

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ім. Ю.М. Потебні**

**Кафедра електроніки, інформаційних систем
та програмного забезпечення**

(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота

другий (магістерський)

(рівень вищої освіти)

на тему: Дослідження та розробка мікроелектронної системи електропунктурної
діагностики та терапії

Виконав: студент II курсу, групи 8.1531
спеціальності 153 «Мікро- та наносистемна
техніка

(код і назва спеціальності)

освітньої програми Мікроелектронні інформаційні
системи

(код і назва освітньої програми)

Попов Сергій Володимирович

(ініціали та прізвище)

Керівник професор кафедри ЕІСПЗ, доцент, к.т.н.,
Ніконова Зоя Андріївна

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент генеральний директор ТОВ «Омега, ЛТД»

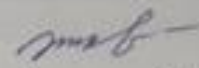
Шевченко Тамара Василівна

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя
2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ім. Ю.М. ПОТЕБНІ

Кафедра електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення
Рівень вищої освіти другий (магістерський)
Спеціальність 153 «Мікро- та наносистемна техніка»
(код і назва)
Освітня програма Мікроелектронні інформаційні системи
(код і назва)
Спеціалізація _____

ЗАТВЕРДЖУЮ 
Завідувач кафедри Критська Т.В.
“ ___ ” _____ 2022 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Попову Сергію Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проекту) Дослідження та розробка мікроелектронної системи електропунктурної діагностики та терапії

керівник роботи Ніконова З.А., к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від “ 02 ” 06 2022 року № 597-с

2 Строк подання студентом роботи 01.11.2022

3 Вихідні дані до роботи медичний комплекс на основі метода Р. Фолля: діагностичний прилад (на світлодіодному індикаторі), електростимулюючий прилад зі зміною полярності на електродах.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналіз методів дослідження біологічно активних точок. 2. Дослідження впливу акупунктури на нервову систему та розробка медичного комплексу на основі приладу Р. Фолля. 3. Техніко-економічне обґрунтування. 4. Охорона праці та техногенна безпека.

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

1. Методи рефлексотерапії. 2,3. Результати дослідження впливу акупунктури на стрес. 4. Розроблені діагностичні прилади для рефлексотерапії. 5. Схема електростимулятора у програмі Multisim 10.0 6. Схема електростимулятора зі

зміною полярності електродів. 7. Схема електрична принципова. 8. Плата для зборки основної схеми та схеми з корекцією шкали.

6 Консультанти розділів роботи

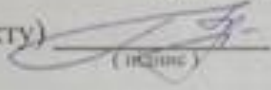
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
I	Ніконова З.А., професор	01.10.2021	28.01.2022
II	Ніконова З.А., професор	01.02.2022	29.09.2022
III	Ніконова З.А., професор	03.10.2022	17.10.2022
IV	Ніконова З.А., професор	18.10.2022	01.11.2022

7 Дата видачі завдання 01.10.2021 р.

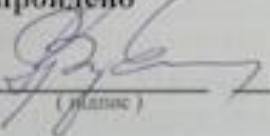
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи магістра	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Підбір та аналіз матеріалу за темою кваліфікаційної роботи	11.10-30.12.2021	
2	Написання та оформлення 1 розділу	10.01-28.01.2022	
3	Проведення дослідження впливу акупунктурної терапії на стрес	01.02-31.03.2022	
4	Розробка лікувально-терапевтичного комплексу	04.04-31.08.2022	
5	Написання та оформлення 2 розділу	01.09-29.09.2022	
6	Написання та оформлення 3 розділу	03.10-17.10.2022	
7	Написання та оформлення розділу охорони праці та техногенної безпеки	18.10-24.10.2022	
8	Оформлення пояснювальної записки та виконання креслень	25.10-01.11.2022	

Студент  Попов С.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи (проекту)  Ніконова З.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер  Верховкін Л.Л.
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота містить 100 стор., 35 рис., 22 табл., 1 додаток, 34 джерела літератури.

Об'єкт дослідження – біологічно активні точки людини.

Ціль роботи – дослідження впливу акупунктури на стресовий стан та розробка лікувально-діагностичного комплексу на основі приладу Р.Фолля, що дозволить нормалізувати психоемоційний стан людини.

Задачі роботи – розробка діагностичного приладу на основі методу Р.Фолля; розробка топології печатної плати запропонованого приладу; розробка терапевтичного приладу на основі методу Р.Фолля; розробка терапевтично-діагностичного приладу для нормалізації психоемоційного стану людини.

Методика досліджень – шляхом комп'ютерного схематичного моделювання та математичних розрахунків розробити пристрій для діагностики та лікування.

Короткий виклад результатів досліджень – з метою поєднання функцій діагностики та лікування розроблено діагностично-лікувальний комплекс, що побудований на основі світлодіодного діагностичного приладу та стимулюючого апарату.

Прогнозні пропозиції – розроблений діагностично-терапевтичний комплекс може використовуватись в лабораторії кафедри та в медичних закладах міста після випробувань і доопрацювання.

БІОЛОГІЧНО АКТИВНІ ТОЧКИ, ЕЛЕКТРОАКУПУНКТУРА, МОДЕЛЮВАННЯ, ДІАГНОСТИКА, СТИМУЛЯЦІЯ, ПІДСИЛЮВАЧ, ДІАГНОСТИЧНО-ТЕРАПЕВТИЧНИЙ КОМПЛЕКС, ЕЛЕКТРОД.

Кваліфікаційна робота магістра виконана в період з 01.09.2021 по 12.12.2022 в Інженерному навчально-науковому інституті ів. Ю.М. Потебні на кафедрі електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення.

Зміст

РЕФЕРАТ	0
ВСТУП.....	6
I АНАЛІЗ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ ТОЧОК.....	8
1.1 Поняття й детектування біологічно активних точок	8
1.2 Види й функції біологічно активних точок	11
1.3 Різновиди рефлексотерапії	12
1.4 Методи дослідження й оцінки функціонального стану організму за результатами виміру параметрів БАТ	14
1.5 Метод К. Акабане.....	16
1.6 Метод Є. Накатані.....	16
1.7 Метод Козлова-Макарова.....	18
1.8 Метод В.Г. Нікіфорова	18
1.9 Метод Р. Фолля.....	18
1.9.1 Особливості технології виміру параметрів БАТ і оцінки загального функціонального стану організму	18
1.9.2 Методика вимірів і оцінка результатів.....	21
1.10 Вибір методу й інструменту для досліджень	23
II ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ АКУПУНКТУРИ НА НЕРВОВУ СИСТЕМУ ТА РОЗРОБКА МЕДИЧНОГО КОМПЛЕКСУ НА ОСНОВІ ПРИЛАДУ Р.ФОЛЛЯ	27
2.1 Дослідження впливу акупунктурної терапії на стрес	27
2.2 Принципова схема та технічні характеристики діагностичного приладу Р.Фолля.....	34
2.3 Моделювання діагностичного приладу Р.Фолля зі стрілочним індикатором... 39	
2.3.1 Розробка базової схеми діагностичного приладу	39
2.3.2 Розробка схеми діагностичного приладу зі зменшенням чутливості на початку шкали	45
2.3.3 Розробка друкованої плати для діагностичного приладу Р.Фолля	50
2.4 Розробка діагностичного приладу на світлодіодному індикаторі.....	53

2.5 Розробка електричної схеми приладу для лікувальної практики та моделювання лікувально-діагностичного комплексу.....	57
2.6 Електроди, що застосовують в рамках методу Р.Фолля та варіації інтерфейсів	63
3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ.....	68
3.1 Огляд приладів для акупунктурної діагностики	69
3.2 Порівняльний аналіз приладів для електропунктурної діагностики за критеріями.....	73
3.3 Розрахунок витрат на елементи електричної схеми	77
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА.....	79
4.1 Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих факторів.....	79
4.2 Електробезпека.....	86
4.3 Пожежна та техногенна безпека	88
4.4 Визначення стану виробничого середовища при роботі з комп'ютерною технікою	90
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	94
ЛІТЕРАТУРА.....	95

ВСТУП

Близько 20% пацієнтів із COVID-19 мають психологічні проблеми у перші три місяці після інфікування, про що свідчать результати дослідження, матеріали яких опубліковані в журналі *Lancet Psychiatry* [1]. Це може бути безсоння, депресія, спалахи агресії. Розвиток постковідних ускладнень поставив перед медиками завдання, пов'язані з наданням медичної допомоги, що включає реабілітаційні заходи під час і після коронавірусної хвороби, адже реабілітація - це цілий комплекс заходів. Зокрема, для збільшення фізичної активності пацієнта, застосовуються різні тренувальні режими щодо активізації роботи м'язів, підвищення адаптаційних можливостей організму, корекція порушених функцій органів і систем. Допомогти покращити якість життя та отримати результат, не завдаючи ще більшої шкоди організму, допомагають фізіотерапевтичні процедури та методи нетрадиційної медицини. Вони дуже широко застосовуються у світовій медичній практиці та відомі завдяки безпечності та мінімальній кількості протипоказань.

Акупунктура, а разом з нею й електропунктура, ґрунтуються на стародавньому знанні про те, що людському тілу потрібен баланс електричної енергії. По цим уявленнях хвороба пов'язана з дисбалансом енергії (порушенням біоелектричного балансу енергії) в організмі людини. Мовою сучасної науки вірніше було б сказати, що при порушенні функціонування певних органів і систем відбувається відхилення від норми потенціалу клітинних мембран.

Електропунктура являє собою систематичну форму лікування шляхом впливу на точки акупунктури – біологічно активні точки – електричними імпульсами за допомогою сучасних електронних приладів після попередньої діагностики всього організму. Ефект приладового впливу на біологічно активні точки, що приводить до видужання різних органів людського організму, і довгострокові клінічні й практичні випробування різних типів приладів, дозволяють вважати їх «біологічно активною» ланкою в процесі лікування.

Тому розробка діагностично-терапевтичного комплексу для рефлексотерапії, який дозволить нормалізувати психоемоційний стан людини, є достатньо актуальним питанням.

I АНАЛІЗ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ ТОЧОК

1.1 Поняття й детектування біологічно активних точок

В наш час зростає інтерес до методик виявлення й терапії акупунктурних точок [2]. З метою обґрунтування вибору параметрів впливу й технічного рішення пристрою проаналізуємо основні біофізичні властивості акупунктурних точок.

Історичний період виникнення методу голковколювання з лікувальними й діагностичними цілями точно не встановлений. За даними досліджень деяких авторів [3] цей метод застосовувався на території сучасного Китаю ще в кам'яному віці.

Уже стародавні медики припускали, що морфологічна структура акупунктурної точки різна й відзначали, зокрема, різну щільність біологічних тканин у точці й у навколишніх тканинах.

У роботах [4-6] показано, що в області акупунктурної точки присутні підшкірні нерви, артерії, судини мікроциркуляторного русла. Ця область пухка, що характеризується малою щільністю сполучної тканини.

У роботах [6, 7, 8] передбачається, що є зв'язок локалізації більшості акупунктурних точок з місцями розгалуження кровоносних судин і нервів, де, як затверджується, рух крові з ламінарного стає турбулентним, що для проведення досліджень важливо враховувати при аналізі як електричних, так і оптичних характеристик точок.

Біологічно активні точки являють собою виділені області епідермісу діаметром 2-3 мм (злегка мінливі розміри точки залежать від внутрішньої й зовнішньої температури, а також загального стану вегетативної нервової системи), що характеризуються підвищеною концентрацією капілярів і нервових закінчень,

дрібних лімфатичних протоків, і цілим рядом незвичайних фізичних і фізіологічних властивостей.

В [7-9] викладені результати досліджень 10597 розрізів в області акупунктурних точок.

На підставі цих досліджень були визначені фактори, які визначені тільки для акупунктурних точок:

- більше поглинання кисню, щодо іншої поверхні тіла;
- підвищена температура (на 0,2 °C), що прискорює метаболізм;
- знижений опір (близько 100 кОм в нормі).

При захворюванні органу всі перераховані вище параметри біологічно активних точок відхиляються від нормальних значень, а відповідна поверхнева точка стає тактильно хворобливою.

В [10-12] показано, що акупунктурні точки включають комплексні взаємозалежні структури, що складаються із двох взаємозалежних частин: каналів і локусів.

Канал, у свою чергу, складається з епітелію та волокнистої й сполучної тканин. У порівнянні із прилеглими тканинами є невелике число осередків, нервів і судин. Фактично «канали» з'єднуються зі сполучною тканиною. Локуси схожі на реторти, які відрізняються один від одного формою.

Локуси мають більш високу концентрацію жирових кліток, фібропластів і лейкоцитів. В області акупунктурних точок нерви входять у контакт із мікросудинами крові. У локусах комплекси нервів і кровоносних судин оточені сполучною тканиною, що в основі складається з жирових клітин. Згідно чого зроблено висновок, що структура шкіри в областях акупунктурних точок більш насичена жировими клітинами, які здатні робити й накопичувати активні ферменти, щоб впливати на метаболізм клітин.

Серед найбільш важливих діагностичних параметрів, доступних медикам при обстеженні акупунктурних точок, виділяють:

1) неелектричні параметри (висока больова чутливість, висока температурна чутливість, різна щільність біологічної тканини) і електричні, які можуть бути класифіковані.

2) до потенційного методу (із внутрішнім джерелом енергії) відносяться діагностичні параметри – амплітуда й частотний спектр реєструємих біопотенціалів, що показують стан органу або системи органів. Реалізація ускладнена через низьку перешкодостійкість методу.

3) до параметричного методу (із зовнішнім джерелом енергії) відносяться діагностичні параметри – величина діагностуючого електричного струму або повного опору акупунктурних точок.

Методи, засновані на больовій чутливості, з'явилися в першу чергу. Спочатку технічні рішення були засновані на порівнянні електричного струму, що проходить через акупунктурні точки за допомогою спеціальних електродів. Істотна різниця між цими приладами й сучасними – значення струму пошуку: більше низький струм – результати краще, у той же самий час вплив перешкод більше.

Таким чином, результати попередніх досліджень і проведений літературний огляд дозволяють визначати головні принципи побудови системи детектування акупунктурних точок:

- акупунктурні точки мають низький електричний повний опір у порівнянні з навколишніми тканинами;
- повний опір між двома точками того ж самого меридіану завжди нижче, ніж між однією точкою й індиферентним електродом;
- коли індикація точок проводиться як порівняльна, перспективно використати простий прилад, застосовуючи струмовий метод, значення струму детектування (пошуку) повинне бути якнайменше;
- пацієнт повинен бути підготовлений перед дослідженням, особливо його шкіра;
- процедури повинні бути проведені кваліфікованим персоналом;
- пацієнт повинен бути інформований щодо заборони приймати ліки перед процедурою й носити будь-які металеві предмети (прикраси) на собі;
- всі необхідні заходи повинні бути прийняті для захисту пацієнту від електростатичної електрики.

1.2 Види й функції біологічно активних точок

В. Г. Козлов і співавтори [13] в експерименті показали, що біофізичною моделлю локусу точки акупунктури є локальний багатокomпонентний, динамічний електричний заряд у певних анатомічних областях, що утримується інтегральними силовими лініями електромагнітного поля (ЕМП) організму, а електрофізіологічні властивості на шкірних проекцій точок акупунктури визначаються взаєминами полів локусу точки й зовнішнього ЕМП.

Отже, у людини точки акупунктури є зонами біоінформації, що виконують роль найтонших детекторів організму, внутрішніх органів. Вони не завжди однаково реагують, тому що внутрішні органи в різний час функціонують із неоднаковим ритмом.

На зв'язок ефектів акупунктури з дипольним бар'єром мембрани нерва, що може деполаризуватися й гіперполяризуватися, вказує L. V. Wei [14]. Цим можна пояснити ефект порушення й гальмування. З огляду на що, більшість точок акупунктури розташовані уздовж нервових корінців. Автор припускає, що дипольний механізм може служити поясненням великого діапазону різних станів.

Всі точки ділять на три різновиди: 1) меридіанні; 2) поза меридіанні; 3) больові.

На кожному меридіані розташована певна кількість активних точок – від 9 до 67. Серед них розрізняють точки головні, або точки-регулятори (їх ще називають «командні», або стандартні точки, основні), і другорядні, симптоматичні, які використовують додатково до основних точок при наявності відповідних симптомів. Вони оказують тільки місцевий ефект.

Крім того, існують больові й античні точки.

Больові точки – це точки максимальної хворобливості. Ці точки не обов'язково збігаються із точками акупунктури, у такому випадку їх називають точками а-ше-цюе. Вплив на точки болючої чутливості, що закономірно виникають при різних захворюваннях внутрішніх органів і нервової системи, є найдавнішим методом.

Вивчення больових точок становить великий інтерес не тільки теоретичний, але й практичний. Описано цілий ряд больових точок, що мають діагностичне й лікувальне значення при різних захворюваннях.

Наш організм нараховує 14 постійних каналів, які пронизують все наше тіло. Це, так звані, «меридіани», по яких тече енергія. Східні цілителі підрозділяють меридіани на дві системи – Інь і Янь, по 7 меридіанів у кожній.

На кожному із чотирнадцяти меридіанів розташувалися біологічно активні точки. Загальна їхня кількість близько 700 штук – 365 головних активних точок, 170 точок на поверхні вушної раковини й 110 нових біологічно активних точок. Також є біологічно активні точки, які перебувають поза меридіанами, їхня приблизна кількість – 170 штук.

1.3 Різновиди рефлексотерапії

Термін «рефлексотерапія» запропонував К. Яворський [7]. А. Lепrinсе [8] під терміном «рефлексотерапія» об'єднав всі методи.

Рефлексотерапія - давно відомий метод лікування, що відноситься до традиційної китайської медицини, який залишається затребуваним і сьогодні. В ході авторитетних досліджень і клінічних тестів доведена ефективність рефлексотерапії при різних захворюваннях, в тому числі при головних болях і мігрени, багатьох хворобах неврологічного характеру. Цей метод полягає у лікуванні різних захворювань внаслідок дії на рефлекторні точки нервової системи людини. Через них відбувається вплив на нервові центри, які знаходяться в кіркових і в підкіркових ділянках головного та спинного мозку. В результаті такого впливу поліпшується кровопостачання в проблемній області та відновлюється нормальна робота органів.

На сьогоднішній день всі методи рефлексотерапії можна розділити на три групи: інвазійні, неінвазійні й комбіновані (рис. 1.1). Вибір конкретної методики вимірів залежить від потреб дослідження, його тривалості та необхідного числа вимірів за добу.

Рисунок 1.1 – Основні методи рефлексотерапії [15]

1. Інвазивні методи:

- Акупунктура – стимуляція корпоральних точок голками.
- Аурикулярна рефлексотерапія – стимуляція голками точок вуха.
- Фармакопунктура – введення лікарських речовин у точки.

2. Неінвазивні методи рефлексотерапії:

- Припікання – термостимуляція.
- Крапковий масаж – механостимуляція.
- Ультразвукова пунктура – фонопунктура.
- Електропунктура – електростимуляція.
- Лазеропунктура – фотостимуляція.
- Магнітопунктура – пунктурна магнітостимуляція.
- Локальна металотерапія – металостимуляція.

- Мануальна терапія.
3. Комбіновані методи рефлексотерапії:
- Ігніпунктура – вакуумпунктура.
 - Маніпуляційна рефлексотерапія.

1.4 Методи дослідження й оцінки функціонального стану організму за результатами виміру параметрів БАТ

Одним з найбільш складних питань сучасної рефлексотерапії є вибір необхідних точок впливу та їх сполучень при різних захворюваннях.

Всі методи засновані на тому, що біологічно активні точки мають значення ряду фізичних характеристик, що сильно відрізняються від навколишніх тканин. Із всіх параметрів найбільш доступні для спостереження зміни температури й провідності біологічно активних точок. Температура шкіри відбиває стан парасимпатичної нервової системи, а провідність – симпатичної частини вегетативної нервової системи.

До теперішнього часу відомі методи діагностики функціонального стану каналу, засновані на зміні деяких фізичних властивостей меридіанів, обумовлених у їх найбільш репрезентативних точках (рис. 1.2). З них найбільш широке поширення отримали методи Накатані, Козлова-Макарова, Нечушкіна, Фолля, засновані на визначенні електричного опору (або електропровідності) шкіри.

Менше поширення отримав метод, або тест, Акабане, заснований на визначенні теплової чутливості в інформативних точках акупунктури.

Вибір точок тестування повинен проводитися з урахуванням наступних особливостей:

- 1) вони повинні бути в тій області, де фоновий електричний опір шкіри відносно постійний;
- 2) точки повинні мати тісний зв'язок з меридіанами;
- 3) точки повинні легко виявлятися.

Аналізуючи точки тестування із цих позицій, Фолль і Іонеску-Терговиште віддають явну перевагу дистальним точкам верхніх і нижніх кінцівок, що є точками входу й виходу та відіграють важливу роль в енергетичному обміні на рівні меридіанів, яким вони служать. Ці точки, завдяки зручному анатомічному положенню й тій важливій ролі, що вони відіграють в енергетичній системі тіла, можуть вважатися командними. По їх функціональному стану можна судити про кількість і якість енергії меридіану, на якому вони перебувають.

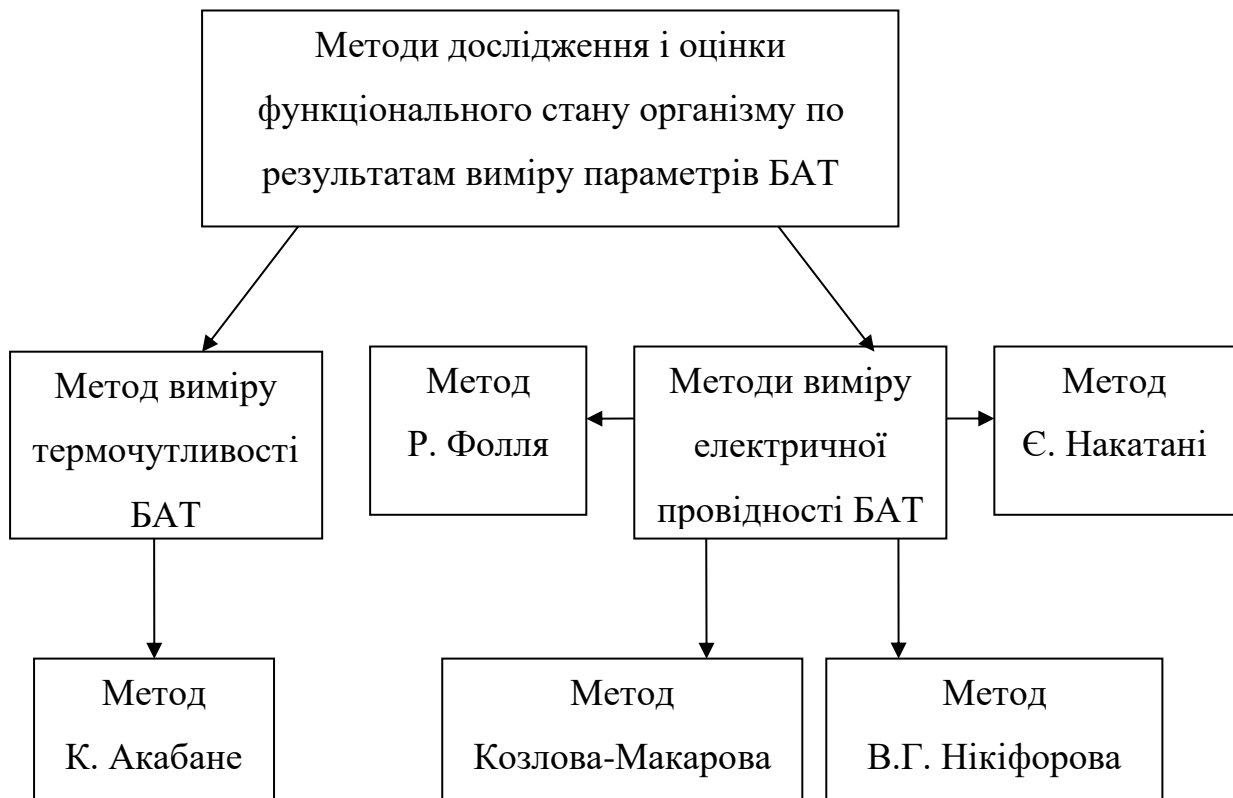


Рисунок 1.2 – Різновиди методів дослідження й оцінки БАТ

Подібним вимогам відповідають точки-посібники, що використовуються в діагностичних акупунктурних методиках Р. Фолля та Є. Накатані, і початкові або кінцеві точки в акупунктурному термочутливому діагностичному тесті. Ці ж самі точки використовуються в електропунктурній діагностиці по методу Р. Фолля.

