МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ, ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЙ

КАФЕДРА БІОКІБЕРНЕТИКИ ТА АЕРОКОСМІЧНОЇ МЕДИЦИНИ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач випускової кафедри

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_В. Д. Кузовик

“\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2020 р.

**ДИПЛОМНА РОБОТА**

**(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)**

Випускника освітнього ступеня магістр

За спеціальністю 163 “Біомедична Інженерія”

ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЇ ПРОГРАМИ БІОМЕДИЧНА ІНЖЕНЕРІЯ

**Тема: “Метод оцінювання параметрів біологічного об’єкту”**

Виконавець: студентка групи БІ-209М, Федорова Вікторія Олександрівна

Керівник: д.т.н., професор, Кошева Лариса Олександрівна

Консультант розділу

“Охорона навколишнього середовища”: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Дудар Т.В.

Консультант розділу “Охорони праці”: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Кажан К.В.

Нормоконтролер: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Кошева Л.О.

КИЇВ 2020

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій

Кафедра біокібернетики та аерокосмічної медицини

Спеціальність: 163 “Біомедична інженерія”

Освітньо-професійна програма: Біомедична інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач випускової кафедри

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Кузовик В.Д.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**

**на виконання дипломної роботи**

Федоровій Вікторії Олександрівні

1. Тема роботи «Метод оцінювання параметрів біологічного об’єкта», затверджена наказом ректора від «24» жовтня 2019 р. №2477/ст.

2. Термін виконання роботи: з 14.10.2019 р. по 29.12.2019 р. та з 20.01.2020р. по 09.02.2020

3. Вихідні дані роботи: виявити параметри біологічного об’єкту та їх особливості, провести порівняльний аналіз методів їх оцінювання.

4. Зміст пояснювальної записки: 1. Аналіз показників стану біологічного об’єкту. 2. Аналіз методів показників біологічного об’єкту. 3. Дозоване фізичне навантаження, як метод дослідження серцево-судинної системи людини; 4.Обробка та аналіз результатів запропонованим методом. 5.Охорона праці; 6. Охорона навколишнього середовища.

5. Перелік обов’язкового ілюстративного матеріалу: графіки розподілу досліджуваних показників у групах, таблиця порівняльного аналізу однорідності дисперсій показників досліджуваних груп, діаграма порівняльного аналізу суттєвості досліджуваних факторів

6. Календарний план

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  з/п | Завдання | Термін виконання | Підпис керівника |
| 1. | Проведення аналізу літературних та інформаційних джерел | 14.10.2019 по 03.11.2019р. | Виконано |
| 2. | Теоретичні викладки з дослідженого питання | 04.11.2019 р. по 17.11.2019 р. | Виконано |
| 3. | Виконання експериментальної частини | 18.11.2019 р. по 01.12.2019 р. | Виконано |
| 4. | Оброблення отриманих даних | 02.12.2019 р. по 12.01.2020 р. | Виконано |
| 5. | Формування висновків та рекомендацій | 13.01.2020 р. по 19.01.2020 р. | Виконано |
| 6. | Оформлення пояснювальної записки | 20.01.2020 р. по 26.01.2020 р. | Виконано |
| 7. | Підготовка презентації | 27.01.2020 р. по 02.02.2020 | Виконано |

7. Консультація з окремих розділів

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Назва розділу | Консультант  (посада П.І.Б.) | Дата, підпис | |
| Завдання видав | Завдання прийняв |
| Охорона навколишнього середовища | К.г-м., доцент, Дудар Тамара Вікторівна | 21.10.2019р. | 21.10.2019р. |
| Охорона праці | К.т.н., доцент Кажан Катерина Іванівна | 21.10.2019р. | 21.10.2019р. |

8. Дата видачі завдання «21» жовтня 2019 р.

Керівник дипломної роботи: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Кошева Л.О.

(підпис керівника)

Завдання прийняв до виконання: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Федорова В.О.

(підпис випускника)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Метод оцінювання параметрів біологічного об’єкту»: 91 с., 6 рис., 5 табл., 54 літературних джерела.

Об’єкт дослідження: Оцінювання стану гомеостазу за функціональними показниками серцево-судинної системи.

Предмет дослідження: підвищення точності та вірогідності діагностування, та тривалості лікування*.*

Мета: підвищення точності та вірогідності діагностування, та тривалості лікування*.*

Методи дослідження: застосування методу навантаження для оцінки показників ССС, методів теорії ймовірностей та математичної статистики при виявленні значущості досліджуваних факторів, аналітичний метод визначення оцінки стану ССС, метод динамічного розрахунку за Шенноном при виявленні відновлення функцій організму за показниками ССС.

Наукова новизна: Дослідивши більш ретельно зв’язок часу повернення гомеостазу, показники тиску, ЧСС до та після проведення проби з нормованим навантаженням було встановлено зв’язок з прихованим перебігом гіпертонічної хвороби у двох обстежуваних та виявили напруження в роботі ССС у п’яти. Це дає право підтвердити, що час виходу організму з стану збурення та повернення його до стану гомеостазу може використовуватися для оцінки параметру роботи ССС.

Апробація отриманих результатів. Участь у науковій конференції «Сучасні проблеми та перспективи біомедичної інженерії» Публікації. «Сучасні проблеми та перспективи біомедичної інженерії», на тему «Метод оцінювання параметрів біологічного об’єкту»

**ЗМІСТ**

[ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ 8](#_Toc31618059)

[ВСТУП 9](#_Toc31618060)

[РОЗДІЛ 1 14](#_Toc31618061)

АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ СТАНУ БІОЛОГІЧНОГО ОБ’ЄКТУ ……………………13

[1.1 Функціональний стан серцево – судинної системи 14](#_Toc31618062)

[1.2 Адаптаційний потенціал 17](#_Toc31618063)

[1.3 Кількість здоров’я 21](#_Toc31618064)

[1.4 Гомеостаз 24](#_Toc31618065)

[Висновок за розділом 1 28](#_Toc31618066)

[РОЗДІЛ 2 29](#_Toc31618067)

[АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЦІНЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ БІОЛОГІЧНОГО ОБЄКТУ 29](#_Toc31618068)

[2.1 Методи оцінювання адаптаційного потенціалу 29](#_Toc31618069)

[2.2 Методи оцінювання показників кількості здоров’я 30](#_Toc31618070)

[2.3 Методи оцінювання гомеостазу 32](#_Toc31618071)

[2.3.1 Математичні методи оцінювання стану 32](#_Toc31618072)

[2.3.2 Динамічний аналіз 34](#_Toc31618073)

[2.4 Модель оцінювання здоров’я людини 35](#_Toc31618074)

[Висновки за розділом 2 39](#_Toc31618075)

[РОЗДІЛ 3 40](#_Toc31618076)

[ДОЗОВАНЕ ФІЗИЧНЕ НАВАНТАЖЕННЯ ЯК МЕТОД ДОСЛІДЖЕННЯ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ 40](#_Toc31618077)

[3.1 Класифікація функціональних проб навантаження 41](#_Toc31618078)

[3.2 Показання та протипоказання навантажувальних тестів 42](#_Toc31618079)

[3.2.1 Показання для проведення навантажувальних тестів 42](#_Toc31618080)

[3.2.2 Протипоказання для навантажувального тестування 42](#_Toc31618081)

[3.3 Умови проведення проб з навантаженням 44](#_Toc31618082)

[3.4 Опис показників стану серцево-судинної системи 45](#_Toc31618083)

[3.4.1 Частота серцевих скорочень 45](#_Toc31618084)

[3.4.2 Артеріальний тиск 47](#_Toc31618085)

[3.4.3 Електричні імпульси серця 49](#_Toc31618086)

[3.4.4 Споживання кисню при навантаженні 52](#_Toc31618087)

[Висновок за розділом 3 53](#_Toc31618088)

[РОЗДІЛ 4 55](#_Toc31618089)

[ОБРОБКА ТА АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ЗАПРОПОНОВАНИМ МЕТОДОМ 55](#_Toc31618090)

[4.1 Алгоритм проведення експерименту 55](#_Toc31618091)

[4.2 Статистичний аналіз отриманих показників 57](#_Toc31618092)

[4.4 Метод оцінки нелінійної динамічної системи 62](#_Toc31618093)

[Висновок за розділом 4 66](#_Toc31618094)

[РОЗДІЛ 5 67](#_Toc31618095)

[ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА 67](#_Toc31618096)

[5.1 Використання біоіндикаторів для оцінки стану навколишнього середовища 67](#_Toc31618097)

[5.2 Рослини-індикатори 70](#_Toc31618098)

[5.3 Приклад використання лишайників для оцінки якості повітря 71](#_Toc31618099)

[Висновок за розділом 5 75](#_Toc31618100)

[ОХОРОНА ПРАЦІ 77](#_Toc31618101)

[6.1 Небезпечні і шкідливі виробничі фактори лікувально-профілактичних закладів 77](#_Toc31618102)

[6.2 Технічні та організаційні заходи для зменшення рівня впливу виробничих факторів 78](#_Toc31618103)

[6.3 Забезпечення пожежної безпеки 79](#_Toc31618104)

[Висновок за розділом 6 81](#_Toc31618105)

[ВИСНОВКИ 82](#_Toc31618106)

СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ [ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 83](#_Toc31618107)

# 

# ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

CCC – серцево-судинна система

НДС – нелінійна динамічна система

ДП – динамічний параметр

САТ – систолічний артеріальний тиск

ДАТ – діастолічний артеріальний тиск

ЧСС – частота серцевих скорочень

# ВСТУП

Людина як біологічний об’єкт має складну будову, організм якої є найскладнішим на планеті. Він складається з клітин, які утворюють тканини, з яких побудовані органи. Злагоджену роботу організму забезпечує тісний взаємозв’язок його органів. Органи, що виконують пов’язані між собою функції, складають фізіологічну систему.

Кожна система організму виконує строго певну функцію. В процесі життєдіяльності постійно співпрацюють такі функціональні системи як серцево-судинна, дихальна, нервова, репродуктивна, ендокринна, видільна та інші.

Нервова система забезпечує взаємозв'язок між окремими органами і системами органів і функціонування організму як єдиного цілого. Вона регулює і координує діяльність різних органів, пристосовує діяльність всього організму як цілісної системи до мінливих умов зовнішнього і внутрішнього середовища. За допомогою нервової системи здійснюється сприйняття і аналіз різноманітних подразнень із навколишнього середовища і внутрішніх органів, а також відповідні реакції на ці подразнення [1].

Кровоносна і лімфатична система може виконувати свої функції тільки завдяки постійному рухові по замкненій кровоносній системі. Кровоносна система складається з двох основних частин: “мотора “ кровообігу – серця та сітки кровоносних судин. Кровоносна система забезпечує обмін речовин в організмі. Вона переносить [кисень](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B8%D1%81%D0%B5%D0%BD%D1%8C), який зв'язується з [гемоглобіном](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D0%BB%D0%BE%D0%B1%D1%96%D0%BD) в легенях, гормони, [медіатори](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D0%B9%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D0%B4%D1%96%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B8), виводить продукти обміну - вуглекислий газ , водні розчини азотистих шлаків через нирки.

Дихальна система і дихання. Життя нерозривно пов’язане з окисленням молекул складних органічних речовин. Окислення відбувається постійно у всіх клітинах організму (клітинне дихання). Клітинне дихання забезпечується дихальною функцією крові (транспортуванням газів кров’ю) і легеневим диханням, внаслідок якого кров насичується киснем та звільнюється від вуглекислого газу. Інші продукти окислення виділяються в основному нирками. Всі органи, що беруть участь в легеневому диханні утворюють систему органів дихання. За функціональною ознакою ця система поділяється на повітропровідні шляхи (носова порожнина, глотка, гортань, трахея, бронхи) і легені (альвеоли – структурно-функціональна одиниця легень), в яких відбувається газообмін.

Травлення та травна система. Організм оновлює свої тканини та добуває енергію з поживних речовин їжі. Основа травлення – це розщеплення великих і складних молекул – білків, вуглеводів і жирів до їх складових компонентів. Легкість з якою організм розщеплює складні органічні речовини, зумовлена біологічними каталізаторами, що знаходяться в травних соках. Це гідролітичні ферменти. Ферменти – це білки, вони суворо специфічні, кожний з них діє тільки на певну речовину, вимагаючи для цього певних умов (відповідної реакції середовища, температури, та інше). Однак дія ферментів це тільки кінцевий результат складного фізіологічного процесу яким є травлення. Воно відбувається за допомогою активної роботи всіх органів травної системи і регулюється нервовогуморальними механізмами.

Всі системи організму мають безліч параметрів для оцінки їх функціонального стану. Для визначення кількісних значень параметрів можна використовувати різні методи дослідження~~:~~

- загальні;

- порівняльні;

- спеціальні.

Загальні методи дослідження вивчають основні параметри, основні закономірності реагування людського організму на впливи середовища.

Порівняльний метод дослідження, має тісний зв’язок з еволюційною фізіологією та вивчає специфічні особливості функціонування цілісного організму, а також тканин і клітин організмів, що належать до різних видів, фізіологію окремих органів : серця, нирок, печінки тощо [1].

Спеціальні методи дослідження для вивчення роботи організму мають у своєму арсеналі інструментальні прилади. До них належать короткочасне чи тривале спостереження за роботою органів при підвищенні функціонального навантаження, дії на них подразників, введенні лікарських речовин тощо. Широко використовують також інструментальні методи вивчення, що виключають будь-яке ушкодження тканин і органів. За допомогою різних приладів одержують відомості про електричні процеси, що відбуваються в організмі, про стан нервової системи, серця й інших органів [1].

За даними Всесвітньої організації охорони здоров’я, останні десятиріччя ХХ ст. і перші роки ХХІ ст. характеризуються небезпечними тенденціями щодо динаміки стану здоров’я населення. Це проблеми із народжуваністю-смертністю, погіршенням психічного здоров’я, збільшенням травматизму, і негативні “супутники” способу життя тощо. В наш час, коли смертність від захворювань серцево-судинної системи займає перше місце, визначення параметрів оцінки роботи ССС за допомогою яких можна попередити ускладнення роботи або навіть виявити прихований перебіг захворювання зменшить навантаження на медиків, в обов’язки яких входить діагностування і лікування людей з метою запобігання хворобам і перетворення хворих громадян на здорових [2].

**Актуальність проблеми.** Серцево-судинні захворювання є основною причиною інвалідності і смертності людей у більшості країн світу. За результатами проведених Всесвітньою організацією охорони здоров’я України епідеміологічних досліджень, лише у 15% хворих визначається ізольована діастолічна артеріальна гіпертензія, 17% хворих мають ізольовану систолічну артеріальну гіпертензію і у 68% хворих виявляється одночасне підвищення як систолічного, так і діастолічного артеріального тиску. Отже, 85% хворих з артеріальною гіпертензією мають підвищений систолічний тиск. Якщо це перерахувати на 11,3 млн. хворих з артеріальною гіпертензією (дані офіційної статистики), то ці 85% перетворюються на 960,5 тисячі дорослого населення [3]. Тому раннє діагностування захворювання, або прогнозування факторів ризику виникнення, або ускладнення артеріальної гіпертензії, може суттєво знизити смертність від ускладнень серцево-судинних захворювань та інвалідізації.

Отже, визначення параметрів, оцінка яких буде мати вплив на діагностику, або хоча б визначення факту ризику виникнення серцево-судинного захворювання має велике значення в медицині.

Для дослідження серцево-судинної системи використовують безліч інструментальних та лабораторних методів, за яких значення показників досліджуваних параметрів оцінюються медичними фахівцями у порівнянні з опорними значеннями показників, що не може відображати дійсний стан функціональної роботи даного біологічного об’єкта. Метод спостереження за перебігом захворювання може використовуватися тільки як профілактика ускладнень та інвалідизації [4]. Тому для оцінювання функціонального стану організму у роботі пропонується використати навантажувальний метод діагностики серцево-судинної системи (ССС).

В медичній практиці найчастіше використовують математичний розрахунок найважливіших показників системи кровообігу, зовнішнього дихання, параметрів електрокардіограми тощо, які характеризують стан основних фізіологічних систем організму, дані яких вносять у спеціальні довідкові таблиці. Безумовно, використання розрахункових параметрів значно полегшує і скорочує час функціональних обстежень, що має важливе значення під час проведення оперативного медико-біологічного контролю, але не має індивідуального підходу а носить узагальнений характер. Тому можливість оцінити роботу ССС в динаміці, до та після дозованого навантаження, визначити зміну показників та час на відновлення гомеостазу може виявити фактори ризику виникнення захворювань .

