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 параметрів біологічно активних точок та розробка електропунктурного стимулятора*

Виконав: студент *II* курсу, групи *8.1764*
спеціальності *176 Мікро- та наносистемна техніка*
(код і назва спеціальності)
освітньої програми *176 Мікроелектронні інформаційні системи*
(код і назва освітньої програми)
Дичек Дмитро Миколайович
(ініціали та прізвище)

Керівник *доцент кафедри ЕІСПЗ, доцент, к.т.н., Небеснюк Оксана Юріївна*
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент *інженер-конструктор «Конструкторське бюро Колосова» Григор'єва І.К.*
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя

2025

МІНІСТЕРСТВО СВІТИ 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)
(перший (бакалаврський) рівень
Спеціальність 176 Мікро- та наносистемна техніка
(назва)
Освітня програма Мікроелектронні інформаційні системи
(шифр)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Т. В. Критська

« 01 » грудня 2025 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)
Дичеку Дмитру Миколайовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проєкту) *Дослідження параметрів біологічно активних точок та розробка електропунктурного стимулятора*
керівник роботи *Небеснюк О.Ю., к.т.н.,доцент*
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом ЗНУ від " 27 " лютого 2025 року № 313-с

2.Строк подання студентом роботи 28.11 2025 р.
3. Вихідні дані до роботи: *електропунктурний стимулятор: метод Фолля, живлення -9 В; можливість керування формою, амплітудою та частотою імпульсів струму; незначні габаритні розміри та низька вартість.*

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) *1 Методи акупунктурної діагностики. Переваги та недоліки. 2 Дослідження системи вимірювання фізичних параметрів біологічно-активних точок і розробка електропунктурного стимулятора. 3 Техніко-економічне обґрунтування 4 Охорона праці та техногенна безпека*

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

Л1 Класифікація акупунктури Л2 Порівняння методів акупунктури Л3 Математична модель активності акупунктури Л4. Система вимірювання фізичних параметрів біологічно-активних точок Л5 Система вимірювання фізичних параметрів біологічно-активних точок Л6 Схема електрична

принципова електростимулятора Л7 Результати моделювання приладу в Electronic Workbench Л8 Топологія друкованої плати. Л9 Складальне креслення

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
I	Небеснюк О.Ю., доц. каф. ЕІСПЗ	21.10.24	23.12.24
II	Небеснюк О.Ю., доц. каф. ЕІСПЗ	24.12.24	06.10.25
III	Небеснюк О.Ю., доц. каф. ЕІСПЗ	13.10.25	03.11.25
IV	Небеснюк О.Ю., доц. каф. ЕІСПЗ	10.11.25	24.11.25

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи магітсра

7. Дата видачі завдання *21.10.2024 р.*

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи магістра	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи магістра	Примітка
1	*Аналіз матеріалу за темою кваліфікаційної роботи*	*04.11. -29.11.24*	
2	*Аналіз методів для проведення акупунктури*	*01.12.24 -23.12.24*	
3	*Розробка математичної моделі*	*24.12.24 -26.02.25*	
4	*Розробка системи вимірювання параметрів*	*03.03-30.04.25*	
5	*Розробка схеми електричної принципової та топології друкованої плати*	*05.05.25-23.09.25*	
5	*Оформлення другого розділу*	*29.09 -06.10.25*	
6	*Розділ «Техніко-економічне обґрунтування»*	*13.10-03.11.25*	
7	*Розділ «Охорона праці та техногенна безпека»*	*10.11. -24.11.25*	
8	*Оформлення пояснювальної записки, виконання креслень*	*24.11. -27.11.25*	

Студент _____ *Дичек Д.М.*
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи (проєкту) _____ *Небеснюк О.Ю.*
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ *Верьовкін Л. Л.*
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота містить 81 сторінку, 23 рисунка, 16 таблиць, 25 джерела літератури.

Об’єкт дослідження – прилади для акупунктурної діагностики та терапії.

Ціль роботи – дослідження активності електропунктури та розробка електропунктурного стимулятора БАТ.

Задачі роботи - провести аналіз методів для проведення акупунктури; розробити математичну модель активності акупунктури; реалізувати систему вимірювання фізичних параметрів біологічно-активних точок; розробити схему електричну принципову електростимулятора; виконати топологію друкованої плати та складальне креслення.

Методика досліджень – моделювання та розрахунки в MATLAB, схемотехнічне моделювання в Electronic Workbench.

Короткий виклад результатів досліджень – розроблено модель бюджетного електропунктурного стимулятора, що генерує однополярні прямокутні імпульси зі змінною частотою, тривалістю і амплітудою. Розрахункові габаритні розміри приладу складають 49×58 мм.

АКУПУНКТУРА, ДІАГНОСТИКА, ЕЛЕКТРОПУНКТУРНИЙ СТИМУЛЯТОР, ТРАНЗИСТОР, БІОЛОГІЧНО АКТИВНА ТОЧКА, ХАРАКТЕРИСТИКИ, МЕТОД, ПАРАМЕТРИ, СИГНАЛИ.

Робота виконана на кафедрі електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення в період з 01 вересня по 28 листопада 2025 р.

ЗМІСТ

ВСТУП 6

1 МЕТОДИ АКУПУНКТУРНОЇ ДІАГНОСТИКИ. ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ 7

1.1 Акупунктура. Класифікація методів 7

1.2 Показання та протипоказання для проведення акупунктури 13

1.3 БАТ і методи дослідження та оцінки функціонального стану організму за результатами вимірювання їх параметрів 17

1.3.1 Метод К. Абакані 18

1.3.2 Метод Е. Накатані 20

1.3.3 Метод Р. Фолля 22

2 ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ВИМІРЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ ТОЧОК ТА РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОПУНКТУРНОГО СТИМУЛЯТОРА 26

2.1 Розробка математичної моделі активності акупунктури 26

2.2 Розробка системи вимірювання фізичних параметрів біологічно активних точок в середовищі MatLab 37

2.3 Розробка схеми електропунктурного стимулятора 43

2.4 Моделювання роботи приладу в Electronic Workbench 51

2.5 Розробка топологій друкованої плати та сбіркового креслення приладу 52

3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ 55

3.1 Розрахунок витрат на елементи схеми електростимулятора 55

3.2 Порівняльний аналіз приладів для електростимуляції 56

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА 65

4.1 Характеристика потенційно небезпечних та шкідливих факторів 65

4.2 Інструкція з техніки безпеки при експлуатації апарату для стимуляції БАТ 66

4.3 Електробезпека 67

4.4 Пожежна та техногенна безпека 70

4.5 Розрахунок параметрів мікроклімату в приміщенні при роботі з комп'ютерною технікою 72

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ 76

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ 77

ВСТУП

Рефлексотерапія є одним із найдавніших і водночас актуальних методів немедикаментозного лікування, який ґрунтується на подразненні певних біологічно активних точок організму. Вона поєднує у собі традиції східної медицини та сучасні наукові підходи, що дозволяють пояснити її ефективність із позицій нейрофізіології.

Метод рефлексотерапії бере свій початок у Стародавньому Китаї понад 2000 років тому. Він базується на вченні про меридіани — енергетичні канали, якими циркулює життєва енергія «ці». У європейській медицині цей метод почав поширюватися з XVIII–XIX ст., а наукове обґрунтування отримав у XX столітті.

Сучасна медицина пояснює ефективність рефлексотерапії активацією периферичних нервових рецепторів, які передають сигнали до центральної нервової системи. Це запускає каскад рефлекторних реакцій, що впливають на функції органів та систем. Крім того, відбувається стимуляція вироблення ендорфінів, які зменшують больові відчуття та покращують психоемоційний стан.

Рефлексотерапія є ефективним додатковим методом у комплексному лікуванні та профілактиці багатьох захворювань. Вона поєднує традиційні знання та сучасні наукові підходи, забезпечуючи широкий спектр терапевтичних ефектів. Крім того, ця процедура не викликає медикаментозних і немедикаментозних алергій. Проте застосування цього методу потребує високої кваліфікації спеціаліста та врахування можливих протипоказань.

У наше століття цей метод лікування одержав широке поширення. Відкриваються клініки і діагностичні центри з лікування різного роду захворювань за допомогою голковколювання, припікання і впливу на точки струмом.

Люди зі всього світу говорять про ефективність цього методу, а вчені про безпеку і простоту [1].

1 МЕТОДИ АКУПУНКТУРНОЇ ДІАГНОСТИКИ. ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ

1.1 Акупунктура. Класифікація методів

Акупунктура (від латинського «acus» – голка і «punctio» – колоти) або голковколювання, голкорефлексотерапія, рефлексотерапія – один з методів традиційної китайської медицини, яка зародилася приблизно 2 000 – 3 000 років тому. Його принцип полягає у веденні голок в строго певні локальні зони (активні точки) поверхні тіла.

Цей метод лікування отримав визнання на державному рівні практично у всій Європі, а також у США, Канаді та багатьох інших країнах. В Україні акупунктура офіційно називається рефлексотерапією, а лікар-фахівець по ній – рефлексотерапевтом. В даний час вона внесена до номенклатури лікарських і провізорських спеціальностей. Цій події передували довгі та важкі докази того, що рефлексотерапія відповідає основному критерію медичної спеціальності – наукової обгрунтованості і наявності самостійної цілісної системи діагностики та лікування. Сучасної теоретичної бази до недавнього часу вона не мала, що породжувало стримане, а то й негативне ставлення до її використання в охороні здоров'я. Однак підсумки різноманітних досліджень дозволяють зробити висновок, що акупунктура та інші види впливу на активні точки є ефективним методом регуляції захисних та адаптаційних реакцій організму.

В даний час рефлексотерапія придбала значення зведеного терміна, яким позначають різні за своїми характеристиками лікувальні впливи на активні точки організму, в тому числі і електричним струмом – електрорефлексотерапія (електропунктура, електроакупунктура), лазерним випромінюванням –

лазерорефлексотерапія (лазеропунктура). Часто використовують поєднання двох, або декількох факторів, які впливають, наприклад, – магніто-лазерна рефлексотерапія. [2]

Основним методом впливу в акупунктурі все ж залишається укол голкою. Розрізняють корпоральну (тілесну) акупунктуру і акупунктуру через вплив на точки мікроакупунктурних систем (рисунок 1.1).

Класична корпоральна голкотерапія – метод лікування захворювань за допомогою впливу на активні точки шкіри і підлеглі тканини всього тіла. До методів впливу на мікроакупунктурні системи відносяться: аурікулярная акупунктура – вплив на точки вушної раковини, манопунктура – вплив на точки та зони долонь рук, педопунктура – вплив на точки та зони стоп, оральна акупунктура – вплив на точки області слизової щік, губ, ясен , і так далі. [3]



Рисунок 1.1 – Класифікація методів акупунктури

Використовуються голки з нержавіючої сталі, срібла, золота, платини, паладію діаметром 0,26-0,32 мм і довжиною від 1 до 12 см. В окремих випадках, наприклад, при лікуванні травм хребта, їх довжина може досягати 45 см. Велике значення мають напрям, глибина введення голок, час перебування їх в активній точці, способи маніпулювання і вилучення. Тривалість сеансу від 15 до 60 і більше хвилин. Курс лікування може включати в себе від 2 до 20 сеансів. Кількість курсів – індивідуально.

Перш, ніж почати лікування, необхідно встановити діагноз. Тут існує два основних підходи: західний, коли, виходячи з діагнозу наукової медицини, визначається перелік активних точок (цей підхід є недосконалим, оскільки не враховує особливостей конкретного пацієнта) і східний – більш ефективний підхід, коли після ретельного опитування, огляду, специфічних прийомів діагностики, встановлюється діагноз, що враховує індивідуальність пацієнта, а потім визначається набір точок для лікування.

У поняття опитування входить докладний збір даних про сім'ю пацієнта, спадковості, спосіб життя, про раніше перенесені захворювання. При опитуванні дуже важливий облік добових, місячних, сезонних, річних та інших біоритмів людини, який допоможе в уточненні діагнозу та виявленні постраждалої системи. Також важлива інформація про апетит, настрій, сон. Для полегшення та систематизації опитування створені спеціальні опитувальники, що містять близько 120 пунктів, які дозволяють уточнити як загальний стан енергетики, так і основні проблеми в організмі людини.

Після опитування починається огляд пацієнта, який проводиться послідовно: волосся, очі, ніс, губи, рот, зуби, глотка, шкіра обличчя і тіла, і так далі. При огляді шкіри звертають увагу на її колір, ділянки підвищеної пігментації або ділянки, на яких пігмент відсутній.

Велике значення східна медицина надає огляду особи. Топографічно на лівій щоці відбивається стан печінки, на правій – легких, на шкірі чола – стан серця, на підборідді – нирок, на носі – селезінки. Існують і значно складніші

схеми. При огляді області очей звертають увагу не тільки на самі очі, але й на навколишні їх м'які тканини. Різні зміни в області нижньої повіки можуть вказувати на порушення функції нирок, дисбаланс в тонкій кишці. Вивчається райдужна оболонка, що представляє собою мікроакупунктурную систему, в якій кожен орган, частину тіла має свою чітку проекцію. Огляд долонь стоп також є дуже важливим джерелом інформації, у зв'язку із наявністю на них своїх мікроакупунктурних систем. В даний час також розроблена система оральної (що належить до рота) акупунктури, яка дозволяє за станом порожнини рота і зубів судити про зміни в конкретних органах і системах.

При огляді також використовуються методи пальпації. У східній медицині пальпація проводиться зверху вниз, починаючи з голови. При цьому особливу увагу звертають на еластичність шкіри та підшкірної клітковини, наявність ущільнень, зміну місцевої температури, сухість шкіри. Дослідження пульсу є обов'язковим компонентом китайської медицини (виділяють 28 основних пульсів). У деяких випадках пульсова діагностика відіграє вирішальну роль, в інших – допоміжну.

Крім того проводиться аурікулодіагностика – оцінка стану організму по вушній раковині, де кожен орган і система мають свою проекцію. При цьому використовуються три основні методи: огляд, пальпація за допомогою спеціального медичного інструменту-зонда і електродіагностика, при якій пацієнт бере в руки пасивний електрод (щоб замикалася електричний ланцюг), а лікар, торкаючись щупом (активним електродом) до точок на вушній раковині, за показниками приладу визначає відхилення в їх електропровідності та інших характеристиках. Встановлено, що в нормі і при патології електропровідність активних точок різна. Якщо вона відрізняється від нормальних показників, то це може вказувати на захворювання конкретного органу.

Існують певні методи рефлексотерапії, лікувальну дію яких можна відчути і в домашніх умовах [4].

Точковий масаж (акупресура) – це механічна дія на активні точки пальцем (пальцями) або спеціальними пристосуваннями.

Цубо-терапія – вплив на активні точки металевими кульками з нержавіючої сталі або благородних металів, накладених і зафіксованих (лейкопластиром) у певній точці. Це спосіб тривалого впливу (кульки залишаються на шкірі 5-7 діб). Він відрізняється від голкотерапії більш м'яким і безболісним впливом. Для посилення лікувального ефекту необхідно періодично натискати на кульки.

Аплікація металевих пластин – накладення на активні точки добре відшліфованих металевих пластин (з міді, цинку, срібла, нержавіючої сталі) діаметром від 3 мм до 3 см, які закріплюють пластиром. Тривалість аплікації – 3-5 доби.

Магнітопунктура – вплив на активні точки постійним магнітним полем, для чого використовуються магнітофори – металеві або виготовлені зі спеціальної гуми пластини – джерела постійного магнітного поля з заданими властивостями (полярність, потужність поля, розмір). Магнітофори фіксуються на активних точках лейкопластиром, на термін від декількох годин до декількох діб.

Припікання (термопунктура) – лікування шляхом термічної стимуляції активних точок, для чого використовується джерело тепла з можливістю обмеженого за площею впливу. Найчастіше це сигари, виготовлені з полину або спеціальні прилади, у яких нагрівальний елемент видає теплової спектр, близький до спектру полинової сигари.

Припікання, а точніше сказати прогрівання, відбувається безконтактно. Воно створює відчуття тепла. Тривалість і частота впливу залежать від тяжкості захворювання, наприклад, в деяких випадках джерело тепла підноситься до активної точці на відстані 1-2 см, а процедура займає 10-15 хвилин.

Електропунктура – вплив на активні точки електричним струмом (постійним або імпульсним) без порушення цілісності шкіри. У продажу є

побутові прилади для електропунктури. Використовувати їх краще за все відповідно до рекомендацій лікаря. Електропунктура являє собою систематичну форму лікування шляхом впливу на точки акупунктури – БАТ – електричним або імпульсним струмом за допомогою сучасних електронних приладів після попередньої діагностики всього організму. Ефект приладового впливу на БАТ приводить до одужання різних органів людського організму, а довготривалі клінічні та практичні випробування різних типів приладів, дозволяють вважати їх "біологічно активною" ланкою в процесі лікування [4].

Не інвазійна об'єктивна методика вимірювань і набору фізіологічних параметрів, дозволяє однозначно, адекватно і відтворено оцінювати як стан організму в цілому, так і функціонування його окремих органів і систем. До традиційного набору щоденних вимірів пульсу, артеріального тиску і суб'єктивної оцінки стану необхідно додати методику, яка:

- при щоденних довгострокових вимірах не завдає шкоди здоров'ю обстежуваних;

- дозволяє проводити обстеження великої кількості людей за досить короткий час;

- має технологічно прості процеси вимірювання та обробки даних;

- дозволяє проводити порівняльний аналіз функціонування різноманітних органів і систем, оцінених в одних і тих же одиницях виміру.

З не інвазійних методик, крім вимірів пульсу і тиску, поєднанню цих вимог задовольняють тільки вимірювання параметрів біологічно активних точок (БАТ), відомих як точки акупунктури. Акупунктура, а разом з нею і електропунктура, ґрунтуються на древньокитайскому знанні про те, що людському тілу потрібен баланс електричної енергії. За цими уявленнями хвороба пов'язана з дисбалансом енергії (порушенням біоелектричного балансу енергії) в організмі людини. Мовою сучасної науки правильніше було б сказати, що при порушенні функціонування певних органів і систем відбувається відхилення від норми потенціалу клітинних мембран.