1.5 Метод К. Акабане

При цьому методі проводять нагрівання біологічно активних точок, розташованих по обох сторонах нігтьових валиків пальців рук і ніг. Споконвічне нагрівання вироблялося курильними паличками безконтактним методом. Сучасні прилади роблять контактний тепловий вплив за допомогою інфрачервоного імпульсного випромінювання (частота 10 Гц) з довжиною хвилі 940 нм і регулюванням температури від 40 до 80 °С (відхилення не більше 3%).

Оцінка заснована на суб'єктивній чутливості обстежуваного: приємне наростаюче тепло раптово змінюється больовим відчуттям печіння. Фіксується час від початку нагрівання до цього моменту по всім 24 спеціально обраних точках. Тимчасові показники рівняються по окремих меридіанах і між лівою й правою стороною ідентичних каналів, на підставі отриманих результатів виробляється діагностика. Для нормально функціонуючого органу оптимальним показником є час реагування близько 10...12 секунд при температурі контактного нагрівача 70 °С. При патології відповідний час може коливатися від 2 до 40 секунд.

Недолік методу К. Акабане – можлива необ'єктивність оцінки, неможливість проведення тривалих щоденних вимірів через зміну чутливості й шкірного покриву в місцях постійного термонагріву.

1.6 Метод Є. Накатані

Інша назва методу Є. Накатані – «RYO-DO-RAKU» (ріодораку – дослівний переклад – лінія з гарною електричною провідністю). Являє собою інтегральну методику акупунктурної діагностики й заснований на підвищеній електричній

провідності біологічно активних точок (опір біологічно активних точок приблизно на два порядки менше опору навколишньої шкіри).

Для кожного внутрішнього органу послідовність точок з підвищеною електричною провідністю утворюють у сукупності лінії, що відповідають класичним меридіанам акупунктури. Для впливу застосовується постійний струм в 200 мкА й напругою 12 В, час впливу – 7 секунд.

При патологічних або фізіологічних порушеннях у роботі органу опір відповідної біологічно активної точки змінюється в межах 0,3...2 разів від показань здорового органу. Цей феномен пояснюється вісцерошкірним симпатичним рефлексом. Відомо, що шкірна провідність залежить у першу чергу від стану симпатичної частини вегетативної нервової системи, стовбурних структур мозку й ретикулярної формації. Введення лікарських речовин, що стимулюють діяльність симпатичного стовбура, збільшує електропровідність шкіри, а блокування – значно її знижує. Аналогічним чином гіпер або гіпофункціональні зміни відповідного органу проявляються в зміні показань біологічно активних точок. У методі ріодораку використовуються показання шести симетричних репрезентативних точок на обох руках, розташованих по трьох на тильному й лицьовому згині долоні, і шість репрезентативних точок на кожній ступні, відповідно чотири на внутрішній стороні й дві на зовнішній.

Основним методологічним досягненням методу ріодораку є введене Є. Накатані поняття «фізіологічного коридору», що полягає в наступному. Для оптимально функціонуючого організму характерні не стільки абсолютні значення фізіологічних показників, скільки їхня симетрія й мінімальний розкид значень. Припустиме відхилення від середнього, що укладається у фізіологічний коридор, становить $\pm 10\%$. Органи, що випадають із коридору, мають потребу в терапії.

Недоліки методу ріодораку – більші значення струму й напруги, що є небезпечними при необхідності тривалих щоденних спостережень за тим самим обстежуваним.

Подальшим розвитком методу Накатані є метод А.І. Нечушкіна й А.М. Гайдамакіна. Вони запропонували сполучити вимір температури біологічно активних точок з одночасним виміром провідності, одночасно понизивши значення струму й

напруги відповідно до 20 мкА та 3 В. Єдиним недоліком є громіздкість і тривалість спостережень і обробки, незручна при проведенні експерименту одночасно з більшою кількістю обстежуваних. Необхідність використання точок на нижніх кінцівках також є не зручною при проведенні експерименту у виробничо-похідній обстановці.

1.7 Метод Козлова-Макарова

Дозволяє одночасно вимірювати температуру, потенціал і опір біологічно активних точок. Метод дуже інформативний, але дуже громіздкий, тому що при роботі з великою групою обстежуваних виходить зайва кількість інформації, навіть для сучасних персональних комп'ютерів.

1.8 Метод В.Г. Нікіфорова

Заснований на властивості біологічно активних точок по різному проводити струм різної полярності. Оцінює ступінь асиметрії провідності струму й час відновлення симетрії при електричному впливі. Оскільки різні фізичні експерименти роблять різні висновки про те, що можна вважати нормою різнополюсної провідності біологічно активних точок, складно сказати щось певне про цей використовуваний в терапевтичній практиці методі.

1.9 Метод Р. Фолля

1.9.1 Особливості технології виміру параметрів БАТ і оцінки загального функціонального стану організму

Технологічною особливістю одержання достовірних результатів при реєстрації параметрів біологічно активних точок є необхідність робити виміри в один і той самий час, тим самим оператором [14]. Місце виміру при правильному заземленні й наявності паркетної підлоги ролі не відіграє. Оскільки методи дуже чутливі до загального стану організму, для відтворюваності результатів, необхідне виключення будь-яких факторів, здатних змінити стан вегетативної нервової системи. Тому за годину до щоденного обстеження необхідно припинити вживання кави або алкоголю, а також виключити зовнішній емоційний вплив шляхом видалення із приміщення всіх сторонніх, крім обстежуваного й оператора.

Сучасні апарати Р. Фолля і їхні аналоги складаються із двох блоків: для постановки діагнозу й лікування. На панель апарату винесені відповідні шкали зі стрілочними або цифровими індикаторами, а також ручки настроювання. На індикаторі показаний опір точок акупунктури в умовних одиницях. Крім того, є три або чотири гнізда для електродів, два з яких призначені для електропунктурної діагностики, а третій – для медикаментозного тестування.

У діагностичних цілях використовується постійний струм силою до 1,5 мкА (у деяких апаратах до 12 мкА) і напругою 1,2-2 В. Для лікувальних цілей Р. Фолль рекомендує використовувати імпульси пілкоподібної форми (біполярні й уніполярні – позитивні й негативні). При цьому, «щоб організм не звикав до однакового роздратування», пропонується впливати на точки акупунктури, варіюючи частотою низькочастотних коливань від імпульсу до імпульсу в діапазоні від 0,8 до 10 Гц. Такі стимули названі їм «релаксаційними коливаннями».

Таким чином, при електроакупунктурній терапії по Р. Фоллю імпульси мають різну тривалість і подаються з різними паузами, так що «організм щоразу отримував нове роздратування, до якого він не зможе звикнути». При релаксаційних коливаннях однієї полярності тривалість імпульсу коливається від 100 до 125 мс і відповідає альфа-хвилям, від 125 до 250 мс – тета-хвилям, від 250 до 1000 мс – дельта-хвилям. При різній полярності використовуються імпульси 45-65 мс, що відповідає бета-хвилям

ЕЕГ. Це, на думку Р. Фолля, є доказом такої послідовності тривалості імпульсів релаксаційного коливання, що абсолютно відповідає біологічній.

Найбільш істотним у методиці Р. Фолля є акупунктурна діагностика, заснована на електрофізіологічних показниках рефлексогенних зон, що серед аналогічних методів найбільше фізіологічно обґрунтована. Автор істотно розширив подання східної медицини про вісцеросоматичні і соматовісцеральні зв'язки, визначивши функціональну залежність приблизно 366 точок акупунктури від стану конкретного внутрішнього органа або його частини, а також деяких цілісних систем організму.

В акупунктурній діагностиці й лікуванні Р. Фолль велике значення приділяє зв'язкам меридіанів із сегментами спинного мозку. Меридіани він розглядає як вертикальні сегменти, які відповідають за енергетичне забезпечення тканин праворуч і ліворуч від меридіана й у глибину.

Терапевтична дія акупунктури, на думку Р. Фолля, обумовлена можливістю її впливу на лімфатичну систему як на одну з важливих систем гомеостазу. Високий ефект електроакупунктурної терапії пояснюється особливо рясним постачанням лімфатичними судинами області суглобів, де розташовується найбільш важливі точки акупунктури. Електропунктурний вплив на лімфатичні судини веде до нормалізації не тільки лімфоциркуляції, але й гемоциркуляції, що є спільністю циркуляційної системи організму.

Таким чином, сучасна електропунктурна діагностика по Р. Фоллю дозволяє проводити цілеспрямоване обстеження пацієнтів з визначенням:

- 1) топіки патологічного процесу (можна конкретно визначити, який орган або яка його частина змінені);
- 2) характеру патологічних змін (запальний, дегенеративний);
- 3) типу ураженої тканини (жирова, сполучна тканина й ін.).

За допомогою методу Р. Фолля можна також провести медикаментозне тестування з вибором необхідних ліків і його оптимальної лікувальної дози. При наявності нозологічних діагностикумів (нозодів) можливе встановлення етіологічного діагнозу (мікробного, вірусного й ін.). Всі ці факти сприяли широкому

поширенню методу Р. Фолля як інформативного діагностичного експрес-методу. Перспективи методу також очевидні.

1.9.2 Методика вимірів і оцінка результатів

Діагностика по Р. Фоллю складається у визначенні електропровідності (в умовних одиницях) окремих ділянок меридіану. При цьому варто вимірювати не показник опору шкіри в зоні точки акупунктури, а «потенціал реакції», що представляє собою відповідну реакцію організму при впливі на точки акупунктури електричним струмом. На думку Р. Фолля, «потенціал реакції» пов'язаний з тим, що вимірювальний струм, що подається на точку акупунктури, взаємодіє з «біоелектричним струмом органу, що йде по меридіану органу», діагностичними критеріями є абсолютна величина падіння або підйому напруги й динамічна характеристика цієї величини.

Чутливість приладу розрахована таким чином, що він починає працювати при вимірюваному опорі близько 600 Ом, якщо опір шкіри падає до 0, то стрілка відхиляється на всю шкалу – 100 одиниць.

Технічні характеристики приладу, його параметри забезпечують достатню коректність тестування й можливість повторних досліджень, хоча показники опору шкіри реєструються в умовних одиницях (від 0 до 100).

Як указує Р. Фолль, шляхом виміру електричного опору в знайдених репрезентативних точках можна зробити певні висновки про функціональний стан систем, органів і тканин.

При електропунктурній діагностиці по Р. Фоллю потрібне точне знаходження місця розташування точок для одержання ідентичних результатів вимірів. Р. Фолль рекомендує три варіанти пошуку точок акупунктури, іменованих їм технікою пошуку, і відповідно виміру: вертикальна, дотична й штрихова техніка.

Під вертикальною технікою розуміють виміри в точці за допомогою крапкового електрода під прямим кутом до шкіри. Даний варіант застосовується найчастіше.

Дотична техніка звичайно використовується в початкових і кінцевих точках меридіанів на кисті й стопі, а також у точці гіпоталамуса. Крапковий електрод при цьому розташовується таким чином, щоб він щільно прилягав до кісткового виступу (голівці або підставі кістки). Кут виміру дорівнює 45° .

При штриховій техніці проводять крапковим електродом по певних лініях і відзначають, де на цій ділянці найвищі показники виміру. Штрихова техніка застосовується для знаходження деяких точок.

Реєстрація максимального значення виміру при визначенні точки вимагає візуального спостереження за показаннями приладу. Для полегшення можливості зосередження уваги повністю на пошуку точки включається вмонтований у діатсракупунктер зумер, звук якого в міру наближення до точки значно підсилюється. Посилений (не максимальний) звук чується також по ходу меридіана. На точне розташування точки акупунктури вказує максимальний звук зумера й максимальне відхилення вимірювальної шкали приладу.

Р. Фолль вважає, що зазвичай точки акупунктури розташовані на глибині від 2 до 3 мм, залежно від індивідуальних особливостей шкіри, лише окремі точки залягають глибше.

Особлива увага приділяється силі тиску щупом при вимірі, який необхідно для одержання найвищого значення величини виміру кожної точки акупунктури, що залежить також від використовуваних електродів.

Поряд з ретельним пошуком точки акупунктури, при проведенні електропунктурної діагностики велике значення Р. Фолль надає скаргам хворого, за допомогою яких можна скорегувати проведення діагностики. До цих скарг він відносить:

- 1) локалізований біль;
- 2) локалізовані зміни шкіри;
- 3) локалізовані зміни нігтів;
- 4) локалізований рубцевий біль;
- 5) локалізовані лімфатичні припухлості.

Певні скарги хворих або локалізовані зміни шкіри, нігтів і т.д. можуть свідчити про поразку того або іншого меридіану. Подібні клінічні зміни названі автором «вказівною діагностикою».

1.10 Вибір методу й інструменту для досліджень

Методи електропунктурної діагностики засновані на збудливому впливі на людський організм постійним струмом, що отримують від високоомного джерела [16]. При цьому струм впливу повинен бути строго певної (дозованої) величини, а значення вимірюваної величини електропровідності визначається тим, що здоровий організм встановлює стан рівноваги між порушенням і відповідною реакцією (стабільна величина виміру). Якщо струм, що проходить через біологічно активні точки, дуже малий, то реакція організму, необхідна для встановлення цієї рівноваги, не завжди можлива. Використовуючи в цьому випадку чутливі прилади, не завжди вдається зафіксувати ефект «падіння стрілки» навіть якщо в організмі є функціональне порушення. Якщо ж через біологічно активні точки пропускати занадто великий струм, то завжди можна спостерігати ефект «падіння стрілки», тому що навіть здоровий організм не має можливості належним чином реагувати на такий вплив.

Мистецтво електропунктурної діагностики полягає в наступному:

- 1) виборі правильного «дозування» збудливого впливу, що лежить на границі між реакціями здорового й хворого організмів;
- 2) правильному виявленні центру біологічно активних точок для одержання ефекту «падіння стрілки»;
- 3) правильному притисненні вимірювального щупа до поверхні шкіри;
- 4) постійному дотриманні правил технології проведення вимірів (обліку контрольованих фізичних параметрів робочого місця проведення вимірів).

Отже, результати більш ніж дворічних щоденних досліджень дозволяють зробити наступні висновки:

Реєстрація зміни провідності біологічно активних точок однозначно відтворює як загальний стан організму, так і функціонування окремих органів і систем.

Виявлено, що в 80% обстежуваних реакція, що виникає за спалахами на Сонці складається із двох фаз: першій слідує фаза синхронізації організму з вираженим гіперфункціонуванням всіх органів і систем (перша доба), потім фаза десинхронізації зі схильністю до гіпофункціонування (друга – четверта доба від початку реакції). Ступінь процесів синхронізації й десинхронізації визначається індивідуальними адаптивними особливостями обстежуваного й ступенем зношеності окремих хворобливих органів.

Описані вище методики, особливо метод Р.Фолля, дає можливість проведення щоденних, багаторічних обстежень великої групи активно працюючих людей не в лікарняних умовах, а безпосередньо на робочому місці, що не призводить до негативного впливу на стан здоров'я обстежуваних.

Для детального дослідження реакції людського організму на різкі зміни сонячної активності й середовища перебування був проведений експеримент із використанням методу електроakupунктурної діагностики Р.Фолля. Цей метод характеризується оперативністю й об'єктивністю в описі як всіх систем організму, так і організму як цілого.

Метод електроakupунктурної діагностики Р.Фолля базується на зміні електричних властивостей акупунктурних точок шкіри людини залежно від стану організму [17]. Експериментально доведено [18], що провідність БАТ міняється синхронно зі зміною стану відповідних внутрішніх органів. Головний плюс методики в тім, що вона дозволяє виражати зміни у функціонуванні різних органів у тих самих одиницях – електричної провідності, що дозволяє порівнювати безпосередньо між собою такі різні системи, наприклад, серцево-судинну й ендокринну.

Запропонована методика дозволяє робити відбір лідерів, здатних приймати адекватне рішення в умовах будь-якої повторюваної стрес-реакції.

Нові сучасні EAV-прилади, за допомогою яких отримані ряди даних можливо порівнювати між собою, тому що опис функціонування всіх органів і систем фіксується в тих самих одиницях виміру. Стає можливим побудова для кожного обстежуваного матриці взаємної кореляції внутрішніх органів, що має не тільки миттєве – діагностичне, але й прогностичне значення. При наявності комп'ютерного варіанту відповідного приладу, варіації індивідуальних фізіологічних параметрів даних автоматично рівняються з варіаціями будь-якого обраного параметру зовнішнього середовища.

При проведенні безпосередньої діагностики варто враховувати, що описані методики показують патологічну зміну параметрів за добу-двоє до прояву клінічних ознак захворювання.

Вибір конкретної методики вимірів залежить від потреб експерименту, його передбачуваної тривалості в цілому, а так само необхідного числа вимірів за добу. З огляду на можливий вплив на обстежуваних, при однократних або не дуже частих вимірах однієї і тієї ж людини, гарні результати дадуть методи К. Акабана й Є. Накатані, при тривалих щоденних вимірах, – безпечніше всього метод Р.Фолля і його сучасні модифікації.

Основними труднощами при практичній реалізації методів, що базуються на реєстрації електричних параметрів біологічно активних точок, є сильна нелінійність вольтамперної характеристики точок акупунктури. Тому різниця методів і відповідних приладів полягає у виборі різних квазілінійних ділянок цієї взагалі багатозначної кривої. До того ж, при силі струму менш 5 мкА й напрузі нижче 1 В, відгук системи стає не відтворюючим, тому що сила струму занадто мала для ефективного роздратування точки. А при силі струму вище 200 мкА й напрузі вище 12...20 В, зовнішній вплив може викликати необоротні негативні наслідки для всього організму обстежуваного.

Проаналізувавши всі переваги й недоліки існуючих методів, а також дослідивши параметри ряду застосовуваної для їх здійснення апаратури, було ухвалене рішення використати для даної задачі метод Р.Фолля.

Метою роботи було дослідження впливу акупунктури на стресовий стан та розробка лікувально-діагностичного комплексу на основі приладу Р.Фолля, що дозволить нормалізувати психоемоційний стан людини.

Задачі дипломної роботи:

- дослідження впливу акупунктурної терапії на психоемоційний стан людини;
- розробка діагностичного приладу на основі методу Р.Фолля;
- розрахунок елементів та параметрів схеми;
- розробка топології печатної плати запропонованого приладу;
- розробка терапевтичного приладу на основі методу Р.Фолля;
- розробка терапевтично-діагностичного приладу для нормалізації психоемоційного стану людини.

II ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ АКУПУНКТУРИ НА НЕРВОВУ СИСТЕМУ ТА РОЗРОБКА МЕДИЧНОГО КОМПЛЕКСУ НА ОСНОВІ ПРИЛАДУ Р.ФОЛЛЯ

2.1 Дослідження впливу акупунктурної терапії на стрес

Дослідження впливу акупунктури на стресостійкість були проведені в одному з коледжів [19]. У цьому дослідженні взяли участь 111 учасників із високим рівнем стресу, за їхніми словами, які або навчалися, або працювали у великому міському закладі, проте лише 62 учасники завершили дослідження.

Учасники були рандомізовані до групи справжньої акупунктури або фіктивної акупунктури. Обидві групи отримували лікування один раз на тиждень протягом 12 тижнів. Шкала загального виміру стресу Коена (PSS-14) заповнювалася кожним учасником до лікування, через 6 тижнів, через 12 тижнів, через 6 тижнів і через 12 тижнів після завершення лікування. У той час як учасники обох груп продемонстрували суттєве початкове зниження оцінок стресу, що сприймається, через 12 тижнів після лікування група справжньої акупунктури показала значно більший ефект лікування, ніж група фіктивної акупунктури.

Це дослідження показує, що акупунктура може успішно знижувати сприйняття стресу у студентів та співробітників великого міського коледжу і цей ефект зберігається протягом як мінімум 3 місяців після завершення лікування.

Стрес є частиною життя кожної людини, і зв'язок між стресом та негативними наслідками добре відома [20]. Населення, що становить особливий інтерес для дослідження стресу та подолання стресу — це студенти коледжів. Коледж для багатьох студентів є ідеальне середовище розвитку та соціальних проблем, а також факторів стресу, пов'язаних з конкретними завданнями (наприклад, підвищена академічна строгість). Дослідження, проведене Національною асоціацією охорони здоров'я коледжів Американської асоціації охорони здоров'я, показує, що у 2020 році 42,8% студентів мали стрес вище середнього за останні 12 місяців, при цьому 10,7%

повідомили про те, що перебували у стані величезного стресу. Крім того, 30 % студентів коледжів повідомили, що стрес негативно вплинув на успішність, а 76 % студентів повідомили, що почуваються перевантаженими всіма справами.

Одним із видів лікування, який досі мало вивчався, є ефективність акупунктури при стресі та подоланні стресу у студентів коледжів. Основа стресу у традиційній китайській медицині зазвичай корениться в енергетичному дисбалансі печінки; цей зразок дисбалансу часто називають застоєм Ці печінки. У міру того, як з часом наростає застій, люди можуть відчувати широкий спектр симптомів, починаючи від розладів травлення, таких як синдром подразненого кишечника. Зазвичай люди із застоєм ци печінки відчують емоційні проблеми, включаючи депресію, гнів, загальне збудження та перепади настрою.

Це дослідження було спробою оцінити ефективність акупунктури у сприйнятті стресу у пацієнтів, які навчаються або працюють у великому міському коледжу, використовуючи патологію застою печінки, що лежить в основі. Це 12-тижневе пілотне дослідження було спрямоване на те, щоб відповісти на такі питання: чи призведе лікування дисбалансу печінки до зниження сприйняття стресу у нашій цільовій

Воно було схвалено інституційною наглядовою радою університету. Усі процедури відповідали етичним стандартам відповідального комітету з експериментів на людях. Перед включенням у дослідження у всіх учасників було отримано поінформовану згоду.

В ході дослідження кожен учасник заповнив опитувальник Коена за глобальною оцінкою стресу, що сприймається, у п'ять етапів: 1) до лікування; 2) на 6 тижні; 3) через 12 тижнів після завершення лікування; 4) через 6 тижнів після завершення лікування; 5) 3 місяці після завершення лікування.

Група лікування отримала звичайну та аурикулярну акупунктуру, що складається з розміщення голки у заздалегідь визначеному наборі точок: GV 20, HT 7, PC 6, Yintang, Four Gate, CV 17, CV 6, ST 36 введені однобічно та аурикулярні точки: Shen Men, Печінка, Точка 0 та Серце.

Друга група (контрольна група) отримала імітацію акупунктури в три точки на тілі, які розташовані між меридіанами і, як відомо, не впливають на стрес. Голки вводилися однобічно і без стимуляції чи маніпуляцій, щоб уникнути відчуття проколювання. Учасники обох груп приходили до клініки раз на тиждень; утримання голки становило 30 хвилин. Обидві групи отримували однаково підтримуюче спілкування з практикуючим, підігрів столів для акупунктури, приглушене світло та заспокійливу музику в кімнатах на етапі лікування.

Таблиця 2.1- Демографічні характеристики досліджуваних груп

Віковий діапазон (роки)	жінки	чоловіки	разом
19–20	2	3	5
21–25	16	10	26
26–30	24	5	29
31–35	14	3	17
36–40	8	7	15
41–45	5	3	8
46–50	3	0	3
51–55	3	1	4
56–60	2	2	4
Загальна кількість	77	34	111
Співробітники			17
Факультет			5
Учні			89
Загальна кількість			111

Потенційні учасники були перевірені шляхом заповнення опитувальника Коена за глобальною оцінкою стресу, що сприймається. Учасники, які набрали ≥ 16 балів за шкалою від 0 до 56, були у віці ≥ 18 років і ніколи не отримували лікування акупунктурою від стресу до цього дослідження, мали право брати участь у дослідженні. Учасники були виключені, якщо вони були у віці < 18 років, мали бали

< 16, були вагітні, не могли дати згоду або пройшли попереднє лікування стресу за допомогою акупунктури. Аналіз потужності розрахував розмір вибірки у 64 особи, щоб можна було виявити зниження рівня стресу на 20%.

Зі 111 спочатку набраних учасників 21 так і не приступили до клінічної фази, а 28 вибули з дослідження, внаслідок чого залишилося 62 учасники. Наступний статистичний аналіз показав, що 62 учасники справді забезпечують достатню потужність для аналізу.

Використовували підхід змішаної моделі з повторними вимірами як з фіксованими, так і випадковими ефектами. Результати оцінки змішаної моделі з повторними вимірами наведено в таблиці 2.2. Грунтуючись на оцінках, контрастні тести для основних ефектів та ефектів взаємодії вказують на відсутність значного основного ефекту лікування ($\text{Chi}^2 = 1,41$; $p = 0,23$). Спостерігалися значний основний ефект часу ($\text{Chi}^2 = 392,7$; $p = 0,001$) та взаємодія між лікуванням та часом ($\text{Chi}^2 = 12,75$; $p = 0,012$). Як видно з таблиці 2.2, ефекти взаємодії акупунктури з 6 тижнями та 12 тижнями після вимірювань були значними при $p < 0,05$.