**Об’єкт дослідження:** Оцінювання стану гомеостазу за функціональними показниками серцево-судинної системи

**Предмет дослідження** – методи та алгоритми оцінювання параметрів серцево-судинної системи.

**Мета і завдання** – підвищення точності та вірогідності діагностування для встановлення факторів ризику виникнення захворювань ССС.

Завдання, які необхідно вирішити для досягнення поставленої мети.

1. Проаналізувати показники стану біологічного об’єкту

2. Проаналізувати методи оцінювання

3. Визначити метод оцінки функціонального стану ССС.

4. Експериментально довести діагностичну інформативність обраного методу.

**Методи дослідження**: застосування методу навантаження для оцінки показників ССС, методів теорії ймовірностей та математичної статистики при виявленні значущості досліджуваних факторів, аналітичний метод визначення оцінки стану ССС, метод динамічного розрахунку за Шенноном при виявленні відновлення функцій організму за показниками ССС.

# РОЗДІЛ 1

**АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ СТАНУ БІОЛОГІЧНОГО ОБ’ЄКТУ**

Для оцінки параметрів біологічного об’єкту можуть бути різні потреби: постановка діагнозу, перевірка на витривалість при стресових видах праці, кількість здоров'я для страхової медицини, поточний функціональний стан для спостереження за розвитком хвороби, здатність організму виконувати свої функції після виходу його з стану гомеостазу (після тривалої хвороби), в охороні здоров'я для визначення рівнів інвалідизації і планування кількості лікарень, фахівців і т.п.

Тому, залежно від поставленої задачі, піддаються оцінці різні види стану організму людини: функціональний стан, адаптаційний потенціал, кількість здоров'я, гомеостаз тощо.

## 1.1 Функціональний стан серцево – судинної системи

Функціональний стан організму — стан живої системи, який визначає рівень життєдіяльності організму, системну відповідь на фізичне навантаження, і дає змогу оцінити рівень пристосованості організму до навколишнього середовища і здатність до виконання поставлених йому задач [5]. Загальновідомо, що нормальне функціонування апарату кровообігу зумовлює роботу ряду інших фізіологічних систем, забезпечує ефективне використання енергетичного потенціалу організму, сприяє його якнайшвидшому відновленню і своєрідному виходу на якісно новий рівень функціонального стану. З позицій системного підходу функціональний стан можна визначити декількома способами:

1. Функціональний стан людини - можливість займатися конкретним видом діяльності з урахуванням впливу на її здоров'я.

2. Функціональний стан людини - динамічний результат взаємодії різних підсистем організму.

3. Функціональний стан людини - складна системна реакція організму на діяльність, відповідь організму на зовнішні й внутрішні фактори діяльності.

Організм людини ніколи не буває в стані спокою, навіть у вісні організм працює, та в процесі життєдіяльності людині доводиться щоденно займатися конкретним видом діяльності, з урахуванням її фізичних та розумових можливостей. Такі навантаження є нормою для роботи організму, забезпечення їх виконання і є задачею функціонального стану організму. Фізичні, психічні та розумові навантаження вимагають адекватного метаболічного забезпечення й насамперед посиленого постачання киснем, що досягається інтенсифікацією кровопостачання [6]. Кров постійно рухається завдяки неперервній роботі серця. Серце перебуває в постійній ритмічній активності: скорочення і стискання серця змінюється розслабленням і заповненням його кров’ю. Скорочення відділів серця називають систолою, розслаблення діастолою. Період, що охоплює одне скорочення і одне розслаблення серця називають серцевим циклом. Тиск в артеріальному руслі, яке забезпечує переміщення крові від серця до органів, є добутком значень серцевого викиду і загального периферичного опору судин. Ці показники змінюються під впливом широкого спектра патофізіологічних чинників, переважно у різних поєднаннях.

• Систолічний тиск – це найбільший тиск крові в артеріальних судинах під час серцевого циклу, обумовлений систолою лівого шлуночка серця.;

• Діастолічний тиск – це найменший тиск крові в артеріальних судинах під час серцевого циклу, обумовлений діастолою лівого шлуночка серця;

• Пульсовий тиск – це різниця між систолічним і діастолічним тиском. Його обумовлює величина систолічного об'єму крові [7].

Під час вигнання крові з лівого шлуночка артеріальний тиск значно підвищується через відносно малу ємність аорти й артерій. Завдяки тому, що опір кровоносних судин під час систоли не змінюється, пульсовий тиск зростає так само, як збільшується систолічний тиск. Артеріальний тиск регулюється за допомогою складних нервових та гормональних механізмів і може значно змінюватися впродовж дня.

На рівень артеріального тиску впливають різні фактори, зокрема:

• тонус (напруження) та еластичність стінок судин,

• загальний вміст крові в кровоносному руслі,

• функціональний стан серця,

• в’язкість крові,

• стан нервової системи,

• прийом медикаментів, кави, чаю тощо.

Як правило, артеріальний тиск знижується у стані спокою та під час сну, підвищується при фізичній роботі, заняттях спортом, при хвилюванні.

Ознаками, що відображають напружену роботу серця й посилення викиду крові, є зміна хвилинного обсягу крові (кількість крові, що проштовхується через серце за 1 хв.) і частота серцевих скорочень (ЧСС). Частота серцевих скорочень може бути зафіксована як простим спостереженням за пульсом, так і при реєстрації електрокардіограми, найбільш часто використовується як показник функціонального стану центральної нервової системи [6]. Стінка судин здатна витримувати значні коливання артеріального тиску. Молоді здорові люди можуть переносити фізичні або психологічні навантаження без видимих негативних наслідків для себе. З віком у судинах розвиваються зміни, вони стають менш еластичними, втрачають здатність адекватно реагувати на збільшення навантаження, тому підйоми артеріального тиску можуть призвести до ушкодження судин та органів, які живлять ці судини [7]. Що може призвести до таких патологічних станів, як інфаркт та інсульт. Тому метод навантаження для оцінки функціональної роботи ССС неможливо дослідити в рамках дипломної роботи. Якщо розглядати вплив дозованого навантаження на оцінку роботи ССС то в першу чергу в процес саморегуляції роботи включиться адаптаційна система, як система захисту організму від збоїв у роботі функціонального стану, а потім завдяки гомеостазу проходить етап повернення до нормальної роботи. Намагатися перейти бар’єр адаптаційної системи, тобто посилювати навантаження до критичного рівня, щоб дослідити критичні, або патологічні параметри роботи ССС не маємо можливості тому:

Перевагами оцінки функціонального стану ССС є:

* Доступність методів діагностування ССС;
* Можливість проведення діагностики як в стані спокою так і при дозованому навантаженні;
* Можливість тривалого моніторингу роботи ССС.

Недоліками є

* Всі системи організму тісно взаємодіють і на показники ССС впливає функціональний стан дихальної та нервової системи.
* На показники ССС впливають показники м’язової діяльності;
* Показники не є динамічним відображенням роботи ССС, а є відображенням функціонального стану на момент зняття.
* Неможливість дослідити метод навантаження для дослідження роботи функціональної системи в рамках дипломної роботи.

## 1.2 Адаптаційний потенціал

Адаптація - сукупність фізіологічних реакцій, які лежать в основі пристосування організму до постійно змінних умов існування і направлені на збереження гомеостазу. Адаптивні реакції забезпечують гомеостаз, працездатність, максимально можливе в конкретних умовах продовження життя, репродуктивність. Адаптаційні можливості організму широко використовуються з метою визначення рівня індивідуального здоров'я. Тому вивчення специфіки адаптації, управління адаптаційними процесами та їх корекція є неодмінними умовами профілактики захворювань [8].

Процес адаптації у всій його складності В.П.Казначеєв розглядав у різних критеріях:

1) в термодинамічних критеріях адаптація - процес підтримання оптимального рівня рівноваги біологічної системи в адекватних і неадекватних умовах середовища, який забезпечує максимальний ефект зовнішньої роботи, спрямований на збереження і продовження життя даної системи;

2) в кібернетичних критеріях адаптація - процес самозбереження функціонального рівня саморегулюючої системи в адекватних і неадекватних умовах середовища. При цьому має місце вибір функціональної стратегії, що забезпечує оптимальне виконання головної кінцевої мети;

3) в біологічних критеріях адаптація - процес збереження і розвитку біологічних властивостей виду, забезпечуючи прогресивну еволюцію біологічних систем в адекватних і неадекватних умовах середовища;

4) в фізіологічних критеріях адаптація - процес підтримання функціонального стану гомеостазу, забезпечуючи збереження організму, розвиток і працездатність та максимальну тривалість життя в змінених умовах середовища [9].

На підставі експериментальних даних деяких авторів [10, 11, 12] важливо зазначити, що застосовувані в більшості досліджень методи оцінки адаптивних можливостей організму, дали можливість визначити, що найбільш інформативним є методика Р.М. Баєвського.

Проблема зриву адаптаціїмає велике практичне значення зараз, коли людина освоює нові простори, працює в шахтах, під водою, в умовах космосу, коли відбувається інтенсивна денатурація навколишнього середовища, його забруднення продуктами діяльності людини, що вимагає напруження адаптаційних сил організму.

Відсутність подразників або їх низький рівень може призводити до зниження резистентності й адаптаційних можливостей організму:

* Відсутність світлового подразника може призвести до атрофії зорового аналізатора,
* Відсутність звукового подразника - до атрофії слухового аналізатора.
* Відсутність мовного впливу (при вродженій глухоті) робить людину німою.

Людина, яка постійно знаходиться в оптимальних мікрокліматичних умовах, забезпечена теплим житлом, одягом, іншими благами цивілізації, відірвана від природи, захищена від її подразних і пошкоджуваних чинників, попадаючи в ці умови, важче переносить вплив холоду та інших подразників навколишнього середовища.

У зв'язку з урбанізацією, автоматизацією виробничих процесів зараз значна частина населення знаходиться у стані гіподинамії, мускульного голоду, що призводить до де-тренованості організму, негативно впливає на стан серцево - судинної системи тощо.

Несприятливі зміни в здоров'ї людини можуть виникати значно швидше, коли на організм діють шкідливі чинники середовища(іонізуюче випромінювання, перевантаження, невагомість, хімічні речовини), до яких у процесі еволюції не виробились захисно-пристосувальні механізми. Соціально обумовлені елементи навколишнього середовища (важка, напружена праця, її нераціональний режим, умови робочої зони, житла, харчування, матеріальна забезпеченість, рівень освіти та культури, соціально – правове положення), так само як і природні чинники, впливаючи на рушійні сили здоров’я, можуть підвищувати чи знижувати рівень адаптації.

Кожна людина повинна сприяти підвищенню витривалості свого організму. Однією з необхідних умов для цього є вчасне і раціональне харчування. Нестача або надлишок їжі, порушення співвідношення поживних речовин у раціоні знижують опірність організму та його здатність до адаптації.

Іншою, не менш важливою умовою нормального функціонування організму є чергування режиму сну та активності, праці і відпочинку.

Але особливу роль у підвищенні адаптаційних можливостей організму відіграють фізичне тренування і загартовування. Регулярні фізичні вправи є найефективнішим засобом підвищення опірності організму хворобам та несприятливим впливам довкілля. Людина, яка займається спортом (не зловживаючи фізичними навантаженнями, не перевтомлюючись, гармонійно підвищуючи активність усіх систем організму) набуває високого рівня витривалості.

Рухова активність позитивно впливає на життєдіяльність організму, зокрема на збалансованість метаболізму, активацію вегетативних систем (кровообігу, дихання), формування нервових механізмів керування процесами, розвиток організму в цілому. Завдяки тренованості полегшується становлення адаптаційних реакцій організму до екстремальних умов.

Загартовування – це комплекс методів цілеспрямованого підвищення функціональних резервів організму та його опірності до несприятливої дії факторів довкілля. Класичним прикладом загартовування є поступове звикання до низької температури (водні процедури, зарядка на свіжому повітрі).

Фізіологічною основою загартування є тренування адаптаційних систем в організмі, а саме блокування" подразника". Терморецептори, які постійно піддаються дії низької температури, настільки знижують свою чутливість до холоду, що, наприклад, для людини, яка купається в ополонці, вже не страшні ні протяги, ні перебування під дощем. У процесі загартування низькими температурами відбувається збалансованість теплоутворення і тепловіддачі. Особливо ефективне загартовування при чергуванні дії низьких і високих температур, хоча саме низькі температури є провідними у формуванні підвищення опірності організму.

Перевагами визначення адаптаційного потенціалу можна визначити:

* Доступність зняття показників для дослідження;
* Простота визначення адаптаційних можливостей;
* Діагностування стану напруження чи зриву адаптаційних можливостей%

До недоліків можна віднести:

* Оцінка адаптаційних можливостей потребує тривалого спостереження;
* Необхідність створення спеціальних умов для оцінки запуску адаптаційних процесів.

## 1.3 Кількість здоров’я

Усе життя людини проходить у безперервному зв’язку із зовнішнім середовищем, тому здоров’я людини не можна розглядати як щось незалежне, автономне. Воно є результатом дії природних, антропогенних та соціальних факторів і віддзеркалює динамічну рівновагу між організмом і середовищем його існування.

Вважається, що здоров'я — це нормальний стан організму, який характеризується оптимальною саморегуляцією, повною узгодженістю у функціонуванні всіх органів та систем, рівновагою поміж організмом та зовнішнім середовищем при відсутності хворобливих проявів. Тому основною ознакою здоров'я є здатність до значної пристосованості організму до впливів різноманітних чинників зовнішнього середовища. Завдяки цьому здоровий організм може витримувати значні фізичні та психічні навантаження, не тільки пристосовуючись до дії екстремальних чинників зовнішнього середовища, але й повноцінно функціонуючи в цих умовах.

Таким чином, здоров'я доцільно розглядати і як здатність організму активно та повноцінно пристосовуватись до змін оточення.

Показниками фізичного здоров'я є індивідуальні особливості анатомічної будови тіла, досконале фізіологічне функціонування організму в різних умовах:

* спокою,
* руху,
* довкіллі,
* генетичної спадщини,

Показники здоров'я поділяють на :

* показники психічного здоров'я, які відображають особливості психічних процесів і властивостей людини;
* показники духовного здоров'я - це характеристики сприйняття духовної культури людства, освіти, науки, мистецтва, релігії, моралі, етики;
* показники соціального здоров'я – співвідношення праці та відпочинку, показники, пов’язані з побутовими умовами, соціального захисту, охорони здоров'я, безпеки існування тощо.

Здоров'я людини перебуває у взаємозв'язку з багатьма чинниками, такими, як соціальні, природні, біологічні, психологічні, культурні та ін. Проте більшість дослідників [13] схиляються до думки, що основними ознаками або характеристиками здоров'я є:

1. Нормальна функція організму на всіх рівнях його організації - організму, органів, тканинних, клітинних та генетичних структур, нормальне функціонування фізіологічних та біохімічних процесів.

2. Динамічна рівновага організму і його функцій та чинників навколишнього середовища.

3. Здатність до повноцінного виконання основних соціальних функцій, участь у соціальній діяльності та суспільно корисній праці.

4. Здатність організму пристосовуватись до умов існування в навколишньому середовищі, що постійно змінюються, здатність підтримувати постійність внутрішнього середовища організму, забезпечуючи нормальну і різнобічну життєдіяльність та зберігання живої основи в організмі.

5. Відсутність хвороби, хворобливого стану або хворобливих змін, тобто оптимальне функціонування організму за відсутності ознак захворювання або будь-якого порушення.

6. Повне фізичне, духовне, розумове і соціальне благополуччя, гармонійний розвиток фізичних і духовних сил організму, принцип його єдності, саморегулювання і гармонійної взаємодії всіх органів [14].

Встановлено що, показниками здоров'я людини як біологічного об'єкта є:

1) відсутність чи наявність хронічного захворювання;

2) функціональний стан органів (з врахуванням способу життя та стану навколишнього середовища);

3) специфічна резистентність, про яку можна судити за показниками захворюваності;

4) психічний та фізичний розвиток.

У 1987 році С. Г. Саливон [15] запропонував виділити чотири категорії людей:

1) практично здорові;

2) мають фактори ризику;

3) знаходяться в стані передхвороби (третьому стані);

4) хворі.

За даними відомих вітчизняних вчених Ю. П. Лисицина, Ю. М. Комарова і численних зарубіжних авторів [16,17], спосіб життя формує здоров'я і займає приблизно 50…55% питомої всіх факторів, що обумовлюють здоров'я населення.

До інших чинників, що безпосередньо впливають на здоров'я, відносяться:

* екологія (вплив зовнішнього середовища) - 20…25%;
* спадковість - 20%;
* охорону здоров'я - 10%.

Існують і інші різні моделі [18,19], де показано негативний вплив тих чи інших факторів на здоров'я людини.

