Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)
Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(назва факультету)
Кафедра біотехнічних систем
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту (роботи)

магістр
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: Метод і засоби контролю стану серцево-судинної системи людини за реографічними сигналами

Виконав: студент (ка) VI курсу, групи РБм-61
спеціальності (напряму підготовки)
163 «Біомедична інженерія»
(шифр і назва спеціальності (напряму підготовки))

	(підпис)	Карпович Н.О. (прізвище та ініціали)
Керівник	(підпис)	Ткачук Р.А. (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	(підпис)	Дедів Л.Є. (прізвище та ініціали)
Рецензент	(підпис)	(прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2019

АНОТАЦІЯ

Карпович Н.О. Метод і засоби контролю стану серцево-судинної системи людини за реографічними сигналами. – Рукопис. Дипломна робота магістра, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2019.

Роботу присвячено питанням обгрунтування методу та засобів контролю стану серцево-судинної системи людини за реографічними сигналами. Проаналізовано методику проведення реографічних досліджень. Проаналізовано технічні засоби, що використовуються при реографічних дослідженнях. Показано недоліки таких методів та систем і запропоновано шляхи їх усунення.

Ключові слова: реосигнал, серцево-судинна система, засоби контролю.

ABSTRACT

Karpovich N.O. Method and means of monitoring the condition of the cardiovascular system of the person by the reographic signals. – Manuscript. Master's qualifying work, Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, 2019.

The work is devoted to the questions of substantiation of the method and means of control of the condition of the cardiovascular system of the person by rheographic signals. Methods of conducting reographic studies are analyzed. The technical means used in the rheographic studies are analyzed. The disadvantages of such methods and systems are shown and the ways of their elimination are suggested.

Keywords: re-signal, cardiovascular system, controls.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ ТА ПОЗНАЧЕНЬ

ЕКГ – електрокардіограма;

ІПГ – імпедансна плетизмографія;

РГ – реограма;

ССС – серцево-судинна система;

УЗ – ультразвук;

ФПГ – фотоплетизмограма.

ЗМІСТ

ВСТУП 9
РОЗДІЛ 1. ДІАГНОСТИЧНА ЦІННІСТЬ РЕОГРАФІЧНИХ СИГНАЛІВ В МЕДИЦИНІ 11
1.1 Генезис реографічних сигналів 11
1.2 Біофізичні основи реографії 11
1.3 Загальні принципи реографії 20
1.4 Висновки до розділу 22
РОЗДІЛ 2. ТЕХНІКА ВІДБОРУ РЕОГРАФІЧНИХ СИГНАЛІВ 23
2.1 Методи відбору реографічних сигналів 23
2.2 Морфологічні параметри реографічних сигналів 24
2.3 Висновки до розділу 2 29
РОЗДІЛ 3. ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ ЗА РЕОСИГНАЛОМ 30
3.1 Оцінка рівня кровонаповнення артерій 30
3.2 Оцінка тонусу магістральних артерій 30
3.3 Оцінка тонусу великих артеріальних судин 31
3.4 Оцінка тонусу середніх і дрібних артеріальних судин 31
3.5 Оцінка величини периферичного опору 32
3.6 Оцінка ступеня утруднення венозного відтоку 33
3.7 Висновки до розділу 3 34
РОЗДІЛ 4. ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ 35
4.1 Експериментальний відбір реографічних сигналів 35
4.2 Опрацювання експериментально відібраних реографічних сигналів 36
4.3 Інтерпретація отриманих результатів 40
4.5 Висновки до розділу 4 41
РОЗДІЛ 5. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА 42
5.1 Методика проведення медико-біологічних досліджень 42

5.2 Обґрунтування вибору УДК напряму наукового дослідження 45
РОЗДІЛ 6. ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ 48
6.1 Науково-технічна актуальність науково-дослідної роботи 48
6.2 Розрахунок витрат на проведення науково-дослідної роботи 49
6.3. Науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи 55
6.4 Висновки до розділу 6 59
РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ 60
7.1 Охорона праці 60
7.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях 63
РОЗДІЛ 8. ЕКОЛОГІЯ 77
8.1 Актуальність екологічних проблем 77
8.2 Шкідливий вплив на довкілля при виготовленні приладу 79
8.3 Заходи по охороні навколишнього середовища при промислових процесах виготовлення даного приладу 80
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ 82
Бібліографія 83
ДОДАТКИ

ВСТУП

Актуальність роботи. Вивчення центрального і периферичного кровообігу та зміни тонусу судин при нормальних та патологічних станах організму має велике теоретичне та прикладне значення для фізіологічних досліджень в діагностиці захворювань серцево-судинної системи людини. При цьому значного поширення сьогодні набули методи реоплетизмографічних досліджень. При цьому, розроблення неінвазивного методу дослідження зміни кровонаповнення судин під назвою «електроплетизмографія» сприяло розробленню та розвитку методів реографії та реоплетизмографії. В основі обох цих методів лежить принцип реєстрації зміни опору досліджуваного органу, що викликаний об'ємними коливаннями його кровонаповнення. Метод реографії отримав значне поширення при реєстрації відносно швидких пульсових коливань кровонаповнення органів.

Метод реографії є придатним для якісної, а за певних умов і кількісної оцінки зміни гемодинамічних параметрів. З допомогою цього методу проводиться дослідження об'ємних змін кровонаповнення судин, що пов'язані із пульсовою активністю серця. Однак, результуюча похибка такого оцінювання може бути досить високою, і першоосновою для цього є відсутність системи реографічних показників, інваріантних до особливостей використовуваної методики накладення електродів, форми електродів, відстані між ними, індивідуальних особливостей будови ділянок тіла пацієнта тощо. Саме значна варіабельність одержуваних даних в подальшому і породжує неможливість знаходження відносно стійких значень вимірюваних параметрів, прийнятних для широкого використання на практиці.

Тому, актуальним є вирішення завдання розроблення методу і засобів контролю стану серцево-судинної системи людини за реографічними сигналами із стійкими та інваріантними показниками.

Мета і задачі дослідження. *Метою дослідження* є обґрунтування методу і засобів контролю стану серцево-судинної системи людини за реографічними сигналами. Досягнення цієї мети вимагає розв’язання таких задач:

1. Провести аналітичний огляд літературних джерел за тематикою дослідження;

2. Провести аналіз фізичної природи та основних параметрів реографічних сигналів;

3. Провести аналіз параметрів та принципів роботи реографів, як засобів отримання реографічних сигналів;

4. Обгрунтувати вибір методу опрацювання реографічних сигналів;

6. Провести експериментальний відбір та опрацювання реографічних сигналів обґрунтованим методом.

Об'єкт дослідження: процес відбору та опрацювання реографічних сигналів.

Предмет дослідження: засоби відбору та метод опрацювання реографічних сигналів.

Наукова новизна одержаних результатів. Розроблено метод опрацювання реографічних сигналів на базі моделі у вигляді адитивної суміші періодичного процесу та стаціонарного випадкового процесу. Застосовано методи спектрально-кореляційного аналізу реографічних сигналів.

Практичне значення одержаних результатів. Одержані результати можуть бути використані при проектуванні реографічних систем контролю стану серцево-судинної системи.

Публікації. Викладені в роботі результати доповідалися і обговорювалися на VII науково-технічній конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя «Інформаційні моделі, системи та технології».

РОЗДІЛ 1
ДІАГНОСТИЧНА ЦІННІСТЬ РЕОГРАФІЧНИХ СИГНАЛІВ В МЕДИЦИНІ

1.1 Генезис реографічних сигналів

В клінічній практиці використовуються різновиди реографії, напр., реографія головного мозку (реоенцефалографія), реографія легенів (реопульмонографія), реографія серця (реокардіографія), реографія печінки (реогепатографія), реографія очей (реоофтальмографія), реографія нижніх і верхніх кінцівок (реовазографія) і т. д.

1.2 Біофізичні основи реографії

Суть методу реографії полягає в наступному: на досліджуваний об'єкт накладають електроди і пропускають через них електричний струм високої частоти. Зміна ступеня кровонаповнення і швидкості руху крові в кровоносних судинах супроводжується коливаннями електричного опору в живих тканинах, розташованих між електродами.

У загальному вигляді цей зв'язок визначається формулою А. А. Кедрова:

$$dV / V = dR / R,$$

де dV / V - відносна зміна об’єму тканини в досліджуваній ділянці, практично рівна зміні об’єму крові в цій ділянці; dR / R - відносна зміна опору цієї ділянки.

Протягом серцевого циклу значення dR змінюється відповідно до змін кровонаповнення досліджуваного об'єкта або ділянки тканини: зменшується за певним законом при систолі і зростає при діастолі. Графічний запис залежності dR в часі називається реограмою. Параметри реографічних хвиль,

що утворюють реограму, описують ті складні процеси, які забезпечують прояв змінної величини електричного опору в тканинах. Коливання маси крові в досліджуваній ділянці судинного русла обумовлюють відповідні зміни амплітуди реографічних хвиль, а стан судинної стінки (її еластичність, тонус, пружні властивості і т. п.) знаходить своє відображення у змінах інших показників реограми.

Дослідження проводять за допомогою реографіів, які для підсилення і запису сигналів підключаються до електрокардіографів, електроенцефалографів та інших аналогічних приладів. На тілі за допомогою гумових стрічок, лейкопластиру, бинтів і т. п. кріпляться електроди, розмір і форма яких визначається областю та цілями дослідження. Для зменшення опору шкіри і посилення контакту застосовуються спеціальні пасти. Одночасно записується ЕКГ.

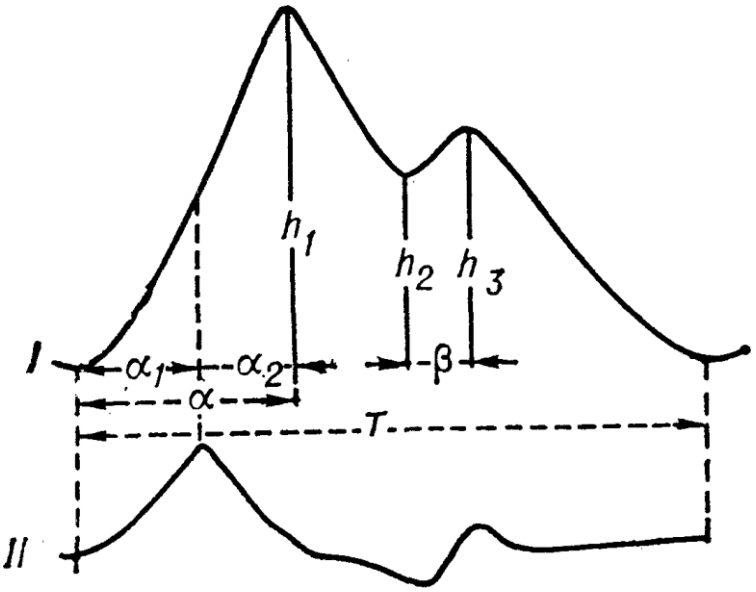


Рис. 1.1. Схематичне зображення реограми і характеристика складових її компонентів: I - реографічна хвиля; а - тривалість висхідної частини хвилі, що характеризує період повного розкриття кровоносної судини (a_1 - час швидкого кровонаповнення, a_2 - час повільного кровонаповнення); h_1, h_2, h_3 - амплітуди ділянок реографічної хвилі, що відображають тонус судин; β - тривалість висхідної частини додаткової реографічної хвилі; T - період хвилі. II - перша похідна реограми, що отримується при математичному аналізі форми реографічної хвилі.

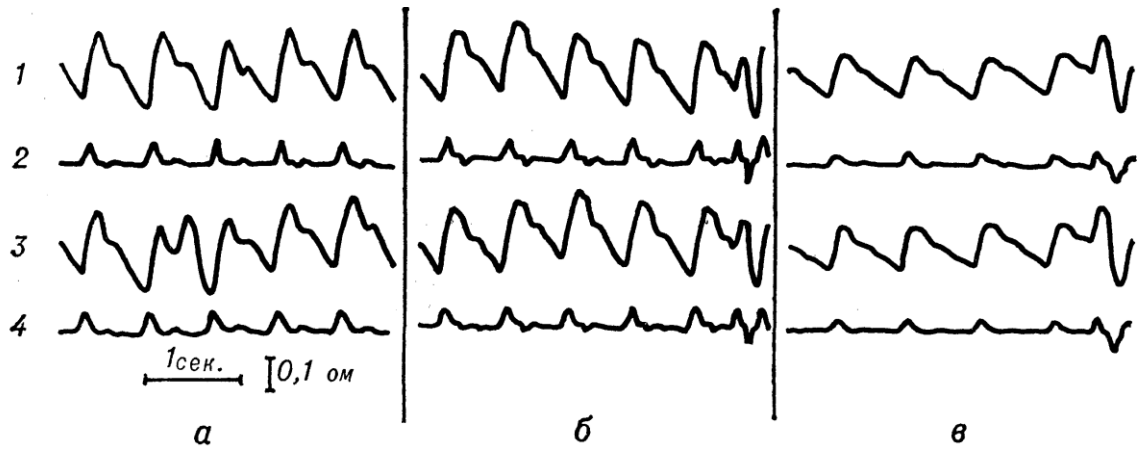


Рис. 1.2. Біполярні реограми у віці 14 років (а), 23 роки (б) і 51 рік (в) в нормі: 1 і 3 - реограми з двох відведень; 2 і 4 - перші похідні реограм.

Зі збільшенням віку закономірно змінюється характер реограм (форма вершин, кут нахилу висхідної і низхідних частин реографічних хвиль, величина і кількість додаткових реографічних хвиль), а також їх перших похідних.

Аналіз реограми проводиться за оцінкою її амплітудних і часових показників. До зовнішніх показників відносяться регулярність, форма, вираженість і розташування додаткових хвиль. Крива в нормі досить регулярна; зміни регулярності залежать від порушення ритму серцевих скорочень або дихання. Регулярність реографічних хвиль істотно змінюється при деяких видах патології, напр, при вираженій судинній дистонії. Форма реографічних хвиль залежить, головним чином, від стану судинної стінки. При її патологічних змінах змінюється конфігурація окремих частин, вершини реографічної хвилі, кута нахилу висхідної частини, вираженості і місцезнаходження додаткових хвиль. Характерні зміни форми реограми спостерігаються при патології венозної системи. Для об'єктивної оцінки стану венозного кровообігу використовується метод поділу реограм на артеріальні і венозні компоненти з використанням екстремальних точок кривої і їх зіставленням з тангенсом кута нахилу цієї кривої. З показників реограми найбільш інформативними і фізіологічно обгрунтованими є такі:

реографічний індекс, що характеризує величину пульсового кровонаповнення в досліджуваній ділянці судинного русла, час висхідної частини хвилі (період повного розкриття судини - а), що відображає тонічний стан судин; час швидкого кровонаповнення (а1), який визначається модулем пружності стінок великих судин і скорочувальною функцією міокарда; час повільного кровонаповнення (а2), що залежить від пружних властивостей судинної стінки; відношення часу висхідної частини до тривалості всієї хвилі (а: Т), що відбиває тонічний стан судин; дикротичний індекс (h2: h1, що характеризує тонус артеріол; діастолічний індекс (h3: h1), що відображає стан відтоку крові у вени і тонус вен; час поширення хвилі (Q - а); коефіцієнт асиметрії. Абсолютні значення всіх цих показників знаходяться в залежності від області дослідження і віку людей (рис. 1.2).

Результати досліджень методом реографії залежать від частоти змінного струму, на якій проводяться вимірювання. Теоретичні та експериментальні роботи по обгрунтуванню методу показали, що реограма найбільш адекватна показникам кровопостачання при використанні змінного струму з частотами 30-300 кГц. Для усунення неприємних відчуттів для пацієнта і змін фізіологічних показників досліджуваного об'єкта (порушень структури, механічних, хімічних, нервових або будь-яких інших процесів життєдіяльності) величина струму високої частоти не повинна перевищувати граничного значення. Для зазначеного діапазону частот величина струму становить 1-5 мА.

В клінічній практиці найбільше значення набула реографія кінцівок (реовазографія) і реографія головного мозку (реоенцефалографія), що дають уявлення про пульсове кровонаповнення і стан артеріального і, в меншій мірі, венозного тонусу судин. Реограма кінцівок використовується при діагностиці захворювань периферичних судин, що супроводжуються зміною еластичності, звуженням або повною облітерацією артерій, виміром судинного тонусу, а також при вивченні фармакодинаміки різних фармакологічних засобів.

Для реєстрації поздовжніх реограм різних відділів кінцівок пластинчасті або кільцеві електроди накладають на проксимальні і дистальні відділи плеча, передпліччя, кистей або пальців руки, стегна, гомілок, стопи або пальців ноги. Електроди вибираються однакової площі, шириною 10-20 мм. Відстань між електродами, накладеними на різні ділянки кінцівок, становить 100-150 мм; при реографії пальця застосовуються еластичні електроди з фольги або латунні посріблені кільця з косим розрізом і внутрішнім діаметром від 15 до 24 мм з відстанню між електродами 10-15 мм. Запис рекомендується проводити з симетричних ділянок обох кінцівок.

При кількісному аналізі визначаються наступні показники: амплітуда реограми відображає зміну еластичності і пружності стінок артерій і їх пульсове кровонаповнення, яке залежить також від величини ударного об'єму серця. Більш точні уявлення про пульсове кровонаповнення різних відділів кінцівок дає відношення амплітуди реограми до омічного базового опору.

Амплітуда реограми залежить від відношення обсягу пульсового кровонаповнення до загального обсягу досліджуваного відділу кінцівки, тому амплітуда реограми стегна менше амплітуди реограми гомілки і пальців ніг. У здорових осіб амплітуда реограми в середньому становить для плеча 0,05 Ом, для передпліччя 0,08 Ом, для кисті 0,1 Ом, для пальця 0,24 Ом; для стегна 0,035 Ом, для гомілки 0,08 Ом, для стопи 0,1 Ом, для пальців ніг 0,22 Ом.