Таблиця 2.2 - Результат оцінки змішаної моделі

($n = 369$; Wald $\text{Chi}^2 = 423,89$; $p > \text{Chi}^2 = 0,00$)

	Коефіцієнт (SE)	γ	$p > \gamma $
Акупунктура	1,33 (1,34)	1,00	0,320
Час			
6 тиждень	-11,11*** (1,22)	-9,10	0,000
12 тиждень	-13,94*** (1,32)	-10,55	0,000
через 6 тижнів	-10,30*** (1,34)	-7,68	0,000
через 12 тижнів	-8,18*** (1,34)	-6,10	0,000
Вплив			
6 тиждень	-1,39 (1,65)	-0,85	0,398
12 тиждень	-2,12 (1,76)	-1,21	0,226
через 6 тижнів	-4,28** (1,77)	-2,42	0,015

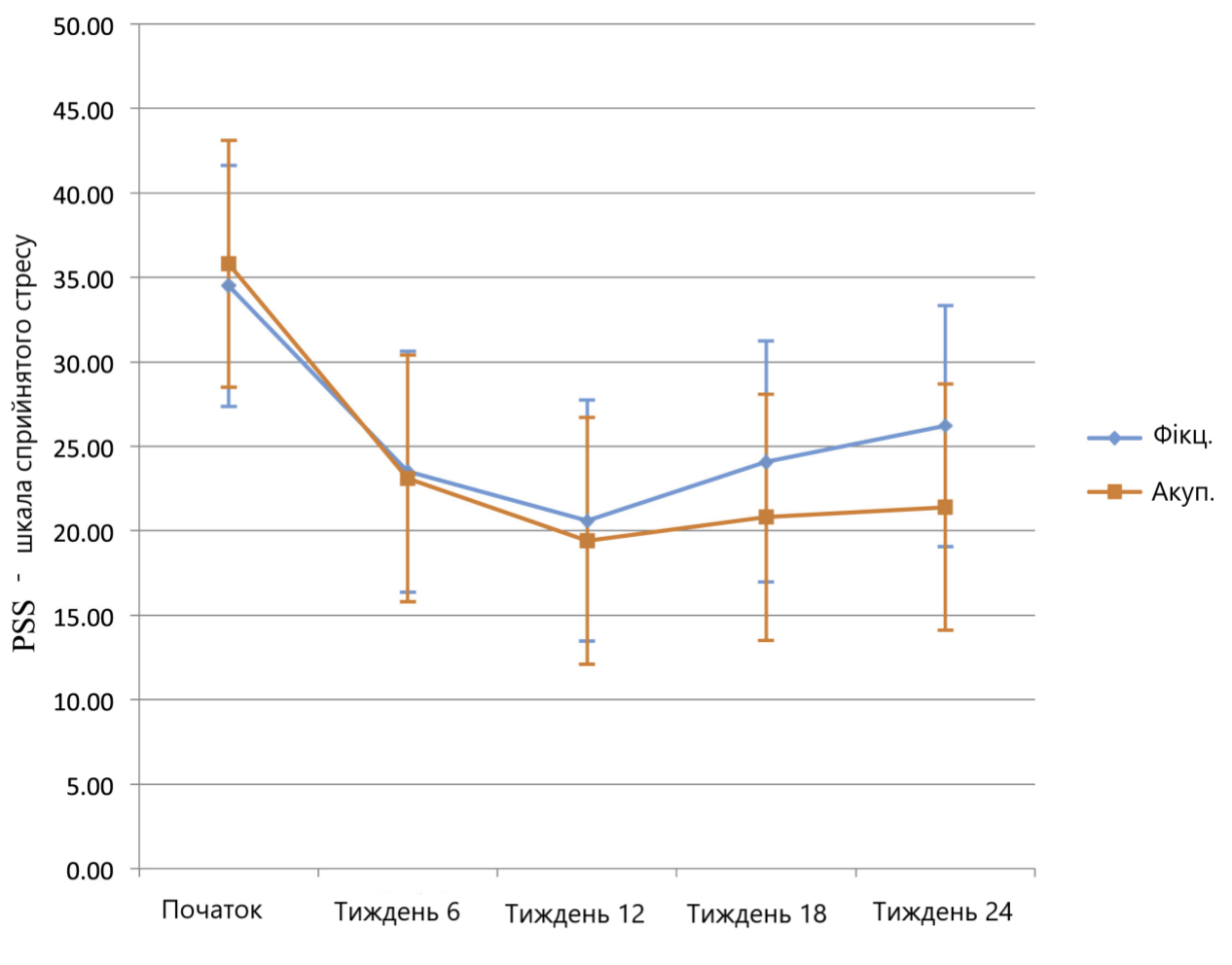
	Коефіцієнт (SE)	γ	$p > \gamma $
через 12 тижнів	-5,68*** (1,76)	-3,22	0,001
Постійно	34,47*** (0,95)	36.30	0,000

*** $p < 0,001$; ** $p < 0,05$.

Тест LR у порівнянні з лінійною моделлю: $\text{Chi}^2(01) = 87,63$ Prob $\geq \text{Chi}^2 = 0,0000$.

Фіксовані ефекти оцінюють коефіцієнти ефектів лікування та взаємодій з кількох вимірювань, тобто нахил лінії регресії. Випадкові ефекти є середнім відхиленням випадкових відрізків від середнього значення генеральної сукупності і всередині предметної дисперсії. Крім того, провели знаковий ранговий критерій Вілкоксону для ефектів до та після лікування для двох груп лікування. Перший бал (до лікування) та остаточний бал (через 3 місяці після завершення) порівнювали за допомогою критерію знакового рангу Вілкоксона. Ефекти до та після лікування були значущими для обох умов акупунктури при $p < 0,001$ [z-показник для імітації акупунктури був 3,473 ($n = 25$); z-показник для справжньої акупунктури становив 5,252 ($n=37$)].

Таким чином було встановлено, що не було жодної статистичної різниці між групами фіктивної та справжньої акупунктури за балами PSS-14 до лікування. Середній бал PSS-14 до лікування становив 34,4 у групі імітації та 35,8 у групі справжньої акупунктури (показник $t = -1,2$; $p = 0,25$); медіана становила 34 та 35 відповідно. Через 6 тижнів показники обох груп знизилися до 23,5 або 31,7% у групі імітації та 23,1 або 35,5% у групі акупунктури. До 12 тижня, після завершення фази лікування, показник групи імітації становив 20,6, що на 40,1% менше, ніж показник до лікування, а показник групи акупунктури знизився до 19,4, що на 45,8% менше. Відмінності в балах PSS-14 для двох груп були статистично значущими на 12-му тижні ($t = 2,2$; $p < 0,05$). Однак ефекти до та після лікування в обох групах були статистично значущими. Z-показник знакового рангового критерію Вілкоксону становив 3,5 ($p < 0,001$; $n = 25$) для фіктивної групи та 5,3 ($p < 0,001$; $n = 37$) для групи акупунктури (рис. 2.1).



	До втручання Початок	Після втручання 12 тижнів	3 місяці після втручання 24 тижні
Справжня акупунктура	35.8 (6.4)	19.4 (6.2)	21.4 (8.5)
Фіктивна акупунктура	34.5 (5.5)	20.6 (6.9)	26.2 (9.1)

Дані представлені як середні (SD).

Рисунок 2.1 –Результати дослідження

Зниження рівня стресу зберігалось після завершення лікування. Через 6 тижнів після завершення лікування групи імітації та акупунктури мали середній бал 24,1 (29,9%) та 20,8 (41,9%) відповідно. Через 12 тижнів після завершення лікування

середній бал для групи імітації становив 26,2 (23,8%), а для групи акупунктури — 21,4, що означає зниження сприйняття стресу на 40,2% . Різниця між справжньою акупунктурою та хибною акупунктурою склала 18,3%.

Результати дослідження показали, що спостерігалось покращення сприйняття стресу на 45,8% у групі істинної акупунктури після завершення фази лікування, аналогічно групі фіктивної акупунктури, яка показала різницю у 40,3%. У той час як пацієнти як з істинною, так і з фіктивною акупунктурою продемонстрували суттєве початкове зниження показників стресу, що сприймається, через 12 тижнів після лікування справжня акупунктура показала значно більший лікувальний ефект, ніж симуляційна акупунктура. Через 3 місяці після завершення лікування середній бал PSS-14 збільшився лише незначно та зберіг зниження на 40,2% порівняно з оцінкою до лікування. Показник PSS-14 групи імітації знизився на 24,1% порівняно з показником до втручання (рис.2.3).

Стрес важко піддається лікуванню. Це дослідження було кроком у вивченні ефективності акупунктури в студентському середовищі охорони здоров'я і показало, що акупунктура має тривалий сприятливий вплив на сприйняття стресу навіть після завершення лікування.

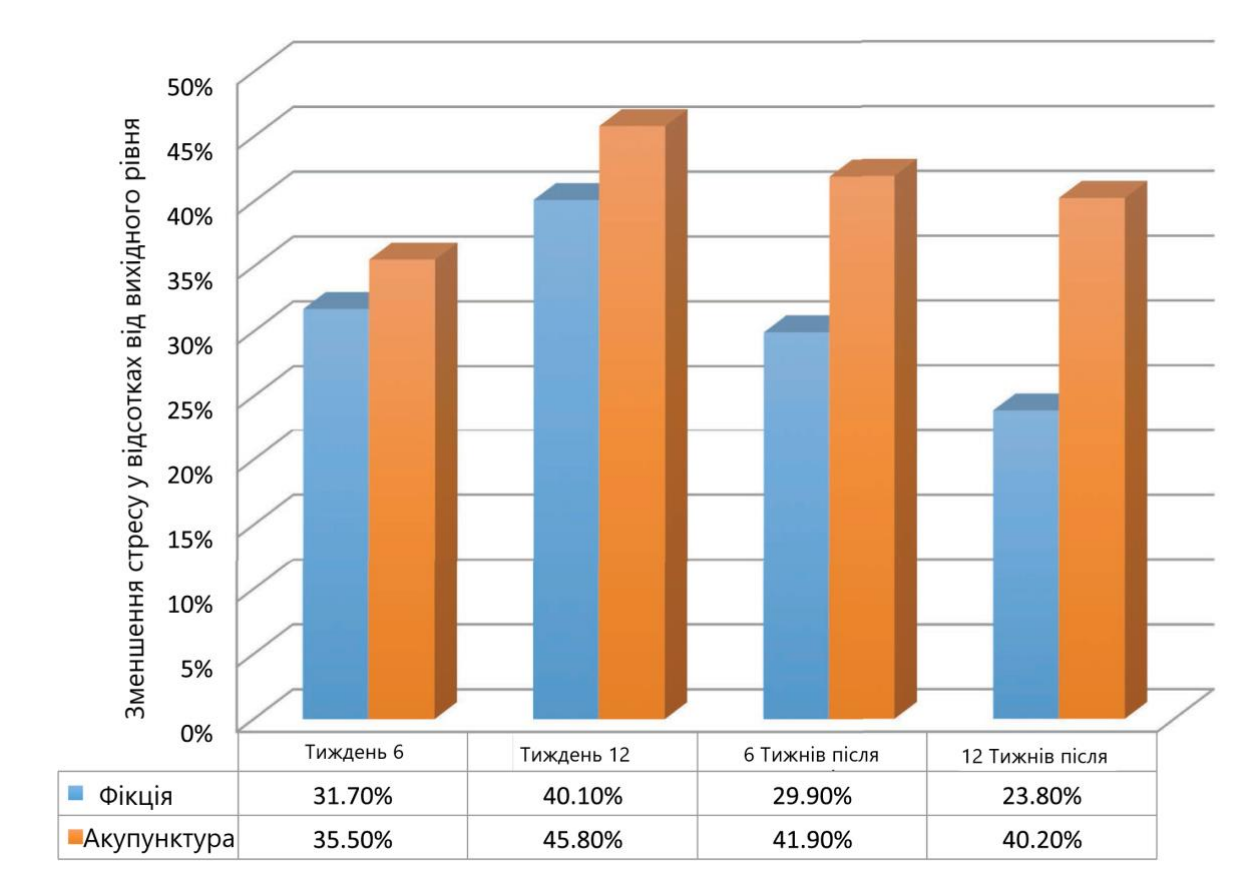


Рисунок 2.3 - Результати дослідження

2.2 Принципова схема та технічні характеристики діагностичного приладу

Р.Фолля

Вивчаючи електричні властивості БАТ при слабкострумових вимірах, доктор Р.Фолль сформулював ряд технічних вимог до електричних параметрів приладу для електропунктурної діагностики. У першу чергу це величина струму, що протікає через БАТ у процесі виміру. Оптимальним струмом, що максимально проявляє інформативність БАТ, є струм порядку 8 мкА, а мінімальним припустимим – струм 4-5мкА. З урахуванням цих вимог інженер Ф.Вернер, на існуючій елементній базі того часу, розробив і сконструював спеціальний прилад. Принцип діагностичної частини цього приладу полягав у частковій стабілізації загального струму

паралельного двоконтурного ланцюга: зовнішньої діагностичної й внутрішньої, пов'язаної з підтримкою працездатності всієї схеми. При цьому діагностичний струм, що протікає через БАТ, підтримувався на достатньому рівні (таблиця 2.3).

Для прикладу, розглянемо діагностичний блок «KuF-Diaterapuncter». Вперше електрична принципова схема й технічні характеристики цього блоку для електропунктурних вимірів по методу Р.Фолля, були опубліковані їх розробником в 1963 році [21]. Інвертуючий підсилювач на електровакуумному тріоді за схемою із загальним катодом виконував роль вольтметра. Негативний зворотній зв'язок по ланцюзі катодного опору й складний ланцюг компенсаційних регулювань початкового сіткового зсуву й початкового струму аноду якоюсь мірою стабілізували загальний струм у ланцюзі сітки на рівні 12 мкА. Величина сіткового зсуву визначала величину потенціалу, що прикладається до БАТ.

Стабілізований струм протікав по двох паралельних ланках: через власне БАТ і через сітковий резистор. Сітковий резистор додатково шунтувався опором ділянки катод-сітка, де зі зменшенням негативного сіткового потенціалу збільшувався сітковий струм. Вцілому вимірювальна схема досить нелінійна (рис. 2.4). Однак і в цій схемі для виміру використовувалася вихідна лінійна шкала електровимірювального приладу, розділена на 100 ділень – 100 умовних одиниць. У методі Р.Фолля умовні одиниці не зв'язані лінійною залежністю ні зі струмом ні з потенціалом, що прикладають до БАТ, як це практикується в методі Накатані.

Таблиця 2.3 – Значення електричних величин для діагностичного приладу Р.Фолля по Ф.Вернеру

Шкала приладу у [%]	Шкала приладу у [умовн.од.]	Опір. $R_{\text{БАТ}}$ у [кОм]	Струм БАТ у [мкА]	Тестування напруги у [В]
100	100	0	12,0	0
90	90	12	11,25	0,135
80	80	27	11,1	0,3

70	70	45	10,9	0,49
60	60	68	10,0	0,68
50	50	95	9,1	0,87
40	40	129	8,45	1,09
30	30	178	7,55	1,34
20	20	250	6,6	1,64
10	10	380	5,5	2,07

Опубліковані Ф.Вернером параметри (таблиця 2.3), а саме відповідність між $R_{\text{БАТ}}$, $I_{\text{БАТ}}$ і відхиленням стрілки вимірювального приладу, з урахуванням величини загального стабілізованого струму 12мкА, дозволяють аналітично описати протікання струму через БАТ у методі Фолля (2.1) при $(I_{\text{БАТ}}+I_{\text{Н}}) = I_{\text{СТАБ}} = 12\text{мкА}$:

$$U_{\text{БАТ}} = U_{\text{Н0}} \cdot R_{\text{БАТ}} / (R_{\text{Н}} + R_{\text{БАТ}}) \quad (2.1)$$

де, $U_{\text{БАТ}}$ – потенціал прикладений безпосередньо до БАТ;

$U_{\text{Н0}}$ – величина спадання напруги на $R_{\text{Н}}$ при розімкнутих щупах 1 і 2;

$R_{\text{БАТ}}$ – величина електричного опору БАТ;

$R_{\text{Н}}$ – електричний опір резистора навантаження стабілізатора струму.

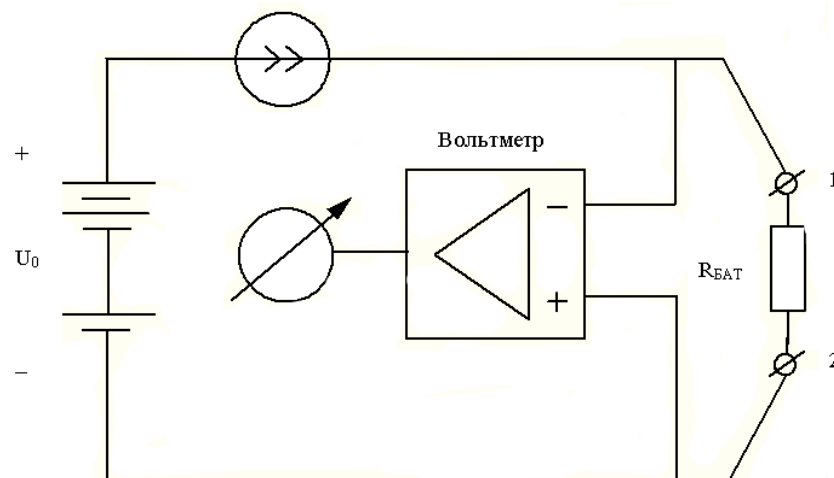


Рисунок 2.4 – Електрична функціональна схема діагностичного приладу для електропунктурної діагностики по методу Р.Фолля

Усереднені чисельні значення для U_{H0} і R_H розраховуються за даними таблиці 2.3. Тоді формула (2.1) матиме чисельний вигляд:

$$U_{\text{БАТ}} = 3,72\text{В} \cdot R_{\text{БАТ}} / (310\text{кОм} + R_{\text{БАТ}}) \quad (2.2)$$

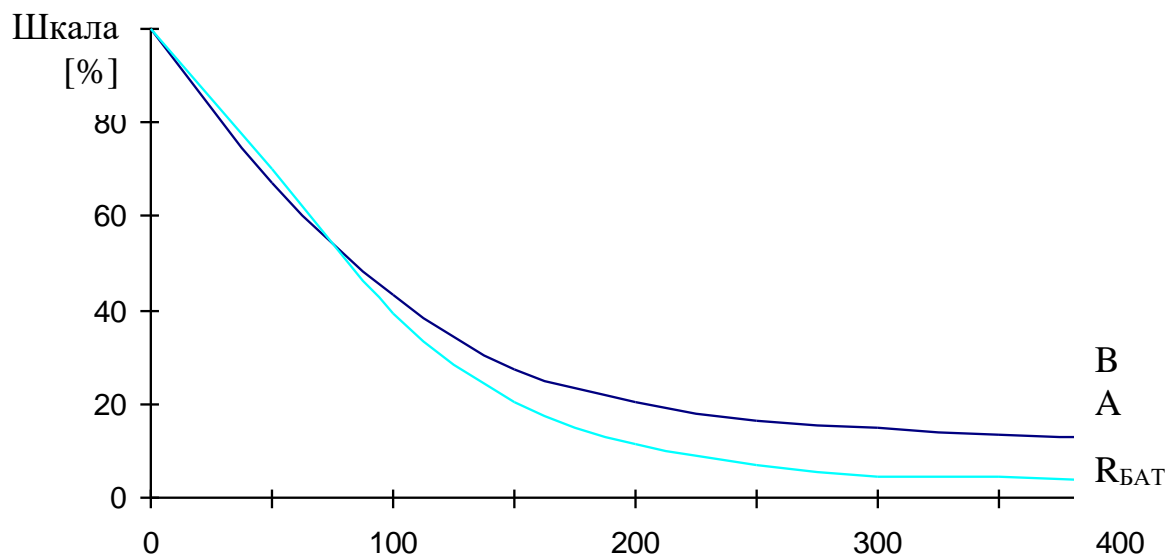
де, $U_{\text{БАТ}}$ – потенціал прикладений безпосередньо до БАТ у [В];

$U_{H0} = 3,72\text{В}$ (величина падіння напруги на R_H при розімкнутих щупах 1 і 2, або величина початкового діагностичного потенціалу);

$R_{\text{БАТ}}$ – величина електричного опору БАТ в [кОм];

$R_H = 310\text{кОм}$ (усереднена величина електричного опору резистора навантаження стабілізатору струму).

На рисунку 2.5 представлена еталонна крива «А» залежності відхилення стрілки вимірювального приладу від величини електричного опору БАТ для «KuF-Diaterapuncter» по Ф.Вернерові з електричними параметрами $U_{H0} = 3,72\text{В}$, $I_{\text{СТАБ}} = 12\text{мкА}$. Крива «В», знята експериментально, представляє подібну залежність для одного із промислових вітчизняних приладів випуску початку 90-х років з електричними параметрами $U_{H0} = 1,47\text{В}$, $I_{\text{СТАБ}} = 14\text{мкА}$.



А – «KuF-Diaterapuncter» ($U_{H0} = 3,72\text{В}$, $I_{\text{СТАБ}} = 12\text{мкА}$);

В – «ЕСЗ» ($U_{H0} = 1,47\text{В}$, $I_{\text{СТАБ}} = 14\text{мкА}$).

Рисунок 2.5 – Еталонні криві для приладів електропунктурної діагностики по методу Р.Фолля

З наведеного графіку видна наростаюча помилка вимірів електричного опору БАТ: 6%, 0%, 10%, 21% і 52% відповідно для розподілів шкали 60, 50, 40, 30 і 20. Видно, що промисловий прилад, відкалібрований, згідно з паспортними даними, по струму короткого замикання й відхиленню стрілки на оцінку «50» при опорі у вимірюваного ланцюзі 95кОм, далеко не достатні. Проте, у літературі, присвяченій діагностиці по Р.Фоллю акцентується увага на точному значенні струму короткого замикання, рівному 12-14мкА, а величина потенціалу, при розімкнутих щупах, вказується в межах 1.5-4В. Для відповідності електричних характеристик вимірювального приладу електричним характеристикам «KuF-Diaterapuncter» калібрування варто проводити по струму короткого замикання й по вузлах таблиці 2.3 «шкала – $R_{\text{БАТ}}$ ».

Слід зазначити, що в діапазоні відхилення стрілки вимірювального приладу 10-90 умовних одиниць величина потенціалу, що прикладає до БАТ змінюється в 9 разів, а величина струму тільки в 2 рази. Графічна залежність відхилення стрілки вимірювального приладу від величини потенціалу, прикладеного до БАТ, наведена на рисунку 2.6.

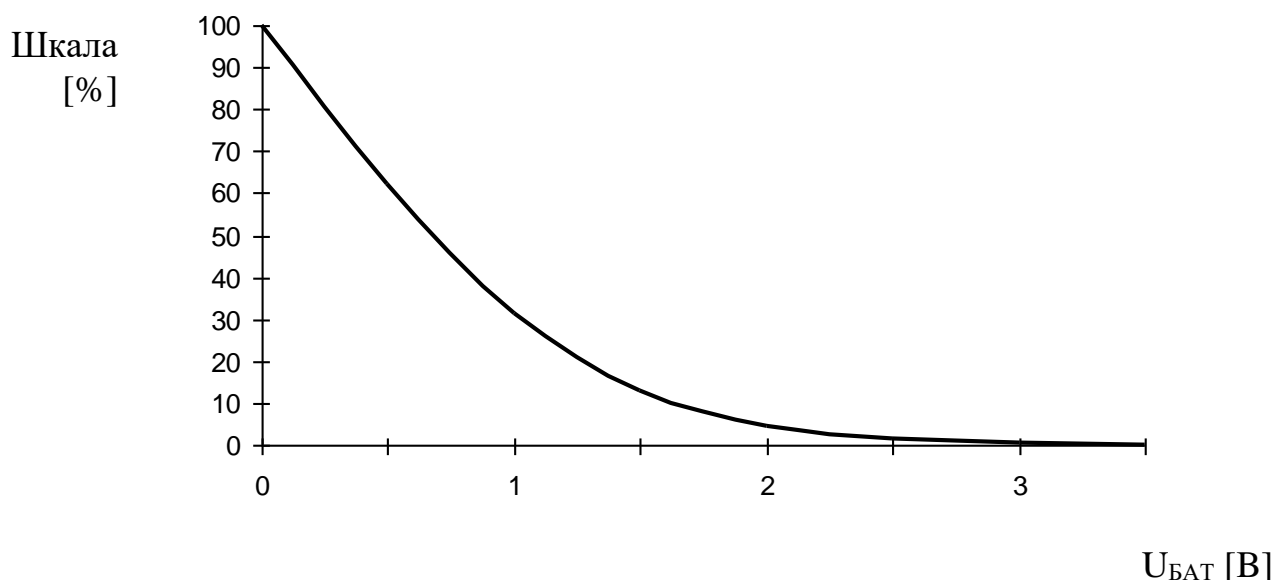


Рисунок 2.6 – Графічна залежність відхилення стрілки вимірювального приладу від величини потенціалу, прикладеного до БАТ «KuF-Diaterapuncter»

Користуючись цим графіком і формулою (2.2) можна відградуювати шкалу вимірювального приладу в одиницях електричного опору (рис. 2.7).

