або оболонками, що є продовженням оболонок спинного мозку, кожна з яких відділена від сусідніх міжоболочним простором [5].

Важливу роль у всьому цьому відіграє мозковий кровообіг. Це кровообіг в системі судин головного і спинного мозку. Причиною порушення найбільш часто є атеросклероз, гіпертонічна хвороба, симптоматична артеріальна гіпертензія, вазомоторні дистонії, артеріальна гіпотонія, патологія серця, аномалії серцево-судинної системи, патологія легень, що веде до легенево-серцевої недостатності з порушенням венозного кровообігу в головному мозку, інфекційні та алергійні васкуліти, токсичні та травматичні ураження судин головного мозку, остеохондроз хребта, захворювання крові та ендокринної системи, пухлини спинного і головного мозку. Патологічний процес, що викликає порушення мозкового кровообігу, може вражати магістральні і мозкові артерії (аорту, плечеголової стовбур, загальні, внутрішні і зовнішні сонні, підключичні, хребетні, базилярну, спинальні, корінцеві артерії і їх гілки), мозкові вени і венозні синуси, яремні вени. Характер патології судин головного мозку буває різним: тромбоз, емболія, звуження просвіту, перегини і Петлеобразованіє, аневризми судин головного і спинного мозку [4].

Тяжкість і локалізація морфологічних змін в тканині мозку у хворих з порушеннями мозкового кровообігу визначаються основним захворюванням, басейном кровопостачання ураженої судини, механізмами розвитку даного розладу кровообігу, віком і індивідуальними особливостями хворого. Морфологічні ознаки порушення мозкового кровообігу можуть бути вогнищевими і дифузними. До вогнищевих відносять геморагічний інсульт, одоболочечніє крововиливи, інфаркт мозку; до дифузним - множинні різного характеру і різної давності дрібновогнищеві зміни речовини мозку, дрібні

крововиливи, невеликі свіжі і організуються вогнища некрозу тканини мозку, гліомезодермального рубці і дрібні кісти.

Клінічно при порушеннях мозкового кровообігу можуть бути суб'єктивні відчуття (головний біль, запаморочення, парестезії та ін.) Без об'єктивних неврологічних симптомів; органічна мікросимптоматика без чітких симптомів випадання функції Ц.Н.С .; осередкові симптоми: рухові порушення - парези або паралічі, екстрапірамідні розлади, гіперкінези, порушення координації, розлади чутливості, болю; порушення функцій органів почуттів, осередкові порушення вищих функцій кори великого мозку - афазія, аграфія, алексія і ін .; зміни інтелекту, пам'яті, емоційно-вольової сфери; епілептичні випадки; психопатологічна симптоматика.

За характером порушень мозкового кровообігу виділяють початкові прояви недостатності кровопостачання мозку, гострі порушення кровообігу (транзиторні порушення, подіболочечние крововиливи, інсульти), хронічні повільно прогресуючі порушення церебрального і спинального кровообігу (дисциркуляторні енцефалопатія і миєлопатія).

Клінічними симптомами початкових проявів недостатності кровопостачання мозку є з'являються, особливо після напруженої розумової і фізичної роботи, перебування в задушливому приміщенні, головний біль, запаморочення, шум у голові, зниження працездатності, порушення сну. Вогнищева неврологічна симптоматика у таких хворих, як правило, відсутня або представлена розсіяними мікросимптомами. Для діагностики початкових проявів недостатності кровопостачання мозку необхідно виявлення об'єктивних ознак атеросклерозу, артеріальної гіпертензії, вазомоторної дистонії і виключення іншої соматичної патології, а також неврозу.

До гострих порушень мозкового кровообігу відносять минущі порушення кровообігу в мозку та інсульти. Минущі порушення проявляються осередковими або загально мозковими симптомами (або їх поєднанням), що продовжуються менше 1 добу. Найбільш часто вони спостерігаються при атеросклерозі судин головного мозку, гіпертонічної хвороби і при артеріальній

гіпертензії. Розрізняють транзиторні ішемічні атаки і гіпертонічні церебральні кризи. Перші характеризуються появою вогнищевої неврологічної симптоматики (слабкість і оніміння кінцівок, утруднення мови, порушення статички, диплопія і т.д.) на тлі слабо виражених або відсутніх загально мозкових симптомів. Для гіпертонічних церебральних кризів, навпаки, характерно переважання загально мозкових симптомів (головний біль, запаморочення, нудота або блювота) над вогнищевими, які іноді можуть бути і відсутніми. Гостре порушення мозкового кровообігу, при якому вогнищева неврологічна симптоматика зберігається понад 1 добу., Вважається інсультом.

До гострих порушень венозного кровообігу в мозку відносять також венозні крововиливи, тромбоз мозкових вен і венозних синусів (див. Тромбоз судин головного мозку).

Хронічні порушення кровообігу (дисциркуляторна енцефалопатія і миєлопатія) є результатом прогресуючої недостатності кровопостачання, зумовленої різними судинними захворюваннями. При дисциркуляторній енцефалопатії виявляються розсіяні органічні симптоми зазвичай у поєднанні з порушенням пам'яті, головними болями, несистемним запамороченням, дратівливістю і ін. Виділяють 3 стадії дисциркуляторної енцефалопатії. Для I стадії, крім розсіяною різко вираженою стійкою органічною симптоматикою (асиметрії черепної іннервації, легких оральних рефлексів, неточності координації та ін.), Характерна наявність синдрому, схожого з астенічної формою неврастенії (погіршення пам'яті, стомлюваність, неуважність, труднощі перемикавання з однієї діяльності на іншу, тупі головні болі, несистемні запаморочення, поганий сон, дратівливість, сльозливість, пригнічений настрій). Інтелект при цьому не страждає. Для II стадії характерно прогресуюче погіршення пам'яті (в т.ч. професійної), зниження працездатності, зміни особистості (в'язкість думки, звуження кола інтересів, апатичність, часто багатомовність, дратівливість, нелагідність і ін.), Зниження інтелекту. Типова денна сонливість при поганому нічному сні. Органічні симптоми більш виразні (легка дизартрія, рефлексии орального автоматизму та інші патологічні

рефлекси, брадикінезія, тремор, зміна м'язового тону, координаційні та чутливі розлади), III стадія характеризується як утяжеленням психічних порушень (аж до деменції), так і розвитком неврологічних синдромів, пов'язаних з переважним ураженням певної ділянки головного мозку. Це можуть бути псевдобульбарний параліч, паркінсонізм, мозочкова атаксія, пірамідна недостатність. Часті інсультообразно наступаючі погіршення стану, що характеризуються появою нових вогнищевих симптомів і посиленням раніше були ознак цереброваскулярної недостатності.

Дисциркуляторна мієлопатія також має прогресуючий перебіг, в якому умовно можна виділити три стадії. I стадія (компенсована) характеризується появою помірною стомлюваності м'язів кінцівок, рідше слабкістю кінцівок. В подальшому в II стадії (субкомпенсованій) слабкість в кінцівках прогресивно наростає, з'являються порушення чутливості по сегментарному і проводниковому типу, зміни в рефлекторній сфері. У III стадії розвиваються парези або паралічі, виражені порушення чутливості, тазові розлади. Характер вогнищевих синдромів залежить від локалізації патологічних вогнищ по довжині і діаметру спинного мозку. Можливими клінічними синдромами є Поліомієлітическая, пірамідний, сірінгомієліческих, аміотрофічного бокового склерозу, заднестолбовая, поперечного ураження спинного мозку.

До хронічних порушень венозного кровообігу відносять венозний застій, викликає венозні енцефалопатію та мієлопатію. Він є наслідком серцевої або легенево-серцевої недостатності, здавлення вночерепних вен в області шиї та ін. Труднощі венозного відтоку з порожнини черепа і хребетного каналу можуть довго компенсуватися; при декомпенсації можливі головні болі, судомні напади, мозочкові симптоми, порушення функції черепних нервів. Венозна енцефалопатія характеризується різноманітністю клінічних проявів. Можуть спостерігатися гіпертензійний (псевдотуморозний) синдром, синдром розсіяної дрібновогнищевий ураження головного мозку, астенічний синдром. До венозної енцефалопатії відносять також беттолепісія (кашльовий епілепсію),

розвивається при захворюваннях, що призводять до венозного застою в головному мозку [14].

1.2 Аналіз методів діагностики

У терапії порушень мозкового кровообігу особливе значення має своєчасне розпізнавання початкових проявів недостатності кровопостачання мозку, при яких ще відсутні виражені органічні неврологічні симптоми, і патологічні зміни можуть мати оборотний характер. Проведення превентивних терапевтичних заходів таким хворим дозволяє запобігти прогресуванню недостатності мозкового кровообігу [1].

Терапевтичні заходи повинні бути спрямовані на основне захворювання, нормалізацію режиму праці та відпочинку, підбір раціональної дієти. Показано застосування засобів, що поліпшують гемодинаміку і метаболізм мозку. Крім того, слід проводити симптоматичну терапію, що включає седативні, снодійні, анальгезивну та інші препарати. При вираженій дисциркуляторної енцефалопатії зі стійкими неврологічними синдромами здійснюють симптоматичне лікування паркінсонізму, мозочкових розладів і ін. Велике значення мають психотерапія, раціональне працевлаштування хворих, санаторно-курортне лікування (з урахуванням віку хворого, стадії захворювання). Лікування минулих порушень мозкового кровообігу включає нормалізацію артеріального тиску, серцевої діяльності та мозкової гемодинаміки.

Лікування мозкового інсульту проводять поетапно. Воно складається із заходів, спрямованих на усунення вітальних розладів (недиференційована, або базова, терапія) і з диференційованих патогенетичних заходів, специфічних для певного типу патологічного процесу.

Прогноз порушень мозкового кровообігу залежить від їх характеру і перебігу, а також від етіології основного захворювання, локалізації та поширеності ураження судин і речовини мозку [6].

На сьогоднішній день в світі існує багато ефективних методів дослідження головного мозку. Проведемо огляд декількох з них.

Ультразвукова доплерографія магістральних артерій голови - апаратний метод дослідження кровотоку в судинах, що демонструє в реальному часі в графічному, звуковому і кількісному вигляді показники кровотоку в досліджуваних судинах. Метод цей названий по імені Крістіана Андреаса Доплера, австрійського фізика і астронома. Метод заснований на зміні частоти ультразвукових хвиль, відбитих від рухомих частинок крові.

Дуплексне сканування магістральних артерій голови - метод діагностики, що проводиться ультразвуковим сканером. Прилад генерує і вловлює ультразвукові хвилі, і на принципі ехолокації, в реальному часі будує просторове двомірне зображення просвіту і стінки посудини. Залежно від установки датчика просвіт судини може бути показаний як уздовж, так і поперек. Дослідження дозволяє оцінити стан стінки судини, провести аналіз кровотоку (в т.ч. напрямок і швидкість) [3].

Дослідження дозволяє виявити пацієнтів із стенозом або закупоркою судин головного мозку, визначити наявність вродженої патології досліджуваних судин. Висока інформативність методу і при визначенні вплив хребта на хребетні артерії. Результати дослідження можуть служити підставою для проведення судинної операції (каротидної ендартеректомія, стентування, накладення екстра-інстракраніального мікроанастомоза). Тривалість дослідження становить 30-45 хвилин.

КТ головного і спинного мозку - сучасний різновид рентгенологічного дослідження, при якому можна отримати зображення найтонших зрізів головного мозку. Також метод застосовується в дослідженні внутрішніх органів.

Дослідження проводиться при підозрі на пухлину, гостру (інсульт) і хронічну недостатність мозкового кровообігу, черепно-мозковій травмі, аномаліях розвитку. КТ дозволяє оцінити результати хірургічного лікування, хіміотерапії. Дослідження може замінити МРТ у випадках, коли у пацієнта

встановлено кардіостимулятор, містить чужорідні металеві імпланти. Тривалість дослідження становить від 1 до 10 хвилин. Метод безпечний і високоінформативен, особливо при проведенні на сучасних мультиспіральному томографах. У ряді випадку дослідження проводиться з введенням контрастної речовини [15].

Рентгенологічне дослідження судин головного мозку (церебральна ангіографія) вперше було виконано Егас Моніца в 1927 році. Сьогодні церебральна ангіографія стала золотим стандартом в дослідженні стану судин головного мозку.

Метод церебральної ангіографії дозволяє візуалізувати місце звуження або закупорки судин головного мозку, виявити патологічні розширення - аневризми (які небезпечні тим, що можуть раптово розірватися, в результаті чого настає внутримозгове кровотеча), а також пухлини головного мозку.

Методика виконання церебральної ангіографії схожа з іншими методиками ангіографії. Особливість цього методу полягає в тому, що катетер, введений в судинне русло через стегнову артерію, підводиться до сонної артерії. Далі, після того, як в судинне русло вводиться контрастна речовина, виробляється серія рентгенівських знімків. Після того, як контраст пройде через всі тканини, знову проводиться серія знімків для оцінки венозного відтоку крові з головного мозку.

Метод церебральної ангіографії за своєю інформативності перевершує КТ і МРА. Крім того, цей метод має перевагу перед вищезгаданими методами в тому, що під час його проведення можливі хірургічні втручання. Наприклад, при виявленні аневризми, в не встановлюється спеціальна металева «пломба», після чого навколо неї розростається сполучна тканина, що призводить до закриття аневризми.

Як і перед всіма іншими методами ангіографії, обов'язково проводиться алергічна проба на переносимість контрастної речовини [18].

ЕЕГ - метод дослідження головного мозку, заснований на реєстрації його біоелектричної активності.

Дослідження проводиться як в спокої (стані розслабленого неспання), так і при навантажувальних функціональних пробах (откриваніє- закривання очей, світлові роздратування, форсоване дихання) [16].

Це особливо важливо при обстеженні пацієнтів з такими захворюваннями:

- 1) епілепсія;
- 2) черепно-мозкова травма, як в гострому періоді, так і її наслідки;
- 3) ранні і віддалені наслідки порушень мозкового кровообігу;
- 4) енцефалопатії різного походження;
- 5) стану після нейрохірургічних втручань;
- 6) синдром вегетативної дистонії;

А також при обстеженні для уточнення діагнозу пацієнтів з:

- 1) головними болями;
- 2) запамороченням;
- 3) нападами з втратою свідомості;
- 4) невротичними розладами;
- 5) нестійким артеріальним тиском [12]

Електроенцефалографічні обстеження дозволяють розкрити, як людський мозок використовує свої функціональні резерви.

1.3 Вибір та обґрунтування аналогів

На даний час існує невелика кількість приладів подібного класу до приладу, що розробляється. Але всі ці пристрої, тобто аналоги, вже давно і морально і фізично застаріли, оскільки виконані на старій і не дуже надійній елементній базі, а також мають не естетичну і не ергономічну конструкцію, що викликана застосуванням електронно-променевої трубки, яка вимагає значного об'єму в загальному об'ємі приладу, зараз же застосовуються рідкокристалічні і плоскі екрани, які дозволяють зробити прилад значно меншим і компактнішим, що в свою чергу впливає на зменшення маси апарату в цілому.

Перед початком розробки нового комплексного блоку проектуемого приладу слід визначити критерії по яким буде проводитись аналіз і порівняння з існуючими аналогами пристрою.

Головним аналогом розроблюваного блоку, обрано аналогічний блок апарату ЕЕС-12, який представляє собою електроенцефалограф, але головною відмінністю і перевагою нової розробки є те, що на відмінну від аналога в новому апараті комплексний блок виконаний на одній платі поєднує в собі одразу три плати, які в аналогічному пристрої виконують три окремі функції, тобто генерування імпульсів, підсилення сигналу і приймання відбитих хвиль. Завдяки такому вдосконаленню і застосуванню замість електронно-променевої трубки плоского рідкокристалічного екрану нова розробка має значно менші масогабаритні параметри в порівнянні з аналогом, тобто вона є більш компактнішою, ергономічнішою і зручнішою в використанні і експлуатації на відміну від аналога.

Для того, щоб переконатися в доцільності розробки нового блоку пристрою, складемо таблицю в якій наведені основні параметри за допомогою яких проводиться порівняння. Такими параметрами являються перед усім вартість комплектуючих радіоелементів, споживана потужність, маса, надійність або термін служби. Але в даному випадку порівнюється аналог і новий пристрій з урахуванням розробки нового комплексного блоку для нього і використанням плоского рідкокристалічного екрану, що дозволить зробити апарат компактнішим, економнішим, і значно зменшить його масогабаритні параметри.

Таблиця 1.1- Порівняння параметрів аналога і нової розробки

Показники	Одиниця виміру	Аналог	Нова розробка	Відношення параметрів нової розробки і аналогу
1.Споживана потужність, при роботі від мережі	Вт	75	40	0,6
2. Споживана потужність, при роботі від акумулятора	Вт	30	20	0,66
3.Маса	кг	12	6	0,5
4.Термін служби	рік	3	6	2
5.Габаритні розміри	мм	455x260x235	250x130x120	0,14
6.Вартість	грн	4000	3537,62	0,87

Для зручності проведення порівняння було складено наступну таблицю 1.1, в яку занесені основні параметри порівняння аналога і пристрою, що розробляється.

Виходячи з даних наведених в таблиці 1.1, можна зробити наступні висновки, що за допомогою розробки нового комплексного блоку і застосування плаского рідкокристалічного екрану, новий апарат переважає аналог не лише по основним масогабаритним параметрам, але і являється більш економічною з точки зору не лише вартості, але і з точки зору споживання електроенергії і заряду акумулятора.

Завдяки новим технологічним рішенням і застосуванню сучасної елементної бази і рідкокристалічного екрану нова розробка є значно легшою і компактнішою за аналог, але не слід забувати, що завдяки меншій споживаній потужності, новий пристрій значно довше зможе функціонувати на акумуляторах, що в наш час є не мало важливим фактором.

1.4 Оцінювання наукового, технічного та економічного рівня науково-дослідної роботи

Однозначно визначити техніко-економічний рівень нової розробки при великій кількості технічних та економічних показників доволі важко. Однак є можливість визначити узагальнюючу оцінку техніко-економічного рівня НДР. Оцінимо перспективність теми даної магістерської кваліфікаційної роботи за допомогою бального методу оцінок НДР. Бальна оцінка полягає в тому, що кожному параметру присвоюється певний бал в залежності від різних факторів. Для узагальнюючої оцінки технічного рівня береться сума балів по всім показникам.

В сучасних умовах науково-технічний прогрес розвивається швидкими темпами, а це звісно потребує зменшення часу на розробку (проведення НДР) і зменшення терміну окупності витрат. Виходячи з цього, будемо орієнтуватися на час проведення НДР не більше 2 років; технічні показники результатів плануються на рівні кращих світових зразків; передбачаються часткові можливості отримання авторських свідоцтв; строк окупності витрат 2 роки і менше.

В таблиці 1.2 наведено критерії та бальна оцінка для визначення наукового та технічного рівня науково-дослідної роботи.

Таблиця 1.2 – Критерії та бальна оцінка для визначення наукового, технічного та економічного рівня науково-дослідної роботи.

Критерії оцінки	Шкала критеріїв	Індекс оцінки
Час, необхідний для проведення НДР	2 роки і менше	+2
	3 роки	+1
	4 роки	0
	5-6 років	-1
	7 років і більше	-2
Технічні показники результатів розробки	Вище рівня кращих світових зразків	+2
	На рівні кращих світових зразків	0
	Нижче рівня кращих світових зразків	-2

Продовження таблиці 1.2

Можливості отримання авторських свідоцтв на винахід	Впевненість в отриманні авторських свідоцтв	+2
	Часткові можливості	0
	Можливості немає	-1
Строк окупності витрат	2 роки і менше	+3
	3-4 роки	+2
	5 років	0
	6-7 років	-1
	8 років і більше	-2

В таблиці 1.3 наведено можливі результати оцінки теми НДР.

Таблиця 1.3 – Можливі результати оцінки теми НДР

Сума індексів	Оцінка теми
Позитивна(+)	Розробка є досить перспективною
Задовільна(0)	Розробка перспективна
Негативна(-)	Розробка не перспективна

Проаналізувавши дані таблиць 1.2 та 1.3, та підрахувавши загальну суму балів (+2+0+0+2=4), робимо висновок, що розробка є перспективною.

1.5 Оцінювання комерційного потенціалу розробки

Метою проведення технологічного аудиту є оцінювання комерційно-го 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.

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	2	2	2
4	3	3	2
5	3	3	2
6	3	3	3
7	3	2	2
8	2	2	3
9	3	3	3
10	2	3	3
11	2	3	2
12	3	2	3
Сума балів	32	31	30
Середньоарифметична сума балів <u>СБ</u>	<u>31</u>		

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	Нижче 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 середній).