Голковколювання не бажано поєднувати з проведенням обстежень, що супроводжуються променевим навантаженням (рентгенографія, комп'ютерна томографія). Крім того, його не варто застосовувати для хворих, які приймають наркотичні та психотропні препарати з седативною (заспокійливою) дією. [5]

Можливо поєднання акупунктури з фізіотерапією (наприклад, лазеротерапією, електрофорезом), але перерва між цими процедурами мусить бути не менше 2 годин. Крім того, в день проведення процедур не можна приймати ванну.

Під час курсу лікування нічний сон повинен бути не менше 10 годин. Бажаний також відпочинок після лікувального сеансу.

Дотримання перерахованих вище рекомендацій дозволяє уникнути ускладнень при проведенні процедур.

В ході курсу акупунктури нерідко виникає загострення патології. Це нормально і лише підтверджує, що підходи в лікуванні обрані правильно. Зазвичай загострення протікає легко і виникає в середині курсу лікування – на четвертій - шостій процедурі.

Певні труднощі викликає поєднання акупунктури з лікарськими засобами: прийом ліків «стирає» картину захворювання.

Якщо пацієнт лікується у рефлексотерапевта не в перший раз, і картина захворювання ясна, то можна приймати деякі препарати. Краще поєднувати акупунктуру з фітотерапією, що найчастіше і робиться в традиційній китайській медицині. [6]

1.2 Показання та протипоказання для проведення акупунктури

Згідно до наказів і методичних рекомендацій Міністерства Охорони Здоров'я показаннями до проведення акупунктури є:

- захворювання нервової, ендокринної, серцево-судинної, дихальної, травної, сечостатевої систем;

- деякі хвороби опорно-рухового апарату, шкіри, очей, вуха, горла, носа, ротової порожнини, психічні розлади (у тому числі, алкоголізм, наркоманія, тютюнова залежність).

Крім того, акупунктуру можна застосовувати для регуляції пологової діяльності, знеболювання пологів та у післяпологовому періоді при виникненні негнійного маститу (запалення молочної залози), а також при недостатній лактації.

До протипоказань відносяться:

- доброякісні та злоякісні новоутворення;

- хвороби крові з геморагічним синдромом (кровоточивістю);

- вагітність;

- гострі інфекційні та гарячкові стани неясною природи;

- хронічні інфекційні захворювання у стадії декомпенсації (зриву механізмів відновлення порушених функцій органу або системи);

- біль неясного походження;

- інфаркт міокарда (омертвіння ділянки серцевого м'яза);

- стан гострого психічного збудження;

- стан сп'яніння;

- виражене виснаження;

- стан після значного фізичного або психоемоційного перенапруження;

- вік до 1 року і після 70 років.

Проте останнім часом перелік показань помітно збільшився за рахунок колишніх протипоказань. Приміром, акупунктура з успіхом застосовується для зменшення болю в онкологічних хворих. А дітям до року і людям старше 70 років показані так звані, м'які методи впливу. Під час вагітності за допомогою методів голкотерапії можна усунути явища токсикозу, зняти загрозу її переривання. [7]

При проведенні акупунктури ускладнення зустрічаються рідко. За умови високої кваліфікації персоналу відсоток ускладнень не перевищує 0,8%. В цілому ускладнення можна систематизувати таким чином:

1. Септичні, що виникають в результаті неправильної обробки голок і поганий обробки шкіри.

2. Травматичні, що виникають через неуважність або низьку кваліфікацію персоналу. Наприклад, синці або гематоми, облом голки в точці, неправильний нахил голок, занадто велика глибина введення голок.

3. Ускладнення, пов'язані з розслабленням або спазмом м'язів (у місці введення голки): деформація голки і важке її вилучення.

4. Вегето-судинні реакції: непритомність, різке прискорене або уповільнене серцебиття.

5. Шкірні реакції: алергія на метал, з якого зроблені голки, на спирт, яким обробляють шкіру в точці введення голки, і так далі.

Знаючи, які ускладнення можуть виникати при лікуванні акупунктурою, можна проводити профілактичні заходи, що запобігають ускладненнь:

- використовувати тільки стерильне обладнання, призначене виключно для проведення акупунктури, або одноразові акупунктурні голки;

- при введенні голок в області судин, нервів і внутрішніх органів, дотримуватися обережності і стежити за нахилом і глибиною введення голки;

- пацієнтів похилого віку і тих, хто прийшов вперше, перед сеансом укласти на спину;

- попереджати пацієнта, особливо після першого сеансу, щоб він був більш обережним в рухах. Для нових пацієнтів кращий півгодинний відпочинок після процедури.

Зазвичай лікар починає прийом з повного комплексу обстежень методами східної медицини (опитування, огляд, пульсову діагностику) та / або застосовує апаратні методи діагностики, такі як термопунктурна (діагностика, заснована на вимірюванні температурної чутливості акупунктурних точок) та

електропунктурна (використовує дані вимірювання електричних параметрів точок акупунктури – опір, провідність та інші) Найбільш часто використовуються методи Фолля і Накатані. Процес діагностики зовні схожий з описаної вище аурікулярной діагностикою, при якій пасивний електрод пацієнт бере в руку, а активним електродом лікар доторкається до певних точок на тілі.

Непогано, коли пацієнт обстежений методами наукової медицини. У цьому випадку лікар вивчає дані попередніх обстежень. Далі встановлюється східний діагноз, на підставі якого лікар складає акупунктурний рецепт (набір точок, які будуть використані в лікуванні) і визначає методи лікування.

Зазвичай первинна консультація займає близько години або більше. Залежно від проблеми, вже при першому візиті може бути проведено голковколювання. Час, витрачений на постановку голок, залежить від кількох факторів: від захворювання і пов'язаного з цим конкретної кількості точок, від кваліфікації лікаря і так далі. Час знаходження голок в активних точках різна і залежить від патології. Крім того, лікар дає рекомендації з харчування, способу життя, поведінки під час лікування.

Питання про те, що відчуває пацієнт під час сеансу, – одне з найпоширеніших. Відчуття можуть бути різними. Найчастіше виникає відчуття тяжкості, оніміння, ломоти, розпирання, теплоти, печіння у місці введення голки, але зазвичай ця область більше, ніж сама точка. У деяких випадках може виникнути відчуття прострілу, проходження електричного струму. Можливо, кілька описаних відчуттів з'являться одночасно.

Якщо сеанс проводить лікар високої кваліфікації, пацієнт не відчує ніякого дискомфорту або відчує помірну болючість при проколі шкіри, але незабаром адаптується до цього. Вилучення голки, як правило, безболісно і залежить від способу її вилучення. Шкіра на місці введення голки перед її введенням і після вилучення обробляється 70% спиртом, при цьому в місці проколу може трохи пощипати [8].

1.3 БАТ і методи дослідження та оцінки функціонального стану організму за результатами вимірювання їх параметрів

Біологічно активні точки (БАТ) представляють собою виділені області епідермісу діаметром 2-3 мм (злегка мінливі розміри точки залежать від внутрішньої і зовнішньої температури, а також загального стану вегетативної нервової системи – ВНС), що характеризуються підвищеною концентрацією капілярів і нервових закінчень, дрібних лімфатичних протоків і цілим рядом незвичайних фізичних і фізіологічних властивостей.

Для БАТ характерно підвищене виділення вуглекислого газу, підвищена температура (на 0,2 ° С) і знижений опір (близько 100 кОм в нормі).

Фізіологічна особливість БАТ полягає в тому, що через відповідні ділянки спинного мозку кожна точка однозначно пов'язана з частиною або функцією певного органу. При захворюванні органу всі перераховані вище параметри БАТ відхиляються від нормальних значень, а відповідна поверхнева точка стає тактильно болючою.

Сукупність точок, пов'язаних з цим органом, називається "меридіаном" або "каналом". Багатотисячолітній досвід китайської народної медицини показав, що система БАТ дозволяє отримувати інформацію про патологію та функціонуванні як окремого органу, так і всього організму в цілому, і активно впливати на відповідні або пов'язані з ним органи через вплив на правильно підібрані БАТ. Таким чином, система акупунктурних меридіанів проявляє себе як чудово розвинений природою діагностичний і терапевтичний апарат [9].

Всі методи засновані на тому, що БАТ мають значення ряду фізичних характеристик та сильно відрізняються від оточуючих тканин. З усіх параметрів найбільш доступні для спостереження зміни температури і провідності БАТ. Температура шкіри відображає стан парасимпатичної нервової системи, а провідність – симпатичної частини ВНС.

Найбільш відомими і широко використовуються в медичній практиці є методи К. Абакані, Є. Накатані (метод 'RYO-DO-RAKU') і Р. Фолля. Ці методи стали вже "класичними" і цілком діагностично звичними в усьому світі.

1.3.1 Метод К. Абакані

Метод використовується для оцінки рівня енергетичних процесів в меридіанах. Суть даного методу, запропонованого японським лікарем К. Акабане і модернізованого чеським лікарем В. Кайдошем, полягає в тому, що проводиться нагрівання БАТ, розташованих по обидві сторони нігтьових валиків пальців рук і ніг. Спочатку нагрівання вироблялося курильними паличками безконтактним методом, тобто запалена полинна цигарка або спеціальна курильна паличка трималась на відстані 1 см від 12 дистальних точок входу – виходу меридіанів (рисунок 1.2). Сучасні прилади виробляють контактно-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%).

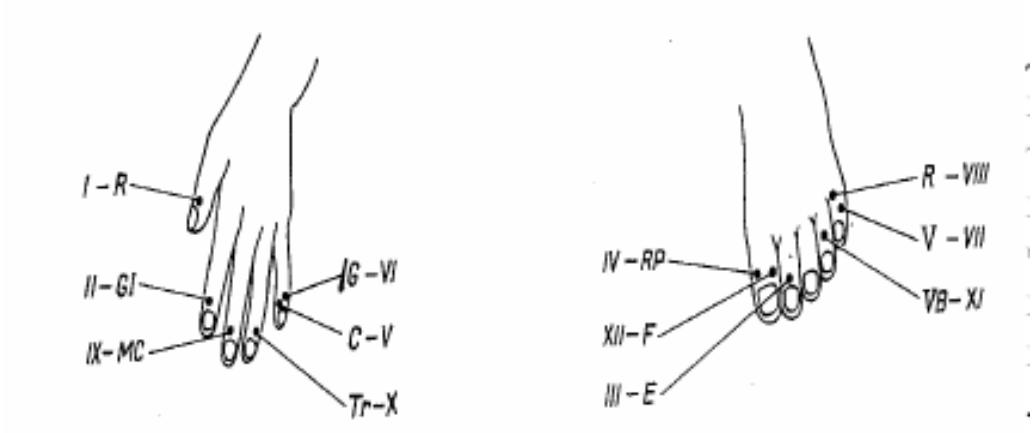


Рисунок 1.2 – Діагностичні точки за методом Акабане [10]

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 обраним точкам (на руках це початкові точки класичних східних ян-каналів і кінцеві для інь-каналів, на ногах – навпаки).

Тимчасові показники порівнюються за окремими меридіанами, і між лівою і правою стороною ідентичних каналів, на підставі отриманих результатів проводиться 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.

Незважаючи на високі оцінки фахівців і свої позитивні сторони — високу повторюваність результатів, вірогідність і простоту – метод Акабане не одержав широкого поширення через проблеми, зв'язані з технічними труднощами проведення тестування.

Стан змінився після створення дешевого і надійного приладу для визначення порогів болю (ПБ), з використанням комп'ютерної техніки, яка дозволяє миттєво проводити складну математичну обробку.

В результаті був створений метод варіаційної термоалгометрії. Основними перевагами базової медичної технології – термоалгометрії можна назвати такі:

- метод не чутливий до електричних перешкод, до дрібних порушень цілісності шкіряного покрову та не вимагає точного визначення локалізації БАТ;
- тепловий вплив, що є фізіологічним подразником, не порушує функцію БАТ;
- для методу характерна висока повторюваність результатів.

Головні недоліки методу – можлива необ'єктивність оцінки, неможливість проведення тривалих щоденних вимірювань через зміну чутливості і шкірного покриву в місцях постійного термонагріву.

1.3.2 Метод Е. Накатані

В 1956 році японський вчений І. Накатані описав метод інструментальної діагностики енергетичного стану меридіанів, названий ним методом «ріодораку» (від яп. «rio» — добре, «do» — (електро) провідність, «raku» — лінія).

За даними Накатані на шкірі людини є лінії підвищеної електропровідності, що збігаються з класичними меридіанами. Як і класичних меридіанів ліній ріодораку — дванадцять.

Накатані присвоїв кожній лінії номер та початкову літеру H і F (від англ. «hand» — рука і «foot «— нога). Було встановлено, що на кожному меридіані існує так звана репрезентативна точка вимірювання, стан якої визначає стан меридіана в цілому.

Більшість цих точок розташовані в області променевого суглоба і в області стопи (рисунок 1.3).

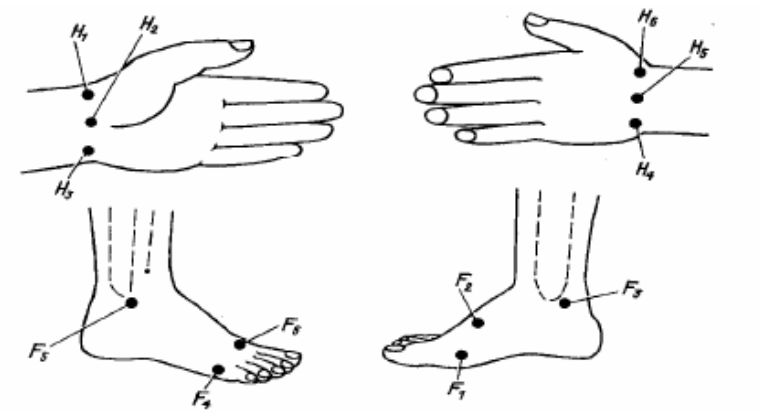


Рисунок 1.3 – Діагностичні точки за методом Накатані [11]

Дослідження АТ проводять послідовно з реєстрацією показників протягом 2 — 8 с в кожній із 24 точок. Вимірювання проводяться при силі струму 200 мкА та напрузі 12 В. Отримані результати вимірювань заносять в спеціальну карту ріодораку, (R-таблицю, розроблену І. Накатані в результаті аналізу значень електропровідності ріодораку у здорових людей). Якщо дані діагностування виходять за рамки «фізіологічного коридору здоров'я», це свідчить про пригнічення або збудження даного меридіана.

При патологічних чи фізіологічних порушення в роботі органу опір відповідної БАТ змінюється в межах 0,3 ... 2 разів від показань здорового органу. Цей феномен пояснюється вісцерокожним симпатичним рефлексом. Відомо, що шкірна провідність залежить в першу чергу від стану симпатичної частини ВНС, стовбурових структур мозку і 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 у зміні показань БАТ. У методі «RYO-DO-RAKU» використовуються показання шести симетричних репрезентативних точок на обох руках, розташованих по три на тильному і особовому згині долоні, і шість репрезентативних точок на кожній ступні, відповідно чотири на внутрішній стороні і дві на зовнішній.

Основним методологічним досягненням методу є введення Е. Накатані поняття "фізіологічного коридору", що полягає в наступному. Для оптимально функціонуючого організму характерні не стільки "хороші" абсолютні значення фізіологічних показників, скільки їх симетрія і мінімальний розкид значень. Допустиме відхилення від середнього, вкладається в «фізіологічний коридор» і становить ± 10%. Органи, що випадають з коридору, потребують терапії.

Недоліки методу – великі значення струму і напруги, які є небезпечними при необхідності тривалих щоденних спостережень за одним і тим же обстежуваним.

Подальшим розвитком методу Е. Накатані є метод А. І. Нечушкіна і А. М. Гайдамакіна. Вони запропонували поєднувати вимірювання температури БАТ з одночасним вимірюванням провідності, одночасно знизивши значення струму і напруги відповідно до 20 мкА і 3В. Така методика дуже вдала і повна але має значний недолік – громіздкість і тривалість спостережень і обробки, незручна при проведенні експерименту одночасно з великою кількістю обстежуваних. (Надалі цей метод був удосконалений О. П. Кузьменко.). Тут слід зазначити, що необхідність використання точок на нижніх кінцівках також є не дуже зручною і реалізованої при проведенні експерименту не в лікарняній, а у виробничо-похідної обстановці.

1.3.3 Метод Р. Фолля

Цей метод також заснований на вимірюванні провідності БАТ при подразненні точки слабким постійним струмом. Допустима сила струму при вимірах за методикою Р. Фолля лежить в межах 5...20 мкА, напруга 1,5...2 В, час впливу 4...7 сек.

Відмітною перевагою методу Р. Фолля є можливість безпосереднього спостереження процесу встановлення струму в залежності від часу впливу. Через досить слабкий дратівний постійний струм, реакція БАТ є не миттєвим відгуком, а є процесом, який має характерну форму і тривалість в часі. Для нормально функціонуючої точки характеристична крива має вигляд різкого лінійного зростання з подальшим виходом на "плато". Час виходу на плато становить 1 ... 5 сек. Гостре запалення відповідного органу характеризується наявністю піка, хронічні запалення і рубцеві зміни тканин – плавним переходом кривої через максимум і подальшим падінням значень. Таким чином, крім реєстрації абсолютних значень і визначення відносної симетричності показань на правій і

лівій стороні, в методі Р. Фолля додаються такі діагностичні ознаки як форма характеристичної кривої і "глибина падіння стрілки", тобто глибина падіння значень від максимуму до стабілізації показань.

Безсумнівним достоїнством цього методу є безпека його застосування в тривалих щоденних експериментах.

Іншою перевагою цього методу є наявність в ньому додаткових меридіанів, відкритих Р. Фоллем, що описують стан не тільки органів (як в китайській акупунктурі), але і систем організму.