Час підйому реографічної хвилі (*а*) вимірюють від початку хвилі до перпендикуляра, опущеного з точки максимального підйому. Він характеризує здатність артерій великого і середнього калібру до розтягування. У нормі *а* складає 0,08-0,13 сек.

Дикротичний індекс відношення амплітуди на рівні інцизури низхідної хвилі до максимальної амплітуди основної хвилі реограми відображає стан тонусу артерій переважно дрібного і середнього калібру і становить в середньому 50%.

Реографічний коефіцієнт (а * 100% / Т, де Т - тривалість середнього циклу) відображає стан тонусу артерій і в нормі становить у середньому 10-13%.

Реограма здорових осіб характеризується основною систолічною хвилею з крутим підйомом, загостреною вершиною, пологим спуском, на якому є дві-три додаткові хвилі, добре вираженою инцизурою. Диференціальна реограма (перша похідна основної реограми) характеризує швидкість притоку і відтоку досліджуваної області (ом / сек).

Збільшення ригідності (зниження еластичності) артерій, викликане підвищенням тонусу або органічними змінами стінок артерій, супроводжується зменшенням амплітуди, подовженням часу підйому (а), збільшенням реографічного коефіцієнта, заокругленням вершини кривої, зміщенням дикротичної хвилі до вершини, згладженістю кривої внаслідок зникнення діастолічних хвиль .

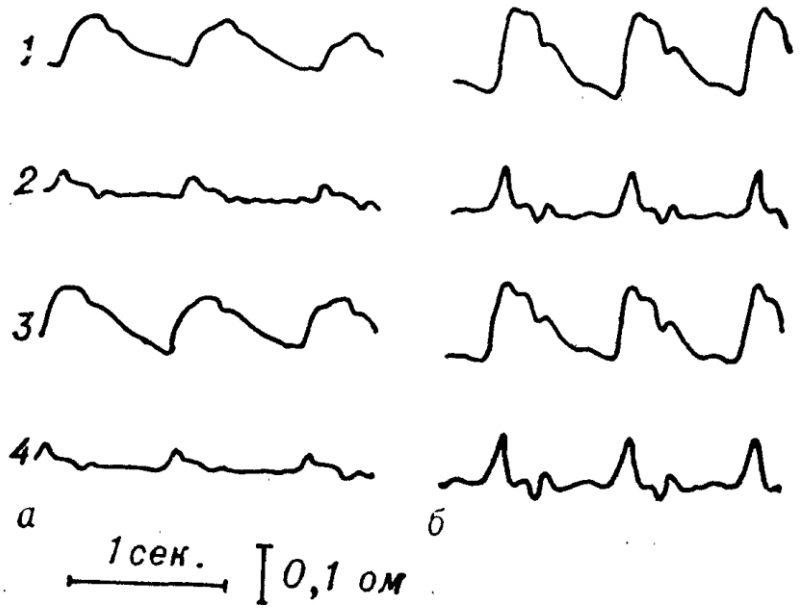


Рис. 1.3. Біполярні реограми в умовах значного підвищення судинного тонусу (а) і його нормалізації (б) після сублінгвального прийому нітрогліцерину (нітрогліцеринова проба): 1 і 3 - реограми з двох відведень; 2 і 4 - перші похідні реограм; прийом нітрогліцерину призводить до нормалізації більшості показників реографічної хвилі, що говорить про функціональну, а не органічну форму патології.

Для диференціювання функціональних змін від органічних і з'ясування компенсаторних можливостей судинної системи застосовуються функціональні проби:

- проба з нітрогліцерином (рис. 2.3). Пацієнт приймає 0,5 - 1 табл. нітрогліцерину; при відсутності органічних змін артерій амплітуда реограми збільшується в 1,5-1,8 рази, зменшується *а* й зменшується дикротичний індекс (позитивна проба);

- постуральна проба полягає в реєстрації реограми гомілок і стоп в положенні: а) з піднятими кінцівками під кутом 45 ° і б) з опущеними під кутом 90 ° гомілками. У здорових осіб в положенні з піднятими ногами відзначається збільшення амплітуди систолічної хвилі, а з опущеними ногами - її зменшення;

- проба з локальним фізичним навантаженням - згинання, розгинання в гомілковостопному суглобі протягом 1 хв .: при захворюванні артерії амплітуда реографічного коефіцієнта не змінюється або зменшується, а тривалість *а* збільшується на 30-60% (негативна проба);

- проба на реактивну постішемічну гіперемію: у здорових осіб після двохвилинної ішемії, створеної тиском, що перевищує систолічний, в манжеті, накладеній проксимально досліджуваної області, амплітуда реографічного коефіцієнта збільшується через 1,0-1,5 хв. на 30-40%;

- холодова проба: у нормі після охолодження кисті протягом 1-2 хвилин водою при температурі 5-8 ° амплітуда реографічної хвилі зменшується незначно з поверненням до вихідної через 6-8 хв.

Реографи - це електронні пристрої, призначені для перетворення коливань імпедансу живої тканини або його складових, обумовлених пульсовими змінами кровонаповнення в пропорційний електричний сигнал. Аналіз цього сигналу здійснюється візуально при записі на реєструючий пристрої (найчастіше електрокардіограф) або автоматичними

обчислювальними пристроями. За кількістю каналів реографи поділяються на одноканальні і багатоканальні.

Принцип роботи реографа полягає в наступному [1,2]: від генератора високої частоти реографа за допомогою електродів через досліджуваний орган пропускається струм високої частоти. При цьому на досліджуваній ділянці (органі) виникає падіння напруги. Зміни кровонаповнення в досліджуваному органі призводять до змін його імпедансу і пропорційних змін амплітуди високочастотної напруги. Після підсилення за допомогою детектора і фільтрів виділяється низькочастотна складова, що представляє собою реографічний сигнал (реограма).

Залежно від кількості використовуваних в кожному каналі електродів розрізняють двохелектродні (біополярні) і чотириелектродні (тетраполярні) реографи. У свою чергу двохелектродні реографи в залежності від схеми перетворення зміни імпедансу в електричний сигнал підрозділяються на потенціометричні і мостові.

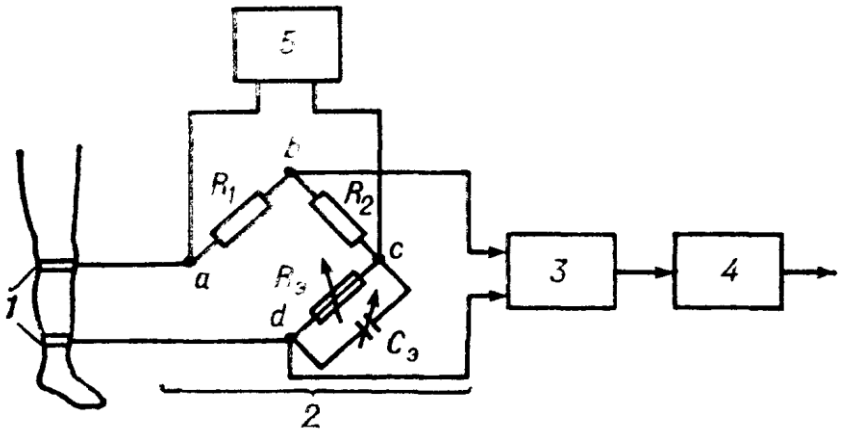


Рис. 1.4. Блок-схема біполярного мостового реографа: 1 - два електроди, що накладаються на кінцівку; 2 - мостова схема (утворена опорами R1, R2, R3, конденсатором змінної ємності Се); 3 - підсилювач; 4 - фільтри і низькочастотний підсилювач; 5 - генератор електричного струму високої частоти.

Найбільшого поширення набули мостові схеми (рис. 1.4). На досліджувану ділянку накладаються 2 електрода, що забезпечують

пропускання електричного струму через цю ділянку. За допомогою провідників досліджувану ділянку включається в мостову схему, утворену елементами R1, R2, Re, Ce. При балансі моста, що має місце при рівності опорів R1 і R2 а також рівність імпедансу досліджуваної ділянки (плече a - d моста) імпедансу кола Re, Ce (плече d - c моста), напруга на виході моста дорівнює нулю. Зміни імпедансу досліджуваної ділянки призводять до порушення рівноваги моста і появі на виході моста (точки b - d) високочастотної напруги, амплітуда якої змінюється пропорційно змінам імпедансу. Подальше перетворення напруги здійснюється в підсиленні вихідного сигналу і фільтруванні низькочастотної складової. Балансування моста проводиться зазвичай плавно регулюванням опору Re і дискретно (за допомогою перемикача) підключенням конденсаторів різної ємності.

Для якісної оцінки результатів дослідження проводиться калібрування реограми в одиницях вимірюваної величини – Ом/с. Практично амплітуда реограми дуже мала і величини калібрування мають типові значення 0,05; 0,1 і 0,2 Ом.

Загальним недоліком біполярних реографів є те, що в вимірювальну схему реографа включається не тільки імпеданс досліджуваного органу, а й перехідні опори між електродом і внутрішніми тканинами: опір переходу електрод - паста, паста - шкіра, шкіра - внутрішні тканини. Це призводить до того, що імпеданс, який вимірюється реографом, фактично вище, ніж імпеданс власне досліджуваного органу, а отже, при розрахунках кількісних показників кровонаповнення має місце помилка, яку важко врахувати.

Розвиток методів кількісної реографії призвів до розробки і широкого впровадження в клінічну практику тетраполярних чотириелектродних реографів. У них струм високої частоти подається через електроди, що розташовуються поблизу від досліджуваної ділянки. За допомогою двох інших електродів, розташованих по краях досліджуваної ділянки, знімається високочастотна напруга, амплітуда якої змінюється пропорційно змінам імпедансу саме між цими електродами. При великому вхідному опорі

підсилювача високої частоти напруга високої частоти, що утворюється на внутрішніх структурах досліджуваної ділянки повністю надходить на його вхід. Падіння напруги на переходах внутрішні тканини - електроди мале, і тому на схему реографа надходить напруга, пропорційна саме імпендансу внутрішніх тканин. Підвищення точності вимірювання імпедансу внутрішніх тканин, а отже, і підвищення точності дослідження кровонаповнення на ділянці, обмеженій електродами, є найбільш важливим і принциповою перевагою тетраполярних чотириелектродних реографів.

1.3 Загальні принципи реографії

Реографія або імпедансна плетизмографія – безкровний (неінвазивний) метод оцінювання кровообігу. В основі його лежить явище зміни електричного опору ділянки біологічної тканини при пульсуючому русі крові в артеріях і венах. При цьому часто вважають, що кровотік в артеріолах, дрібних венах і капілярах залишається майже постійним і мало впливає на реєстровані зміни електроопору. При електрореографічних дослідженнях коливання опору визначають за допомогою введеної ззовні електричної енергії. Причому, так як коливання мають малі значення (0,5-4%) від загального опору, використовують змінні електричні струми високої частоти. Їх пропускають через об'єкт вимірювань і реєструють малі коливання обвідної, яка виникає внаслідок того, що при змінах електричного опору відбувається модуляція сигналу в електричному вимірювальному колі [22].

Для отримання прийнятної чутливості амплітуду змінного струму, що пропускається через біотканини, беруть на рівні 2 мА, частоту в межах 50-500 кГц [22].

Вважається, що між змінами електричного опору і пульсовими коливаннями обсягу крові існує лінійна залежність. У момент збільшення обсягу крові, викликаного систолічним скороченням шлуночків серця,

електропровідність цієї зони збільшується, а електричний опір зменшується. Підвищення електричного опору обумовлено спадом пульсової хвилі.

Причому коливання опору пов'язані не тільки з об'ємом крові, але і зі швидкістю її руху. Впливають також скорочувальна здатність міокарда, діаметр, і еластичність судин, умови венозного відтоку, фаза дихання і форма електродів.

Реографія дозволяє оцінити артеріальне кровонаповнення, стан артеріальних судин, венозний відтік, мікроциркуляцію, ударний і хвилинний обсяги кровообігу і т.д. При синхронному записі разом з ЕКГ вдається отримати інформацію про скорочувальну здатність ізольованого міокарда лівого і правого шлуночків. При двоканальному запису реограми від симетрично розташованих електродів можна оцінити асиметрію лівого і правого кровоносних шляхів [22].

Залежно від розташування електродів на пацієнтові розрізняють наступні види реографії [22]:

1. Центральна реографія (реографія аорти, легеневої артерії)

2. Органна реографія:

а) реопульмонографія – полягає в реєстрації електричного опору тканин легенів, застосовується при бронхолегеневій патології. Особливе значення має в хірургії, так як реопульмонограма може бути знята з будь-якої ділянки легенів безпосередньо під час операції. Це необхідно у випадках, коли доопераційне обстеження не дозволяє з достатньою точністю дати заключення про стан сегментів легенів, прикордонних з ураженими, і треба уточнити передбачуваний обсяг резекції.

б) реоенцефалографія – визначає тонус і еластичність судин головного мозку, вимірюючи їх опір струму високої частоти, слабкому за силою і напругою. Дозволяє також визначити кровонаповнення відділів головного мозку, діагностувати характер і локалізацію його уражень, дає хороший результат при судинних захворюваннях, особливо при церебральному атеросклерозі. У гострому періоді інсульту допомагає встановити ішемічний

характер розладу кровообігу або тромбоемболічний інфаркт мозку. Реоенцефалографія є перспективною при травмах головного мозку, його пухлинах, епілепсії, мігрені та ін.

в) реовазографія – метод дослідження кровообігу в кінцівках. Існують 2 методики: поздовжня (електроди накладаються на крайні точки досліджуваної ділянки кінцівок – проксимально і дистально) і поперечна (електроди розташовуються на одному і тому ж рівні навпроти один одного). Найбільш визнаною і обґрунтованою є перша методика. При біполярній реовазографії накладають 2 електрода при тетраполярній - 4. Електроди представляють собою смужки з струмопровідного матеріалу (свинцеві та ін.) шириною 5-10 мм і різної форми.

1.4 Висновки до розділу

Розглянуто фізичну природу реографічних сигналів та способів їх відбору. Проаналізовано діагностичну значимість таких сигналів для медицини.

РОЗДІЛ 2
ТЕХНІКА ВІДБОРУ РЕОГРАФІЧНИХ СИГНАЛІВ

2.1 Методи відбору реографічних сигналів

Реєстрація реограм здійснюється за допомогою реографів.

При біполярній методиці накладають 2 електроди, кожен з яких одночасно є струмовим і вимірювальним, електроди фіксують на відповідній ділянці тіла. Для зниження контактного опору між електродом і шкірою використовуються ті ж прийоми, що і при записі ЕКГ. При використанні тетраполярної методики ділянку дослідження обмежують парою вимірювальних електродів, а напруга, яка виникає, знімається за допомогою іншої пари електродів, розташованих назовні по відношенню до першої (струмові). Тетраполярна методика більш точна, бо різко (до мінімуму) знижується вплив контактного опору (немає необхідності накладати прокладки, змочені розчинами солей або лугів, а також користуватися електродною пастою) і електродної поляризації. Це дозволяє з високим ступенем точності виміряти імпеданс глибинних тканин. Крім того, досить точно одержувані відомості про базисний імпеданс дозволяють дати кількісну оцінку основним гемодинамічним показникам ударного і хвилинного обсягів кровообігу [22].

Запис реограм проводиться в теплому приміщенні через 1,5-2 години після прийому їжі або натщесерце, в положенні лежачи на спині після 15-20-хвилинного відпочинку. Одночасно з двома реограмами (основною і диференціальною) записується ЕКГ в II стандартному відведенні і іноді ФКГ в V точці або над верхівкою на одному з середньо частотних діапазонів. Бажано реєстрацію реограми проводити на затримці дихання при неповному видиху [22].

2.2 Морфологічні параметри реографічних сигналів

Реограма - це крива коливання електричного опору судин.

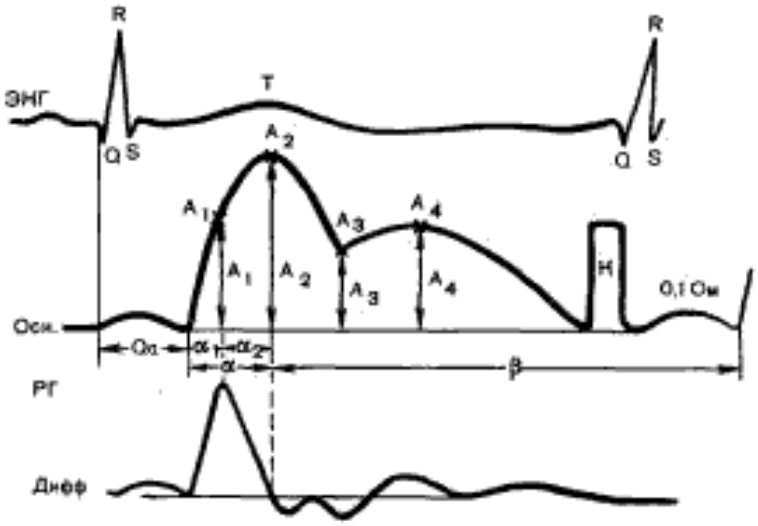


Рис. 2.1. Реографічна крива з позначенням точок відліку: Зверху вниз: ЕКГ, основна реограма,

При якісному аналізі враховується форма кривої, характер анакроти і катакроти, рельєф вершини (закруглена, загострена, платообразна, сідловидна і ін.), вираженість і кількість додаткових хвиль, їх розташування на низхідному коліні кривої, наявність або відсутність пресистолічної хвилі.