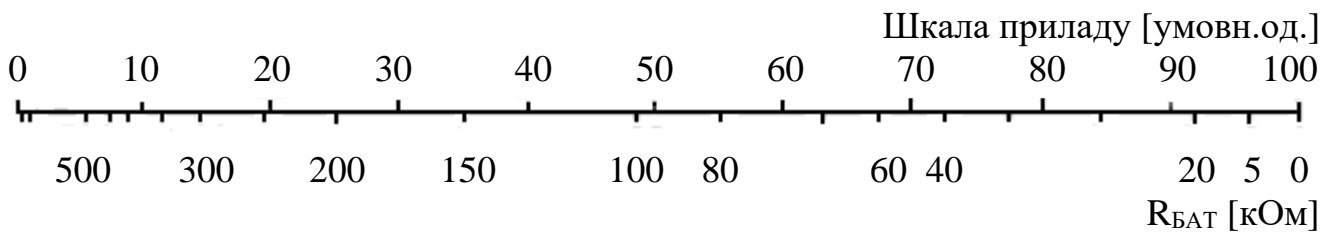


Рисунок 2.7 – Розгорнення шкали вимірювального приладу для методу Р.Фолля («KuF-Diaterapuncter» $U_{H0} = 3,72\text{В}$, $I_{\text{СТАБ}} = 12\text{мкА}$) проградуїрована в одиницях електричного опору.

2.3 Моделювання діагностичного приладу Р.Фолля зі стрілочним індикатором

2.3.1 Розробка базової схеми діагностичного приладу

Для розробки електричної схеми обираємо елемент КР140УД1208 – мікропотужний багатофункціональний операційним підсилювачем з регулюючим споживанням струму, із внутрішньою частотною корекцією та захистом виходу від короткого замикання. Цей підсилювач було обрано стосовно економічного обґрунтування, поширеністю, а також стосовно зручності у використанні, адже він працює від батареї потужністю від 1,5В [22]. Корпус КР140УД1208 представлений на рисунку 2.8.

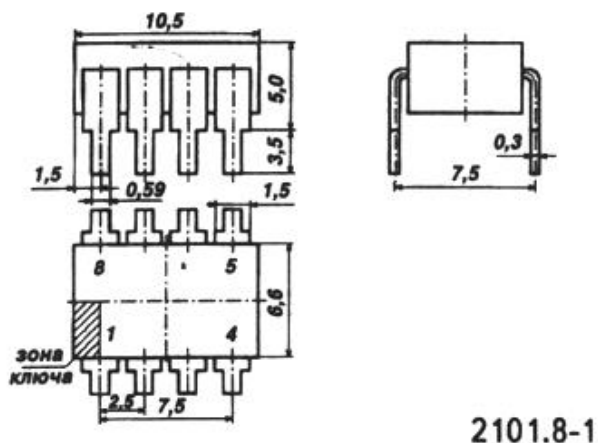
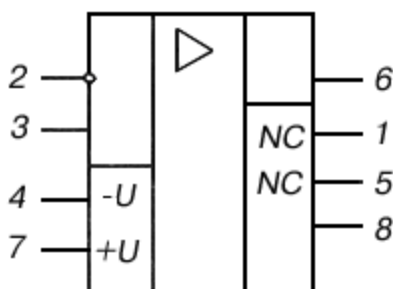


Рисунок 2.8 – Корпус КР140УД1208 типу 2101.8-1
 Призначення виводів КР140УД1208 наведено на рисунку 2.9.



1, 5 – балансування; 2 – інвертуючий вхід; 3 – неінвертуючий вхід; 4 – напруга живлення $-U_{п}$; 6 – вихід; 7 – напруга живлення $+U_{п}$; 8 – задаючий струм

Рисунок 2.9 – Умовне графічне позначення КР140УД1208

Таблиця 2.4 – Гранично припустимі режими експлуатації КР140УД1208

1	Напруга живлення	(3...16,5) В
2	Вхідна синфазна напруга	не більше 10 В
3	Вхідна диференціальна напруга	20 В
4	Опір навантаження	не менш 5 кОм
5	Ємність навантаження	не більше 100 пф
6	Температура навколишнього середовища	-60... +85 °С

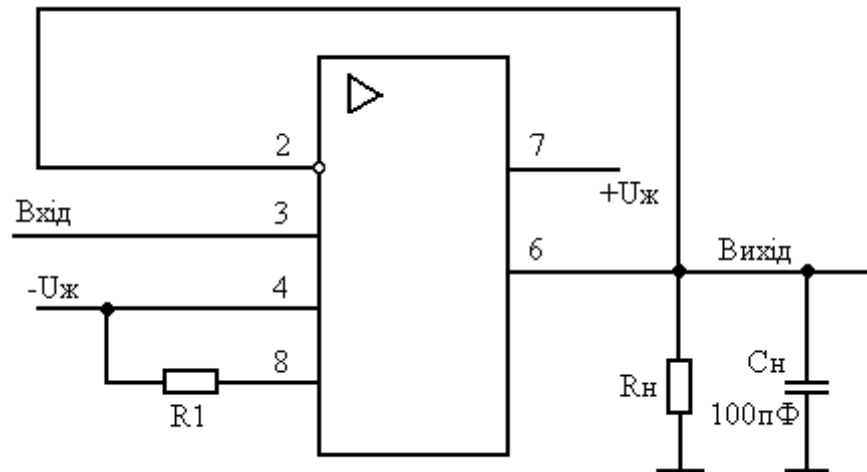


Рисунок 2.10 – Типова схема включення

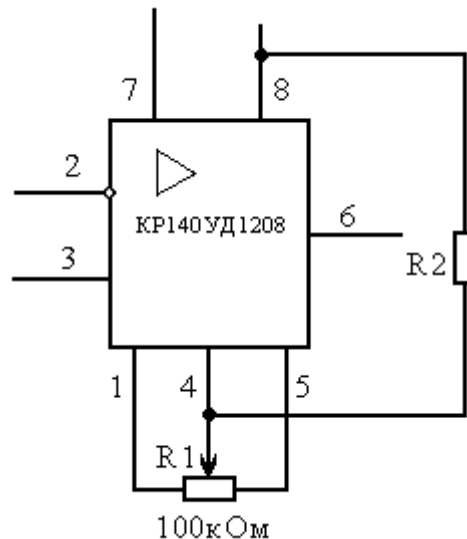


Рисунок 2.11 – Схема зовнішнього балансування

Як наведено вище, електричний функціональний діагностичний прилад для електропунктурної діагностики по методу Р.Фолля складається з підсилювача, стрілочного вимірювального приладу, джерела живлення та двох електродів (щуп та загальний). Використовуючи характеристики обраного операційного підсилювача та користуючись наданих параметрів, змодулюємо схему діагностичного приладу.

Базова схема складається з недорогого вітчизняного операційного підсилювача, двох потенціометрів, стрілочного вимірювального приладу (у даному випадку

мікроамперметру), двухполюсного вимикача й п'яти постійних резисторів. Для живлення застосовані дві батареї формату ААА (рис. 2.12).

Принцип роботи схеми розглянемо щодо мінусового провідника батареї 2 і клеми «Заг». При включенні живлення вихідна напруга операційного підсилювача, включеного за схемою повторювача, що інвертує, установлюється рівним напрузі на виводі 3, підключеному через резистор R3 до плюсового виводу батареї 2, і дорівнює напрузі батареї 1,5В, плюс напруга зсуву підсилювача, що компенсується потенціометром P1.

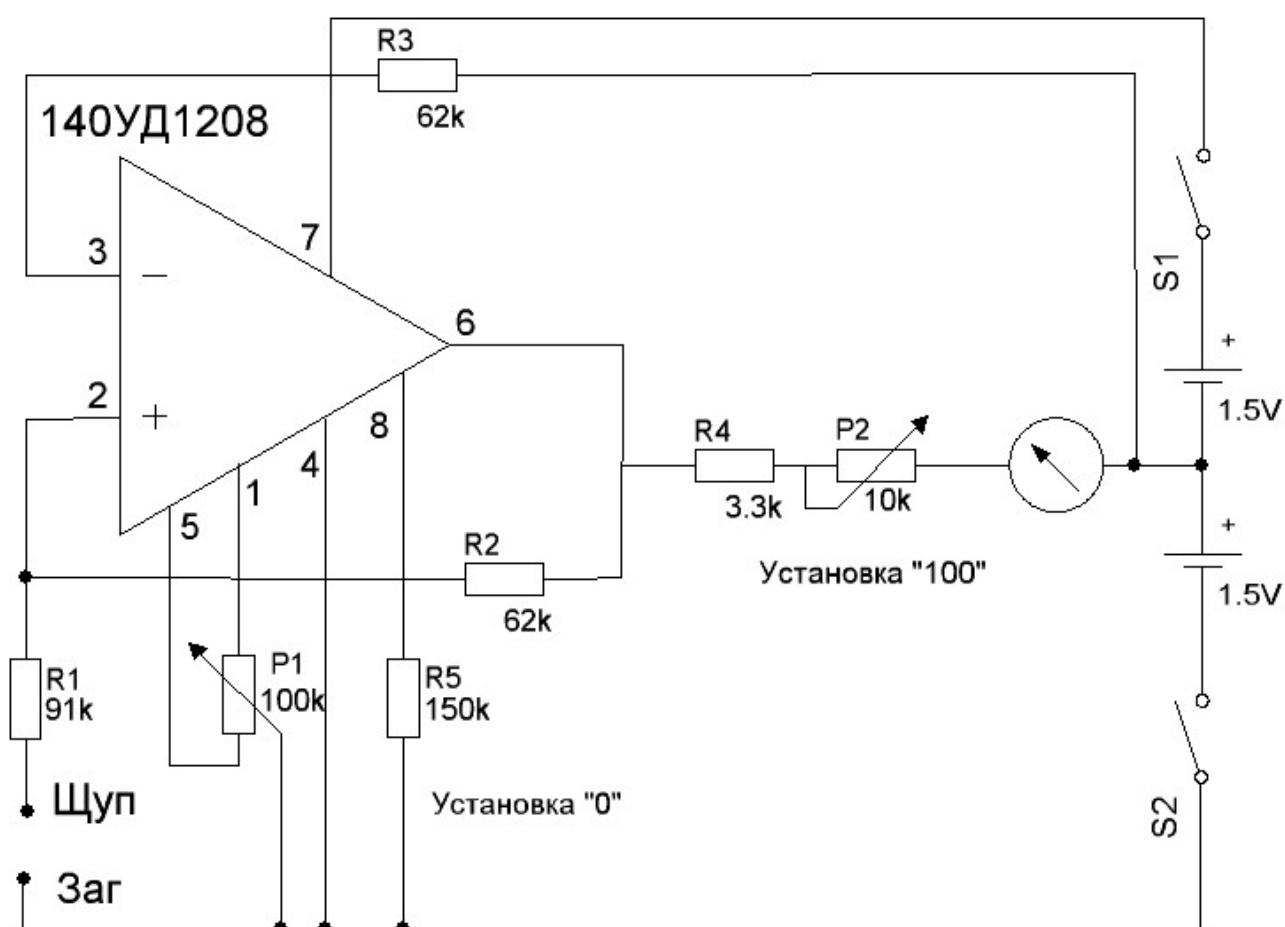


Рисунок 2.12 – Базова схема діагностичного приладу Р. Фолля

При рівності напруг батареї 2 і виводу 6, попереднього збалансованого потенціометром P1 підсилювача, струму через вимірювальний ланцюг R4, P2 і вимірювальний прилад немає, і стрілка мікроамперметру встановлюється на нульове ділення. Підключивши вивід «Щуп» до провідника «Заг» з'єднаємо нижній за схемою

вивід R1 з мінусом батареї 2, через резистор R1 потече струм. Операційний підсилювач перейде в режим підсилювача, що інвертує, з коефіцієнтом передачі обумовленим відношенням опорів R2/R1. Вимірювана стрілочним мікроамперметром вихідна напруга операційного підсилювача, утримуючи струмом через резистор зворотного зв'язку R2 рівність вхідних напруг на виводах 2 і 3, компенсує струм, що протікає через резистор R1. Максимальний розмах вихідної напруги операційного підсилювача в 1В визначається номіналом резистора R2. Значення показань стрілочного приладу встановлюється потенціометром P2 на кінцеву оцінку шкали «100».

Максимальна величина струму через вимірювальний ланцюг і електроди відповідає самим м'яким стандартам 16 мкА при замкнених електродах і 1,55В при розімкнених електродах, визначається номіналом резистора R1 і напругою батареї 2. Номінал резистора R1 позначений на схемі найближчий з десятипроцентного ряду до необхідного в 95 кОм.

Р.Фолль, статистичним методом, на базі величезної кількості вимірів БАТ декларував середнє значення нормального стану їхньої провідності в одиницях опору, рівного 95 кОм й помістив це середнє значення в середину шкали приладу. Дійсно при рівності опорів R1 і вимірюваного ланцюга струм зменшиться у два рази й стрілочний індикатор установиться на ділення 50 одиниць. Для збільшення збігів зі шкалою Фолль-таблиць резистор R1 може бути зібраний із двох послідовно з'єднаних резисторів, наприклад 91 кОм й 3,9 кОм, або встановлений резистор високої точності 1% ряду необхідного номіналу.

Розрахуємо величину напруги на виході операційного підсилювача 140УД1208 при показниках шкали мікроамперметру – 50 умовних одиниць.

$$U_{\text{вих}} = I_{\text{вп}} \cdot (R_4 + P_2) \quad (2.3)$$

де $I_{\text{вп}}$ – струм, що протікає через вимірюваний прилад.

$$U_{\text{вих}} = 50 \text{ мкА} \cdot (3,3 \text{ кОм} + 10 \text{ кОм}) = 50 \cdot 10^{-6} \text{ А} \cdot (3,3 \cdot 10^3 \text{ Ом} + 10 \cdot 10^3 \text{ Ом}) = 0,665 \text{ В}$$

Таким чином, при показниках 50 умовних одиниць напруги на виході операційного підсилювача 140УД1208 дорівнює 0,665В.

Тоді, користуючись даними Фоль-таблиці (таблиця 2.3), згідно якої значення напруги відповідне показанням шкали приладу 50 умовних одиниць дорівнює 0,87В. Відповідно напруга на вході 140УД1208 також буде дорівнювати 0,87В.

Виходячи з цього розрахуємо коефіцієнт підсилення 140УД1208 для даної електричної схеми.

$$K_u = \frac{U_{\text{вих}}}{U_{\text{вв}}} = \frac{0,665\text{В}}{0,87\text{В}} = 0,764\text{В} \quad (2.4)$$

Згідно схеми, наведеній на рисунку 2.11, коефіцієнт підсилення також можна знайти по формулі:

$$K_u = \frac{R_1}{R_2} \quad (2.5)$$

Виходячи з формули (2.5) розрахуємо значення резистору R2:

$$R_2 = K_u \cdot R_1 = 0,764\text{В} \cdot 91\text{кОм} = 69,5 \text{ кОм} \quad (2.6)$$

Користуючись довідником обираємо найбільш близьке значення резистору, тобто $R_2 = 62\text{кОм}$.

Для кожної людини середнє значення провідності БАТ у нормальному стані величина індивідуальна. Тому значення номіналу резистора R3 не критично й може бути будь-яким від 10 до 70 кОм, значення номіналів R4 і R2 визначаються максимальним струмом відхилення стрілочного приладу, наприклад при установці приладу зі струмом повного відхилення в 200 мкА їх варто зменшити вдвічі.

Потенціометр балансування можна встановити номіналом від 68 до 150 кОм. R5 визначає режим роботи операційного підсилювача й загальне споживання струму всією схемою, при необхідності, для економії батарей, може бути істотно збільшений.

Операційний підсилювач може бути замінений імпортованими аналогами, що наприклад ідеально підходить для цієї схеми ОУ ОР193 фірми Analog Devices, резистор R5 у цьому випадку не встановлюється.

Шкала приладу декілька не відповідає вимогам декларованим Фоллем, з діленням 50 вище було визначено, але Р.Фолль напевно поставив перед розробниками апаратури вимогу розширення області індикації необхідних величин провідності на більшу частину шкали. Для ділення 10, очевидно з результатів статистичної обробки великої кількості вимірів, Фолль визначив значення провідності вимірюваного ланцюга в 380 кОм, менші значення провідності БАТ з однієї сторони не інформативні, а з іншої вірогідність результату кожного конкретного виміру на початку шкали дуже мала. У базовій схемі показання 10 відповідають струму у вимірювальному ланцюзі 1,5 мкА й відповідно провідності близько 900 кОм.

2.3.2 Розробка схеми діагностичного приладу зі зменшенням чутливості на початку шкали

З метою наближення параметрів індикації до вимог Р. Фолля, у базову схему проектуємо додаткові елементи, що зменшують чутливість приладу на початку шкали (рис. 2.13).

Функція може вмикатися тумблером S3, якщо це необхідно. Вибір типу шкали, передбачений у конструкції, залежить від кожного оператора, напрацьованої їм звички, способу бачення, особистого сприйняття як статичних так і динамічних параметрів індикації результатів вимірів, показань приладу. Зміни показані на нижченаведеній схемі. Доданий германієвий діод D1 типу Д9, резистор R10 і замикаючий цей ланцюг тумблер, що відключає корекцію шкали індикатора.

Номінал резистора R10 наведений з міркувань двократного зменшення чутливості індикатора в діапазоні від 0 до 10-12 ділень шкали й буде залежати від струму відхилення застосовуваного стрілочного приладу й номіналів R4 і P2. Глибину

корекції шкали індикатору можна збільшити встановивши два послідовно включених діода й резистор 15 кОм.

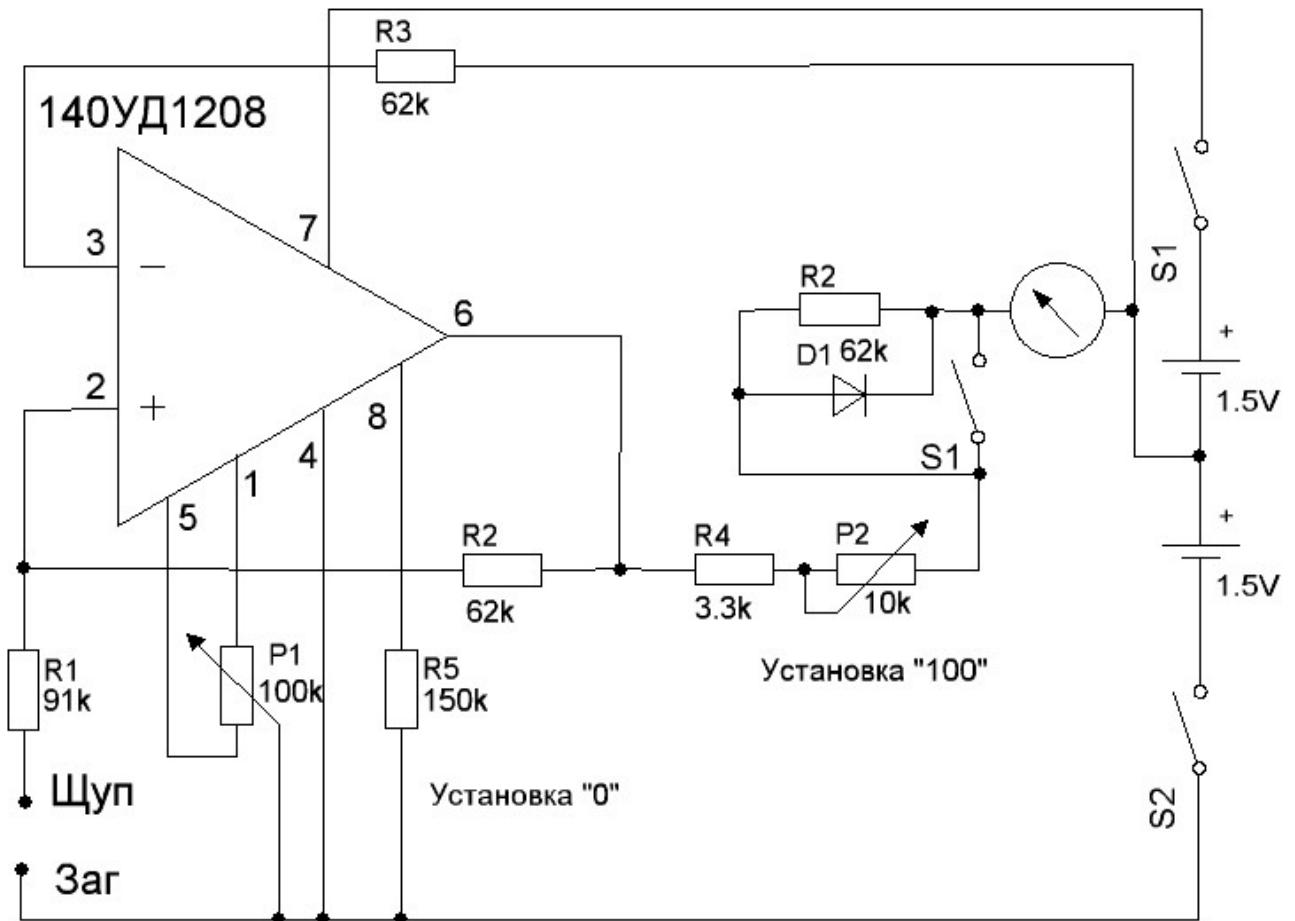


Рисунок 2.13 – Базова схема Р.Фолля з додатковими елементами, які зменшують чутливість приладу на початку шкали

Вибираючи стрілочний індикатор варто прагнути до максимальної довжини шкали що має 100 ділень із дзеркалом, але стрілка подібних приладів дуже повільно встановлюється на задане значення.

Перевірити такий прилад можна приєднати до нього батарейку 1,5В через резистор 20кОм й засікти час установлення стрілки на значенні струму приблизно у середині правої половині шкали. Для застосування в даній конструкції підійде індикатор із часом установлення показань менш однієї секунди, такі прилади мають невеликі розміри й можуть нормально експлуатуватися оператором з дуже гарним

зором. Можна звичайно не задавати настільки тверді вимоги але комфортні умови роботи досягаються в тому числі й правильним вибором індикаторного приладу. Можна спробувати застосувати сучасні стрілочні індикатори виробництва Гонконгу або Китаю на струм повного відхилення 100 мкА. В даному випадку був обраний індикатор українського виробництва розміром 80 на 80 мм.

Розрахуємо параметри германієвого діоду типу Д9.

Вихідні дані :

- Коефіцієнт теплової дифузії $D_0 = 12 \text{ см}^2/\text{с}$
 - Енергія іонізації акцепторів $\Delta E_{\text{akt}} = 4 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$
 - Постійна Больцмана $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
 - Питомий опір $\rho_n = 6 \text{ Ом} \cdot \text{см}$
 - Градієнт концентрації $a = 3 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$
 - Рухливість дірок $\mu_p = 500 \cdot \text{см}^2/\text{Вс}$
 - Кімнатна температура $T_w = 300 \text{ К}$
 - Концентрація електронів у власному напівпровіднику $n_i = 1,6 \cdot 10^{10} \text{ см}^{-3}$
 - Заряд електрона $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
 - Діелектрична постійна $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$
 - Ширина забороненої зони $\Delta E_g = 2 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$
 - Діелектрична проникливість $\epsilon = 13$
 - Площа перерізу напівпровідника $A_{\text{пер}} = 0,413 \text{ мм}^2$
- $\varphi_t = 0,04 \text{ В.}$

1. Напряга пробою плавного р-п переходу:

$$U_{\text{пр}} = 60 \cdot \left(\frac{E_g}{1.1 \cdot q} \right)^{1.2} \cdot \left(\frac{a}{3 \cdot 10^{20}} \right)^{-0.4} \quad (2.7)$$

2. $U_{\text{іД}} = 140 \text{ В}$. Максимальна зворотня напряга плавного р-п переходу:

$$U_{\text{max}} = 0,5 U_{\text{іД}} \quad (2.8)$$

$$U_{\text{max}} = 70 \text{ В.}$$

3. Контактна різниця потенціалів плавного р-п переходу:

$$(2.9) \quad \varphi_k = \varphi_t \cdot \left(1,61 \cdot \text{Log} \left(\frac{3 \cdot \varepsilon \varepsilon_0 \cdot \varphi_t \cdot a^2}{q \cdot n_i} \right) + 0,8 \right) \quad \varphi_k = 1,26\text{В.}$$

4. Ширина ОПЗ при максимальній напрузі й при нульовій:

$$\delta(U) = \sqrt[3]{\frac{12 \cdot \varepsilon \varepsilon_0 \cdot (\varphi_k - U)}{q \cdot a}} \quad (2.10)$$

$$\delta(-U_{\max}) = 4,3 \cdot 10^{-6} \text{м}$$

$$\delta(0) = 1,3 \cdot 10^{-6} \text{м.}$$

5. Бар'єрна ємність при максимальній напрузі:

$$C_{\text{бар}} = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 A_{\text{пер}}}{\delta(-U_{\max})} \quad (2.11)$$

$$C_{\text{бар}} = 1,11 \text{ пФ.}$$

Побудуємо ВАХ діоду германієвого діоду типу Д9.