1.6 Розрахунок узагальненого коефіцієнта якості для нового рішення

Важливою характеристикою при прийнятті рішення про доцільність розробки чи удосконалення пристрою є прогнозована якість майбутньої розробки. Технічний рівень якості продукції – це відносна характеристика якості, яка ґрунтується на порівнянні показників якості даної продукції з показниками якості продукції, яка взята для порівняння. Досить ефективним для використання є комплексний метод визначення технічного рівня якості продукції.

Комплексний метод – передбачає попарне порівняння одиничних показників якості даної продукції з одиничними показниками якості базової продукції з урахуванням коефіцієнтів важливості (питомої ваги) β кожного із цих показників в загальному рівні якості продукції та наступним підсумуванням отриманих результатів.

Узагальнений коефіцієнт якості нового виробу V_2 розраховується за формулою:

$$V_2 = \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot \beta_i$$

де: n – число найважливіших технічних показників, які змінюються і впливають на якість продукції;

α_i – коефіцієнт, який ураховує питому вагу (значимість) i -го технічного показника (визначається експертним шляхом). При цьому має виконуватись умова:

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1$$

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

Відносні значення β_i розраховуються за нижченаведеною формулою:

$$\beta_i = \frac{I_2}{I_1},$$

де: I_2 та I_1 – чисельні значення конкретного i -го показника якості відповідно для нової розробки «2» та продукції конкурента «1».

Визначемо відносні значення для показників пристрою.

Таблиця 1.6 – Технічні показники аналога та пристрою, що проектується

Показники (параметри)	Одиниця вимірювання	Аналог	Проектований пристрій	Відношення параметрів нової розробки до аналога	Питома вага показника
1. Споживана потужність, при роботі від мережі	Вт	75	40	1,88	0,3
2. Споживана потужність, при роботі від акумулятора	Вт	30	20	1,5	0,3
3. Маса	кг	12	6	2	0,2
4. Термін служби	рік	3	6	2	0,1
5. Габаритні розміри	мм	455x260x235	250x130x120	3,2	0,1

Тоді приведений показник якості складе:

$$B_2 = 1,88 * 0,3 + 1,5 * 0,3 + 2,0 * 0,2 + 2,0 * 0,1 + 3,2 * 0,1 = 1,934$$

Якщо $K_{\text{заг}} > 1$, то загальний рівень якості даного виду продукції буде вищим, ніж базової. І навпаки, при $K_{\text{заг}} < 1$ загальний рівень якості даної продукції буде нижчим, ніж базової.

Висновки до розділу

Час проведення НДР не більше 2 років; технічні показники результатів плануються на рівні кращих світових зразків; передбачаються часткові можливості отримання авторських свідоцтв; строк окупності витрат 2 роки і менше, що свідчить про перспективність НДДКР.

Згідно проведених досліджень рівень комерційного потенціалу розробки становить 31 бал, що свідчить про комерційну важливість проведення даних досліджень (рівень комерційного потенціалу розробки середній).

Узагальнений коефіцієнт якості нової розробки $K_{\text{заг}} > 1$, що свідчить про те, що загальний рівень якості даного виду продукції буде вищим, ніж аналогу.

Проаналізувавши усі недоліки та переваги аналогу і розроблюваного приладу, можна зробити висновок:

- новий вдосконалений пристрій має достатньо високі характеристики як в плані технічних, так і експлуатаційних параметрів;
- простота в експлуатації, безпека в користуванні та малі габарити надають можливість широко використовувати даний прилад;
- низька собівартість, порівняно з аналогічними приладами;
- висока надійність.

Отже, з вище перерахованих міркувань слідує, що розробка даного приладу є доцільною.

2 ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ МЕТОДІВ РЕЄСТРАЦІЇ ЕЕГ

2.1 Ритми ЕЕГ і їх характеристики

Електроди бувають декількох різновидів:

Мостові - застосовуються при обстеженні пацієнтів, здатних певний час знаходитися в стані сидячи або напівлежачи і виконувати команди нейрофізіолога (зазвичай дорослих або дітей старше 3-5 років, які перебувають у свідомості і підтримують контакт з оточуючими)

Чашечкові - застосовуються для обстеження маленьких дітей, хворих з порушенням свідомості, при довготривалих записах і дослідженні ЕЕГ сну. Мають форму диска з піднятими краями, що кріпиться до Покрови голови за допомогою спеціальної шапочки.

Голчасті - застосовуються під час хірургічних операцій для оцінки стану нервової системи і глибини наркозу. Вколюють безпосередньо в покриви голови пацієнта. При нейрохірургічних операціях на головному мозку електроди встановлюються безпосередньо в мозкову тканину. На виході виходить графічне зображення коливань різниці біоелектричних потенціалів живого мозку.

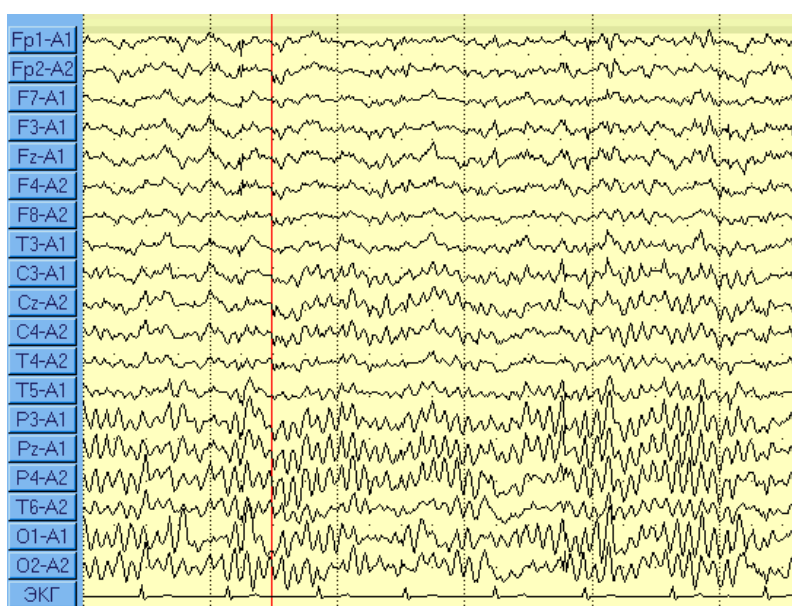


Рисунок 2.1 – Приклад зареєстрованої ЕЕГ

ЕЕГ - складна крива, що складається з хвиль різних частот і амплітуд. Залежно від частоти на ЕЕГ розрізняють хвилі, що позначаються грецькими буквами:

Альфа-активність виявляється при проведенні електроенцефалограми в стані пасивного неспання і являє собою синусоїдальні коливання частотою 8-13 Гц і амплітудою 40-100 мкВ. Альфа-активність зрілого мозку зазвичай модулювати в веретена і переважає переважно в потиличних областях (пов'язана з функціонуванням зорового аналізатора)

Бета активність являє собою коливання частотою 14-40 Гц і амплітудою до 15-20 мкВ. Виявляється переважно в передніх відділах головного мозку під час активного неспання. У структурі бета-активності виділяють низькочастотну (з частотою до 22-24 Гц) і високочастотну (з частотою більше 22-24 Гц) активність. Деякі автори в структурі бета-активності виділяють гамма-активність, або високочастотні бета-активність з частотою 40-70 Гц і амплітудою до 5-7 мкВ.

Мю-активність виявляється в центральних областях головного мозку з переважанням в області роландической борозни (пов'язана з проприоцептивної чутливістю). За частотою та амплітудою відповідає альфа-активності, але має характерну аркоподібними форму.

Тета-активність - повільно-хвильова активність частотою 4-7 Гц різної амплітуди, що підсилюється при емоційному збудженні і у в час сну. Поява активності на ЕЕГ в інші проміжки часу свідчить про зниження рівня функціональної активності кори і всього мозку в цілому.

Дельта-активність - повільно-хвильова активність частотою 1-3 Гц різної амплітуди, найбільш виражена під час сну. Поява активності на ЕЕГ в інші проміжки часу свідчить про зниження рівня функціональної активності кори і всього мозку в цілому

Епілептична активність - характеризує стан мозку поза нападу.

Серед епілептичної активності, яка виникає при проведенні ЕЕГ, виділяють:

- Спайкі
- Гострі хвилі
- Комплекси спайк- повільна хвиля
- Комплекси гостра хвиля - повільна хвиля і їх численні комбінації (множинні спайки з подальшими повільними хвилями і ін.)

2.2 ЕЕГ в діагностиці епілепсії

Найбільш інформативною є реєстрація ЕЕГ хворих з епілептичними випадками. ЕЕГ є першим і часто єдиним неврологічним амбулаторним дослідженням, яке проводиться при епілептичних нападах.

В першу чергу ЕЕГ допомагає відрізнити епілептичний напад від неепілептичних і класифікувати їх.

За допомогою ЕЕГ можна:

- встановити ділянки мозку, що беруть участь в провокуванні нападів;
- стежити за динамікою дії лікарських препаратів;
- вирішити питання про припинення лікарської терапії;
- ідентифікувати ступінь порушення роботи мозку в межприступних періодах.

Кращий час для проведення ЕЕГ - не раніше ніж через тиждень після нападу. Електроенцефалограма, зроблена незабаром після нападу, може не показати ніяких змін. Для розуміння цього можна привести аналогію з конденсатором: має порушення в роботі протисудомних систем мозок накопичує зміни, конденсує їх, що проявляється у все більших порушеннях на ЕЕГ. Під час нападу мозок відбувається як би коротке замикання, розряджається накопичені в мозку зміни. У кількох відсотків практично здорових дорослих людей зустрічаються порушення біоелектричної активності мозку у вигляді різних "епіфеноменом", умовно-епілептиформні активності. Можливо, такий тип реакції є уроджену особливістю, що дає носіям відповідних генів деякі біологічні переваги. Про це, наприклад,

У дітей без клінічних проявів епілепсії, але з психопатією, з агресивним характером і навіть просто невротиків виявляють "епіфеномени" на ЕЕГ ще частіше. Така реакція звичайно зникає в більш старшому віці без усякого лікування. Однак у 14-15% дітей згодом розвивається епілептична хвороба.

При великих судомних нападах з втратою свідомості на ЕЕГ можуть відзначатися комплекси пік-хвиля в усіх областях мозку,

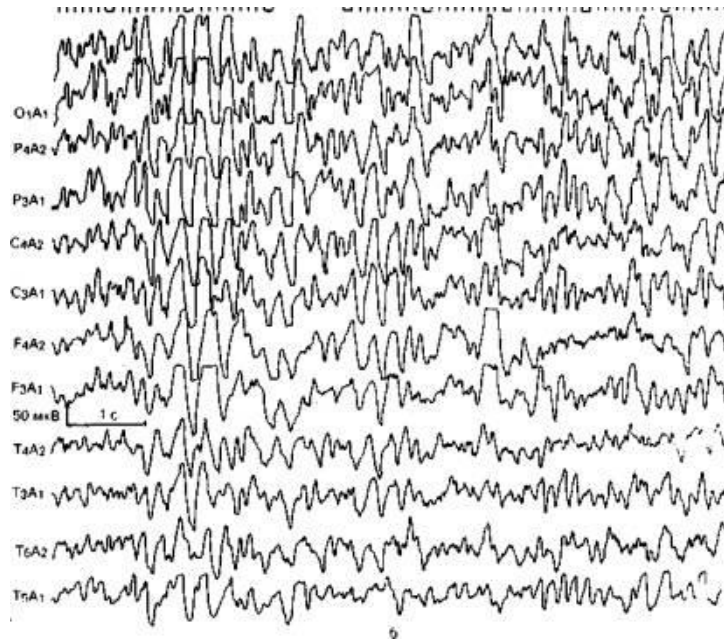


Рисунок 2.2 - Справжня пароксизмальна активність

а при осередкової епілепсії зміни виявляються лише на обмежених ділянках мозку, частіше в скроневих областях.

У осіб з алкогольною епілепсією виявити судомну активність на ЕЕГ вдається далеко не завжди. І навпаки, схожі з епілептичними розрядами зміни можуть викликатися рухом очей і м'язами голови, пульсацією кровоносних судин, дихальними рухами, роботою серця, жуванням, ковтанням або дотрагиванием до електрода. Результати ЕЕГ залежать від віку хворого, ліків, які він приймає, часу останнього нападу, наявності тремору (тремтіння) голови і кінцівок, порушень зору, дефектів черепа. Всі перераховані фактори можуть впливати на правильне тлумачення і використання даних ЕЕГ.

Велике значення в діагностиці уражень мозку мають функціональні проби: переривчасте світлове роздратування (фотостимуляція), посилене

глибоке дихання протягом 2-3 хв (гіпервентиляція), звукове роздратування, дослідження після безсонної ночі (депривація сну) і ін.

При використанні функціональних проб у 90% хворих на епілепсію вдається виявити зміни ЕЕГ. Кількість обстежень ЕЕГ і їх частота залежить від того, що необхідно виявити лікаря. Якщо нападів немає (наприклад, в разі успішного їх лікування), то ЕЕГ можна робити приблизно 1-2 рази на рік. При наявності нападів, зміні лікування або дози препаратів частота проведення ЕЕГ зростає. Діагноз епілепсія не може бути поставлений при відсутності клінічних проявів хвороби і, навпаки, не можна виключити цей діагноз при нормальній ЕЕГ, якщо є епілептичні напади. ЕЕГ тільки допомагає лікарю уточнити діагноз і визначити форму нападів. Ну і, відповідно, лікуванню підлягають не зміни в картині ЕЕГ, а самі напади.

2.3 ЕЕГ в діагностиці новоутворень

Якщо пухлина розташовується близько до поверхні мозку і впливає переважно на кору і підкіркові структури, на ЕЕГ виникають зміни на стороні поразки. Відзначаються локальні патологічні зміни в зоні проекції пухлини - пригнічення альфа-ритму, збільшення амплітуди дельта-хвиль.

Внутрішньомозкові пухлини викликають значні загальні зміни ЕЕГ, що маскують осередкові порушення біопотенціалів. Для більш чіткого виявлення осередкової патології показано проведення досліджень ЕЕГ після дегідратаційної і гормональної терапії, що призводить до зменшення дифузних повільних хвиль.

При пухлинах скроневої локалізації ЕЕГ діагностика із зазначенням вогнища патологічної електричної активності в скроневій області найбільш точна (до 90%). Як правило, при цьому спостерігається вогнищева бета-активність.

За сучасними стандартами, ЕЕГ-дослідження може бути рекомендоване як скринінгове дослідження при підозрі на новоутворення. За рахунок

нешкідливості, відносної доступності та швидкості проведення при невпевненості лікаря в діагнозі ЕЕГ може підказати йому - чи варто направляти пацієнта на додаткове (частіше - томографічне) дослідження чи ні.

2.4 ЕЕГ при судинних захворюваннях і після травм

Для раннього періоду після струсу головного мозку характерна наявність ірритативних змін, подібних з порушеннями при судинних захворюваннях (див. Рис.).

У віддаленому періоді ЧМТ особливістю ЕЕГ є наявність синхронності ритмів в різних відведеннях, часто - низькоамплітудних характер ЕЕГ. Характерно зниження або інверсія лобно-потиличного градієнта альфа-активності.

За допомогою ЕЕГ можна:

- стежити за динамікою дії лікарських препаратів;
- оцінити ступінь порушення роботи мозку;
- дослідити функціональний стан мозку у людей, у яких структурні методи дослідження (наприклад, метод магнітно-резонансної томографії) показують, що мозок "нормальний", але дисфункція мозку очевидна клінічно (наприклад, при метаболічної енцефалопатії).

При даних станах найбільша цінність ЕЕГ не в підтвердженні діагнозу - саму травму при обстеженні «не видно». При повторних дослідженнях ЕЕГ допомагає оцінити швидкість і повноту зникнення ознак порушення роботи мозку. Від цього залежить подальше лікування.

2.5 Проведення дослідження

ЕЕГ абсолютно нешкідливо і безболісно. Пацієнт під час обстеження сидить в кріслі або лежить на кушетці з закритими очима. Для проведення ЕЕГ на голові прикріплюються за допомогою спеціального шолома маленькі електроди, які з'єднуються проводами з електроенцефалографом. Апарат підсилює потенціали, отримані з датчиків, в сотні тисяч разів і записує їх на папір або в пам'ять комп'ютера.

Якщо дослідження проводиться дитині, то йому необхідно пояснити що його чекає під час дослідження і переконати в його безболісності. Пацієнт перед дослідженням не повинен відчувати почуття голоду, так як це може викликати зміни на ЕЕГ. Голова перед ЕЕГ повинна бути чисто вимита - це дозволить домогтися кращого контакту електродів з шкірою голови і отримання більш достовірних результатів дослідження. З дітьми дошкільного віку необхідно потренуватися в надяганні «шолома» (гра в космонавта, танкіста і т.п.) і перебування в нерухомому стані з закритими очима, а також навчити глибоко і часто дихати.

Якщо під час ЕЕГ у пацієнта трапиться напад, то результативність дослідження набагато зростає, так як можна буде більш точно виявити місце порушення електричної активності мозку. Однак, з огляду на інтереси безпеки пацієнта, спеціально судомні напади чи не провокуються. Іноді перед ЕЕГ-дослідженням хворі не приймають ліки. Цього не слід робити.

ЕЕГ-дослідження проводить спеціально навчений невропатолог, іноді його називають електроенцефалографістом або нейрофізіологом. Він описує результати дослідження, і дає свій висновок. Однак поставити остаточний діагноз без більш повних клінічних даних нейрофізіолог не може. Багато змін ЕЕГ можуть бути неспецифічними, тобто їх точна інтерпретація можлива тільки з урахуванням клінічної картини хвороби і іноді після додаткового обстеження.

2.6 Діагностична цінність ЕЕГ

Останнім часом електроенцефалографії часто протиставляються нові, високотехнологічні методи для відображення мозкової активності, типу позитронно-емісійної або функціональної магнітно-резонансної томографії (ПЕТ і фМРТ). Ці методи забезпечують деталізоване зображення структур мозку, що включаються в функціонування в нормі або при пошкодженні патологічними процесами.

Які ж переваги ЕЕГ? Деякі з них очевидні: ЕЕГ досить проста у використанні, дешева і не пов'язана з впливом на випробуваного (неінвазивна). ЕЕГ може бути зареєстрована біля ліжка пацієнта і використовуватися для контролю стадії епілепсії, тривалого моніторингу мозкової активності. Але є ще одне, не така очевидна, але дуже цінна перевага ЕЕГ. Фактично, ПЕТ і фМРТ засновані на вимірі вторинних метаболічних змін в тканини мозку, а не первинних (тобто електричних процесів в нервових клітинах). ЕЕГ може показати один з основних параметрів роботи нервової системи - властивість ритмічності, яке відображає узгодженість роботи різних структур мозку. Отже, під час запису електричної (а також магнітної) енцефалограми, нейрофізіолог має доступ до фактичних механізмів обробки інформації мозку. Це допомагає виявити схему процесів, задіяних мозком, показуючи не тільки «де», а й «як» інформація оброблена в мозку. Саме ця можливість робить ЕЕГ унікальним і, безумовно, цінним методом діагностики. Електроенцефалографічні обстеження дозволяють розкрити, як людський мозок використовує свої функціональні резерви.

2.7 Аналіз можливостей технічних засобів

2.7.1. апаратура для електроенцефалографічних досліджень

Амплітуда електричних потенціалів має невелику амплітуду, складову в нормі 50-150 мкВ. Для реєстрації сигналів потрібно використовувати

підсилювачі з досить великим коефіцієнтом посилення, порядку 20-100 тисяч. При реєстрації ЕЕГ потрібно враховувати, що лабораторні та медичні приміщення, де проводять дане дослідження, практично завжди обладнані пристроями, що створюють потужні електромагнітні поля. З огляду на, що голова є об'ємним провідник, сигнал, що знімається з її поверхні, буде мати перешкоду у вигляді синфазного напруги. Для усунення даного напруги використовуються диференціальні підсилювачі, які нейтралізують напруга, в однаковій мірі діє на обидва входи і підсилює різницева напруга.

По виду представлення інформації, електроенцефалографи поділяються на паперові і цифрові (безпаперові). У паперових ЕЕГ посилений сигнал подається на котушки термомішущих і електромагнітних гальванометрів і зображується безпосередньо на папері. В даний час поширені безпаперові пристрою, так як вони мають ряд переваг, таких як зберігання інформації, зручність запису, аналізу і обробки.

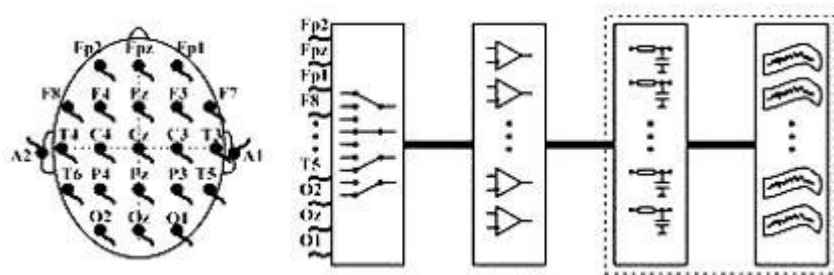


Рисунок 2.4 - Стандартна схема електроенцефалографа

Типова схема електроенцефалограф (Рисунок 2.4) складається з декількох блоків: електроди, комутатор, підсилювачі, фільтри, пристрій реєстрації.