Кількісний аналіз передбачає визначення наступних показників (рис. 2.2):

1. Амплітуда систолічної хвилі в мм вимірюється від початку систолічної хвилі до вищої точки реограми.

2. Амплітуда діастолічної хвилі в мм вимірюється від початку діастолічної хвилі до вищої її точки.

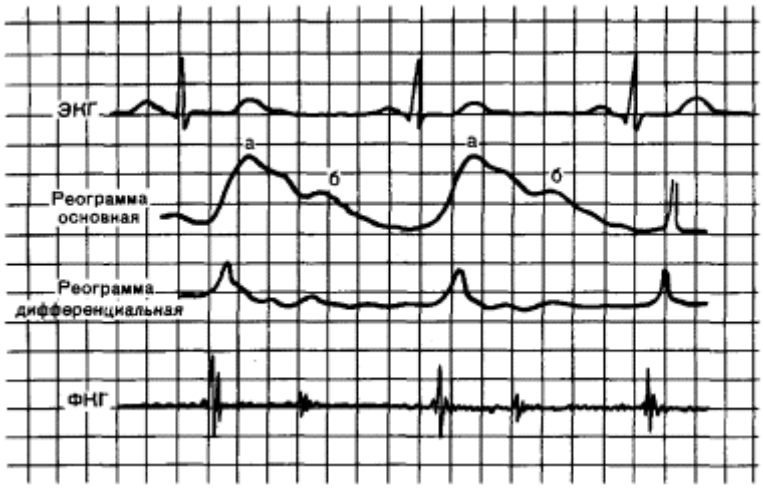


Рис. 2.2. Приклад реограми

3. Реографічний індекс (систолічний і діастолічний) - відношення систолічної (діастолічної) хвилі до стандартного калібрувального сигналу (0,1 Ом = 10 мм), виражається у відносних одиницях. Цей показник характеризує величину і швидкість припливу (відтоку) крові в досліджуваній зоні. Амплітуда кривої вимірюється від ізолінії до вищої точки хвилі.

4. Інтервал Qa чи час поширення пульсової хвилі на ділянці «серце - досліджуваний орган» в секундах - відповідає періоду напруження при фазовому аналізі систоли шлуночків. Вимірюється від початку зубця Q ЕКГ до початку хвилі реограми, пов'язаної з даним серцевим циклом. Інтервал Qa зменшується при підвищенні тонусу або склерозі магістральних судин.

5. Період або час швидкого наповнення - від початку підйому систолічної хвилі реограми до точки максимальної крутості на її висхідному коліні (відповідає проекції вершини основного зубця диференціальної реограми на висхідне коліно об'ємної реограми). Цей показник відображає величину ударного обсягу і функціональний стан великих судин.

6. Період або час повільного наповнення - від точки максимальної крутості на висхідному коліні реограми до її вершини.

7. Амплітудно-частотний показник (АЧП) - відношення реографического індексу до тривалості серцевого циклу R-R.

8. Час загального наповнення - інтервал від початку підйому реограми відображає загальний час систолічного припливу крові в цю судинну область.

9. Тривалість катакроти в секундах (від вищої точки кривої реограми до точки перетину з ізолінією).

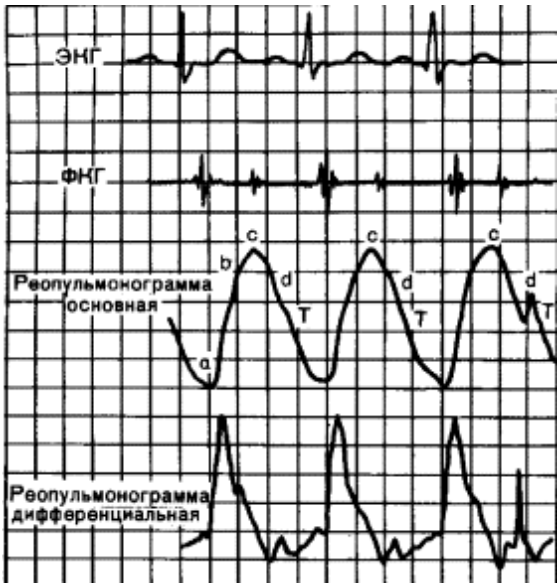


Рис. 2.3. Реопульмонограма

Для реєстрації цих реограмм використовують електроди розмірами 3Х4 см (активний) і 6х10 см. При записі реограми легеневої артерії активний електрод розташовують в II міжребер'ї справа по серединно-ключичній лінії, а пасивний - в області нижнього кута правої лопатки. При записі реограми аорти активний електрод фіксують на грудині на рівні II міжребер'я, а пасивний на спині в області IV - VI грудних хребців. Таке розташування електродів забезпечує отримання роздільної інформації про коливання кровонаповнення лівого і правого шлуночків серця і правої легені. Тут на реограмі розрізняють пресистолічну хвилю (починається одночасно з зубцем Q ЕКГ, триває 0,10-0,15 с і зумовлена кровонаповненням порожнистих вен і передсердь), систолічну (відповідає початку фази вигнання в момент відкриття півмісяцевих клапанів) - відображає кровонаповнення легеневої

артерії, її гілок і аорти. На систолічній хвилі розрізняють висхідне коліно [22].

За систолічною хвилею слідує діастолічна хвиля, що відображає час заповнення шлуночків серця кров'ю, великих порожнистих вен, відтік крові з аорти і легеневих судин.

Збільшення амплітуди систолічної хвилі обумовлено збільшенням ударного об'єму правого шлуночка і може мати місце при деяких вроджених вадах серця, артеріовенозних фістулах. Повна відсутність діастолічної хвилі - показник зниження резервної ємності венозного русла малого кола.

За станом гемодинаміки малого кола кровообігу розрізняють 3 типи реографічних кривих а) гіповолемічна - знижена амплітуда, є щербини на анакроті, нечітка інцизура на діастолічній хвилі, видовжений час максимального систолічного наповнення, б) гіперволемічна - висока амплітуда систолічної хвилі, крута анакрота і катакрота, погана вираженість інцизури і діастолічної хвилі, в) гіпертонічна - збільшена амплітуда систолічної хвилі, закруглена вершина, високе розташування інцизури.

На думку Hoffer., між величиною інтегрального імпедансу і загальним об'ємом води в організмі існує лінійна залежність, що виражається наступною формулою:

$$B = 0{,}4\frac{H^2}{Z_s} + 14, \qquad (2.1)$$

де В - обсяг води, л; Н - зріст досліджуваного, см; Zs - імпеданс тіла, Ом. Коефіцієнт кореляції при цьому дорівнює +0,92. Інтегральна реографія може бути використана для визначення ударного об'єму крові, бо, як встановлено, існує залежність між базовим імпедансом, пульсовим, його зміною і обсягом крові. На підставі такої залежності Кедров запропонував формулу для розрахунку ударного обсягу крові за інтегральною реограмою тулуба:

$$\Delta V = \frac{\Delta R}{R} \cdot P, \qquad (2.2)$$

де ΔV-ударний викид крові, мл; Δ R - зміна електричного опору під час систоли, Ом; R - вихідний базовий опір тіла струму високої частоти, створюваному генератором реографа, Ом; Р - маса тіла, м

М. І. Тищенко пропонує таку формулу для обчислення ударного обсягу крові:

$$V_s = \frac{h/K \cdot L^2}{R} \cdot \frac{T}{D}, \quad (2.3)$$

де V_s - ударний об'єм; L - зріст обстежуваного, см, h - максимальна амплітуда кривої, мм; К - амплітуда калібрувального сигналу 0,1 Ом, D - тривалість діастоли; Т - серцевий цикл, с.

Отримані дані множать на коефіцієнт 0,275 для чоловіків і 0,247 для жінок.

Проведені Б. І. Мажбічем і Т. П. Шевченко (1984) дослідження по уточненню природи інтегральної реограми тіла вказують на те, що інтегральна реограма є не чим іншим, як реограмою кінцівок, а визначення величини серцевого викиду лівого шлуночка за методикою Тищенко носить емпіричний характер.

Метод W. Kubicek (1966), який передбачає розташування струмових електродів на шиї і грудній клітці, при порівнянні з прямими методами визначення ударного об'єму дає майже 100% збіг даних і отримав найбільше визнання. Його слід застосовувати в лікувально-профілактичних установах. Тетраполярна реограма реєструється із застосуванням імпедансного кардіографа або реоплетизмографа. Одночасно реєструють диференціальну реограму і ФКГ (для контролю). Ударний об'єм розраховують за формулою:

$$УО = \rho \frac{L^2}{Z^2} T \frac{dZ}{dt}, \quad (2.4)$$

де - Питомий опір крові при 100 кГц (150 Ом-см); L-відстань між

електродами; Z - базисний опір в Ом; dZ / Dt - максимальна швидкість зміни опору під час серцевого циклу, що визначається за амплітудою диференціальної кривої; T - тривалість періоду вигнання (також визначається по диференціальній реограмі: через 0,015 с від початку підйому кривої до найглибшої точки інцизури).

2.3 Висновки до розділу 2

В розділі проаналізовано техніку, що використовується для проведення реографічних досліджень, зокрема параметри та принцип роботи реографів, способи накладання електродів тощо. Проаналізовано морфологічні параметри реографічних сигналів.

РОЗДІЛ 3
ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ ЗА РЕОСИГНАЛОМ

3.1 Оцінка рівня кровонаповнення артерій

Для оцінки рівня кровонаповнення артерій регіону реографічним методом, в якості інформаційного параметра сьогодні, як правило, використовується амплітуда реосигналу *C*.

Оскільки реосигнал є відображенням закону зміни поперечного перерізу великих артеріальних судин при поширенні пульсової хвилі, амплітуда реосиналу містить інформацію про величину максимальної зміни поперечного перерізу артерій ΔS_{Amax}, а значить, про кровонаповнення, але, як виявляється, вона залежить і від безлічі інших чинників - відстані між електродами LA еластичності і тонусу артерії (тому що ΔS_{Amax} залежить і від еластичності і тонусу судини), залежить від квадрата поперечного перетину тіла ST2 на ділянці накладення електродів, величини серцевого викиду, частоти зондуючого струму і т.д.

3.2 Оцінка тонусу магістральних артерій

Відповідно до класичної методикИ, для оцінки тонусу магістральних артерій сьогодні використовується час запізнювання пульсової хвилі tз, при її поширенні від півмісяцевого клапана до досліджуваної судинної області. Безумовно, час запізнювання пульсової хвилі є досить інформативним показником, проте, істотні труднощі зазвичай виникають при визначенні відповідних часових моментів відмикання півмісяцевого клапана і приходу пульсової хвилі в судини досліджуваної області. Як правило, час запізнювання визначається як часовий інтервал між початком зубця Q

сигналу ЕКГ і початком реєстрованої реохвилі (точкою a). Оскільки час запізнювання пульсової хвилі зазвичай невеликий, навіть невеликі помилки визначення початку і кінця відповідного часового інтервалу призводять до суттєвих помилок визначення tз, а, значить, до суттєвих помилок визначення тонусу магістральних артерій.

3.3 Оцінка тонусу великих артеріальних судин

Не краща ситуація спостерігається і при визначенні класичним методом тонусу великих артеріальних судин досліджуваної області. Як інформаційний параметр в цьому випадку прийнято використовувати тривалість часового інтервалу α1 між початком реєстрованої реохвилі а і точкою максимальної швидкості кровонаповнення b. Якщо точка максимальної швидкості кровонаповнення b визначається досить легко за часовим положенням максимуму першої похідної реосигналу, то, як вже говорилося вище, з визначенням початку реохвилі часто виникають проблеми. Як і в попередньому випадку, оскільки абсолютна величина α1 мала, навіть невеликі помилки визначення моменту початку реохвилі (часове положення точки а) призводять до суттєвих помилок визначення α1, а, значить, до суттєвих помилок визначення тонусу великих артерій досліджуваного регіону.

3.4 Оцінка тонусу середніх і дрібних артеріальних судин

При визначенні тонусу середніх і дрібних артеріальних судин використовуються, як правило, два параметри: α2 - часовий інтервал між точкою максимальної швидкості кровонаповнення b і вершиною реохвилі (точкою с), і міжамплітудний коефіцієнт інцизури МКі, рівний відношенню амплітуди I реохвилі в точці інцизури до амплітуди реохвилі С в точці її вершини с. На жаль, найчастіше положення точки с визначається з ще

більшою похибкою, ніж точки а. Більш того, при істотно підвищеному периферичному опорі і підвищеному тонусі середніх і дрібних судин найвищою точкою реокривої стає або вершина другої систолічної хвилі, або вершина діастолічної хвилі. І в цьому випадку помилка визначення положення точки с може стати просто величезною. Безумовно, помилка визначення положення точки с призводить до помилки визначення тонусу середніх і дрібних артеріальних судин. Не краще становище і з міжамплітудним коефіцієнтом інцизури МКі. Оскільки існують помилки у визначенні часових положень точок с і і, існують помилки і в визначенні амплітуд С і І, а, значить, помилки у визначенні міжамплітудного коефіцієнта інцизури МКі. Більш того, високі значення І досить часто визначаються не високим тонусом середніх і дрібних артеріальних судин, а суттєво підвищеним значенням периферичного опору, і параметр МКі, на жаль, в цьому випадку не здатний дати вірну інформацію про тонус середніх і дрібних судин.

3.5 Оцінка величини периферичного опору

Відповідно до класичної методики, оцінка величини периферичного опору проводиться по міжаплітудному коефіцієнту діастолічної хвилі МКd, який визначається як відношення амплітуди D реохвилі в точці діастолічної хвилі d до амплітуди реохвилі С в точці її вершини с. Якщо і точка d і точка с визначаються легко і без помилок, то значення МКd розраховується вірно, і ми отримуємо вірну інформацію про периферичний опір судин досліджуваної області. На жаль, так буває далеко не завжди. У багатьох випадках часові положення наведених точок визначають з помилками, що і призводить до помилок визначення периферичного опору.

3.6 Оцінка ступеня утруднення венозного відтоку

Проблема в оцінці ступеня утруднення венозного відтоку полягає в неможливості розмежування впливу на форму реокривої підвищеного периферичного опору, тобто підвищеного тонусу найдрібніших артеріол і прекапілярних сфінктерів, і підвищеного тиску в венулах, через наявне утруднення венозного відтоку. І в одному і в іншому випадку сповільнюється відтік крові з області середніх і дрібних артерій, що призводить до формування більш потужної хвилі відображення, тобто, до зростання амплітуди діастолічної хвилі. Висока діастолічна хвиля може говорити або про високий периферичний опір, або про проблему венозного відтоку, або і про те і про інше разом. Розмежувати ж вплив цих причин на форму реохвилі неможливо, оскільки фізично I = U / R в обох випадках кровотік I через периферію буде зменшуватися, і немає інформації в результаті чого це відбувається, чи за рахунок збільшення знаменника, чи за рахунок зменшення чисельника наведеного співвідношення (зрозуміло, що при підвищенні тиску в венулах, при постійному середньому артеріальному тиску буде зменшуватися падіння тиску на периферичному опорі судинного русла, тобто буде зменшуватися чисельник - величина U).

Отже, розглянувши основні моменти класичної методики оцінки параметрів судинної системи за результатами реографічних досліджень, можна зробити висновок, що, на жаль, результуюча похибка оцінки може бути досить високою, і першоосновою для цього є відсутність системи реографічних показників, інваріантних до особливостей використовуваної методики накладення електродів, форми електродів, відстані між ними, індивідуальних особливостей будови ділянок тіла пацієнта і т.д. Саме надзвичайна варіабельність одержуваних даних в подальшому і породжує неможливість знаходження досить стійких належних значень вимірюваних параметрів, прийнятних для широкого використання на практиці.

3.7 Висновки до розділу 3

Проведено аналіз параметрів, за якими проводиться оцінювання стану серцево-судинної системи за реосигналом, зокрема розглянуто оцінки рівня кровонаповнення артерій, оцінка тонусу магістральних артерій, оцінки тонусу великих артеріальних судин, оцінка тонусу середніх і дрібних артеріальних судин, оцінки величини периферичного опору, оцінки ступеня утруднення венозного відтоку.

Встановлено, що результуюча похибка оцінки може бути досить високою, і першоосновою для цього є відсутність системи реографічних показників, інваріантних до особливостей використовуваної методики накладення електродів, форми електродів, відстані між ними, індивідуальних особливостей будови ділянок тіла пацієнта і т.д. Саме надзвичайна варіабельність одержуваних даних в подальшому і породжує неможливість знаходження досить стійких належних значень вимірюваних параметрів, прийнятних для широкого використання на практиці.

РОЗДІЛ 4
ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Експериментальний відбір реографічних сигналів

В експерименті застосовувався реограф Р4-02 [25]. Реограф Р4-02 забезпечує як широкий діапазон вимірювального опору (від 10 до 250 Ом), так і мінімальний взаємний вплив каналів.

Рис. 4.1 Зовнішній вигляд реографа Р4-02

Реограф реалізує біполярний (двохелектродний) і тетраполярний (чотириелектродний) методи дослідження. Реограф вимірює значення межелектродного опору по всіх каналах. Паралельний запис реограм і їх першої похідної (диференціальної реограми) істотно полегшує медичну інтерпретацію результатів. Реограф Р4-02 дає можливість записувати диференціальну реограм по всіх каналах [25].

До складу реографа Р4-02 включений канал електрокардіограми, синхронний запис якої полегшує інтерпретацію реограми в особливо складних випадках і дає можливість позначити швидкість розширення пульсової хвилі по судинах будь-якого типу.

Аналоговий сигнал ІПГ знімався з четвертого виходу комутатора, що за частотою зондую чого струму відповідає режиму відбору ІПГ. При цьому

можливим був відбір сигналів з виходу mV та V. В першому випадку сигнал ІПГ був зачумлений, в другому випадку сигнал чітко виділявся і досягав амплітудного значення 7 В.