На тривалість життя явно впливають 2 фактори: спадковість і навколишнє середовище [20]. Щоб самому прожити довго, не обов'язково народитися в сім'ї довгожителів, але все ж це непогано. Люди, чиї предки відрізнялися довголіттям, в кожному даному віці мають більш низькі показники смертності. Спадковістю обумовлено близько 2000 хвороб і дефектів, в тому числі деякі форми сліпоти і глухоти, розумової відсталості, гемофілії та порушення обміну речовин.

Що стосується другого фактора - навколишнього середовища, то це ми можемо певною мірою контролювати. Ми можемо спробувати змінювати наше оточення так, щоб досліджені нами ознаки розвивалися в більш сприятливій обстановці.

До факторів здоров'я відносяться: відсутність шкідливих звичок, раціональне харчування, адекватне фізичне навантаження, здоровий психологічний клімат на роботі і в сім'ї, уважне ставлення до свого здоров'я, відсутність шкідливих факторів виробництва, хороші матеріально побутові умови, осілий спосіб життя, хороша екологія, сприятливі кліматичні і природні умови, здорова спадковість, відсутність віково-статевих особливостей, що сприяють розвитку захворювань, високий рівень медичної допомоги.

Фактори ризику: шкідливі умови праці і навчання, погані матеріально-побутові умови, міграційні процеси, несприятливі кліматичні і природні умови, забруднення навколишнього середовища, відсутність потреби в здоровому способі життя, нездоровий спосіб життя (шкідливі звички, гіподинамія, нераціональне харчування).

У сучасних умовах життя фізична праця всі частіше заміщається діяльністю, яка характеризується великими розумовими і емоційними навантаженнями за незначного м'язового. Поряд з нервово психічним перенапруженням формується синдром гіпокінезії (від грецького *hypo* - зменшення, *kinesis* - рух). Синдром включає в себе непропорційний розвиток, надлишкову масу тіла, порушення обміну речовин, психоемоційні розлади. Збільшується ризик розвитку захворювань серцево-судинної системи.

Одним з важливих шляхів усунення чинників ризику є впровадження фізичної культури в повсякденне життя людини. Однак заняття фізичною культурою мінімальну користь приносять при створенні комплексної системи тренувань з урахуванням вікових і статевих особливостей, індивідуального здоров'я, екологічних факторів і т. д. У протилежному випадку ефективність спортивних тренувань може бути різко знижена, і замість користі вони можуть принести шкоду.

## 1.4 Гомеостаз

Гомеостаз — це здатність організму зберігати сталість внутрішнього середовища завдяки саморегуляції та є показником здоров’я та адаптаційних властивостей організму [21].

Гомеостаз обумовлює стійкість основних фізіологічних функцій — роботу серцево-судинної системи, сенсорної системи, терморегуляцію, обмін речовин тощо. Він забезпечується взаємодією складних процесів регуляції й координації, які відбуваються в організмі автоматично й підпорядковуються центральній нервовій системі та регулюються гуморальною системою органів.

Організм людини складається з безлічі клітин. Кожна клітина організму людини є саморегулюючою біологічною системою.

Клітини об’єднані в тканини для виконання тих або інших функцій. Тканини формують органи та їх системи. Нервова й ендокринна системи органів людини регулюють життєдіяльність усього організму, забезпечуючи в ньому гомеостаз.

Стосовно ступеню розробленості проблеми варто зазначити, що вчення про гомеостаз, яке бере початок від К. Бернара, У. Кеннона, У. Ешбі, пройшло декілька етапів розвитку, підйомів і спадів. В біології ідея про існування сталості внутрішнього середовища організму (французький вчений К. Бернар, друга половина 19 ст.) передувала появі терміну гомеостазу (американський біолог У. Кенон, 1929) [22].

Першими спробами осмислення поняття гомеостазу, як особливого стану внутрішнього середовища живого організму, відмінного від зовнішнього впливу, було розпочато Клодом Бернаром у 1813-1878 році [13]. Основні положення своєї теорії він доніс у своїй роботі «Введення у експериментальну медицину», у цій праці вперше було детально проаналізовано такі поняття, як «постійність та сталість внутрішнього середовища», та «гармонійний набір процесів являється умовою вільної життєдіяльності організму». Це розуміння базується на новому трактуванні і поданні самого поняття «сталість» і «стійкість». Дякуючи праці К.Бернара, людство вперше розглянуло такі поняття, як «регуляція», «живі системи з особливими властивостями», які в майбутньому мали велике значення для фахівців різних областей, взагалі дали розвиток таких новітніх направлень, як кібернетика та синергетика. Після робіт К. Бернара в першій половині 20-го століття, Уолтер Бредфорд Кеннон (1871-1945), аналізуючи особливості вісцеральних функцій живого організму (на прикладі травлення) і ряду нейрогуморальних процесів вводить поняття саморегуляції фізіологічних процесів [23].

У своїй відомій праці «Мудрість тіла» він вперше вводить поняття «гомеостазу». Таким чином, поняття гомеостазу виникло зі спостережень і досліджень фізіологів, але було значно розширено на багато біологічних систем – «c*omplexity*», які подібні до організму людини. Таким чином гомеостаз це здатність живого організму підтримувати стійкість, яка повинна підтримуватися «мудрістю тіла» за У.Б. Кенноном [23].

До вчених, які розробляли складові частини чи елементи теорії гомеостазу відносяться талановиті вчені, віртуозні лікарі і природодослідники. На думку П.Анохіна, Н.Бернштейна, Н.Вінера [24] та інших дослідників зворотного зв’язку, останній являється універсальним механізмом саморегуляції, постільки керуюча система впливає на керовану, отримуючи від неї сигнали про результати свого впливу.

В наш час гомеостаз визначають, як відносну динамічну сталість внутрішнього середовища та деяких фізіологічних функцій організму людини (кровообігу, обміну речовин, терморегуляції тощо), які забезпечуються складною системою координованих адаптаційних механізмів, спрямованих на усунення чи обмеження дії на організм зовнішніх та внутрішніх чинників [25]. Вони дозволяють організму зберігати сталість складу фізико-хімічних та біологічних властивостей внутрішнього середовища, незважаючи на зміни в зовнішньому світі та зрушення, що виникають у процесі життєдіяльності органів і тканин.

У нормальному стані коливання фізіологічних та біохімічних констант відбуваються у вузьких гомеостатичних межах. Системи, що контролюють параметри адаптації організму, складаються з механізмів різної структурної складності: як з порівняно просто влаштованих елементів, так і досить складних нейрогуморальних комплексів. Одними з найпростіших механізмів вважають метаболіти, частина яких може місцево впливати на активність ферментативних процесів, на різні структурні компоненти клітин і тканин. Більш складні механізми (нейроендокринні), що здійснюють взаємодію між органами, підключаються тоді, коли простих уже недостатньо для того, щоб повернути параметр до належного рівня [22].

Головними засобами збереження гомеостазу, вважають рідкі середовища організму. Для більшості органів це кров і лімфа, а для мозку – кров і спинномозкова рідина. Особливо велику роль відіграє кров, та серцево-судинна система – внаслідок того, що збільшення потреби у постачанні кисню по організму є показником порушення функціонального стану тієї чи іншої системи організму, що потребує напруженої роботи серця та серцево-судинної системи. Тому серцево – судинна система є індикатором любих ненормованих станів в роботі всього організму, як фізичних так і психоемоційних.

Організм людини, внаслідок еволюційних перетворень, для збереження виду намагається повернутися в стан гомеостазу, що потребує змінення в роботі, зокрема, серцево-судинної системи, а саме збільшення ЧСС та об’єму серцевого викиду. Якщо серцево-судинна система, так реагує на порушення в роботі інших функціональних систем організму, то припустимо що зміна в показниках роботи самої серцево-судинної системи при дослідженні її методом дозованого навантаження та визначення часу повернення її в стан гомеостазу може бути параметром оцінки роботи серцево-судинної системи біологічного об’єкта.

Переваги оцінки гомеостазу методом навантаження:

* Доступність отримання показників;
* Оцінка показників проходить в динаміці та відображає реакцію ССС на зовнішній вплив дозованого навантаження;
* Можна оцінювати показники за різними методами (тобто не тільки як реакцію на стресову ситуацію, а також час на повернення до відновлення гомеостазу).

Недоліки оцінки гомеостазу методом навантаження:

* Проведення навантажувального тесту тільки в медичному закладі;
* Можливість впливу на отримані показники фізичної натренованості піддослідних.

## Висновок за розділом 1

Розглянуто поняття, на яких базується життєдіяльність біологічного об’єкта, а саме функціональний стан, кількість здоров’я, адаптаційні властивості та гомеостаз. Визначено та обґрунтовано взаємодію цих понять та їх значення у роботі серцево-судинної системи.

Встановлено зв’язок між функціональним станом, адаптацією та гомеостазом та визначено вплив цих показників на кількість здоров’я людини.

# РОЗДІЛ 2

# АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЦІНЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ БІОЛОГІЧНОГО ОБЄКТУ

## 2.1 Методи оцінювання адаптаційного потенціалу

Згідно з методикою Р. М. Баєвського розмір адаптаційного потенціалу серцево-судинної системи обчислювали за такою формулою [13]:

АПб,умов.од.0,011⋅ЧСС+0,014⋅АТс+0,008⋅АТд+0,014⋅вік+0,009⋅(МТ)–0,009⋅(ДТ)–0,273

де АПБ - адаптаційний потенціал серцево-судинної системи за Р. М. Баєвським;

ЧСС - частота серцевих скорочень, уд/хв;

АТс - систолічний артеріальний тиск, мм рт. ст.;

АТд - діастолічний артеріальний тиск, мм рт. ст.;

МТ - маса тіла, кг;

ДТ - довжина тіла, см;

В - вік, роки.

На підставі отриманих за цією формулою значень виділяли такі рівні адаптивних можливостей апарату кровообігу:

1. Задовільна адаптація (розміри АПБ становили менше 2,1 а.о.);

2. Напруженість механізмів адаптації (від 2,11 до 3,2 а.о.);

3. Незадовільна адаптація (від 3,21 до 4,3 а.о.);

4. Зрив адаптації (хвороба) (АПБ понад 4,3 а.о.)

До переваг оцінки адаптаційних можливостей ССС за методом Р. М. Баєвського слід віднести:

* Простоту виконання обстеження;
* Зняття показників для діагностики не потребує складного обладнання;
* Метод обстеження не несе загрози стану здоров’я піддослідного.

Недоліками є :

* на результат дослідження має вплив багато зовнішніх чинників (зміни атмосферного тиску, температури навколишнього середовища, змін положення тіла, впливу психологічних факторів тощо).
* Показники ЧСС легко змінюються під впливом внутрішніх та зовнішніх факторів, що впливає на якість оцінки.

## 

## 2.2 Методи оцінювання показників кількості здоров’я

Згідно з концепцією фізичного (соматичного) здоров’я, найбільш важливим чинником, що його визначає, є рівень максимального споживання кисню (МСК), тобто аеробних можливостей організму, від яких залежать життєздатність, захворюваність, тривалість життя людини й ін.

**Пряме визначення МСК.** Досліджуваний виконує поступове зростаюче безперервне навантаження до неможливості продовжувати роботу. Навантаження дозується при допомозі велоергометра чи інших специфічних для спортсмена навантажень. При цьому з допомогою газоаналізатора визначають величину споживання кисню. Високі показники МСК свідчать про високий серцевий, дихальний, ендокринний та інші фізіологічні резерви організму, іншими словами – високого рівня соматичного здоров’я індивіду. В процесі тренувань збільшуються адаптаційні можливості, підвищується аеробна здатність, зростає рівень соматичного здоров’я [12].

**Непряме визначення МСК.**

Воно використовується в оздоровчих тренуваннях та масовому спорті. Найбільш поширеним з розрахунок МСК за методом Астранда. Обстежуваний виконує дозоване субмаксимальне навантаження на велоергометрі чи здійснює сходження на сходинку висотою 40 см для чоловіків і 33 см для жінок на протязі 5 хв. (6не менше). Частота сходження – один рух на один удар метронома, який налаштований на 90 уд/хв. Для велоергометричного дослідження підбирають таке навантаження, щоб в кінці навантаження ЧСС досягала рівня між 120 і 170 уд/хв.

МСК в дитячому віці збільшується пропорційно зросту та масі. У чоловіків воно досягає максимального рівня у віці 18-20 років. Починаючи з 25-30 років МСК невпинно зменшується і до 70 років складає 50 % від рівня 20 років. У жінок МСК відповідає приблизно 70 % визначеного у чоловіків, залишається незмінним на протязі продуктивного періоду, а потім знижується з такою ж швидкістю, як у чоловіків (K. Andersen та співавт., 1971).

Для молодих добре тренованих осіб МСК – 4 л/хв. у чоловіків і 3 л/хв. у жінок. У дорослих з пониженою фізичною активністю у віці 25-45 років складає приблизно 3,2 л/хв. у чоловіків і 2,4 л/хв. у жінок.

Дослідження з використанням значних фізичних навантажень виявили тісну кореляційну залежність

Між інтенсивністю м’язової роботи, споживанням кисню та хвилинним об’ємом серця; між величиною споживання кисню, ступенем навантаження, частотою серцевих скорочень при навантаженнях, які вимагають споживання кисню не менше 1 л/хв. На цій залежності будуються всі непрямі методи оцінки функціонального стану і його максимальних фізичних можливостей без використання максимальних виснажливих навантажень, при яких досягається киснева межа і максимуму частоти серцевих скорочень.

Для обчислення МСК (млив) можна використати дані PWC170 (кгм/хв.) за формулою:

МСК = 1,7 х PWC170 + 1240.

Величина МСК являється важливим показником, який характеризує максимальну продуктивність системи транспорту кисню, фізичну працездатність, граничні можливості (потужність) аеробного енергоутворення (максимальної аеробної здатності).

Неможливо дослідити кількість здоров’я в даній дипломній роботі внаслідок того, що:

* його потрібно проводити в лабораторних умовах;
* потребує спеціального обладнання;
* діагностика є досить складною процедурою.
* Визначення МСК непрямим методом, за допомогою формули не дає змоги динамічного дослідження кількості здоров’я, а являє собою порівняльний метод визначеного показника з «еталонними» табличними показниками.
* На показник МСК впливають вік, стать, звичка до навантажень.
* Показник МСК істотно залежить від звичайного рівня фізичної активності обстежуваного.

## 2.3 Методи оцінювання гомеостазу

### **2.3.1 Математичні методи оцінювання стану**

*Бальний підхід*. В основу даного підходу покладено метод обчислення оцінок, виходячи з характеристик стану на основі значень оцінок математичного очікування та середнього квадратичного відхилення характеристик. Метод розрахунок відхилення поточного значення характеристики стану від норми, виставлення на основі отриманих результатів балів. За допомогою методу середнього арифметичного, середнього геометричного або середньозваженого здійснюється згортка отриманих балів. Основним недоліком даного підходу є можливе ототожнення різних станів.

*Математичні методи для динамічного оцінювання станів*. Використання значного числа методик передбачає дослідження функціонування організму в умовах, що межують з допустимими умовами його нормальної роботи для оцінювання його «потенційних можливостей». Основним недоліком даного підходу є дослідження кількісних оцінок стану на підставі відхилення від характеристик норми.

Математичні методи, використовувані при виявленні ознак (ранніх форм) порушення функціонування, як окремих підсистем, так і організму. Тут застосовні комплексні методи багаторівневого характеру, що включають, по-перше, математичні методи виявлення факторів ризику порушення роботи організму, по-друге, математичні методи обробки результатів інструментальних досліджень і, по-третє, математичні методи аналізу багатовимірних даних.

При цьому вибір математичного підходу для вирішення кожної конкретної задачі передбачає врахування індивідуальних особливостей поставленого завдання, способу опису стану, а також способу представлення вихідних даних. В основу методів оцінювання, як правило, покладені засоби статистичного аналізу даних, нечіткої логіки, нейромережеві і імовірнісні методи.

*Перевірка статистичних гіпотез.* Питання про достовірність різниці отриманих показників вирішують за допомогою статистичних критеріїв [25].

Парний *t*-критерій Стьюдента використовується для порівняння двох залежних (парних) вибірок. Залежними є вимірювання, виконані у одних і тих же пацієнтів, але в різний час, наприклад, артеріальний тиск перед і після навантаження. [26].

Парний t-критерій Стьюдента розраховується за формулою:

де *Мd* - середнє арифметичне різниць показників, виміряних до і після,

*σd* - середньоквадратичне відхилення різниць показників,

*n* - число досліджуваних.

Перш за все, необхідно знайти число ступенів свободи *f* за формулою:

*f = n – 1* (2.2)

Критичне значення *t*-критерію Стьюдента для необхідного рівня значущості (*α* <0,05) і при даному числі ступенів свободи *f* знаходять за таблицею *t*-критерію [27].