Зворотна гілка ВАХ:

- Коефіцієнт дифузії не основних носіїв D заряду і їхній час життя:

$$D_p = \frac{k \cdot T_w}{q} \cdot \mu_p \quad (2.12)$$

$$D_p = 5 \text{ см}^2/\text{с.}$$

$$\tau_p = \frac{L_p^2}{D_p} \quad (2.13)$$

$$\tau_p = 9,072 \cdot 10^{-6} \text{с.}$$

- Струм насичення:

$$I_s = q \cdot n_i^2 \cdot \frac{D_p \cdot A_{per}}{C_b L_p} \quad (2.14)$$

$$I_s = 2.11 \cdot 10^{-13}.$$

- Генераційний струм:

$$I_g(U) = \frac{A_{per} \cdot q \cdot n_i}{2\tau_p} \cdot \sqrt[3]{\frac{12\epsilon\epsilon_0 \cdot (\varphi_k - U)}{q \cdot a}} \quad (2.15)$$

$$I_g = 3,1 \cdot 10^{-16} \text{ A.}$$

- Загальний зворотній струм:

$$I_1(U) = I_s \left(\exp\left(\frac{U}{\varphi_t}\right) - 1 \right) - I_g(U) = -0,86 \cdot 10^{-9} \text{ A} \quad (2.16)$$

$$I_0(U) = 0$$

$$I_1(U) = -0,28 \cdot 10^{-9}$$

$$I_2(U) = -0,31 \cdot 10^{-9}$$

$$I_3(U) = -0,41 \cdot 10^{-9}$$

$$I_4(U) = -0,52 \cdot 10^{-9}$$

$$I_5(U) = -0,63 \cdot 10^{-9}$$

$$I_6(U) = -0,72 \cdot 10^{-9}$$

$$I_7(U) = -0,86 \cdot 10^{-9}.$$

- Загальна зворотня щільність струму:

$$J_1(U) = \frac{I_1}{A_{per}} \quad (2.17)$$

$$J_1(U) = -2,08 \cdot 10^{-9} \text{ A.}$$

За формулою (2.16) побудуємо зворотню гілку ВАХ (рис. 2.14).

Таблиця 2.5 – Дані вольтамперної характеристики

U(B)	0	-10	-20	-30	-40	-50	-60	-70
I(мкА)	0	-0,28	-0,31	-0,41	-0,52	-0,63	-0,72	-0,86

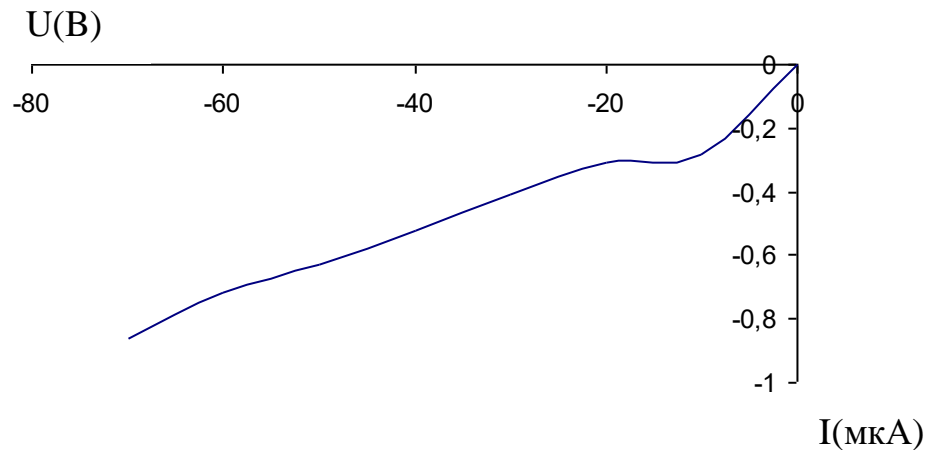


Рисунок 2.14 – Вольтамперна характеристика діода (зворотня гілка)

Таким чином при виконанні розрахунку параметрів германієвого діоду типу Д9 було визначено що малопотужні діоди відрізняються від інших видів діодів значенням теплового опору й середнім значенням теплового струму, що випрямлюється за певний період.

У більшості діодів малої й середньої потужності припустимий прямий струм, як правило, не перевищує крапку інверсії, а у силових потужних діодів допустимий струм може бути вище цієї точки [23].

2.3.3 Розробка друкованої плати для діагностичного приладу Р.Фолля

Схема приладу може бути зібрана, наприклад, на макетній платі, платі пустушці або на спеціально розробленій друкованій платі власного виробництва, виготовлені по загальновідомим технологіям.

У даному проекті плата розроблена в середовищі програми Sprint Layout 6.0 (рис. 2.15).

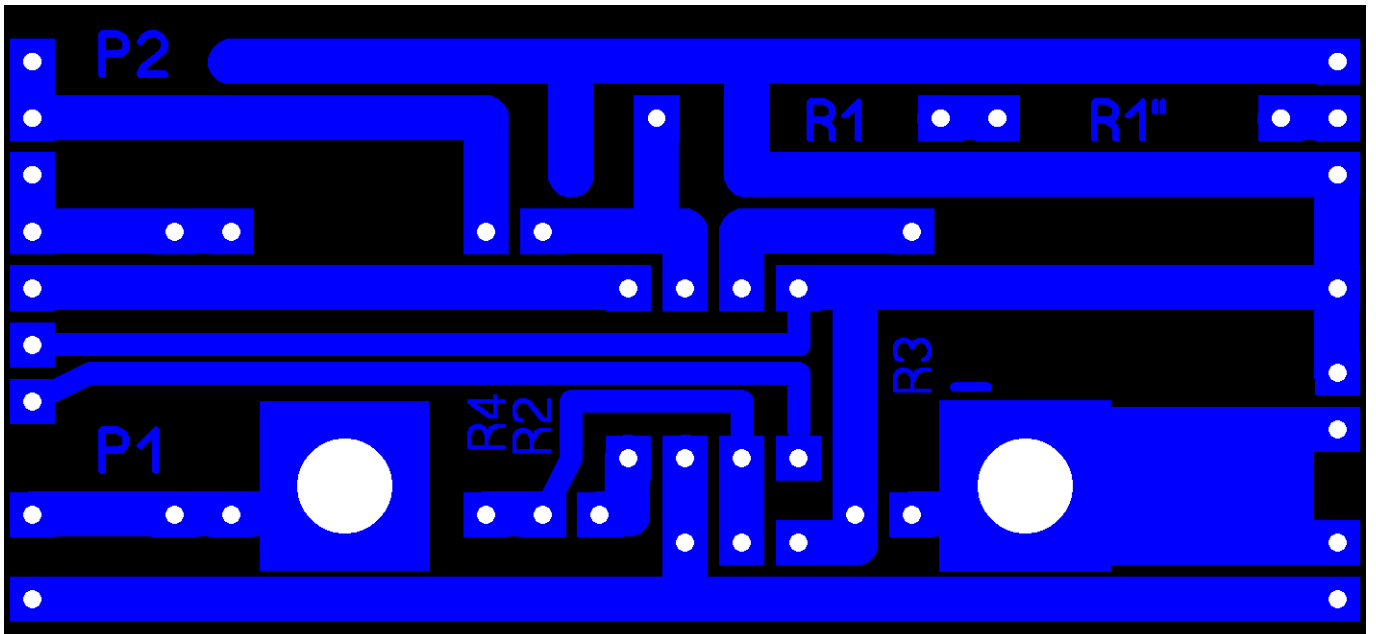


Рисунок 2.15 – Плата розроблена в середовищі програми Sprint Layout 6.0

Місця установки резисторів позначені, до висновків праворуч зверху вниз підключаються провідники, відповідно:

- Перший верхній до рознімання пасивного електрода.
- Другий до рознімання активного електрода.
- Третій додатковий, до рознімання пасивного електрода.
- Четвертий додатковий.
- П'ятий до вимикача мінуса батарей.
- Шостий до з'єднання плюса й мінуса батарей, середній точці.
- Сьомий додатковий.
- Восьмий до вимикача плюса батарей.
- Ліворуч зверху вниз, перші три до потенціометра P2, можна встановити тільки два провідники.
- Четвертий до вимикача корекції шкали.

- Наступні три до потенціометра Р1.
- Восьмий до вимикача корекції шкали.
- Дев'ятий додатковий висновок плюсу живлення.
- Три виводи у нижній частині плати з'єднані ліворуч праворуч, із плюсом живлення, виходом ОУ й мінусом живлення, призначені для підключення звукового модуля.

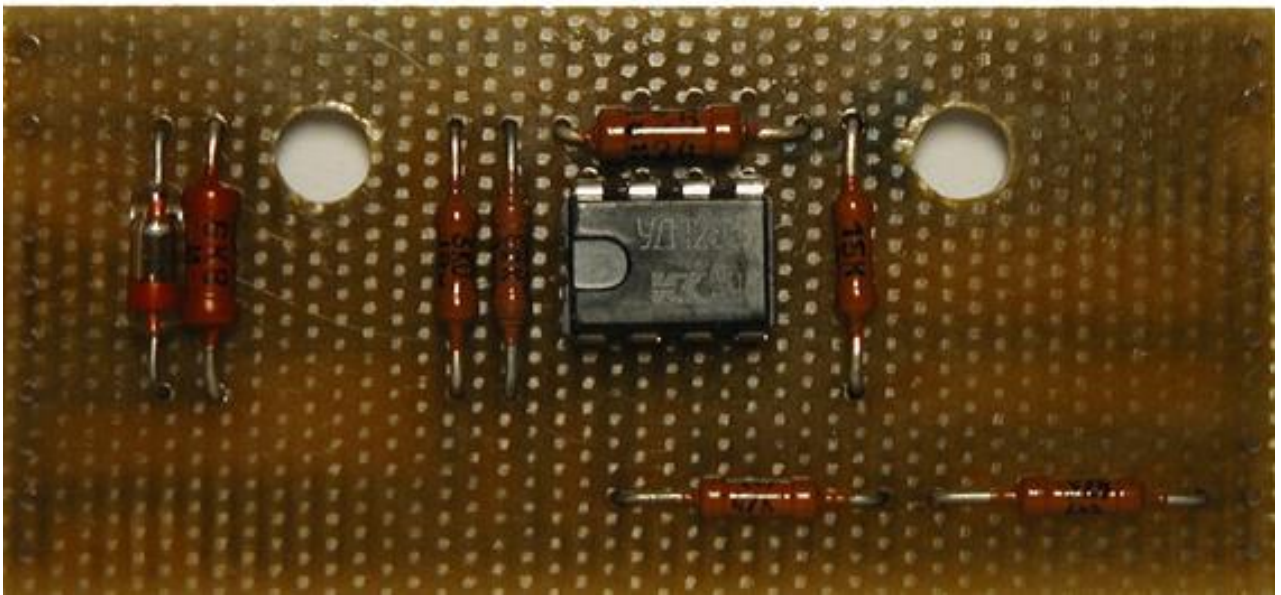


Рисунок 2.16 – Плата для зборки основної схеми й схеми з корекцією шкали

Далі розроблена плата для зборки основної схеми й схеми з корекцією шкали. Під монтаж резистора R1 передбачено два місця з послідовним з'єднанням. Відстань між більшими отворами 30мм, діаметр 4,2 мм, для установки змонтованої плати безпосередньо на висновки стрілочного індикатора М2003 ДЕРЖСТАНДАРТ8711-78 або М4256, М42304, М42305. Наведено вид з боку друкованих провідників, права контактна площадка з більшим отвором з'єднується з «-» індикатора. Ширина плати 28 мм, довжина 60мм. На фото друкована плата із установленими деталями варіанта з корекцією шкали (рис. 2.16).

Конструкція приладу в цьому випадку може бути довільної, але деякі основні принципи варто дотримувати. Оскільки стрілочний індикатор самий великий і

масивний елемент конструкції, при виборі або проектуванні корпусу, потрібно орієнтуватися на його розміри кріпильні елементи й масу.

Два потенціометри основних регулювань установлюють праворуч від індикатора, причому регулятор 100 ближче до переднього краю, регулятор гучності, тумблера й динамік, можна встановити на задній стінці корпусу.

Розташування регуляторів і індикатора практично визначить ширину всієї конструкції, висота повинна бути мінімальною й визначається розмірами й нахилом стрілочного індикатора, довжина корпусу залежить від розмірів установлюваних на задній стінці компонентів.

Необхідно передбачити місце для розміщення контейнера батарей. Для з'єднання провідників електродів із приладом можливе застосування однополюсних вилок і гнізд, але якість контакту на настільки низьких струмах неприйнятно, або необхідно використати вилки й гнізда дуже високої якості, дорогі й малодоступні.

Кращим рішенням можна вважати застосування акустичних пружинних затисків, надійних і недорогих.

2.4 Розробка діагностичного приладу на світлодіодному індикаторі

При постановці задачі стосовно моделювання електропунктурного діагностичного приладу, що базується на методі Р.Фолля, було розроблено прилад зі стрілочним індикатором.

Під час проведення діагностики за допомогою даного приладу було визначено що даний прилад має низку позитивних характеристик, таких як дешевизна, простота та легкість у використанні також легко доступність у придбанні. До негативних якостей електропунктурного стрілочного приладу можна віднести великі габарити самого індикатора, відповідно значну вагу, що становить складність при транспортуванні та використанні даного приладу поза клінічним закладом.

За урахування вище згаданого було прийнято рішення розробити альтернативний діагностичний прилад, візуалізація якого реалізовується за допомогою світлодіодів.

Перевагами такого приладу порівняно із приладом на стрілочному індикаторі є його невеликі габарити та значно менша вага конструкції. Недоліком є необхідність в більш потужному джерелі живлення. Так для роботи стрілочного індикатора необхідна напруга живлення складає 3В, а для приладу на світлодіодах – 9В.

Для реалізації приладу на світлодіодах обираємо мікросхему К1003ПП1.

Мікросхема К1003ПП1 призначена для індикації рівня сигналу на світлодіодних лінійках і може бути застосована, наприклад для індикації рівня сигналу в підсилювачах потужності, виміру напруги (орієнтовно) у пристроях електроживлення й іншій техніці. Тип корпусу мікросхеми К1003ПП1 – DIP-18.

На рисунку 2.17 зображено типову схему включення мікросхеми К1003ПП1. Основні характеристики та призначення виводів мікросхеми К1003ПП1 зазначені в таблицях 2.6, 2.7 [24].

Таблиця 2.6 – Призначення виводів мікросхеми К1003ПП1

1	загальний (-Uж)
2	регулювання яскравості
3	опорний вхід максимального рівня
4-15	виходи струмових ключів
16	опорний вхід хвилинного рівня
17	вхід сигналу
18	живлення (+Uж)

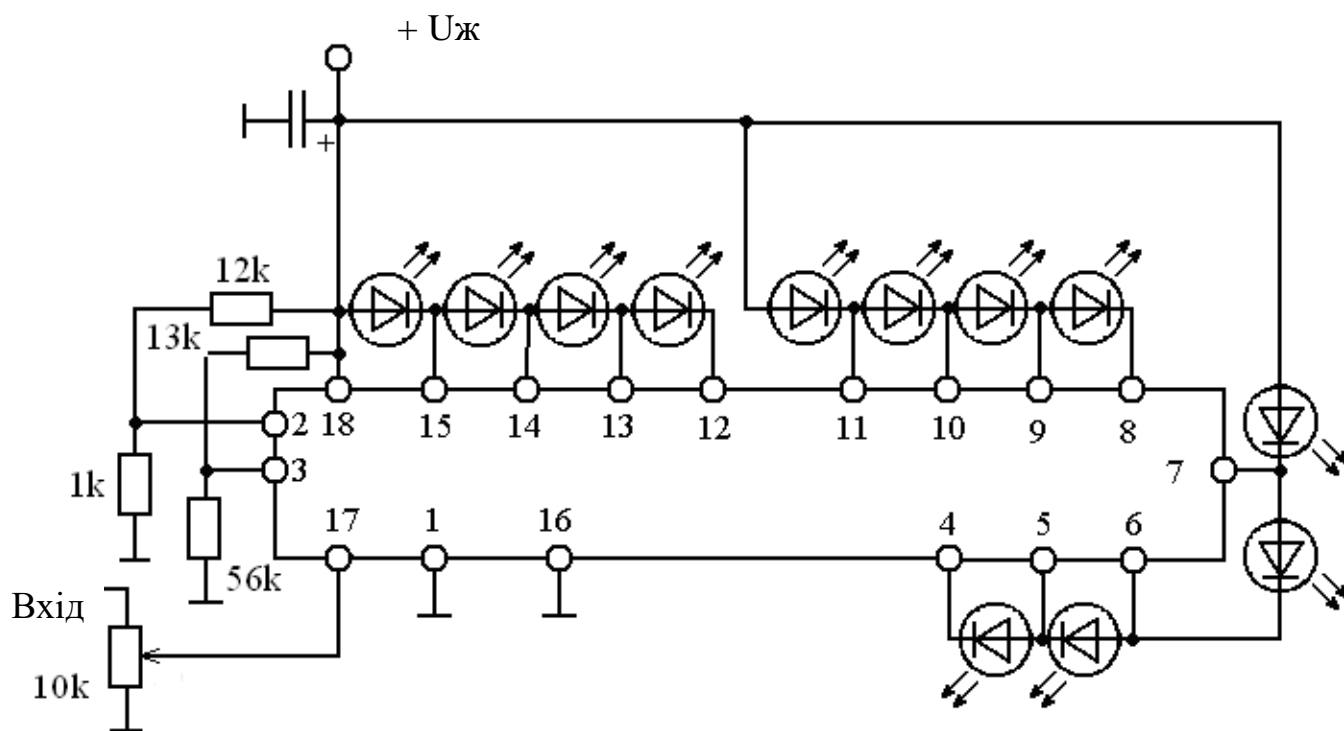


Рисунок 2.17 – Типова схема включення мікросхеми К1003ПП1

Таблиця 2.7 – Основні характеристики мікросхеми К1003ПП1

1	U _ж (номінальне)	12 В
2	U _ж (припустиме)	10-18 В
3	U _{вх} (вивід 17)	0..6 В
4	U (вивід 3 і 16) максимальне	6 В
5	Кількість рівнів індикації	12
6	I _{спож.} (без світлодіодів)	<10мА
7	I _{вх} (вивід 3,16,17)	<1мкА
8	I _{вих.макс.} (вивід 4-15)	10мА
9	Температура зовнішнього середовища	-10..+70°C
10	Аналоги	UAA180, A277D

Користуючись зазначеними даними складаємо електричну схему для діагностичного приладу на мікросхемі К1003ПП1, включеною за стандартною схемою (рис. 2.18).

Схема живиться від батареї потужністю 9В. За умовами технічного використання даного приладу обираємо малопотужні світлодіоди типу L-3014xx діаметром 3 мм: L-3014LRD-L GaAlAs – червоний, L-3014GD-L GaP – зелений, L-3014YD-L GaAsP/GaP – жовтий. Ці світлодіоди були обрані по їх функціональному призначенні в даному приладі бо основною задачею при використанні світлодіодів є індикація, а не освітлення.

Так як при $I = 5\text{mA}$, напруга стабілізації буде дорівнювати $U_{\text{стVD3}} = 7,5\text{В}$ з довідникових даних обираємо стабілітрон КС175А який при номінальному значенні відповідає вище зазначеним умовам.

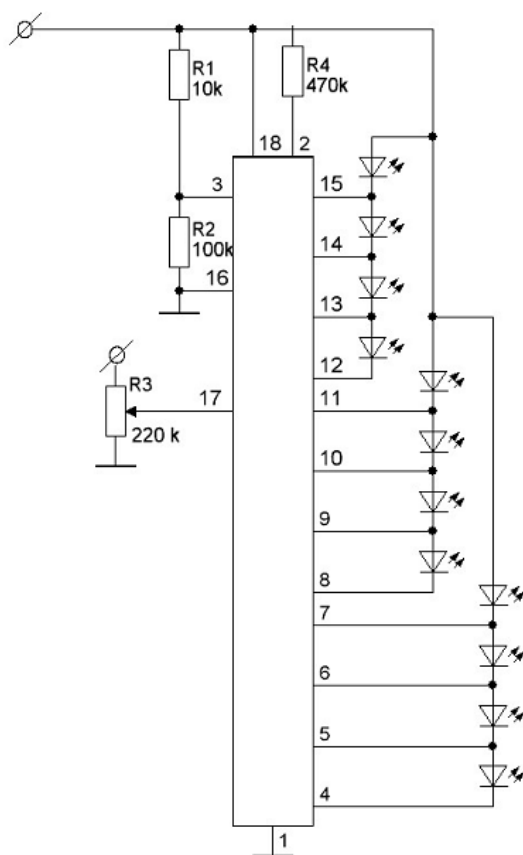


Рисунок 2.18 – Електрична схема К1003ПП1 для діагностичного приладу

2.5 Розробка електричної схеми приладу для лікувальної практики та моделювання лікувально-діагностичного комплексу

Існує безліч різноманітних електростимулюючих пристроїв, що використовуються для лікування за методом Р.Фолля, однак багато з них не позбавлені деяких недоліків. Тому в роботі розроблено іще один варіант приладу для стимуляції з причин наведених нижче.

1. Під час проведення процедур електростимуляції трапляється, що не завжди пацієнт може почувати проходження струму або його відсутність, тобто може й не помітити те, коли з якої-небудь причини контакт електродів з тілом або стимулюючим апаратом порушений, і процедура фактично не здійснюється.

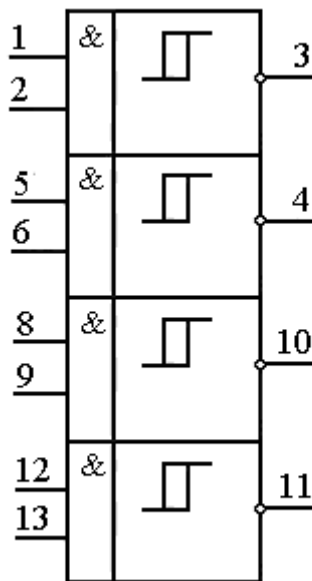
2. Чутливість шкіри у пацієнтів може дуже відрізнятись, проте, фахівці помітили – ця чутливість залежить і від полярності імпульсів струму на електродах, і багато пацієнтів відчують сильне роздратування від одного електроду, у той час як другий не дратує. Періодична зміна полярності електродів до деякої міри вирішує проблему.

З огляду на умови експлуатації та технічні характеристики довідникових даних та економічних обґрунтувань була обрана мікросхема K561ТЛ1 (імпортний аналог даної мікросхеми – CD4093В).

Мікросхема K561ТЛ1 містить чотири незалежних тригери Шмітта з елементом І на вході. Особливістю цих ІС є те, що вони перемикаються при певному рівні напруги на вході, тобто мають формуючі властивості й можуть працювати при будь-якій крутості фронтів вхідного сигналу. Їх можна застосовувати для формування прямокутних імпульсів із крутими фронтами із вхідного сигналу довільної форми, але достатньої амплітуди, наприклад із синусоїдального. Крім прямого призначення, ІС типу ТЛ1 можуть використатися як елементи 2І-НІ з підвищеною завадостійкістю.

Особливістю тригерів Шмітта є також те, що вони мають два пороги: верхній для включення й нижній для відпускання. Різниця між порогоми включення й відпускання становить порядку 0,6В при $U_{нж} = 5В$ і 2В при $U_{нж} = 10В$.

Умовне позначення й розпаювання виводів наведені на рисунку 2.19.



7 – загальний, 14 – + $U_{нж}$

Рисунок 2.19 – Мікросхема К561ТЛ1

Напруга живлення $U_{нж} = 9В$;

Напруга вихіду «1» $U^1_{вих} = 0,9В$.

Згідно цих даних знаходимо $U_{вих}$ мікросхеми К561ТЛ1:

$$U_{вих} = U_{нж} \cdot U^1_{вих} = 8,1В \quad (2.18)$$

При номінальному значенні стабілітрону VD1 $I = 5mA$, напруга стабілізації $U_{стVD1} = 3,3В$ (довідникові характеристики).

Значення напруги оптопарі PS2501 при $I = 5mA$ дорівнює $U_{стPS2501} = 1,1В$.

Також врахуємо значення світлодіоду КИПДО2А-1к (червоний) при $I = 5mA$ значення прямої напруги $U_{пр} = 1,8В$.