Помічено, що амплітуда вхідного аналогового сигналу перевищує максимальне значення вхідного сигналу звукової карточки, що спостерігалося в відсіканні вершин хвиль сигналів ІПГ по амплітуді. Тому додатково вхідний сигнал подавався на вхід подільника напруги (резистивного) з коефіцієнтом ділення 10, а з його виходу – на вхід звукової карточки.

В режимі вимірювання артеріального тиску Над електродами накладалась манжета від стандартного сфігмоманометра (вимірювача тиску) з ручним накачуванням манжети та механічним манометром – датчиком тиску.

В іншому випадку замість ручного сфігмоманометра використовувався портативний цифровий вимірювач тиску. Його покази бралися за основу значення систолічного та діастолічного тиску.

Наступним етапом дослідження є опрацювання відібраних сигналів.

4.2 Опрацювання експериментально відібраних реографічних сигналів

Відібрані сигналибуло завантажено в середовище Matlab. Текст програми має наступний вигляд:

```
clear all;
x=wavread('reo\Трек 6_013.wav');
sign1=x(1:10:end);
t=(0:(length(sign1)-1))./4400;
plot(t,sign1);
grid on
```

Оскільки початкова частота дискретизації становила 44 кГц, розмір такого завантаженого в Matlab сигналу є надто великим і потребує багато

часу на опрацювання. Тому проведено проріджування сигналу, що відображає третій рядок поданої вище програми. При цьому частота дискретизації понизилась в десять разів, тобто становить тепер 4,4 кГц.

Вибірки з експериментально відібраних реосигналів наведено на рис. 4.2. Сигнали були завантажені в середовище Matlab.

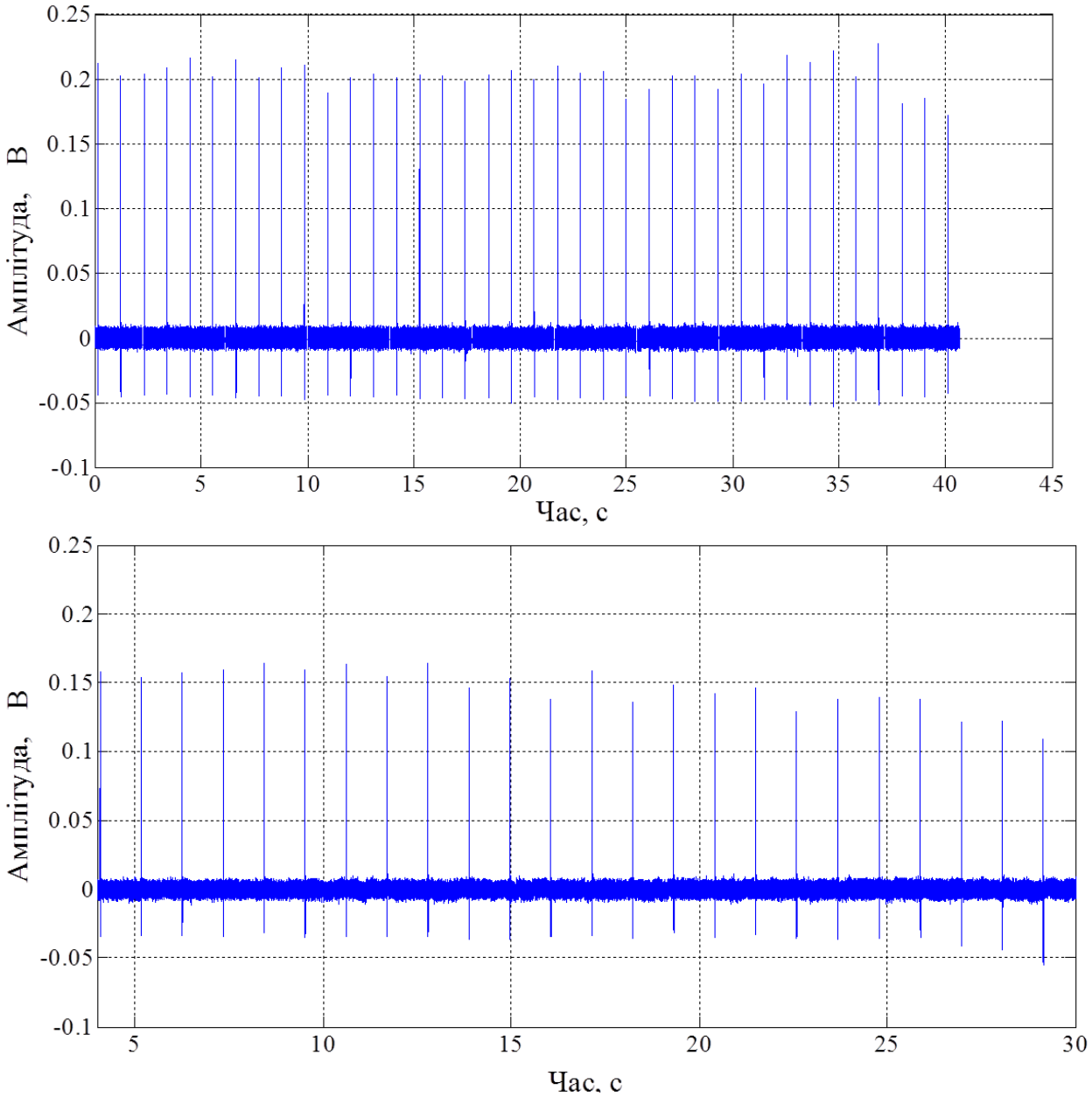
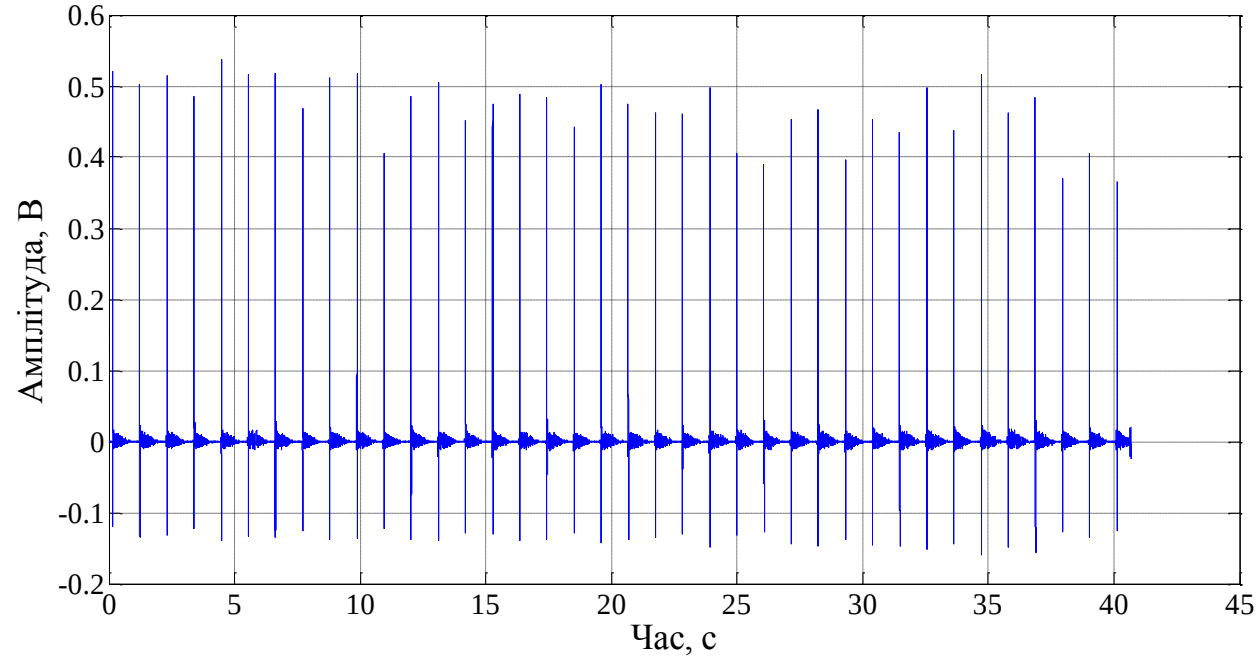
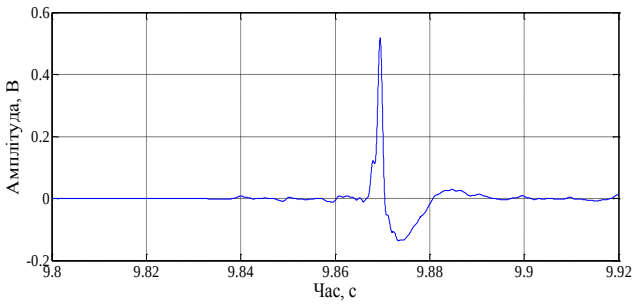


Рис. 4.2. Реєстрограми експериментально відібраних реосигналів

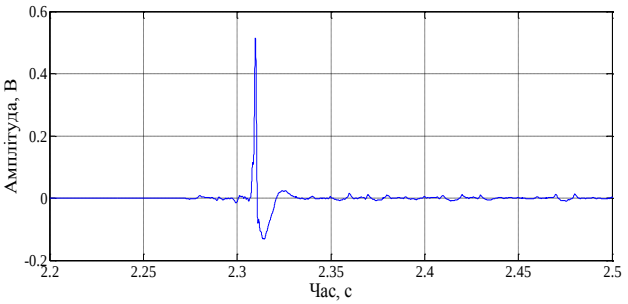
Сигнали, що зображені на рис. 4.2 містять шуми. Після проведення фільтрації цих сигналів в середовищі Matlab отримано сигнали, вигляд яких та вибірки з них в межах періоду наведено на рис. 4.3 та рис. 4.4.



а)

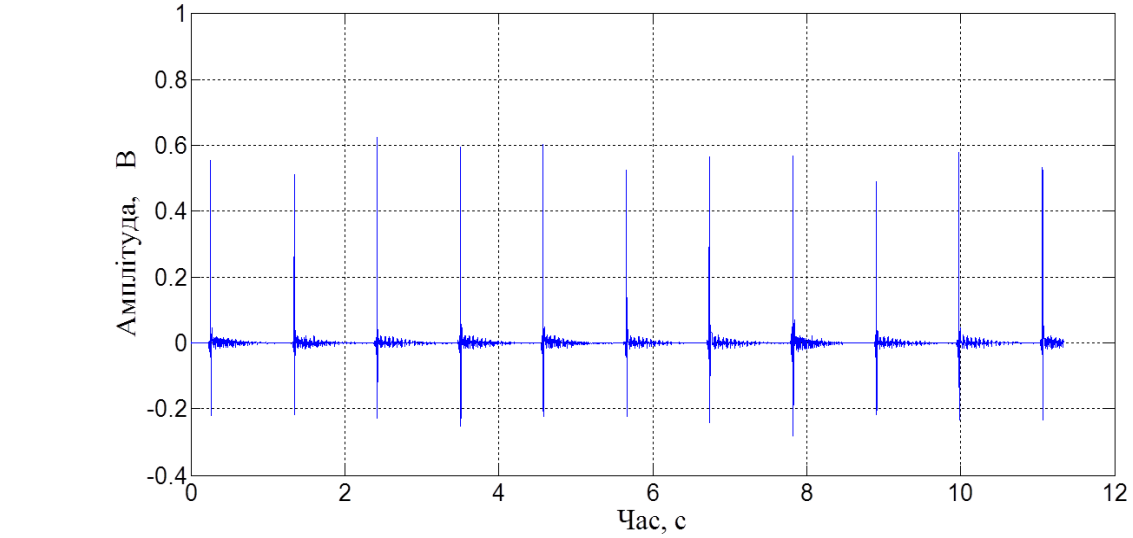


б)

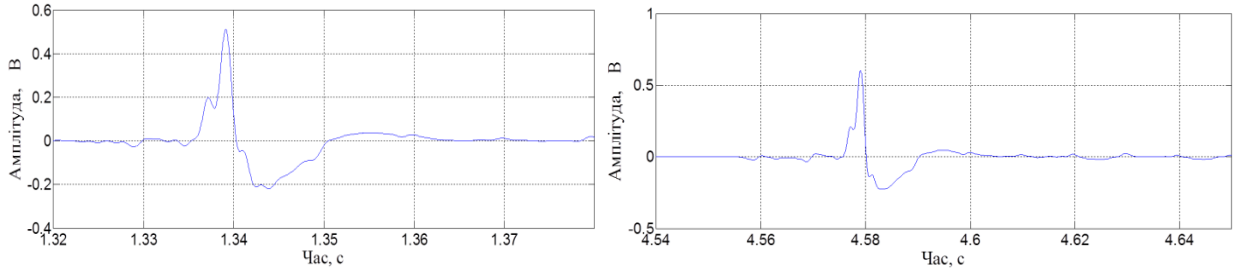


в)

Рис. 4.3. Вибірка з реосигналу а) та приклади окремих хвиль б), в)



а)



б) в)

Рис. 4.4. Вибірка з реосигналу а) та приклади окремих хвиль б), в)

На рис. 4.5 наведено оцінки амплітудних спектрів вибірок з відібраного реосигналу.

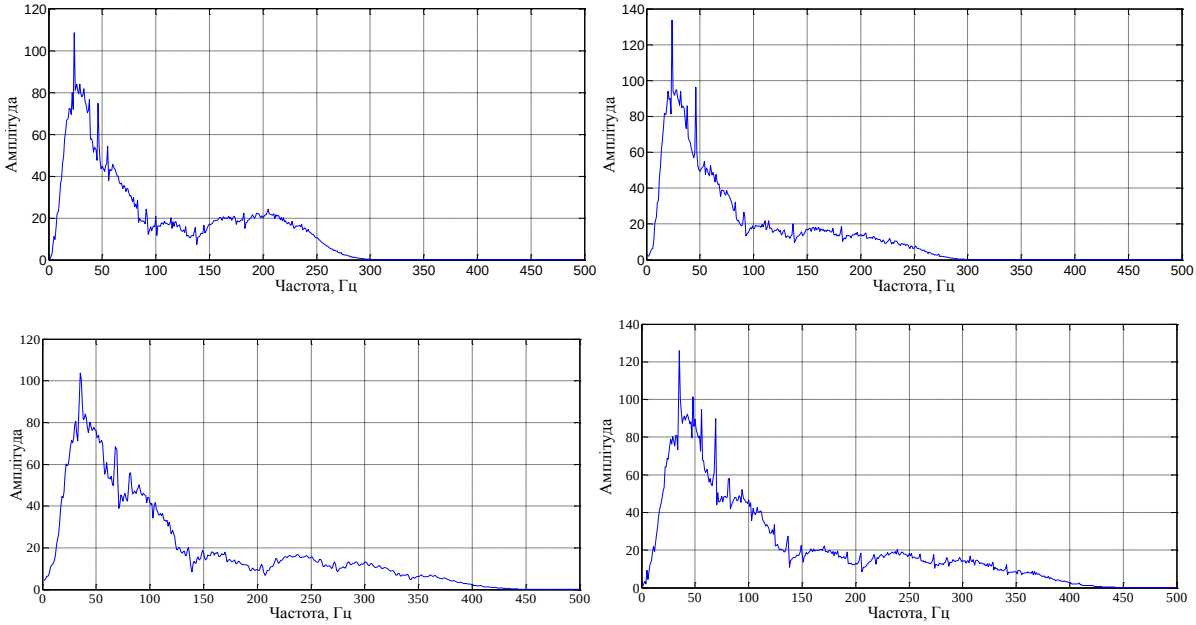


Рис. 4.5. Оцінки амплітудних спектрів вибірок з відібраного реосигналу

З рис. 4.5 видно, що оцінки амплітудних спектрів вибірок з реосигналу є мінливими, тобто сигнал носить ймовірнісний характер.

4.3 Інтерпретація отриманих результатів

Як видно з рис. 4.2 б, в, та рис. 4.3 б, в, форма реосигналу в межах періоду близька за формою до періоду сигналу диференціальної реовазограми (рис. 4.7).

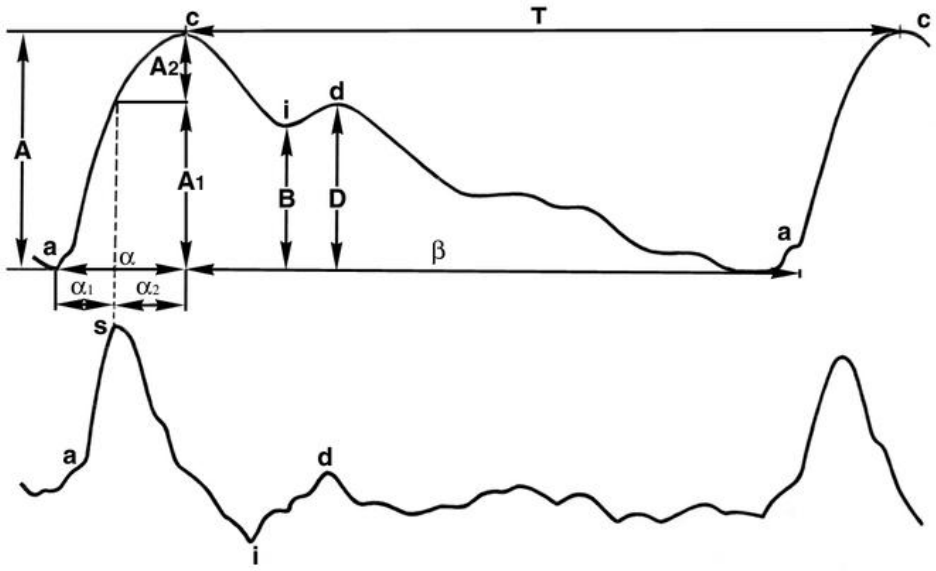


Рис. 4.7. Основна (вгорі) і диференціальна (внизу) реовазограма: a - пресистолічна хвиля; c і s - вершини систолічних хвиль відповідно основної і диференціальної реовазограм; i - інцизура; d - вершина діастолічної хвилі. На основній реовазограмі: A - амплітуда систолічної хвилі з компонентами A1 і A2; B - амплітуда реографічної хвилі на рівні інцизури; D - амплітуда діастолічної хвилі; α - тривалість анакроти (від початку підйому систолічної хвилі до моменту формування її вершини c), що складається з інтервалів α1 і α2; β - тривалість катакроти (від моменту, що відповідає вершині хвилі, до початку наступної систолічної хвилі); T - період між вершинами сусідніх хвиль реовазограми, що відповідає тривалості серцевого циклу

Цей факт пояснюється тим, що по перше реосигнал знімався з кисті руки (реовазограма), а по друге частота зондованого струму становила 100 кГц. При цьому максимально проявляється ємнісна складова опору тканин і відповідно відбувається диференціювання реосигналу.