Симетричні для лівої і правої руки меридіани пов'язані з наступними органами та системами (права рука):

а) великий палець: зліва – меридіан лімфатичної системи, праворуч – легких;

б) вказівний палець: зліва – меридіан товстого кишечника, праворуч – нервової системи;

в) середній палець: зліва – алергічної дегенерації, праворуч – кровообігу;

г) безіменний палець: зліва – меридіан стану клітинної паренхіми внутрішніх органів, справа – меридіан ендокринної системи;

д) мізинець: зліва – меридіан серця, праворуч – тонкого кишечника.

Недоліки методу Р. Фолля (властиві і всім іншим описаним методам) полягають в необхідності дотримуватися певної технології вимірювань.

Однією з різновидів методу Р. Фолля є метод BFD Х. Пфлаум – проведення навантажувального варіанту біофункціонального діагностики БАТ, який дає більш повне уявлення про порушення регуляторних функцій в організмі людини.

Метод заснований на порівнянні фонового (першого) значення електропровідності БАТ і другого вимірювання, виконаного після дозованого подразнення.

Для характеристики відновних процесів використовується третій вимір в БАТ після 30 хвилинного відпочинку. При цьому стандартне (дозоване)

роздратування здійснюється шляхом впливу на дистальну точку (в області кута нігтьового ложа) лімфатичного меридіана імпульсним струмом частотою 10 Гц подпорогової інтенсивності протягом 10 секунд або шляхом впливу на пасивний електрод, що знаходиться в руці у пацієнта, імпульсним струмом аналогічної частоти та інтенсивності протягом 1 хвилини [12].

Порівняльна характеристика методів акупунктурної діагностики показана у таблиці 1.1.

Детальний аналіз методів показав, що найбільш інформативним та безпечним є метод Р.Фолля.

Мета роботи – дослідження активності електропунктури та розробка електропунктурного стимулятора БАТ.

Задачі роботи:

- провести аналіз методів для проведення акупунктури;
- розробити математичну модель активності акупунктури;
- реалізувати систему вимірювання фізичних параметрів біологічно-активних точок;
- розробити схему електричну принципову електростимулятора;
- виконати топологію друкованої плати та складальне креслення.

Таблиця 1.1 – Порівняльна характеристика методів акупунктурної діагностики

Показники	Методи дослідження та оцінки функціонального стану організму за результатами вимірювання параметрів БАТ		
	Метод К. Абакані	Метод Е. Накатані	Метод Р. Фолля
Інформативний параметр	Теплова чутливість	Електропровідність	Електропровідність
Вплив	ІЧ імпульсне випромінювання f=10Гц, λ=940 нм, T=40-80°C	I=200 мкА, U=12В, t=2-8с	Слабкий постійний струм I=5-20мкА, U=1.5-2В t=4-7с
Кількість точок	24	12	12/24
Переваги	- метод не чутливий до електричних перешкод, до дрібних порушень цілісності шкіряного покрову та не вимагає точного визначення локалізації БАТ; - тепловий вплив, що є фізіологічним подразником, не порушує функцію БАТ; - для методу характерна висока повторюваність результатів.	- визначення функціонального стану людини на системному рівні; - повнота інформації про стан організму людини дозволяє обробити та проаналізувати результати досліджень як окремої людини, так і різних груп населення.	- безпека застосування в тривалих щоденних експериментах; - наявність додаткових меридіанів, відкритих Р. Фоллем, що описують стан не тільки органів але і систем організму.
Недоліки	- технічні труднощі проведення тестування; - неможливість проведення тривалих щоденних вимірювань через зміну чутливості і шкірного покриву в місцях постійного термонагріву.	- великі значення струму і напруги, які є небезпечними при необхідності тривалих щоденних спостережень за одним і тим же обстежуваним.	- необхідності дотримуватися певної технології вимірювань.

2 ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ВИМІРЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ ТОЧОК ТА РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОПУНКТУРНОГО СТИМУЛЯТОРА

2.1 Розробка математичної моделі активності акупунктури

Активність акупунктури людини на сьогоднішній день можна оцінювати за відповідним підходом, що базується па певних математичних моделях (ММ). Основою для цього є інформативні параметри біологічно-активних точок (БАТ) або точок акупунктури (ТА), що отримуються при використанні інформаційно-вимірювальних систем (ІВС).

Сучасні згадані ММ недостатньо враховують певні важливі особливості зміни етапів ТА, зокрема їх індивідуальні варіації у різних людей. Тому альтернативою даному підходу може бути використання окремих відповідних параметрів, що враховують такі особливості.

Однак на практиці постає проблема оцінювання активності БАТ на основі вказаних параметрів в комплексі за певними алгоритмами. Отже актуальним є вирішення такої проблеми за допомогою відповідних ММ та алгоритмів з метою подальшого адекватного діагностування етапу здоров'я людини. [13]

Активність БАТ насправді можна охарактеризувати великою кількістю її проявів. Всі ці прояви з метою адекватного діагностування етапу людини повинні враховуватися за допомогою відповідних інформативних параметрів. Отже, в основу ММ активності ТА людини пропонується покласти наступні параметри:

1) параметр Hh – набуває значень виміряних рівнів сигналів БАТ, має розмірність [В] або [А];

2) параметр Kh – набуває значень коефіцієнтів (показників), що обчислюються на основі виміряних рівнів сигналів активних точок Hh, має розмірність відносних одиниць [в. о.];

3) vh – швидкість зміни значень рівнів сигналів ТА (Hh) у часі, має розмірність [В/с] та дозволяє визначати вплив на людину факторів зовнішнього середовища;

4) vk – швидкість зміни значень коефіцієнтів (показників), що обчислюються на основі виміряних рівнів сигналів БАТ (Kh) у часі, має розмірність [в.о./с] та дозволяє визачити вплив на людину факторів зовнішнього середовища;

5) V_{Hs} – середнє арифметичне значення результатів обчислення швидкостей vh протягом відповідних періодів часу їх визначення, має розмірність [В/с] та дозволяє визначати загальну тенденцію до збільшення (зменшення) або стабільності акупунктури людини;

6) V_{Ks} – середнє арифметичне значення результатів обчислення швидкостей vk протягом відповідних періодів часу їх визначення, має розмірність[в.о./с] та дозволяє визначати загальну тенденцію до збільшення (зменшення) або стабільності акупунктури людини;

7) eh_{min}, eh_{max} – виміряні індивідуальні відповідно мінімальні, максимальні (екстремальні) значення рівнів сигналів БАТ (Hh), мають розмірності [В] або [А];

8) th_{min}, th_{max} – час встановлення відповідно eh_{min}, eh_{max}; знаючи th_{min}, th_{max} можна виконувати в разі необхідності корекцію eh_{min} та eh_{max} у процесі лікування людини;

9) ek_{min}, ek_{max} – виміряні індивідуальні відповідно мінімальні, максимальні (екстремальні) значення Kh, мають розмірність [в.о];

10) tk_{min}, tk_{max} – час встановлення відповідно ek_{min}, ek_{max}; знаючи tk_{min}, tk_{max} можна виконувати в разі необхідності корекцію ek_{min} та eh_{max} у процесі лікування людини;

11) s – «індикаторний» показник, який враховує наявність (s=0) або відсутність (s=1) «піків» *е* ритмограмі БАТ (сигналах ТА); s визначається тільки для певних ТА, наприклад точки «спіральних меридіанів», що розташована посередині

правої частини проксимальної фаланги (якщо умовно розділити фалангу на дві рівні частини) вказівного пальця лівої руки па її зовнішній частині; s = 0 у випадку емоційно напруженого етапу людини або прояву гальмівної дії певних факторів, а s = 1 у протилежному випадку емоційного піднесення або прояву факторів збуджувальної дії. [14]

Аналіз описаних вище показників свідчить, що активність ТА людини потрібно оцінювати за двома напрямками.

У першому — за характером зміни значень параметрів БАТ у часі (динамікою етапів ТА при використанні ІВС) та величиною їх відхилення від умовної норми.

У другому — за індивідуальним підходом оцінювання такої активності, що пов'язано із індивідуальними варіаціями для різних людей значень параметрів ТА внаслідок хвороби або дії певних факторів.

Розглянуті напрямки дають підставу запропонувати визначення активності БАТ людини за допомогою наступної математичної моделі (ММ):

$$
\begin{cases}
Hh_{Nmin} \le Hh \le Hh_{Nmax}; \\
Fv_h(v_{Hi}) = \begin{cases} -1, \text{якщо } v_{Hi} < v_{Hi-1}; \\ 0, \text{якщо } v_{Hi} = v_{Hi-1}; \\ 1, \text{якщо } v_{Hi} > v_{Hi-1}; \end{cases} \\
Fv_{Hs}(V_{Hsk}) = \begin{cases} -1, \text{якщо } V_{Hsk} < V_{Hsk-1}; \\ 0, \text{якщо } V_{Hsk} = V_{Hsk-1}; \\ 1, \text{якщо } V_{Hsk} > V_{Hsk-1}; \end{cases} \\
S = 1V\ 0; \\
eh_{min},\ eh_{max};
\end{cases}
\tag{2.1}
$$

th_{min},th_{max},

де Hh_{Nmin} ,Hh_{Nmax} – відповідно позначення мінімальної та максимальної границь рівнів активності БАТ (визначаються з елементів множини Hh , де hi, i = 1…n, |Hh| = n). Вони, як правило, отримуються па основі багатократних вимірювань для репрезентативної сукупності людей з подальшою статистичною обробкою результатів.

В межах цих границь активність акупунктури людини відповідає умовній нормі і має загальноприйняту назву «фізіологічний коридор здоров'я». Значення Hh, яке менше ніж Hh_{Nmin} відповідає пригніченню активності, а більше ніж Hh_{Nmax} – небажаному збудженню станів ТА.

Аргументами функції $Fv_h(v_{Hi})$ є елементи (v_{Hi}), де i = 1...n; $|V_H| = n$. Поточне обчислювальне значення v_{Hi} може змінюватися відносно попереднього v_{Hi-1} у бік збільшення, зменшення поступово або умовним стрибком (більше ніж у 1,5 рази) та призводити до виходу Hh за межі Hh_{Nmin}, Hh_{Nmax}.

Така обставина сигналізує про вплив на людину певних факторів. Функція $Fv_{Hs}(V_{Hsk})$ набуває значення -1, 1, 0, коли па різних етапах (кроках – k, k = 1,2,...) оцінювання активності ТА реєструється відповідно зменшення, збільшення значень h_i або їх стабільність, така зміна h_i враховує V_{Hsk}.

Поточним значенням V_{Hs} тут є V_{Hsk}. Знак $\veebar$ — логічне «АБО». Параметри eh_{min}, eh_{max} визначають відповідно нижню та верхню границі певної «області» активності ТА.

Пропонується визначити її як «область індивідуальних варіацій активності БАТ»; вона перетинається із зазначеним «фізіологічним коридором здоров'я» і отримується внаслідок впливу зовнішніх факторів.

У можливих випадках, тобто коли для певної людини $Hh_{Nmin} \leq Hh \leq Hh_{Nmax}$ і водночас є скарги на стан здоров'я, або коли $Hh_{Nmin} \leq Hh \leq Hh_{Nmax}$ та скарги на стан здоров'я відсутні, це може означати, що для даної особи існують індивідуальні варіації Hh порівняно із «фізіологічним коридором здоров'я».

В цьому випадку оцінити активність неможливо, тому пропонується користуватись узагальненим алгоритмом (рисунок 2.1). На рисунку 2.1 $Hh_{Nmin\ ind}$ та $Hh_{Nmax\ ind}$ — індивідуальні значення для конкретної людини відповідно Hh_{Nmin}, Hh_{Nmax}. Вони можуть отримуватися аналогічно Hh_{Nmin}, Hh_{Nmax} після статистичної обробки відповідних таких значень Hh. Таким чином перша нерівність у (2.1) матиме вигляд

$$Hh_{Nmin\ ind} \leq Hh \leq Hh_{Nmax\ ind} \qquad (2.2)$$

та визначатиме, «індивідуальний фізіологічний коридор здоров'я».

ММ (2.1) та все описане щодо неї, справедливе і для визначення активності БАТ за параметром Kh та додатковими до нього. Тобто у (2.1) Hh заміняється на Kh; Hh_{Nmin}, Hh_{Nmax} – відповідно на Kh_{Nmin}, Kh_{Nmax}; Vh, Vh_{min}, Vh_{max} – на Vk, Vk_{min}, Vk_{max}; V_{Hs}, V_{Hsmin}, V_{Hsmax} – на V_{Ks}, V_{Ksmin}, V_{Ksmax}, а $Hh_{Nmin\ ind}$ та $Hh_{Nmax\ ind}$ – на $Kh_{Nmin\ ind}$ та $Kh_{Nmax\ ind}$. В подальшому викладенні матеріалу буде використовуватися тільки параметр Hh та додаткові до нього, однак все це є справедливим і для Kh та відповідних додаткових до нього параметрів.

Для зазначеного першого напрямку оцінювання активності, ММ (2.1) дозволяє це виконати за вісьмома вимірювальними та обчислювальними параметрами: Hh, Vh, V_{Hs}, s, eh_{min}, eh_{max}, th_{min},th_{max}. Вона відрізняється від існуючих таких моделей тим, що містить додатково параметри: Vh, V_{Hs}, s, eh_{min}, eh_{max}, th_{min},th_{max}. Другий напрямок — враховує відповідний підхід, що базується на (2.2); на сьогоднішній день інші ММ практично відсутні.

За допомогою (2.1) та на основі (2.2) можна проводити оцінювання активності БАТ людини у двох варіантах: швидке (експрес) або детальніше оцінювання з неперервним стеженням за етапом здоров'я хворого з використанням ІВС (реєстрування). Відповідні параметри визначати тут можна як для окремих ТА так і послідовно для їх сукупностей («меридіанів») за алгоритмом приведеним на рисунку 2.2.

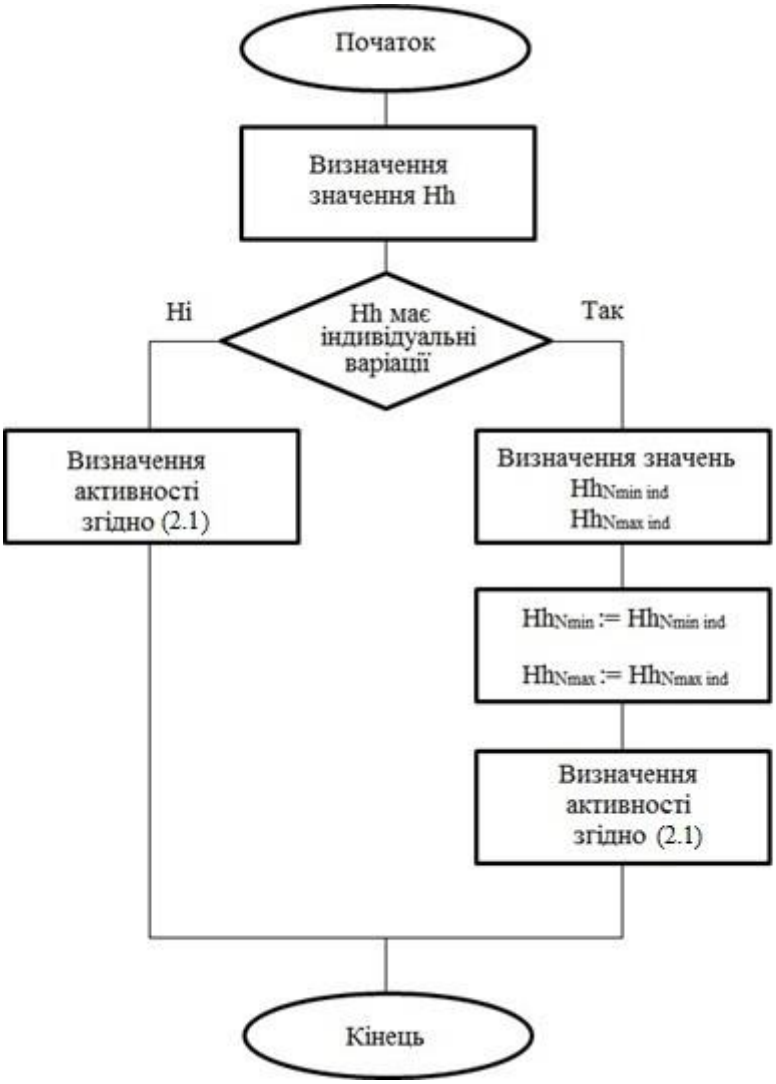


Рисунок 2.1 – Узагальнений алгоритм оцінювання активності БАТ людини за «індивідуальним фізіологічним коридором здоров’я»

Проведемо комплексне оцінювання активності БАТ людини згідно з ММ (2.1), алгоритму (див. рис. 2.1), на числовому прикладі. Необхідні загальні дані для цього подаються нижче:

1. Прізвище, ім'я, по батькові досліджуваного Іванов Іван Іванович.
2. Стать досліджуваного – чоловіча.
3. Вік досліджуваного – 20 років.
4. Тип терапії – акупунктурна.

5. Найменування ТА («меридіану»), для якої визначається активність — «серцевий енергетичний центр». ТА розташована на уявній середній лінії долонної поверхні вказівного пальця лівої руки посередині другої фаланги.