Отже напруга резистору R9 буде дорівнювати:

$$U_{R9} = U_{вих\ К561ТЛ1} - U_{стVD1} - 2U_{стPS2501} - U_{прКИПДО2А-1к} \quad (2.19)$$

$$U_{R9} = 8,1В - 3,3В - 2 \cdot 1,1В - 1,8В = 0,8В \quad (2.20)$$

Тоді номінал резистору R9 знаходимо по закону Ома:

$$R_9 = \frac{U_{R9}}{I_{\text{нò}}} = \frac{0,8\text{В}}{5\text{мА}} = 160\text{Ом} \quad (2.21)$$

Таким чином значення резистору R10 буде дорівнювати $R_9 = R_{10} = 160\text{Ом}$.

При цьому потужність R9 визначається таким чином:

$$P_{R9} = I_{\text{ст}} \cdot U_{R9} = 0,005\text{А} \cdot 0,8\text{В} = 0,004\text{Вт} \quad (2.22)$$

Керуючись довідниковими даними обираємо потужність резистору 0,125Вт, що дозволяє розсіяти потужність у випадку пробою усіх напівпровідників у електричному ланцюзі.

З обліком вищезгаданого, розроблено схему електростимулятора (рис. 2.20), у якій враховані й усунуті ці недоліки.

Розрахуємо частоту генератору на тригері Шмітта.

На частоті нижче 100 кГц величина частоти (в кілогерцах) дорівнює $1200/RC$, де R виражається у кілоомах, а C – в нанофарадах.

$$f_{\text{DD1.1}} = \frac{1200}{R_4 \cdot C_2} = \frac{1200}{510\text{кОм} \cdot 4,7\text{мФ}} = \frac{1200}{510\text{кОм} \cdot 4700\text{нФ}} = 5 \cdot 10^{-4} \text{кГц} = 0,5\text{Гц} \quad (2.23)$$

$$f_{\text{DD1.2}} = \frac{1200}{R_6 \cdot C_3} = \frac{1200}{510\text{кОм} \cdot 1800\text{нФ}} = \frac{1200}{510\text{кОм} \cdot 1,8\text{мФ}} = 1,3\text{кГц} = 1300\text{Гц} \quad (2.24)$$

$$f_{\text{DD1.3}} = \frac{1200}{R_7 + R_8 \cdot C_4} \quad (2.25)$$

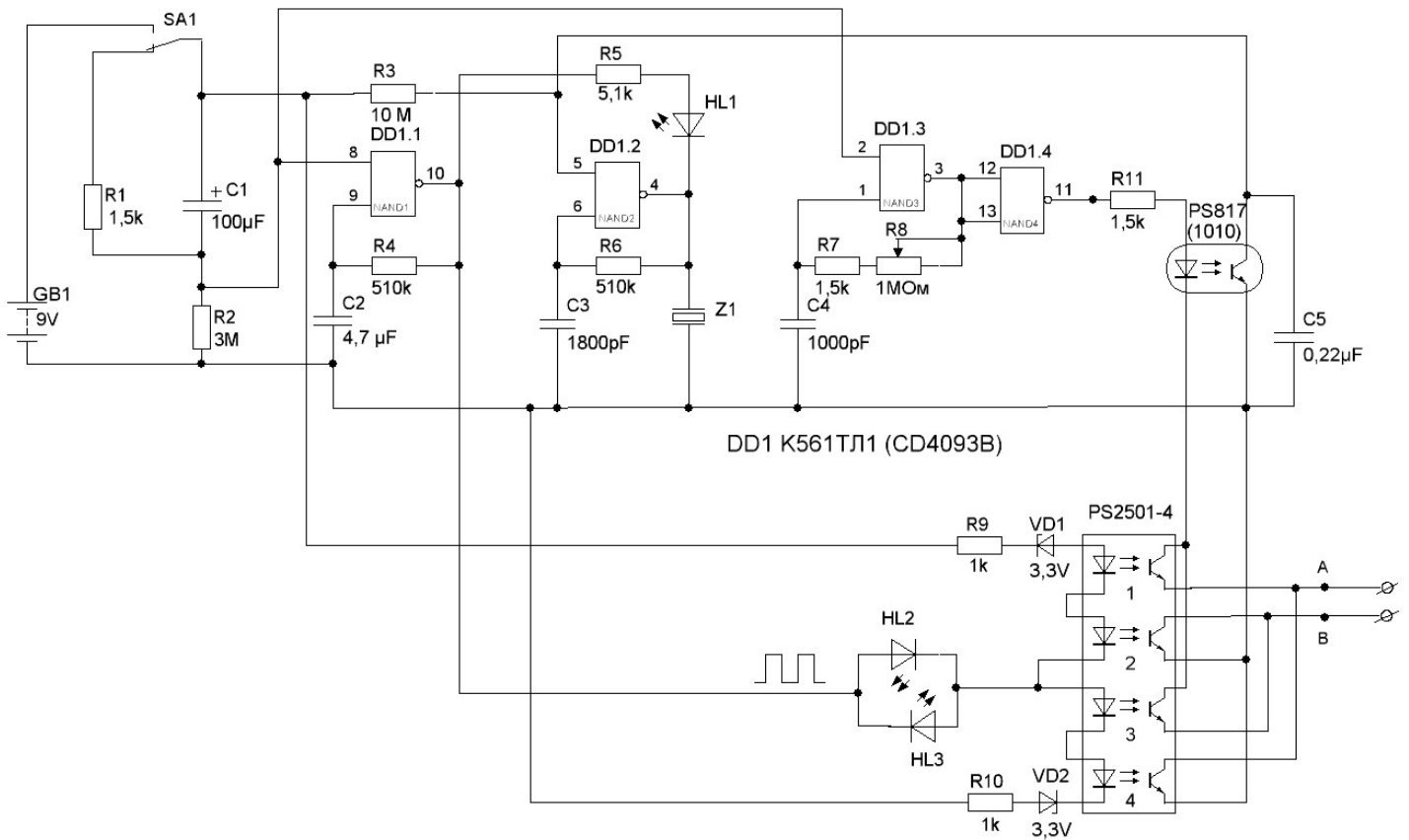


Рисунок 2.20 – Схема електростимулятора зі зміною полярності електродів

При значенні потенціометру $R8 = 1\text{МОм}$, частота $f_{\text{DD1.3}}$ дорівнює:

$$f_{\text{DD1.3}} = \frac{1200}{1,5\text{кОм} + 1\text{МОм} \cdot 1000\text{нФ}} = \frac{1200}{1,5\text{кОм} + 1 \cdot 10^{-3}\text{кОм} \cdot 1\text{нФ}} = 1,2\text{кГц} = 1200\text{Гц}$$

При значенні потенціометру $R8 = 500\text{кОм}$, частота $f_{\text{DD1.3}}$ дорівнює:

$$f_{\text{DD1.3}} = \frac{1200}{1,5\text{кОм} + 500\text{кОм} \cdot 1000\text{нФ}} = \frac{1200}{1,5\text{кОм} + 500\text{кОм} \cdot 1\text{нФ}} = 2,4\text{кГц} = 2400\text{Гц}$$

При значенні потенціометру $R8 = 0\text{кОм}$, частота $f_{\text{DD1.3}}$ дорівнює:

$$f_{\text{DD1.3}} = \frac{1200}{1,5\text{кОм} \cdot 1000\text{нФ}} = \frac{1200}{1,5\text{кОм} \cdot 1\text{нФ}} = 800\text{кГц} = 800000\text{Гц}$$

Працює схема в такий спосіб. При включенні живлення починається зарядка конденсатору C1, що виконує функцію таймера, і поки він заряджається – на виводі 2 DD1.3 високий рівень напруги, що дозволяє роботу генератора стимулюючих імпульсів на елементах DD1.3 і DD1.4. Частота генератора стимулюючих імпульсів на елементах DD1.3 і DD1.4. залежить від C4, R7, R8 і може бути обрана від одиниць герців до сотень кілогерців, якщо передбачити зміну C4 простим перемиканням.

На виводі 8 DD1.1 також високий рівень напруги, що дозволяє роботу генератора-модулятора на елементах DD1.1, R4, C2.

Імпульси цього генератора-модулятора призначені для почергового відкривання транзисторів оптопар . Коли на виводі 10 DD1.1 високий рівень імпульсу напруги – струм діодів оптопар відкривають фототранзистори 3 і 4, і стимулюючі імпульси через електроди й тіло пацієнта йдуть у напрямку від точки В до точки А.

Коли на виводі 10 DD1.1 низький рівень імпульсу напруги – струм діодів оптопар відкривають фототранзистори 1 і 2, і стимулюючі імпульси через електроди й тіло пацієнта йдуть уже в напрямку від точки А до точки В.

Таким чином, напрямок струму пакетів стимулюючих імпульсів періодично міняється. Для індикації цього процесу генератор-модулятор оснащений світлодіодами HL2, HL3, кольори яких можуть бути обрані з обліком естетичних уявлень користувача. Крім того, струм стимулюючих імпульсів проходить через фотодіод оптопар 1010, і хоча цей струм не перевищує десятків-сотень мікроамперів, цього виявляється достатньо, щоб опір фототранзистора зменшився, і в результаті на виводі 5 DD1.2 – низький рівень напруги. У випадку, коли струм стимулюючих імпульсів відсутній або менш 25...30 мкА (у цьому випадку процедура може бути малоефективною), на виводі 5 DD1.2 з'являється високий рівень напруги, що і дозволяє роботу генератора звуку на елементах DD1.2, R6, C4, BZ1, до того ж мигає світлодіод HL1 із частотою генератора-модулятора. Обидва цих сигналу (світловий і звуковий) сигналізують для пацієнта або медперсоналу про неефективний режим процедури або відсутності контакту, а виходить, і процедури.

По закінченні часу процедури (коли конденсатор C1 зарядиться) на виводах 8 і 2 DD1 низький рівень напруги, генератор стимулюючих імпульсів не працює, струм

через фотодіод оптопари 1010 відсутній, і в результаті з'являється світловий безперервний (генератор-модулятор уже не працює) і звуковий сигнали – тепер уже про закінчення процедури.

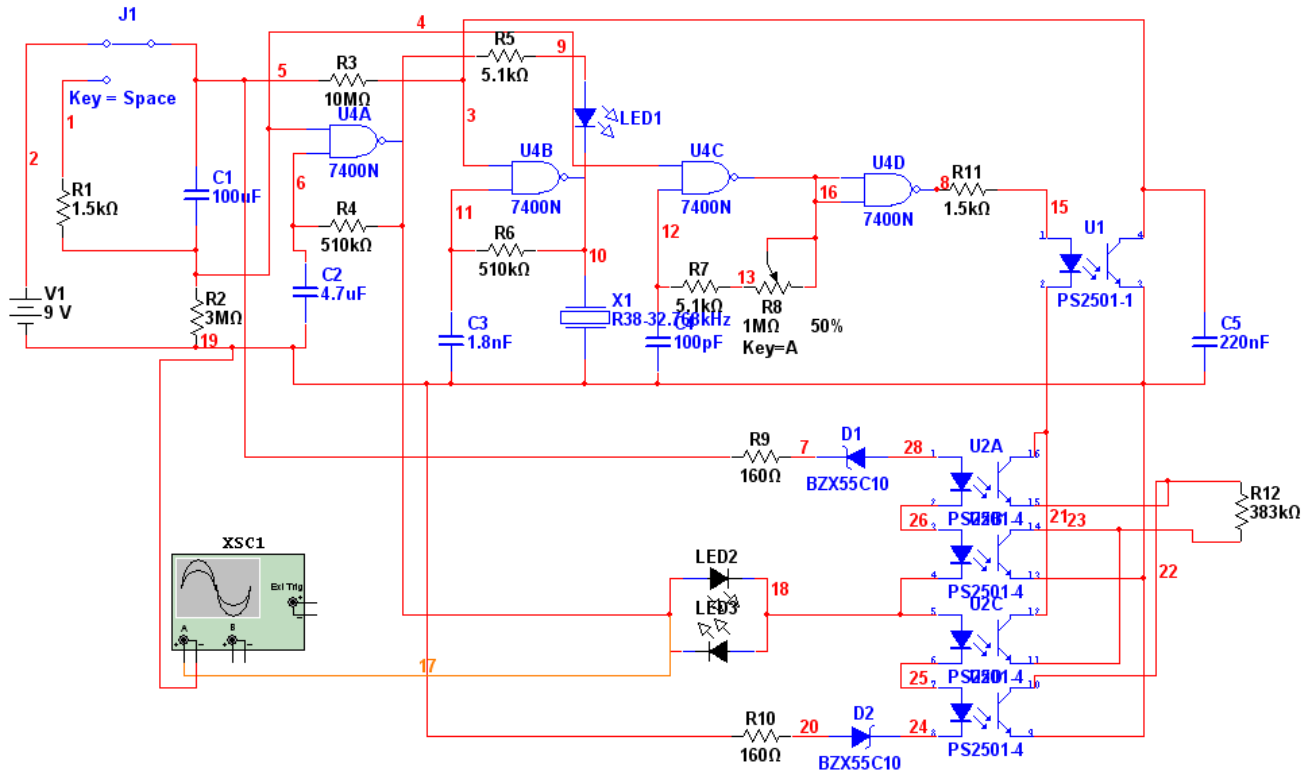


Рисунок 2.21 – Схема електростимулятора у програмі Multisim Power Pro Edition

При приєднанні опору, що відповідає показанням БАТ людини у програмі Multisim Power Pro Edition (Version10.0) експериментальним шляхом були отримані осцилографічні показання, що підтверджують попередні розрахунки (рис. 2.21, 2.22).

Для розробки діагностично-лікувального комплексу за методом Р.Фолля використаємо поляризоване реле РПС18. Принципова відмінність таких реле від інших типів електромагнітних реле полягає в здатності реагувати на полярність керуючого сигналу. Тоді схема комплексу буде виглядати наступним чином (рис. 2.23).

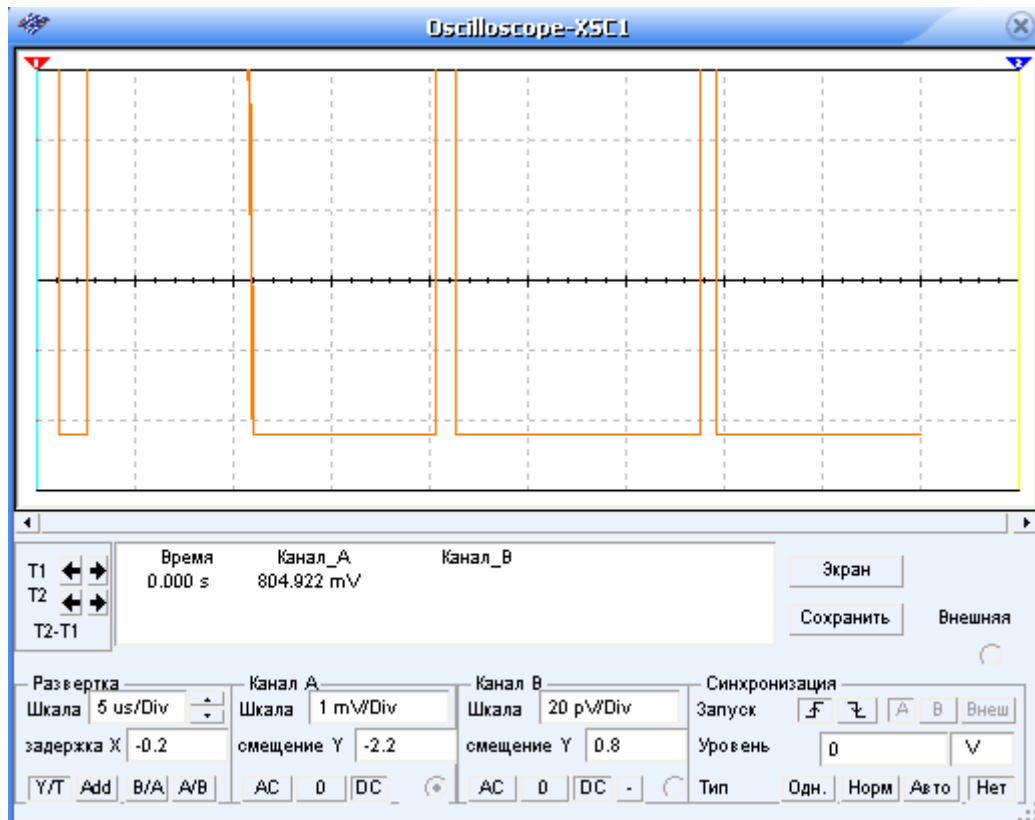


Рисунок 2.22 – Результаты моделирования электростимулятора

2.6 Электроды, що застосовують в рамках методу Р.Фолля та варіації інтерфейсів

Електроди використовувані для виміру параметрів точок у рамках методу Фолля найважливіший компонент всієї системи. Вони повинні бути не травмуючої форми, зручними, легко й надійно оброблятися розчинами, що стерилізують та не робити дестабілізуючої дії на результати вимірів (рис. 2.24-2.26).

Згідно рекомендацій Р.Фолля використовують чотири варіанти електродів, виготовлених з латуні:

- 1) закруглений точковий електрод діаметром 4 мм;
- 2) закруглений точковий електрод такого ж діаметру з 10-міліметровою ізоляцією циліндричного стрижня для виміру показників точки гіпоталамуса;
- 3) кульковий електрод діаметром 3 мм;
- 4) чотирихвостковий електрод.

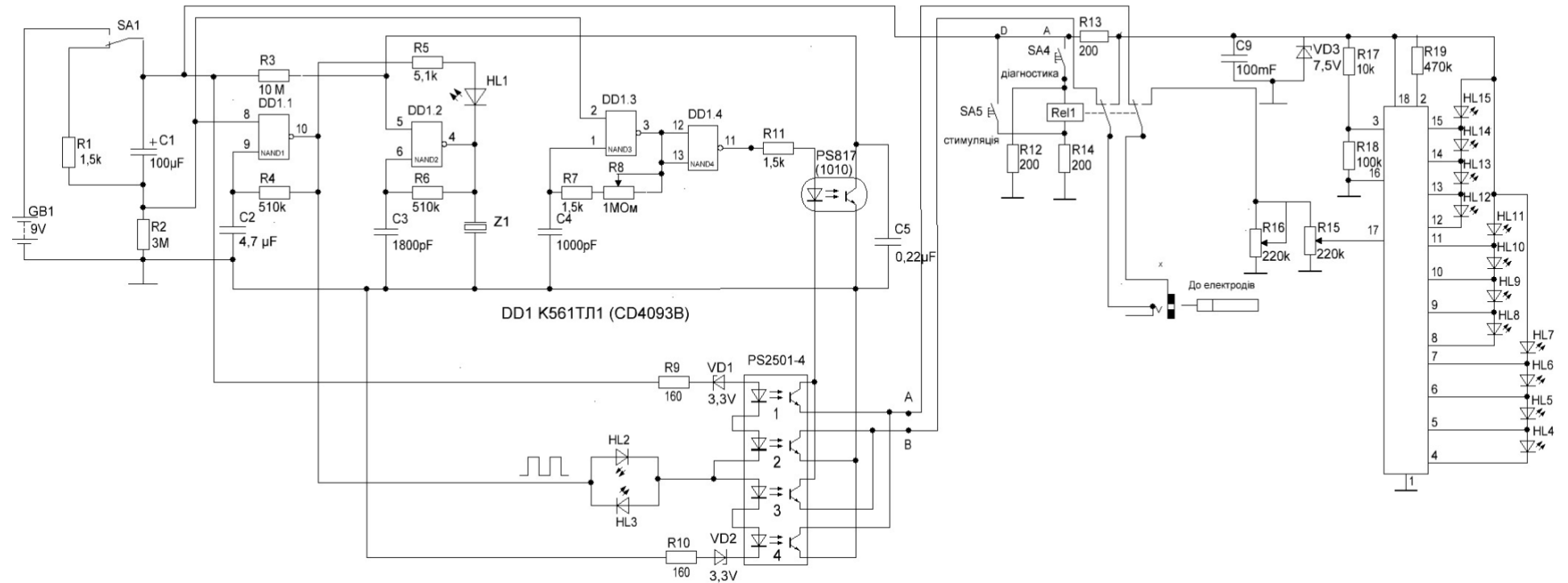


Рисунок 2.23 – Електрична схема діагностично-лікувального комплексу



Рисунок 2.24 – Штатний електрод, робоча частина діаметром 4мм звужена до 3мм із півсферою



Рисунок 2.25 – Професійний електрод, робоча частина майже сфера діаметром 2,5-3мм



Рисунок 2.26 – Загальний вид активного електрода в зборі на малюнку, ручка від щупа тестера

Від форми й величини поверхні точкового електрода залежить певна техніка тиску, що застосовується для реєстрації максимальної величини виміру точки акупунктури.

Сила притиснення щупа зі сферичним точковим електродом діаметром 3 мм при нормальному стані шкіри повинна бути від 500 г до 2 кг. У цей час показано, що за інших рівних умов збільшення сили тиску щупа від 600 г/см до 1400 г/см істотно не впливає на електропровідність. При цьому оптимальна сила тиску щупа в методиці Р. Фолля становить близько 900 г/см. При вимірі електрод розташовують перпендикулярно або під кутом 45° до поверхні шкіри, що забезпечує фіксоване притиснення до точки акупунктури. Позитивний полюс з'єднують із щупом, негативний – з ручним електродом, що накладають на руку або дають у руку

пацієнтові. Шляхом короткочасного тиску дослідник перевіряє, чи збільшується показання при збільшенні тиску.

При правильному визначенні місця розташування точки показання індикатора не змінюються при зазначеному вище збільшенні тиску щупа в момент виміру.

У якості ручки ідеально підійде корпус від ПН-90, видаливши з нього всі пружини, резистори й контактні перехідники. Латунний посріблений електрод від однополюсної вилки Ш4, вітчизняного виробництва, діаметром 4мм, з наплавленою на нього пластмасовою гайкою М6·0,75 вкручується в різьблення, нарізане в торці малої частини корпусу ПН. Червоний корпус ПН 90М2 із вплавленим своїм електродом діаметром 3,5 мм, нижче два корпуси від ПН-90М із пластмаси, верхній зі своїм електродом, нижній з угвинченим у різьблення не сформованим електродом однополюсної вилки (рис. 2.27).

У якості інтерфейсу можна використати мікрофон, що встановлюється на спеціальний отвір корпусу по центрі внутрішнього динаміка, що приєднується до мікрофонного входу звукової карти комп'ютера. Таке рішення диктується необхідністю виконання норм електробезпечності для медичного встаткування, що вимагає високого ступеня ізоляції від приладів підключення, що мають можливість, до електромережі. Норма диктує відсутність струму й пробою при напрузі 4КВ і перехідну ємність близько 10 пф, що забезпечує ізолюючі параметри до частоти 4 КГц. Насправді стандарти й вимоги значно складніші, оскільки призначені для величезної номенклатури медичних приладів, але для даного приладу витримка досить точна. Можливий більше складний, але такий же безпечний спосіб з'єднання з реєструючою апаратуою за допомогою спеціально виготовленого ізолюючого кабелю.

З'єднувач складається із двох однакових малогабаритних динаміків з полістироловими дифузорами, змонтованими на підходящій по розміру планці з ізолюючого матеріалу дифузорами один до одного так, щоб відстань між дифузорами була приблизно 5-10мм і між дифузорами утворився закритий об'єм повітря (рис. 2.28).



Рисунок 2.27 – Корпуса для електродів приладу Р. Фолля

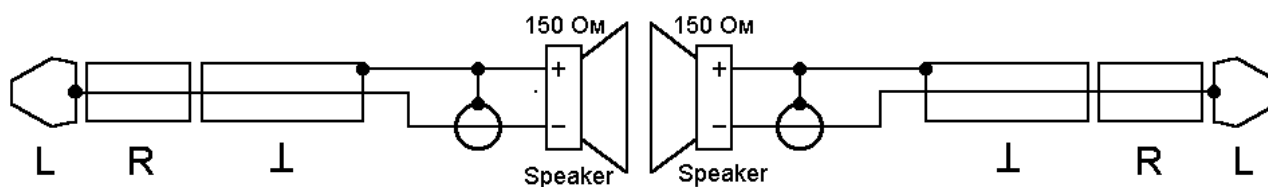


Рисунок 2.28 – З'єднувач із двох малогабаритних динаміків

Діаметр отвору в ізолюючому матеріалі краще виконати рівним діаметру дифузора застосовуваних динаміків. Екранованими провідниками, довжиною біля метра, динаміки з'єднані з роз'ємами типу Джек 3,5. Один роз'єм підключається до гнізда навушників приладу, другий до мікрофонного входу комп'ютеру, причому кабель симетричний. Вхідний модуль програми зчитує період коливань преобразовуючи його в числові значення й калібрується положенням стрілки «0» і «100».