4.4 Висновки до розділу 4

Проведено експериментальний відбір реосигналів з допомогою реографа Р4-02. Сигнали опрацьовувались в програмі Matlab. Помічено, що оцінки амплітудних спектрів вибірок з реосигналу є мінливими, тобто сигнал носить ймовірнісний характер.

РОЗДІЛ 5
СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

5.1 Методика проведення медико-біологічних досліджень

Спосіб діагностування кровотоку в певних тканинах, конкретних органах або всього організму в цілому має медичне називання - реографія. Метою даного виду дослідження є графічна реєстрація змін електропровідності конкретного органу, які спровоковані коливаннями пульсу кровотоку.

Результати, що мають вигляд графіка, отримані в процесі цієї маніпуляції виконується за допомогою відповідного апарату - реографа.

Оскільки кров, на відміну від інших структур організму характеризується найвищим рівнем електропровідності, то в період систолічного серцевого скорочення в органах спостерігається приплив крові, які розташовуються поруч, отже, дані ділянки тіла будуть характеризуватися високою електропровідністю.

У період розслаблення м'яза серця, здатність провідності струму буде низькою. Отримані результати, у вигляді кривої, що відображають коливання пульсу називаються реограмою.

Вплив даної процедури.

Цей метод дослідження є зовсім нешкідливим, оскільки ніяких ушкоджень та втручання в діяльність окремих органів і всього організму при цьому не спостерігається.

Шкірний покрив, а також тканини не підвладні пошкоджень, оскільки саме через них пропускається досить незначною величини та регулярності струм, який не має відчутного впливу. Незважаючи на те, що людина під час проведення реографії людина не відчуває провідність струму, однак варто відзначити, що дане дослідження є високочутливе.

Деякі відомості про реографію

Основою приладу є генератор, що виробляється електричний струм, а для перекладу вимірювань, який набуває графічну форму, використовується для цього спеціальна насадка. Фіксування реограммы здійснюється при використанні спеціальних електродів, які накладаються на потрібні місця.

На початку здійснення реографії на певну ділянку шкіри хворого кладуть прокладку з тканини, змочену у фізрозчині, а потім електрод, це сприяє кращому їх зіткненню. Для того щоб з необхідних ділянок шкіри прибрати жирову плівку, її обробляють спиртовим розчином.

Правильна підготовка перед проведенням реографії

Для виконання реографії в поєднанні запису ЕКГ підготовка пацієнта повинна бути такою ж, як і при проведенні реєстрації електрокардіограми.

Пацієнт повинен заздалегідь відмовитися від куріння і продуктів, що містять у своєму складі кофеїн, не менше ніж на добу слід відмінити прийом лікарських препаратів, що надають вплив на процес кровообігу. Перед процедурою хворому слід розслабитися і прийняти відповідне положення: лежачи або сидячи.

Результати реограми

Для досконального аналізу стану кровотоку, при виконанні такого дослідження необхідно виконати декілька кривих, схожих на синусоїди, яка показує кровотік артерій, а представлений плавний спуск відображає кровотік вен.

Лікар-діагност, який має достатній досвід, побачить її форму, схожість, існуюче між кількома кривими, присутність і кількість додаткових кривих, які перебувають у низхідній фазі. Приміром, якщо у пацієнта спостерігаються вегетативна дисфункція і аритмія, поруч знаходяться криві мають різну форму.

До того ж, крім оцінки кривих її зовнішніх параметрів, доктор виконає ще деякі обчислення, беручи до уваги спеціальні формули, з урахуванням яких робить розрахунок реографічного індексу, беручи до уваги

встановлений певний інтервал. У разі виходу за межі цієї ділянки це свідчить про присутність патології.

Також при аналізі отриманої реограми доктор враховує й такі показники, як часовий відрізок поширення пульсової хвилі, коефіцієнт венозного відтоку, амплітудно-частотний показник.

Проведення реовазографії

Іншими словами це дослідження називається реографєю судин, що сприяє проведенню оцінки кровотоку кінцівок. Метою такого діагностування виступають верхні кінцівки - судини передпліччя, плеча і кисті, а також нижні кінцівки - стегна, стопи, а також гомілки.

Виконується таке дослідження судин за допомогою використання електродів, що мають прямокутну форму або ж стрічкових. Необхідні ділянки шкіри піддаються спеціальній обробці. Для діагностування кровотоку конкретного місця один електрод кладуть спочатку, а інший, відповідно, в кінці необхідного ділянки.

Отримана хвиля на реограмі характеризується висхідним ділянкою, має круте сходження, верхівка має округлу форму, а спуск є крутим. Реографія судин здатна діагностувати захворювання облітеруючий ендартеріїт, в процесі якого відбувається ураження артерій стопи, а також гомілки. Ця хвороба ще має назву «ноги курця».

Реографія судин здатна показати наявні різні проблеми периферичних судин, а саме втрату їх еластичності, тонусу, стеноз, зокрема і їх закупорку.

Центральна реографія

Дане обстеження передбачає виконання оцінки функціонування серця, за допомогою діагностування кровотоку аорти, а також вивчення легеневої артерії. Стан, а також скоротливу функцію серця можна визначити по наповненню кров'ю шлуночків.

Нормальна реограми легеневої артерії, коли спостерігається пологий висхідний ділянку, верхівка округлої форми з додатковою хвилею, маленької западиною і плавний спуск. На протязі виконання цього дослідження з

урахуванням стану кровотоку в органах (легенях і серці) виділяють такі види реограм:

- гіпертонічна - коли в судинах легень спостерігається підвищений рівень тиску, при цьому крива характеризується крутим підйомом і таким же спуском, вершина її має круглу форму;
- гіперволемічна - підвищений об'єм кровотоку, про це свідчить показана на реограмі висока загострена крива, що має пологий спуск;
- гіповолемічна - знижене кількість кровотоку, крива характеризується висотою знижується, плоскою вершиною та поступово знижується низхідним ділянкою.

До всього іншого при виконанні реографії можна виконати оцінку стану кровообіг у поруч розташованих органах до поверхні тіла: нирок (реонефрографія) і печінки (реогепатографія). Дане дослідження при фізичному напруженні з урахуванням виконання навантажувальних проб» сприяє встановленню змін кровотоку.

5.2 Обґрунтування вибору УДК напряму наукового дослідження

Універсальна десяткова класифікація (УДК) є міжнародною системою класифікації документів. Вона відповідає найістотнійшим вимогам до класифікації (міжнародність, універсальність) та надає можливість відображати новітні досягнення науки й техніки без будь-яких суттєвих змін в її структурі. Такої гнучкості не має жодна з існуючих систем класифікації.

Наявність детально розробленої системи допоміжних таблиць визначників, здатність відображати нові поняття за допомогою розподілу рубрик від загального до конкретного також роблять систему УДК гнучкою. Це дає змогу багатоаспектно розкривати зміст матеріалів за допомогою комбінування індексів. Застосування визначників безмежно розширює можливості класифікації та відкриває нові для детальної класифікації матеріалу.

В основі структури УДК – принцип десяткових дробів. Для позначення рубрик застосовують арабські цифри, зрозумілі в усіх країнах, що робить УДК загальнодоступною міжнародною системою. Десятковий принцип структури дає змогу безмежно розширювати її за допомогою приєднання нових цифрових позначень до існуючих, не змінюючи системи загалом.

Індекси УДК побудовані так, що кожна наступна цифра, що приєднується до індексу, не змінює попереднє значення, а лише уточнює, позначаючи конкретніше поняття.

Отже, тема наукового дослідження включає у своїй структурі дві сторони:

Тема включає у своїй структурі дві сторони:

1) Медична (діагностування кровотоку).
2) Метод статистичного опрацювання

Згідно з класифікатором УДК (сайт - http://teacode.com/online/udc/), **медична сторона** класифікується наступною послідовністю дій, при виборі номера:

1) УДК 61 - Медицина. Охорона здоров'я. Пожежна справа;
2) УДК 612 - Фізіологія. Порівняльна фізіологія
3) УДК 612.1 - Кровообіг. Кров
4) УДК 612.15 - Швидкість кровотоку в артеріях, венах, капілярах. Вимірювання швидкості

А **технічна сторона** класифікується наступною послідовністю:

1) УДК 51 - Математика
2) УДК 519 - Не використовується
3) 519.2 - Теорія ймовірностей і математична статистика
4) УДК 519.21 - Теорія ймовірностей і випадкові процеси
5) УДК 519.218 - Випадкові процеси спеціального виду

Загальний номер УДК буде такий:

УДК 612.15:519.218

Отже, у розділі описано методику проведення медико-біологічного дослідження та обґрунтовано вибір УДК тематики за напрямом наукового дослідження

РОЗДІЛ 6
ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

6.1 Науково-технічна актуальність науково-дослідної роботи

Наукові дослідження, які є основою наступних стадій інноваційних процесів, класифікують по трьом видам: фундаментальні, пошукові та прикладні.

Фундаментальні дослідження проводять з метою отримання систематизованих даних щодо певної науково-технічної проблеми, виявлення нових закономірностей і принципів розвитку світу, обґрунтування нових понять, створення нових теорій.

Пошукові дослідження розвивають фундаментальні розробки з метою їх практичної використання, тобто вони спрямовані на конкретний науково-технічний результат.

Прикладні наукові дослідження, в свою чергу, базуються на пошукових і проводяться для розробки нових чи удосконалення існуючих технологічних процесів; створення матеріалів з особливими властивостями; принципово нових зразків машин, обладнання, приладів, оснащення, високотехнологічних наукомістких виробництв.

І, нарешті, розробки – технологічні, дослідно-конструкторські, проектні, організаційні роботи, які включають створення техніко-економічної документації для освоєння нововведень (нових технологій, нової продукції та виробництв, споруд, прогресивних методів організації та управління виробництвом) та їх дослідно-експериментального випробування.

Основне завдання економічного обґрунтування – довести, що тема досліджень, яку опрацьовує магістрант, має, перш за все, наукову, технічну, а також економічну, соціальну або екологічну значущість і сприяє тим самим зростанню темпів науково-технічного прогресу в цілому. З цією метою акцентується увага на масштабах виробництва і використання продукції, на

підвищення якості або удосконалення виробництва якої направлена тема магістерської роботи.

У разі, коли дослідження має фундаментальний або фундаментально-пошуковий характер необхідно висвітлити науково-технічне значення даної сфери знань та перспективи, які розкривають дослідження по темі магістерської роботи.

Ця частина економічного розділу повністю формується на основі критичного опрацювання фахових публікацій останніх років, які присвячені питанням, що стосуються теми дослідження. Всі викладки цієї частини повинні спиратись на конкретні кількісні оцінки експлуатаційних та технологічних властивостей матеріалів та виробів, обсягів їх виробництва та використання, режимів технологічних процесів, ринкової вартості виробів та технологічних матеріалів, сировини, енергоресурсів тощо з відповідним посилками в тексті на першоджерела.

Результатом цього розділу має стати чітко сформульована науково-технічна проблема, на вирішення якої повинна бути направлена дана дослідницька робота. Таким чином, сформульована проблема і тема науково-дослідницької роботи повинні знаходитись у логічній єдності між собою.

6.2 Розрахунок витрат на проведення науково-дослідної роботи

Розрахунок усіх витрат організації-виконавця НДР, пов’язаних з виконанням теми, дає можливість встановити її собівартість або кошторисну вартість. Кошторис розробляє виконавець робіт на основі календарного плану проведення досліджень і затверджує замовник або орган, що забезпечує фінансування робіт. Як правило, кошторис складається до початку виконання робіт і тому називається плановим.

Встановлення величини витрат на проведення робіт по темі в розрізі типових статей кошторисної вартості (калькуляції собівартості) НДР наводяться нижче.

6.2.1 Витрати на оплату праці. Витрати за цією статтею включають заробітну плату безпосередніх виконавців теми, а заробітна плата адміністративно-управлінського персоналу, працівників дослідних виробництв включаються в кошторисну вартість теми через статтю «Накладні витрати». Крім цього, слід враховувати, що для тем, які фінансуються за рахунок держбюджету прибуток не планується і тому в дану статтю витрат включається тільки основна заробітна плата (без премій та інших виплат, що здійснюються із прибутку). Витрати на оплату праці розраховують на основі даних про трудомісткість окремих робіт по темі (табл. 1.1) та посадових окладів безпосередніх їх виконавців.

Загальна трудомісткість робіт, що виконуються безпосередньо студентом (інженером - дослідником), визначається навчальним планом відповідного напряму підготовки.

Таблиця 6.1

Трудомісткість робіт по темі НДР

Найменування робіт по темі дослідження	Трудомісткість за виконавцями, людино-днів					
	Провідний науковий співробітник	Старший науковий співробітник	Молодший науковий співробітник	Інженер	Лаборант	Студент
1. Уточнення та конкретизація завдань по темі дослідження	2	2	1	–	–	2
2. Аналіз науково-технічних публікацій з теми	1	2	3	–	–	7
3. Розроблення математичної моделі сигналу	3	3	4	–	–	5
4. Розроблення Компонентного методу опрацювання сигналу	3	3	4	–	–	5
5.Експериме-нтальні дослідження сигналу	2	2	2	2	2	2
6. Формування звіту по НДР	5	7	7	7	7	7
Разом за виконавцями теми	16	20	21	9	9	28

Подальші розрахунки витрат на оплату праці проводиться за алгоритмом, зрозумілим із табл. 6.2.

Середньоденна заробітна плата за категоріями виконавців розраховується шляхом ділення їх посадового місячного окладу на 21,2 (де 21,2 – усереднене число робочих днів за місяць).

Таблиця 6.2

Розрахунок витрат на оплату праці

Посада виконавців теми	Планова трудомісткість, люд-днів	Заробітна плата, грн		
		Посадовий місячний оклад	Середньоденна зарплата	Усього за виконавцями
1.Провідний науковий співробітник	15	4289,70	202,34	3035,10
2.Старший науковий співробітник	18	3334,80	157,30	2831,40
3. Молодший науковий співробітник	19	1802	85	1615
4. Інженер	8	1683	79,39	635,12
5. Лаборант	8	1302	61,42	491,36
6. Студент	28	1302	61,42	1719,76
Разом оплата праці з теми				10327,74

6.2.2 Відрахування на соціальні заходи. До цієї статті витрат належать виплати у вигляді єдиного соціального внеску, які здійснює організація – виконавець теми в пенсійний фонд в розмірі 37,26%, що становить 3848,12 грн. від загальних витрат на оплату праці.

Базою вказаного нарахування слугують загальні витрати на оплату праці по темі (табл.6.2).

6.2.3 Обладнання, необхідне для проведення досліджень. В даній статті враховують вартість усіх видів матеріалів, необхідних для проведення НДР, з вирахуванням вартості зворотних відходів.

Тематика дослідницьких робіт, які виконуються на факультеті контрольно-вимірювальних та радіокомпю’терних систем, передбачає використання, перш за все, комп’ютерної діагностичної системи, комп’ютерів для опрацювання кардіосигналів сигналів та формування матеріалів звітності, оргтехніки та інші.

Розрахунки зведено за формою у табл.6.3

Таблиця 6.3

Розрахунки витрат на обладнання

Найменування обладнання	Одиниця виміру	Кількість	Ринкова ціна за одиницю, грн	Сума,грн.
1. ПК (системний блок, монітор, клавіатура, мишка, кабель живлення)	шт	1	8200	8200
2. Принтер лазерний	шт	1	1600	2200
3. Кабель для підключення до ПК	шт	1	120	120
Загальні витрати на матеріали30890				10520

6.2.4 Енергоносії для проведення досліджень. На підприємстві електроенергія використовується для освітлення, живлення медобладнання, комп’ютерної техніки та оргтехніки.

$$З_{см} = \sum_{i=1}^{n} P_i \cdot k_i \cdot t_i \cdot Ц_i, \qquad (6.1)$$

де P_i – витрата *i*-го виду матеріального ресурсу, натуральні одиниці;

$Ц_i$ - ціна за одиницю *i*-го виду матеріального ресурсу, грн;

k_i – коефіцієнт використання потужності *i*-го виду матеріального ресурсу;

t_i – час роботи *i*-го виду матеріального ресурсу;

i - вид матеріального ресурсу;

n - кількість видів матеріальних ресурсів.

Якщо для проведення НДР використовується електрообладнання, то необхідно розрахувати витрати на електроенергію за формою (6.1), наведеною в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4

Витрати на електроенергію

Найменування обладнання	Паспортна потужність, Вт	Коефіцієнт використання потужності	Час роботи обладнання для розробку АІС, год	Ціна електро-енергії, Грн/ (кВт/год)	Сума, грн.
Реограф цифровий	15	0,35	2	1,25	13,13
ПК (системний блок, монітор, клавіатура, мишка, кабель живлення)	250	0,15	100	1,25	4687,5
Принтер лазерний	700	0,25	3	1,25	656,25
Лампи розжарювання (освітлення)	150	0,85	10	1,25	1593,75
РАЗОМ витрати на електроенергію					6950,63

6.2.5 Витрати на службові відрядження. Дані витрати складаються із фактичних витратна службові відрядження штатних працівників, зайнятих виконанням НДР: витрат на проїзд до місця відрядження і назад; витрат на проживання у готелі; добових витрат, які розраховуються на кожний день перебування у відрядженні, враховуючи час перебування в дорозі, та деякі інші.