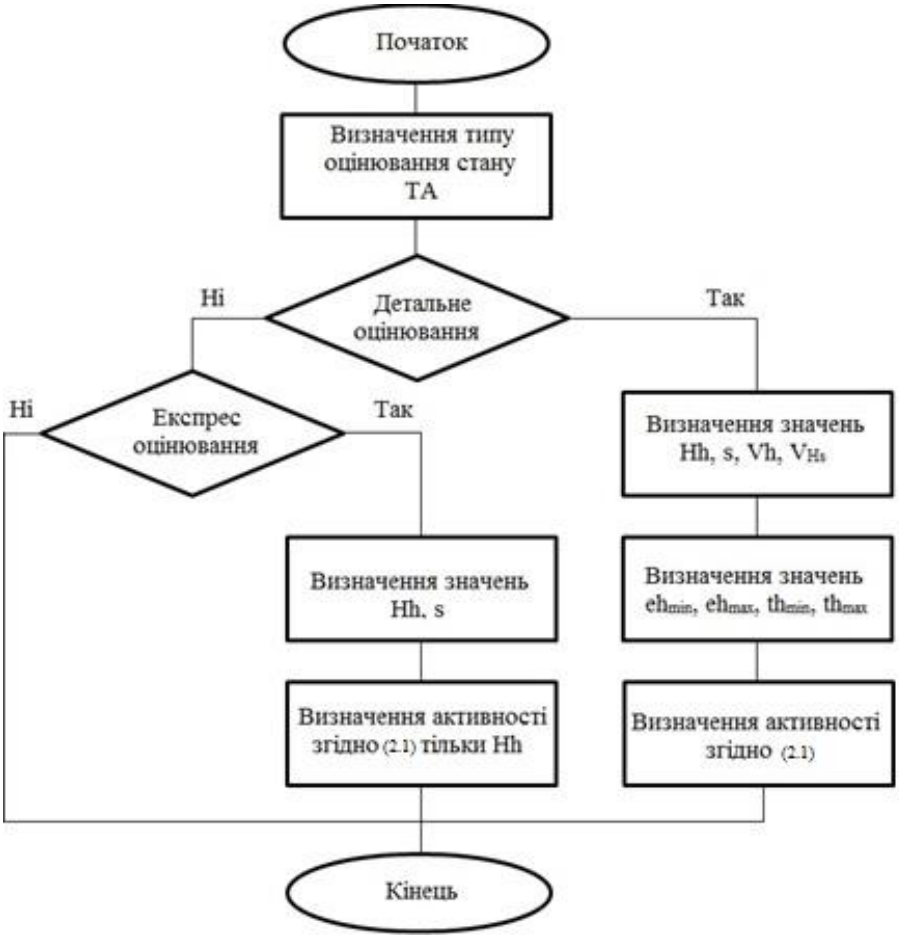


Рисунок 2.2 – Узагальнений алгоритм здійснення експрес та детального оцінювання активності ТА людини

6. Найменування органу (функції організму), що досліджується — серце.

Експрес оцінювання активності БАТ здійснюється з використанням таких параметрів та додаткової інформації:

1. Дата проведення дослідження – 12.10.25.
2. Час початку проведення дослідження – 16 год. 00 хв.
3. Параметри активності ТА: Hh = 7 мВ, s=1.

4. Фактори зовнішнього середовища, протягом яких викопувались вимірювання: температура повітря 10 °С, атмосферний тиск 740 мм рт. ст., відносна вологість 63 %, погода із змінною хмарністю.

5. Внутрішні фактори: перенесена хвороба серця – міокардит.

6. Тип фізичної величини, що вимірюється – напруга.

7. Метод вимірювання – ручний; вимірювання біопотенціалу ТА виконується відносно середини долоні.

8. Похибки вимірювання: методична – викликана припущенням про постійність рівня сигналу БАТ протягом вимірювання (інтервалів-періодів загального часу вимірювання), інструментальна – 2,5 %.

Детальне оцінювання здійснюється за таку кількість кроків, які дають особі, що це виконує можливість максимально всебічно визначити етап здоров'я хворого за значеннями параметрів активності його акупунктури. В даному випадку виконаємо його за два кроки.

На першому кроці використовуються всі дані ідентичні для експрес визначення активності (окрім Hh), проте додатково до цього необхідно виконати таке:

1. Через певні значення (періоди) часу t_i, (i = 1, 2, ...), потрібно проводити багаторазові повторні вимірювання (для ручного вимірювання у даному прикладі), а взагалі неперервне реєстрування за допомогою ІВС параметра Hh - тобто сформувати множину його значень. Для даного прикладу t_i= 10 хвилин (i = 1, 2, 3, 4); елементами Hh (h_i, i = 1, 2, 3, 4) є: h_1 = 6 мВ, h_2= 2 мВ, h_3= 6 мВ, h_4= 5 мВ. Значення h_i округлюються.

2. Обчислити множину значень Vh(V_H). Елементами V_H є швидкості зміни значень h_i –v_{Hi}, (i=1, 2, …) протягом відповідних періодів t_i за загальною формулою $v_{Hi} = h_i/t_i$. Тут припускається, що за час t_i значення h_i не змінюється, тобто v_{Hi} є лінійними швидкостями. Для даного прикладу v_{H1} = 0,0100 мВ/с, v_{H2} = 0,0033 мВ/с, v_{H3} = 0,0100 мВ/ с, v_{H4} = 0,0083 мВ/с.

3. Розрахувати значення V_{Hs}(для даного пункту V_{Hs1}) за формулою $V_{Hs} = (\sum_1^p v_{Hi})/p$, де p – кількість v_{Hi}, (i=1). Для прикладу отримуємо V_{Hs1} = 0,0079 мВ/с.

4. Визначити кількість екстремальних значень активності ТА в процесі реєстрування значень Hh за допомогою ІВС протягом доби та відповідного часу їх спостереження. Для даного прикладу розглянемо два різних таких значення (в загальному випадку може бути більше, враховуючи вплив різних факторів, наприклад, додатково за допомогою h2), що характеризують добову активність акупунктури eh_{min} = 4 мВ, eh_{max}= 8 мВ (значення округлені); час їх спостереження th_{min} = 11 год. 30 хв., th_{max} = 17 год. 30 хв.

На другому кроці визначення активності використовуються такі виміряні та обчислені дані та параметри: h_1=7 мВ, h_2 = 6 мВ, h_3 = 6 мВ, h_4 = 6 мВ; v_{H1} = 0,0116 мВ/с, v_{H2} = 0,0100 сВ/с, v_{H3} = 0,0100 мВ/с, v_{H4} = 0,0100 мВ/с, V_{Hs2} = 0,0104 мВ/с, s = 1, eh_{min} = 4 мВ, eh_{max} = 8 мВ, th_{min} = 11 год. 30 хв., th_{max} = 17 год. 30 хв., проте вказані тут екстремальні значення визначати не обов'язково. Розрахунки проводилися за формулами та пунктами як у зазначеному першому кроці. Дата вимірювання 13.10.25, час початку вимірювання 16 год. 00 хв. Фактори зовнішнього середовища, протягом яких виконувались вимірювання, такі: температура повітря 9 °С, атмосферний тиск 737 мм рт. ст., відносна вологість 73 %, погода із змінною хмарністю, короткочасний дощ.

Виконаємо подальше оцінювання активності ТА у графічному вигляді (рисунок 2.3) на основі результатів проведених вище розрахунків для підходу згідно з (2.2).

На рисунку 2.3 для спрощення прикладу, оцінювання здійснюється на основі (2.2). Також $Hh_{Nmin\ ind}$, $Hh_{Nmax\ ind}$ вибирались як відповідні такі граничні значення Hh за умови норми активності ТА «серцевий енергетичний центр» (тобто нормальній роботі серця). Такий вибір виконувався при незначній кількості вимірювань Hh (50 разів протягом семи днів). На графіку початок координат для осі абсцис відповідає 16-ти годинам, а для осі ординат 0 мВ.

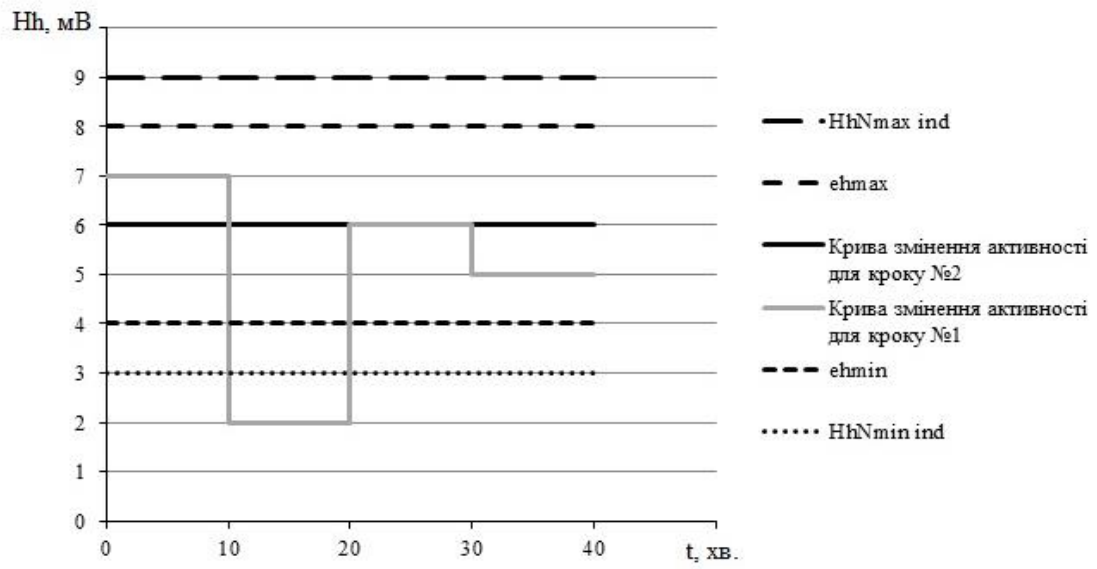


Рисунок 2.3 – Графічна інтерпретація оцінювання активності БАТ (Hh = 7 мВ для експрес оцінювання)

З рисунку 2.3 видно, що активність ТА в процесі експрес-оцінювання знаходиться в межах норми. У ритмограмі БАТ присутні «піки».

Детальне оцінювання виявило таке:

1. Індивідуальні екстремальні значення активності ТА мають час встановлення, що не збігається із загальноприйнятою такою нормою для серця з 11 до 13 години (можливо здійснення корекції даних значень).

2. Під впливом зовнішнього фактора (зміни освітленості за хмарної погоди, внаслідок короткочасного дощу) на першому вказаному вище кроці наприкінці десятої хвилини спостереження $F_{Vh}(v_{H2}) = -1$. Тобто параметр Vh змінив своє попереднє значення стрибком приблизно у 3 рази з v_{H1}= 0,0100 мВ/с до поточного v_{H2} = 0,0033 мВ/с. Внаслідок цього Hh тут вийшло за межі норми $Hh_{Nmin\ ind}$. Це дає підставу в подальшому проводити профілактичне лікування з метою недопущення розвитку сприйнятливості досліджуваного до можливих змін погодних умов. При цьому необхідно зазначити, що фактор, вплив якого визначається, може бути будь-яким.

3. Значення $F_{VHs}(V_{Hs2}) = 1$. Спостерігається загальне збільшення активності акупунктури на другому кроці вимірювання (V_{Hs1} - V_{Hs2} = 0,0025 мВ/с). Таке збільшення відбулось після короткотривалого профілактичного лікування. Для наочного порівняння із типовим та сучасним підходом оцінювання активності ТА за допомогою ІВС, з підходом (рисунок 2.11), занесемо значення відповідних їм параметрів (або їх еквівалентів) до таблиці 2.1. Перший рядок відображає рисунок 2.11 із скороченим переліком значень інформативних параметрів БАТ першого кроку детального оцінювання активності, другий — типовий підхід. [15]

Таблиця 2.1 – Оцінювання активності ТА за допомогою ІВС

Підхід №	Значення параметрів активності ТА								Фактор впливу
	h_1	v_{H1}	V_{Hs1}	s	eh_{min}	th_{min}	eh_{max}	th_{max}	
1	6	0,0100	0,0079	1	4	11:30	8	17:30	визначається
2	7	–	–	–	–	–	–	–	–

Згідно з представленою ММ можна зробити висновки:

1. Запропонована ММ та алгоритми для оцінювання активності акупунктури людини порівняно з існуючими дозволяють здійснити:

— експрес-оцінювання активності ТА додатково з урахуванням емоційного етапу людини; це дає можливість коригувати даний етап поряд із поточним лікуванням з метою швидшого одужання;

— оцінювання активності БАТ, як таке, для людей, параметри активності акупунктури яких мають індивідуальні варіації порівняно з загальноприйнятою умовною нормою, є «фізіологічним коридором здоров'я».

2. Аналіз зміни у часі (динаміки) етапів ТА, екстремальних значень параметрів БАТ у межах детального оцінювання активності акупунктури, дає можливість визначати наявність негативного впливу па людину різного роду факторів та

здійснювати па основі цього, за необхідності, випереджувальне профілактичне (або можливо основне) лікування.

Наступним етапом роботи була розробка системи вимірювання фізичних параметрів БАТ.

2.2 Розробка системи вимірювання фізичних параметрів біологічно активних точок в середовищі MatLab

Метод електропунктурної діагностики отримав широке поширення в усьому світі. Так як проблеми діагностики патологій, що починаються і прогресують в різних органах досі залишаються актуальними, то зберігається необхідність вивчення та вдосконалення вже запропонованих методів і засобів. [15].

На сьогоднішній день залишається дискусійним питання: які параметри електричного струму необхідно використовувати при вимірах. Тому пропонується подавати на точку акупунктури змінну напругу низької частоти і аналізувати інтерпретацію результати по амплітудно-частотній і фазочастотній характеристиках тканин людського тіла. Вище перелічені характеристики можна отримати за допомогою віртуальної системи збору та обробки даних комплексного коефіцієнту передачі меридіана людини. Запропонована система, підключається до персонального комп'ютера через аудіо-карту, яка здійснює автоматизацію вимірювань, а також виконує роль АЦП і ЦАП. Програмне забезпечення для вимірювальної установки реалізоване в середовищі MatLab.

Проведено дослідження з використанням віртуальної системи збору і обробки даних, узагальнено результати практичних досліджень і визначено залежність опору і ємності від частоти напруги, що подається.

Для дослідження були вибрані результати 10 умовно здорових людей. Виміри проводилися в 10 біологічно активних точках (БАТ) :

- Енд 1а – шийні ганглії;
- Енд 1.1 – с-адреналинова система;
- Од 1а – порушення вегетативної регуляції при органній патології;
- Нд 1а – вегетативна нервова система (ВНС);
- Ал 1а – порушення вегетативної регуляції при алергії;
- Нд 3а – парасимпатичні ганглії голови;
- ND 1b – КИТ периферичної і центральної нервової системи;
- Не 8d – КИТ сердечного меридіана;
- МА т.1 – меридіана алергії;
- МА т.3 – меридіана алергії.

Згідно з медичними приладами, що реєструють параметри біопотенціалів (електрокардіографія, електроміографія, а також електроенцефалографія), при протіканні фізіологічних процесів створюються низькочастотні електричні поля. Основна частина спектру частот, яка відповідає фізіологічним процесам, не перевищує 1 кГц.

З курсу біофізики відомо, що різні види мембранної поляризації впливають на електропровідність живої тканини на частоті близько 1 кГц і повністю перестають впливати на частоті близько 1 мГц.

Цей факт не дозволяє використовувати низькочастотні електричні поля в медичній практиці. Так як електропровідність БАТ цілком і повністю залежить від стану органів і організму в цілому, то низькочастотні електричні поля можна використовувати при діагностиці захворювань. Отже, дослідження необхідно проводити при частоті нижче 1 кГц.

З цього виходить, що нервова система відповідає за передачу інформації про хворі органи, і будь-яка інформація про виниклу патологію неодмінно відіб'ється на електричній характеристиці БАТ.

Повний цикл поляризації мембрани проходить за 10 мс, отже, природна частота виникнення нервового імпульсу складає 100 Гц.

Виходячи з вищевикладених фактів, для досліджень були вибрані два частотні діапазони, а саме: 16-96Гц та 250-500 Гц.

На рисунку 2.4 зображена еквівалентна схема повного опору людського тіла.

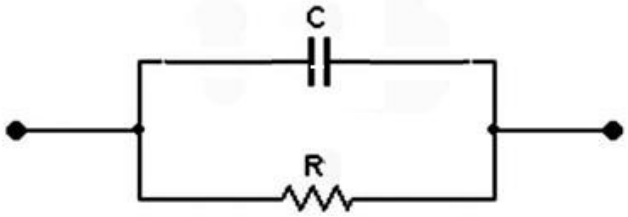


Рисунок 2.4 – Еквівалентна схема импедансу тканин людини [16]

На рисунку 2.5 представлена модель вимірювальної установки з об'єктом виміру. Об'єктом виміру є частина, що складається з R_2 і C_1. Інші елементи є диференціальним аналізатором. Базовий щуп є виходом операційного підсилювача і джерелом струму одночасно. Вхід операційного підсилювача є вимірювальним щупом.

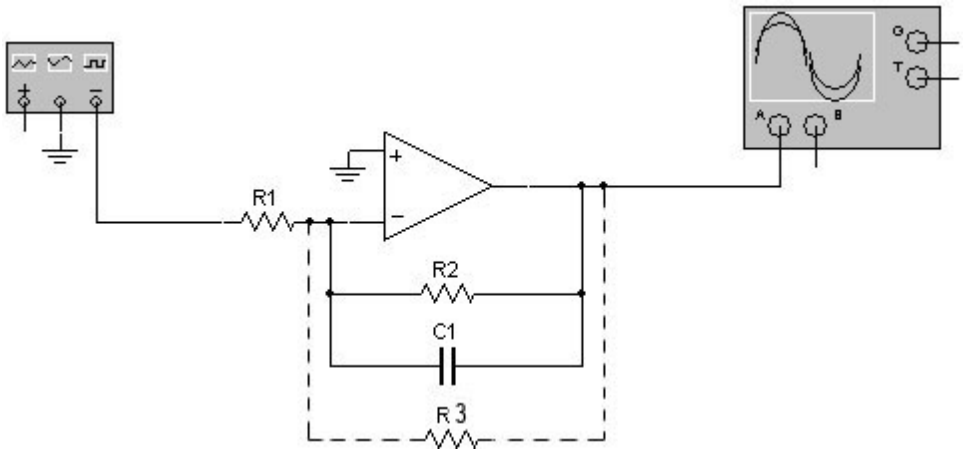


Рисунок 2.5 – Модель вимірювальної установки з об'єктом виміру

Автоматизацію вимірів здійснює аудіо-карта комп'ютера і програмне забезпечення, написане в середовищі MatLab. У цій системі використовуються два канали запису. Порівнюється сигнал, що пройшов через ланцюжок : вихід аудіо-карти – вимірювальний ланцюг – вхід аудіо-карти з сигналом що пройшов по шляху: вихід аудіо-карти – зразковий вимірювальний ланцюг (коефіцієнт посилення - 1) – вхід аудіо-карти. Це дає можливість перейти від абсолютної величини «напруга» до відносної величини «коефіцієнт посилення».