Сучасні електроенцефалографи представляють собою багатоканальні реєструючі пристрої, що дозволяють реєструвати електричну активність від великого числа електродів, встановлених на голові обстежуваного.

Розташування електродів має важливе значення, потенціали, зняті з різних точок голови, можуть відрізнятися. Два основних способи запису: монополярний і біполярний. При біполярному способі обидва електроди

знаходяться в електрично активних точках, результатом буде різниця потенціалів між ними. При монополярному способі знімається електрична активність щодо будь-якої електрично нейтральної точки, наприклад, мочки вуха.

В дослідницькій практиці ширше застосовується монополярний спосіб, так як він дозволяє аналізувати внесок конкретної зони мозку.

Міжнародною федерацією електроенцефалографії і клінічної нейрофізіології була рекомендована система розміщення електродів на поверхні - система «10-20». Розташування електродів визначається виміром відстані між серединою перенісся (назіон) і потиличних бугром (ПНСН), яку ділять на 10 однакових відрізків. На відстані, що становить 10% від загальної довжини лінії, встановлюють перший і останній електрод, відповідно. Від першого електрода відкладається наступний, на відстані 20% загальної довжини лінії. Для зручності накладення череп умовно поділений на області, буквено позначені: F - лобова, O - потилична область, P - тім'яна, T - скронева, C - область центральної борозни. Буквою Z позначається вертекс - верхівка черепа. Числа співвідносять зони на праве (парні) і ліве (непарні) півкуля.

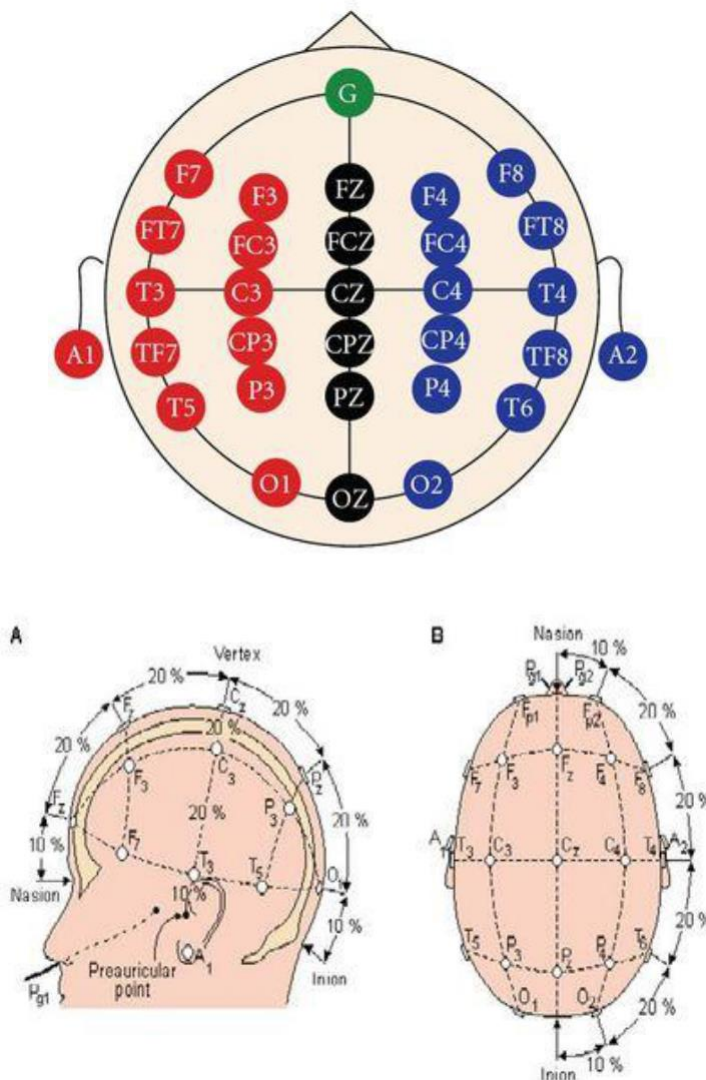


Рисунок 2.5 - Схема розташування електродів по системі «10-20»

Важливою вимогою до матеріалу, з якого виготовлений електрод, є відсутність явища поляризації в процесі знімання. Це явище пов'язане з накопиченням іонів внаслідок електрохімічних процесів в області контакту шкіра-електрод. Даний процес призводить до спотворень, так як до об'єкту, що знімається сигналу додається постійна складова. Кращим матеріалом з точки зору надійності є срібло. В разі виникнення поляризації, срібний електрод піддають хлоруванню, що викликає появу на поверхні електрода шару хлориду срібла. Також для кращого контакту використовують електродний пасту або розчин. В даний час набувають все більшого поширення сухі електроди, наприклад, штирові, для контакту на волосистій частині голови.

Зняті електричні потенціали потім надходять на вхід підсилювального пристрою. Блок посилення складається з ідентичних підсилювачів, кількість

яких відповідає числу каналів реєстрації. Для кожного підсилювального блоку підключений багатоканальний комутатор, що дозволяє комутувати електроди, підключені до голови обстежуваного в потрібній комбінації або окремими каналами. У цифрових електроенцефалографії комутація електродів, а також зміна коефіцієнта посилення здійснюються програмно.

Для завдання смуги пропускання підсилувача на кожному з каналів встановлені фільтри низьких і високих частот смугові фільтри. Це також дозволяє усувати деякі види зайвих сигналів, наприклад, м'язову активність.

Для регулювання нижньої смуги пропускання підсилувача фільтрами високих частот змінюється постійна часу підсилувача. За міжнародним стандартом, в електроенцефалографії прийнята постійна часу, що дорівнює 0,3 с.

Для перевірки коректного сприйняття сигналу застосовується калібрований пристрій, для запису ЕЕГ використовують стандартний калібрувальний сигнал 50мкВ, на входи підсилувачів подаються поперемінно позитивні і негативні прямокутні сигнали.

Опір між електродом і шкірою для правильної реєстрації сигналу не повинно перевищувати 20 Ком, для перевірки використовується омметр.

Після етапу посилення сигнал надходить в блок реєстрації. Як реєструючого пристрою може виступати: магнітопісець, осцилограф, комп'ютер.

3 КОНСТРУКТОРСЬКО- ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Розробка структурної схеми

Аналіз різних методів виконання електрофізіологічних досліджень показує, що, незважаючи на їх різноманітність за методичними прийомами підготовки об'єкта, аналізованих процесів, характеристикам реєстрованих сигналів і іншим факторам, технічні засоби, необхідні для їх виконання, з точки зору розробника відповідної електронної апаратури можуть розглядатися за загальних позицій проектування.

Доцільно розглянути узагальнені схеми проведення відповідних експериментів.

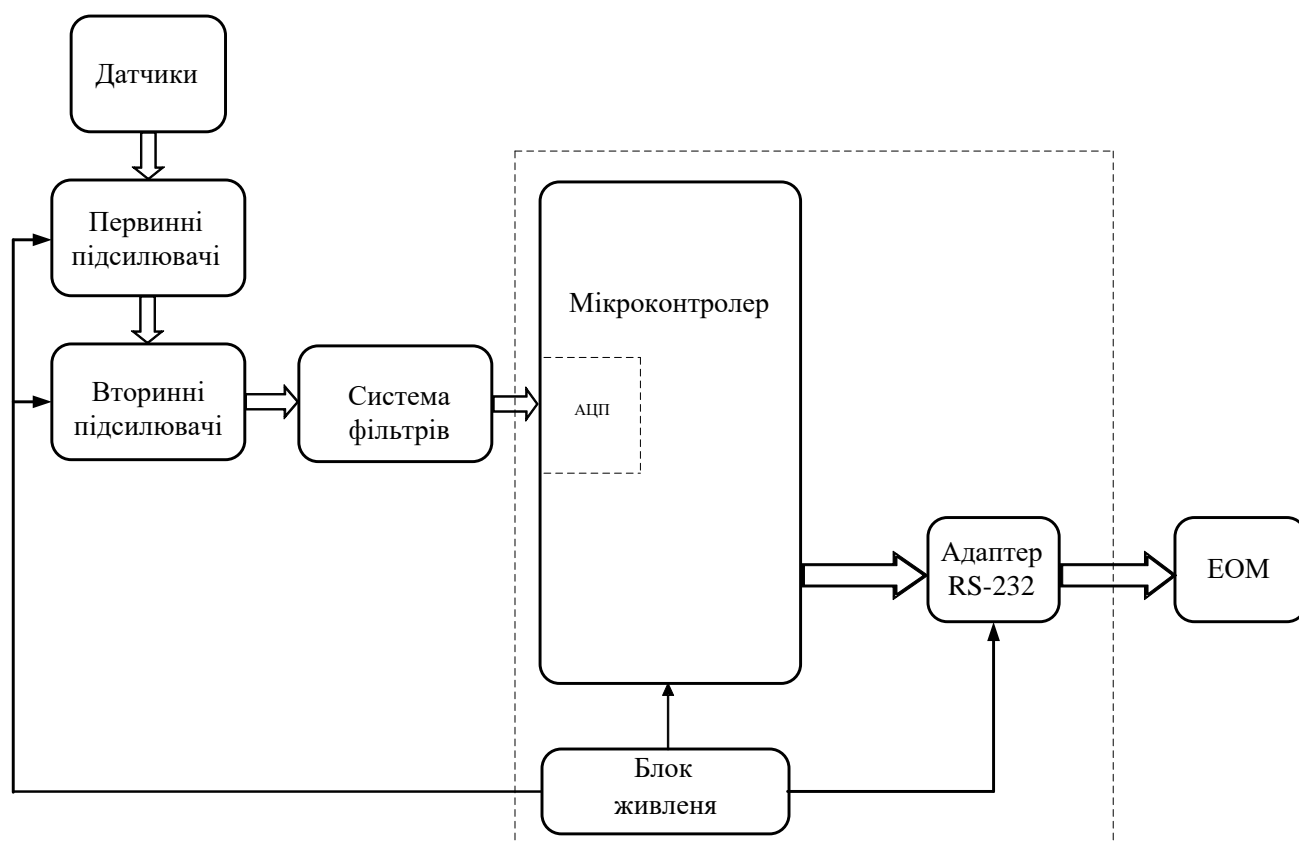


Рисунок 3.1 - Структурна схема цифрового електроенцефалографа

У цифровому електроенцефалографії, крім стандартних блоків, присутній також аналогово-цифровий перетворювач, що забезпечує можливість

використання комп'ютера для подальшої обробки і зберігання сигналів. Фільтрація сигналів при достатній швидкодії комп'ютера може здійснюватися програмно, що спрощує побудову та полегшує регулювання частотної характеристики.

Оскільки енцефалографія відображає функціональну активність мозку, сигнал буде залежати від безлічі факторів: настрої, спокій, вплив зовнішніх факторів.

Це визначає появу, крім корисного сигналу, артефактів - сигнали ЕЕГ, які не пов'язані з активністю головного мозку. Такі сигнали практично завжди присутні на ЕЕГ. Найбільш часто зустрічаються наступні типи артефактів: артефакти, викликані рухом очей (включаючи очне яблуко, очні м'язи і повіку); артефакти від електрокардіографії; артефакти від електроміографії; артефакти, викликані рухом мови (глоссокінетическіе артефакти); зовнішні артефакти - можуть бути викликані переміщенням близько досліджуваного об'єкта, регулювання положення електродів, слабким їх заземленням, впливом лікарських препаратів.

3.2 Аналіз схеми електричної принципової

Перед розробкою пристрою, виконаємо аналіз елементної бази, для того щоб мати данні для розрахунків.

Аналіз здійснюватимемо згідно з переліком елементів (наведений у додатку), користуючись довідниками [1, 3]. Необхідно підрахувати установочні площі радіоелементів, а також визначити, які з них будуть винесені на корпус виробу, а які безпосередньо будуть встановлюватись на друковану плату комплексного блоку.

На корпусі будуть встановлені:

- перемикачі П2К (SB1, SB2);
- роз'ми XS1, XS2, XS4;

- резистори R2,R6,R61, R36.

Також поза платою розміщуватимуться блок трансформаторів.

Елементи, які розташовуються поза платою, не потребують розрахунків установочних площ. Площа установки для тих елементів, які будуть знаходитись на друкованій платі, обраховується наступним чином.

Якщо елемент має круглий переріз (конденсатори, транзистори, вертикально встановлених резисторів і т.д.), площа обчислюється так :

Таблиця 2.1 – Характеристика елементної бази.

Назва елемента	Кількість	Конструктивні параметри			Допустимі умови експлуатації		
		Маса ,г	Площа встан.	Діаметр выводу, мм	Макс. Темп. °С	Частота вібрації Гц	Лінійні прискорення g
Діоди							
Д9Г	6	0,1	18,8	0,5	+125	10...600	10
Д104А	6	0,2	48	0,5	+125	10...600	10
Д818Д	2	0,5	75	0,5	+125	10...600	10
КЦ221Б	1	0,2	50	0,5	+125	10...600	10
Конденсатори							
КСО-2	6	2,5	75,5	0,9	+155	15...200	7,5
К50-16	12	3	63,5	0,6	+155	15...200	7,5
БМ-2	8	1,5	48	0,6	+155	15...200	7,5
К42У-2	7	1,5	50	0,6	+155	15...200	7,5
КМ56-Н30	2	1	60	0,6	+155	15...200	7,5
КСО-1	3	2,5	72	0,9	+155	15...200	7,5
Резистори							
МЛТ-0,5	71	1	37	0,9	+300	10...2000	10
ППБ-1В	3	(3)		0,5	+300	10...2000	10
СП5-16ВБ	6	0,5	28,3	0,9	+300	10...2000	10
Трансформа- тори							
МИТ4В	1	(3)	-	0,4	+125	10...600	10
МИТ12В	3	(3)	-	0,4	+125	10...600	10
Транзистори							
КТ326А	3	0,2	26,4	0,6	+100	10...600	7,5
КТ601АМ	7	0,18	21,8	0,6	+100	10...600	7,5

OC77	2	0,2	27	0,6	+100	10...600	7,5
OC74	2	0,2	27	0,6	+100	10...600	7,5
МП111	4	0,5	38,4	0,9	+100	10...600	7,5
КТ203АМ	2	0,2	26,4	0,6	+100	10...600	7,5
Перемикачі							
П2К	2	(5)	-	0,5	+120	5...600	15
Роз'єми							
DS-213	2	(3,5)	-	0,5	+70	2...2500	15
РСВ 6-pole	1	4	62,4	0,8	+155	15...2000	7,5
MDN-18FR	1	(5)	-	0,8	+155	15...2000	7,5

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4},$$

де d – діаметр компонента.

Площа елементів, які горизонтально розміщуються на платі розраховується так : $S = a \cdot b$

де a, b – ширина і довжина установки.

Маси, установочні площі та експлуатаційні параметри елементів наведено в таблиці 3.1.

У елементів, які встановлені не на друкованій платі, маса показана в дужках, а установочна площа не вказана.

3.3 Компоновка пристрою

3.3.1 Визначення габаритних розмірів друкованої плати

Спочатку визначимо орієнтовні габаритні розміри плати за формулою:

$$S_{\text{плати}} = \sum S_{\text{уст}} \times q \quad (q = 2...4),$$

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

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

$$\sum S_{\text{уст}} = 6291,2 \text{ мм}^2 = 62,2 \text{ см}^2$$

маємо орієнтовну площу плати:

$$S_{\text{плати ор}} = 6291,2 * (2...4) = (12582,4...25164,8) \text{ мм}^2$$

Реальні розміри плати 230×77 мм, при цьому площа плати:

$$S_{\text{плати}} = 17710 \text{ мм}^2 = 177,1 \text{ см}^2.$$

Знаходимо об'єм плати:

$$V_{\text{пл}} = S_{\text{плати}} * h = 177,1 * 0,15 = 26,565 \text{ см}^3.$$

3.3.2 Вибір методу проектування друкованої плати

Виконуючи проектування друкованої плати, необхідно притримуватись принципів зменшення габаритних розмірів плати (шляхом компактного розташування елементів і провідних доріжок), забезпечення ремонтпридатності і технологічності. При трасуванні необхідно зберігати стандартну відстань між провідними доріжками, розміщувати їх таким чином, щоб зменшити паразитні зв'язки між ними і між елементами які вони з'єднують. При проведенні процесу трасування всі провідні доріжки розташовуються під кутами 90° або 45°, також при трасуванні важливо розташовувати елементи таким чином, щоб не утворювала велика кількість перемичок, які погіршують правильність і точність передаючих імпульсів.

За ГОСТ 2.417-78 усі елементи та отвори провідникового рисунку розташовуються на платі відносно початку координат, у вузлах координатної сітки.

3.3.3 Вибір типу друкованої плати

При виборі типу друкованої плати для розроблювальної конструкції потрібно враховувати техніко-економічні показники. Даний прилад відносно не дуже складний за своєю конструкцією і складається з доступних радіоелементів. В розроблюваному пристрої присутні трансформатори, підстроювальні резистори і роз'єми, що ускладнюють трасування, тому виходячи із складності технологічного процесу, вибираємо двосторонню друковану плату, яка

характеризується високими комутаційними якостями, підвищеною міцністю з'єднань виводів навісних елементів з рисунком плати, а також спрощує процес розводки друкованої плати. Блок, що розробляється складається з великої кількості елементів, а звідси і виникає необхідність виконувати розводку провідних доріжок на двох сторонах плати, слід зазначити, що монтаж елементів виконується лише з однієї сторони.

3.3.4 Вибір і обґрунтування класу точності

Оскільки конструкція блоку який проектується налічує велику кількість простих елементів типу резистори, конденсатори, транзистори, але при цьому наявні в достатньо великій кількості трансформатори, змінні резистори і роз'єми, які дещо ускладнюють трасування друкованої плати, буде доцільним виходячи з основного призначення блоку і з необхідності зменшення габаритних розмірів розробки обрати 3-тій клас точності друкованої плати (який не вимагає використання високоякісних матеріалів, інструменту та обладнання).

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 [1].

3.3.5 Вибір матеріалу друкованої плати

При розробці і проектуванні апаратів і пристроїв медичного призначення слід приділяти значну увагу до матеріальної складової.

Тому доцільним буде висунути наступні вимоги до матеріалів з яких передбачається виконати друковану плату проектуемого блоку пристрою, отже матеріал повинен володіти:

- а) високою технологічністю;
- б) високими електрофізичними властивостями;
- в) можливістю працювати в умовах вакууму;
- г) забезпеченням високої адгезії;
- д) мінімальними механічними коробленнями.

Таблиця 3.2 – Властивості матеріалів друкованих плат

Параметр	Гетинакс	Текстоліт	Склотекстоліт
Щільність 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:

- 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 3.2, 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 [1].

3.3.6 Розрахунок діаметрів контактних площадок

Діаметр контактних площадок розраховується відповідно до діаметрів отворів за формулою:

$$D_{КП} = d_{отв} + \Delta d_{отв} + 2 \cdot \epsilon + \Delta t_{в} + \Delta t_{тр} + \sqrt{(T_d^2 + T_D^2 + \Delta t_{нв}^2)}, \quad (3.1)$$

де $d_{отв}$ – діаметр отвору;

$\Delta d_{отв}$ – верхній допуск на діаметр отвору.

$$\Delta d_{отв} = 0 \text{ (мм);}$$

ϵ – ширина гарантійного пояса.

$$\epsilon = 0,1 \text{ (мм);}$$

$\Delta t_{КПв}$ – верхнє граничне відхилення діаметра контактної площадки.

$$\Delta t_{КПв} = 0,1 \text{ (мм);}$$

$\Delta t_{тр}$ – допуск на підтравлювання діелектрика в отворі.

$$\Delta t_{тр} = 0;$$

T_d – позиційний допуск розміщення отворів.

$$T_d = 0,08 \text{ (мм);}$$

T_D – позиційний допуск розміщення центрів контактних площадок,

$$T_D = 0,15 \text{ (мм);}$$

$\Delta t_{нв}$ – нижнє граничне відхилення діаметра контактної площадки,

$$\Delta t_{нв} = 0,1 \text{ (мм).}$$

Визначаємо загальний допуск за формулою (2.2):

$$\Delta D_{КП} = 0 + 2 \cdot 0,1 + 2 \cdot 0 + 0,1 + \sqrt{(0,15^2 + 0,08^2 + 0,1^2)} = 0,5 \text{ (мм)} \quad (3.2)$$

Діаметри отворів розраховуються за формулою (3.3):

$$d_{отв} = d_{виг} + (0,2 \dots 0,4) \quad (3.3)$$

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

В даному приладі елементи мають наступні діаметри виводів [1]:

$$0,5; 0,6; 0,8; 0,9 \text{ (мм)}.$$

Здійснюємо оптимізацію діаметрів отворів:

$$d_1 = 0,5 + 0,4 = 0,9 \text{ (мм)};$$

$$d_2 = 0,6 + 0,3 = 0,9 \text{ (мм)};$$

$$d_3 = 0,8 + 0,3 = 1,1 \text{ (мм)};$$

$$d_4 = 0,9 + 0,2 = 1,1 \text{ мм}.$$

Маємо два діаметра отворів:

$$d_1 = 0,9 \text{ мм};$$

$$d_2 = 1,1 \text{ мм};$$

Знаходимо діаметри контактних площадок:

$$D_1 = 0,9 + 0,5 = 1,4 \text{ мм};$$

$$D_2 = 1,1 + 0,5 = 1,6 \text{ мм};$$

3.3.7 Розрахунок ширини провідників

Розрахунок ширини провідників проводиться за максимальним струмом і за падінням напруги, а також ширина задається і технічно, виходячи із класу точності друкованої плати та методу її виготовлення. Друкована плата виготовляється позитивним комбінованим методом.