Під час виконання НДР здійснюються ряд відряджень, які пов’язанні із доповідями на конференціях, які наведено у таблиці 6.5.

Таблиця 6.5

Приблизні витрати на службові відрядження

Тип відрядження	Кількість	Приблизна вартість відрядження
Конференція	5	1000
Здача звітів НДР	1	200
Впровадження результатів НДР	3	300
Всього	–	1500

6.2.6. Розроблення планової калькуляції кошторисної вартості теми. Планова калькуляція вартості проведення досліджень по темі складається на підставі виконаних розрахунків та нормативних даних (табл.6.6).

Таблиця 6.6

Планова калькуляція кошторисної вартості НДР

Найменування статей витрат	Сума, грн	Обґрунтування
1	**2**	**3**
1.Витрати на оплату праці	10327,74	Відповідно до розрахунків
2.Відрахування на соціальні заходи	3848,12	Відповідно до діючих загальнодержавних нормативів
3.Обладнання для проведення досліджень	30890	Відповідно до розрахунків
4.Енергоносії для проведення досліджень	4615,22	Відповідно до розрахунків
5.Витрати на службові відрядження	1500	Відповідно до розрахунків
6.Інші невраховані прямі витрати по темі	5118,1	10% від суми прямих розрахованих витрат по темі
7.Кошторисна вартість теми	56299,19	Сума попередніх статей

Науковий ефект від виконання теми передбачає приріст наукових знань у певній сфері науки, а науково-технічний ефект характеризує можливість використання цих наукових знань в інших наукових напрямах та при

розробці принципово нових технічних рішень. Економічний ефект відображає потенціал НДР в досягненні кращого співвідношення результатів виробництва до витрат і має прогнозний характер. Соціальний ефект заводиться до збільшення числа робочих місць, поліпшення умов праці та побуту, скорочення тривалості робочого тижня, розвитку охорони здоров'я, науки, культури, освіти. Екологічний ефект полягає в поліпшенні стану навколишнього середовища, зменшенні електромагнітного та іонізуючого випромінювання тощо.

6.3. Науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи

Економічна оцінка фундаментальних і пошукових НДР у вартісному вимірі, як правило, неможливо, бо ймовірність доведення результатів таких досліджень до конкретного практичного застосування невелике. Для таких досліджень рекомендується визначати науковий та науково-технічний ефект, який враховує результати наукових досліджень та їх значущість для прискорення науково-технічного прогресу та розвитку національної економіки.

Науковий та науково-технічний ефект рекомендується оцінювати коефіцієнтом науково-технічної ефективності ($E_{нт}$) за допомогою формули:

$$E_{нт} = \frac{\sum B_i \cdot Б_{ij}}{\sum B_i \cdot Б_{ij}^{\max}}, \qquad (6.2)$$

де B_i – нормативні значення коефіцієнтів вагомості факторів науково-технічної ефективності (табл. 6.7);

$Б_{ij}$ – середнє значення балу, який виставляється експертами і-му фактору;

$Б_{ij}^{\max}$ – максимально можливе значення балу (табл. 6.8);

i – порядковий номер фактору;

j – відповідна характеристика і-го фактора.

Нормативні значення коефіцієнтів вагомості факторів науково-технічної ефективності наведені в табл. 6.7.

Таблиця 6.7

Нормативні значення коефіцієнтів вагомості факторів науково-технічної ефективності

Фактори (i)	Коефіцієнти вагомості (B_i)
1.Новизна очікуваних або одержаних результатів	0,25
2.Глибина наукового опрацювання	0,16
3.Ступінь ймовірності успіху	0,09
4.Перспективність використання результатів	0,25
5.Масштаб можливої реалізації результатів	0,15
6.Завершеність одержаних результатів	0,10
Разом	1,00

Характеристика факторів науково-технічної ефективності НДР наведена в табл. 6.8.

Таблиця 6.8

Характеристика факторів науково-технічної ефективності НДР

Фактор наукової та науково-технічної ефективності	Характеристика фактора	Оцінка фактора	
		Якісна	Бальна $\acute{A}_{ij}^{\max}$
1	**2**	**3**	**4**
1.Новизна одержаних або передбачуваних результатів	Одержані принципово нові результати, раніше невідомі в науці, розроблена нова теорія, відкрита нова закономірність	Висока	10
	Встановлені деякі часткові закономірності, методи, способи, які дозволяють створити принципово нові види техніки	Середня	7
	Позитивне вирішення поставлених задач на підставі простих узагальнень, аналіз зв’язків між факторами, розповсюдження відомих наукових принципів на об’єкти	Недостатня	3
	Опис окремих елементарних фактів, передача та поширення отриманих раніше результатів, реферативні огляди	Тривіальна	1

Продовження таблиці 6.8

1	2	3	4
2.Глибина наукового опрацювання	Проведена значна кількість експериментів по нетрадиційним методикам, виконані складні теоретичні розрахунки, підтверджені експериментальними даними	Істотна	10
	Проведена обмежена кількість розрахунків по відомим методикам, виконані теоретичні розрахунки невисокої складності, частково перевірені експериментальними даними	Середня	6
	Проведена недостатня кількість експериментів, виконані прості теоретичні розрахунки без експериментальної перевірки	Несуттєва	1
3.Стпінь ймовірності успіху	Висока ймовірність повного вирішення поставлених задач НДР	Значна	10
	Середня ймовірність вирішення більшості експериментальних або теоретичних задач	Помірна	6
	Низька ймовірність вирішення поставлених задач, отримання позитивних результатів сумнівне	Незначна	1
4.Масштаб використання результатів	Результати можуть бути використані в багатьох наукових напрямках, мають значення для розвитку суміжних наук	Широкий	10
	Результати можуть бути використані в конкретному науковому напрямку при розробці нових технічних рішень, спрямованих на суттєве підвищення продуктивності суспільної праці	Достатньо широкий	8
	Результати будуть використані при проведені наступних НДР, при розробці нових технічних рішень в конкретній галузі	Достатній	5
5.Ступінь реалізації результатів	Строк впровадження,роки: До 2	Висока	10
	До 4	Середня	7
	До 6	Достатня	4
	Більше 6	Недостатня	2
6.Завершення одержаних результатів	Авторське свідоцтво, стаття в фаховому виданні, методика, інструкція, класифікатор, стандарти, нормативи.	Висока	10
	Технічне завдання на прикладну НДР	Середня	8
	Рекомендації, розгорнутий аналіз, пропозиції	Достатня	6
	Огляд, інформаційне повідомлення	Недостатня	3

Кількісна оцінка факторів науково-технічної ефективності НДР здійснюються експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як середньоарифметичне. Отримані результати зводять за формою табл. 6.9.

Таблиця 6.9

Результати розрахунків науково-технічної ефективності НДР

Фактори науково-технічної ефективності	Характеристика фактора	Розрахунок $Б_{ij}$			$Б_{ij}^{max}$
		Експертні оцінки		$Б_{ij}$	
		1	2		
1.Новизна очікуваних або одержаних результатів	Встановлені деякі часткові закономірності, методи, способи, які дозволяють створити принципово нові види техніки	3	3	3	10
2.Глибина наукового опрацювання	Проведена обмежена кількість розрахунків по відомим методикам, виконані теоретичні розрахунки невисокої складності, частково перевірені експериментальними даними	6	6	6	10
3.Ступінь ймовірності успіху	Середня ймовірність вирішення більшості експериментальних або теоретичних задач	6	6	6	10
4.Перспективність використання результатів	Результати можуть бути використані в багатьох наукових напрямках, мають значення для розвитку суміжних наук	10	10	10	10
5.Масштаб можливої реалізації результатів	До 2 років	10	10	10	10
6.Завершеність одержаних результатів	Рекомендації, розгорнутий аналіз, пропозиції	6	6	6	10

Розраховане за формулою 6.2 значення $E_{нт}$ буде відображати рівень наукової та науково-технічної ефективності конкретної теми фундаментального чи пошукового дослідження:

$$E_{нт} = \frac{0.25 \cdot 3 + 0.16 \cdot 6 + 0.09 \cdot 6 + 10 \cdot 0.25 + 10 \cdot 0.15 + 6 \cdot 0.1}{1 \cdot 10} = 0{,}685.$$

Загальну оцінку магістерської НДР можна здійснити, користуючись даними табл. 6.10.

Таблиця 6.10

Загальна оцінка наукової та науково-технічної ефективності фундаментальних та пошукових НДР

Загальна оцінка наукової та науково-технічної ефективності		Можливі рекомендації по результатам виконання НДР
Розраховане значення $E_{нт}$	Загальна якісна оцінка ефективності	
0,91-1,00	Відмінно	Оформлення авторського свідоцтва, публікація у фаховому виданні, продовження досліджень по даній тематиці
0,76-0,90	Дуже добре	
0,61-0,75	**Добре**	**Рекомендації можуть бути сформульовані після ретельного аналізу отриманих результатів**
0,36-0,60	Достатня	Переглянути технічне завдання у разі продовження досліджень по даній темі
Менш 0,35	Незадовільна	Здійснити всебічний аналіз отриманих результатів по темі

6.4 Висновки до розділу 6

У розділі на підставі виконаних розрахунків та нормативних даних встановлено, що планова калькуляція вартості проведення досліджень по темі становить 56299,19 грн., а кількісна оцінка науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи, яка здійснюються експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як середньоарифметичне, що складає 0,685 від максимального числа 1, а рекомендації по результатам виконання НДР можуть бути сформульовані після ретельного аналізу отриманих результатів.

РОЗДІЛ 7
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

7.1 Охорона праці

При виконанні дипломної роботи використовується реограф rheotest для відбору сигналів від пацієнта для подальшого їх опрацювання.

Оскільки реограф RHEOTEST є безпосередньо-зв’язною ланкою між електромережою 220в та медичним обладнанням, тому електротравматизм є найбільш ймовірним ризиком, який міг би вплинути на умови праці обслуговуючого персоналу при його експлуатації. таке твердження дає підстави щодо аналізу питання електробезпеки, негативного впливу електричного струму на умови праці та способів їх нормування при експлуатації реографа RHEOTEST.

Безпека людини при експлуатації реографа RHEOTEST Нейрософт залежить від багатьох факторів і, зокрема, від рівня електробезпеки. Грамотне вирішення проблеми електробезпеки має забезпечувати людині використання електричної енергії в будь-яких умовах без ризику для життя.

У результаті пошкодження ізоляції елементів реографа RHEOTEST на його конструкції може з'явитися напруга, що створить небезпеку ураження обслуговуючого персоналу електричним струмом (перевищення допустимого значення струму. Для запобігання електротравматизму при пошкодженні плетизмографа в процесі експлуатації актуально застосувати захисне заземлення та захисне відмикання.

Основне завдання електробезпеки - мінімізувати можливість негативного впливу електричного струму на людину. Досягти цієї мети можна за допомогою таких заходів і засобів: безпечною і надійною конструкцією електроустановок; організаційними та технічними заходами щодо безпечної експлуатації електроустановок та використання електричної енергії; технічними засобами захисту.

Правила техніки безпеки при експлуатації реографа RHEOTEST.

При користуванні приладом необхідно дотримуватись таких основних правил техніки безпеки: живлення приладу відбувається від мережі змінного струму, тому забороняється підключати прилад до джерела постійного струму; для запобігання пожежі не можна залишати прилад під дощем або в умовах підвищеної вологи; не можна ремонтувати та замінювати деталі приладу самостійно, якщо тільки цей процес не описаний в інструкціях по експлуатації або ремонту; не можна вмикати прилад, якщо він пошкоджений або якісь його частини відсутні чи поломані, а також якщо пошкоджений шнур живлення; під час грози та при частих відключеннях напруги в мережі живлення необхідно витягнути вилку шнура живлення від розетки електромережі; перед ввімкненням приладу в електромережу необхідно візуально пересвідчитись про справність приладу; експлуатацію приладу необхідно проводити згідно рекомендацій по експлуатації.

Технічне обслуговування повинно здійснюватись обслуговуючим персоналом у складі не менше двох осіб. В приміщені, де розміщений прилад, повинна бути передбачена можливість відключення напруг живлення на випадок аварії.

Конструкція електроустановки має відповідати вимогам технічних умов і стандартів. При цьому, залежно від засобів електробезпеки, усі електротехнічні вироби поділяються на 5 класів: 0, 01,1, II, III.

Клас 0 - електрична установка має лише робочу ізоляцію як засіб захисту.

Клас 01 - крім робочої ізоляції на корпусі установки є пристрій для підключення його до заземлювача або нульового захисного провідника.

Клас I - установка має робочу ізоляцію і виконана таким чином, що підключити її до електричної мережі можна лише після під'єднання корпусу до заземлювача (нульового захисного провідника), а при від'єднанні від мережі - корпус відключається від заземлювача (нульового захисного провідника) в останню чергу.

Клас II - захист забезпечується подвійною ізоляцією.

Клас III - для живлення установки можливо використання лише малої напруги (до 42 В).

Організаційні та технічні заходи електробезпеки передбачають:

- допуск до роботи на електроустановках осіб не молодше 18 років, які мають відповідне посвідчення, пройшли інструктаж і медичний огляд;

- призначення осіб, які відповідають за організацію та проведення робіт на електроустановках, електромережах;

- встановлення знаків безпеки та захисних огорож біля струмовідних частин;

- огородження робочих місць та вивішування плакатів безпеки;

- виконання робіт за нарядом не менше ніж двома працівниками із застосуванням електрозахисних засобів,

- використання механізмів і пристосувань при проведенні робіт на струмовідних частинах та поблизу них тощо.

Технічні засоби захисту - це пристрої, що слугують для захисту людини від ураження електричним струмом. До них належать:

- ізоляція струмвідних частин;

- недоступність для випадкового дотику до струмовідного устаткування;

- захисне заземлення;

- занулення; захисне відключення;

- захисне розділення електромережі;

- мала напруга;

- сигналізація про небезпеку дотику;

- електрозахисні засоби.

Стан ізоляції струмопровідних частин повинен відповідати Правилам використання електроустановок. Цими Правилами передбачене періодичне випробування ізоляції (2 рази на рік у приміщеннях зі складними умовами, підвищеною вологістю і 1 раз на рік у приміщеннях з нормальним

середовищем). Ізоляція створює великій опір, який перешкоджає протіканню через неї струму. Опір ізоляції кожної установки або окремої ділянки електричної мережі має бути не меншим 0,5 МОм. Якщо опір ізоляції знижується на 50% від початкового, мережу або ізоляцію міняють

Отже, враховуючи вище сформульовані рекомендації по охороні праці з питань електробезпеки обслуговуючого персоналу при експлуатації реографа RHEOTEST, потрібно забезпечити безпечні умови праці при його експлуатації і тим самим мінімізувати ризик ушкодження персоналу електричним струмом.

7.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

7.1.2 Законодавчі та нормативні акти з безпеки життєдіяльності в надзвичайних ситуаціях

Правове забезпечення безпеки життєдіяльності в Україні орієнтовано на державну політику щодо забезпечення життєдіяльності населення у техногеннобезпечному й екологічному чистому світі. Екологічно чистий світ можливий лише при відсутності загрози з боку природних об'єктів чи при умові недопущення виникнення джерел техногенної безпеки. Із зазначених позицій основне місце посідає законодавство у галузі регулювання відносин з охорони здоров'я людини та навколишнього середовища, безпеки в надзвичайних та повсякденних ситуаціях, тобто безпеки життєдіяльності. Ці відносини регулюються нормативними актами різної юридичної сили: конституцією, законами, урядовими підзаконними актами, галузевими інструкціями вимог і правил безпеки життєдіяльності та відповідними актами місцевих органів влади. Суспільство і держава відповідальні перед сучасним і майбутніми поколіннями за рівень здоров'я і збереження генофонду народу України, забезпечують пріоритетність охорони здоров'я в діяльності держави, поліпшення умов праці, навчання, побуту і відпочинку населення,

розв'язання екологічних проблем, вдосконалення медичної допомоги і запровадження здорового способу життя.

Головним законодавчим актом України є Конституція, цілий ряд статей якої стосується питань безпеки життєдіяльності, зокрема:

Стаття 3: "Людина, її життя і здоров'я, честь і гідність, недоторканність і безпека визнаються в Україні найвищою соціальною цінністю";

Стаття 16: "Забезпечення екологічної безпеки і підтримання екологічної рівноваги на території України, подолання наслідків Чорнобильської катастрофи - катастрофи планетарного масштабу, збереження генофонду Українського народу є обов'язком держави";

Стаття 27: "Кожна людина має невід'ємне право на життя... Обов'язок держави - захищати життя людини. Кожен має право захищати своє життя і здоров'я, життя і здоров'я інших людей від протиправних посягань";

Стаття 43: "Кожен має право на належні, безпечні і здорові умови праці, ... Використання праці жінок і неповнолітніх на небезпечних для їхнього здоров'я роботах забороняється";

Стаття 46: "Громадяни мають право на соціальний захист... "

Стаття 49: "Кожен має право на охорону здоров'я, медичну допомогу та медичне страхування";

Стаття 50: "Кожен має право на безпечне для життя і здоров'я довкілля та на відшкодування завданої порушенням цього права шкоди.