Алгоритм:

1. Розрахуємо різницю кожної пари значень (*d*);
2. Знайдемо середнє арифметичне різниць за формулою:
3. Знайдемо середньоквадратичне відхилення різниць від середнього за формулою:
4. Розрахуємо парний t-критерій Стьюдента:

Якщо розраховане значення *t*-критерію Стьюдента дорівнює або більше критичного, знайденого з таблиці, робимо висновок про статистичну значущість відмінностей між порівнюваними величинами.

Якщо значення розрахованого *t*-критерію Стьюдента менше табличного, отже відмінності порівнюваних величин статистично не значимі.

* + 1. **Динамічний аналіз**

Для вирішення поставленої задачі можна розглянути фізичну модель, яка зможе адекватно оцінити організм, а саме нелінійну динамічну систему (НДС). Стан такої системи характеризується групою динамічних параметрів (ДП) , значення яких в будь-який момент часу *t* зв’язані з початковим значеннями функцією еволюції *F*:

(2.5)

Реальні НДС чутливі до впливу навколишнього середовища. Зовнішній вплив і шуми призводять до виходу НДС із стану рівноваги, в який вони можуть повертатися після закінчення впливу [28].

Час *T*, необхідний організму для повернення в стан рівноваги, може служити кількісним параметром оцінки стану здоров’я організму.

Вивчення відкритих біологічних систем з позицій теорії динамічного хаосу [29] показало, що «природним» станом для таких систем є стан, проміжний між повним хаосом і повною організацією. Саме такий проміжний стан забезпечує можливість оцінювання гомеостазу системи.

Система, на яку діє навантаження, здатна змінювати значення своїх ДП. За відсутності зовнішніх впливів система перебуває в стані рівноваги . Вона має здатність самоорганізації – після припинення зовнішнього впливу у разі переходу ДП з збудженого стану до стану рівноваги

,

протягом інтервалу часу *T*. Значення часу *T* відновлення рівноважного стану організму після припинення дії нормованого зовнішнього впливу може бути використано в якості ключової характеристики кількісної оцінки здоров'я людини.

## 2.4 Модель оцінювання здоров’я людини

Для оцінки стану здоров'я людини як відкритої НДС пропонується використовувати такі характеристики:

* Значення ДП рівноважного і збудженого стану системи;
* Значення ентропії Шеннона рівноважного і збудженого стану системи;
* Час прогнозу
* Час повернення *Т* системи із збудженого в рівноважний стан.

З цією метою необхідно виміряти *n* ДП системи в рівноважному стані. Беручи до уваги, що характеристики організму навіть в рівноважному стані непостійні (частота пульсу здорової людини в діапазоні від 60 до 80 ударів за хвилину), кожен ДП визначається інтервальними значення

Стан ДП системи можна охарактеризувати за допомогою ентропії Шеннона *Н* [30]. Для цього використовуємо вираз для нормованої ентропії:

де - це щільність розподілу імовірності *l*-го значення ДП *Xi*

Вона є функцією стану системи, її значення характеризує якість вимірюваного експерименту і міру невизначеності значення *Х* ДП. Для систем, які можуть знаходитися в стані *Х* с щільністю розподілу *р=р(Х)* [31], ентропія Шеннона визначається виразом:

З виразу (2.7) випливає, що ентропія Шеннона приймає тим більше значення, чим менше значення приймає щільність розподілу *р=р(Х)*, при цьому ентропія Шеннона розглядається як ключовий елемент моделей вимірювання і аналізу результатів вимірювання ДП НДС. Вона є інтегральною характеристикою, що містить інформацію про ступінь відхилення НДС від стану рівноваги. Основною складністю при її визначенні є визначення закону розподілу досліджуваної величини. В випадку вимірювання постійної фізичної величини *Х* ентропія характеризує якість вимірюваного експерименту, при цьому закон розподілу вважається нормальним [32].

Згідно (2.7) ентропія Шеннона залежить від закону розподілу . Максимальна ентропія відповідає рівномірному закону розподілу, мінімальна – розподілу Гауса.

Якщо НДС характеризується набором із *N* ДП *Хі*, то в результаті вимірів ДП будуть отримані *N* інтервальних значень , де представляє собою інтервал оцінок значень нерівномірно, складним чином, відмінним від класичного закону розподілу.

Згідно положенням інтервальної математики щільність розподілу інтервальних значень *хі* може бути задана кусково-постійною функцією *хі*, результати виміру *хі* утворюють інтервали постійних значень функції . Такі випадкові величини називаються гістограмними числами або гістограмами. Необхідно визначити функцію щільності *рх* величини *хі* з заданою точністю в класі кусково-постійної функції – гістограми. Використання гістограмного виразу ДП дозволяє визначити найбільш імовірні ділянки потрапляння невідомої *Хі*.

Інтервал значень розіб’ємо на *К* частин розміром , *k=1, …, K*. Розбивання виконується таким чином, щоб інтервальні значення *dk* і *dk+1* вважалися не зв’язаними між собою. Тоді щільність імовірності потрапляння *Хі* в інтервал визначається виразом:

Сукупність із *К* значень, отриманих згідно (2.8), представляє собою гістограму щільностей імовірностей різної протяжності по осі значень *Хі*.

Для визначення щільності імовірності на інтервалі *dk*, за відсутності додаткової інформації о величині, у відповідності з принципом максимуму ентропії, випадкова величини може бути описана криволінійно-трапецієвидним розподілом. Якщо значення *dk* і *dk+1* відомі з точністю до інтервалів і відповідно, вираз для криволінійно-трапецеідального розподілу прийме вигляд:

де ; .

Нормована ентропія описується виразом:

де Н – ентропія Шеннона, розрахована за результатами виміру ДП *X(t)*, *N* – кількість станів, які може приймати ДП *X(t)*.

В якості основного показника стану здоров’я розглядаємо *Т* – час повернення в стан після припинення нормованого зовнішнього навантаження.

Отриманий вираз буде використовуватися для аналізу результатів вимірювання ДП НДС [33]. Для кількісної оцінки стану здоров’я запропонований числовий портрет, ентропійні та часові шкали:

– стан рівноваги

- збуджений стан

Кожен з ДП характеризується своїм значенням ентропії. Для спостереження за НДС, здатної змінювати характер своєї динаміки, зручно запровадити інструмент кількісної оцінки стану. Таким інструментом може стати нормована ентропійна шкала результатів вимірювання, що містить значення ентропії від нуля до одиниці. Нульове значення ентропії відповідає регулярному, детермінованому процесу, за якого значення ДП НДС визначено однозначно, а невизначеність дорівнює нулю. Ентропія рівна одиниці відповідає випадковому розкиду значень ДП НДС за умови рівномірного розподілу. Як перший, так і другий стан НДС є ідеальним:

– нормована ентропія Шеннона

– час прогнозу

Реперною точкою ентропійної шкали є норма ентропії Шеннона *Hs* – значення ентропії Шеннона, відповідна здоровому стану організму. Норма ентропії є індивідуальною характеристикою окремого організму і змінює своє значення с плином часу. Спосіб визначення норми ентропії враховує індивідуальність і еволюційні зміни організму.

До недоліків методу можна віднести складність в розрахунку ентропії Шеннона та необхідність багаторазових вимірювань показників.

## 

## Висновки за розділом 2

Встановлено, що для зменшення похибки в оцінюванні параметрів роботи ССС доцільно застосування гібридних технологій, які використовують статистичні методи для реалізації розвідувального аналізу даних і визначення лінійних коефіцієнтів взаємозв'язку показників та динамічних методів з метою виявлення нелінійних взаємозв'язків в неявному вигляді.

При цьому, першочергово за допомогою статистичного критерію Стьюдента, можна визначити статистично значущу відмінність для всієї вибірки. А час і ентропія Шеннона можуть бути використані для кількісної оцінки фізичного стану організму та/або оцінки здоров'я людини.

Проте, застосування методу розрахунку ентропії Шеннона може бути використано в оцінці адаптивних змін в системі регуляції фізичного стану, але він має слабку чутливість. Щоб дослідити гомеостаз як здатність ССС підтримувати найбільш значимі показники в межах норми, а саме зміну цих показників внаслідок впливу зовнішніх або внутрішніх чинників, запропоновано метод, дозованого фізичного навантаження.

# РОЗДІЛ 3

# ДОЗОВАНЕ ФІЗИЧНЕ НАВАНТАЖЕННЯ ЯК МЕТОД ДОСЛІДЖЕННЯ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ

Метод дослідження – це спосіб отримання цільової інформації, заснований на якісному або кількісному зв'язку властивостей гомеостазу з вимірювальними параметрами, що характеризують ці властивості [34]. Для реалізації методу дослідження необхідне виконання наступних умов:

• кількісний або якісний опис зв'язку медико-біологічних показників;

• алгоритм проведення вимірювань;

• наявність технічних засобів проведення дослідження;

• наявність алгоритму й засобів обробки отриманої інформації.

Навантаження – фізіологічний стрес, який сприяє виявленню порушень з боку серцево-судинної системи, які не можна виявити в стані спокою [35]. З огляду на це, навантаження може використовуватися для дослідження гомеостазу системи кровообігу, оцінки функціональних можливостей і адаптації до різних зовнішніх впливів.

Функціональні проби з фізичним навантаженням використовуються переважно для оцінки функціонального стану і функціональних здібностей серцево-судинної системи. Під час проведення даних проб враховують зміни показників після припинення навантаження. Запропоновані вони давно, коли медицина ще не мала апаратури, яка б давала змогу реєструвати різноманітні фізіологічні показники безпосередньо під час виконання м`язового навантаження. Проте ще й зараз вони не втратили своєї практичної цінності, оскільки:

1) дають змогу якісно оцінити характер реакції в процесі навантаження;

2) відображають швидкість і ефективність відновлювальних процесів;

3) не потребують складної апаратури

4) сама процедура відзначається простотою.

Таким чином, дана функціональна проба дозволяє оцінити пристосування організму до фізичних навантажень різноманітного характеру і різноманітної інтенсивності.

Оцінка результатів проби з дозованим навантаженням здійснюється шляхом вивчення *типів реакції серцево-судинної системи* на фізичне навантаження. Виникнення того чи іншого типу реакції пов’язано зі змінами гемодинаміки, які відбуваються в організмі при виконанні м’язової роботи.

## 3.1 Класифікація функціональних проб навантаження

Все навантажувальні тести можна класифікувати за трьома критеріями:

1) характером впливу:

- тести з м'язової навантаженням;

- тести з психоемоційним навантаженням;

- тести зі зміною температури зовнішнього середовища;

- тести зі зміною атмосферного тиску;

- тести зі зміною положення тіла;

- тести з впливом на організм лінійного або кутового прискорення;

- тести зі зміною складу вдихуваного повітря;

- тести з затримкою дихання;

- тести з харчовим навантаженням;

- вегетативні навантажувальні тести;

- фармакологічні тести;

2) часу реєстрації показників:

- робочі тести;

- після робочі тести;

3) величиною і інтенсивності застосовуваних навантажень:

- максимальні тести;

- субмаксимальні тести;

- тести зі стандартною навантаженням [36].

Найбільш інформативним буде тест з м’язовим навантаженням. Під час проведення тесту м’язового навантаження відбувається збільшення серцевого викиду, яке реалізується через зростання частоти скорочень серця. Критеріями оцінки таких проб найчастіше є збудливість пульсу, який підраховують у 10-секундні інтервали, та характер реакції артеріального тиску на навантаження. Ці зміни дозволяють визначити тип реакції серцево-судинної системи на функціональну пробу.

## 3.2 Показання та протипоказання навантажувальних тестів

### **3.2.1 Показання для проведення навантажувальних тестів**

1. Діагностичні:

- підтвердження передбачуваної хвороби;

- визначення профілю вже відомого захворювання.

2. Оцінка ефективності лікування та реабілітації.

3. Дослідницька робота.

* + 1. **Протипоказання для навантажувального тестування**

***Абсолютні***:

- недостатність кровообігу II-б і вище;

- гострий інфаркт міокарда (протягом перших 5 днів);

- нестабільна стенокардія;

- порушення серцевого ритму (ЧСС вище 100 і нижче 40 уд. / хв);

- артеріальний тиск вищий за 200/110 мм рт. ст .;

- аневризма серця, аорти, інших судин;

- диссекція аорти;

- внутрішньо серцевий тромбоз;

- тромбоемболія легеневої артерії або інфаркт легкого (давністю до 3 місяців);

- гострий тромбофлебіт;

- гострий міокардит, ендокардит, перикардит;

- критичний стеноз аорти, порок серця з порушеннями внутрішньо серцевої гемодинаміки;

- клінічно виражені стійкі порушення функції ЦНС, органів зору, печінки, нирок;

- часті синкопальні стани;

- неконтрольовані шлуночкові порушення ритму;

- часті епізоди АВ блокади II ступеня, АВ блокада III ступеня;

- виражені артропатії, інші причини, що перешкоджають навантаженню;

- пацієнт не підписав інформовану згоду.

***Відносні***:

- гемодинамічно значущі (некритичні) пороки серця, в

тому числі придбані;

- аневризми серця, судин;

- шлуночкові порушення ритму високих градацій на тлі терапії;

- важкі неконтрольовані надшлуночкові порушення ритму;

- епізоди АВ блокади II ступеня;

- серцева недостатність II-III ФК, субкомпенсація;

- гостре порушення мозкового кровообігу або інсульт в анамнезі при вихідному артеріальному тиску більше 120/80 мм рт. ст .;

- легенева гіпертензія;

- важка форма цукрового діабету;

- тиреотоксикоз, мікседема, ожиріння важкого ступеня;

- психози або виражені неврози;

- виражене варикозне розширення вен.

***Стани, що вимагають особливої уваги при тестуванні***:

- синдром Вольфа-Паркінсона-Уайта, блокади ніжок пучка Гіса;

- наявність імплантованого водія ритму з нав'язаною частотою;

- прийом β-блокаторів, серцевих глікозидів, психотропних засобів;

- анемія;

- нервово-м'язові, кісткові і суглобові розлади [37].

## 3.3 Умови проведення проб з навантаженням

*Безпека*. При проведенні проб з навантаженням важливе значення має забезпечення їх безпеки. Навіть при самому скрупульозному виконанні всіх вимог можливий розвиток ускладнень, в тому числі і серйозних. Правильний відбір пацієнтів, дотримання показань і протипоказань до проведення проби, моніторного спостереження за ЕКГ, дотримання методики виконання проби в основному гарантують безпеку і ефективність проб з фізичним навантаженням. Лікар повинен отримати у випробуваного добровільну згоду на основі повної інформації про дослідженні в письмовому вигляді.

Види навантажень*.*

Методом навантаження для серцево-судинної системи можуть бути використані три види скорочення м'язів, які виникають при різних видах навантажень:

* за ізотонічного навантаження відбувається скорочення м'язів, наслідком якого є рух. В цьому випадку виникає об'ємне навантаження лівого шлуночка;
* за ізометричного навантаження– скорочення м'язів без руху (наприклад стискання руки), що призводить до навантаження лівого шлуночка тиском. Серцевий викид в цьому випадку зростає менше, ніж при ізотонічному навантаженні, що обумовлено обмеженням м'язового кровотоку.
* Резистентне навантаження поєднує риси ізометричного та ізотонічного (наприклад заняття важкою атлетикою).

Залежно від мети проби, навантаження може бути субмаксимальним (коли досягнута ЧСС становить 75…90% максимальної ЧСС для конкретного віку і статі) і максимальним.

Під час ранніх фаз навантаження у вертикальному положенні відбувається збільшення серцевого викиду, яке реалізується через підвищення ЧСС та механізм Франка – Старлінга [38].

На більш пізніх фазах навантаження основним механізмом зростання серцевого викиду є подальше підвищення ЧСС. У здорових людей протягом декількох хвилин після початку навантаження досягається стабільний стан (steady-state); після цього ЧСС, серцевий викид, артеріальний тиск та вентиляція легенів підтримуються на відносно стабільному рівні.

При інтенсивному навантаженні симпатична імпульсація досягає максимального рівня, а парасимпатична стимуляція різко знижується. Це призводить до системної вазоконстрикції, яка захоплює судини м'язів, церебрального і коронарного басейнів.

При подальшому підвищенні навантаження збільшується кровотік в скелетних м'язах, втричі збільшується споживання кисню, підвищується рівень систолічного артеріального тиску, середнього гемодинамічного і пульсового артеріального тиску.