Тоді ширина провідника визначається з умови (3.4):

$$B = \max \{ b_{\min 1}, b_{\min 2}, b_{\text{тех}} \}. \quad (3.4)$$

Ширина провідника за максимальним струмом, що протікає через провідник визначається за формулою (3.5):

$$b_{\min 1} = \frac{I_{\max}}{j_{\text{доп}} t}, \quad (3.5)$$

де $j_{\text{доп}}$ – допустима густина струму.

$$j_{\text{доп}} = 48 \text{ (А/мм}^2\text{)},$$

t – товщина провідника

$$t = 35 \text{ (мкм)},$$

I_{\max} – максимальний постійний струм, який проходить через провідник.

$$I_{\max} = 0,1 \text{ (А)}.$$

$$b_{\min 1} = \frac{0,1}{48 \cdot 0,035} = 0,059 \text{ (мм)} = 59 \text{ (мкм)} < 250 \text{ (мкм)}$$

Визначимо мінімальну ширину провідника з умови допустимого падіння напруги за формулою (3.6):

$$b_{\min 2} = \frac{I_{\max} \cdot \rho \cdot l_{\max}}{\Delta U_{\text{доп}} \cdot t}, \quad (3.6)$$

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

I_{\max} – струм, який проходить по провіднику.

$$I_{\max} = 0,1 \text{ (А)},$$

l_{\max} – максимальна довжина провідника.

$$l_{\max} = 0,3 \text{ (м)},$$

$U_{\text{доп}}$ – допустиме падіння напруги (становить не більше 5% від напруги живлення).

$$U_{\text{доп}} = 12 \times 0,05 = 0,6 \text{ (В)}$$

t – товщина провідника.

$$b_{\min 2} = \frac{0,1 \times 0,0175 \times 0,11}{0,6 \times 0,035} = 0,011 \text{ мм} = 11 \text{ мкм} (< 250 \text{ мкм}).$$

Розраховані значення ширини провідників не перевищують технологічних.

3.3.8 Розрахунок плати на вібростійкість

Спочатку визначаємо частоту власних коливань за формулою:

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

де a , b – довжина і ширина плати: $a = 230 \text{ мм}$, $b = 77 \text{ мм}$;

D – циліндрична жорсткість:

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

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

h-товщина плати, $h = 1,5$ мм,

ν - коефіцієнт Пуассона, $\nu = 0,22$,

M- маса плати з радіoeлементами, $M = 42,5 + 166,26 = 208,76$ г.

$$D = \frac{3,2 \times 10^{10} \times (1,5 \times 10^{-3})^3}{12(1 - 0,22^2)} = 9,45;$$

$$f_0 = \frac{3,14}{2 \times 0,230^2} \left(1 + \frac{0,230^2}{0,077^2}\right) \sqrt{\frac{9,45}{0,20876} \times 0,230 \times 0,077} = 224,638 \text{ Гц.}$$

$f \neq f_p$

150 Гц \neq 225 Гц.

Отже, частота власних коливань не співпадає з резонансною частотою, а співвідношення розмірів плати задовольняють вимогам вібростійкості.

Визначаємо коефіцієнт динамічності:

$$K_{\text{дин}} = \frac{\sqrt{(1 + [K_1(x)K_1(y) - 1]\eta^2)^2 + \varepsilon^2\eta^2}}{\sqrt{(1 - \eta^2)^2 + \varepsilon^2\eta^2}}$$

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

η - коефіцієнт розстроювання,

$\eta = f/f_p = 150/225 = 0,66$;

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

λ - декремент затухання $\lambda = (2 \dots 10) \times 10^{-2}$

$$K_{\text{дин}} = \sqrt{\frac{(1 + [1,3 \times 1,3 - 1] \times 0,66^2)^2 + 0,01^2 \times 0,66^2}{(1 - 0,66^2)^2 + 0,01^2 \times 0,66^2}} = 2,3.$$

Віброміщення:

$$S_B = \xi_0 \times K_d,$$

$$\xi_0 = \frac{a_0}{4\pi^2(f_p)^2}$$

де a_0 – віброприскорення згідно технічного завдання,

$$a_0 = 2 \times g = 19,6 \text{ м /с}^2,$$

$$\xi_0 = \frac{19,6}{4 \times 3,14^2 \times 225^2} = 9,81 \cdot 10^{-6} \text{ мм},$$

$$S_B = 9,81 \times 10^{-6} \times 2,3 = 2,257 \times 10^{-5} \text{ м},$$

віброприскорення:

$$a_B = a_0 \times K_d = 19,6 \times 2,3 = 45,1 \text{ м /с}^2.$$

Визначаємо прогин плати:

$$\delta = S_B - \xi_0 = 2,257 \times 10^{-5} - 9,8 \times 10^{-6} = 12,77 \times 10^{-5} \text{ м}$$

$$\delta_{пр} = \delta_{доп} l^2 = 12,77 \times 10^{-3} \times (230 \times 10^{-3})^2 = 6,7 \times 10^{-4} \text{ м} = 0,00067 \text{ мм}.$$

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

3.4 Розрахунок потужності, що споживається

Потужність споживання блоку визначається як сума потужностей споживаних всіма елементами з якого складається блок управління. Для початку визначимо споживанні потужності окремих елементів.

Схема що розробляється містить 80 резисторів – з них 69 має розсіювальну потужність $P_{роз} = 0,125$ Вт і одинадцять має $P_{роз} = 0,5$ Вт, звідси загальна потужність розсіювання всіх резисторів буде дорівнювати:

$$P_{рез} = 69 \cdot 0,125 + 11 \cdot 0,5 = 14,125 \text{ Вт}.$$

Схема також містить 20 транзисторів VT1 – VT20. Сумарну потужність, яка розсіюється цими транзисторами знайдемо з наступного співвідношення, керуючись тим фактом, що всі транзистори мають однакову розсіювальну здатність:

$$P_{VT1} = U_{KE \max} \cdot I_{K \max} = 5 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 0,05 \text{ Вт}.$$

$$P_{VT} = 20 \cdot 0,05 = 1 \text{ Вт}$$

Потужність розсіювання чотирнадцяти діодів, які входять до складу схеми становить $P_d = 0,1 \cdot 14 = 1,4 \text{ Вт}$. Розрахунок потужності для тиристора VD1: $U = 5 \text{ В}$, $I = 0,15 \text{ А}$, звідси :

$$P_{\text{тир}} = 5 \cdot 0,15 = 0,75 \text{ Вт.}$$

Загальна потужність споживання блоку дорівнює:

$$P_{\text{заг.}} = P_{\text{тир}} + P_d + P_{VT} + P_{\text{рез}} \quad (2.7)$$

$$P_{\text{заг.}} = 0,75 + 1,4 + 1 \text{ Вт} + 14,125 \approx 17,275 \text{ Вт.}$$

3.5 Тепловий розрахунок

В процесі використання і функціонування блоку, його елементи піддаються різноманітним впливам, починаючи від вібрації і закінчуючи температурним впливом. Не слід забувати, що всі складові елементи блоку самі по собі випромінюють теплову енергію, що при неналежному тепловідведенні призводить до підвищення загальної температури в середині блоку, при цьому виникає підвищена ймовірність до відмов складових елементів і частин блоку.

Визначимо тепловий режим і визначимо систему охолодження. Початковими даними для розрахунків є :

1. Об'єм блоку $V = 4,817 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$

2. Габарити блоку $0,235 \cdot 0,082 \cdot 0,025$

3. Потужність розсіювання знаходимо за формулою (3.3):

$$P_{\text{заг.}} = P_{\text{тир}} + P_d + P_{VT} + P_{\text{рез}} = 0,75 + 1,4 + 1 \text{ Вт} + 14,125 \approx 17,275 \text{ Вт.}$$

4. Коефіцієнт заповнення $K_{\text{зап}} = 0,5$

5. Максимальна температура довкілля (обираємо найменшу гранично допустиму температуру для всіх радіоелементів)

$$T_{\text{max}} = +90 \text{ }^\circ\text{C} = 363 \text{ К}$$

Гранично допустиме перегрівання повітря в блоці (за максимальної температури повітря $T_{\text{пов}} = 35 \text{ }^\circ\text{C} = 308 \text{ К}$):

$$\theta_{\text{в.дон}} = 363 - 308 = 55(\text{К}).$$

Визначаємо коефіцієнт форми пристрою:

$$K_0 = \frac{H}{\sqrt[3]{V}}, \quad (3.8)$$

де H – висота блоку, м;

V – внутрішній об'єм пристрою, м³;

$$K_0 = \frac{0,03}{\sqrt[3]{4,817 \cdot 10^{-4}}} = 0,048.$$

Визначаємо площу поверхні відведення тепла за формулою:

$$S_3 = \sqrt[3]{V^2} \cdot \left(\frac{2}{K_0} + 4 \cdot K_{зап} \cdot \sqrt{K_0} \right), \quad (3.9)$$

отримаємо:

$$S_3 = \sqrt[3]{(4,817 \cdot 10^{-4})^2} \cdot \left(\frac{2}{0,048} + 4 \cdot 0,5 \cdot \sqrt{0,048} \right) = 0,258 \text{ (м}^2\text{)}.$$

Визначаємо питомий тепловий потік нагрітої зони:

де Φ – потужність розсіювання, яка становить 40% від споживаної потужності:

$$\Phi = 0,4 \cdot 17,275 = 6,91 \text{ (Вт)};$$

$$q_3 = \frac{\Phi}{S_3}, \text{ (кВт / м}^2\text{)}$$

$$q_3 = \frac{6,91}{0,258} = 26,8 \text{ (кВт / м}^2\text{)}.$$

Перегрівання для апаратури з природною конвекцією:

$$M[\theta_B] = 49 \text{ K}.$$

Порівнюємо значення $\theta_{в.дон} = 55 \text{ K}$ і отримане значення:

$$\theta_{в.дон} > M[\theta_B],$$

а отже, забезпечено умови нормального теплового режиму, і природної конвекції для цього достатньо.

3.6 Вибір метода виготовлення друкованої плати

Найпоширенішим методом виготовлення друкованих плат на даний момент є метод хімічного травлення, який дає можливість налагодити як масове так і одиничне виготовлення друкованих плат: даний метод є найбільш простим по технології, і при цьому забезпечує високу якість друкованих плат. В якості основи друкованої плати, при цьому методі, використовуються фольговані діелектрики (фольговані міддю), такі як склотекстоліт і гетинакс. Технологічний процес виготовлення плат цим методом має наступні основні операції:

- 1) отримання заготовок;
- 2) підготовка поверхні фольги (зачистка і знежирення поверхні);
- 3) покриття фольги світлочутливою кислотостійкою фотоемульсією;
- 4) експонування негативу на заготовку;
- 5) прояв зображення малюнка друкованого монтажу;
- 6) хімічне травлення пробільних ділянок схеми;
- 7) видалення захисного шару емульсії з друкованих провідників;
- 8) нанесення гальванічного покриття на отриманий друкований монтаж;
- 9) механічна обробка друкованої плати;

10) нанесення волого-захисного органічного покриття (лаків), яке дозволяє подовжити термін зберігання і в подальшому експлуатацію друкованої плати [2].

Заготовки отримуються шляхом різки листів фольгованого діелектрика на частини, площа яких відповідає площам майбутніх друкованих плат.

Підготовка поверхні заготовки в основному полягає в її зачистці від різного роду нерівностей, і в подальшому в знежиренні поверхні фольги. Процес травлення полягає у хімічному видаленні тих областей фольги, які не покриті захисним шаром. Найчастіше в якості основної витравлюючої речовини використовується водний розчин хлорного заліза, який є легкодоступним і недорогим в наш час. Швидкість процесу травлення залежить від концентрації хлорного заліза і від температури розчину, чим більше її значення тим швидше відбувається процес травлення міді.

Процес травлення вимагає пильного контролю, оскільки дуже важливо вчасно помітити момент, коли зникають проміжки між провідниками, що означає

про закінчення процесу травлення плати; після цього необхідно дістати плату з ванни. Перетримування плати в травильному розчині може призвести до часткової, або навіть до повної втрати провідних доріжок друкованої плати.

Процедура травлення може виконуватись як на травильних машинах, так і на автоматичних травильних установках.

Після травлення проводиться промивання друкованої плати від залишків травильної речовини, після чого проводиться операція видалення захисного шару, шляхом занурення плат у розчин соляної кислоти (5-6%), на 10 секунд, після чого знову відбувається операція промивання плати, для усунення

продуктів і залишків попередніх хімічних процесів. Після чого проводиться сушка друкованої плати. Далі відбувається механічна обробка, яка заключається в механічній обробці отворів для монтажу. Після чого плата знову промивається і висушується. Після сушки плата покривається захисним шаром, переважно лаками або легкоплавкими сплавами, які захищають друковану плату від корозії, від шкідливої дії вологи, а також збільшує термін її зберігання [3].

3.7 Вибір варіанту конструкції і компонування

3.7.1 Розробка різних варіантів конструкції

Розглянемо декілька варіантів компонування пристрою в корпусі і виберемо найкращий за значенням найменшого коефіцієнта технологічності.

В першому варіанті (рис. 3.1) плату розміщено у пластмасовому корпусі, в якому передбачено виріз для комплексного роз'єму живлення плати, який об'єднує розроблений блок з джерелом живлення, а також роз'єм керування який з'єднує новий блок з рідкокристалічним дисплеєм, та з іншими блоками які розміщуються в загальному корпусі пристрою, також в корпусі комплексного блоку передбачаються вирізи для роз'ємів, які призначені для підключення ультразвукових датчиків - електродів, за допомогою яких проводиться діагностування головного мозку пацієнтів, і отримання інформації про наявність чи відсутність об'ємних новоутворень в корі головного мозку пацієнта. Живлення

схеми відбувається від перетворювача напруги, який з 220В отримує необхідні 12В, також слід зазначити, що загальна конструкція приладу передбачає при необхідності розміщення акумуляторів, які дозволяють функціонувати пристроєм без допомоги зовнішніх джерел живлення, на протязі значного проміжку часу.

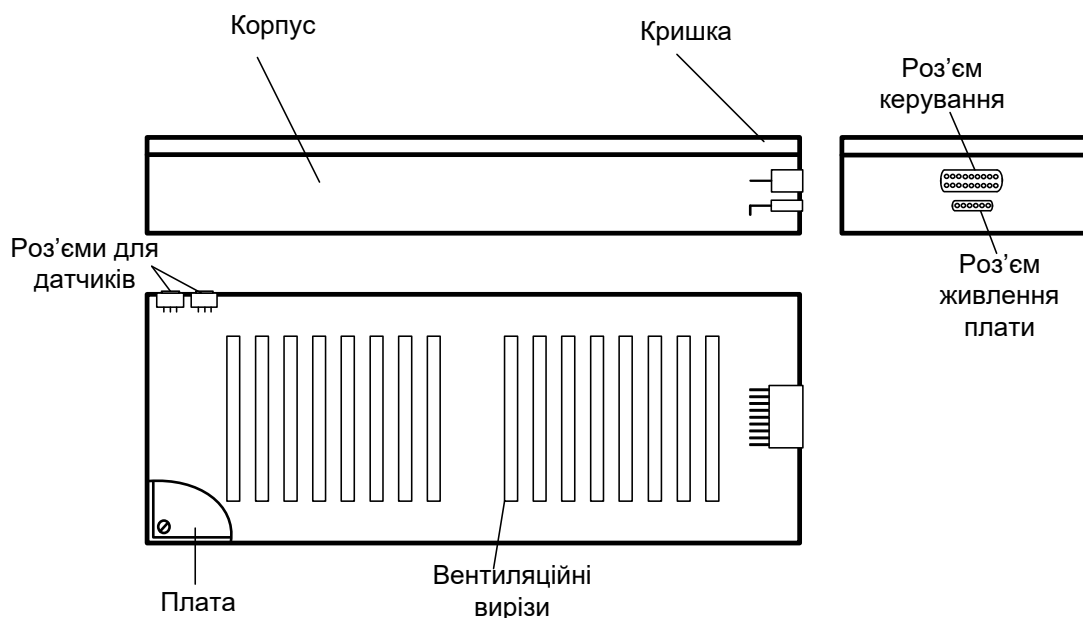


Рисунок 3.1 – Перший варіант компонування

Отриманий варіант конструкції легко розбирається (кришка скріплюється із основою за допомогою заціпок), та надає можливість легкого доступу до всіх ключових вузлів пристрою, для їх заміни чи ремонту. Також слід зазначити, що в кришці корпусу комплексного блоку передбачені вентиляційні вирізи, які значно підвищують надійність і довговічність роботи блоку, оскільки при їх наявності покращується температурний режим роботи плати і поліпшується теплообмін. Плата в корпусі займає горизонтальне положення. Таке компонування комплексного блоку дає змогу зробити загальну масу приладу меншою, а також дозволяє зменшити його габаритні розміри.

В другому варіанті виконання корпусу комплексного блоку, конструкція передбачає аналогічне оформлення, але матеріалом з якого виконується корпус є алюміній. Це підвищує стійкість блоку до зовнішніх механічних впливів, тобто до ударів, також металічний корпус додатково екранує елементи блоку від зовнішніх електромагнітних впливів (запобігає завадам). Але при такому виконанні корпусу

блоку підвищується його загальна маса, що є хоч і не значним але недоліком другого варіанту.

Третій варіант конструкції має алюмінієвий корпус але в ній не передбачені вентиляційні вирізи, що робить конструкцію більш міцною і моноблочною, але при цьому погіршується теплообмін (рис.3.2).

Щоб визначити оптимальний варіант конструкції проведемо обрахунки мас і об'ємів у всіх трьох варіантах, а потім порівняємо їх між собою, враховуючи вагові коефіцієнти.

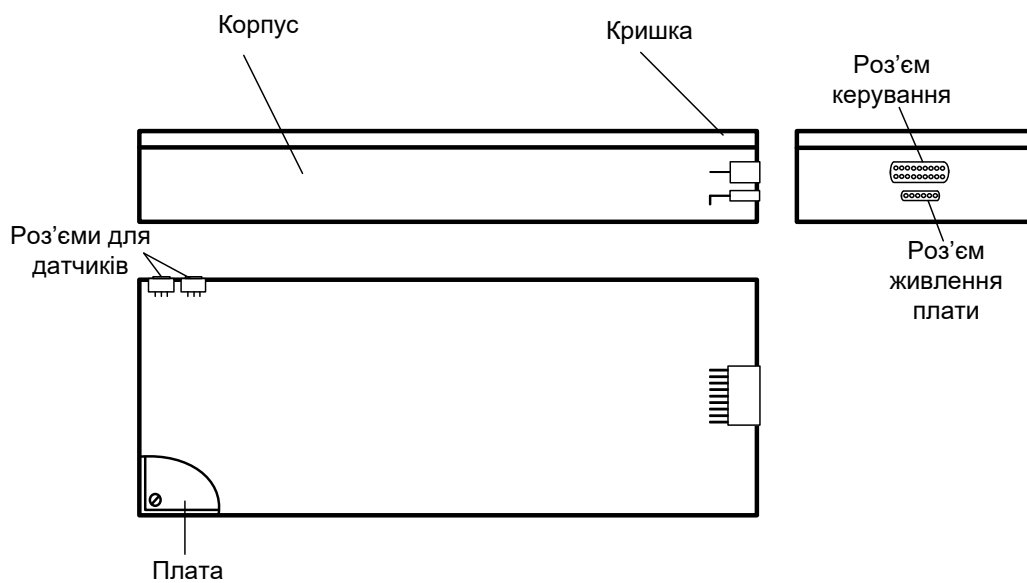


Рисунок 3.2 – Третій варіант компонування.