Кожному гарантується право вільного доступу до інформації про стан довкілля, про якість харчових продуктів і предметів побуту, а також право на її поширення. Така інформація ніким не може бути засекречена";

Стаття 66: "Кожен зобов'язаний не заподіювати шкоду природі, культурній спадщині, відшкодовувати завдані ним збитки";

Стаття 68: "Кожен зобов'язаний неухильно додержуватись Конституції України та законів України, не посягати на права і свободи, честь і гідність інших людей".

Конституційні права громадян з питань безпеки життєдіяльності конкретизуються у цілому ряді законодавчих і нормативних актів, які є підвалинами та базою побудови державної системи безпечної життєдіяльності населення України.

Основні положення Конституції розкриваються у законах, кодексах, указах, декретах та інших нормативних документах.

Законодавчі та нормативні акти з безпеки життєдіяльності

1. Закон України "'Основи законодавства України "Про охорону здоров'я" від 19 листопада 1992 р. № 2801-ХП.

2. Про працю: Закон України. - К., 1994.

3. Закон України "Про охорону праці" від 14 жовтня 1992 р. № 2695-XII.

4. Про освіту: Закон України. - К., 1992.

5. Про колективні договори і угоди: Закон України. - К., 1993.

6. Закон України "Про дорожній рух" від 30 червня 1993 р. №

3353-XII.

7. Закон України "Про пожежну безпеку" № 3747-ХП від 17 грудня 1993р.

8. Закон України "Про цивільну оборону України" № 2974-XII від 3 лютого 1993 р.

9. Закон України "Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку" від 8 лютого 1995 р. № 39/95-ВР.

10. Закон України "Про захист людини від впливу іонізуючих випромінювань" від 14 січня 1998 р. № 15/98-ВР.

11. Закон України "Про поводження з радіоактивними відходами" від 30 червня 1995 р. № 255/95-ВР.

12. Закон України "Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення" від 24 лютого 1994 р.

№ 4004-ХП.

13. Про адміністративні порушення: Закон України. - К., 1993.

14. Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища" від 25 червня 1991 р. № 1264-ХП.

15. Закон України "Про охорону атмосферного повітря" від 16 жовтня 1992 р № 2707-XII.

16. Закон України "Про екологічну експертизу" від 9 лютого 1995 р. № 45/95-ВР, прийнятий на розвиток базового Закону України "Про охорону навколишнього природного середовища".

17. Закон України "Про пестициди і агрохіміками" від 2 березня 1995 р. № 86/95-ВР.

18. Закон України "Про якість та безпеку харчових продуктів і продовольчої сировини" від 23 грудня 1997 р. № 771/97-ВР.

19. Закон України "Про відходи" від 5 березня 1998 р. № 187/98-ВР.

20. "Про загальнодержавну програму поводження з токсичними відходами" від 14 вересня 2000 р. № 1947-ІП;

21. "Про вилучення з обігу, переробку, утилізацію, знищення або подальше використання неякісної та небезпечної продукції" від 14 січня 2000 р. № 1393-ХІУ;

22. "Про захист населення від інфекційних хвороб" від 6 квітня 2000 р. № 1644-ПІ.

23. Крім законів питання безпеки визначається в інших нормативних документах: нормах, стандартах, правилах, інструкціях, тощо

7.2.2 Надзвичайні екологічні ситуації та екологічний ризик

Особливу роль у житті людини відіграють надзвичайні ситуації, що виникають під час стихійних лих або техногенних катастроф. Разом із соціальними та економічними збитками надзвичайні ситуації завдають також екологічної шкоди, що відображається в руйнуванні й деградації природних систем, забрудненні повітря, водойм і ґрунтів. У результаті виникають надзвичайні екологічні ситуації. Надзвичайні екологічні ситуації — ті ситуації, що виникають унаслідок раптових природних лих або техногенних аварій і супроводжуються великими збитками. Характерними особливостями

цих ситуацій є велика гострота прояву, значні відхилення показників навколишнього середовища від норми (перевищення граничнодопустимих концентрацій (ГДК) забруднювальних речовин у сотні, тисячі й навіть десятки тисяч разів); ураганні швидкості вітру; затоплення селітебних територій (населених пунктів); виникнення катастрофічних селевих потоків та ін.

Звичайно, такі відхилення тривають недовго — години, дні, десятки днів, іноді більше. Потім ступінь гостроти екологічного стану зменшується, хоча може залишатися досить високим. Отже, поняття надзвичайна екологічна ситуація та катастрофічна екологічна ситуація розрізняються тим, що перша триває порівняно недовго, але настає раптово та характеризується виключно високими відхиленнями стану навколишнього середовища від норми, а друга — досить тривала (як правило, роки), але має меншу гостроту прояву.

Надзвичайна ситуація за певних обставин може перетворитися на катастрофічну. Наприклад, ситуація у Чорнобильській зоні. Протягом майже місяця радіаційна обстановка в Чорнобилі була надзвичайною. Після спорудження саркофага викиди радіоактивних елементів різко зменшилися, але забруднення до того часу охопило великі території. Таке високе радіаційне забруднення продовжується вже понад два десятиріччя. За оцінкою спеціалістів, екологічна ситуація в Чорнобильській зоні є катастрофічною.

Таким чином, надзвичайні екологічні ситуації відображаються у порушенні нормального функціонування природних і природно-антропогенних систем, пов'язаних із раптовими природними або техногенними впливами (стихійні лиха, катастрофи, аварії), що супроводжуються соціальними, економічними та екологічними збитками і потребують для ліквідації особливих управлінських рішень. Збитки виявляються у загибелі та пораненні людей, погіршенні їх здоров'я, руйнуванні матеріальних об'єктів, структури природних і природно-

антропогенних систем, втраті їх природно-ресурсного і екологічного потенціалу. Довготривала надзвичайна ситуація зумовлює формування зони екологічної катастрофи або екологічного лиха.

Надзвичайні екологічні ситуації виникають унаслідок дії трьох основних груп факторів:

— свідомого руйнування природного середовища, походження техніки, погіршення становища економічних об'єктів під час війн і диверсійних актів;

— руйнівних катастроф, які виникають у зв'язку з некомпетентними та помилковими технічними рішеннями (наприклад, Чорнобильська аварія);

— природних стихійних явищ. Той факт, що різко збільшилися їх частота та інтенсивність в останні десятиріччя, спеціалісти пов'язують з антропогенною стимуляцією, що спричинює посилення відхилень природних процесів від нормального рівня коливань.

Економічні збитки, завдані у зв'язку з несприятливими і небезпечними природними процесами та явищами, значно збільшилися. За деякими оцінками, вони зростають швидше, ніж показники світового валового продукту, тобто може бути досягнута межа просторового і технологічного розвитку виробництва за його здатністю компенсувати збитки, які збільшуються, від несприятливих і небезпечних явищ. Первинні процеси, що виникають у природному середовищі внаслідок цих факторів, посилюватимуться або послаблюватимуться залежно від природної обстановки (стійкість ландшафтів, погод ні умови, фаза коливань екосистеми тощо) і соціально-економічних умов (психологічна готовність і неготовність населення до ліквідації наслідків надзвичайної ситуації, технічна оснащеність спеціальних служб, економічні можливості та ін.). Таким чином, надзвичайні екологічні ситуації в більшості випадків мають комплексну природу.

Заходи щодо запобігання надзвичайним екологічним ситуаціям або подолання їх наслідків можна згрупувати у три класи:

— організаційні, серед яких розрізняють планувальні та оперативні;

— інженерно-технічні;

— технологічні.

Отже, заходи, спрямовані на запобігання надзвичайним екологічним ситуаціям та подолання, їх можна поділити на два типи: заходи, спрямовані на зниження піддатливості об'єктів небезпечним впливам, і заходи, спрямовані на зниження чутливості об'єктів до небезпечних впливів. У першому випадку здійснюють заходи з метою зовнішнього захисту об'єктів, виключення тих чи інших територій з використання у виробничих цілях тощо. Зниження чутливості об'єктів до небезпечних впливів досягається, насамперед, за рахунок досконаліших технологій, шляхом регулювання технологічних режимів у зв'язку з природними циклами, створення системи дублювання об'єктів, інформаційних систем і систем швидкого реагування.

Основні функції щодо запобігання надзвичайним екологічним ситуаціям та подолання їх на державному рівні виконують міністерства з надзвичайних ситуацій.

Ризик — це об'єктивне поняття, він пов'язаний практично з будь-якою діяльністю людини. Уміння усвідомлювати ступінь ризику дає змогу людині оцінити власні можливості й вибрати напрями поведінки при цьому. Під сутністю терміна ризик розуміють імовірність, по-перше, будь-якої небезпечної події; по-друге, негативних наслідків від неї та обсягу очікуваних збитків. Одні ризики конкретні, інші — не мають такого визначення. Існують професійні ризики (наприклад, небезпека професійних захворювань) і такі, яких зазнає все населення (екологічний, економічний, геологічний, політичний ризики).

Предметом нашого дослідження є екологічний ризик, чіткого визначення якого досі немає. М.Ф. Реймерс вважає, що це ймовірність наслідків будь-яких (специфічних або випадкових, поступових або катастрофічних) антропогенних змін природних об'єктів і факторів[*22]. З екологічним ризиком пов'язані поняття екологічної безпеки і небезпеки. Ці альтернативні категорії стосуються населення як реципієнта дії

навколишнього середовища за його відповідно несприятливого чи сприятливого статусу.

Екологічний ризик пов'язаний із такими групами факторів: 1) техногенними; 2) природними; 3) військовими; 4) соціально-економічними; 5) політичними; 6) тероризмом.

Техногенний екологічний ризик виникає у зв'язку з аваріями на ЛЕС, аваріями танкерів, на небезпечних хімічних виробництвах, під час руйнування гребель водосховищ тощо. Причинами аварій є інтенсивність технологічних процесів та зв'язків, висока концентрація виробництва, ресурсомісткість і багатовідходність технологій, погана оснащеність очисними й утилізаційними пристроями.

Природний екологічний ризик пов'язаний із ймовірністю вияву багатьох несприятливих природних явищ, таких як землетруси, вулканізм, селі, повені, цунамі та ін. Потрібно враховувати особливості геологічної будови (властивості гірських порід, наявність або відсутність розламів тощо), рельєфу (наприклад, посилення ризику забруднення в улоговинах), ландшафтів (ступінь їх стійкості до техногенних навантажень). Варто також зважати на сусідство цінних та унікальних природних об'єктів, територій особливого режиму охорони. Екологічний ризик збільшується за високої густоти населення, а також залежить від характеру сприйняття населенням подій, що відбуваються. Відомо, що катастрофічні наслідки аварій і стихійних природних явищ різко зростають у результаті психологічної неготовності населення до таких подій.

Особливу групу факторів виникнення екологічного ризику становлять воєнні дії, які зумовлюють різноманітні зміни навколишнього середовища та безпосередньо впливають на людину й інші суб'єкти. Екологічний ризик пов'язаний також із соціально-економічними факторами. Йдеться про ймовірність виникнення несприятливих екологічних ситуацій у разі прийняття рішень про будівництво тих чи інших небезпечних об'єктів у зв'язку з соціальною й економічною потребами такого будівництва. До цієї

категорії належить будівництво багатьох АЕС, створення небезпечних хімічних виробництв, транспортних систем. У деяких випадках аналогічні рішення пов'язані з політичними факторами.

Нині є та розробляється велика кількість науково обґрунтованих постанов, нормативів, правил, державних стандартів, за якими регламентується господарська діяльність, встановлюються граничнодопустимі концентрації шкідливих і токсичних компонентів у ґрунтах, підземних і поверхневих водах тощо. На основі цих документів та екологічного законодавства в Україні розроблено систему заходів на державному, відомчих та об'єктних рівнях, що регламентують ведення екологічно безпечної господарської діяльності, будівництво різних споруд, межі забруднення природного середовища в рамках не лише окремих локальних систем, а й великих регіонів, держави в цілому. Такі заходи можна об'єднати у три основні групи — соціально-організаційні, оцінювально-прогнозні та технічні. Усі види заходів взаємопов'язані і є основою для організації безпечної життєдіяльності. Якщо їх правильно дотримуватися, можна не тільки зберегти стан навколишнього середовища, а й поліпшити його, уникнути екологічно небезпечних явищ і катастроф, зумовлених антропогенно-техногенною діяльністю.

7.2.3 Засоби індивідуального захисту

Індивідуальний спосіб захисту передбачає застосування індивідуальних засобів захисту органів дихання, шкіри, а також медичних засобів захисту. Цей спосіб широко застосовують у мирний час в умовах радіоактивного забруднення, в зонах, заражених сильнодіючими ядучими речовинами, осередках біологічного зараження, районах стихійних лих. У режимі надзвичайної ситуації і надзвичайного стану всі заходи, які передбачається застосовувати для захисту населення, включають застосування засобів індивідуального захисту.

Індивідуальні засоби захисту призначені для захисту людей від радіоактивних, отруйних і сильнодіючих ядучих речовин, а також

бактеріальних засобів. За призначенням засоби індивідуального захисту поділяються на засоби захисту органів дихання і шкіри.

За принципом захисту вони бувають фільтруючі та ізолюючі.

Фільтрація полягає в тому, що повітря, яке проходить у засобах захисту органів дихання через фільтруючі елементи, шар активованого вугілля, звільняється від шкідливих домішок і надходить в організм людини чистим.

Індивідуальні засоби захисту ізолюючого типу за допомогою матеріалів, непроникних для зараженого повітря, повністю ізолюють організм людини від навколишнього повітря.

За способом виготовлення індивідуальні засоби захисту поділяються на виготовлені промисловістю і найпростіші, або підручні, які виготовлені з підручних матеріалів.

Засоби індивідуального захисту є табельні, забезпечення якими передбачається табелями (нормами) оснащення залежно від організаційної структури формувань цивільного захисту, і не табельні, як доповнення до табельних засобів або для зміни їх.

Для захисту органів дихання людей у системі цивільного захисту є протигази. Вони захищають органи дихання, обличчя й очі людини від радіоактивних речовин, небезпечних хімічних сполук і бактеріальних речовин, що знаходяться в повітрі.

Щоб індивідуальні засоби захисту органів дихання забезпечували надійний захист, вони мають відповідати таким вимогам: забезпечувати низьку опірність диханню для зменшення втоми; забезпечувати подачу чистого повітря без його забруднення через підсос; забезпечувати потік сухого повітря до окулярів щоб не запотівали; мати малий мертвий об'єм для запобігання вдихання вдруге повітря, що видихається; легко і швидко збиратись; не заважати працювати в місцях з обмеженим доступом повітря; бути легкими і міцними; підтримувати задовільний рівень комфортності, щоб стимулювати використання, знижувати втому і сприяти зосередженню уваги того, хто ними користується; мати низький рівень шуму дихального клапана,

щоб не відволікати користувача; мати переговорну мембрану, яка швидко може замінятись на радіопереговорний пристрій.

За принципом дії протигази поділяються на фільтруючі та ізолюючі.

Фільтруючі протигази є основними і найбільш поширеними для захисту органів дихання.

До комплекту протигаза ЦП-7В входить лицева частина МЦВ-В, аналогічна лицевій частині МЦП, але додатково під переговорним пристроєм є пристосування для прийому води — це гумова трубка з мундштуком і ніпелем, за допомогою спеціальної кришки можна приєднувати до фляги.

Фільтруючі протигази не захищають від окису вуглецю (чадного газу), тому для захисту від нього застосовують гоп-калітовий патрон, який приєднується до протигазової коробки.

Проведені в останні роки дослідження дали можливість розширити застосування цивільних протигазів для дорослих і дітей з метою захисту від СДЯР.

Від хлору і сірководню у концентрації 5 мг/л цивільні протигази захищають і без додаткових патронів протягом 40 хв, а дитячі — 80 хв.

Для захисту від парів і аерозолів таких СДЯР, як хлор, фосген, синильна кислота, хлорпікрин, етилмеркаптан можна застосувати цивільні протигази з часом захисної дії в 2,5—3 раза меншим, ніж вказано для промислових протигазів. Такі протигази комплектуються лицевими частинами від цивільних протигазів і протигазовими коробками, які спеціалізовані за призначенням. У протигазових коробках розміщені один або кілька поглиначів і аерозольний фільтр. Коробки різного призначення відрізняються кольором і літерними позначеннями (табл. 109).

Респіратори застосовують для захисту органів дихання від радіоактивних речовин, ґрунтового пилу, бактеріальних засобів та різних шкідливих аерозолів. Такі респіратори, як Р-2, ШБ-1, "Пелюстка", широко застосовували після Чорнобильської аварії. Добре себе зарекомендували:

— пилозахисні: "Кама", "Пульс-К", "Пульс-М", Ф-62Ш, "Росток-2", "Росток-3", У-2к, Р-2, Р-2д (для дітей), Ф-62П, "Айстра-2", "Айстра-9";

— протиаерозольні: РРР1, РТР2, гТІБ, ЬТ25;

— газопилозахисні: РУ-60М, РПГ-67, "Тополь" (марки А, В, КД) та ін. Респіратор промисловий У-2К ідентичний респіратору Р-2, прийнятому на оснащення формувань цивільного захисту.

Протигазові й газопилозахисні респіратори надійно захищають органи дихання, якщо вони правильно підібрані та зручно надіті.

Найпростіші засоби захисту органів дихання — протипилова тканинна маска (ІГГМ-1) і ватно-марлеві пов'язки (ВМП) можуть захищати органи дихання від радіоактивних речовин і бактеріальних засобів. Кожна людина може їх виготовити.

Засоби захисту шкіри за призначенням поділяються на спеціальні (табельні) і підручні. Спеціальні засоби є ізолюючими і фільтруючими.