Після припинення навантаження стан гемодинаміки повертається до вихідного протягом 6…10 хв. Відновлення показників гемодинаміки може сповільнюватися у детренірованних людей або при певних патологічних станах. Тому параметр оцінки – здоров’я людини, розглядається як динамічна відповідь організму і його функцій на дозоване фізичне навантаження, тобто проводиться оцінка його параметрів з моменту прикладання фізичного навантаження до часу, коли біологічний об’єкт зможе нормалізувати хід біологічних процесів [39].

Незважаючи на різноманітність функціональних навантажувальних проб, які використовуються в сучасній кардіології, їх фізіологічна сутність зводиться до головної ідеї – фізичне навантаження є ідеальним і найприроднішим видом провокації, що дозволяє оцінити повноцінність фізіологічних компенсаторно-пристосувальних механізмів, а за наявності явної чи прихованої патології – ступінь функціональної неповноцінності кардіо-респіраторної системи.

## 3.4 Опис показників стану серцево-судинної системи

**3.4.1 Частота серцевих скорочень**

Частота серцевих скорочень (пульс від лат. *pulsus* — удар, поштовх) — періодичні коливання стінок кровоносних судин (артерій, вен) за типом поштовхів, зумовлені скороченнями серця. Пульс характеризує роботу серця. Щоб переконатися, що воно працює нормально, потрібно порахувати кількість ударів в хвилину. В ідеалі їх повинно бути близько сімдесяти [40]. Однак пульс цілком природно підвищується при фізичних навантаженнях і емоційних переживаннях. Це відбувається, внаслідок гомеостазу, в момент навантаження організм прагне дати клітинам більше кисню і поживних речовин, серце отримує відповідний сигнал і починає битися швидше, щоб клітини отримали більше крові. Однак з часом все приходить в норму, і пульс також повертається до значень, близьких до 70-75 ударів в хвилину. По тому, наскільки швидко це відбувається, можна судити про роботу серця.

*Методика визначення пульсу*:

* Пульс визначають, поклавши пальці руки на ділянку великої артерії, найчастіше променевої, розташованої у нижній третині передпліччя безпосередньо перед променево зап’ястковим суглобом з боку великого пальця руки.
* М’язи рук людини, яка слухає пульс, не повинні бути напружені.
* На артерію кладуть два чи три пальці (як правило, вказівний і середній) і стискають її до повного припинення кровотоку;
* потім тиск на артерію поступово зменшують, оцінюючи основні властивості пульсу протягом хвилини.

*Показники пульсу*:

* Частота (нормальний або частий пульс). Максимальне значення визначають за формулою:

Мх ЧСС = 220 – вік (кількість років),

зі стандартним відхиленням до 10…12 уд. / хв.

* Ритм (ритмічний чи аритмічний пульс). Частота пульсу може коливатися відповідно до ритму дихання. При вдиху вона підвищується, а при видиху знижується. Ця дихальна аритмія спостерігається в нормі, причому стає більш вираженою при глибокому диханні. Дихальну аритмію частіше виявляють у молодих людей і у людей з лабільною вегетативною нервовою системою. Точна діагностика інших видів аритмій (зокрема екстрасистол) може бути зроблена тільки за допомогою ЕКГ.
* Висота (високий або низький пульс). Амплітуда пульсу залежить, у першу чергу, від величини ударного обсягу та об’ємної швидкості кровотоку в діастолі, на яку впливає також еластичність судин, які амортизують поштовхи: при однаковому ударному обсязі амплітуда пульсу тим менша, чим більша еластичність цих судин, і навпаки.
* Швидкість (швидкий або повільний пульс). Крутизна наростання пульсової хвилі залежить від швидкості зміни тиску. При однаковій ЧСС швидкі зміни тиску супроводжуються високим пульсом, а повільніші — низьким.
* Напруга (твердий чи м’який пульс). Напруга пульсу залежить головним чином від середнього АТ, тому що цю характеристику пульсу визначають за величиною зусилля, необхідного для того, щоб пульс у дистальній (розташованій нижче точці віджимання) ділянці судини зник, а це зусилля змінюється при коливаннях середнього артеріального тиску. За напругою пульсу можна приблизно характеризувати систолічний тиск [41].
  + 1. **Артеріальний тиск**

З фізіологічної точки зору артеріальний тиск — це сила, з якою кров тисне на судинні стінки. Більш правильна назва — кров'яний тиск, оскільки кров тисне і на артеріальні, так і на венозні судини.

Вимірювання показників тиску за допомогою спеціальних приладів можливо тільки у великих судинах, які знаходяться в близькості до шкіри — це саме артерії, тому і показники тиску частіше називають артеріальними.

Артеріальний тиск залежить, в першу чергу, від сили і швидкості серцевих скорочень і об'єму крові, яке серце може прокачати за 1 хвилину. Значення мають також властивості самої крові і опір судинних стінок.

Під час вимірювання людина завжди отримує два значення:

* показник систоли– це дані, які вимірюються, як тільки серцевий м'яз скоротився;
* показник діастоли– це дані, які визначаються під час повного розслаблення м'язи серця;

Алгоритм вимірювання артеріального тиску на плечовій артерії за Коротковим [42].

1. Перед вимірюванням пацієнт повинен відпочити у сидячому або лежачому положенні протягом кількох хвилин;

2. Передпліччя та плече слід звільнити від стискуючої одежі;

3. Ліктьову ямку розташовують на рівні четвертого міжребер'я;

4. М'язи рук мають бути розслабленими;

5. При первинному обстеженні AT вимі­рюють на обох руках;

6. Манжету накладають на 2 - 3 сантиметри вище ліктьового згину;

7. Манжету затискують так, аби простір між нею і поверхнею плеча міг пропу­стити один палець;

8. Після закриття вентиля гумового балону манометра інтенсивними рухами нагнітають повітря до величини тиску, який на 25-30 мм.рт.ст. перевищує рі­вень при зникненні пульсу на променевій артерії (визначається пальпаторно);

9. Повільно і плавно (із швидкістю зниження тиску на 2 мм.рт.ст. за 1 секунду) випускають повітря з манжети;

10. За допомогою стетоскопу (фонендоскопу), розташованому в ділянці проекції ліктьової артерії (попередньо визначається пальпаторно), вислуховують тони Короткова;

11. Показник манометра в момент появи початкового тону (1 тон Короткова) приймають за систоличний тиск, а в момент повного зникнення тонів (5 тон Короткова) - за діастолічний тиск;

12. Вимірюють артеріальний тиск на обох руках щонайменше двічі з проміжком через 3 хвилини;

13. За істинну величину AT приймають середні результати вимірювання.

14. З практичною метою доцільно визначати такі показники артеріального тиску: систолічний, діастолічний, пульсовий (різниця між систолічним і діастолічним), середньо динамічний (1/3 пульсового + діастолічний) [43]. У таблиці 3.1 наведена класифікація артеріального тиску за рівнем

Таблиця 3.1 – Класифікація артеріального тиску за рівнем

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Артеріальний тиск | Систолічний, мм.рт.ст. | Діастолічний, мм.рт.ст. |
| Нормальний | 100-130 | 60-85 |
| Оптимальний | <120 | <80 |
| Високий нормальний | 130-139 | 85-89 |
| Артеріальна гіпертензія,  І ступінь | 140–159 | 90–99 |
| ІІ ступінь | 160–179 | 100–109 |
| ІІІ ступінь | ≥ 180 | ≥ 110 |
| Ізольована систолічна АГ | >140 | <90 |

При зростаючому динамічному навантаженні рівень систолічного артеріального тиску (САТ) підвищується внаслідок збільшення серцевого викиду, тоді як рівень діастолічного артеріального тиску залишається незмінним або дещо знижується. Рівень максимального САТ у чоловіків прямо залежить від віку. Після максимального навантаження у здорових людей відзначають поступове зниження САТ, яке зазвичай досягає вихідного рівня протягом 6 хв. і часто залишається нижче вихідного протягом декількох годин. Іноді у здорових людей при раптовому усунення навантаження САТ різко знижується, що обумовлено зменшенням венозного повернення крові, зниженням серцевого викиду і невідповідним підвищенням загального периферичного опору. Тому цей показник можна використовувати для математичного аналізу гомеостазу роботи серцево-судинної системи та прогнозування виникнення захворювань серця [44].

* + 1. **Електричні імпульси серця**

При роботі серця виникають механічні, звукові та електричні явища – зовнішні прояви серцевої діяльності. До них відносяться:

* серцевий поштовх;
* тони серця;
* біопотенціали серцевого м'яза та інші.

***Серцевий поштовх*** – це коливання грудної клітини, спричинені роботою серця. Відноситься до механічних проявів роботи серця. Під час скорочення серце змінює свою форму – з конусоподібного стає більш округлим і повертається зліва направо. У результаті цього верхівка серця вдаряється в передню стінку грудної клітки в ділянці 5-го міжребер'я по середній ключичній лінії. Поштовх можна пропальпувати й також зафіксувати за допомогою кардіографа.

***Тони серця.*** Це звукові прояви роботи серця. Їх можна прослухати за допомогою фонендоскопа або записати за допомогою фонокардіографа.

Існує 4 тони серця:

I тон – систолічний. Довгий, протяжний, глухий. Виникає внаслідок закриття стулкових клапанів, напруження мускулатури шлуночків і напруги сухожильних ниток, а також турбулентності в початкових сегментах аорти й легеневого стовбура.

II тон – діастолічний. Короткий і дзвінкий. Виникає при закритті півмісяцевих клапанів аорти й легеневого стовбура.

Перші два тони можна прослухати за допомогою фонендоскопа.

III тон – утворюється внаслідок коливання стінок шлуночків під час їх швидкого наповнення кров'ю.

IV тон – утворюється внаслідок коливання стінок шлуночків, зумовлених переходом крові під час систоли передсердь.

***Біопотенціали серцевого м'яза*** (електрокардіограма). При збудженні серця в ньому виникає різниця потенціалів між збудженими (на поверхні мають негативний потенціал) й незбудженими (на поверхні мають позитивний потенціал) ділянками міокарда. Така різниця потенціалів може бути зареєстрована за допомогою електрокардіографа (приладу для запису біострумів серця). Тіло людини є добрим провідником струму, тому біопотенціали, які виникають в серці, можна зареєструвати на поверхні тіла людини. Біопотенціали серця, записані за допомогою електрокардіографа, називаються електрокардіограмою.

Електрокардіографія – неінвазивний метод реєстрації біоелектричних потенціалів серця у вигляді електрокардіограми, що відбиває роботу серця та його основні функції (автоматизм, провідність, збудливість).

Кардіограма дозволяє отримати такі відомості:

• з якою частотою і ритмічністю скорочується серце;

• наявність або відсутність пошкодження міокарда, отримане в результаті інфаркту або ішемії;

• порушення електролітного обміну;

• серцеві блокади;

• ішемічну хворобу серця;

• фізичний стан серця;

• розпізнати тромбоемболію легеневої артерії;

• діагностувати гостру серцеву недостатність.

Кожне скорочення передсердь і шлуночків серця, що забезпечує серцевий цикл, відображено на електрокардіограмі. Так, зубець Р на кардіограмі відображає скорочення передсердь, а комплекс QRST – скорочення шлуночків. У той же час, інтервал QT характеризує атріо-вентрікулярну провідність, тобто проведення електричного імпульсу через з'єднання між передсердями і шлуночками (через АВ-вузол).Таким чином, інтервал QT на ЕКГ характеризує проведення імпульсу по волокнах Пуркіньє в стінці шлуночків, точніше, той час, за яке електричне збудження міокарда забезпечує систолу (скорочення) шлуночків [36].

Надзвичайно важливий аспект підготовки до навантажувальної проби за допомогою електрокардіографії – підготовка шкіри в місцях накладання електродів. Гоління, зняття поверхневого шару губкою і її обробка 70° спиртовим розчином забезпечують зменшення опору шкіри до рівня <5000 Ом, що в свою чергу дозволяє зменшити шуми і підвищити якість електрокардіографічного сигналу. Для поліпшення контакту електродів і шкіри використовують спеціальний гель. Кабелі, які з'єднують реєстратор і електроди, повинні бути легкими і гнучкими. Конструкція більшості комерційних кабелів дозволяє зменшити артефакти під час руху. Зазвичай кабелі використовують протягом року. Після закінчення цього терміну їх бажано замінити. Місця накладення електродів під час виконання проби навантаження дещо відрізняються від таких при реєстрації звичайної ЕКГ у 12 відведеннях. Електроди відведень правої і лівої рук краще розташовувати в області плеча або в підключичної області, бажано над кісткою, а не м'язом. Електроди відведень нижніх кінцівок накладаються під паховою зв'язкою або на спині.

Пульсометрія — один з найбільш простих, доступних та достатньо інформативних способів оцінки гомеостазу системи [кровообігу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%BE%D0%B1%D1%96%D0%B3) та організму в цілому, за допомогою визначення частоти серцевих скорочень або [пульсу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%81) [45].

У клінічній практиці частота [серцевих](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D1%80%D1%86%D0%B5) скорочень вимірюється при прощупуванні, [пальпації](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BF%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F), [сонної](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%B0_%D0%B0%D1%80%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%96%D1%8F) або [променевої](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D0%B2%D0%B0_%D0%B0%D1%80%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%96%D1%8F) артерії, а також з використанням інструментальних методів [електрокардіографії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D1%80%D0%B4%D1%96%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D1%8F), [сейсмокардіографії](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A1%D0%B5%D0%B9%D1%81%D0%BC%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D1%80%D0%B4%D1%96%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D1%8F&action=edit&redlink=1), [фонокардіографії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D1%80%D0%B4%D1%96%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D1%8F), [радіотелеметрії](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D1%96%D0%BE%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D1%96%D1%8F&action=edit&redlink=1), [реографії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D1%8F). Також [пульс](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%81) можна виміряти в динаміці оптичним методом за допомогою [пульсометрів](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9F%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%81%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80&action=edit&redlink=1), їх використовують для контролю пульсу в межах 30…250 уд / хв. швидке визначення показників, автоматичне включення і виключення, яскравий дисплей з відображенням даних і пульсової хвилі, мультипозиційність – все це дозволяє комфортно проводити моніторинг рівня пульсу в амбулаторних умовах.

### **3.4.4 Споживання кисню при навантаженні**

Споживання кисню міокардом насамперед визначається внутрішньою напругою стінки серцевого м’яза (співвідношення добутку тиску і об’єму лівого шлуночку до товщини його стінки), скоротність міокарда та ЧСС. Важливим фактором є також фоновий рівень метаболізму міокарда. Для більш точного вимірювання споживання кисню міокардом необхідно оцінювати вміст кисню в коронарних артеріях і венах. Також споживання кисню міокардом під час навантаження можна розрахувати за показниками ЧСС і систолічного артеріального тиску [31].

Показники споживання міокардом кисню визначаються у час навантаження і в спокої.

*Індекс Робінсона*, подвійне проведення (ПП), розраховується наступним чином:

ПП = САТ × ЧСС/ 100

*Індекс економічності* (ІЕ) роботи серця розраховується наступним чином:

ІЕ = ППН,

де ППН– порогова потужність навантаження (Вт).

У здорових людей показник дорівнює 1,87 ± 0,6; у пацієнтів з патологією ССС – 2,6…3,96.

## Висновок за розділом 3

В результаті аналізу методів оцінки роботи ССС обрано пробу з дозованим фізичним навантаженням, як відносно дешевий та інформативний метод обстеження серця.

При вивченні показників роботи ССС, встановлено, що фізичне навантаження збільшує потребу міокарда в кисні та приток крові до коронарних судин. Це може призводити до невідповідності між потребами міокарда в кисні і його надходженням до серця, що має відображення у зміні ЧСС та допомагає виявити неадекватне навантаженню кровопостачання міокарда та аритмії, які виникають при цьому.

Таким чином, функціональні проби з дозованим навантаженням можуть бути важливим інструментом для диференціації роботи серцево-судинної системи і характеризувати стан гомеостазу.

# РОЗДІЛ 4

# ОБРОБКА ТА АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ЗАПРОПОНОВАНИМ МЕТОДОМ

Вимірюючи ЧСС, можна отримати інформацію про стан ССС, фізичний та емоційний стан, ступінь втомленості та здатність до відновлення організму. Пульс в стані спокою регулюється сигналами з головного мозку, які надходять в серце через парасимпатичну нервову систему (ПНС). Основне завдання ПНС - знизити частоту пульсу.

Серце починає битися частіше - це вплив симпатичної нервової системи (СНС), яка відповідає за підвищення частоти пульсу, внаслідок виділення з надниркових залоз адреналіну. При проведенні проби з дозованим навантаженням

серце починає скорочуватися частіше для підтримки адекватного рівня доставки кисню до працюючих м'язів, що проявляється збільшенням ЧСС та АТ. Після закінчення діагностики, пульс повертається до «звичних» цифр, характерних для нормальної роботи. Тому при оцінці роботи ССС методом проведення навантажувальної проби доцільно приділити увагу не тільки визначенню зміни пульсу та артеріального тиску, а спромогтися визначити стан повернення гомеостазу та оцінити його вплив.