3.7.2 Визначення габаритних розмірів

Спочатку визначимо орієнтовні габаритні розміри плати за формулою:

$$S_{\text{плати}} = \sum S_{\text{уст}} \times q \quad (q = 2 \dots 4),$$

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

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

$$\sum S_{\text{уст}} = 6291,2 \text{ мм}^2 = 62,2 \text{ см}^2$$

маємо орієнтовну площу плати:

$$S_{\text{плати оп}} = 6291,2 \times (2 \dots 4) = (12582,4 \dots 25164,8) \text{ мм}^2.$$

Реальні розміри плати 230×77 мм, при цьому площа плати:

$$S_{\text{плати}} = 17710 \text{ мм}^2 = 177,1 \text{ см}^2.$$

Висота корпусу залежить від максимальної висоти радіо компонентів. В даному випадку у пристрої таким є резистор КТ-601АМ: $h = 14$ мм.

Знаходимо об'єм плати:

$$V_{\text{пл}} = S_{\text{плати}} \times h = 177,1 \times 0,15 = 26,565 \text{ см}^3.$$

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

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

Для *першого варіанта*:

внутрішні розміри:

а) висота $h_{\text{вн}} = h + 15 \text{ мм} = 14 + 15 = 29 \text{ мм}$;

б) довжина $a_{\text{вн}} = 230 + 5 = 235 \text{ мм}$;

в) ширина $b_{\text{вн}} = 77 + 5 = 82 \text{ мм}$.

Зовнішні габарити (з урахуванням товщини корпусу):

а) висота $h_{\text{зовн}} = h_{\text{вн}} + 2 \times t_{\text{стінки}} = 29 + 2 \times 2 = 33 \text{ мм}$;

б) довжина $a_{\text{зовн}} = a_{\text{вн}} + 2 \times t_{\text{стінки}} = 235 + 4 = 239 \text{ мм}$;

в) ширина $b_{\text{зовн}} = b_{\text{вн}} + 2 \times t_{\text{стінки}} = 82 + 4 = 86 \text{ мм}$.

Об'єм корпусу: $V_{\text{корп}} = V_{\text{зовн}} = 3,3 \times 23,9 \times 8,6 = 678,3 \text{ см}^3$.

Об'єм блоку: $V^I_{\text{прис}} = V_{\text{корп}} = 678,3 \text{ см}^3$.

Для *другого і третього варіантів*:

внутрішні розміри:

а) висота $h_{\text{вн}} = h + 15 \text{ мм} = 14 + 15 = 29 \text{ мм}$;

б) довжина $a_{\text{вн}} = 230 + 5 = 235 \text{ мм}$;

в) ширина $b_{\text{вн}} = 77 + 5 = 82 \text{ мм}$.

Зовнішні габарити (з урахуванням товщини корпусу):

а) висота $h_{\text{зовн}} = h_{\text{вн}} + 2 \times t_{\text{стінки}} = 29 + 2 \times 1,5 = 32 \text{ мм}$;

б) довжина $a_{\text{зовн}} = a_{\text{вн}} + 2 \times t_{\text{стінки}} = 235 + 3 = 238 \text{ мм}$;

в) ширина $b_{\text{зовн}} = b_{\text{вн}} + 2 \times t_{\text{стінки}} = 82 + 3 = 85$ мм.

Об'єм корпусу: $V_{\text{корп}} = V_{\text{зовн}} = 3,2 \times 23,8 \times 8,5 = 647,4$ см³.

Об'єм пристрою: $V_{\text{прист}}^{\text{II}} = V_{\text{прист}}^{\text{III}} = V_{\text{корп}} = 647,4$ см³.

Занесемо отримані дані в таблицю 2.3.

3.7.3. Визначення маси пристрою

Знаходимо масу плати:

$$m_{\text{пл}} = V_{\text{пл}} \times \rho_{\text{мат}} = 26,6 \times 1,4 = 37,2 \text{ г.}$$

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

$$m_{\text{ел}}^{\text{пл.}} = 169 \text{ г.}$$

маса елементів, що розміщені поза платою:

$$m_{\text{ел}}^{\text{кор}} = 7 \text{ г.}$$

Сумарна маса елементів:

$$m_{\text{ел}}^{\text{I}} = m_{\text{ел}}^{\text{II}} = m_{\text{ел}}^{\text{III}} = m_{\text{ел}}^{\text{пл.}} + m_{\text{ел}}^{\text{кор}} = 169 + 7 = 176 \text{ г.}$$

Маса пристрою складається із маси корпусу, плати і елементів.

Для *першого варіанту*:

маса корпусу: перед тим як знайти масу корпусу слід зазначити, що від маси корпусів першого і другого варіантів слід віднімати 20 грамів, оскільки необхідно враховувати наявність вентиляційних вирізів.

$$m_{\text{корп}} = (V_{\text{зовн}} - V_{\text{вн}}) \times \rho_{\text{пл}} = (678,3 - 2,9 \times 23,5 \times 8,2) \times 1,35 - 20 = 141,3 \text{ г.}$$

маса пристрою:

$$m_{\text{прист}}^{\text{I}} = m_{\text{корп}} + m_{\text{пл}} + m_{\text{елем}} = 141,3 + 37,2 + 176 = 354,5 \text{ г.}$$

Для *другого варіанту*:

маса корпусу:

$$m_{\text{корп}} = (V_{\text{зовн}} - V_{\text{вн}}) \times \rho_{\text{пл}} = (647,4 - 2,9 \times 23,5 \times 8,2) \times 2,7 - 20 = 219,2 \text{ г.}$$

маса пристрою:

$$m_{\text{прист}}^{\text{II}} = m_{\text{корп}} + m_{\text{пл}} + m_{\text{елем}} = 239,2 + 37,2 + 176 = 432,4 \text{ г.}$$

Для *третього варіанту*:

маса корпусу:

$$m_{\text{корп}} = (V_{\text{зовн}} - V_{\text{вн}}) \times \rho_{\text{пл}} = (647,4 - 2,9 \times 23,5 \times 8,2) \times 2,7 = 239,2 \text{ г};$$

маса пристрою:

$$m_{\text{прист}}^{\text{III}} = m_{\text{корп}} + m_{\text{пл}} + m_{\text{елем}}^{\text{III}} = 239,2 + 37,2 + 176 = 452,4 \text{ г}.$$

Дані заносимо до табл. 3.3:

Таблиця 3.3 – Параметри корпусу пристрою в трьох варіантах

Параметр	I	II	III
$V, \text{ см}^3$	678,3	647,4	647,4
$m, \text{ г}$	354,5	432,4	452,4

3.7.4 Вибір матеріалів для виготовлення корпусу

Для початку слід сказати, що проектуємий блок є частиною переносного електроенцифалоскопу, а отже процес діагностування може здійснюватись як в лікувальних закладах так і в пересувних лабораторіях чи каретах швидкої допомоги, тому конструкція пристрою має володіти невеликими масогабаритними параметрами, але при цьому корпус має володіти певним значенням міцності, оскільки пристрій переносного типу, і під час переміщення він може піддаватись різним механічним впливам і діям різноманітних факторів. В даний час існує велика кількість матеріалів, які успішно застосовуються в радіоелектроніці. Із основних можна назвати метали і пластмаси.

Використання пластичних мас дозволяє заощаджувати дорогі і дефіцитні кольорові метали, підвищувати довговічність деталей, що працюють в агресивних середовищах, знижувати вагу і зменшувати трудомісткість виготовлення деталей машин. Пластмаси дозволяють одержувати значний економічний ефект. Одна тонна пластмас заміняє близько трьох тонн кольорових металів, деталі з пластмас у 10 разів дешевші від бронзових і в 15 разів - від бабітових. Собівартість пластмасових виробів у 3-6 разів, а трудомісткість виготовлення у 3-8 разів менше від аналогічних металевих. Пластмаси широко використовують в

машинобудуванні, приладобудуванні, електротехнічній та радіотехнічній промисловості, а також в інших галузях народного господарства. Пластмаси - неметалеві матеріали, що складаються з органічних і неорганічних речовин. Вони виготовляються на основі високомолекулярних з'єднань (полімерів) - синтетичних смол або продуктів хімічного перероблення природних високомолекулярних з'єднань. Зв'язувальною речовиною в пластмасах є синтетичні смоли (полімери), що визначають їх основні властивості.

Пластмаси мають комплекс фізико-механічних і технологічних властивостей. Найбільш важливими властивостями пластмас є достатня міцність при незначній щільності, еластичність, стійкість до дії температур і хімічних реагентів (кислот, лугів та ін.), корозії. Армовані волокнами пластмаси мають міцність, близьку до міцності сталей, маючи при цьому свої специфічні властивості. Недоліками пластмас, що обмежують їх область застосування, є низькі теплостійкість та теплопровідність, твердість, підвищена релаксація (повзучість). [4]

Отже, вибір залежить від того який з 3-х варіантів корпусу, запропонованих вище підійде найкраще.

3.7.5 Вибір оптимального варіанту корпусу

Вибір оптимального варіанту конструкції корпусу здійснюють шляхом розрахунку показника:

$$K = \frac{m^i}{m^{T3}} K_m + \frac{V^i}{V^{T3}} K_V,$$

де V^{T3} і m^{T3} - об'єм і маса згідно технічного завдання:

$$V^{T3} = 300 \times 100 \times 40 = 12000000 \text{ мм}^3 = 1200 \text{ см}^3;$$

$$m^{T3} = 500 \text{ г};$$

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

$$K_m = 1, K_V = 0,8.$$

Оптимальним буде той варіант, в якому показник К найменший.

Маємо:

для I варіанту:

$$K_1 = \frac{354,5}{500} \cdot 1 + \frac{678,3}{1200} \cdot 0,8 = 1,161.$$

для II варіанту :

$$K_2 = \frac{432,4}{500} \cdot 1 + \frac{647,4}{1200} \cdot 0,8 = 1,291.$$

для III варіанту :

$$K_3 = \frac{452,4}{500} \cdot 1 + \frac{647,4}{1200} \cdot 0,8 = 1,336.$$

Розрахунок показує, що коефіцієнт К найменший для першого варіанту компонування конструкції комплексного блоку, тому він буде оптимальним.

Виходячи з вищезгаданого і проведених розрахунків, основним матеріалом корпусу обирається пластмаса, яка володіє достатніми властивостями міцності, які звичайно ж дещо поступаються аналогічним властивостям металів, але в свою чергу володіють кращими параметрами надійності на згин, і меншою вагою, що є суттєвим аргументом в даному випадку.

Також пластмаси легко оброблюються, і піддаються вторинній переробці, що дає додаткову економічну перевагу перед металами, і дозволяє економити на матеріалах.

Таким чином корпус виготовлятиметься методом пресування. Рентабельність виготовлення такого корпусу при серійному виробництві достатньо висока. Крім того, цей матеріал допускає вторинне використання.

3.8 Моделювання за допомогою програми PSPICE

Для моделювання застосовується програма PSPICE, яка входить в пакет програм OrCad 9.2.

Перед моделюванням, в середовищі OrCad Capture була розроблена схема електрична принципова, при цьому всім елементам схеми були підібрані

закордонні аналоги, які були в наявності у бібліотеках. Слід звернути увагу також на те, що аналоги підбирались таким чином, щоб в їхньому описі були всі данні і параметри для моделювання, про наявність таких параметрів свідчить відповідні ярлички, які знаходяться в правій нижній частині вікна підменю Place Part.

Для моделювання було обрано один із блоків електричної схеми, який представляє собою RC – генератор стимулюючих імпульсів на транзисторах VT1 і VT3. В схемі моделювання в якості навантаження використано резистор Rn. Схема моделюемого блоку показана на рисунку 3.3.

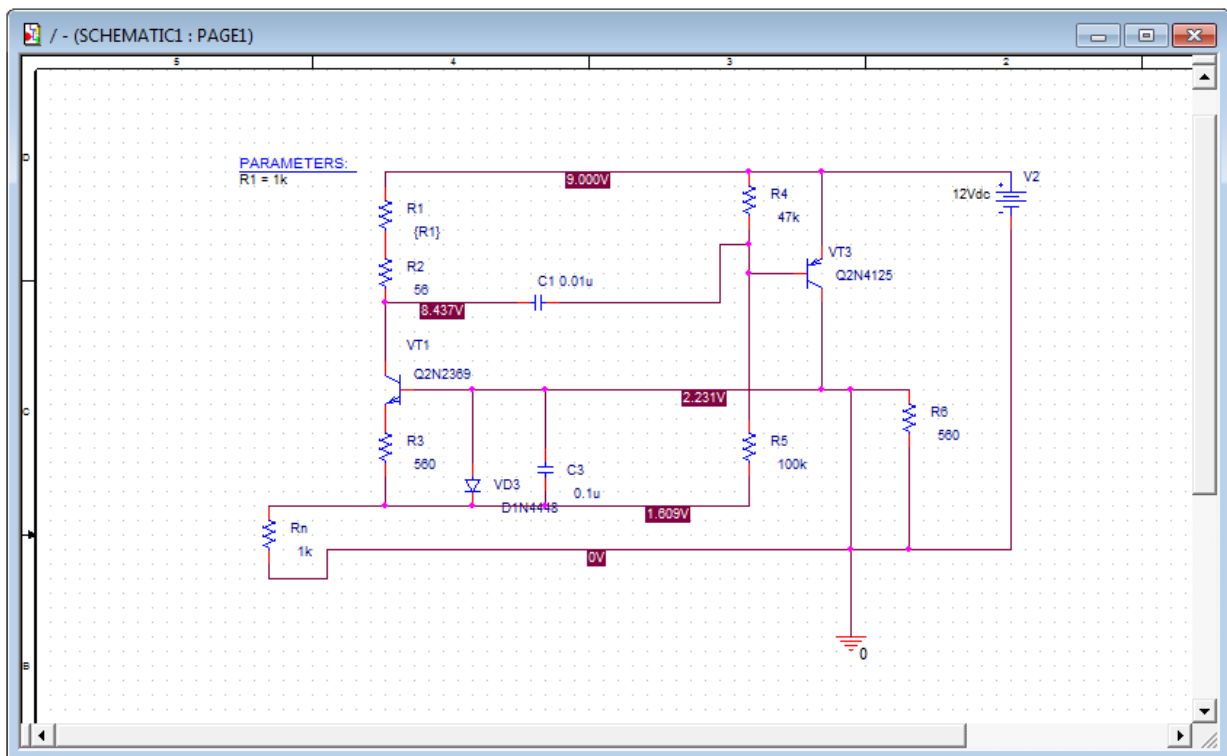


Рисунок 3.3 – Схема RC - генератора

3.8.1 Аналіз по постійному струму

Перед початком розрахунку перехідних процесів розраховується режим по постійному струму. Крок інтегрування вибирається автоматично. Був заданий параметр <початковий момент виводу даних>, а отже видача результатів розрахунків починається з заданого часу.

Результатом аналізу і моделювання по постійному струму, режим якого обирається в меню **Simulation Settings** і має назву **DC Sweep**, стала наступна залежність, яка представлена на рисунку 3.4.

В підменю **DC Sweep** був обраний лінійним тип залежності, яка буде отримуватися, були виставлені параметри джерела живлення, тобто початкове і кінцеве значення його параметрів.

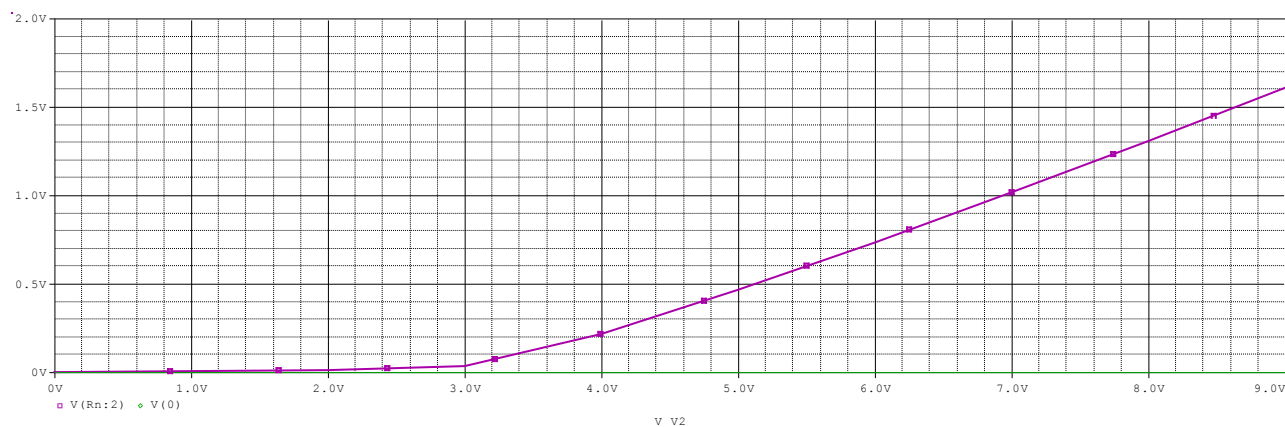


Рисунок 3.4 – Аналіз по постійному струму

3.8.2 Аналіз перехідних характеристик

Для аналізу перехідних характеристик в меню **Simulation Settings** обирається підпункт **Transient**.

Transient – розрахунок перехідних процесів.

Перед початком розрахунку перехідних процесів розраховується режим по постійному струму. Було обрано крок інтегрування, відрізок часу протягом якого буде здійснюватися моделювання.

В результаті моделювання, були отримані наступні графічні результати, що наведені на рисунку 2.5

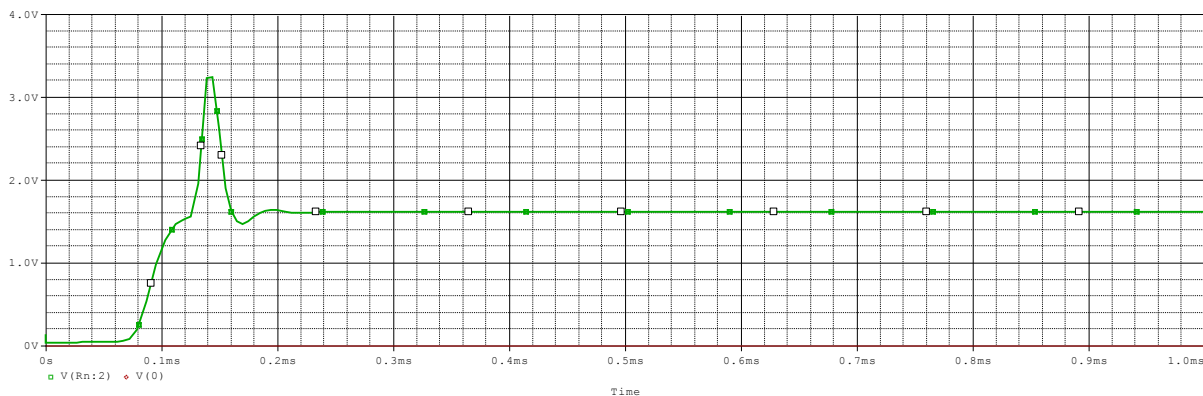


Рисунок 3.5 - Аналіз перехідних характеристик по постійному струму

На графіку можемо спостерігати початковий стрибок напруги до значення 3,2 В, на часовому проміжку в 0,2 мс, після чого її значення встановлюється на позначці 1,6 В.

На графіку ми отримали лише одну криву, оскільки моделюється лише один блок електричної схеми пристрою.

3.8.3 Температурний аналіз

Для отримання температурного аналізу в меню **Simulation Settings** обирається опція **Temperature (Sweep)**, після чого встановлюються значення контрольних температур, в даному випадку був введений наступний ряд значень температури: 0; 22; 60; 100; 150 °С. Після проведення моделювання була отримана наступна залежність, що приведена на рисунку 3.6.

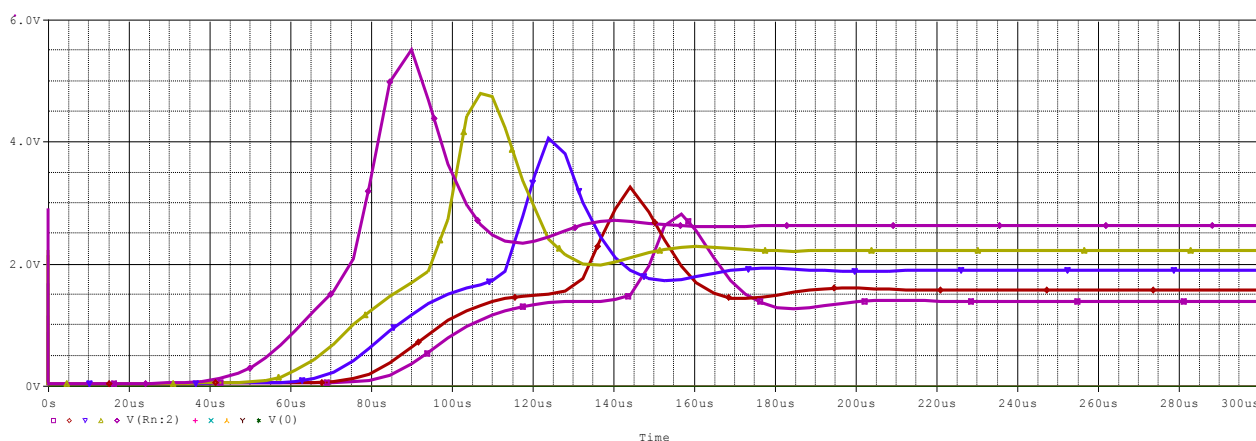


Рисунок 3.6 - Температурний аналіз

З графіка можна зробити висновок, що при зростанні значення температури зростає значення напруги, і при цьому зменшується час, в даному випадку час при 0°C склав 180 мс, при напрузі 2,7 В; а при температурі 150°C час вже має значення 120мс, при величині напруги 5,5 В.