Комплексний коефіцієнт характеризується наступною залежністю:

$$U_{вих} = -\frac{|Z|}{R_1} U_{вх},$$

де |Z| – модуль комплексного опору:

$$|Z| = \sqrt{R_2^2 - \frac{1}{\omega^2 C^2}},$$

$U_{вих}$ – вихідна, вимірювана напруга;

$U_{вх}$ – вхідна напруга, сигнал синусоїдальний, амплітуда 1.4 В, частота від 10 Гц до 1 кГц; R_1 – вхідний опір, що визначає діапазон зміни. [17]

За умови, що $U_{вх}$ і R_1 нам відомі, маємо пряму залежність $U_{вх}$ від Z, що дозволяє використати для аналізу або Z, або коефіцієнт посилення цієї схеми k:

$$k = \frac{|Z|}{R_1}.$$

Використовуючи коефіцієнт посилення k, ми можемо вичислити R_2 і C_1. Отримані результати показани на рисунках 2.6-2.12.

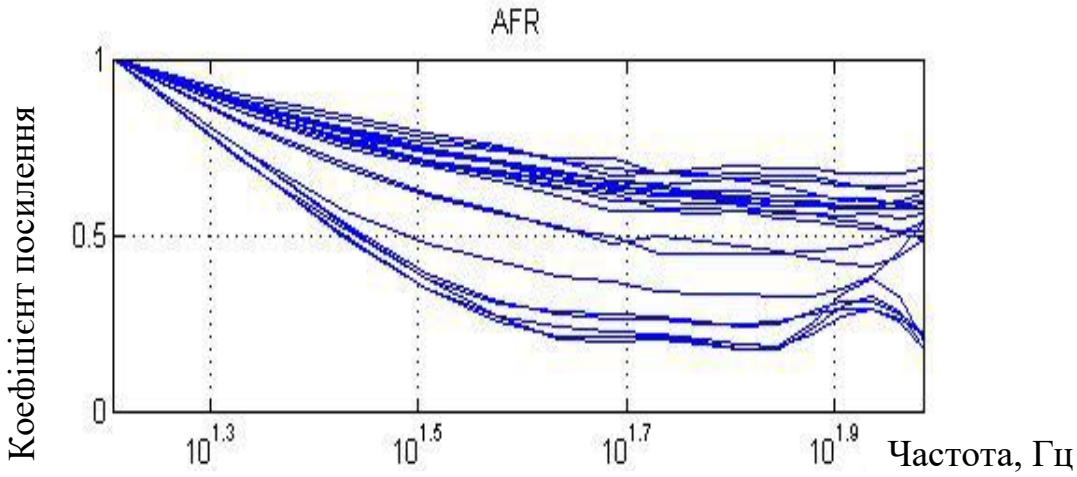


Рисунок 2.6 – Коефіцієнти посилення в частотному діапазоні 16-96 Гц

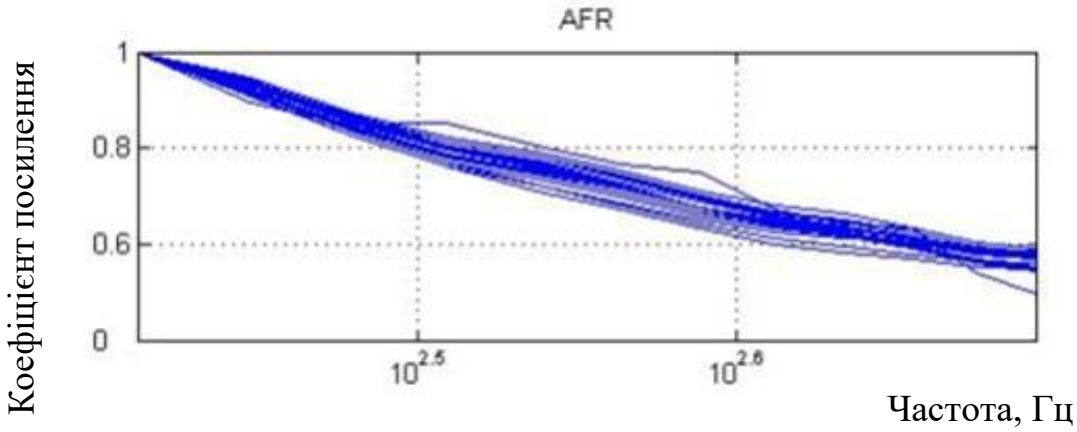


Рисунок 2.7 – Коефіцієнт посилення в частотному діапазоні 250-500 Гц

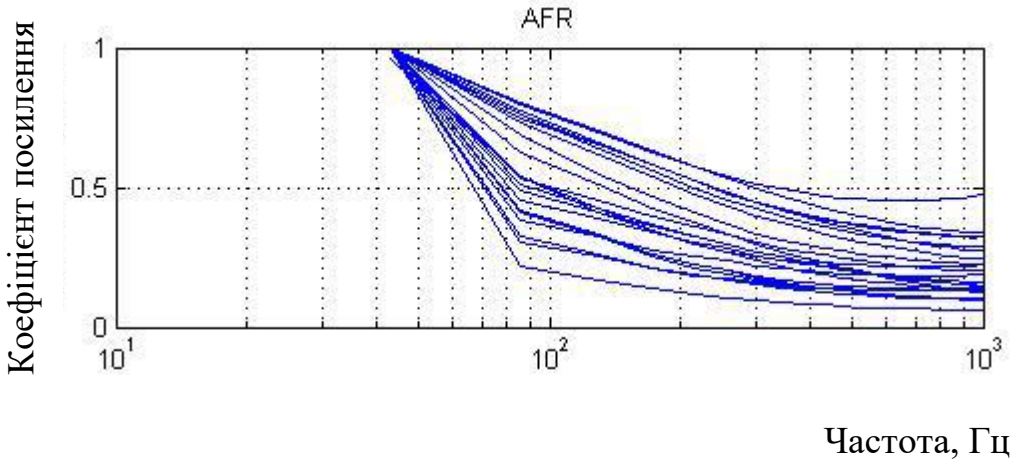


Рисунок 2.8 – Коефіцієнт посилення в частотному діапазоні 250-500 Гц

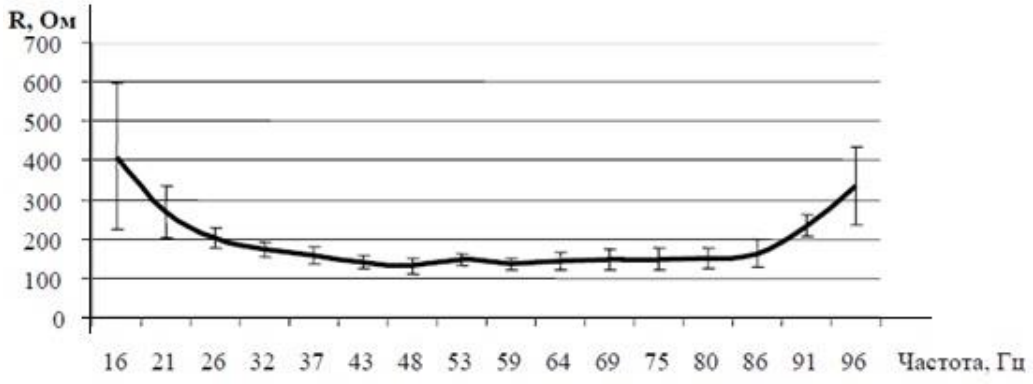


Рисунок 2.9 – Опір у БАТ в частотному діапазоні 16-96 Гц

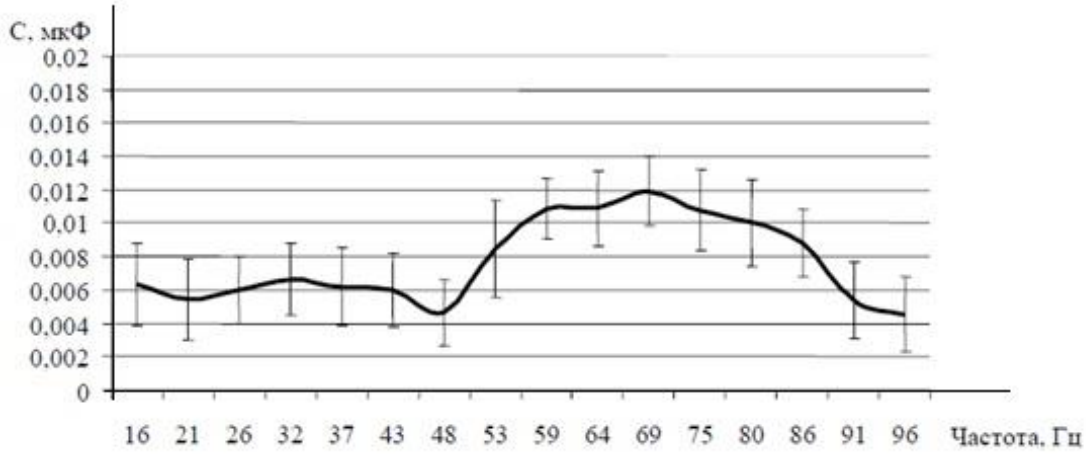


Рисунок 2.10 – Ємність у БАТ в частотному діапазоні 16-96 Гц

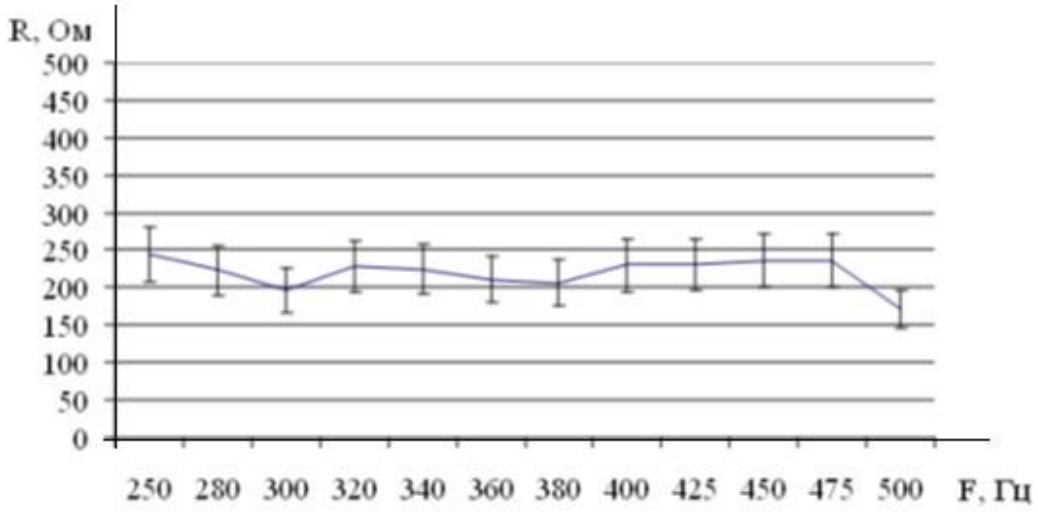


Рисунок 2.11 – Залежність опору від частоти в діапазоні 250-500 Гц

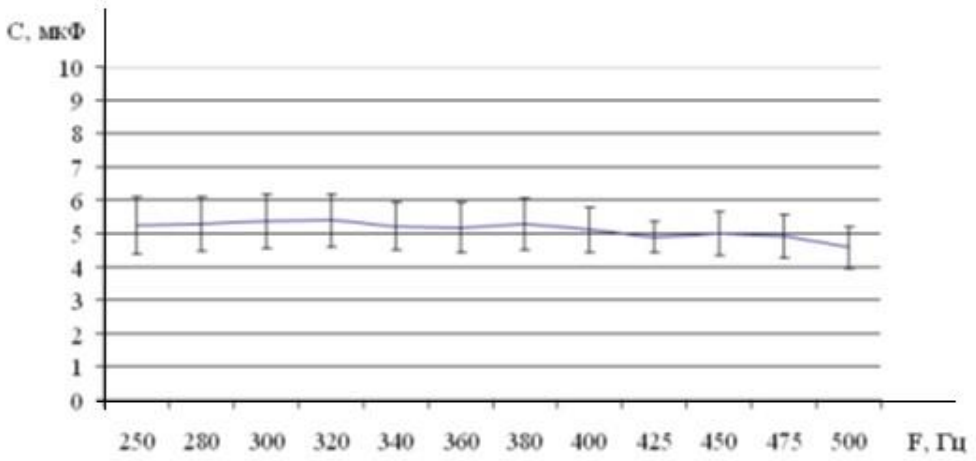


Рисунок 2.12 – Залежність ємності від частоти в діапазоні 250-500 Гц

Опір у БАТ в частотному діапазоні 16-96 Гц при змінній напрузі змінюється з 600 до 100 Ом, а ємність коливається в межах 0,03 - 0,014 мкФ.

Опір у БАТ в частотному діапазоні 250-500 Гц при змінній напрузі змінюється з 250 до 175 Ом, а ємність коливається в межах 5,5 - 4,5 мкФ.

Розрахунок опору і ємності здійснювався в середовищі MatLab.

Віртуальна система збору і обробки даних дозволяє робити швидку перебудову частот вхідного сигналу. Вхідний сигнал може містити одну вибрану частоту або складний сигнал, що складається з ряду заданих частот. Віртуальна система збору і обробки даних дозволяє також визначити ємність і опір у БАТ, що дає додатковий діагностичний критерій.

2.3 Розробка схеми електропунктурного стимулятора

Діагностика за Р.Фоллем полягає у визначенні електропровідності (в умовних одиницях) окремих ділянок меридіана, а також дослідження динаміки встановлення струму в точках акупунктури.

При цьому вимірювальний струм, який підводиться до акупунктурної точки, змінюється взаємодіючи з «біоелектричним струмом органу» пов'язаного

з даним меридіаном. При тестуванні використовується постійний струм, а провідність вимірюється в умовних одиницях.

За даними Р. Фолля, залежність сили струму, що протікає у вимірювальному ланцюзі, залежить від величини тиску електрода-щупа на поверхню шкіри і виглядає, як показано на рисунку 2.13. В точці А (рисунок 2.14а) величина струму I_0 приймається за істинне значення. Кожна акупунктурна точка має свою криву ОАВ і тиск електрода на шкіру може бути різним.

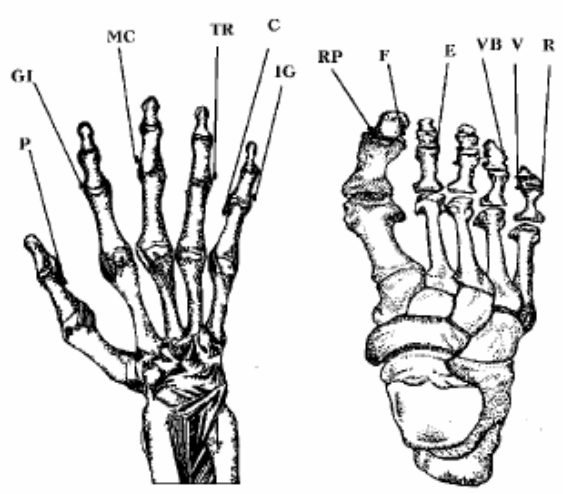


Рисунок 2.13 – Діагностичні точки класичної китайської акупунктури

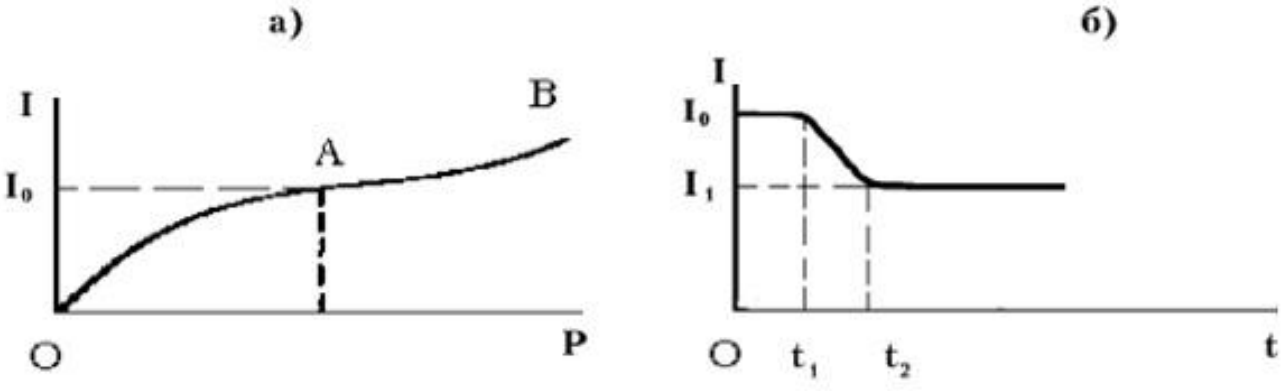


Рисунок 2.14 – Залежність струму в вимірювальному ланцюзі від тиску (а), «ефект падіння стрілки» (б)

Якщо, досягнувши точки А, продовжити вимірювання при постійному тиску щупа на шкіру P_0, отримаємо таку картину (рисунок 2.14б). Значення струму, що вимірюється, починає зменшуватися до деякого значення I_1.Така ситуація ($I(t) \neq const$) свідчить про патологію органа або системи, пов'язаної з досліджуваною акупунктурою точкою, і носить назву ефекту «падіння стрілки». Величина $I_0–I_1$ відображає ступінь патологічного процесу або його інтенсивність. Як правило, $t_1 < 3$ с, $t_2 < 30$ с. У нормі I_0 не залежить від часу і дорівнює 50 — 60 одиницям шкали приладу, що відповідає 5,5 — 7,0 мкА в ланцюгу електрода АТ.