3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Китайська медицина існує вже понад 5 тисяч років. Саме китайські цілителі відкрили на людському тілі 12 меридіанів, якими розподіляється енергія. Енергетичний меридіан – сукупність певних точок, що мають підвищену електропровідність. На них і «виходять» всі наші життєво важливі органи. По напрузі в цих точках можна судити про стан та функціонування всіх систем організму. А збої електромагнітних коливань у точках безпомилково говорять про вогнища запалення та дисбаланси.

Китайці, у яких лікарське мистецтво передавалося від батька до сина протягом багатьох поколінь, відчують крапки руками, буквально бачать їх. Європейські послідовники китайської медицини користуються для цього висококласною апаратурою, вперше розробленою німецьким ученим Рейнхардом Фоллем понад 50 років тому. Він поєднав знання з китайської голкорексфлексотерапії, яку вивчав довгі роки, із західними технологіями. Р. Фолль до китайських меридіан додав ще 8 своїх і чітко позначив, які точки на тілі за який орган «відповідають» (акупунктура). Так з'явився метод, що дозволяє проводити електропунктурну діагностику за допомогою апарата-тестера Фолля, що фіксує електропровідність тієї чи іншої точки. За шкалою приладу визначають стан будь-якого органу: у межах від 50 до 60 – норма, менше 50 – дисбаланс, більше 60 – гостре вогнище запалення. Впливаючи на точки Фоллю, можна гармонізувати роботу всього організму.

Електропунктура – це загальна назва всіх тих методик, що ґрунтуються на вимірі чи впливі на акупунктурні точки з використанням досягнень сучасної електроніки.

Методика Фолля відрізняється від інших методів діагностики тим, що має на увазі під собою не тільки встановлення правильного діагнозу, а й індивідуальну гомеопатичну терапію.

3.1 Огляд приладів для акупунктурної діагностики

МИТ-1 ЕПД (рисунок 3.1)



Рисунок 3.1 – Апарат для електропунктурної діагностики по Накатані

Технічні характеристики апарату МИТ-1 ЕПД представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Характеристики МИТ-1 ЕПД

Максимальне значення напруги на електродах	12 В
Максимальне значення струму на електродах	40 мкА
Маса апарату в комплекті постачання не більше	1 кг
Кількість методик дослідження	1
Габаритні розміри апарату	150 x 80 x 35 мм
Час безперервної роботи в повторно-короткочасному режимі	6 годин
Вартість	7700 грн
Сумісність с ЕОМ	робота у складі програмно-апаратного діагностичного комплексу «Nakatani Test

Meridian (рисунок 3.2)



Рисунок 3.2 – Апарат для електропунктурної діагностики по Фоллю

Характеристики апарату представлені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Характеристики апарату для електропунктурної діагностики по Фоллю Meridian

Максимальне значення напруги на електродах	3,2В
Максимальне значення струму на електродах	12,2 мкА
Маса апарату в комплекті постачання не більше	0,122 кг
Габаритні розміри апарату	152x84x34 мм
Вартість	8750 грн
Сумісність с ЕОМ	операційна система Windows 95 та вище
Час безперервної роботи	1-2години
Кількість методик	3

Vollna Nova зображено на рисунку 3.3.



Рисунок 3.3 – Апарат для біорезонансної діагностики за методом Фолля

Характеристики апарату Vollna Nova представлені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Характеристики апарату для біорезонансної діагностики за методом Фолля Vollna Nova

Максимальне значення напруги на електродах	3,3 В
Максимальне значення струму на електродах	12 мкА
Маса апарату в комплекті постачання не більше	0,240 кг
Габаритні розміри апарату	98x160x50 мм
Вартість	6700 грн
Сумісність с ЕОМ	Програмне забезпечення Dialog
Час безперервної роботи	1-2 години
Кількість методик	3

Запропонований прилад зображено на рисунку 3.4.

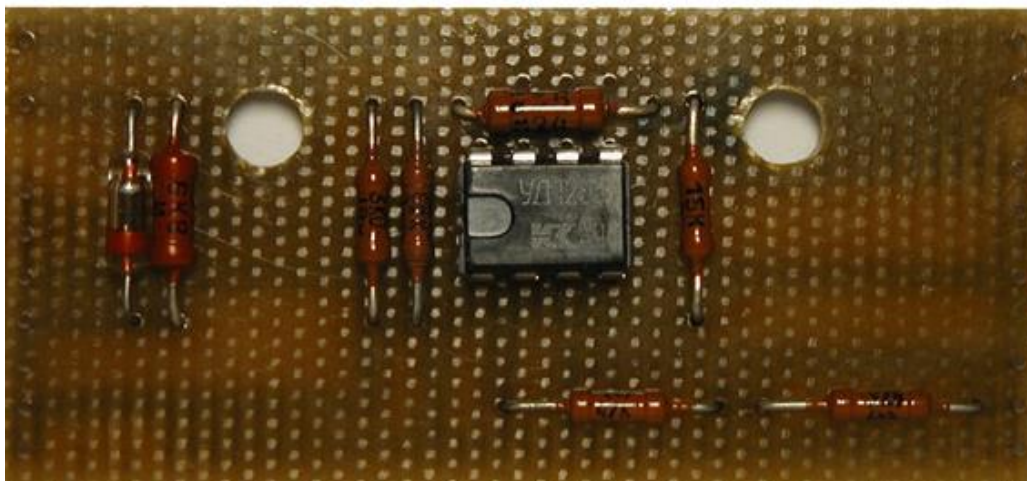


Рисунок 3.4 – Запропонований прилад

Характеристики запропонованого приладу представлені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Характеристики представленого приладу

Максимальне значення напруги на електродах	3,2 В
Максимальне значення струму на електродах	12,2мкА
Маса апарату в комплекті постачання не більше	0,240 кг
Габаритні розміри апарату	28x60x30 мм
Вартість	358,18 грн
Сумісність с ЕОМ	операційна система Windows 95 та вище
Час безперервної роботи	5 годин
Кількість методик	3

3.2 Порівняльний аналіз приладів для електропунктурної діагностики за критеріями

Для вибору приладу для електропунктурної діагностики проведено їх аналіз методом ієрархій, враховуючи шкалу відносної важливості (табл.3.4) [25]

Таблиця 3.4 – Варіанти приладів

Технологія	Короткий опис
А	МИТ-1 ЕПД (Україна)
В	Meridian (Китай)
С	Vollna Nova (Україна)
Д	Запропонований мікроконтролер

Таблиця 3.5 – Шкала відносної важливості

Інтенсивність відносної важливості	Визначення
1	рівна важливість
3	помірна перевага
5	сильна перевага
7	значна перевага
9	дуже сильна перевага
2,4,6,8	проміжні судження

Вибір робимо за критеріями, наведеними в таблицях 3.1 - 3.3, встановлюємо відносну вагу кожного критерію на основі матриці попарних порівнянь для обраних критеріїв.

Таблиця 3.6 – Попарне порівняння критеріїв

Критерій	1	2	3	4	5	$\sqrt[6]{\prod_{i=1}^6 \omega_i}$	X _i
1. Максимальне значення напруги на електродах	1	1/7	1/7	1	1	0,77	0,08
2. Габаритні розміри	7	1	1	5	5	2,8	0,31
3. Максимальне значення струму на електродах	7	3	1	5	5	3,49	0,38
4. Функціональні можливості	1	1	1	1	1/3	0,8	0,09
5. Вартість	1	1	1	3	1	1,24	0,14
Σ						9,1	1

Далі аналогічно складаємо 6 матриць попарних порівнянь альтернатив стосовно кожного критерію (таблиці 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 3.10, 3.11). Оскільки тепер порівнюються 4 технології по одному критерію, то $i = 1, 2, 3, 4$;

$$X_i = \frac{\sqrt[4]{\prod_{i=1}^4 \omega_i}}{\sum_{i=1}^4 \sqrt[4]{\prod_{i=1}^4 \omega_i}}; \quad \sum - \text{сума по стовпці } \sqrt[4]{\prod_{i=1}^4 \omega_i}. \quad (3.1)$$

Таблиця 3.7 – Порівняння альтернатив стосовно критерію «Максимальне значення напруги на електродах»

Технологія	A	B	C	D	$\sqrt[4]{\prod_{i=1}^4 \omega_i}$	X _i
A	1	5	5	3	2,94	0,5
B	1/5	1	1	1	0,66	0,11
C	1/5	1	1	1	0,66	0,11

D	1/3	5	5	1	1,69	0,28
Σ					5,95	1

Таблиця 3.8 – Порівняння альтернатив стосовно критерію «Габаритні розміри»

Технологія	A	B	C	D	$\sqrt[4]{\prod_{i=1}^4 \omega_i}$	X _i
A	1	1	1	1	1	0,17
B	5	1	3	1	1,96	0,34
C	5	1/3	1	1	1,13	0,2
D	7	1	1	1	1,62	0,29
Σ					5,71	1

Таблиця 3.9 – Порівняння альтернатив стосовно критерію «Максимальне значення струму на електродах»

Технологія	A	B	C	D	$\sqrt[4]{\prod_{i=1}^4 \omega_i}$	X _i
A	1	1	1	1	1	0,17
B	3	1	1	1	1,31	0,21
C	5	3	1	1	1,96	0,31
D	5	3	1	1	1,96	0,31
Σ					6,23	1

Таблиця 3.10 – Порівняння альтернатив стосовно критерію «Функціональні можливості»

Технологія	A	B	C	D	$\sqrt[4]{\prod_{i=1}^4 \omega_i}$	X _i
A	1	1	5	1	1,49	0,27

B	3	1	3	1	1,73	0,31
C	1/5	1/3	1	1/3	0,6	0,1
D	3	1	3	1	1,73	0,31
Σ					5,55	1

Таблиця 3.11 – Порівняння альтернатив стосовно критерію «Вартість»

Технологія	A	B	C	D	$\sqrt[4]{\prod_{i=1}^4 \omega_i}$	X _i
A	1	1	1	1	1	0,2
B	3	1	3	1	1,73	0,34
C	5	1/3	1	1	1,13	0,22
D	7	1	1/3	1	1,24	0,24
Σ					5,1	1

Глобальний пріоритет для кожної альтернативи обчислюється як сума добутоків кожного локального пріоритету на його ваговий коефіцієнт.

Таблиця 3.12 – Глобальний пріоритет для кожної альтернативи

Пріоритети	№1	№2	№3	№4	№5	Глобал ьний
Вага	0,08	0,31	0,38	0,09	0,14	
МИТ-1 ЕПД (Україна)	0,5	0,17	0,17	0,27	0,2	0,2096
Meridian (Китай)	0,11	0,34	0,21	0,31	0,34	0,2695
Vollna Nova (Україна)	0,11	0,2	0,31	0,1	0,22	0,2284
Розроблений прилад	0,28	0,29	0,31	0,31	0,24	0,2916

З порівняння глобальних пріоритетів різних видів терапевтичних апаратів (табл.3.12) видно, що найбільшим є пріоритет у розробленого приладу.

3.3 Розрахунок витрат на елементи електричної схеми

Таблиця 3.13 – Розрахунок вартості покупних виробів

Найменування елемента	Тип	Кількість, шт.	Ціна за одиницю, грн	Сума, грн
Мікросхема	AT91SAM	1	13,0	13,0
Мікросхема	CD4093B	3	10,50	31,50
Оптопари	PS2501-1 PS817(1010)	5	12	60,0
Акумулятор	6LR61 -9V	1	100	100,0
П'єзоелемент	TFM-71	1	8,73	8,73
Реле поляризоване	FTR-B4CB4.5Z	1	101,50	101,50
Стабілітрон	BZX55C3V3	2	1,20	3.60
	BZV85C7V5	1		
Світлодіод	GNL-3014PGC-1	3	1,75	5,25
	GNL-3014SRD	3	1,80	5,40
	GNL-3014YD	3	2,0	6,0
	GNL-3014SRD	1	1,60	1,60
	GNL-3014PGC-1	1	1,75	1,75
	GNL-3014YD	1	1,85	1,85

Резистор змінний	PVZ2A-C04- 0,1Вт - 1МОм	1	0,80	0,80
	PVZ2A_C01- 0,1Вт - 220 кОм	1	1,0	1,0
Резистор	R1 –R19	17	0,60	10,2
Конденсатори	C1-C6	6	1,0	6,0
Разом				358,18

Таким чином за допомогою методу аналізу ієрархій проведено порівняння чотирьох терапевтичних приладів за наступними критеріями: 1) максимальне значення напруги на електродах; 2) габаритні розміри; 3) максимальне значення струму на електродах; 4) функціональні можливості; 5) вартість;

Найбільший локальний пріоритет за багатьма критеріями є найвищим для розробленого приладу.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

4.1 Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих факторів

Проведення розрахунків та необхідність схемотехнічного моделювання, запропонованої в дипломній роботі технічної розробки, вимагали застосування сучасного програмного забезпечення: Multisim Power Pro Edition, MS Word, SPlan, Sprint Layout 6.0. Тому розглянемо потенційно небезпечні фактори, що виникають при роботі з персональним комп'ютером [26].

Робочі місця, обладнані персональними комп'ютерами, повинні відповідати вимогам «Правил охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин», затверджених Наказом Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду від 26.03.2010 року № 65 (Правила), та «Державних санітарних правил і норм роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин», затверджених постановою Головного державного санітарного лікаря України від 10.12.98 N 7 (ДСанПіН 3.3.2-007-98). Зазначені нормативно-правові акти встановлюють санітарно-гігієнічні вимоги до приміщення, в якому розташоване робоче місце, власне до робочого місця, освітлення, рівнів вібрації і шуму, мікроклімату в приміщенні тощо.

Будівлі та приміщення, де розміщені робочі місця з ЕОМ, мають бути не нижче другого ступеня вогнестійкості. Для всіх будівель і приміщень повинно бути визначено клас зони згідно з НПАОП 40.1-1.01-97. Відповідне позначення повинно бути нанесено на вхідних дверях кожного приміщення. Не дозволяється розташування приміщень з робочими місцями у підвалах і цокольних поверхах. Неприпустимим є розташування приміщень категорій А і Б, а також виробництв з мокрими технологічними процесами поряд з приміщеннями, де розташовуються робочі місця, а також над ними чи під ними. При цьому площа приміщення має бути

не менше 6,0 кв. м. із розрахунку на одне робоче місце, а об'єм – не менше 20,0 куб. м.

Віконні прорізи приміщень для роботи з персональними комп'ютерами мають бути обладнані регульованими пристроями (жалюзі, завіски, зовнішні козирки. Для внутрішнього оздоблення приміщень з персональними комп'ютерами слід використовувати дифузно-відбивні матеріали з коефіцієнтами відбиття для стелі 0,7-0,8, для стін 0,5-0,6. Покриття підлоги повинне бути матовим з коефіцієнтом відбиття 0,3-0,5. Поверхня підлоги має бути рівною, неслизькою, з антистатичними властивостями. Забороняється для оздоблення інтер'єру приміщень з персональними комп'ютерами застосовувати полімерні матеріали (деревинно-стружкові плити, шпалери, що миються, рулонні синтетичні матеріали, шаруватий паперовий пластик тощо), що виділяють у повітря шкідливі хімічні речовини. Полімерні матеріали для внутрішнього оздоблення приміщень з персональними комп'ютерами можуть бути використані при наявності дозволу органів та установ державної санітарно-епідеміологічної служби. Приміщення можуть обладнуватись шафами для зберігання документів, магнітних дисків, полицями, стелажами, тумбами тощо з урахуванням вимог до площі приміщень.

Заземлені конструкції (батареї опалення, водопровідні труби, кабелі із заземленим відкритим екраном), мають бути надійно захищені діелектричними щитками або сітками з метою недопущення потрапляння під напругу. Приміщення мають бути оснащені системою автоматичної пожежної сигналізації і вогнегасниками відповідно до вимог чинного законодавства України. Проходи до засобів пожежогасіння мають бути вільними. Крім того приміщення мають бути оснащені аптечками першої медичної допомоги.

При розміщенні робочих столів з персональними комп'ютерами слід дотримувати [27]:

- відстань між бічними поверхнями персональних комп'ютерів 1,2 м.;
- відстань від тильної поверхні одного персонального комп'ютера до екрана іншого – 2,5 м.

За потреби особливої концентрації уваги під час виконання робіт суміжні робочі місця операторів необхідно відділяти одне від одного перегородками висотою 1,5 — 2м.

Конструкція робочого місця користувача персонального комп'ютера має забезпечити підтримання оптимальної робочої пози офісного працівника. Конструкція робочого столу має відповідати сучасним вимогам ергономіки і забезпечувати оптимальне розміщення на робочій поверхні використовуваного обладнання (дисплея, клавіатури, принтера) і документів. Висота робочої поверхні робочого столу має регулюватися в межах 680-800 мм, а ширина і глибина – забезпечувати можливість виконання операцій у зоні досяжності моторного поля (рекомендовані розміри: 600-1400мм, глибина – 800-1000мм).

Робочий стіл повинен мати простір для ніг заввишки не менше ніж 600мм, завширшки не менше ніж 500мм, завглибшки (на рівні колін) не менше ніж 450мм, на рівні простягнутої ноги не менше ніж 650мм. Робочий стілець має бути підйомно-поворотним, регульованим за висотою, з кутом і нахилу сидіння та спинки і за відстанню від спинки до переднього краю сидіння поверхня сидіння має бути плоскою, передній край – заокругленим. Регулювання за кожним із параметрів має здійснюватися незалежно, легко і надійно фіксуватися. Шаг регулювання елементів стільця має становити: для лінійних розмірів – 15-20мм, для кутових – 2-5 градусів. Зусилля регулювання має не перевищувати 20Н. Висота поверхні сидіння має регулюватися в межах 400-500мм, а ширина і глибина становити не менше ніж 400мм. Кут нахилу сидіння — до 15 градусів вперед і до 5 градусів назад. Висота спинки стільця має становити (300±20) мм, ширина — не менше ніж 380 мм, радіус кривизни горизонтальної площини — 400мм. Кут нахилу спинки має регулюватися в межах 1-30 градусів від вертикального положення. Відстань від спинки до переднього краю сидіння має регулюватися в межах 260-400мм. Для зниження статичного напруження м'язів верхніх кінцівок слід використовувати стаціонарні або змінні підлокітники завдовжки не менше ніж 250мм, завширшки 50-70мм, що регулюються за висотою над сидінням у межах 230-260мм і відстанню між підлокітниками в межах 350-500мм. Поверхня сидіння і спинки стільця має бути напівм'якою з нековзним,

повітронепроникним покриттям, що легко очиститься і не електризується. Робоче місце має бути обладнане підставкою для ніг завширшки не менше ніж 300мм, завглибшки не менше ніж 400мм, що регулюється за висотою в межах до 150мм і за кутом нахилу опорної поверхні підставки до 20 градусів. Підставка повинна мати рифлену поверхню і бортик по передньому краю заввишки 10мм.

Робочі місця слід розташовувати відносно світових прорізів так, щоб природне світло падало переважно з лівого боку. Монітор має розташовуватися на оптимальній відстані від очей користувача, що становить 600-700мм, але не ближче ніж за 600мм з урахуванням розміру літерно-цифрових знаків і символів. Розташування екрана монітору має забезпечувати зручність зорового спостереження у вертикальній площині під кутом +30 градусів до нормальної лінії погляду працівника. Клавіатуру слід розташовувати на поверхні столу на відстані 100-300 мм від краю, звернутого до працюючого. У конструкції клавіатури має передбачатися опорний пристрій (виготовлений із матеріалу з високим коефіцієнтом тертя, що перешкоджає мимовільному її зсуву), який дає змогу змінювати кут нахилу поверхні клавіатури у межах 5-15 градусів. Висота середнього рядка клавіш має не перевищувати 30мм. Поверхня клавіатури має бути матовою з коефіцієнтом відбиття 0,4. Розташування пристрою введення — виведення інформації має забезпечувати добру видимість монітору, зручність ручного керування в зоні досяжності моторного поля і за висотою – 900-1300мм, за шириною 400-500мм. Під матричні принтери потрібно підкладати вібраційні килимки для гасіння вібрації та шуму[28].

Щодня перед початком роботи необхідно очищати монітор від пилу та інших забруднень. Після закінчення роботи персональний комп'ютер і периферійні пристрої повинні бути відключені від електричної мережі. У разі виникнення аварійної ситуації необхідно негайно відключити персональний комп'ютер і периферійні пристрої від електричної мережі.

Не допускається [29]:

- виконувати обслуговування, ремонт та налагодження персонального комп'ютеру та периферійних пристроїв безпосередньо на робочому місці оператора;

- зберігати біля персонального комп'ютеру та периферійних пристроїв папір, будь-які носії інформації (диски, флешки тощо), запасні блоки, деталі тощо, якщо вони не використовуються для поточної роботи;
- відключати захисні пристрої, самочинно проводити зміни у конструкції та складі персонального комп'ютеру та периферійних пристроїв або їх технічне налагодження;
- працювати з персональним комп'ютером, у яких під час роботи з'являються нехарактерні сигнали, нестабільне зображення на моніторі тощо;
- працювати з матричним принтером за відсутності вібраційного килимка та зі знятою (піднятою) верхньою кришкою.

Приміщення для роботи з персональними комп'ютерами мають бути обладнані системами опалення, кондиціонування повітря, або припливно-витяжною вентиляцією. У приміщеннях на робочих місцях мають забезпечуватись оптимальні значення параметрів мікроклімату: температури, відносної вологості й рухливості повітря у відповідності до ГОСТ 12.1.005-88, СН 4088-86 [30].

Таблиця 4.1 – Оптимальні мікрокліматичні показники згідно з СН 4088-86

Пора року	Категорія робіт	Температура повітря, град. С	Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
		оптимальна	оптимальна	оптимальна
Холодна	легка-1 а	22 - 24	40 - 60	0,1
	легка-1 б	21 - 23	40 - 60	0,1
Тепла	легка-1 а	23 - 25	40 - 60	0,1
	легка-1 б	22 - 24	40 - 60	0,2

Рівні позитивних і негативних іонів у повітрі мають відповідати санітарно-гігієнічним нормам № 2152-80.

Таблиця 4.2 - Рівні позитивних і негативних іонів у повітрі

Рівні	Кількість іонів в 1 см куб. повітря	
	n +	n -
Мінімально необхідні	400	600
Оптимальні	1500 – 3000	3000 - 5000
Максимально допустимі	50000	50000

Для підтримки допустимих значень мікроклімату та концентрації позитивних та негативних іонів необхідно передбачати установки або прилади зволоження та/або штучної іонізації, кондиціонування повітря. Приміщення, в яких встановлені персональні комп'ютери, повинні мати природне та штучне освітлення відповідно до СНиП II-4-79. Природне освітлення має здійснюватися через світлові прорізи, орієнтовані переважно на північ чи північний схід і забезпечувати коефіцієнт природною освітленості (КПО) не нижче ніж 1,5%. Розраховується КПО за методикою, викладеною в СНиП II-4-79. Штучне освітлення в приміщеннях з робочими місцями має здійснюватися системою загального рівномірного освітлення. У разі переважної роботи з документами, допускається застосування системи комбінованого освітлення (крім системи загального освітлення додатково встановлюються світильники місцевого освітлення). Зазначення освітленості на поверхні робочого столу у зоні розміщення документів має становити 300-500лк. Якщо ці значення освітленості неможливо забезпечити системою загального освітлення, допускається використовувати місцеве освітлення. При цьому світильники місцевого освітлення слід встановлювати таким чином, щоб не створювати відблисків на поверхні екрана, а освітленість екрана має не перевищувати 300лк. Як джерела світла в разі штучного освітлення мають застосовуватись переважно люмінесцентні лампи типу ЛБ. У разі влаштування відбитого освітлення у приміщеннях, де переважним чином працюють з документами, допускається

застосування металогалогенних ламп потужністю 250Вт. Допускається застосування ламп розжарювання у світильниках місцевого освітлення. Система загального освітлення має становити суцільні або переривчасті лінії світильників, розташовані збоку від робочих місць (переважно ліворуч), паралельно лінії зору працюючих.

Допускається використання світильників таких класів світлорозподілу:

- прямого світла — П;
- переважно прямого світла — Н;
- переважно відбитого світла — В.

Для загального освітлення слід застосовувати світильники серії ЛПО 3б із дзеркальними ґратами, що укомплектовані високочастотними пускорегулювальними апаратами (ВЧ ПРА). Допускається застосовувати світильники цієї серії без ВЧ ПРА тільки в модифікації «Кососвітло».

Застосування світильників без розсіювачів та екрануючих ґрат заборонено. Яскравість світильників загального освітлення в зоні кутів випромінювання від 50 до 90 градусів з вертикаллю в повздовжній та поперечній площинах має становити не більше ніж 200 кд/м^2 , захисний кут світильників — не менше ніж 40 градусів. Світильники місцевого освітлення повинні мати відбивач, що просвічує, із захисним кутом, не меншим ніж 40 градусів.