3.8.4 Параметричний аналіз

В якості об'єкта дослідження при проведенні параметричного аналізу було обрано резистор R1.

В меню **Simulation Settings** було обрано опцію **Parametric Sweep**.

На самій схемі було введено додатковий елемент з бібліотеки, під назвою **PARAMETERS** за допомогою якого в графі **Value list**, резистору R1 було присвоєно лінійку досліджуваних значень опору, а саме 100 Ом, 500 Ом, 1 кОм, і 5 кОм. Після чого було проведено моделювання, результатом якого стала наступна графічна залежність, яка наведена на рисунку 3.7.

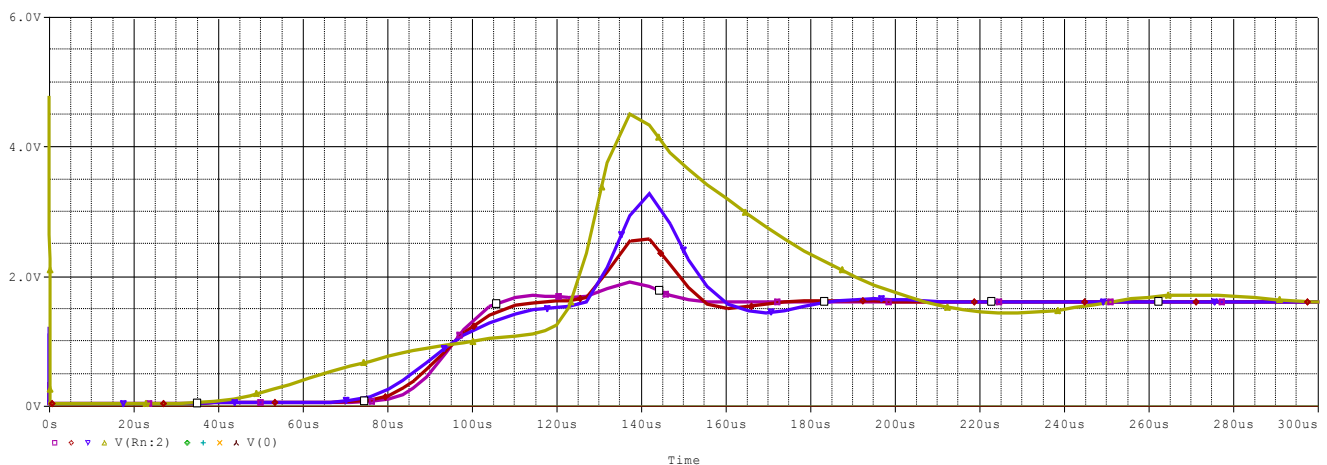


Рисунок 3.7 – Параметричний аналіз

Виходячи з вищенаведеного можна зробити наступний висновок, що при збільшенні значення опору резистора, зростає і значення напруги на даній ділянці. На графіку видно що суцільна лінія, яка відповідає максимальному значенню опору 5 кОм, відповідає і максимальному значенню напруги 4,5 В, а найменше значення напруги відповідає значенню опору 100 Ом. При цьому часова

характеристика суттєво змінюється лише при значних величинах опору. Основною ж різницею залишається значення напруги, яке тим більше чим вище значення опору резистора.

3.9 Розрахунок коефіцієнта технологічності

При оцінці технологічності конструкції приладу основним показником є комплексний (інтегральний) показник. Під ним розуміється показник технологічності конструкції, який характеризує декілька її ознак. Комплексний показник визначається на основі базових показників по формулі:

$$K_K = \frac{\sum_{i=1}^n k_i \cdot \varphi_i}{\sum_{i=1}^n \varphi_i} = \frac{k_1 \cdot \varphi_1 + k_2 \cdot \varphi_2 + \dots + k_i \cdot \varphi_i}{\varphi_1 + \varphi_2 + \dots + \varphi_i}, \quad (3.9)$$

де k_i – базовий показник відповідного класу блоків РЕА;

i – порядковий номер показника ;

φ_i – коефіцієнт вагомості кожного з показників.

Для радіотехнічної апаратури існують такі базові показники технологічності:

- коефіцієнт механізації підготовки радіоелементів до монтажу ($\varphi = 1$);
- коефіцієнт механізації і автоматизації монтажу ($\varphi = 1$);
- коефіцієнт складності збірки ($\varphi = 0,75$);
- коефіцієнт механізації контролю ($\varphi = 0,5$);
- коефіцієнт прогресивності формоутворення ($\varphi = 0,31$);
- коефіцієнт повторюваності радіоелементів ($\varphi = 0,187$);
- коефіцієнт складності обробки ($\varphi = 0,11$).

Проведемо розрахунок цих показників технологічності.

1. Коефіцієнт механізації підготовки радіоелементів до монтажу:

$$K_{МП} = \frac{N_{МП}}{N_{ЕРЕ}} = \frac{15}{32} = 0,46 \quad (3.10)$$

де $N_{МП}$ – кількість ЕРЕ, підготовка яких до монтажу може виконуватись механізованим або автоматизованим способом;

$N_{ЕРЕ}$ – загальна кількість ЕРЕ.

2. Коефіцієнт механізації і автоматизації монтажу:

$$K_{AM} = \frac{N_{аз}}{N_з} = \frac{125}{154} = 0,81 \quad (3.11)$$

де $N_{аз}$ – кількість монтажних з'єднань, які виконані автоматизованими пристроями;

$N_з$ – кількість монтажних з'єднань.

3. Коефіцієнт складності збірки:

$$K_{СЗ} = 1 - \frac{N_{тзб}}{N_{тв}} = 1 - \frac{3}{4} = 0,25 \quad (3.12)$$

де $N_{тзб}$ – кількість типорозмірів вузлів, які потребують регулювання;

$N_{тв}$ – загальна кількість типорозмірів вузлів.

4. Коефіцієнт автоматизації і механізації операцій контролю і настройки електричних параметрів:

$$K_{KH} = \frac{N_{мкн}}{N_{кн}} = \frac{14}{25} = 0,56 \quad (3.13)$$

де $N_{мкн}$ – кількість операцій контролю і настройки електричних параметрів, які можна здійснити механізованим або автоматизованим способом;

$N_{кн}$ – загальна кількість операцій контролю і настройки.

5. Коефіцієнт прогресивності формоутворення деталей:

$$K_{ПФ} = \frac{N_{дпр}}{N_{д}} = \frac{7}{10} = 0,7 \quad (3.14)$$

де $N_{дпр}$ – кількість деталей, виготовлених за допомогою прогресивності технології;

$N_{д}$ – загальна кількість деталей.

6. Коефіцієнт повторюваності радіоелементів:

$$K_{ПОВ} = 1 - \frac{N_{mp}}{N_{epe}} = 1 - \frac{24}{32} = 0,25 \quad (3.15)$$

де $N_{тр}$ – кількість типорозмірів ЕРЕ;

$N_{ерс}$ – загальна кількість ЕРЕ.

7. Коефіцієнт складності обробки:

$$K_{об} = 1 - \frac{N_{мсп}}{N_{мс}} = 1 \quad (3.16)$$

де $N_{мсп}$ – кількість типорозмірів вузлів, які потребують спеціальної підгонки;

$N_{мс}$ – загальна кількість типорозмірів вузлів.

Знайшовши всі коефіцієнти, можна знайти величину комплексного показника технологічності:

$$K_K = \frac{1 \cdot 0,46 + 1 \cdot 0,81 + 0,75 \cdot 0,25 + 0,5 \cdot 0,56 + 0,31 \cdot 0,7 + 0,187 \cdot 0,25 + 0,11 \cdot 1}{1 + 1 + 0,75 + 0,5 + 0,31 + 0,187 + 0,11} =$$

$$= \frac{2,11}{3,857} = 0,547$$

Оцінка технологічності РЕА при відомому нормативному комплексному показнику виражається відношенням досягнутого показника K_K до нормативного K_H . Цей вираз повинен задовольняти умову:

$$\frac{K_K}{K_H} \geq 1 \quad (3.17)$$

Для оцінки технологічності при виконанні даного дипломного проекту встановлюється значення $K_H = 0,5$. Тоді відношення:

$$\frac{K_K}{K_H} = \frac{0,547}{0,5} = 1,09 \geq 1$$

Таким чином, з розрахунку видно, що технологічність приладу, який розробляється, задовольняє наданим вимогам і виробництво технологічно вигідно [23].

3.10 Технологія виготовлення приладу

Технологічні процеси комп'ютерного електроенцефалографа:

- вхідний контроль комплектуючих ЕРЕ;
- технологічні тренування комплектуючих ЕРЕ та вузлів;
- складання;
- електричний монтаж;
- технічний контроль монтажу та складання;
- захист виробу від дії навколишнього середовища;
- технологія тренування виробу;
- вихідний контроль.

Перед розміщенням в апаратурі електрорадіоелементи повинні проходити вхідний контроль, тобто перевірку на відповідність технічним вимогам. Вхідний контроль може бути візуальним та електричним.

Всі навісні елементи (резистори, конденсатори, діоди, мікросхеми) перед монтажем та складанням повинні проходити підготовку, при якій випрямляють, підрізають, лудять та формують виводи.

Найбільш відповідальним етапом виготовлення окремих деталей є складання виробу, а також відповідність їх конструкцій вимогам надійності.

Технологічний процес складання та монтажу елементів блока керування комбінованим електродом включає наступні етапи [24]:

- заготовку монтажних дротів, зачищення, лудіння їх кінців, підготовку до пайки ЕРЕ;
- закріплення монтажних дротів та виводів радіодеталей на друкованій платі;
- пайка з'єднань;
- контроль якості виконання робіт.

В умовах серійного виробництва застосовуємо ескізно-операційну технологію складання та монтажу блоку апарату. При розробці ескізно-операційної технології на кожну операцію складається технологічна карта, яка містить ескіз, короткий опис роботи, перелік деталей та матеріалів, що використовуються. Ескіз повинен показувати ту частину складання чи монтажу, яка виконується на даній операції.

Також в ескізно операційну технологію входять маршрутні карти та технічні конструкції.

3.11 Технологія виготовлення друкованої плати

Всі друковані плати в залежності від кількості нанесених друкованих провідних шарів поділяють на односторонні, двосторонні та багат шарові.

Електричну принципову схему розроблюваного приладу реалізовано на двосторонній друкованій платі з склотекстоліту СФ-2-35-1,5.

Перевагою двосторонніх друкованих плат є висока густина монтажу та надійність з'єднань. Такі плати використовуються в вимірювальній техніці, системах керування та автоматизованого регулювання. Вони мають провідний рисунок на двох боках діелектричної або металевої основи. Електричний зв'язок шарів друкованого монтажу здійснюється за допомогою металізованих отворів.

Методи виготовлення друкованих плат поділяються на дві групи: субстративні та адитивні. В субстративних методах в якості основи для друкованого монтажу використовують фольговані діелектрики, на яких формується провідний рисунок шляхом видалення фольги з непровідних ділянок. Додаткова хіміко-гальванічна металізація монтажних отворів привела до створення комбінованих методів виготовлення друкованих плат [24].

Плату розроблюваного приладу будемо виготовляти комбінованим позитивним методом. Послідовність технологічних операцій виготовлення плати наступна:

- 1) вхідний контроль фольгованого діелектрика;
- 2) нарізка заготовок;
- 3) свердління базових отворів;
- 4) свердління отворів, що підлягають металізації;
- 5) хімічне міднення;
- 6) нанесення захисного рельєфу (фоторезисту);
- 7) гальванічне нарощування;
- 8) гальванічне нанесення захисного покриття (олово-свинець);

- 9) видалення фоторезисту;
- 10) травлення фольги;
- 11) обрізка плати по контуру;
- 12) маркування.

Різка заготовок здійснюється одно- та багатошаровими ножицями. Базові отвори на технологічних полях друкованої плати призначені для точного їх розташування в процесі свердління. Для свердління використовують спіральні свердла із сталі.

Монтажні отвори свердлять на станках з чистовим програмним керуванням, які характеризуються високою точністю та якістю свердління. Плату з монтажними отворами піддають хімічному мідненню з обох боків для отримання шару міді товщиною 3...5 мм.

Після підготовки металізованих поверхонь на них створюється негативне зображення схеми провідників. Це зображення може бути отримане за допомогою фоторезисту.

На зовнішні поверхні, які не захищені резистивною маскою, та отвори нарощується шар міді, товщина якого в отворах повинна бути не менше 25мкм. гальванічне осадження міді виконується на заготовці плати, яка має суцільний шар фольги, яка захищає поверхню діелектрика та забезпечує електричний контакт всіх елементів схеми.

Неметалізовані поверхні покриваються захисним шаром сплаву олово-свинець товщиною не менше 10 мкм. Цей сплав добре захищає мідь від травлення. Після цього видаляється фоторезист.

Ділянки, не захищені металічним шаром, витравлюється. На платі залишається потрібний рисунок шару провідників. Отримана друкована плата покривається захисним шаром та шаром маркування.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Аналіз умов праці у лабораторії

Тема МКР – " Дослідження та розробка конструкції комп'ютерного електроенцефалографа". Розглянемо вимоги охорони праці до лабораторії в якій проектується і досліджується прилад. В лабораторії працюють інженерно-технічні працівники та студенти. При цьому робота установок супроводжується виділенням у повітря робочої зони шкідливих речовин, підвищеними рівнями шуму і вібрації, можливістю виникнення пожежі. Лабораторія знаходиться у м. Вінниці.

Все обладнання, яке знаходиться в лабораторії живиться від трифазної, чотири провідної мережі з заземленою нейтраллю напругою 380/220 В. Все електрообладнання живиться через автомати, які знаходяться біля евакуаційного виходу.

Основними небезпечними та шкідливими виробничими чинниками в лабораторії можуть бути [1] фізичні; хімічні; психофізіологічні.

Фізичні небезпечні і шкідливі виробничі чинники.

1. Рухомі частини обладнання стенду. Небезпека травмування виникає при проведенні експериментів і при ремонтних роботах вібростенда.

2. Підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони парами мастила, розчинників при обслуговуванні і ремонті обладнання.

3. Підвищена температура поверхонь технологічного обладнання, яке досліджується.

4. Підвищена або знижена температура повітря робочої зони.

5. Підвищений рівень шуму на робочому місці при роботі стенду;

6. Підвищений рівень вібрації.

7. Підвищена або знижена вологість повітря.

8. Підвищена або знижена рухливість повітря.

9. Підвищене значення напруги в електричній мережі, замикання якої може відбутися через тіло людини;

10. Відсутність або недостача природного світла.

11. Недостатня освітленість робочої зони.

12. Підвищений рівень інфрачервоної радіації.

Хімічні небезпечні і шкідливі виробничі чинники це пари мастил, пил які виділяються при виконанні робіт. По характеру впливу на організм людини хімічні шкідливі речовини можуть бути токсичні, подразнюючі, сенсibiliзуючі, канцерогенні, мутагенні, впливаючі на репродуктивну функцію.

Проникати в організм людини шкідливі речовини можуть наступними шляхами: через органи дихання, шлунково-кишковий тракт, шкірні покриви і слизуваті оболонки.

Психофізіологічні небезпечні і шкідливі виробничі чинники: напруження аналізаторів, фізичні динамічні та статичні перевантаження.

4.2 Організаційно-технічні заходи

Розміри лабораторії для 5x7x3 м. Кількість працюючих в лабораторії п'ять чоловік. Робочі місця в лабораторії біля стендів і лабораторних установок. Підлога у приміщенні дерев'яна – паркет. Стіни і стеля - побілені в білий колір.

Обсяг виробничого приміщення за санітарними нормами на одного працюючого повинен бути не менше 15 м³, площа – не менше 4,5 м², висота - не менше 3,2 м. Визначаємо питомі показники площі і об'єму лабораторії на одного працюючого. Площа приміщення $S_{\text{п}}=5 \times 7=35$ м². Площа, яку займає обладнання, столи, шафи $S_{\text{o}}=12$ м². Об'єм приміщення $V_{\text{п}}=5 \times 7 \times 3=105$ м³. Об'єм , який займає обладнання $V_{\text{o}}=15$ м³. Фактична площа і об'єм приміщення на одного працюючого

$$S_1=(S_{\text{п}}-S_{\text{o}})/5=(35-12)/5=4,6\text{м}^2,$$

$$V_1=(V_{\text{п}}-V_{\text{o}})/5=(105-15)/5=18\text{ м}^3.$$

Порівнюючи фактичні показники з нормованими приходимо до висновку, що площа, об'єм і висота задовольняють нормам.

У приміщенні два вікна з розмірами 1,8x1,8 м. Ширина дверей 0,8 м. Двері виходять у коридор. Вікна в лабораторії орієнтовані на захід.

4.3 Санітарно-гігієнічні заходи

При внутрішньому плануванні приміщень і розміщенні устаткування необхідно передбачати ізоляцію процесів, що супроводжуються виділенням пилу, токсичних речовин, інтенсивного шуму. У приміщеннях, що мають велику ширину, шкідливі ділянки необхідно по можливості розташовувати поблизу зовнішніх стін для кращого забезпечення природної вентиляції приміщення. При внутрішньому плануванні приміщення повинні бути передбачені достатня ширина і число проходів, сходів, дверей із метою можливого усунення зустрічних людських потоків у періоди початку і закінчення занять, або роботи, а також у випадку аварійних ситуацій.

Для ряду технологічних процесів важливе значення має внутрішня обробка приміщень, зокрема, використання матеріалів, що не сорбують шкідливі речовини і не перетворюються надалі в джерело їхніх виділень. У цих приміщеннях, підлога, стіни, стеля повинні бути щільними, гладкими, із закругленими кутами, повинні допускати вологе вбирання. Наприклад, у випадку значних тепло- і вологовиділень важливе значення має теплоізоляція стін і перекриттів із метою попередження утворення на них конденсату в холодний період року. У деяких приміщеннях із високим рівнем шуму доцільно влаштовувати підвісну звукопоглинаючу стелю.

4.3.1 Параметри мікроклімату

У лабораторії показниками, характеризуючими мікроклімат, являються: температура повітря, відносна вологість повітря, швидкість руху повітря, інтенсивність теплового опромінювання.

При відхилення параметрів мікроклімату від нормованих значень в організмі людини можуть відбуватись фізіологічні порушення, різке зниження працездатності і працюючі можуть отримувати професійні захворювання.

Таблиця 4.1 – Норми мікроклімату робочого місця

Період року	Категорія робіт	Температура, °С				Відносна вологість, %		Швидкість руху, м/с		
		Допустима				Оптимальна	Допустима для всіх роб. Місць, не більше	Оптимальна, не більше	Допустима для всіх роб. місць	
		Верхня межа		Нижня межа						
		На робочих місцях								
Постійних	Не постійних	Постійних	Не постійних	Оптимальна	Допустима для всіх роб. Місць, не більше	Оптимальна, не більше	Допустима для всіх роб. місць			
Холодний	Легка I а	22-24	25	26	21	18	40-60	75	0,1	Не більше 0,1
Теплий	Легка I а	23-25	28	30	22	20	40-60	55(при 28°С) 60(при 27°С) 65(при 26°С) 70(при 25°С) 75(при 24°С і нижче)	0,1	0,1-0,2

Категорія робіт по важкості у приміщенні I а. Це роботи, які проводяться сидячи і супроводжуються незначним фізичним навантаженням. Енерговитрати до 120 ккал/год (139 Вт).

Оптимальні і допустимі норми температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні приведені в табл. 4.1.

У приміщенні необхідно підтримувати допустимі величини показників мікроклімату, так як вони встановлюються у випадках, коли по технологічним вимогам технічним і економічним причинам не забезпечуються оптимальні норми.

Інтенсивність теплового опромінювання працюючих від нагрітих поверхонь обладнання, освітлювальних приладів, інсоляції на постійних і непостійних робочих місцях не повинна перевищувати 35 Вт/м^2 при опромінюванні 50% поверхні тіла і більше, 70 Вт/м^2 - при величині опромінюваної поверхні від 25 до 50% і 100 Вт/м^2 – при опромінюванні не більше 25% поверхні тіла.