До апарата для виміру за методикою Фоля також пред'являються особливі вимоги. По-перше він працює при низьких значеннях напруги і струму. По-друге показання приладу нелінійно залежать від величини струму, що проходить через ТА. По-третє всі характеристики різних апаратів, матеріал, конструкція і розміри електродів повинні бути строго ідентичні тому, що діагностика проводиться за абсолютним значенням показань приладу. На відміну від більшості інших методик електропунктурної діагностики вимір проводиться при позитивній полярності на активному електроді.

Р. Фолль вніс ряд змін і в систему точок вимірювання. На 12 класичних меридіанах він змінив трактування функціональних зв'язків ряду ТА і ввів нові ТВ, крім того він описав 8 нових меридіанів зі своїми ТВ.

Схема для проведення діагностики за методом Р.Фолля наведена на рисунку 2.15.

Пасивний електрод (мідна трубка) пацієнт затискав у одній руці. Активним електродом, що нагадує ручку, лікар торкався БАТ і вимірював її електричний опір.

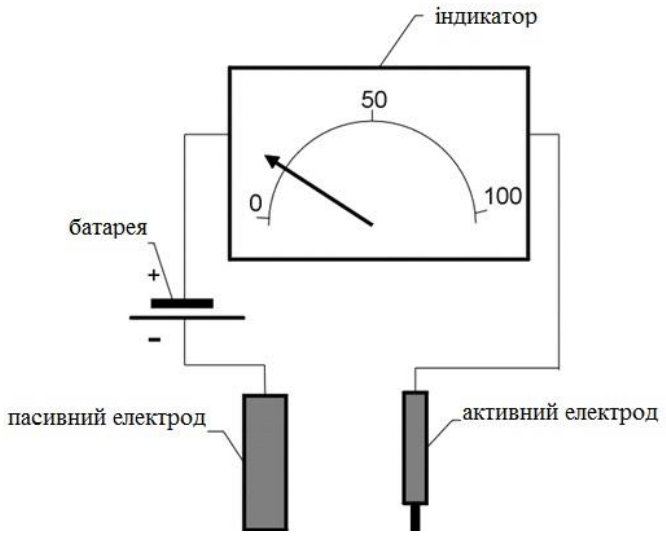


Рисунок 2.15– Пристрій для знаходження імпедансу тканин людини

Вимір біопотенціалів здійснюється за шкалою відносних показників, що передбачає 100 розподілів (умовні одиниці) з ціною розподілу 10 одиниць.

При впливі на БАТ вимірювальним струмом навантаження величиною до 10 мкА і напругою 1.2 В, і у випадку її нормального енергетичного стану, виникає рівновага між подаваним порушенням і відповідною реакцією.

У цьому випадку стрілка встановлюється нерухомо в діапазоні 50—65 одиниць, що є нормою (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2 – Трактування Р. Фоллем показань вимірювального приладу

Відхилення стрілки до...	Стан органа
90-100	Тотальне запалення
80-90	Часткове запалення
65-80	Токсичне навантаження
50-65	Норма
40-50	Початкові ознаки дегенерації
30-40	Прогресуюча дегенерація
20-30	Виражена дегенерація
20	Кінцева стадія дегенерації (атрофія)

Підвищення біоенергетичного рівня більш 65 свідчить про наявність запальних змін в органі, що відповідає визначеної БАТ.

Показники нижче 50 свідчить про наявність дегенеративних змін чи точніше про процес інволюції в органі (системі). Абсолютні цифрові показники стрілки характеризують пролонговані за часом процеси — нормальний стан, запалення чи інволюцію. Результати вимірювання БАТ відбивають також і функціональний стан органа чи системи, що знаходить своє вираження у феномені повернення стрілки після досягнення якого-небудь максимального значення. Це явище зв'язане з характерними для запалення й інволюції процесами: зміною обсягу міжклітинного простору, проникності клітинних мембран, а також зі зміною кількості і рухливості вільних електричних зарядів (іонів калію, натрію, хлору, органічних аніонів). Унаслідок цього, під час безупинного контакту датчика з БАТ, через зменшену провідність ділянка органа не може опиратися струму навантаження і вимірювальний показник падає. [18]

Терапевтичний впливу на БАТ здійснюється імпульсний низькочастотним (1-10 Гц) струм малої напруги (близько 15 вольт). При цьому струм з негативним напрямком імпульсів використовується для відновлення БАТ з низькими значеннями (менше 50 од.), а позитивні імпульси- для показників понад 50 од.

Схема (рис.2.16) включає в себе:

- джерело постійного живлення Е (напругою до 3 В);

- резистор R обм., який служить для установки значення струму у вимірювальному колі, який контролюється микроамперметром mA;

- резистор R вимір., призначений для вимірювання відносних значень ЕП в БАТ за допомогою вольтметра V;

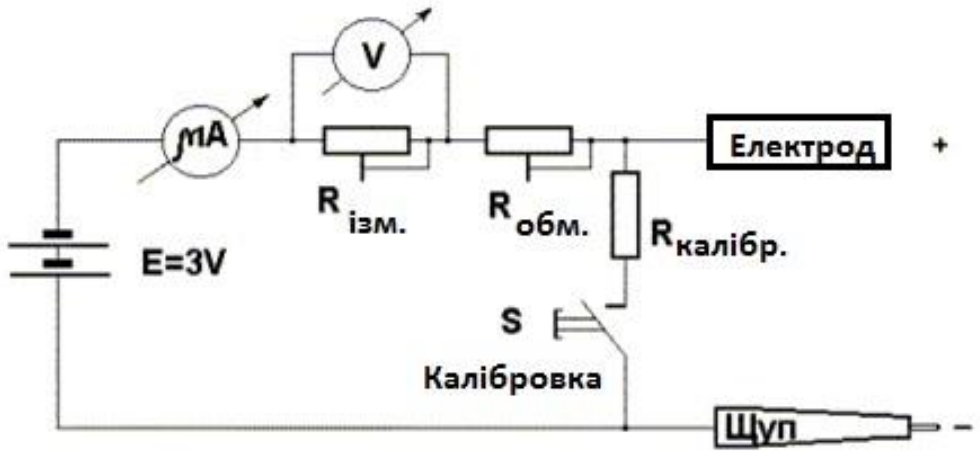


Рисунок 2.16 – Схема електрична принципова приладу для електростимуляції БАТ

- резистор R калібр., що дозволяє проводити калібрування приладу при натисканні кнопки S;

- пасивний електрод, що має позитивний потенціал;

- активний електрод (вимірювальний щуп), що має негативний потенціал.

Основою прилу є високоомний омметр, побудований на принципі вимірювання опору епідермісу (шкірного покриву). Для запобігання ефекту впливу шкірного поляризаційного напруження, яке виникає між електродом і поверхнею шкіри, використовується штучний "зсув нуля", тобто значенням "50" (середина шкали приладів) відповідає опір близько 95 кОм.

Запропоновано бюджетний електропунктурний стимулятор, що має незначні габаритні розміри та легке налаштування (рис. 2.17)

Прилад генерує однополярні прямокутні імпульси зі змінною частотою, тривалістю і амплітудою. Задаючий генератор на транзисторах V1 типу КТ363А і V2 типу КТ316Д дозволяє виробляти короткі імпульси позитивної полярності з крутим фронтом. Частота імпульсів плавно змінюється за допомогою

потенціометра R1 в межах від 12 до 100 Гц. Транзистори V3 і V4 типу КТ316Д утворюють моновібратор, який запускається імпульсами задаючого генератора. Тривалість вихідного імпульсу регулюється за допомогою потенціометра R11 в межах від 0,4 до 4,5 мс. Транзистор V5 працює в ключовому режимі. Амплітуда вихідного імпульсу змінюється за допомогою потенціометра R14. Резистор R15 оберігає транзистор V5 від перевантаження у разі короткого замикання на виході.

Прилад має два електроди: пасивний, який тримають в руці, і активний, який прикладають до активної точки. Активний електрод сполучений із земляною шиною, а пасивний – з виходом приладу.

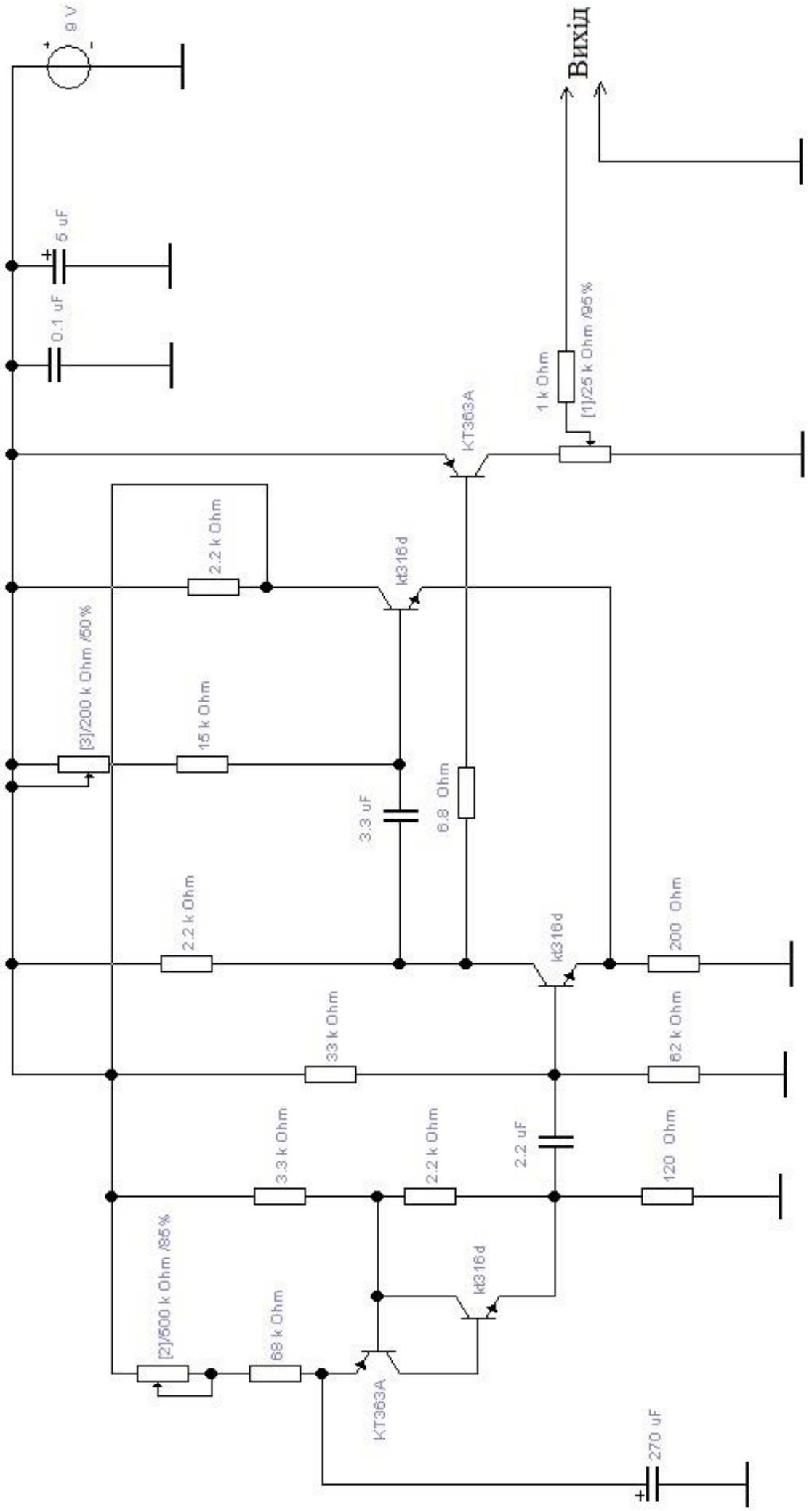


Рисунок 2.17 – Схема електропунктурного стимулятора

2.4 Моделювання роботи приладу в Electronic Workbench

Для перевірки роботи схеми проведено моделювання в програмному середовищі Electronic Workbench (рис.2.18). Тривалість, форма та амплітуда імпульсу відповідають завданню (рис. 2.19).

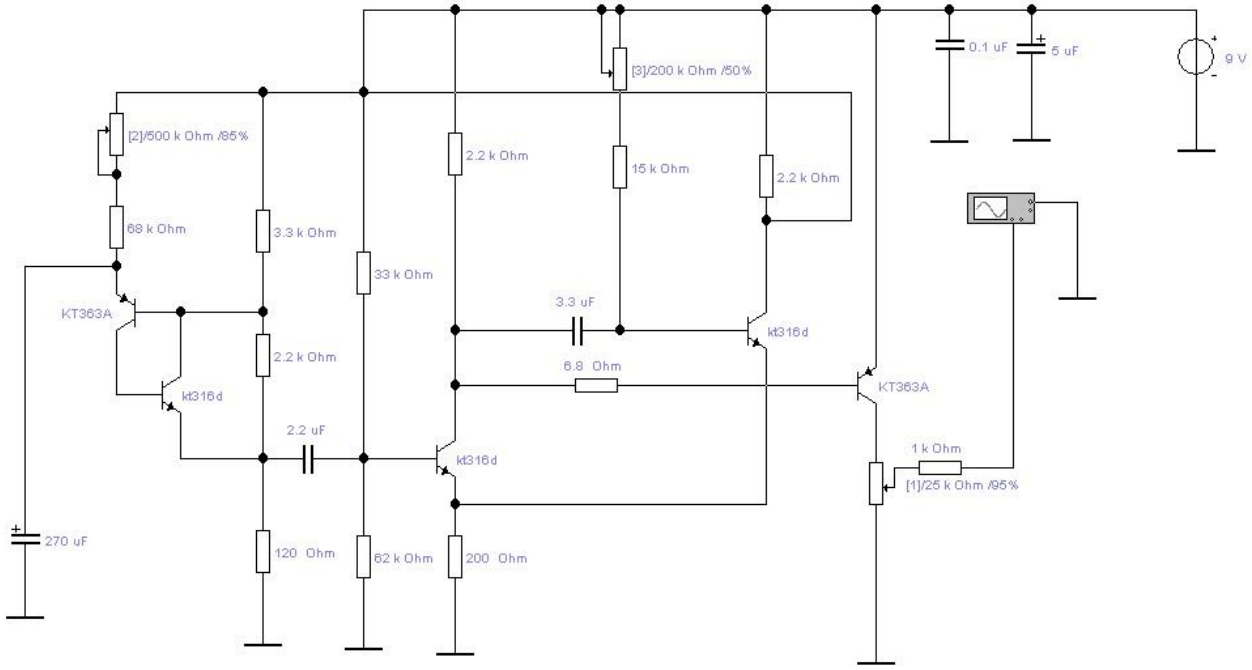


Рисунок 2.33 – Схема електропунктурного стимулятора для моделювання

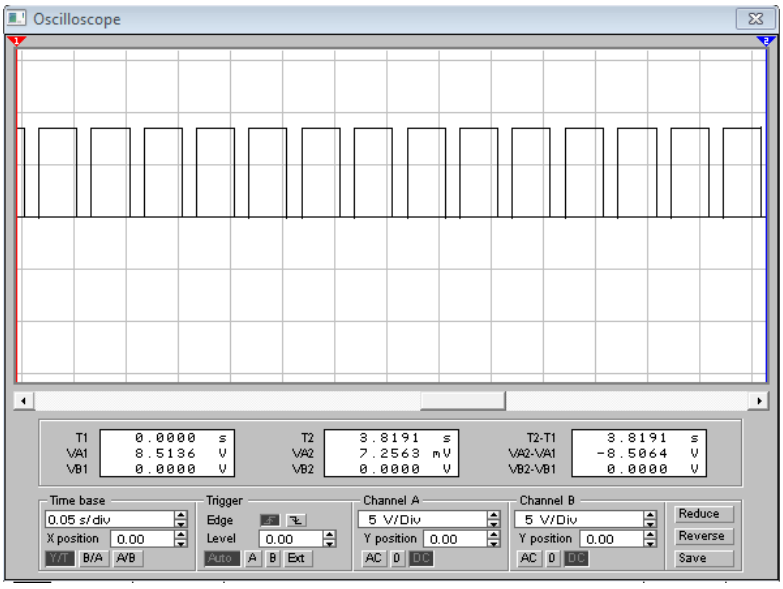


Рисунок 2.19 – Вид сигналу з електропунктурного стимулятора

2.5 Розробка топологій друкованої плати та сбіркового креслення приладу

До вимог до печатних плат відносять наступні: [19]

1. Діелектричні підстави мають бути однорідними за кольором, монолітними по структурі, не мати пухирів, раковин, сколов, тріщин і розшарувань.

2. Малюнок, що проводять, має бути чітким, з рівними краями, без здуття, розривів, відшаровувань, слідів інструменту і залишків технологічних матеріалів.

3. Для підвищення корозійної стійкості наноситься електролітичне покриття, яке має бути без розривів і відшаровувань.

4. Монтажні і фіксувальні отвори повинні відповідати вимогам креслення.

5. Для підвищення надійності паяних з'єднань внутрішню поверхню монтажних отворів повинен покривати шар міді не менше 20,25 мкм. Шар має бути суцільним, без включень, дрібнокристалічної структури, а також повинен мати хороше зчеплення з поверхнею.

6. Повинен витримуватися струм 250 А/м^2 впродовж 3 секунд, навантаження на контакти до 1,5 Н і витримувати 4 перепаювання (для багатошарових друкованих плат – 3 перепаювання) без зміни зовнішнього вигляду і відшаровувань.

При неприпустимому ушкодженні металізовані отвори допускається відновлювати за допомогою порожнистих заклепок не більше 2% загальної кількості отворів і не більше 10 штук на друковану плату.

7. При циклічній дії температури допускається зміна опору не більше ніж на 10%.

8. Контактні майданчики не повинні мати розривів при.