## 4.1 Алгоритм проведення експерименту

Для отримання та аналізу даних було проведено контрольоване клінічне дослідження. Обстеження добровольців проходило на базі КНП «ЦПМСД Покровської міської ради Дніпропетровської області [46]. Всім добровольцям надали інформацію про послідовність проходження тесту навантаження (проба Мартіне-Кушелевського).

Цей тест передбачає виконання 20 присідань за 30 с. У досліджуваного перед початком проби визначають вихідний рівень АТ та ЧСС в положенні сидячи. Для цього накладають манжетку тонометра на ліве плече і через 1…1,5 хв. (час, необхідний для зникнення рефлексу, що може з’явитися при накладанні манжети) вимірюють АТ і ЧСС. Частоту пульсу підраховують за 10-ти секундні інтервали часу до тих пір, поки не буде отримано три однакові цифри поспіль (наприклад, 12-12-12). Результати вихідних даних записують в лікарсько-контрольну карту (ф.061/у). Потім, не знімаючи манжети, досліджуваному пропонують виконати 20 присідань за 30 секунд (руки повинні бути витягнуті уперед). Після навантаження досліджуваний сідає і на 1-ій хвилині відновлюваного періоду протягом перших 10 секунд у нього підраховують частоту пульсу, а протягом наступних 40 секунд 1-ої хвилини вимірюють АТ. В останні 10 секунд 1-ої хвилини та на 2-ій і 3-ій хвилинах відновлюваного періоду за 10-ти секундні інтервали часу знову підраховують частоту пульсу до тих пір, поки він не повернеться до вихідного рівня, причому однаковий результат повинен повторитися 3-и рази поспіль. Взагалі рекомендується підраховувати частоту пульсу не менш 2,5…3-х хвилин, оскільки існує можливість виникнення “негативної фази пульсу”, тобто зменшення його величини нижче від вихідного рівня, що може бути результатом надмірного підвищення тонусу парасимпатичної нервової системи або наслідком вегетативної дисфункції.

Кабінет для дослідження обладнаний електронними вагами, ростоміром, пульсометром, апаратом для визначення артеріального тиску та електрокардіографом, має аптечку невідкладної допомоги.

Кожен обстежуваний заповнив анкету, де зазначалось стать, вік, визначена вага та зріст, артеріальний тиск та пульс в стані спокою.

Потім добровольцям пропонували протягом 30 секунд, зробити 20 повних присідань. Спину треба було тримати прямо, руки перед собою. Відразу після виконання вправи вимірювали артеріальний тиск, одягали на палець досліджуваного пульсометр та за допомогою секундоміра визначали час стабілізації стану піддослідного. Дані заносились в анкету. Після проходження тесту всі добровольці повторно проходили огляд.

Досліджувались показники одної групи досліджуваних. Результати наведені у Додатку А. Для дослідження були взяті показники, отримані за інструментальними методами, які наведені на рис. 4.1.

Ці показники піддалися статистичній обробці та динамічному аналізу. Розрахунки проводились у програмному середовищі *Excel* .

Обстеження серцево-судинної системи

Інструментальні методи

Пульсоксиметр

Тонометр

САТ

ДАТ

ЧСС

Пульсовий тиск

Індекс Робінсона

Рисунок 4.1 – Показники обстеження ССС

(САТ – систолічний артеріальний тиск, ДТ – діастолічний артеріальний тиск, ЧСС – частота серцевих скорочень)

* 1. **Статистичний аналіз отриманих показників**

Первина обробка передбачає встановлення закону розподілу ймовірностей отриманих показників, що було здійснено шляхом побудови гістограм. Встановлено, що всі досліджувані показники розподілені за нормальним законом. З огляду на це було розраховано середню арифметичну різницю *Md* та середньоквадратичне відхилення різниць від середнього . Критичне значення статистики Стьюдента обиралися для рівня статистичної значимості *a=*0,05. За проведеними попередньо обстеженнями методом навантаження маємо дві залежні вибірки.

Перевірка гіпотези Н0: фактори суттєві, відбувається за критерієм Стьюдента. Якщо розрахункове значення коефіцієнта Стьюдента перевищує критичне, то ця ознака вважається суттєвою, і може бути рекомендована для включення її до моделі діагностування ССС методом навантаження. На рис. 4.2 наведено результати порівняльного аналізу значущості впливних факторів.

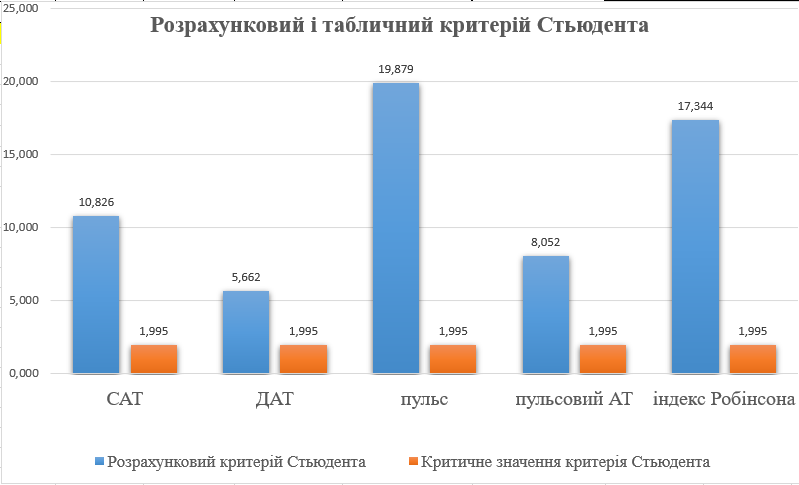


Рисунок 4.2 - Порівняльний аналіз ознак; стовпчик праворуч у кожній парі стовпців (коричневий) – розрахункове значення, стовпчик ліворуч у кожній парі стовпців (синій) – табличне значення

Як випливає з діаграми, поданої на рис. 4.2, суттєвими слід вважати всі досліджувані параметри (пульс, артеріальний тиск, пульсовий тиск, індекс Робінсона). Тому ці параметри доцільно включити до нелінійної динамічної системи.

Оскільки на всі досліджувані параметри впливає метод навантаження будемо для подальшого дослідження застосовувати метод оцінки НДС.

* 1. **Аналітичний метод визначення оцінки стану ССС**

При оцінці знятих параметрів було визначено, що мінімальна реакція на збурення викликане дозованим навантаженням, а саме збільшення систолічного тиску (САТ в стані спокою – САТ після дозованого навантаження) становила від 1 до 10 мм рт. ст. та склала 30% піддослідних, а максимальне збільшення САТ становило 11%, аналіз наведено на рис. 4.2.

Рисунок 4.3 – Аналіз підвищення САТ після проведення навантаження проба Мартіне-Кушелевського

Проаналізувавши підвищення показників ДАТ, було визначено, що 73% мають мінімальне з чого можна визначити низький інформативний вплив на діагностику порушень в роботі ССС. Проаналізувавши показники САТ та ДАТ до та після проведення проби з дозованим навантаженням було встановлено, що на процес розслаблення проба Мартіне-Кушелевського має низький вплив, аналіз показників представлено на рис.4.4.

Рисунок 4.4 – Аналіз підвищення ДАТ після проведення навантаження проба Мартіне-Кушелевського

Дослідивши зміни ЧСС було встановлено, що ЧСС в цій групі збільшилось в середньому на 45,5 ударів за хвилину в порівнянні зі станом спокою та було встановлено відсутність зв’язку з підвищенням артеріального тиску в момент систоли, тобто мінімальне підвищення тиску не впливало на мінімальне підвищення ЧСС.

Проаналізувавши інші показники, а саме час, за який ЧСС повернулася до параметрів, знятих в стані спокою, було встановлено, що час повернення ЧСС до норми має зв’язок з мінімальним підвищенням ЧСС, якщо припустити, що чим швидше ЧСС повертається зі стану збурення, тим краще функціональні властивості ССС рис. 4.5.

Рисунок 4.5 – Аналіз підвищення ЧСС після проведення навантаження проба Мартіне-Кушелевського

Внаслідок експерименту, та статистичного аналізу збільшення показників САТ, ЧСС та часу повернення гомеостазу, дані наведено на рис.4.6., було визначено, що найкращими показниками повернення в стан гомеостазу, можна вважати час від 1,5 до 2,5 хвилини, тому що вони супроводжуються мінімальним збільшенням показників ЧСС та САТ, та входять у 43% мінімального стану повернення до гомеостазу та складає 80% від показників мінімального часу повернення гомеостазу. Час максимального повернення до стану гомеостазу склав 13%, середній показник максимального часу повернення становив 6,3 хвилини (від 5 до 8 хвилин). Дослідивши показники найбільшого часу повернення до гомеостазу ЧСС, саме час повернення становив від 5 до 8 хвилин, було встановлено що в 50% було досліджено максимальне серед всіх досліджуваних підвищення ЧСС (від 80 до 95 ударів) та у 25 % було зареєстроване максимальне збільшення систолічного тиску після дозованого фізичного навантаження.

Рисунок 4.6 – Аналіз часу повернення в стан рівноваги

Такі показники, можуть бути індикаторами напруженої роботи серцево-судинної системи, що може призвести до виникнення гіпертонічної хвороби та інших ускладнень. Те, що показники ЧСС не виходили за межі максимально допустимих, свідчить про те що навантаження було середньої важкості, і час повернення, більший за 5 хвилин, може свідчити про наявність прихованої патології роботи ССС та потребує консультації спеціаліста.

## Метод оцінки нелінійної динамічної системи

В моделі використані: інтервали значення ДП організму *X(t)* (пульс, артеріальний тиск, індекс Робінсона) в стані рівноваги і стані збудження ; нормована ентропія Шеннона , в стані рівноваги і збудженому стані, відповідно; час прогнозу поведінки ДП *X(t)* в стані спокою *ts* і збудженому стані *t*. В якості основного показника стану здоров’я розглядаємо час повернення *Т* в стан спокою після зняття нормованого зовнішнього збудження. Для кількісної оцінки стану здоров’я запропонований числовий портрет.

Для САТ (досліджуваний №26):

Для ДАТ

Для артеріального пульсу

Для пульсового тиску

Для індекса Робінсона

Хоча показники перед навантаженням і є в нормі, але час повернення в стан гомеостазу близькі 8 хвилин є дуже високим. Що є показником напруження адаптаційних властивостей організму, емоційного або фізичного перевантаження, а також можливістю прихованого перебігу захворювань ССС.

Як видно, значення ентропії відповідає регулярному, детермінованому процесу, за якого значення ДП НДС визначено однозначно, а невизначеність дорівнює майже нулю. Розрахункові показники Шеннона наведено у табл..4.1.

Як видно із табл. 4.1, систолічний та діастолічний тиск показав невелику динаміку в бік збільшення ентропії Шеннона (до навантаження = 0,02 <*Н*> , після навантаження – = 0,04 для діастолічного тиску, та <*Н*> до навантаження = 0,04 <*Н*>, після навантаження – = 0,05, для систолічного тиску.

Отже, в пульсовому артеріальному тиску і індексі Робінсона, ми спостерігаємо зворотню динаміку в бік зменшення.

Таблиця 4.1 – Розрахункові показники ентропії Шеннона

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Стан спокою *Н* | | | | | Стан збудження *Н* | | | | | *Н* |
|  | САТ | ДАТ | ЧСС | Пульсовий АТ | Ін. Робінсона | САТ | ДАТ | ЧСС | Пульсовий АТ | Ін. Робінсона | ЧАС |
| 1 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,35 |
| 2 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,06 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,21 |
| 3 | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,02 | 0,04 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,33 |
| 4 | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,32 |
| 5 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,01 | 0,26 |
| 6 | 0,02 | 0,03 | 0,05 | 0,05 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,24 |
| 7 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,06 | 0,03 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,26 |
| 8 | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,24 |
| 9 | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,36 |
| 10 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,06 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,24 |
| 11 | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,36 |
| 12 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,19 |
| 13 | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,03 | 0,02 | 0,04 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,32 |
| 14 | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,17 |
| 15 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,05 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,22 |
| 16 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,06 | 0,04 | 0,02 | 0,04 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,26 |
| 17 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,23 |
| 18 | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,30 |
| 19 | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,32 |
| 20 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,05 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,22 |
| 21 | 0,03 | 0,04 | 0,03 | 0,06 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,19 |
| 22 | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,25 |
| 23 | 0,03 | 0,04 | 0,03 | 0,07 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,20 |

*Продовження табл. 4.1*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 24 | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,02 | 0,04 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,18 |
| 25 | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,19 |
| 26 | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,37 |
| 27 | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,04 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,29 |
| 28 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,07 | 0,03 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,26 |
| 29 | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,26 |
| 30 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,30 |
| 31 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,03 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,35 |
| 32 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,06 | 0,04 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,27 |
| 33 | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,36 |
| 34 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,31 |
| 35 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,28 |
| 36 | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,03 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,30 |
| 37 | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,33 |
| 38 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,30 |
| 39 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,28 |
| 40 | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,28 |
| 41 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,06 | 0,04 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,30 |
| 42 | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,26 |
| 43 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,08 | 0,04 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,29 |
| 44 | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,36 |
| 45 | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,26 |
| 46 | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,24 |
| 47 | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,32 |
| 48 | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,26 |
| 49 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,29 |
| 50 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,25 |
| 51 | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,24 |
| 52 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,29 |
| 53 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,29 |
| 54 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,25 |
| 55 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,07 | 0,04 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,28 |
| 56 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,07 | 0,05 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,29 |
| 57 | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,28 |
| 58 | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,27 |
| 59 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,07 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,01 |
| 60 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,27 |
| 61 | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,29 |
| 62 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,06 | 0,03 | 0,02 | 0,04 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,24 |
| 63 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,06 | 0,04 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,35 |
| 64 | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,28 |
| 65 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,24 |
| 66 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,05 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,29 |
| 67 | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,31 |
| 68 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,24 |

*Продовження табл. 4.1*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 69 | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,27 |
| 70 | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,29 |
| <*Н*> | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,03 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,27 |

Примітка: *Н* – значення ентропії Шеннона; <*Н*> - середнє значення енропії Шеннона <*Н*> .

## Висновок за розділом 4

Досліджено запропонований метод навантаження, оцінювання результатів за яким складається з двох складових: статистичної оцінки суттєвості впливних факторів та методу розрахунку ентропії за Шенноном при встановленні часу відновлення функцій організму, що відповідає стану гомеостазу. Виявлено суттєвими всі досліджувані параметри (пульс, артеріальний тиск, пульсовий тиск, індекс Робінсона).

При спостеріганні за НДС, яка здатна змінювати характер своєї динаміки, зручно вводити інструмент кількісної оцінки стану, таким інструментом є ентропія Шеннона, тому що нульове значення ентропії відповідає регулярному детермінованому процесу, за якого значення ДП НДС визначено однозначно, невизначеність прямує до нуля. Саме ентропія Шеннона є кількісною оцінкою гомеостазу.

# РОЗДІЛ 5

# ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Біоіндикація – аналіз якості природних місцезростань на основі оцінок стану живих організмів і їх спільнот, що мешкають в них. Основною цілю біоіндикації є адекватна оцінка рівня антропогених екологічних впливів з урахуванням комплексного характеру забруднення, а також діагностування ранніх порушень та найбільш чуттєвих компонентів біотичних спільнот.

Метод біоіндикаціїї лежить в основі біологічного моніторингу та являє собою обов’язковий компонент екологічного діагностування. Таким чином, використання біологічних об’єктів є необхідним при оцінці якості навколишнього середовища, та являється базовим для будь-яких заходів в області екології і раціональному природокористуванні.

## 5.1 Використання біоіндикаторів для оцінки стану навколишнього середовища

Кожен вид живих організмів пристосовується до умов свого існування. Визначення вимоги к умовам середовища пред’являють також більш крупні таксони: роди, сімейства. Тому, знаючи склад спільноти в визначеній точці, можна передбачити особливості умов існування в ній, і навпаки – по особливостям факторів середовища можна передбачити склад біологічного населення. Порівнюючи структуру спільнот в різні моменти часу, можна слідкувати за змінами умов їх існування.

Використання біологічних способів оцінки якості середовища має на увазі виділення організмів, які реагують на той чи інший тип екологічного впливу. Такі організми називають біоіндикаторами. Біоіндикатори - це біологічні об'єкти (від клітин і біологічних макромолекул до екосистем і біосфери), що вказують на стан навколишнього середовища [47].