Ізолюючі засоби захисту шкіри виготовляють із прогумованої тканини і застосовують при тривалому перебуванні людей на зараженій або забрудненій місцевості, для захисту від радіоактивних речовин, опромінення альфа-променями, отруйних і сильнодіючих ядучих речовин та бактеріальних засобів. Вони призначені тільки для формувань цивільного захисту.

До ізолюючих засобів шкіри належать: легкий захисний костюм Л-1, захисний комбінезон і загальновійськовий захисний комплект.

Фільтруючі засоби захисту шкіри — комплект захисного фільтруючого одягу ЗФО, який захищає шкіру людини від отруйних і сильнодіючих ядучих речовин, що перебувають у пароподібному стані, а також від радіоактивних речовин і бактеріальних засобів у вигляді аерозолів.

Для тимчасового захисту шкіри від радіоактивного пилу, хімічно небезпечних речовин і бактеріальних засобів, якщо немає табельних 313, можна використовувати, особливо населенню, звичайний одяг і взуття. Плащі, накидки, куртки, пальта з прогумованої тканини, шкіри, із хлорвінілу, поліетилену або цупкої вовняної тканини, гумове і шкіряне взуття, рукавиці

служать захисним засобом протягом 5—10 хв; а вологий одяг протягом 40—50 хв. Цього часу достатньо, щоб вийти із зараженої території.

З метою посилення захисних властивостей звичайного одягу проти небезпечних хімічних речовин можна просочити його миючими засобами ОП-7, ОП-10 або мильно-мастильною емульсією.

Медичні засоби захисту призначені для профілактики і надання допомоги, запобігання ураженню або значного зниження його ступеня, підвищення стійкості організму до уражаючого впливу радіоактивних, отруйних речовин, СДЯР і бактеріальних засобів.

До медичних засобів захисту належать радіозахисні препарати, засоби захисту від впливу отруйних речовин (антидоти), протибактеріальні засоби — сульфаніламіди, антибіотики, вакцини, сироватки та ін.

Для надання першої медичної допомоги існують санітарні сумки і медичні аптечки санітарного поста, індивідуальні перев'язочні пакети та індивідуальні протихімічні пакети.

Індивідуальним медичним засобом є й індивідуальний перев'язочний пакет.

Організація забезпечення населення індивідуальними засобами захисту є важливим завданням органів цивільного захисту. Безпосередньо відповідають за це керівники об'єктів і населених пунктів. Облік наявних індивідуальних засобів ведуть органи управління цивільного захисту.

Заявки на необхідну кількість табельних 313 об'єкт подає до відділу з питань НС та цивільного захисту населення району. Розподіл 313 централізований за підлеглістю зверху вниз за номенклатурою, з відповідною оплатою вартості виділених засобів. Порядок забезпечення 313 визначає відділ ЦО району й об'єкта.

Індивідуальними засобами захисту органів дихання і шкіри промислового виготовлення в першу чергу забезпечується особовий склад формувань згідно з табелем (нормативом) оснащення. На об'єктах після оснащення формувань необхідно забезпечити працюючих зміни на особливо

важливих ділянках роботи. Решту населення забезпечують 313 за можливості їх придбання. Значно більшими є можливості забезпечити населення респіраторами.

Незалежно від забезпеченості протигазами і респіраторами все населення, у тому числі й особовий склад формувань, повинне знати, як самостійно завчасно виготовити тканеві маски і ватно-марлеві пов'язки, а також як пристосувати одяг для захисту в разі потреби.

Засоби захисту мають бути розкладені за призначенням: для особового складу формувань, робітників виробництва, населення тощо.

РОЗДІЛ 8
ЕКОЛОГІЯ

8.1 Актуальність екологічних проблем

Ми живемо в такий час, коли забруднення навколишнього середовища з кожним днем зростає. І природа не в змозі долати ці перешкоди самостійно.

Взаємодія виробничо-господарських та природних процесів привела до порушення взаємних зв'язків між елементами живої та неживої природи. В результаті з'явились такі глобальні негативні наслідки:

- знищення лісів та багатьох видів тварин, зменшення їх кількості;
- збільшення промислових відходів;
- вітрова та водна ерозія, утворення пустель, пилові бурі;
- розповсюдження шкідників сільського господарства;
- радіоактивне забруднення;
- надмірний ріст чисельності населення Землі;
- суттєве зменшення невідновлюваних сировинних ресурсів:
  а) чистої води;
  б) палива;
  в) будівельних матеріалів.

Вони призвели до помітної деградації біосфери, а в наш вік науково-технічної революції – до екологічної кризи.

Саме тому в Україні розпочато екологічну реформу майже одночасно з проголошенням незалежності.

Великої гостроти набула проблема радіоактивних відходів. На атомних електростанціях накопичено тисячі тон відпрацьованого ядерного палива, десятки тисяч кубометрів твердих і десятки мільйонів літрів рідких радіовідходів. В промисловості, сільському господарстві, медицині та в наукових закладах накопичено більше ста тисяч відкритих та закритих

радіоактивних джерел. Понад 70 млн. м радіоактивних відходів зосереджено у підвалах уранової, гірничодобувної та переробної промисловості.

В 1991 році прийнято Закон про охорону навколишнього середовища, утворено відповідний комітет, який в кінці 1994 року перетворено в Міністерство екологічної та ядерної безпеки, а Верховна Рада постановою від 05.03.98 року №188/98-89 затвердила "Основні напрямки державної політики України в галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки".

Вони включають мету, пріоритетні завдання, механізми їх реалізації та інтеграції у Європейському екологічному процесі на базі сучасного екологічного права, стандартів та нормативів.

Для запобігання техногенних аварій та катастроф введено державну екологічну експертизу проектів, програм чи діяльності з метою їх заборони в разі підвищеної екологічної небезпеки. Цю експертизу здійснює спеціальна інспекція з участю громадськості. Перевіряються всі проекти, в тому числі нової техніки, технологій, матеріалів.

Використання та охорона водних ресурсів. Зростають обсяги скидання забруднених стічних вод у водоймищах України. У 1993 році їх кількість становила 4,7 млрд.м^3 проти 4,3 в 1991 році.

Основними забрудненнями водних джерел залишаються підприємства металургії, енергетики, вугільної промисловості, агропромислового комплексу, а також комунальне господарство, частка котрого складає майже половину забруднених станів країни.

Забруднення повітряного басейну. На стан повітряного басейну впливають внутрішні стаціонарні та пересувні джерела і повітряні потоки з території Західної Європи. Викиди шкідливих речовин від стаціонарних джерел забруднення склали 7,3 млн. тонн. Виявляються та знешкоджуються лише 3/4 шкідливих речовин, котрі викидаються стаціонарними джерелами забруднення, в тому числі газоподібних та рідких – менше 1/3. Викиди автотранспорту склали 2,7 млн. т. (27 % від загальних викидів). Високий

рівень забруднення спостерігається в 13 містах України, котрі знаходяться в Донецьк – Придніпровському промисловому регіоні. Такий рівень зумовлений підвищеним вмістом специфічних шкідливих речовин, а також вмістом діоксиду азоту та пилу.

8.2 Шкідливий вплив на довкілля при виготовленні приладу

Під час свого функціонування підприємств здійснюють наступні забруднення:

- забруднення повітря газами, пилом;
- забруднення грунту;
- теплове забруднення;
- хімічне забруднення води.

Забруднення повітря відбувається під час паяння, де виділяються пари металів. Під час сушіння і лакування друкованого вузла виділяються пари органічних речовин.

Шкідливі речовини, які є у повітрі, потрапляють в органи дихання людини, також вони можуть потрапити в органи людини через шкіру, що викликає гострі та хронічні отруєння.

Для очищення повітря використовують механічну вентиляцію і засоби очищення повітря від пилу та газів, парів спирто-бензинової суміші.

Забруднюється і грунт на території підприємств. Своєчасна ліквідація та утилізація відходів, утримання в чистоті робочих територій є також важливим засобом у комплексі робіт і захисту навколишнього середовища.

Теплове забруднення викликається тим, що апаратура виділяє під час роботи значну кількість тепла, що призводить до підвищення температури повітря в приміщенні. Усунення тепла відбувається за допомогою механічної вентиляції.

Хімічне забруднення води відбувається за рахунок електрохімічної обробки, гальванічних робіт, сполуками металів, кислотами, лугами, травлення міді, змиванні флюсів так само забруднюють водні стоки.

8.3 Заходи по охороні навколишнього середовища при промислових процесах виготовлення даного приладу

Використання сучасної елементної бази при виробництві даного електронного апарату дозволило скоротити кількість дискретних елементів, для виробництва яких необхідно задіяти різні типи виробництва, які можуть виявитись шкідливими для навколишнього середовища. Зменшення кількості матеріалів, які необхідні при виробництві, дозволило не тільки зменшити собівартість, але і величину відходів при виробництві. Кількість місць пайки зменшена, що дозволяє підвищити економію електроенергії.

Значна кількість підприємств є потужним джерелом забруднень, яке охоплює великі території та негативно впливає на екологію. Тому в промисловості треба приділяти серйозну увагу питанням оцінки її впливу на навколишнє середовище і розробляти природоохоронні заходи.

У системі заходів з охорони навколишнього середовища істотну роль відіграє вибір площі для будівництва підприємства та планування рішення їх розміщення.

При наявності технологічних процесів, в яких передбачено використання води в значних об’ємах, технологічні рішення мусять забезпечити використання систем обертового водопостачання, зменшення кількості стічних вод.

При проектуванні та спорудженні підприємств для навколишнього середовища потрібно передбачити технологічні процеси та виробниче обладнання, при яких відходи можуть бути зменшенні до мінімальних об’ємів.

При розробці виробничих та технологічних проектів треба передбачити:

– герметизацію та максимальне ущільнення етапів та з’єднань у технологічному обмеженні підприємства;

– заміну рідкого та твердого палива газом;

– заміну процесів та технологічних операцій, зв’язаних із виникненням шуму, вібрацій та інших шкідливих факторів, процесами чи операціями, при яких відсутня чи зменшується інтенсивність цих факторів;

– виділення та виявлення шкідливих речовин у процесі виробництва.

Поступовий перехід від механізації до автоматизації виробництва з наступною його комп’ютеризацією, з одного боку, збільшує потужність впливу людини на природу, але, з іншого, дозволяє мати принципово нову технологічну основу для вирішення екологічних проблем, розробляючи прогресивні природоохоронні технології.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В результаті виконання магістерської роботи отримано наступні результати.

Розглянуто фізичну природу реографічних сигналів та способів їх відбору. Проаналізовано діагностичну значимість таких сигналів для медицини.

Проаналізовано техніку, що використовується для проведення реографічних досліджень, зокрема параметри та принцип роботи реографів, способи накладання електродів тощо. Проаналізовано морфологічні параметри реографічних сигналів.

Проведено аналіз параметрів, за якими проводиться оцінювання стану серцево-судинної системи за реосигналом, зокрема розглянуто оцінки рівня кровонаповнення артерій, оцінка тонусу магістральних артерій, оцінки тонусу великих артеріальних судин, оцінка тонусу середніх і дрібних артеріальних судин, оцінки величини периферичного опору, оцінки ступеня утруднення венозного відтоку.

Встановлено, що результуюча похибка оцінки може бути досить високою, і першоосновою для цього є відсутність системи реографічних показників, інваріантних до особливостей використовуваної методики накладення електродів, форми електродів, відстані між ними, індивідуальних особливостей будови ділянок тіла пацієнта і т.д. Саме надзвичайна варіабельність одержуваних даних в подальшому і породжує неможливість знаходження досить стійких належних значень вимірюваних параметрів, прийнятних для широкого використання на практиці.

Проведено експериментальний відбір реосигналів з допомогою реографа Р4-02. Сигнали опрацьовувались в програмі Matlab. Помічено, що оцінки амплітудних спектрів вибірок з реосигналу є мінливими, тобто сигнал носить ймовірнісний характер.

Бібліографія

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

2. Ахутин В.М., Рвачев С.С, Чащин А.В., Щербаков В.М. Фотоплетизмоманометр для исследования сосудистой системы и измерения показателей гемодинамики. // Медицинская техника. - 1991. - №1. - С. 7-9.

3. Зудов О.Н., Шарпан О.Б. Телеметрическая система фотоплетизмографии // Український журнал медичної техніки і технології. - 1998. - №4. - С. 115-116.

4. Блинов А.В., Селиванов Е.П. Импедансно-плетизмографическое устройство определения параметров артериального давления // Измерительная техника. - 1996. - №3. - С. 60-63

5. Лубэ В.М., Титков Б.П., Хоронько ВВ. Об измерении пульсового давления крови в артериальных сосудах методом ультразвуковой сфигмографии // Тез. докл. 4 Всесоюз. сем.-совещ. “Физ. методы и вопросы метрологии биомедицинских измерений” 24-27 мая 1976 г. - М., 1976. - С. 388.

6. Руденко М.Ю., Алексеев В.Б., Мацюк С.А. Биофизические явления в системе кровообращения при косвенном измерении артериального давления и анализ приборов для его измерения // Медицинская техника. - 1986. - №5. - С. 26-35.

7. Полищук В.И., Терехова Л.Г., Техника и методика реографии и плетизмографии. - М.:Медицина, 1983. - 176 с.

8. Кардиомониторы. Аппаратура непрерывного контроля ЭКГ / Под ред. Барановского А.Л. и Немирко А.П. - М., Радио и связь, 1993. - 248 с.

9. Люсов В.А. Проблемы и достижения в измерении артериального давления [Електронний ресурс] / В.А. Люсов, Н.А. Волов, В.А. Кокорин // РМЖ. – 2003. – № 19. – Режим доступу: http://www.rmj.ru/articles_761.htm

10. Рогоза А.Н. Современные неинвазивные методы измерения артериального давления для диагностики артериальной гипертонии и оценки эффективности антигипертензивной терапии / Рогоза А.Н., Ощепкова Е.В., Цагареишвили Е.В., Гориева Ш.Б. – М.: Медика, 2007.

11. Булавин Л.А. Возмущение потока при инвазивном измерении давления крови / Л.А. Булавин, Г.В. Кнышов, Ю.Ф. Забашта, Б.В. Бацак, С.В. Северилов // Российский журнал биомеханики. – 2013. – Т. 17, № 3 (61). с. 29–36.

12. Зудов О.Н. Перешкодостійкий кореляційний спосіб вимірювання тиску крові / О.М. Зудов, О.Б. Шарпан // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2000. – № 5. – с. 5-7.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

УДК 612.843.363

В. Баліхін, Н. Карпович
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ СФІГМОГРАФІЧНОГО СИГНАЛУ

За даними ВООЗ (2011 р.) у всьому світі смертність від серцево-судинних захворювань займає перше місце (30% від усіх захворювань), за даними World Health Statistics (2011 р.) - 9,7% захворювань судин, 12,2% захворювань серця. Для розв'язання задач визначення параметрів судин і способів оцінювання їх застосовують сфігмографічні системи, які базуються на опрацюванні сигналів пульсової хвилі (сфігмографічного сигналу). Для тестування методів опрацювання, оцінювання достовірності результатів опрацювання сфігмографічного сигналу цими методами і, відповідно, алгоритмів та програмного забезпечення сфігмографічних діагностичних систем, необхідно розробити імітаційну модель такого сигналу, яка б враховувала у своїй структурі основні параметри медичної норми та патології стану серцево-судинної системи.

Під сфігмографією розуміють метод дослідження гемодинаміки і діагностики деяких форм патології серцево-судинної системи, який базується на графічній реєстрації пульсових коливань стінки кровоносної судини [1,2]. Інформативними при цьому є амплітуди характерних точок сфігмографічного сигналу, часові тривалості окремих півхвиль сигналу, періодні зміни.

Найпростішим способом задання одного періоду сфігмографічного сигналу є формування вектора значень його амплітуд через рівні проміжки часу.Також для практичних досліджень було зімітовано послідовність періодів сфігмографічного сигналу. Для цього створено вектор значень, елементами якого є функції зімітованого сфігмографічного сигналу (рис. 1).

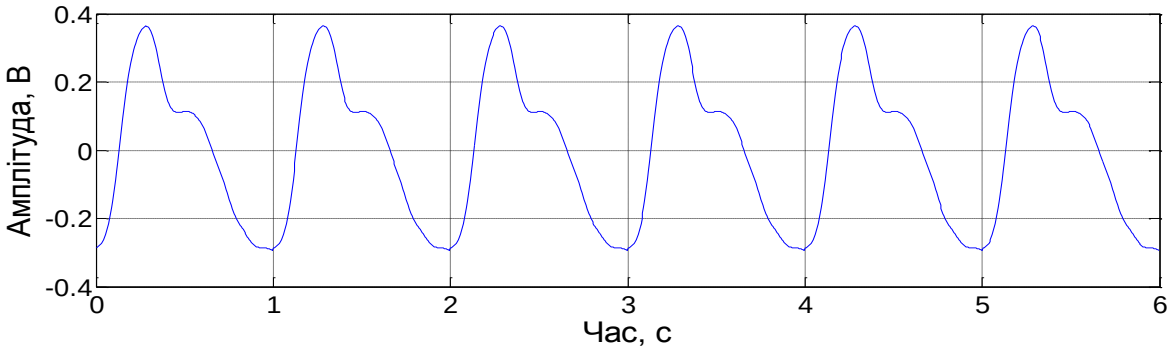


Рис. 1. Вигляд зімітованого сфігмографічного сигналу (60 скорочень серця за хвилину)

Розроблена імітаційна модель є детермінованою, однак дає можливість за відомими медичними параметрами моделювати сигнали патологій і норм для задач тестування сфігмографічних діагностичних систем.

Література

1. Каро К, Педли Т., Шротер Р., Cud У. Механика кровообращения. -М.: Мир, 1981,-624 с.

2. Педли. Т. Гидродинамика крупных кровеносных сосудов / Пер. с. англ. -М.: Мир, 1983.-400 с.