9. Опір ізоляції не має бути менше 30 000 МОм при Т=25 °С, вологості 46..84%, тиску 96..100 кПа, при відстані 0.2..0.4 мм між провідниками.

10. Електрична міцність 700 вольт в нормальних умовах і 500 вольт після дії впродовж 2 діб Т=40 °С і вологості 90..96%.

11. Деформація печатних плат при товщині 1,5..3 мм на 100 мм:

- для багатошарових печатних плат (БПП) – 0,4..0,5 мм;

- для двосторонніх печатних плат (ДПП) - 0,5.0,9 мм.

12. При дії на печатну плату Т=260..290 °С впродовж 10 секунд не повинно бути розривів провідників і відшаровувань. [20]

На основі схеми електричної принципової (рис. 2.17) розроблена топологія друкованої (рис. 2.20) та складальне креслення електропунктурного стимулятора (рис.2.21).

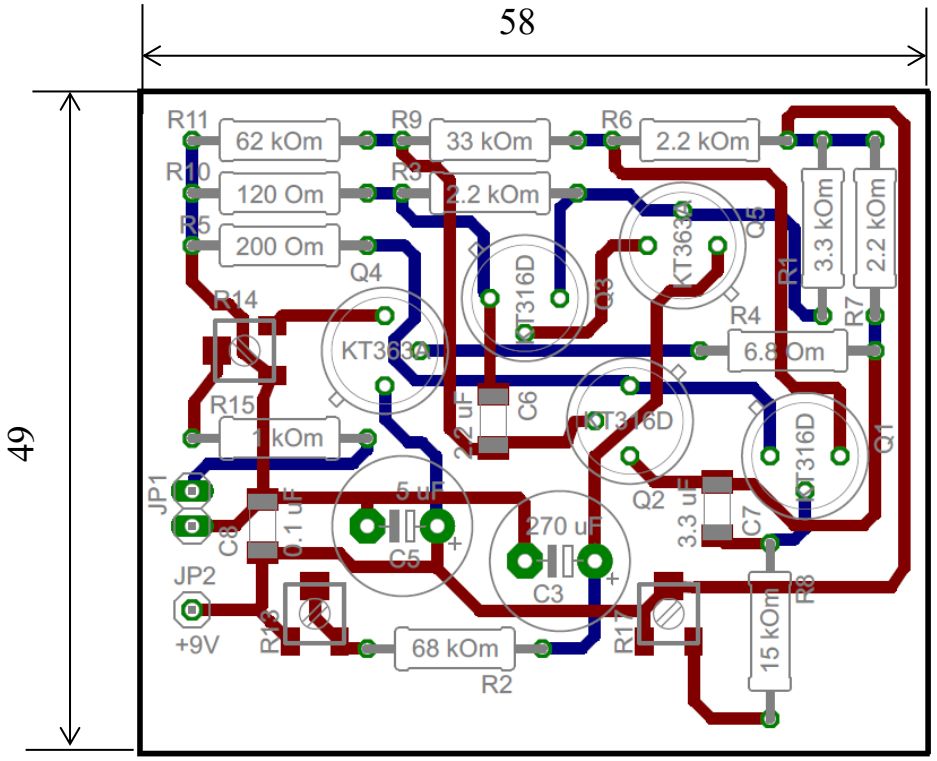


Рисунок 2.17 – Топологія друкованої плати електропунктурного стимулятора

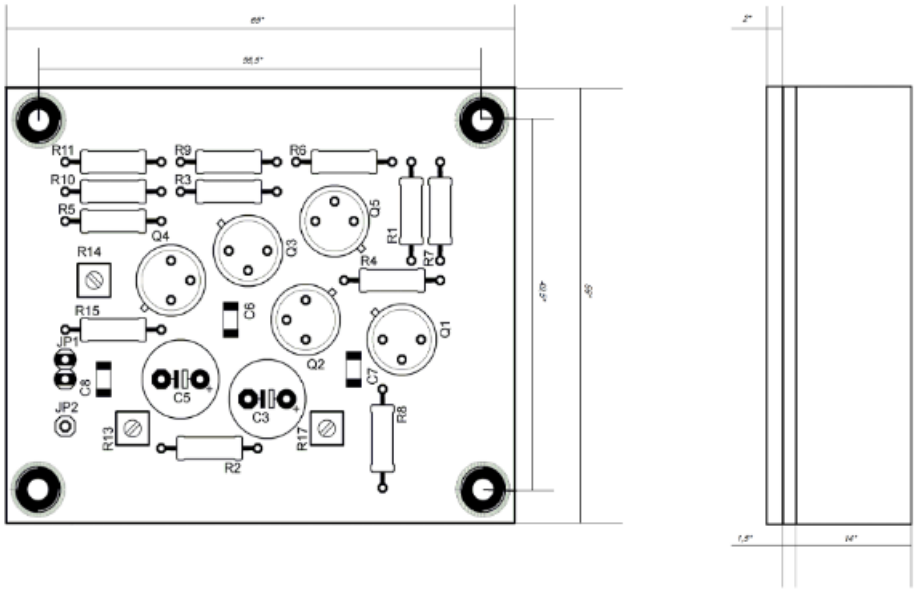


Рисунок 2.18- Складальне креслення електропунктурного стимулятора

Таким чином:

- проаналізувавши основні параметри БАТ було проведено дослідження опору та ємності шкіри від частоти;
- розроблена схема електрична принципова електростимулятора та проведено моделювання роботи схеми в середовищі Electronic Workbench;
- виконано збіркове креслення електропунктурного стимулятора.

3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Електропунктура — це метод альтернативної медицини, що передбачає вплив електричним струмом на біологічно активні точки (БАТ) для діагностики та лікування. Процедура буває інвазивною (електроакупунктура, з використанням голок) та неінвазивною (вплив без проколювання шкіри). Метод спрямований на стимуляцію нервової та м'язової систем, покращення кровообігу та нормалізацію роботи внутрішніх органів. Тож виконаємо порівняльний аналіз приладів за критеріями відносної важливості.

Розрахуємо вартість комплектуючих для схеми електричної принципової автоматичної системи керування.

3.1 Розрахунок витрат на елементи схеми електростимулятора

Усі витрати представлено в таблиці 3.1

Таблиця 3.1- Визначення вартості комплектуючих виробів

№ п/п	Найменування	Кількість, шт.	Ціна, грн/шт	Сума, грн.
1	2	3	4	5
	Транзистори			
	КТ363 А	2	42,20	84,40
	КТ 316d	2	32,00	64,00
2	Конденсатори постійної ємності			
	0,1мкФ	1	1,20	1,20
	3,3 мкФ	1	6,00	6,00
	2,2 мкФ	1	31,00	31,00
3	Конденсатори змінної ємності			

	5мкФ	1	140,00	140,00
	270 мкФ	1	123,00	123,00
4	Резистори			
	2.2 кОм ±1% 0,25Вт	3	0,25	0,75
	15 кОм ±1% 0,25Вт	1	0,35	0,35
6	6.8 кОм 500В 0,25 Вт	1	0,50	0,90
	33 кОм ±5% 5Вт	1	5,46	5,46
	3,3 кОм 0,25 Вт	1	4,00	4,00
	68 кОм 0,25 Вт	1	0,45	0,45
	120 Ом 5% 0,25 Вт	1	0,40	0,40
	200 Ом0,25 Вт	1	0,40	0,40
	62кОм5% 0,25 Вт	1	0,40	0,40
7	Потенціометри			
	1 кОм	1	36,90	36,90
	200 кОм	1	20,00	20,00
	500 кОм	1	12,00	12,00
8	Блок живлення 9 В	1	117,88	117,88
Загалом				649,49

3.2 Порівняльний аналіз приладів для електростимуляції



Рисунок 3.1 -Зовнішній вигляд апарату Zemits Adrinox 2.0 [21]

Zemits Adrinox 2.0 забезпечує ефективні процедури мікрострумової терапії, які допомагають покращити стан шкіри, стимулюють вироблення колагену та еластину, зменшують видимість зморшок і набряків. Завдяки цьому апарату можна досягти помітних результатів вже після перших сеансів.

Технічні характеристики приладу:

Напруга: 100 В / 110 В - 220 В / 240 В;

Частота: 50 Гц - 60 Гц;

Споживана потужність: 15 Вт;

Матеріал: метал;

Частота імпульсів: 2,5-5 кГц;

Напруга мікрострумів: 36 В;

Потужність мікрострумової терапії: 5-20 Вт;

Розміри в коробці (L / W / H) глибина, ширина, висота: 36*19*27 см

Вага G.W - gross: 3,5 кг

Вартість -42 000 грн



Рисунок 3.2 -Зовнішній вигляд апарату Premium XD-1000 [21]

Мікрострумовий апарат Premium XD-1000 - базове устаткування для комплексного догляду за проблемною шкірою та для профілактики і корекції ознак старіння.

Технічні характеристики приладу:

Функції апарату	мікрострумова терапія; іонофорез; безголкова мезотерапія.
Кількість робочих режимів (програм)	14
Сила струму	40-760 мкА
Частота імпульсів сигналу впливу	0,1-300 Гц
Форма імпульсів сигналу впливу	Прямокутна, трикутна, трапецеїдальна.
Полярність сигналу впливу	Позитивна, негативна, змінна
Параметри мережі живлення	220-240 В / 50 Гц
Потужність	45 Вт і менш
Розміри апарату	301*306*200 мм
Розміри апарату в коробці (брутто)	545*380*255 мм
Вага (нетто)	5,5 кг
Вартість	88499 грн

Апарат міостимуляції Miosti-1000 - професійний косметологічний пристрій, призначений для впливу на м'язи, м'які тканини, кровоносні і лімфатичні судини модульовані електричними імпульсами невеликої сили.



Рисунок 3.3 -Зовнішній вигляд апарату Miosti-1000 [22]

Технічні характеристики приладу

Функції апарату	міостимуляція
Кількість робочих режимів (програм)	5
Частота імпульсів міостимуляції	10-150 Гц
Тривалість одного імпульсу міостимуляції	1-300 мс
Сила струму міостимуляції	1-90 мА
Параметри мережі живлення	220-240 В / 50 Гц
Потужність	45 Вт і менш

Клас захисту	IP20
Розміри апарату (Ш * Г * В)	460*315*160 мм
Вартість	71799 грн

Проведемо аналіз ієрархії чотирьох варіантів приладів для електростимуляції (табл. 3.2) враховуючи шкалу відносної важливості (табл.3.3).

Таблиця 3.2 – Прилади для електростимуляції

Система	Короткий опис (види приладів)
A	Електропунктурний стимулятор
B	Premium XD-1000
C	Miosti-1000
D	Zemits Adrinox 2.0

Таблиця 3.3 – 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 таблиці 3.3, встановлюємо відносну вагу кожного критерію на основі матриці попарних порівнянь для обраних критеріїв.

Таблиця 3.4 – Попарне порівняння критеріїв

Критерій	1	2	3	4	5	$\sqrt[6]{\prod_{i=1}^{6}\omega_i}$	X_i
1. Сила струму	1	1	1/3	1/7	7	0,782	0,119
2. Частота імпульсів	1	1	5	7	5	2,809	0,427
3. Кількість робочих режимів	3	1/5	1	1/5	3	0,815	0,124
4. Габаритні розміри	7	1/7	5	1	5	1,896	0,288
5. Вартість	1/7	1/5	1/3	1/5	1	0,279	0,042
∑						6,581	1,00

Далі аналогічно складаємо 6 матриць попарних порівнянь альтернатив стосовно кожного критерію (таблиці 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8,). Оскільки тепер порівнюються 4 технології по одному критерію , то i = 1, 2, 3, 4;

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

Таблиця 3.5 – Порівняння альтернатив стосовно критерію «сила струму»

Система	A	B	C	D	$\sqrt[4]{\prod_{i=1}^{4}\omega_i}$	X_i
A	1	5	7	5	3,64	0,30
B	1/5	1	1/3	1	1,26	0,16
C	1/7	3	1	3	1,63	0,21
D	1/5	1	1/3	1	1,26	0,16
∑					7,79	1,00

Таблиця 3.6 – Порівняння альтернатив стосовно критерію «частота імпульсів»

Система	A	B	C	D	$\sqrt[4]{\prod_{i=1}^{4}\omega_i}$	X_i
A	1	7	5	7	2,11	0,34
B	1/7	1	1	3	1,50	0,23
C	1/5	1	1	3	1,51	0,24
D	1/7	1/3	1/3	1	1,16	0,19
∑					6,28	1,00

Таблиця 3.7 – Порівняння альтернатив стосовно критерію «кількість робочих режимів»

Система	A	B	C	D	$\sqrt[4]{\prod_{i=1}^{4}\omega_i}$	X_i
A	1	7	5	5	2,06	0,33
B	1/7	1	1	3	1,50	0,25
C	1/5	1	1	1	1,34	0,22
D	1/5	1/3	1	1	1,26	0,20
∑					6,16	1,00

Таблиця 3.8 – Порівняння альтернатив стосовно критерію «габаритні розміри»

Система	A	B	C	D	$\sqrt[4]{\prod_{i=1}^{4}\omega_i}$	X_i
A	1	3	5	7	2,00	0,31
B	1/3	1	3	5	1,75	0,27
C	1/5	1/3	1	5	1,59	0,25
D	1/7	1/5	1/5	1	1,11	0,17
∑					6,45	1,00

Таблиця 3.9 – Порівняння альтернатив стосовно критерію «вартість»

Система	A	B	C	D	$\sqrt[4]{\prod_{i=1}^{4}\omega_i}$	X_i
A	1	3	7	3	1,93	0,47
B	1/3	1	5	1	1,65	0,26
C	1/7	1/5	1	5	1,59	0,25
D	1/3	1	1/5	1	1,26	0,19
∑					6,43	1,00

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

Таблиця 3.10-– Глобальний пріоритет для кожної альтернативи

Пріоритети	№1	№2	№3	№4	№5	Глобальний
Вага	0,119	0,427	0,124	0,288	0,042	
Електропунктурний стимулятор	0,30	0,34	0,33	0,31	0,47	0,342

Premium XD-1000	0,16	0,23	0,25	0,27	0,26	0,236
Miosti-1000	0,21	0,24	0,22	0,25	0,25	0,237
Zemits Adrinox 2.0	0,16	0,19	0,20	0,17	0,19	0,182

З порівняння глобальних пріоритетів приладів для електростимуляції (табл.3.10) можна зробити висновок, що найбільшим є пріоритет у електропунктурного стимулятора

За допомогою методу аналізу ієрархій проведене порівняння чотирьох видів систем керування за наступними критеріями: 1) сила струму; 2) частота імпульсів; 3) кількість робочих режимів; 4) габаритні розміри; 5) вартість. Найбільший локальний пріоритет у критерію «вартість».

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

4.1 Характеристика потенційно небезпечних та шкідливих факторів

Біологічна небезпека спричинений можливістю передавання шкірних хвороб та грибку через непродезінфіковані випромінювачі та електроди. У таблиці 4.1 наведено оцінку біологічної небезпеки, що може бути створена електродами розробленого апарату для стимуляції БАТ.

Таблиця 4.1 – Оцінка біологічної небезпеки, що створюється електродами

Джерело небезпеки	Причини небезпеки	Наслідки небезпеки
Непродезінфіковані місце дотику електроду/випромінювача зі шкірою пацієнту	Перенесення бактерій і шкірних хвороб від одного пацієнту до іншого	Хороби шкіри, що передаються контактним шляхом

Заходи безпеки при роботі з розробленим апаратом наведено в таблиці 4.2

Таблиця 4.2 –Заходи безпеки

№	Група номенклатурних заходів з ОП	Вид заходу	Критерій вибору

1	Організаційні заходи	Інструкція з експлуатації приладу	Уникнення некоректного та небезпечного використання електродів
2	Експлуатаційні	Проведення дезінфекції електродів перед початком процедури	Уникнення передачі шкірних хвороб від одного пацієнту до іншого

4.2 Інструкція з техніки безпеки при експлуатації апарату для стимуляції БАТ

Загальні положення, що стосуються прав і обов'язків обслуговуючого персоналу щодо дотримання вимог техніки безпеки:

– Перед використанням апарату обов’язкове проведення інструктажу з експлуатації та техніки безпеки використання приладу.

– Проведення процедури повинно проводитися лікарем-фізіотерапевтом.

– Налаштування, перевірка справності, заміна складових частин апарату для багатофункціонального стимулювання БАТ проводиться медичним інженером представником компанії – розробника.

Дезінфікування випромінювачів та апарату в цілому проводиться згідно з наказом МОН від 11.08.2014 № 552 «Дезінфекція, передстерилізаційне очищення та стерилізація медичних виробів в закладах охорони здоров'я» [23].

Технологічні вимоги щодо дотримання заходів безпеки перед початком роботи, під час роботи і після закінчення роботи:

– Перед початком роботи потрібно оглянути апарат на відсутність пошкоджень корпусу та на якість кріплення електродів. Встановити його на робочій поверхні.

– При ввімкнені апарату та при роботі з певними методами стимуляції БАТ повинні підсвічуватися індикатори, що сигналізують про роботу апарату.

– Якщо апарат було ввімкнено, а світловий індикатор не працює, слід вимкнути апарат та звернутися за технічним обслуговуванням до медичного інженера.

– Після закінчення процедури потрібно вимкнути апарат, провести дезінфекцію та поставити його у безпечне місце.

Особливості обслуговування апарату для стимуляції БАТ та безпечні прийоми роботи:

– Під час обслуговування та використання апарату повинні дотримуватися усі правила безпеки.

– При виявлені некоректної роботи приладу звертатися за технічною консультацією до медичного інженера, представника компанії-постачальника апарату.

– При транспортувані апарату він повинен бути складений в кейс для зберігання.

Для виконання кваліфікаційної роботи застосовувався персональний компютер, тож розглянемо міри та заходи безпеки при роботі з офісною технікою. Для запобігання дещо підвищеної запиленості рекомендується встановлювати витяжні пристрої, а також проводити вологе прибирання приміщення лабораторного приміщення.

4.3 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 [24].

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.