Існують різні форми біоіндикації. Якщо дві однакові реакції викликаються різними антропогенними факторами, то говорять про форму неспецифічної біоіндикації. Якщо ж ті чи інші зміни, що відбуваються можна пов’язати тільки одним фактором, мова йде про специфічну біоіндикацію.

Реалізація згаданих форм біоіндикації здійснюється двома видами методів: реєструвальної біоіндикаціїта та методом акумуляції. Реєструвальна біоіндикація дозволяє робити висновок про вплив факторів середовища за станом особин виду або популяції, а біоіндикація за акумуляцією використовує властивість рослин і тварин накопичувати ті чи інші хімічні речовини. Відповідно до цих методів розрізняють реєструвальні і накопичувальні індикатори. Реєструвальні індикатори реагують на зміни стану навколишнього середовища зміною чисельності, пошкодженням тканин, соматичними проявами (в тому числі повторюваність), зміною швидкості росту та іншими добре помітними ознаками.

Накопичувальні індикатори концентрують забруднювальні речовини в своїх тканинах, певних органах і частинах тіла, які в подальшому використовуються для визначення ступеня забруднення навколишнього середовища за допомогою хімічного аналізу. Прикладом подібних індикаторів можуть служити хітинові покриви ракоподібних і личинок комах, що живуть у воді, мозок, нирки, селезінка, печінка ссавців, черепашки молюсків, мохи [48].

Очевидно, що далеко не кожний біологічний вид може бути використаний в якості індикаторного. Розглянимо деякі найбільш точні критерії відбору:

* Еврітопність: біоіндикатор не може бути рідкісним видом, мешкаючим в якомусь визначеному біотопі. Навпаки, це має бути достатньо розповсюджений організм, типовий для даних умов і легкий для збору;
* Невисока міграційна активність біотопу: більшість організм повинен більш менш постійно проживати в досліджуваному біотопі. Це дозволяє довести, що зміни, що відбуваються з індикатором, викликані зміною саме в даному біотопі;
* Харчування в забруднених біотопах: токсиканти потрапляють в організм с їжею. Тому індикаторний організм повинен не тільки постійно існувати в досліджуваному біотопі, но і харчуватися там же;
* Високий рівень метаболізму:завдяки йому токсини швидко накопичується в організмі, що полегшує подальший хімічний аналіз тканин і загальну оцінку токсичності речовини;
* Швидке чергування поколінь:дотримання цього критерію дозволяє відносно швидко встановити генетичну послідовність впливу токсикантів;
* Належність виду до природних спільнот:синантропні види часто відрізняються по ступені накопичення токсинів від диких тварин чи рослин, мешкаючим на тих же територіях, що зазвичай буває викликано різними спектрами харчування;
* Можливість збору необхідного числа особів для винесення статистичної значимості судження.

Відповідна реакція біоіндикатора на визначений фізичний або хімічний вплив повинна бути чітко виражена, тобто специфічна, легко визначена візуально або за допомогою приладу.

Біоіндикація виконується за допомогою наступних основних підходів:

* Біотестування або тест на виявлення токсинів;
* Вивчення біоакумулювання речовин;
* Використання біомаркерів для виявлення біохімічного і фізіолоігного ефекту забруднення;
* Оцінка структури, різновиду і функціонування спільноти.

Біотестування, як лабораторний експеримент зазвичай характеризує можливість наслідків забруднення навколишнього середовища для біоти, а інші підходи біоіндикації відображають, як правило, результат існуючого забруднення безпосередньо в середі існування живих організмів і містять аналіз інтерпретації натурних даних.

Для оцінки якості середовища необхідно не тільки обирати найбільш показові абіотичні і біотичні характеристики екосистеми, но і обов’язково приймати до уваги закономірності реакції біоти на зміни середовища.

## 5.2 Рослини-індикатори

Цей метод дедалі поширюється, оскільки рослини - індикатори мають такі переваги:

* Накопичують біологічно важливі дані щодо навколишнього середовища;
* Мають здатність реагувати на короткочасні й залпові викиди токсикантів;
* Реагують на швидкість змін, що відбуваються в довкіллі;
* Вказують на місця накопичення забруднювальних речовин та шляхи їх міграції;
* Дають змогу оцінити вплив токсикантів на людину та довкілля та ранніх стадіях нормувати допустиме навантаження на екосистеми.

За допомогою рослин індикаторів можна визначати характер і стан ґрунту, на якому вони ростуть. Властивості ґрунту, такі як вологоємність, структура, щільність, вміст кисню, тощо, а також вміст поживних речовин, важких металів і солей визначає середовище існування рослин. На зміну цього середовища вони реагують збільшенням кількості або навпаки, відсутністю, пишним ростом або пригніченим розвитком. Умови існування можуть стимулювати рослини в їх конкурентній боротьбі за життєвий простір з іншими рослинами або заважати їм. Особливо чітко виражені індикаторні властивості у дикорослих трав’яних рослин, за якими можна визначити стан орної землі. Так, індикатором піщаного ґрунту є коров’як, глинистих і суглинистих – жовтець повзучий, рутка, молочай; про сухість ґрунту свідчить поява ромашки і полину (ксерофіти), про вологість – м’ята польова, щавель, хвощ; індикаторами ущільнених ґрунтів є пирій і жовтець повзучий. Про застійну вологість ґрунтів можна судити за наявністю м’яти, мокрецю. Показник засолених ґрунтів – наявність галофітів, наприклад лободи. Індикатори кислих ґрунтів – молінія, хвощ, щавель; вапнякових – гірчиця польова, молочай, сонцецвіт, люцерна, льонок, підбіл. Індикаторами підвищеного вмісту азоту в ґрунті є лобода, мокрець, кропива, чистотіл.

Повний аналіз ґрунту вимагає багато часу та праці. Однак багато особливостей ґрунту, в тому числі і родючість, можна визначити за рослинами-індикаторами, які ростуть на ньому. Так наприклад, про високу родючість свідчать такі рослини: малина, кропива, іван-чай, таволга, снить, чистотіл, копитняк, кислиця, валеріана. Індикатори помірної (середньої) родючості: медунка, дудник, грушанка, гравілат річковий, вівсяниця лугова, купальниця, вероніка довголиста. Про низьку родючість свідчать сфагнові (торф’яні) мохи, наземні лишайники, котяча лапка, брусниця, журавлина, ситник ниткоподібний, запашний колосок. Байдужі до ґрунтової родючості жовтець їдкий, пастуша сумка. Маловимоглива до ґрунтової родючості сосна звичайна. Про високий вміст азоту свідчать рослини-нітрофіли – іван-чай, малина, кропива; на луках і ріллі – розростання пирію, споришу (горця пташиного). Високу забезпеченість кальцієм показують кальцієфіли: багато бобових (наприклад, люцерна серповидна), модрина сибірська. При нестачі кальцію панують кальцієфоби – рослини кислих ґрунтів: щучка (луговик дернистий), квас, сфагнум та ін. Ці рослини стійкі до шкідливої дії іонів заліза, марганцю, алюмінію [49].

## 5.3 Приклад використання лишайників для оцінки якості повітря

Без перебільшення можна, сказати, що найбільш часто використовують такий метод біоіндикації якості повітря , як лихеноіндикація, тобто використання лишайників. Це обумовлено високою чутливістю лишайників к хімічним забрудненням повітряного середовища.

Як відомо, будь-який лишайник представляє собою симбіотичний організм, утворений грибом і одним або декількома видами низьких водоростей. Ця обставина є однією із причин високої чутливості лишайників к полютантам, оскільки будь-який вплив, порушує баланс взаємодій між симбіонтами, буде впливати на їх життєдіяльність. Крім того, лишайники поглинають аерозолі і гази всією поверхнею таломів, що підвищує їх чутливість до забруднень. Періодична ж дегідратація таломів, яка дозволяє лишайникам переживати періоди засухи, найчастіше приводить до підвищення концентрацій забруднюючої речовини в таломах до токсичних рівнів.

Під впливом токсичних речовин (діоксид сіри, оксид азота, тяжкі метали, озон, органічні оксиданти і інші) відбуваються зміни біохімічного складу, фізіологічних процесів, анатомічних і морфологічних ознак, структур популяції, видового складу і структури лишайників в умовах атмосферного забруднення, тому внаслідок простоти і швидкості виконання лихеноіндикація отримала високу популярність.

Загальні зміни структури лишайників під впливом забруднення проявляється в зменшені числа видів і надлишок найбільш чутливих, в зміні субстрантів і збільшені токсикотолерантованих видів.

Лихеноідикація, основана на вивчені особливості лишайників, має декілька підходів:

* Аналіз історичних даних, які базуються на порівнянні результатів нинішніх спостережень за видовим складом лишайників і попередніх спостережень в тому же місці;
* Вивчення змін структури лишайників вздовж градієнта джерела забруднення.

Даний підхід дозволяє побудувати залежність типу «доза-ефект», в яких в якості «дози» розглядаються величина надходження токсикантів в екосистему, а «ефект» - параметри лишайників. Аналіз таких залежностей необхідний для встановлення допустимих граничних навантажень. В якості основних параметрів лишайників враховуються: кількість видів, видова насиченість, проективний покрив лишайників;

* картування розподілу індикаторних видів і їх характеристики;
* використання індексів для кількісної оцінки для ступенів забруднення середовища. Розповсюдженими є так званні індекси полеотолерантності, наприклад індекс, розраховується:

де *n*– кількість видів; – клас полеотолерантичності *і*-го виду, – проектовне покриття в балах *і*-го виду; – загальне проектовне аокриття в балах.

Проектоване покриття лишайників визначається як правило наступним чином. На обліковому майданчику 100х100 м випадковим чином обирають 10 дерев, у віці близько 50 років. Використовують спеціальну рамку їх прозорого матеріалу (скло, пластик, поліетилен) з внутрішніми розмірами 10х20 см, яку розділяють на рівні ділянки (наприклад, на 50 квадратів за сторонами 2х2 см – тоді один квадрат складає 2% площі рамки).

При вимірі на стволі рамку необхідно розмістити довгою стороною вертикально. Опис варто проводити на двох рівнях: приземному (нижня сторона рамки стоїть на землі) і на ріні приблизно 1,3 м від землі. Опис проводять з чотирьох сторін стволу, при цьому рамку орієнтують по компасу на відповідну сторону світу (північ-південь-захід-схід).

Визначається загальне проектоване покриття в покриті окремих видів лишайників. Для першого випадку рамка повинна бути на відстані 30-40см від очей досліджуючого, а для другого – на відстані 20 см. Вимір здійснюється з підрахунку числа квадратів рамки, заповнених лишайниками, і визначені їх проценту від площі рамки. В суху погоду при яскравому освітлені для кращої видимості лишайників, рекомендується затемнити рамку і очі досліджувача.

Результати вимірів записуються в журнал табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Польовий журнал

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Висота над землею | П | П | З | С | Середнє по групі |
| 1 | Основание |  |  |  |  |  |
| 1,3м |  |  |  |  |  |
| 2 | Основание |  |  |  |  |  |
| 1,3м |  |  |  |  |  |

Проектоване покриття переводять із процентів в бали, табл. 5.2.

Таблиця 5.2. – Ступінь покриття

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ступінь покриття | | Бал оцінки |
| Дуже низька | <5 | 1 |
| Низька | 5-20 | 2 |
| Середня | 20-40 | 3 |
| Висока | 40-60 | 4 |
| Дуже висока | 60-100 | 5 |

В випадку неможливості оцінки видового складу лишайників роботу можливо провести наступним чином. В районі дослідження встановлюють досвідчені площадки. На деревах проводять оцінку проектованого покриття і розраховують середній бал зустрічей і покриття лишайників наступної групи: накіпних (Н), листових (Л), кущових (К). Враховуючи бал середньої зустрічальності і покриття лишайників кожної групи, можна легко розрахувати показник відносної чистоти атмосфери (ВЧА) по наступній формулі:

де Н – накопичення лишайників; Л – листові лишайники; К – кустові лишайники.

Оцінка частоти зустрічальності, аналогічна ступені покриття, розраховується по п’ятибальній шкалі табл. 5.3.

Таблиця 5.3. – Частота зустрічальності

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Частота зустрічальності | | Бал оцінки |
| Дуже низька | <5 | 1 |
| Низька | 5-20 | 2 |
| Середня | 20-40 | 3 |
| Висока | 40-60 | 4 |
| Дуже висока | 60-100 | 5 |

Чим вище показник ВЧА (ближче до одиниці), тим чистіше повітря місця проживання, оскільки є прямий зв'язок між ВЧА і середньою концентрацією діоксиду сірки в атмосфері.

## Висновок за розділом 5

На сьогоднішній день, коли внаслідок життєдіяльності, людство постійно забруднює навколишнє середовище вкрай необхідні безпечні методи моніторингу екологічного стану та раціонального природокористування. В розділі було розглянуто інформативний та доступний метод біоіндикації, який засновано на вивченні та дослідженні біологічних об’єктів з ціллю визначення впливу на них сторонніх шкідливих чинників та на їх властивості накопичення токсиксичних речовин.

Було запропоновано використання для дослідження екосистеми найбільш популярних та найбільш чисельних біологічних популяцій. Внаслідок відпрацювання матеріалу було визначенно, що біотестування, як лабораторний експеримент зазвичай характеризує можливість наслідків забруднення навколишнього середовища для біоти, а інші підходи біоіндикації відображають, як правило, результат існуючого забруднення безпосередньо в середі існування живих організмів і містять аналіз інтерпретації натурних даних. Даний підхід дозволяє побудувати залежність типу «доза-ефект», в яких, в якості «дози» розглядаються величина надходження токсикантів в екосистему, а «ефект» - параметри діагностування біооб’єктів.

**РОЗДІЛ 6**

# ОХОРОНА ПРАЦІ

Науково-дослідна робота проходила на базі КНП «ЦПМСД Покровської міської ради Дніпропетровської області. Робота виконана з урахуванням вимог охорони праці та пожежної безпеки.

Згідно з Законом України «Про охорону праці» необхідно забезпечити

## 6.1 Небезпечні і шкідливі виробничі фактори лікувально-профілактичних закладів

Створення умов праці для медичного персоналу лікувально-профілактичних закладів (ЛПЗ), для попередження внутрішньолікарняної (нозокоміальної) інфекції, виключення можливості несприятливої дії чинників навколишнього середовища – міського шуму, токсичних речовин атмосферного повітря та інше, є першочерговими завданнями для лікарняної гігієни. ЛПЗ є виробничим середовищем для медичного персоналу, де використовуються радіоактивне, рентгенівське, лазерне випромінювання, ультразвук, різні лікарські препарати, антибіотики і т.і. До професійних захворювань лікарів терапевтичного профілю, у першу чергу фтизіатрів, інфекціоністів, дерматовенерологів, гельмінтологів, лаборантів бактеріологічних, вірусологічних, гельмінтологічних лабораторій відносяться відповідні інфекції; фізіотерапевтів, рентгенологів, радіологів – дерматити, екземи, токсикодермії, меланоми, лейкози, рак шкіри, променева хвороба [50].

Для профілактики внутрішньо лікарняної інфекції та захисту працівників від впливу шкідливих чинників лікарський заклад зобов’язаний:

* Інформувати працівників про їх права і гарантії в сфері охорони праці.
* Забезпечити медпрацівників належними санітарними та побутовими умовами праці;
* Забезпечити працівників засобами колективного та індивідуального інфекційного захисту;
* Створити безпечні умови праці;
* Забезпечити медпрацівників спецодягом, спецвзуттям та засобами індивідуального захисту;
* Виявляти небезпечні умови праці та надавати пільги і компенсації за роботу в шкідливих умовах з відшкодуванням шкоди, заподіяної здоров'ю працівника.

Робота медичного персоналу має специфіку – значне нервово-емоційне напруження, нічні чергування, екстремальні ситуації тощо. Ці особливості визначають вимоги до створення сприятливих умов для роботи, виключенню виникнення професійної патології [50].

## 6.2 Технічні та організаційні заходи для зменшення рівня впливу виробничих факторів

Для підтримання оптимальних умов праці у КНП «ЦПМСД Покровської міської ради Дніпропетровської області є доцільним запровадити заходи по зменшенню небезпечних та виробничих факторів, а саме:

* проведення профілактичних заходів з попередження травматизму різного характеру;
* проведення попереднього та поточного медичного огляду;
* організацію та проведення занять та інструктажів з охорони праці та пожежної безпеки;
* відпрацювання документів щодо проведення атестації робочих місць та лабораторій;
* організацію охорони праці на об’єктах з підвищеною небезпекою;
* обстеження стану і експлуатації будівель, споруд та приміщень;
* обстеження стану, експлуатації та своєчасних повірок медичних приладів та обладнання;
* перевірка стану приміщень для зберігання балонів з киснем, кисневу станцію (міській лікарні);
* організацію контролю по проведенню заходів з пожежної безпеки, газо та електробезпеки і ліфтового господарства [51].