Інтенсивність теплового опромінювання працюючих від відкритих джерел (нагрітий метал, скло, “відкрите” полум’я і др.) не повинна перевищувати 140 Вт/м^2 , при цьому опромінюванню не повинно підлягати більше 25% поверхні тіла і обов’язковим являється використання засобів індивідуального захисту, у тому числі засобів захисту обличчя і очей.

4.3.2 Вентиляція

Роботи у лабораторії супроводжуються забрудненням повітря в результаті виділення газів парів та пилу і ненормальним метеорологічним режимом, який створює несприятливі умови праці.

Виробничі гази та пари діючи на людину можуть призвести до гострого або хронічного отруєння. При цьому концентрація отруйних парів та газів і тривалість впливу їх на організм мають першорядне значення. Крім того, в певних концентраціях гази й пари в суміші з повітрям вибухонебезпечні.

Пил шкідливий для людського організму незалежно від його хімічного складу, так як він проникаючи в організм людини і осідаючи на поверхні легень і дихальних шляхів приводить до захворювань, у тому числі й професійних.

Концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони лабораторії не повинна перевищувати граничнодопустимих концентрацій (ГДК). Гранично

допустимі концентрації деяких шкідливих речовин у повітрі робочої зони згідно з ГОСТ 12.1.005-88 приведені у табл. 6.2.

Вентиляція повинна забезпечуватися: природним провітрюванням приміщень, улаштуванням загальних приточно-витяжних систем; устроєм відсмоктувачів безпосередньо на місцях, де виділяються шкідливі пари, гази і пил. У лабораторії застосовується витяжна система вентиляції біля установки для визначення температури спалаху горючих рідин і природна вентиляція.

Таблиця 4.2 – ГДК шкідливих речовин в робочій зоні

Назва речовини	Величина ГДК, мг / м ³	Переважаючий агрегатний стан в умовах виробництва	Клас небезпеки	Особливості дії на організм
1	2	3	4	5
Вуглецю оксид	20	п	IV	О
Мастила мінеральні нафтові*	5	а	III	
Пил рослинного і тваринного походження з домішками діоксиду кремнію від 2 до 10%	4	а	IV	А,Ф
Кремнію діоксид аморфний у вигляді аерозоля конденсації при вмісту від 10 до 60%	2	а	III	Ф
Азоту діоксид	2	п	III	О
Азоту оксиди (в перерахунку на NO ₂)	5	п	III	О

Примітки: а – аерозолі; п – пари; * - необхідний спеціальний захист шкіри і очей; А – речовини, спроможні викликати алергічні захворювання у виробничих умовах; Ф – аерозолі, переважно фіброгенної дії; О – речовини з гостро направленим механізмом дії, які потребують автоматичного контролю за їх вмістом у повітрі.

4.3.3 Освітлення

Освітлення лабораторії повинно відповідати вимогам [3]. В лабораторії є прилади, покази яких знімають студенти. Об'єкти розпізнавання – лінії, риси на шкалі приладів, товщина стрілки приладів. Найменший розмір об'єкта розпізнавання – 0,2 мм. Згідно з [3] в лабораторії розряд зорових робіт А, під розряд 2. Освітленість на робочій поверхні від системи загального освітлення 400 лк. Розряду і під розряду зорових робіт А-2 відповідає характеристика зорової роботи дуже високої точності. Найменший розмір об'єкта розпізнавання від 0,15 до 0,30 мм.

У лабораторії природне освітлення бокове. Коефіцієнт природної освітленості КПО, e_H при боковому освітленні $e_H = 1,2\%$. Віконні пройми орієнтовані на захід. Нормоване значення КПО e_N необхідно визначати по формулі

$$e_N = e_H \cdot m_N = 1,2 \cdot 0,85 = 1,0 \%,$$

де e_H - значення КПО за таблицями 4.1 і 4.2;

m_N - коефіцієнт світлового клімату за таблицею 4 з додатків;

N- номер групи забезпеченості природним світлом за таблицею 4 з додатків [3]

Необхідно слідкувати за станом світильників і віконних пройм. Лампи і арматуру необхідно регулярно очищати від пилу, бруду. У виробничих приміщеннях через забрудненість освітлювального обладнання іноді втрачається біля 50% світла.

4.4 Розрахунок занулення

Дані розрахунку:

1. Електрообладнання (ЕД) – електродвигуни системи вентиляції;
2. Напруга трифазної мережі - 3x380/1x220 В;
3. Кількість установок (агрегатів) - п=4;

4. Номінальна потужність агрегата - $P_n=3$ кВА;
5. Загальне навантаження мережі - $P_{нз}=150$ кВА;
6. Відношення пускового струму до номінального $I_p/I_n=3.8$;
7. Захист у вигляді (з) - запобіжника;
8. Довжина повітряної лінії - $l_p=0,35$ км;
9. Довжина кабельної лінії - $l_k=0,15$ км;
10. Матеріал ліній (М) - мідь;
11. Електрообладнання встановлено в приміщенні з (н) - нормальними умовами;
12. Фактор небезпеки ураження електричним струмом - вогкість.

Згідно з вказівками до розв'язання задачі (п. 4.2 [7]), складаємо електричну схему занулення, яка приведена на рисунку 2 і визначаємо умови праці з небезпеки ураження електричним струмом (додаток 1 методичних вказівок).

Існує три класи умов праці за ступенем небезпеки ураження електричним струмом (ГОСТ 12.1.013-78): з підвищеною небезпекою, з особливою небезпекою і без підвищеної небезпеки.

Згідно заданого фактора небезпеки ураження (вогкість), умови праці, які розглядаються, відносяться до умов з підвищеною небезпекою, тому що існує наявність одного фактора підвищеної небезпеки.

В даних умовах захисне заземлення або занулення виконується: при номінальній напрузі 380 В та більше змінного струму або 440 В та більше постійного; при номінальній напрузі від 42 В до 380 В змінного струму та від 110 В до 440 В - постійного.

В нашому випадку застосована напруга змінного струму 3 х 380 В, що підтверджує необхідність виконання захисту.

Розрахунок занулення складається з двох етапів: розрахунок на вимикаючу здатність та розрахунок максимальної напруги дотику у випадку замикання фазного проводу на корпус електроприймача.

В даній роботі приведено розрахунок на вимикаючу здатність.

За даним загального навантаження мережі $P_{нз}=150$ кВА, за таблицею 1 додатка (тут і далі використовується література [7]) вибираємо трансформатор живлення потужністю. $P_T=160$ кВА. Його первинна напруга 6-Ю кВ, схема з'єднання обмоток У/УН (первинна обмотка - трикутник, вторинна обмотка - зірка з нульовим проводом). Розрахунковий опір трансформатора $2T/3=0,047$ Ом.

Визначаємо розрахунковий струм кожної лінії.

Повітряна лінія

$$I_n = \frac{P_m}{3U_L} = 160000 / (1.73 * 380) = 243.4 \text{ А.}$$

За табл. 3 додатка 3 вибираємо чотирижильний мідний кабель з поперечним перерізом фазного проводу $S_{фп} = 120$ мм.кв, який прокладено в повітрі і для якого допустиме струмове навантаження дорівнює 260 А. За табл.6.1. визначаємо переріз нульового проводу $S_{нп} = 35$ кв.мм.

Кабельна лінія

$$I_k = \frac{P_n * n}{\sqrt{3}U_L} = 3000 / (1.73 * 380) = 4.56 \text{ А.}$$

В табл. 2 додатка 3 для кабелю, який прокладено в землі, немає таких малих струмів, тому переходимо до табл. 1 додатка 3.

За табл. 1 додатка 3 вибираємо три одножильних мідних фазних проводів з поперечним перерізом $S_{фк} = 2,5$ мм. кв, прокладених в одній трубі і для яких допустиме струмове навантаження дорівнює 25 А. За табл.6.1 визначаємо поперечний переріз нульового проводу, який дорівнює $I_{нк} = 1,5$ мм. кв.

Лінія, яка живить електроустановку

$$I_y = \frac{P_n}{\sqrt{3}U_L} = 3000 / (1,73 * 380) = 4,56 \text{ А}$$

За табл. 1 додатка 3 вибираємо три мідних фазних проводів з поперечним перерізом $S_{фу} = 1$ мм.кв, які прокладені в трубі і для яких допустиме струмове навантаження дорівнює 15 А. Як видно з табл. 6.1, проводи перерізом менше 1 мм. Кв в трубах не прокладаються, тому і поперечний переріз нульового проводу цієї лінії вибираємо $S_{фу} = S_{ну} = 1$ мм. кв. Вибираємо номінальний струм спрацьовування запобіжника із умови:

$I_H > I_T/a$, де $a = 2.5$ - коефіцієнт врахування умов пуску та характеру навантаження.

$$I_T/I_H = 3.8; I_T = 3.8 * I_H = 3.8 * 4.56 = 17.33 \text{ А}$$

$$I_H = 17.33/2.5 = 6.9 \text{ А.}$$

Вибираємо запобіжник з номінальним струмом спрацьовування $I_H = 10 \text{ А}$.

Визначаємо активний опір фазних проводів

$$R_{\phi} = \rho_m (I_T/S_{\phi T} + I_K/S_{\phi K} + I_Y/S_{\phi Y}) = 0,018(350/120 + 150/2,5 + 25/1) = 1,58 \text{ Ом.}$$

Визначаємо активний опір нульових проводів

$$S_{\phi} = \rho_m (I_T/S_{HT} + I_K/I_{HK} + I_Y/S_{HY}) = 0,018(350/35 + 150/1,5 + 25/1) = 2,43 \text{ Ом.}$$

У цій формулі $I_Y = 25 \text{ м}$ - прийнята довжина лінії, яка живить установку.

Індуктивний опір проводів (X_{Π}) визначаємо з умови, що для повітряної лінії він дорівнює $X_{\Pi B} = 0,6 \text{ Ом/км}$, а для кабельної і в трубах - $X_K = X_{KY} = 0,3 \text{ Ом/км}$.

$$X_{\Pi} = 2(X_{\Pi B} * I_T + X_K * I_K + X_{KY} * I_Y) = 2(0,6 * 0,35 + 0,3 * 0,15 + 0,3 * 0,025) = 0,525 \text{ Ом.}$$

Комплексний опір кола "фаза-нуль":

$$Z_{\Pi} = \sqrt{(R^2 \phi + Rn^2) + Xn^2} = \sqrt{(1,58 + 2,43)^2 + 0,525^2} = 4,04 \text{ Ом.}$$

Струм короткого замикання

$$I_K = U/(Z_T/3 + Z_{\Pi}) = 220/(0,047 + 4,04) = 53,7 \text{ А}$$

Для надійного спрацьовування струмового захисту необхідно, щоб I_K відповідав умові:

$$I_K \geq K * I_H, \text{ де } K = 3 \text{ - коефіцієнт кратності струму для запобіжників.}$$

Розрахунковий коефіцієнт кратності

$$K = I_K/I_H = 53,7/10 = 5,37. \text{ Тобто } K > 3 \text{ і умова спрацьовування виконується.}$$

4.5 Дія іонізуючих випромінювань та електромагнітного імпульсу на комп'ютерний електроенцефалограф

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.

4.6 Визначення області працездатності комп'ютерного електроенцефалографа

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 комплексного блоку електроенцефалоскопу, при яких в елементах можуть виникнути зворотні зміни, наведені в таблиці 7.1.

Найбільш чутливим матеріалом до дії ІВ являються діелектричні матеріали, згідно таблиці 7.1 $P_{3B} = 10^4 \text{ Rad/c}$.

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

$$P_{\text{гран}} = K_H \cdot P_{3B} \cdot K_{\text{noc}} \quad (4.1)$$

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

Тоді

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

Таблиця 4.3 – Радіаційна стійкість радіоелементів

№	Елементи	$P_{зв1}$, 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 комплексного блоку електроенцефалоскопу в умовах дій іонізуючих випромінювань, лежить в межах від 0 до $5,7 \cdot 10^4$ Рад/с.

4.7 Визначення області працездатності комп'ютерного електроенцефалографа

Вихідні дані: $U_{Ж} = 12$ В – напруга живлення пристрою;

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

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

Допустиме коливання напруги живлення визначається:

$$U_{доп} = U_{Ж} + \frac{U_{Ж} \cdot N}{100}, \quad (4.2)$$

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

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

Коефіцієнт безпеки

$$K_{б} = 20 \cdot \lg \frac{U_{доп}}{U_{Г}} \geq 40 \text{ дБ}. \quad (4.3)$$

Для нормальної роботи пристрою має виконуватись умова (7.3), тобто $K_6 \geq 40$ дБ.

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

$$20 \lg \frac{U_{\partial on}}{U_{\Gamma}} = 40 \Rightarrow U_{\Gamma} = \frac{U_{\partial on}}{10^{40/20}}, \quad (4.4)$$

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

Вертикальна складова напруженості електричного поля визначається як

$$U_{\Gamma} = E_B \cdot l_{\Gamma}, \quad (4.5)$$

звідки
$$E_B = \frac{U_{\Gamma}}{l_{\Gamma}},$$

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

Отже, область працездатності комп'ютерного електроенцефалографа в умовах дії електромагнітних випромінювань, в якій блок 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 нового комплексного блоку електроенцефалоскопу. 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 комплексного блоку електро-енцефалоскопу були отримані наступні параметри працездатності:

- в умовах дії іонізуючих випромінювань граничне значення, при якому блок зберігає робочий стан, становить

$$P_{гран} = 5,7 \cdot 10^4 \text{ Рад/с}.$$

- в умовах дії ЕМВ вертикальна складова напруженості електричного поля, при якій пристрій ще здатен працювати, складає

$$E_B = 1,26 \text{ В/м.}$$

В загальному можна зробити висновок, що для підвищення граничних показників працездатності слід застосовувати спеціальні екрани, які допоможуть зменшити вплив різного роду випромінювань на конструкцію комплексного блоку електроенцефалоскопу.

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Розрахунок кошторису витрат на дослідження та розробку комп'ютерного електроенцефалографа

Кошторис витрат на дослідження та розробку електроенцефалоскопа може передбачати наступні основні витрати:

5.1.1 Основна заробітна плата розробників, яка розраховується за формулою:

$$Z_o = \frac{M}{T_p} \cdot t, \quad (5.1)$$

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

T_p – число робочих днів в місяці, 22 дн;

t – число днів роботи розробника (дослідника).

Проведені розрахунки зводимо до таблиці.

Таблиця 5.1 – Основна заробітна плата розробників (дослідників)

Найменування посади	Місячний посадовий оклад, грн.	Оплата за робочий день, грн.	Число днів роботи	Витрати на заробітну плату, грн.
1. Керівник проекту	11000,00	500,00	22	11000,00
2. Ст. науковий співробітник	9600,00	436,36	22	9600,00
3. Інженер-конструктор біомедичної апаратури	7300,00	331,82	15	4977,27
4. Консультант (лікар-терапевт вищої категорії)	8100,00	368,18	5	1840,91
5. Інженер-схемотехнік	7300,00	331,82	15	4977,27
6. Технік	5500,00	250,00	22	5500,00
7. Лаборант	5000,00	227,27	22	5000,00
Разом прибл.				42895,45

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

$$Z_p = \sum_1^n t_i \cdot C_i \cdot K_c, \quad (5.2)$$

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, $K_c = 1,26$;

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

C_i визначається за формулою:

$$C_i = \frac{M_n \cdot K_i}{T_p \cdot T_{зм}}, \quad (5.3)$$

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

K_i — тарифний коефіцієнт робітника відповідного розряду;

T_p — число робочих днів в місяці, $T_p = 22$ дн.;

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

Проведені розрахунки заносимо до таблиці.

Таблиця 5.2 – Витрати на основну заробітну плату робітників

Найменування робіт	Трудомісткість, нормо-годин	Розряд роботи	Тарифний коефіцієнт	Погодинна тарифна ставка, грн.	Величина оплати, грн.
1. Монтаж	5,15	5	1,7	35,96	261,13
2. Наладка	3,41	6	2	42,31	203,42
3. Випробування	6,33	4	1,5	31,73	283,20
4. Виготовлення плати	4,22	5	1,7	35,96	213,97
5. Виготовлення корпусу	6,45	5	1,7	35,96	327,05
6. Монтаж плати	3,52	6	2	42,31	209,98
7. Складання пристрою	4,20	4	1,5	31,73	187,91
8. Наладка пристрою	1,55	7	2,2	46,54	101,71
9. Регулювання компонентів	1,11	7	2,2	46,54	72,84
10. Випробування пристрою	0,92	4	1,5	31,73	41,16
11. Регулювання пристрою	0,33	7	2,2	46,54	21,65
Разом прибіл.					1927,14

Додаткова заробітна плата розробників (дослідників) та робітників, які приймали участь в розробці електроенцефалоскопа.

Розраховується як 12 % від основної заробітної плати розробників та робітників:

$$З_д = З_о \cdot 12 / 100\% \quad (5.4)$$

$$З_д = (42895,45 + 1927,14) \cdot 12 / 100 \% = 5378,71 \text{ (грн.)}$$

Нарахування на заробітну плату розробників та робітників.

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

$$Н_з = (З_о + З_д) \cdot 22 / 100\% \quad (5.5)$$

$$Н_з = (42895,45 + 1927,14 + 5378,71) \cdot 22 / 100\% = 11044,29 \text{ (грн.)}$$

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

$$M = \sum_1^n H_i \cdot Ц_i \cdot K_i, \quad (5.6)$$

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

$Ц_i$ - 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 5.3– Витрати на основні матеріали

Найменування матеріалу, марка, тип, сорт	Одиниця виміру	Ціна одиницю, грн.	за Витрачено	Вартість витраченого матеріалу, грн.
1. Папір для офісної техніки	уп.	106,00	4,0	424,00
2. Диск оптичний (CD-R)	шт.	11,70	3,0	35,10
3. Папки офісні (бокс)	уп.	100,00	6,0	600,00
4. Канцелярські товари	компл.	170,00	6,0	1020,00
5. Тонер (для заправки картриджа)	кг	6851,00	0,2100	1438,71
6. Флюс БС-2	кг	152,00	0,0400	6,08
7. Припій ПОС-61	кг	485,00	0,0300	14,55
8. Лак ЕП-730	кг	278,00	0,0920	25,58
9. Розчин мийний	л	62,00	0,2500	15,50
Всього				3579,61

Вартість основних матеріалів з урахуванням транспортних витрат складає

$$M = 3579,61 \cdot 1,1 = 3937,57 \text{ (грн.)}$$

Витрати на комплектуючі, що були використані на розробку електроенцефалоскопа, розраховуються за формулою:

$$H = \sum_{i=1}^n H_i \cdot C_i \cdot K_i, \quad (5.7)$$

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 5.4 – Витрати на комплектуючі

Найменування комплектуючих	Кількість, шт.	Ціна за штуку, грн.	Сума, грн.
<i>TL431CLP</i>	2,0	140,00	280,00
<i>Atmega 8</i>	1,0	152,00	152,00
<i>TMV0505S</i>	1,0	45,00	45,00
6N139	1,0	20,00	20,00
7805	1,0	55,00	55,00
<i>MAX232</i>	1,0	35,00	35,00
LCD дисплей	1,0	256,00	256,00
Конденсатори керамічні	24,0	1,00	24,00
Конденсатори електrolітичні	5,0	5,00	25,00
Кварц	1,0	20,00	20,00
Резистори	45,0	1,00	45,00
Резистори змінні	1,0	31,00	31,00
Котушки індуктивності	3,0	10,00	30,00
Діод	6,0	2,00	12,00
Клавіатура	1,0	251,00	251,00
Разом			1281,00

Витрати на комплектуючі з урахуванням транспортних витрат складають:

$$H = 1281,00 \cdot 1,1 = 1409,10 \text{ (грн.)}$$

Амортизація обладнання, яке використовувалось для проведення розробки пристрою.

В спрощеному вигляді амортизаційні відрахування по кожному виду обладнання, приміщень та програмному забезпеченню можуть бути розраховані з використанням прямолінійного методу амортизації за формулою:

$$A_{обл} = \frac{Ц_b}{T_v} \cdot \frac{t_{вик}}{12}, \quad (5.8)$$

де $Ц_b$ – балансова вартість обладнання, приміщень тощо, які використовувались для розробки нового технічного рішення, грн.;

$t_{вик}$ – термін використання обладнання, приміщень під час розробки, місяців;

T_v – строк корисного використання обладнання, приміщень тощо, років.

Всі проведені розрахунки амортизаційних відрахувань бажано звести до таблиці (табл.5.5).