4.4 Пожежна та техногенна безпека

Категорія приміщення по пожежній вибухонебезпечності згідно СНиП 2.01.02 - 85 має I ступінь вогнестійкості, а по пожежовибухонебезпеки 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).

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 вуглекислотою 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 [24].

Також пропонується застосування сигналізації про виникнення пожежі шляхом установки датчиків КН-1, налаштованих на температуру спрацювання 70°С.Оскільки один датчик типу КН-1 здатен контролювати площу 3 м^2 розрахуємо кількість датчиків (Кд) необхідних для приміщення лабораторії

$$K_Д = \frac{S}{3} = \frac{20}{3} \approx 7шт \qquad (4.1)$$

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

Оскільки в розробленому приладі не використовуються високі напруги, прилад не має в своєму складі генераторів надвисокої частоти, ультразвукових випромінювачів, джерел радіаційного випромінювання міри захисту від вищевказаних впливів не потрібні.

.

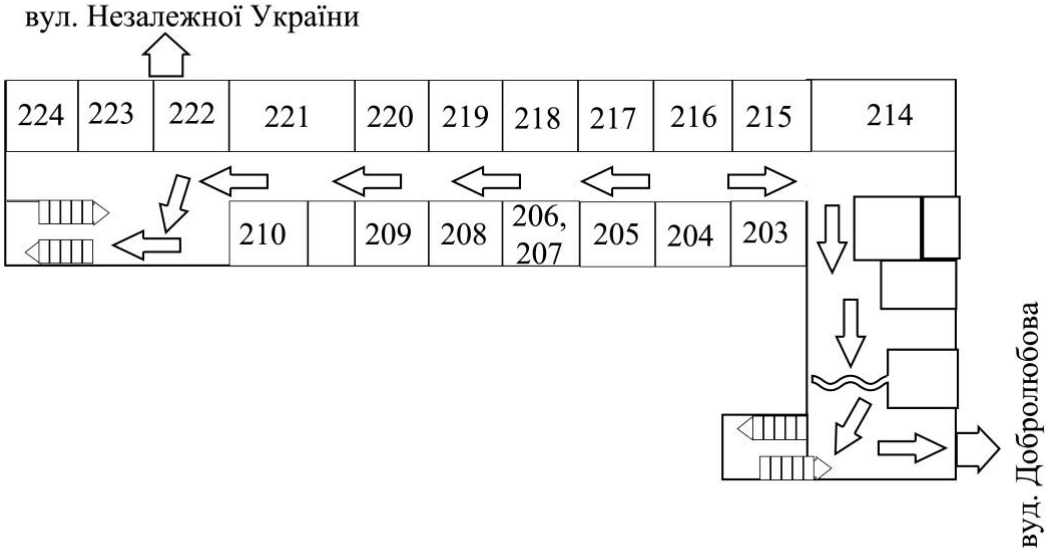


Рисунок 4.1 – План евакуації на випадок пожежі

4.5 Розрахунок параметрів мікроклімату в приміщенні при роботі з комп'ютерною технікою

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 ІІЗНУ з використанням стандартної вимірювальної апаратури. Характеристика приміщення: загальна площа – 71,9 м^2; загальний об'єм – 194,1 м^2; кількість комп'ютерів – 12 шт.; кількість принтерів – 6 шт.; кількість робітників – 24 особи; площа на робітника – 5,99 м^2; об'єм на робітника – 16,18 м^2. Згідно загальних санітарних норм (НПАОП 0.00-1.28-10) в приміщеннях не повністю забезпечена необхідна площа на одне робоче місце (не менше 6 м^2): в комп'ютерному залі 5,99 м^2 , відповідно менше на 0,16%, а

необхідний об’єм (не менше 20 $м^3$) не виконується на 19% (16,18$м^3$). В цілому ускладнюється можливість підтримки необхідного мікроклімату. Результати виміру параметрів мікроклімату наведено у табл. 4.3

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[16] , відносна вологість – 40-60 % [25]. Визначено перевищення температури на 5,4-6,4 °С, а відносній вологості на 8,0-12,4%[25]. Що стосується швидкості руху повітря, то за нормативної величині 0,2-0,5 м/с [25] суттєво пониження її значень було зафіксовано в комп’ютерному залі ЗДІА в 2 рази.

Таблиця 4.3 – Параметри мікроклімату 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:

$$Q\Sigma = Qз.о. + Qв.о. + Qс.\ р. + Qін + Qобл + Qш.о. + Qл + Qн.п.\ , \qquad (4.2)$$

де Qз о Qв о - теплота, що надходить через зовнішні непрозорі та внутрішні огородження відповідно, кВт/год.; Qс. р. - теплота сонячної радіації, кВт/год.; Qін Qобл Qш о - теплота, яка надходить від інфільтрації, виробничого обладнання та штучного освітлення відповідно, кВт/год.; Qр Qнп - теплота, яку виділяють робітники та нагрівальні прилади відповідно, кВт/год. Значення загального виділення вологи обчислювали з використанням рівняння:

$$W = Wт.о. + Wз.п + Wш.\ р + Wін\ , \qquad (4.3)$$

де Wт.о. - волога, яку виділяє обладнання під час виконання технологічних процесів, кг/год.; Wз.п - волога від змочених поверхонь, кг/год.; Wш р Wін - 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 :

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

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 аудиторію двома автономними кондиціонерами типу «Mitsubishi Heavy SRK40HG-S».

Отже, результати досліджень мікроклімату робочої зони показали необхідність оснащення приміщень сучасними кондиціонерами з визначеними параметрами.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

- Розроблена математична модель активності акупунктури та система вимірювання фізичних параметрів біологічно активних точок дозволили визначити фактори, що впливають на достовірність показників та розробити міри по їх усуненню.
- Розроблена модель бюджетного електропунктурного стимулятора, що генерує однополярні прямокутні імпульси зі змінною частотою, тривалістю і амплітудою. Розрахункові габаритні розміри приладу складають 49×58 мм.
- Результати моделювання в Electronic Workbench підтвердили правильність розрахунків та коректність роботи приладу.

Результати роботи обговорювались на XVIII університетській науково-практичній конференції студентів, аспірантів, докторантів і молодих вчених «МОЛОДА НАУКА-2025»

Результати роботи можуть бути використанні в навчальному процесі кафедри електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення, а запропонований прилад, після доопрацювання, застосовуватися в медичних закладах міста.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Історія медицини. Курс лекцій. URL: https://surl.li/lqfasd (дата звернення 20 березня 2025 р.).
2. Що таке рефлексотерапія, показання та протипоказання, види методик. Добробут. URL: https://surl.li/fgjbyl (дата звернення 20 березня 2025 р.).
3. Акупунктура-що це та коли можна застосовувати? Медика. URL: https://surl.li/hofawa (дата звернення 20 березня 2025 р.)
4. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання.
5. Годік, С. Н. Рефлексотерапія: теорія та практика. Київ: Медицина, 2021. 345 с.
6. WHO Global Report on Traditional and Complementary Medicine. Geneva: World Health Organization, 2019. 211 p.
7. Степаненко, В. Акупунктура: сучасні аспекти застосування. Харків: Фактор, 2020. 276 с.
8. Ernst E., Lee M.S. Acupuncture: its place in the history of medicine. *British Journal of General Practice*, 2020.
9. Macheret Є.Л., Самосюк І.З. *Керівництво по рефлексотерапії*. Київ : Вища школа, 2021. 305 с.
10. Macheret Є.Л., Самосюк І.З. *Атлас акупунктурних зон*. Київ : Вища школа, 2000. 256 с.
11. Macheret Є.Л., Коркушко А.О. *Основи традиційної китайської медицини в рефлексотерапії*. Київ : Дія, 2015. 397 с.
12. Portnov Ф.Г. *Електропунктурна рефлексотерапія : монографія*. Рига : Зинатне, 2008. 352 с.
13. Oleson T. *Auriculotherapy Manual : Chinese and Western Systems of Ear Acupuncture*. 4-е вид. Edinburgh : Churchill Livingstone, 2023. 476 с.
14. Contemporary Medical Acupuncture : New York : Springer-Verlag, 2017. 600 с.

15. Liu Li, Yun “Акупунктура майстра Тонга : лікування болів, внутрішніх захворювань і невідкладних станів” / Лі Юн: Радікс, 2018. 98 с.

16. Стояновський Д. *Рефлексотерапія. Акупунктурна карта. Принципи акупресури. Лікування різноманітних захворювань.* Львів: 2017. 315 с.

17. Lysenjuk В.П. *Основи рефлексотерапії, фітотерапії та гомеопатії : підручник*. Київ : ВСВ «Медицина», 2020. 424 с.

18. Oleson T. *Auriculotherapy Manual : Chinese and Western Systems of Ear Acupuncture*. 3-е вид. Edinburgh : Churchill Livingstone, 2013. 359 с.

19. *Рефлексотерапія : підручник за ред. Н. К. Свиридової, О. Г. Морозової та ін.* Київ: Основа, 2023. 202 с.

20. Власюк А. І. Система контролю активності акупунктури людини: Автореф. дис. канд. техн. наук. зі спец. інф. — вим. сист. Вінниця, 1999. 21 с.

21. Ткачук К.Н. Охорона праці та промислова безпека: навч. посіб. / К.Н. Ткачук та ін. Київ: Основа, 2014. 823с.

22. Зеркалов Д. В. Охорона праці в галузі. Київ: Основа. 2011. 551с.

23. Кепич Т.Ю. Охорона праці в галузі / Т.Ю. Кепич та ін. Київ: КНУ, 2013. 255с.

24. ДСТУ EN 61140 – 2015 «Захист проти ураження електричним струмом. Загальні аспекти щодо установок та обладнання».

25. ДСТУ 7238:2011 Система стандартів безпеки праці. Засоби колективного захисту працюючих. Чинний від 14.03.2011. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2011. 78 с.

«ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Науково-дослідна частина

Наукове товариство студентів, аспірантів і докторантів

Рада молодих вчених

РАДА МОЛОДИХ ВЧЕНИХ ЗНУ НАУКОВЕ ТОВАРИСТВО ЗНУ

ЗБІРНИК

наукових праць студентів,

здобувачів PhD, докторантів і молодих вчених

«МОЛОДА НАУКА-2025»

Том V

«Секції Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю.М. Потебні Запорізького національного університету»

Запоріжжя
2025

2025=УДК: 001 (06)
М 754

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Бондар О.Г. – голова оргкомітету, в.о. ректора;
Васильчук Г.М. – заступник голови оргкомітету, проректор з наукової роботи;.
Амінов Р.Ф. – завідувач навчально-науково-дослідної лабораторії клітинної та організменної біотехнології науково-дослідної частини, голова Ради молодих вчених ЗНУ;
Арабаджиєв Д.Ю. – начальник науково-дослідної частини;
Бєлоконь К.В. – заступник директора з наукової роботи Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю.М. Потебні ЗНУ;
Будько Д.З. – голова НТСАД ЗНУ;
Вербицька Т.А. – голова НТСАД біологічного факультету;
Гора С.М. – голова НТСАД факультету іноземної філології;
Євтушенко Д.С. – старший викладач кафедри конституційного та адміністративного права;
Єгорова В.С. – голова НТСАД математичного факультету;
Залужна М.В. – доцент кафедри англійської філології та лінгводидактики;
Зубцова Ю.Є. – доцент кафедри дошкільної та початкової освіти;
Казакова О.М. – доцент кафедри всесвітньої історії та міжнародних відносин;
Кайшева Д.О. – голова НТСАД факультету менеджменту;
Каплун К.Р. – г олова НТСАД факультету історії та міжнародних відносин;
Караулова С.І. – професор кафедри фізичної кульї ури і спорту;
Ковпак В.А. – професор кафедри соціальних комз иікацій та інформаційної діяльності;
Козуб Д.К. – голова НТСАД факультету соціальіної педагогіки та психології;
Копійка В.В. – доцент кафедри фізіології, імунології і біохімії з курсом цивільного захисту та медицини;
Леонгьєва В.В. – доцент кафедри фундаментальної та прикладної математики;
Лепська Н.В. – доцент кафедри політології;
Линенко А.В. – доцент кафедри управління персоналом і маркетингом;
Ляхов Г.І. – голова НТСАД юридичного факультету;
Меркулова О.В. – старший викладач кафедри української мови;
Олійник О.М. – доцент кафедри бізнес-адміністрування і менеджменту зовнішньо-економічної діяльності;
Проскура О.Д. – голова НТСАД економічного факультету;
Рибка Д.О. – голова НТСАД факультету журналістики;
Саражина Є.В. – голова НТСАД факультету фізичного виховання, здоров'я та туризму;
Тарабан Є.В. – голова НТСАД Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю.М. Потебні ЗНУ;
Трипольська О.О. – провідний фахівець Центру наукової роботи студентів НДЧ;

Література

1. D. Alekseevskiy, O. Pankova, R . Khrestin, "Procedure for the synthesis of models of electro-technical complexes" // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, – 2018. – № 6/9(96). - С. 48-54.

Дичек Дмитро
магістрант 2 курсу ІННІ ім. Ю. М. Потебні ЗНУ
Наук. кер.: к.т.н., доц. Небеснюк О.Ю.

РЕФЛЕКСОТЕРАПІЯ. ПРИЛАД ДЛЯ ЕЛЕКТРОПУНКТУРНОЇ СТИМУЛЯЦІЇ

Де, коли і як виникли методи рефлексотерапії – голковколювання та припікання – поки точно не встановлено. Але можна з упевненістю сказати, що початок цього методу йде до нас з глибин минулого, коли людина тільки починала свій шлях до цивілізації, освоюючи перші знаряддя праці. Прагнучи позбавити себе від болю або зменшити її, людина інстинктивно розтирала забиті або інші хворобливі місця. При цьому виявлялися хворобливі крапки (пункти), на які людина впливала. Ймовірно, це був самий перший період рефлексотерапії, коли вплив проводився тільки на хворобливі крапки.

Видобуток вогню первісною людиною, можливо, послужив поштовхом для розвитку методу припікання. Щоб вижити в тих умовах, первісні люди повинні були бути здоровими і сильними. Ймовірно, тому вони, віруючи в могутню силу вогню, почали припікати рани, укуси або хворобливі місця, щоб швидше одужати. (Подібні методи лікування при ранах, кровотечах, виразках деякі народи застосовують в даний час). [1] Однак сильне припікання, так само як і масування болючих точок, супроводжувалося болем, і, знаючи про те, що біль у момент припікання сприяє надалі зменшення болю від рани або удару, люди, мабуть, знайшли інший, майже аналогічний спосіб зменшення страждань. Вони наносили болюче роздратування будь-яким предметом, який попадався їм під руку (камінь, палиця і т.п.), аби зменшити свої страждання. Про це свідчать і історико-археологічні знахідки кам'яних (з кремнію, яшми, кварцу), кістяних і бамбукових голок різної форми і величини. Тривале застосування припікання (в давнину використовувалися грудочки тліючого полину) і акупунктури дозволило виявити певні закономірності при дії на ту чи іншу точку. Вплив на одні точки було ефективним при одному захворюванні, на інші – за іншого. Точки отримували свої назви і топографічний опис [2].

Коли накопичився значний фактичний матеріал, було встановлено, що вплив на різні точки може однаково впливати на один і той же орган. При цьому "точки однакової спрямованості" почали групувати по певних лініях, що одержали в подальшому назву каналів. Це був період систематизації точок.

Актуальність рефлексотерапії полягає в тому, що цей метод лікування може застосовуватися як доповнення до традиційних способів лікування безлічі захворювань. Рефлексотерапія застосовується не лише з лікувальною метою,

але і з оздоровчо-профілактичною. Крім того, ця процедура не викликає медикаментозних і немедикаментозних алергій. В наше століття цей метод лікування одержав широке поширення. Відкриваються клініки і діагностичні центри з лікування різного роду захворювань за допомогою голковколювання, припікання і впливу на точки струмом [3].

Проаналізувавши всі переваги і недоліки існуючих методів впливу на акупунктурні точки, авторами було обрано метод Р. Фолля. Тому саме він був взятий за основу для побудови електропунктурного стимулятора. Розроблений прилад генерує однополярні прямокутні імпульси зі змінною частотою, тривалістю і амплітудою. Задаючий генератор на транзисторах дозволяє виробляти короткі імпульси позитивної полярності з крутим фронтом. Частота імпульсів плавно змінюється за допомогою потенціометра в межах від 12 до 100 Гц. Транзистори утворюють моновібратор, який запускається імпульсами задаючого генератора. Тривалість вихідного імпульсу регулюється за допомогою потенціометра в межах від 0,4 до 4,5 мс.

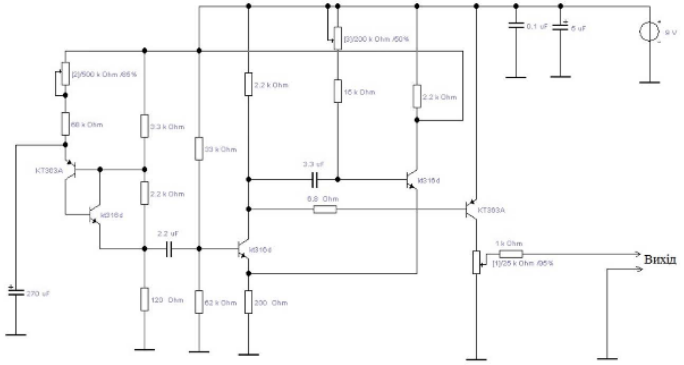


Рисунок -Схема електрична принципова електропунктурного стимулятора

Активний електрод приладу сполучений із земляною шиною, а пасивний – з виходом приладу. Частоту і амплітуду стимулюючих імпульсів вибирають відповідно до суб'єктивних відчуттів пацієнта. Короткочасне лікування проводиться за допомогою імпульсів низької частоти і великої тривалості при амплітуді, близькій до максимальної.

Перевагами даного приладу є невеликі габарити, простота виконання та надійність.

Література

1. Історія медицини. Курс лекцій. URL: https://surl.li/lqfasd (дата звернення 20 березня 2025 р.).