Слід передбачити обмеження прямої близькості від джерел природного та штучного освітлення. При цьому яскравість світлих поверхонь (вікна, джерела штучного освітлення), що розташовані в полі зору повинна бути не більше ніж 200 кд/м^2 . Необхідно обмежувати відбиту близькість на робочих поверхнях відносно джерел природного і штучного освітлення. При цьому яскравість відблисків на екрані ВДТ має не перевищувати 40 кд/м^2 , а яскравість стелі в разі застосування системи відбитого освітлення – 200 кд/м^2 .

Показник освітленості у разі використання джерел загального штучного освітлення у виробничих приміщеннях має не перевищувати 20, а показник дискомфорту в адміністративно-громадських приміщеннях має бути не більше за 40. Необхідно обмежувати нерівномірність розподілу яскравості в полі зору працюючих з ВДТ. При цьому співвідношення яскравостей робочих поверхонь має бути не

більшим ніж 3:1, а співвідношення яскравостей робочих поверхонь та поверхонь стін, обладнання тощо — 5:1. Коефіцієнт запасу для освітлювальних установок загального освітлення має дорівнювати 1,4. Коефіцієнт пульсації має не перевищувати 5%, що забезпечується застосуванням газорозрядних ламп у світильниках загального та місцевого освітлення з ВЧ ПРА для світильників будь-яких типів. Якщо не має світильників з ВЧ ПРА, то лампи багатолампових світильників або світильники загального освітлення, розташовані поруч, слід вмикати на різні фази трьохфазної мережі. Для забезпечення нормованих значень освітленості у приміщеннях з ВДТ ЕОМ та ПЕОМ слід чистити шибки і світильники принаймні двічі на рік і вчасно замінювати лампи, що перегоріли.

4.2 Електробезпека

Персональні комп'ютери, периферійні пристрої, інше устаткування (апарати управління, контрольно-вимірювальні прилади, світильники), електропроводи та кабелі за виконанням і ступенем захисту мають відповідати класу зони, мати апаратуру захисту від струму короткого замикання та інших аварійних режимів. Під час монтажу та експлуатації ліній електромережі необхідно повністю унеможливити виникнення електричного джерела загоряння внаслідок короткого замикання та перевантаження проводів, обмежувати застосування проводів з легкозаймистою ізоляцією і, за можливості, застосовувати негорючу ізоляцію. Лінія електромережі для живлення персональних комп'ютерів і периферійних пристроїв виконується як окрема групова трипровідна мережа шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників. Нульовий захисний провідник використовується для заземлення (занулення) електроприймачів. Не допускається використовувати нульовий робочий провідник як нульовий захисний провідник. Нульовий захисний провідник прокладається від стійки групового розподільного щита, розподільного пункту до розеток електроживлення. Не допускається

підключати на щиті до одного контактного затискача нульовий робочий та нульовий захисний провідники. Площа перерізу нульового робочого та нульового захисного провідника в груповій трипровідній мережі має бути не менше площі перерізу фазового провідника. Усі провідники мають відповідати номінальним параметрам мережі та навантаження, умовам навколишнього середовища, умовам розподілу провідників, температурному режиму та типам апаратури захисту.

У приміщенні, де одночасно експлуатуються понад п'ять персональних комп'ютерів і периферійних пристроїв, на помітному та доступному місці встановлюється аварійний резервний вимикач, який може повністю вимкнути електричне живлення приміщення, крім освітлення.

Персональні комп'ютери і периферійні пристрої повинні підключатися до електромережі тільки за допомогою справних штепсельних з'єднань і електророзеток заводського виготовлення. У штепсельних з'єднаннях та електророзетках, крім контактів фазового та нульового робочого провідників, мають бути спеціальні контакти для підключення нульового захисного провідника. Їхня конструкція має бути такою, щоб приєднання нульового захисного провідника відбувалося раніше, ніж приєднання фазового та нульового робочого провідників. Порядок роз'єднання при відключенні має бути зворотним. Не допускається підключати персональні комп'ютери та периферійні пристрої до звичайної двопровідної електромережі, в тому числі з використанням перехідних пристроїв.

Електромережі штепсельних з'єднань та електророзеток для живлення персональних комп'ютерів та периферійних пристроїв потрібно виконувати за магістральною схемою, по 3-6 з'єднань або електророзеток в одному колі. Штепсельні з'єднання та електророзетки для напруги 12В та 42В за своєю конструкцією мають відрізнятися від штепсельних з'єднань для напруги 127В та 220В. Штепсельні з'єднання та електророзетки, розраховані на напругу 12В та 42В, мають візуально (за кольором) відрізнятися від кольору штепсельних з'єднань, розрахованих на напругу 127В та 220В. Індивідуальні та групові штепсельні з'єднання та електророзетки необхідно монтувати на негорючих або важкогорючих пластинах. Електромережу штепсельних розеток для живлення персональних

комп'ютерів і периферійних пристроїв при розташуванні їх уздовж стін приміщення прокладають по підлозі поруч зі стінами приміщення, як правило, в металевих трубах і гнучких металевих рукавах, а також у пластикових коробах і пластмасових рукавах з відводами відповідно до затвердженого плану розміщення обладнання та технічних характеристик обладнання. При розміщенні в приміщенні до п'яти персональних комп'ютерів і периферійних пристроїв допускається прокладання трипровідникового захищеного проводу або кабелю в оболонці з негорючого чи важкогорючого матеріалу по периметру приміщення без металевих труб та гнучких металевих рукавів. Не допускається в одній трубі прокладати ланцюги до 42В та вище 42В.

При організації робочих місць електромережу штепсельних розеток для живлення персональних комп'ютерів, периферійних пристроїв і у центрі приміщення прокладають у каналах або під знімною підлогою в металевих трубах або гнучких металевих рукавах. При цьому не допускається застосовувати провід і кабель в ізоляції з вулканізованої гуми та інші матеріали, які містять сірку[31].

4.3 Пожежна та техногенна безпека

Категорія приміщення по пожежній вибухонебезпечності згідно СНиП 2.01.02 - 85 має I ступінь вогнестійкості, а по пожежовибухонебезпеці відноситься до категорії В, тобто в приміщенні зберігаються тверді горючі речовини. Клас приміщення лабораторії з пожежної небезпеки відповідно до ПУЕ-85-П-110 (використовуються горючі матеріали, магнітні носії інформації) [32].

У лабораторії можливі наступні причини виникнення пожежі: несправність електропроводки, порушення протипожежних правил і правил експлуатації приладів. Тому, відповідно до ГОСТ 12.4.009-83 в приміщенні слід встановити первинні засоби пожежогасіння. Виходячи із загальної площі приміщення і категорії приміщення з вибухопожежної та пожежної небезпеки, потрібно поставити два вогнегасника з вуглекислою типу ОУ-5. Вогнегасники повинні розміщуватися на висоті не більше

1,5 м від рівня підлоги до нижнього торця вогнегасника. Їх розміщують таким чином, щоб інструктивні написи на корпусі були видні.

Також пропонується застосування сигналізації про виникнення пожежі шляхом установки датчиків КН-1, налаштованих на температуру спрацювання 70°C. Оскільки один датчик типу КН-1 здатен контролювати площу 3 м² розрахуємо кількість датчиків (К_д) необхідних для приміщення лабораторії [32]

$$K_{д} = \frac{S}{3} = \frac{20}{3} \approx 7шт \quad (4.1)$$

Для більш надійного контролю приміщення лабораторії прийнято кількість датчиків типу КН-1 яка дорівнює 8. Різні рідини використовувани при монтажно-складальних роботах (спирт, розчинники, скипидар і ін.), повинні зберігатися в закритому небиткому посуді. Посуд повинен мати написи про його вміст.

Організаційно-технічними заходами щодо забезпечення пожежної безпеки є: організація навчання персоналу правилам пожежної безпеки; розробка заходів щодо дій робітників на випадок виникнення пожежі. Важливою мірою щодо забезпечення пожежної безпеки є організація пожежної охорони приміщення, яка передбачає профілактичний і оперативне обслуговування. Оскільки в лабораторії працює 4 людини, тому в разі виникнення пожежі при евакуації робочого персоналу використовується вхідні двері, згідно плану евакуації (рис. 4.1).

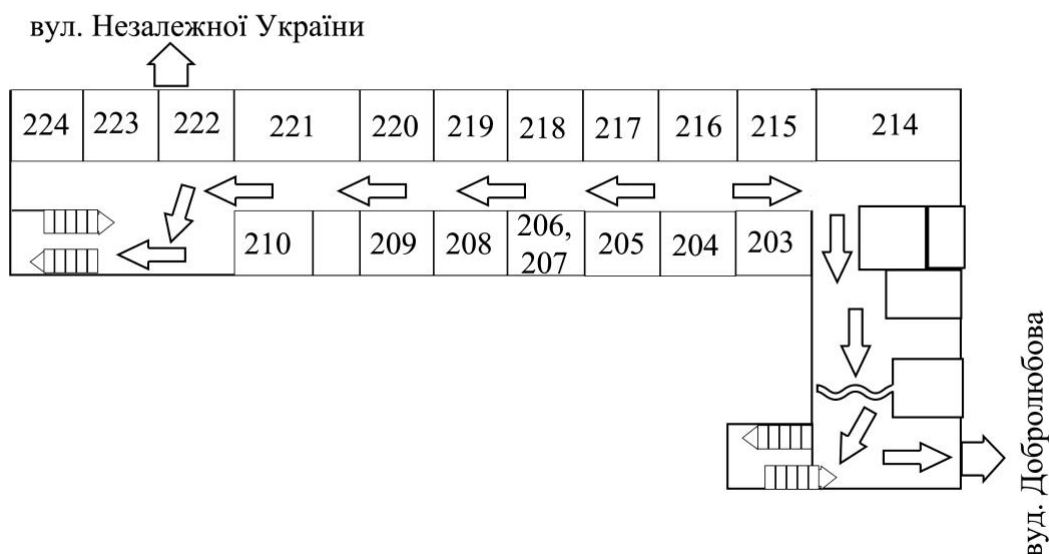


Рисунок 4.1 – План евакуації на випадок пожежі

4.4 Визначення стану виробничого середовища при роботі з комп'ютерною технікою

Відомо, що робота працівників, пов'язаних з електронно-обчислювальними машинами (ЕОМ) та супутньою технікою, відноситься до професій з нервово-емоційним навантаженням. Це пояснюється впливом ряду шкідливих чинників: електромагнітні поля, статична електрика, шум, температура, складність забезпечення раціонального освітлення, перенапруження аналізаторів, монотонність праці, гіподинамія, тощо. Досліджено основні параметри мікроклімату приміщень і шуму, наведено пропозиції по їх покращенню, що суттєво оздоровляє умови праці фахівців з ЕОМ.

Для оцінки стану виробничого середовища приміщень з ЕОМ проводилось дослідження основних параметрів мікроклімату: температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, у різних за призначенням приміщенні комп'ютерного залу ІННІ ім. Ю.М. Потебні ЗНУ з використанням стандартної вимірювальної апаратури. Характеристика приміщення: загальна площа – 71,9 м²; загальний об'єм – 194,1 м³;

кількість комп'ютерів – 12 шт.; кількість принтерів – 6 шт.; кількість робітників – 24 особи; площа на робітника – 5,99 м²; об'єм на робітника – 16,18 м³. Згідно загальних санітарних норм (НПАОП 0.00-1.28-10) в приміщеннях не повністю забезпечена необхідна площа на одне робоче місце (не менше 6 м²): в комп'ютерному залі ЗДІА 5,99 м², відповідно менше на 0,16%, а необхідний об'єм (не менше 20 м³) не виконується на 19% (16,18 м³). В цілому ускладнюється можливість підтримки необхідного мікроклімату. Результати виміру параметрів мікроклімату наведено у табл. 3.3

Аналіз одержаних даних свідчить про необхідність підвищення загальних санітарно-технічних вимог до повітря робочої зони. Для легкої категорії важкості праці і теплого періоду року оптимальні параметри мікроклімату складають: температура 22-24 °С [28], відносна вологість – 40-60 % [29]. Визначено перевищення температури на 5,4-6,4 °С, а відносній вологості на 8,0-12,4% [30]. Що стосується швидкості руху повітря, то за нормативної величині 0,2-0,5 м/с [33] суттєво пониження її значень було зафіксовано в комп'ютерному залі ІННІ ім. Ю.М. Потебні ЗНУ в 2 рази.

Таблиця 4.3 – Параметри клімату приміщення

Точки замірів	Час замірів	Температура за Цельсієм	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
1	Ранок	29,8	49	0,1
	День	28	66	0,1
	Вечір	30,8	48	0,1
2	Ранок	28,6	49	0,1
	День	27,4	64	0,1
	Вечір	31	46	0,1
3	Ранок	29,8	50	0,1
	День	29,2	60	0,1
	Вечір	31	46	0,1

Для нормалізації мікроклімату виконувались розрахунки системи кондиціонування повітря для видалення надлишкової теплоти та вологи. Величину сумарного виділення теплоти визначали за формулою[34]:

$$Q\Sigma = Q_{з.о.} + Q_{в.о.} + Q_{с.р.} + Q_{ін} + Q_{обл} + Q_{ш.о.} + Q_{л} + Q_{н.п.}, \quad (4.2)$$

де $Q_{з.о.}$, $Q_{в.о.}$ - теплота, що надходить через зовнішні непрозорі та внутрішні огороження відповідно, кВт/год.; $Q_{с.р.}$ - теплота сонячної радіації, кВт/год.; $Q_{ін}$, $Q_{обл}$, $Q_{ш.о.}$ - теплота, яка надходить від інфільтрації, виробничого обладнання та штучного освітлення відповідно, кВт/год.; $Q_{р}$, $Q_{нп}$ - теплота, яку виділяють робітники та нагрівальні прилади відповідно, кВт/год. Значення загального виділення вологи обчислювали з використанням рівняння:

$$W = W_{т.о.} + W_{з.п} + W_{ш.р} + W_{ін}, \quad (4.3)$$

де $W_{т.о.}$ - волога, яку виділяє обладнання під час виконання технологічних процесів, кг/год.; $W_{з.п}$ - волога від змочених поверхонь, кг/год.; $W_{ш.р}$ $W_{ін}$ - волога, яку виділяє шкіра робітників, та надходить із зовнішнім повітрям за інфільтрації відповідно, кг/год.

Для асиміляції шкідливих виділень в приміщеннях необхідно забезпечити подавання певної кількості повітря, в тому числі: - для нейтралізації надлишку теплоти G_Q :

$$G_Q = \frac{Q_k}{0,24 \cdot \Delta t_p}, \text{ км/год} \quad (4.4)$$

де Δt - нормоване підвищення внутрішньої температури над її зовнішнім рівнем, °С;

- для нейтралізації виділень вологи G_w :

$$G_w = \frac{w}{d_d - d_n} \quad (4.5)$$

де d_d, d_n - вміст вологи внутрішнього та припливного повітря відповідно, кг/год.

Вибір кондиціонера здійснено за найбільшою розрахунковою величиною G_Q и G_w . Виконані розрахунки дозволили встановити, що необхідно додатково обладнати дисплейний зал ІННІ ім. Ю.М. Потебні ЗНУ двома автономними кондиціонерами типу «Mitsubishi Heavy SRK40HG-S».

Отже, результати досліджень мікроклімату робочої зони приміщення з відео-дисплейною технікою за умов комп'ютерного залу Інженерного навчально - наукового інституту ім. Ю.М.Потебні ЗНУ показали необхідність підвищення загальних санітарно-технічних вимог до повітря робочої зони. Запропоновано додаткове оснащення приміщень сучасними кондиціонерами з визначеними параметрами. Комплексний підхід до вирішення існуючих проблем з покращенням параметрів мікроклімату приміщень дозволить суттєво підвищити продуктивність розумової праці при роботі на комп'ютерах, і покращити умови праці.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

- В ході роботи було виявлено, що основними труднощами при практичній реалізації методів, що базуються на реєстрації електричних параметрів біологічно активних точок, є сильна нелінійність вольтамперної характеристики точок акупунктури. Тому різниця методів і відповідних приладів полягає у виборі різних квазілінійних ділянок цієї взагалі багатозначної кривої.
- Проаналізувавши всі переваги й недоліки існуючих методів, а також дослідивши параметри ряду застосовуваної для їх здійснення апаратури, було ухвалене рішення використати для подальшої розробки метод та апарат Р.Фолля.
- Дослідження впливу акупунктурної терапії на нервову систему людини, що перебуває в стресовому стані, показало, що акупунктура має тривалий сприятливий вплив на сприйняття стресу навіть після завершення лікування.
- Розроблено прилад для лікувальної практики, що не має аналогів завдяки таким якостям:
 1. Прилад розроблений з додатковими елементами, що сигналізують, коли контакт зі шкірою відсутній або процедура закінчена.
 2. Передбачено періодичну зміну полярності імпульсів струму на електродах, що до деякої міри вирішує проблему чутливості шкіри пацієнтів.
- З метою поєднання функцій діагностики та лікування розроблено діагностично-лікувальний комплекс, що побудований на основі світлодіодного діагностичного приладу та стимулюючого апарату.
- Запропоновані розробки можуть бути використані в лабораторії кафедри та впроваджені в лікувальні заклади міста Запоріжжя.

ЛІТЕРАТУРА

1. <https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S2215-0366%2820%2930462-4>
2. Хекер Х.-У, Стивлинг А., Пекер Э.Т. Акупунктура. Практическое руководство: МЕДпресс-информ., 2021. – 656с.
3. Здыбский В.И., Шаповалов С.В. Распределение основных точек акупунктуры по группам и их терапевтическое применение. - Харьков, 1993. - 50 с.
4. Мачерет Е. Л., Коркушко А.О. Основы электро- и акупунктуры. - Киев: Здоровье, 1993. - 390 с.
5. У Цзинь, Ван Юншэн. Сто ответов на вопросы о "Чжоу И".: - К.: Ника-Центр, 2001.- 312 с.
6. Лисенюк В. П., Самосюк І. З., Кожанова А. К. Сучасні стандарти та критерії у реабілітаційній медицині // Вопр. реабілітації, курортології, фізіотерапії. — 2000. — № 2. — С. 48–51.
7. Швець Н.І., Підаєв А.В., Бенца Т.М., Миронець В.І., Федорова О.О., Маланчук Т.О. Еталони практичних навиків з терапії. Науково-медичних посібник з терапії К.: Главмеддрук, 2005. – 540с.
8. Berman V.M. The evidence for acupuncture as a treatment for rheumatologic conditions / V.M. Berman, J.P. Swyers, J. Ezzo // *Rheum. Dis. Clin. North Am.* — 2009. — Vol. 26. — P. 103-115.
9. Bernateck M. Adjuvant auricular electroacupuncture and autogenic training in rheumatoid arthritis: a randomized controlled trial. Auricular acupuncture and autogenic training in rheumatoid arthritis / M. Bernateck, M. Becker, C. Schwake [et al.] // *Forsch. Komplementmed.* — 2012. — Bd. 15. — S. 187-193.
10. Lin J.G. Analgesic effect of electroacupuncture in a mouse fibromyalgia model: Roles of TRPV1, TRPV4, and pERK / J.G. Lin, C.L. Hsieh, Y.W. Lin // *PLoS One.* — 2015. — Vol. 10, № 6.
11. MacPherson H. Unanticipated insights into biomedicine from the study of acupuncture / H. MacPherson, R. Hammerschlag, R. Coeytaux [and others] // *The*

- Journal of Alternative and Complementary Medicine. — 2016. — V. 22(2). — P. 101-107
12. Birch S. Acupuncture adverse events in China: a glimpse of historical and contextual aspects / S. Birch, T. Alraek, A.J. Norheim // J. Altern. Complement. Med. — 2013. — Vol. 19, № 10. — P. 845-850.
13. Chen B. A review of recent researches on correlation between ATP and acupuncture efficacies / B. Chen, Y. Guo, X. Zhao [et al.] // Zhen Ci Yan Jiu. — 2012. — Vol. 37, № 4. — P. 338-344.
14. М. Холлифилд , Н. Синклер-Лиан , Т. Уорнер , Р. Хаммершлаг. Акупунктура при посттравматическом стрессовом расстройстве: рандомизированное контролируемое пилотное исследование. J Nerv Ment Dis , 195 (2020) , стр. 504–513.
15. Довгий І. Л. Захворювання периферичної нервової системи / за ред. Н. К. Свиридової . – Б. Церква: ПАТ «Білоцерківська книжкова фабрика», 2016.- Т. 1.- 718 с.
16. Довгий І. Л. Захворювання периферичної нервової системи / за ред. Н. К. Свиридової . – Б. Церква: ПАТ «Білоцерківська книжкова фабрика», 2016.- Т. 2.- 522 с.
17. Лекція циклу спеціалізації з рефлексотерапії “Застосування теорії ІНЬ і ЯН в традиційній китайській медицині” / Чуприна Г. М., Труфанов Є.О., Свиридова Н. К. [та ін.].- СхідноЄвропейський неврологічний журнал. - 2018, №4(22).- С.26-31.
18. Лекція циклу спеціалізації з рефлексотерапії «Використання рефлексотерапії у складі комплексних лікувальних заходів в косметології» / Свиридова Н. К., Чуприна Г. М., Парнікоза Т. П., Чередніченко Т. В. - Східно-Європейський невролог. журн. –2017.- №2 (14).- С. 4-10.
19. Лекція циклу спеціалізації з РТ «Практичне застосування теорії У-Сін в традиційній китайській медицині» / Чуприна Г. М., Свиридова Н. К., Парнікоза Т. П. [та ін.].- СхідноЄвроп. неврологічний журнал. - 2018, №2(20).- С.19-23.

20. Лекція циклу спеціалізації з РТ «Теоретичні та методологічні основи рефлексотерапії» / Чуприна Г. М., Свиридова Н. К., Парнікоза Т. П. [та ін.]. - Східно-Європ. неврологічний журнал. - 2018, №2(20). - С.19-23.
21. Лекція циклу спеціалізації з РТ «Цефалгії: клініка, діагностика та лікування» / Чуприна Г. М., Свиридова Н. К., Парнікоза Т. П. [та ін.]. - Східно-Європ. неврол. журнал. - 2018, №2(20). - С.12-18.
22. Лекція циклу спеціалізації з рефлексотерапії «Теорія ІНЬ- ЯН, як основа для діагностики і лікування захворювань» / Чуприна Г. М., Свиридова Н. К., Парнікоза Т. П. - Східно-Європейський неврологічний журнал. - 2017, №4(16). - С.30-35.
23. Рефлексотерапія: підручник / [Свиридова Н. К., Морозова О. Г., Чуприна Г. М. та ін.]; за ред. Н. К. Свиридової, О. Г. Морозової. - К. : ТОВ СІКГРУП Україна, 2017. – Т. 3. - 476 с.
24. Аналіз ринку медичних препаратів і обладнання//www.cd-rom.ru/inform-registr/03-246.htm
25. Головка О.П. Техніко-економічне обґрунтування проектно-конструкторських робіт. Методичні вказівки до самостійної роботи та виконання дипломних і контрольних робіт для студентів спеціальності 7.0908.04 «Фізична і біомедична електроніка»/ Швець Є.Я., Головка О.П. - Запоріжжя: ЗДІА, - 2010. – 17с.
26. Методичні вказівки до опрацювання розділу “Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях” в дипломних проектах і роботах студентів спеціальностей, що пов’язані з функціональною електронікою, автоматизацією та управлінням / Уклад. О. В. Березюк, М. С. Лемешев. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 64 с.
27. Жидецкий В.Ц. Основы охраны труда. Учебник/ Жидецкий В.Ц., Джигерей В.С., Мельников А.В. – Львов: Афиша. - 2001. – 352с.
28. Небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Класифікація: ГОСТ 12.0.003-74. – [Чинний від 1976-10-01]. – (ГОСТ (Міждержавний стандарт)).

29. Івах Р.М. Основи охорони праці [Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів] / Р.М.Івах, Я.І. Бедрій, Б.О. Білінський, М.М. Козяр. – К.: Кодар, 2010. – 462 с.
30. Практикум. Охрана труда / Ю.Ф. Булгаков, В.Л. Овчаренко; под общ. ред. Ю.Ф. Булгакова. – Донецк: ООО «Цифровая типография», 2017. – 180 с
31. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень: ДСН 3.3.6.042-99. — [Чинний від 1999-12-01]. – (ДСН (Державні санітарні норми)).
32. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів: НПАОП 40.1-1.21-98 (ДНАОП 0.00-1.21-98). — [Чинний від 1998-02-20]. – (НПАОП, ДНАОП (Державні Нормативні Акти з Охорони Праці)).
33. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. – [Чинний від 2017-01-01]. – (ДСТУ (Державний Стандарт України)).
34. Законодавство України [Електронний ресурс]: Про затвердження Правил пожежної безпеки... | від 30.12.2014 № 1417 (Сторінка 1 з 6) – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15>. - Дата доступу: вер. 2021. – Назва з екрана.