Таблиця 5.5 -Величина амортизаційних відрахувань

Найменування обладнання	Балансова вартість, грн	Норма амортизації, %	Термін використання обладнання, міс.	Величина амортизаційних відрахувань, грн
Комп'ютеризована система проектування	23200,00	5	1	386,67
Вимірювальний комплекс	11650,00	5	1	194,17
Генератор імпульсних сигналів	8520,00	5	1	142,00
Осцилограф цифровий	9400,00	5	1	156,67
Частотомір	8670,00	4	1	180,63
Вольтметр	6850,00	4	1	142,71
Монтажне обладнання	2850,00	3	1	79,17
Ванна гальванічна	2200,00	5	1	36,67
Лабораторія	206000,00	2	1	8583,33
Паяльна станція	6340,00	4	1	132,08
Програмне забезпечення	9127,00	2	1	380,29
Всього				10414,38

Витрати на силову електроенергію розраховуються за формулою:

$$V_e = V \cdot \Pi \cdot \Phi \cdot K_{\Pi}, \quad (5.9)$$

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

Π — встановлена потужність обладнання, кВт.;

Φ — фактична кількість годин роботи обладнання, годин. ;

K_{Π} — коефіцієнт використання потужності, $K_{\Pi} = 1,0$.

Всі проведені розрахунки зведемо до таблиці 5.6

Таблиця 5.6 -Величина амортизаційних відрахувань

Найменування обладнання	Кількість годин роботи обладнання, год.	Встановлена потужність, кВт	Коефіцієнт використання потужності	Величина оплати
Комп'ютеризована система проектування	160,00	0,85	1	300,56
Вимірювальний комплекс	130,00	0,76	1	218,35
Генератор імпульсних сигналів	70,00	0,52	1	80,44
Осцилограф цифровий	32,00	0,32	1	22,63
Частотомір	45,00	0,46	1	45,75
Вольтметр	10,00	0,1	1	2,21
Монтажне обладнання	6,12	0,05	1	0,68
Ванна гальванічна	4,33	0,32	1	3,06
Паяльна станція	1,23	0,06	1	0,16
Всього				673,84

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:

$$I = (42895,45 + 1927,14) * 200 / 100 = 89645,19 \text{ (грн.)}$$

Загальні витрати на проведення розробки конструкції.

Сума всіх попередніх статей витрат дає загальні витрати на проведення розробки електроенцефалоскопа:

$$B = 42895,45 + 1927,14 + 5378,71 + 11044,29 + 3937,57 + 1409,10 + 10414,38 + 673,84 + 89645,19 = 167325,56 \text{ (грн.)}$$

5.2 Розрахунок собівартості виготовлення електроенцефалографа

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

$$M = \sum_1^n H_i \cdot C_i \cdot K_i, \quad (5.10)$$

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 5.7– Витрати на основні матеріали

Найменування матеріалу, марка, тип, сорт	Одиниця виміру	Ціна за одиницю, грн.	Витрачено кг	Вартість витраченого матеріалу, грн.
1. Флюс БС-2	кг	152,00	0,0400	6,08
2. Припій ПОС-61	кг	485,00	0,0300	14,55
3. Лак ЕП-730	кг	278,00	0,0920	25,58
4. Розчин мийний	л	62,00	0,2500	15,50
Всього				61,71

Вартість основних матеріалів з урахуванням транспортних витрат складає

$$M = 61,71 \cdot 1,1 = 67,88 \text{ (грн.)}$$

Витрати на комплектуючі, що були використані на розробку електроенцефалоскопа, розраховуються за формулою:

$$H = \sum_1^n H_i \cdot C_i \cdot K_i, \quad (5.11)$$

де: N_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.

Витрати на комплектуючі з урахуванням транспортних витрат складають:

$$N = 1281,00 \cdot 1,1 = 1409,10 \text{ (грн.)}$$

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

$$Z_p = \sum_1^n t_i \cdot C_i \cdot K_c, \quad (5.12)$$

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, $K_c = 1,26$;

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

C_i визначається за формулою:

$$C_i = \frac{M_m \cdot K_i}{T_p \cdot T_{zm}}, \quad (5.13)$$

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, $T_p = 22$ дн.;

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

Проведені розрахунки заносимо до таблиці.

Таблиця 5.9 – Витрати на основну заробітну плату робітників

Найменування робіт	Трудоміст-ність, нормо-годин	Розряд роботи	Тарифний коефіцієнт	Погодинна тарифна ставка, грн.	Величина оплати, грн.
1. Монтаж	1,11	5	1,7	35,96	56,28
2. Наладка	0,56	6	2	42,31	33,41
3. Випробування	0,55	4	1,5	31,73	24,61
4. Виготовлення плати	1,1	5	1,7	35,96	55,78
5. Виготовлення корпусу	1,67	5	1,7	35,96	84,68
6. Монтаж плати	0,96	6	2	42,31	57,27
7. Складання пристрою	1,75	4	1,5	31,73	78,29
8. Наладка пристрою	0,85	7	2,2	46,54	55,78
9. Регулювання компонентів	0,65	7	2,2	46,54	42,65
10. Випробування пристрою	0,89	4	1,5	31,73	39,82
11. Регулювання пристрою	0,5	7	2,2	46,54	32,81
Разом прибл.					561,36

Додаткова заробітна плата робітників, які приймали участь в виготовленні електроенцефалоскопа.

Розраховується як 12 % від основної заробітної плати розробників та робітників:

$$Z_d = Z_o \cdot 12 / 100\% \quad (5.14)$$

$$Z_d = 561,36 \cdot 12 / 100\% = 67,36 \text{ (грн.)}$$

Нарахування на заробітну плату розробників та робітників.

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

$$H_3 = (Z_o + Z_d) \cdot 22 / 100\% \quad (5.15)$$

$$H_3 = (561,36 + 67,36) \cdot 22 / 100\% = 138,32 \text{ (грн.)}$$

Витрати на силову електроенергію розраховуються за формулою:

$$V_c = V \cdot \Pi \cdot \Phi \cdot K_{\Pi}, \quad (5.16)$$

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

Π — встановлена потужність обладнання, кВт.;

Φ — фактична кількість годин роботи обладнання, годин. ;

K_{Π} — коефіцієнт використання потужності.

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

$$H_{зв} = Z_o \cdot 180 / 100\% \quad (5.17)$$

$$H_{зв} = 561,36 \cdot 180 / 100\% = 1010,45 \text{ (грн.)}$$

Виробнича собівартість одиниці продукції

Визначається як сума всіх попередніх витрат

$$S = 67,88 + 1409,10 + 561,36 + 67,36 + 138,32 + 4,83 + 1010,45 = 3262,20 \text{ (грн.)}$$

Виробнича собівартість електроенцефалоскопа складає 3262,20 грн.

5.3 Розрахунок ціни реалізації комп'ютерного електроенцефалографа

Визначення ціни реалізації об'єкта розробки здійснюється на підставі аналізу ступіня конкурентності ринку.

Ринок даного пристрою є конкурентним, тому за ціну реалізації приймається ринкова ціна на відповідні вироби з урахуванням значень конкретних показників якості нової розробки відносно до значень показників продукції конкурентів. При цьому використовуємо формулу:

$$Ц_p = Ц \cdot B_2 \text{ грн.,}$$

де: $Ц$ — типова ринкова ціна на аналогічну продукцію, 6000,00 грн.;

B_2 — узагальнений коефіцієнт якості нового виробу, 1,934.

Прийmemo ціну в 6000,00 грн. Тоді можлива максимальна ціна реалізації електроенцефалоскопа складе:

$$Ц_p = 6000,00 * 1,934 = 11604,00 \text{ грн.}$$

Встановимо ціну на пристрій нижче цін конкурентів (враховуючи рентабельність 20%, ПДВ – 20%) – 4700,00 грн. акцентуючи при цьому увагу споживачів на якісних характеристика пристрою.

5.4 Розрахунок чистого прибутку для виробника від реалізації нового технічного рішення

Розрахунок чистого прибутку для виробника проводиться за формулою:

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

де: $Ц_p$ – ціна реалізації виробу, носія з програмним продуктом тощо, грн.;

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

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, 320 шт.;

$$\Pi = \left\{ \left[4700,00 - \frac{(4700,00 - 1476,00) \cdot 16,67}{100} - 3262,20 - \frac{10 \cdot 3262,20}{100} \right] \cdot \left[1 - \frac{18}{100} \right] \right\} \cdot 320 =$$

$$= 150697,18 \text{ грн.}$$

Чистий прибуток для виробника складе 150697,18 грн.

5.5 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 $B=167325,56$ грн.

Π – чистий прибуток для виробника протягом одного року $\Pi=150697,18$ грн.

$$T_o = \frac{167325,56}{150697,18} = 1,1 \text{ року.}$$

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

5.6 Розрахунок величини експлуатаційних витрат

Заробітна плата обслуговуючого персоналу

Прилад обслуговується інженерно-технічним працівником

$$Z_{\text{обс}} = 12 \cdot M \cdot \beta,$$

де 12 – число місяців;

M – місячний посадовий оклад конкретного інженерно-технічного працівника,
 $M = 6750,00$ грн.;

β – доля часу, який витрачає працівник на обслуговування приладу в загальному часі своєї роботи в рік, $\beta=0,0005$;

$$Z_{\text{обс}} = 12 \cdot 6750,00 \cdot 0,0005 = 40,50 \text{ (грн.)}$$

Додаткова заробітна плата обслуговуючого персоналу:

$$З_д = З_о * 12 / 100\%$$

$$З_д = 40,50 * 12 / 100\% = 4,86 \text{ грн.}$$

Нарахування на заробітну плату:

$$Н_з = (З_о + З_д) * 22 / 100\%.$$

$$Н_з = (40,50 + 4,96) * 22 / 100\% = 9,98 \text{ грн.}$$

Витрати на силову електроенергію:

Оскільки пристрій живиться від електромережі при зарядці акумуляторів, то для розрахунку спожитої енергії, скористаємося формулою:

$$V_c = V \cdot П \cdot \Phi \cdot K_{п},$$

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

$П$ – установлена потужність зарядного пристрою, 0,045 кВт;

Φ – фактична кількість годин роботи пристрою, 1600 год;

$K_{п}$ – коефіцієнт використання потужності, $K_{п} = 1$.

$$V_c = 2,21 * 0,045 * 1600 * 1,0 = 169,80 \text{ (грн.)}$$

Амортизаційні відрахування:

$$A = \frac{Ц}{T_B} \text{ грн./рік}$$

де $Ц$ – балансова вартість виробу, грн;

T_B – термін використання виробу, 5 років.

$$A = 4700,00 / 5 = 940,00 \text{ грн.}$$

Витрати на поточний ремонт:

$$P = [(B_i \cdot N_i)/T_i + \dots + (B_n \cdot N_n)/T_n] \cdot F,$$

де B_i – вартість однотипних елементів, що замінюються протягом року, грн;

N_i – кількість однотипних елементів, що замінюються протягом року, шт;

T_i – середній строк дії однотипних елементів, що замінюються, год;

F – кількість годин роботи пристрою, за рік.

$$P = [(0,7 \cdot 1/10500) + (1 \cdot 1/13800)] \cdot 1500 = 1,25 \text{ (грн./рік)}.$$

Інші витрати

Інші витрати можна прийняти як 1,0% від загальної суми усіх попередніх витрат.

$$I_n v = (40,50 + 4,86 + 9,98 + 169,80 + 940,00 + 1,25) \cdot 0,010 = 11,25 \text{ (грн.)}$$

Експлуатаційні витрати

Сума витрат за всіма попередніми статтями дає величину експлуатаційних витрат.

$$E_2 = 40,50 + 4,86 + 9,98 + 169,80 + 940,00 + 1,25 + 11,25 = 1136,39 \text{ (грн.)}$$

Експлуатаційні витрати аналога, за аналогічних умов експлуатації, складають приблизно $E_1 = 1652,60$

5.7 Розрахунок економічного ефекту від можливого впровадження комп'ютерного електроенцефалографа

Розраховуємо економічний ефект від використання нової розробки за формулою:

$$\Delta E = E_1 - E_2 = 1652,60 - 1136,39 = 516,21 \text{ грн};$$

Економічний ефект від використання нової розробки складе 516,21 грн.

5.8 Розрахунок економічного ефекту на ціні для споживача

Розрахунок економічного ефекту на ціні для споживача від придбання нового технічного рішення проведемо за формулою:

$$\Delta Ц = Ц_1 - Ц_2$$

де: $Ц_1$ – ціна аналога, 6000,00 грн.;

$Ц_2$ – ціна нового виробу, 4700,00 грн.

$$\Delta Ц = 6000,00 - 4700,00 = 1300,00 \text{ грн.}$$

Отже економічний ефект на ціні для споживача становить 1300,00 грн.

Отже, споживач буде мати економічний ефект на ціні від придбання нового виробу, тому розробку можна вважати економічно вигідною для споживача.

Висновки до розділу

Заходи з розробки та дослідження пристрою електроенцефалоскопа потребують для свого здійснення одноразових витрат в розмірі 167325,00 грн. При забезпеченні випуску продукції обсягом 320 одиниць на рік розробник отримає потенційний прибуток у розмірі 150697,00 грн., що забезпечить повернення вкладених коштів у розробку та дослідження (термін окупності) протягом 1,11 року, що значно менше нормативного терміну.

Також економічний ефект від використання нової розробки складе 516,21 грн., до того ж споживач буде мати економічний ефект на різниці в ціні від придбання нового виробу в межах 1300,00 грн., тому розробку можна вважати економічно вигідною як для споживача, так і для розробника (виробника).

ВИСНОВКИ

В МКР була розглянута актуальна в наш час проблема, пов'язана із захворюваннями головного мозку. Методом діагностування цього захворювання була обрана ЕЕГ. Вона дає можливість якісного та кількісного аналізу функціонального стану головного мозку і його реакцій при дії подразників [8].

Оскільки сучасні електроенцефалографи дуже дорогі і купувати їх за кордоном немає можливості, рішенням проблеми є модернізація вже наявних і сполучення їх з комп'ютером. Такий варіант є досить ефективним і менш дорогим.

Була спроектована схема, яка дозволяє фільтрувати сигнал електроенцефалографії. Це в свою чергу має практичну цінність для терапії та діагностики, дозволяє полегшити і підвищити діагностичну точність електрофізіологічних досліджень. За підсумками проведеної роботи було виконано аналіз літератури з методів діагностування захворювання головного мозку і літератури по ЕЕГ дослідження електричного сигналу мозку. Потім була досліджена структура апаратного забезпечення електроенцефалографії і вивчена їх схемотехніка. Далі була проведена розробка електричної принципової схеми для фільтрації електроенцефалографічні сигналів. І, на закінчення, на підставі характеристик електроенцефалографії сигналу головного мозку людини, отриманих за допомогою розробленої схеми, можна посилювати частоту і амплітуду сигналу.

Електроенцефалограма широко застосовується в діагностичної та лікувальної роботи (особливо часто при епілепсії), в анестезіології, а також при вивченні діяльності мозку, пов'язаної з реалізацією таких функцій, як сприйняття, пам'ять, адаптація і т. д.

Метод ехоенцефалографії, який лежить в основі електроенцефалографа є надзвичайно ефективним при первинних діагностичних оглядах, і дозволяє виявляти об'ємні новоутворення в об'ємі черепної коробки людини, цей метод є непоганою альтернативою для томографічних методів дослідження, які являються значно дорожчими і складнішими в експлуатації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Козловський В. О. Техніко-економічне обґрунтування та економічні розрахунки в дипломних проектах та роботах. Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2005. – 75 с.
2. Горобец А.И., Степаненко А.И., Коронкевич В.М. Справочник по конструированию радиоэлектронной аппаратуры. К.: Техніка, 1985. – 312 с.
3. Практическое пособие по учебному конструированию РЕА/ В.Т. Белинский и др. – К.: Выща школа, 1992.
4. Лобозінська Р.Ф., Герцій. Вказівки до виконання курсового проекту.
5. Волинець С.І., Грабчак О.В., Шеремета О.П. Проектування технологічних процесів формоутворення деталей в радіо апаратобудуванні. – В.: ВДТУ, 1998–108с.
6. М.А. Сологуб, І.О. Рожнецький, О.І. Некоз та ін. Технологія конструкційних матеріалів. – К.: Вища шк., 2002. – 374 с.
7. Чернінський А. О., Крижановський С. А., Зима І. Г. Електрофізіологія головного мозку людини: методичні рекомендації до практикуму — К. : Видавець В. С. Мартинюк, 2011 — 49 с.
8. Гусельников В. І., Електрофізіологія головного мозку. — М.: Вища школа, 1976.
9. Зенков Л. Р. , [1][недоступне посилання з липень 2019], Клінічна електроенцефалографія з елементами епілептології — М.: Вища школа, 2002
10. Гаврилов А.Н. Основы технологии приборостроения. – М.: Высшая школа, 1976. – 328 с.
11. Ушакова С.Е., Сергеев В.С., Ключников А.В., Привалов В.П. Технология деталей радиоэлектронной аппаратуры. Учебное пособие для вузов – М.: Радио и связь, 1986. – 256 с.
12. Филантов В.И. Технологическая подготовка производства пластмассовых деталей. – С-П.: Машиностроение, 1975. – 334 с.

13. Барась С.Т., Лободзінська Р.Ф., Лазарев О.О. Конструювання радіоелектронних засобів телекомунікаційних систем. – Вінниця: ВНТУ, 2004.
14. <http://www.radioland.net.ua/sxema1d-108.html>
15. ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
16. ДСН 3.3.6.042–99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
17. ДБН В.2.5-28-2006.-.Природне і штучне освітлення.- К.: Мінбуд України, 2006 – 76 с.
18. ДСН 3.3.6.037–99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
19. ДСН 3.3.6.039–99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації.
20. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. Общие требования безопасности.
21. Пожежна безпека. Нормативні акти та інші документи, т.1. — Київ, 1997, 560 с.
22. ОНТП 24-86. Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности. - М.: ВНИИПО МВД СССР. - 25с.
23. ДБН В.1.1.7–2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва.
24. СНиП 2.09.02-85. Производственные здания.

Додаток А

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри БМІ

д.т.н., проф. С.М. Злепко

“ _____ ” _____ 2019р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на магістерську кваліфікаційну роботу

**ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ КОМП'ЮТЕРНОГО
ЕЛЕКТРОЕНЦЕФАЛОГРАФА**

08-35.МКР.180.14.000 ТЗ

Керівник МКР

д.т.н. зав.каф БМІ

Злепко С.М.

Виконавець: ст.гр. БМА-18м

Сушко С.А.

Вінниця 2019

1. Назва МКР: Дослідження та розробка конструкції комп'ютерного електроенцефалографа.

2. Виконавець МКР: студент групи БМА-18м Сушко С.А.

3. Підставою для виконання МКР є протокол засідання кафедри БМІ №01 від 29.09. 2019 р.

4. Мета виконання МКР і призначення продукції: дослідження і розробка конструкції комп'ютерного електроенцефалографа, який дасть змогу проводити первинне діагностичне обстеження кори головного мозку.

5. Джерела розробки:

1. Чернінський А. О., Крижановський С. А., Зима І. Г. Електрофізіологія головного мозку людини: методичні рекомендації до практикуму — К. : Видавець В. С. Мартинюк, 2011 — 49 с.

2. Гусельников В. І., Електрофізіологія головного мозку. — М.: Вища школа, 1976.

3. Зенков Л. Р. , [1][недоступне посилання з липень 2019], Клінічна електроенцефалографія з елементами епілептології — М.: Вища школа, 2002

4.Гаврилов А.Н. Основы технологии приборостроения. – М.: Высшая школа, 1976. – 328 с.

6. Технічні вимоги:

6.1 Призначення: пристрій відноситься до медичної апаратури.

Параметри:

діапазон робочих частот	> 20 кГц
напруга живлення, В	220
споживана потужність, Вт, не більше	45

6.2 Вимоги життєздатності та стійкості до зовнішніх впливів:

Вимоги міцності при транспортуванні:

тривалість ударного імпульсу, мс	5...10
прискорення пікове, g	5
загальне число ударів, не менше	13000
число ударів в хвилину	40... 80

Вимоги до ударної міцності:

тривалість ударного імпульсу, мс	5...10
прискорення пікове, g	10
загальне число ударів, не менше	15000

Експлуатаційні параметри:

температура, °C	5...+40
відносна вологість, %	85

6.3 Вимоги надійності:

середнє напрацювання на відмову, годин	2500
--	------

6.4 Вимоги до конструкції:

вага, не більше, кг	1
об'єм, не більше, см ³	3000

6.5 Вимоги технологічності: пристрій виробляти за новітніми технологіями.

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

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

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

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

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

6.11 Вимоги транспортування і зберігання: відсутні.

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

7. Техніко-економічні вимоги: виробництво даного приладу повинно окупитися не більше ніж за 0,5 років.

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

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

10. Вимоги до розробленої документації:

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

11. Стадії та етапи МКР:

11.1 Теоретична частина:

- аналітичний огляд питання;
- дослідження та аналіз методів реєстрації ЕЕГ
- конструкторсько-технологічний розділ;
- охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях;
- економічна частина;

11.2 Графічна частина:

- схема електрична принципова;
- креслення друкованої плати;
- складальне креслення друкованої плати;
- моделювання блоку схеми;
- структурна схема блоку.

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 Сушко С.А.