## 6.3 Забезпечення пожежної безпеки

Для організації пожежної безпеки лікарський заклад зобов’язаний (відповідно до ГОСТ 12.1.004-91 [52] та ГОСТ 12.1.010-76 [53]):

* Затвердити план про організацію належних умов пожежної безпеки в лікувальному закладі;
* Призначити відповідального за організацію пожежної безпеки. (інженер по охороні праці);
* Встановити відповідний протипожежний режим, згідно Правил пожеженої безпеки в лікарських закладах охорони здоров’я;
* Розробити для медичних працівників інструкції дії в разі виявлення або виникнення пожеж;
* Забезпечити наявність у видимих місцях схем евакуації при виникненні небезпечних ситуацій;
* Біля телефонів вивісити таблички з написанням номерів виклику пожежно-рятувальних підрозділів;
* Забезпечити маркування електрообладнання, розеток та здійснювати постійний контроль за утриманням та експлуатацією електрообладнання;
* Провести профілактичну роботу з персоналом щодо електротравмування , з питань безпечного користування електроприладами та алгоритму дій при обриві електропроводів внаслідок стихійних явищ;
* Заборонити спалювати на території лікарського закладу сміття, листя та виробничих відходів;
* Забезпечити виконання законодавчих , нормативних актів, наказів, рішень, інструктажів з питань протипожежної безпеки МОЗ України, заходів з протипожеженої безпеки.

Організація діяльності пожежних розрахунків.

На випадок пожежі в лікувально-профілактичному закладі завжди повинні бути:

- вогнегасник;

- відро з дрібним піском;

- листовий азбест або азбестова тканина;

- чотирихлористий вуглець;

- пожежний рукав.

Спосіб гасіння пожежі залежить як від причини, що обумовлюють її виникнення, так і від характеру палаючого об'єкта [54]. Якщо в лабораторії виникла пожежа, так і є загроза її розповсюдження, то, користуючись наявними під руками потрібно гасити пожежу, одночасно викликаючи і місцеву пожежну охорону. Хорошим засобом гасіння пожеж, особливо дрібних, є пісок. Пісок слід час від часу перемішувати, щоб він не злежувався. Пісок повинен бути сухим і сипучим.

Якщо зайнялися дерев'яні предмети, пожежу можна гасити водою, піском і за допомогою вогнегасника. Нерозчинні у воді органічні речовини слід гасити піском або ж накриванням азбестом.

У всіх випадках можна гасити чотири хлористим вуглецем. При зіткненні з вогнем він утворює важкі пари, охоплюючи палаюче місце; доступ повітря зменшується і горіння припиняється.

## Висновок за розділом 6

Було розглянуто шкідливі виробничі фактори в КНП «ЦПМСД Покровської міської ради Дніпропетровської області та засоби їх подолання. Так як реформування в медичній галузі передбачає сімейному лікарю надавати допомогу всім верствам населення, не виключаючи категорії з особливо небезпечними інфекціями(як СНІД туберкульоз, гепатит, TORCH інфекції) найбільш небезпечним є інфікування на робочому місці. Для запобігання інфікування медичного персоналу в лікувальному закладі розроблено інструкції та накази для запобігання внутрішньо лікарняного інфікування: Забезпечення спецодягом, деззасобами, засобами індивідуального захисту, провітрювання та кварцювання приміщень, регулярне проведення занять по охороні праці.

Для профілактики професійного вигорання в амбулаторіях центру ПМСД створені умови для відпочинку медичних працівників, де вони можуть відпочити перед прийомом пацієнтів та почитати медичну літературу, а також поспілкуватися з колегами та випити кави.

Для пожежної безпеки теж створені всі умови, виконуються всі накази та правові акти пожежної безпеки, працівники регулірно проходять інструктажі, в кожному кабінеті всі електроприлади промарковані та знаходяться в робочому стані. Плани евакуації та телефони пожежної частини знаходяться на видних місцях та мають достатньо великий масштаб(А3), також лікарський заклад укомплектовано вогнегасниками та пожарним рукавом для можливості швидко загасити можливе возгорання.

# ВИСНОВКИ

В дипломній роботі проаналізовано показники стану біологічного об’єкту: функціональний стан, адаптаційні властивості, кількість здоров’я і гомеостаз. Для подальшого дослідження обрано гомеостаз, як найбільш інформативний показник діагностики. Гомеостаз досліджено за станом ССС, який у свою чергу досліджений методом дозованого навантаження, за пробою Мартіне-Кушелевського.

В результаті аналізу методів оцінювання параметрів біологічного об’єкту були виявлені переваги та недоліки кожного з них. Встановлено, що жоден з методів не може самостійно застосовуватися для отримання точних та достовірних показників стану біологічного об’єкту. З огляду на це запропоновано метод, який поєднує гібридні технології і складається з двох етапів. Перший – це статистичне визначення суттєвості досліджуваних факторів ССС. Другий – динамічний метод для виявлення нелінійних взаємозв'язків в неявному вигляді. Дозволяє за розрахованою ентропією Шеннона оцінити адаптивні зміни в системі регуляції гомеостазу.

Експериментальні дослідження та розрахунки, проведені за пропонованим методом, підтверджують, що суттєвими слід вважати всі досліджувані параметри (пульс, артеріальний тиск, пульсовий тиск, індекс Робінсона), і їх доцільно включити до нелінійної динамічної системи. Ентропія Шеннона є кількісною оцінкою гомеостазу, час є параметром оцінки роботи ССС та визначення факторів ризику прихованих захворювань, що з очевидністю впливає на точність та вірогідність результатів діагностування та може бути використаний для встановлення термінів лікування.

**СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ**

# ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кизименко Л. Д. Основи анатомії і фізіології людини: теоретичний та практичний курс / Л. Д. Кизименко, І. І. Сняданко. – Львів: Львівської політехніки, 2009. – 248 с.
2. Теренда Н. О. Смертність від серцево-судинних захворювань як державна проблема [Текст] / Н. О. Теренда // Вісник наукових досліджень. – 2015. – № 4. – С.11-13.
3. Горбась І. М. Шкала score в клінічній практиці: переваги та обмеження / І. М. Горбась. // Журнал «Артериальная гипертензия». – 2009. – №2.
4. В.М. Костюкевич Теорія і методика тренування спортсменів високої кваліфікації: Навчальний посібник. – Вінниця: «Планер», 2007. − 273 с
5. Маліков М.В., Сватьєв А.В., Богдановська Н.В. Функціональна діагностика у фізичному вихованні і спорті: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів – Запоріжжя: ЗДУ, 2006. – 227 с.
6. Артеріальний тиск і артеріальна гіпертензія [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://clinic.gov.ua/?p=5798>.
7. Артеріальна гіпертензія [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу: <http://catcut.net/ywHG>.
8. Круцевич Т. Ю. Методы исследования индивидуального здоровья детей и подростков в процессе физического воспитания / Т. Ю. Круцевич. // Олимпийская литература. – 1999. – №232.
9. Арабаджи Л. І. Адаптаційний потенціал системи кровообігу студентів / Л. І. Арабаджи. // Біологічний вісник МДПУ. – 2012. – С. 6–12.
10. Агаджанян Н.А., Катков А.Ю. Резервы нашего организма М.: Знание, 1990. — 240 с.
11. Улич Э. От понимания сущности здоровья к его диагностике и целенаправленной стимуляции / Э. Булич, И. Муравов // Вестн. физиотерапии и курортологии. - 2008. - 14, № 1. - С. 78-84. - Библиогр.: 46 назв. - рус.
12. Головченко Г.Т. Формирование личности специалиста средствами физического воспитания / Г.Т. Головченко, Т.В. Бондаренко. - Харьков: ИВМО «ХК», 2001. - 153 с.
13. Баевский, Р.М. (1979). Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. Москва: Медицина.
14. Методика проведення тесту PWC170 за допомогою велоергометра. Максимальне споживання кисню. Тест Купера [Електронний ресурс] – Режим доступу : <https://helpiks.org/8-30764.html>.
15. Саливон А. Ободриты. некоторые вопросы общественно-политического строя / А. Н. Саливон // Советское славяноведение. – 1981. – № 4. – С. 49–61.
16. Лисицин Ю.П. Общественное здоровье и здравохранение/Ю.П.Лисицын. -М. :Издат. Дом ГЭОТАР-МЕД, 2002 – 508 с.
17. Хижняк М.І., Нагорна А.М. Здоров’я людини та екологія. – К.: Здоров’я, 1995. – 228 с.;
18. Неумывакин И.П. Эндоэкология здоровья / И.П. Неумывакин, Л.С. Неумывакина. – СПб.: ДИЛЯ, 2005. – 544 с.
19. Платонов В.Н. Сохранение и укрепление здоровья здоровых людей – приоритетное направление современного здравоохранения / В.Н. Платонов //Спортивна медицина. – 2006. – № 2. – С. 3–14.
20. Булич Э.Г. Здоровье человека: Биологическая основа жизнедеятельности и двигательная активность в ее стимуляции / Э.Г. Булич, И.В. Муравов. – К.: Олимпийская литература, 2003. – 424 с.
21. Попов С. М. Гомеостаз в механізмі зворотних звязків біологічних, технічних і соціальних систем / С. М. Попов. – 2011.
22. Горский Ю.М. Гомеостатика: модели, свойства, патологии // Гомеостатика живых, технических, социальных и экологических систем. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд., 1988. – 322 с.
23. Попов С.М. Гомеостаз як механізм саморегуляції соціальної системи / Сергій Миколайович Попов // Перспективи. Соціально-політичний журнал. Південноукраїнський національний педагогічний університет ім. К.Д.Ушинського. - Одеса: 2011, №1 (47).- С.74-80.
24. **Філімонов В. І.  Фізіологія людини : підручник / В. І. Філімонов. – 3-тє вид., випр. – Київ : Медицина, 2015. – 488 с.**
25. Іванчук М. А. Статистичні методи в клінічних дослідженнях [Електронний ресурс] / М. А. Іванчук // Буковинський державний медичний університет. – 2013. – Режим доступу: <http://qps.ru/ih7ZI>.
26. Іванчук М. А. Біостатистика в медицині [Електронний ресурс] / М. А. Іванчук // Буковинський державний медичний університет. – 2015. – Режим доступу: http://qps.ru/0BJ3i.
27. Таблица значений критерия Стьюдента (t-критерия) [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://qps.ru/6m8L4>.
28. Schuster H. Deterministic chaos [Text] / H. Schuster. Physik-Verlag. Weinheim (Schuster H. Deterministic chaos, Physik-Verlag Weinheim. - 1984. - 240 p.
29. Климонтович Ю. Л. Критерии относительной степени упорядоченности открытых систем [Текст] / Ю. Л. Климонтович // Успехи физических наук (Klimontovich Yu.L. The criteria for the relative degree for order in open systems. Successes of physical sciences). - 1996. - № 11 (166). - 1231—1243 рр.
30. Курской Ю. Энтропийная шкала оценки результата измерений [Текст] / Ю. Курской // Системы обработки информации (Kurskoy Yu. The entropic scale for evaluation of measurement results. Systems of information processing). — 2013. — № 06 (110). — С/Р. 169—175.
31. Вентцель Е. С. Теория вероятностей: Учеб. для вузов [Текст] / Вентцель Е. С.; 7-е изд. — М.: Высш. шк., (Wentzel E. S. Probability theory: Textbook. for high schools. — M.: High school). — 2001.— 575 с/р.
32. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике / К. Шеннон. – М.: Изд. иностр. лит., 1963. – 830 с.
33. Мачехин. Модель измерения здоровья человека. Метрологический подход / Мачехин, Курской. // Метрологія та прилади. – 2014. – С. 40–44.
34. Мачехин. Модель измерения здоровья человека. Метрологический подход / Мачехин, Курской. // Метрологія та прилади. – 2014. – С. 40–44.
35. Аронов Д.М., Лупанов В.П. Функциональные пробы в кардиологии. – М.: Медпресс-информ, 2002. – 296 с.
36. Амосов Н.М., Бендет Я.А. Физическая активность и сердце. – К.: Здоров’я, 1989. – 216 с.
37. Ландырь А.П., Тесты с дозируемой физической нагрузкой в спортивной медицине : учебное пособие / Ландырь А.П., Ачкасов Е.Е., Медведев И.Б. - М. : Спорт, 2019. - 256 с. - ISBN 978-5-9500181-2-1 – [Електронний ресурс] ЭБС "Консультант студента": – Режим доступу: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785950018121.html (дата обращения: 26.01.2020)
38. Li J.Y., Kuo T.B., Hsieh S.S. et al. (2008) Changes in electroencephalogram and heart rate during treadmill exercise in the rat. Neurosci. Lett., 434(2): 175–178 pp.
39. Проби з дозованим фізичним навантаженням [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу: <http://catcut.net/kRHG>.
40. Шкляр В.С. Диагностика внутренних болезней – К. «Вища школа»,1972
41. Нетяженко В.З., Щуліпенко І.М., Дідківська Л.А. Догляд за хворими загальний і спеціальний з основами медсестринської техніки. – К.: «Здоров'я», 2013.– С.151-172.
42. *Тихоненко В.М.* [Достоинства метода Короткова при мониторировании артериального давления](http://www.vestar.ru/article.jsp?id=10365) // Вестник аритмологии : Журнал. — 2005. — № 40. — С. 36—38.
43. Під редакцією Коваленко В. Н. Керівництво по кардіології [Електронний ресурс] / В. Н. Під редакцією Коваленко. – 2008. – Режим доступу: <http://medbib.in.ua/rukovodstvo-kardiologii-chast.html>.
44. Система кровообігу. Фізіологічні властивості серцевого м’яза [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://studfile.net/preview/1786049/page:10/>.
45. Пульсометрія [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://catcut.net/BVHG>.
46. ЦПМСДП [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://pkrv.dp.gov.ua/knp-centr-pervunnoyi-meduko-sanitarnoyi-dopomogu-pokrovskoyi-radu-dnipropetrovskoyi-oblasti-177.
47. Моніторинг і методи контролю навколишнього середовища: навч, посібник: в 2 ч. / Ю. А. Афанасьєв [и др.].
48. Клименко М. О. Моніторинг довкілля. – К.: Академія, 2006. – 360 с.
49. Якушина Э.И. Древесные растения и городская среда. Древесные растения, рекомендуемые для озеленения Москвы – М: Наука, 1990. – С.25-41
50. Навчально-методичні рекомендації до практичних занять з курсу «охорона праці в галузі». Методичні рекомендації для самостійної роботи студентів ІІІ курсу стоматологічного факультету з охорони праці в галузі. / О.Є. Костенко, О.В. Фера, Є.Я. Костенко. – Ужгород, 2019. - 52 с.
51. Гігієна праці: Підручник / Ю.І. Кундієв, О.П. Яворівський, А.М. Шевченко та ін. – К.: ВСВ „Медицина”, 2011. – 904 С.
52. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення. – введ. 2020-01-01
53. ДСТУ 60079-0:2017 Вибухонебезпечні середовища. Загальні вимоги. – введ. 2017-01-01.
54. Основи охорони праці: підручник/ О.І.Запорожець, О. С. Протоєрейський, Г. М. Франчук, І. М. Боровик. – К.: Центр учбової літератури, 2009.– 264 с

Додаток А

**Досліджувались показники одної групи досліджуваних**

Таблиця А1 – Експериментальні данні отримані за пробою Мартіне-Кушелевського.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Стан спокою | | | | | | Після дозованого фізичного навантаження | | | | | |
| №, | САТ | ДАТ | ЧСС | пульсовий АТ | Індекс Робінсона | САТ | ДАТ | ЧСС | пульсовий АТ | Індекс Робінсона | Час |
| 1 | 110 | 60 | 62 | 50 | 68,2 | 128 | 63 | 115 | 65 | 3 | 1,5 |
| 2 | 130 | 90 | 76 | 40 | 98,8 | 197 | 100 | 120 | 97 | 10 | 5,4 |
| 3 | 120 | 60 | 58 | 60 | 69,6 | 128 | 62 | 120 | 66 | 2 | 1,8 |
| 4 | 120 | 60 | 60 | 60 | 72 | 121 | 62 | 115 | 59 | 2 | 2,1 |
| 5 | 125 | 80 | 65 | 45 | 81,25 | 200 | 110 | 110 | 90 | 30 | 3,6 |
| 6 | 142 | 90 | 55 | 52 | 78,1 | 160 | 100 | 125 | 60 | 10 | 4,2 |
| 7 | 120 | 80 | 71 | 40 | 85,2 | 128 | 73 | 110 | 55 | -7 | 3,8 |
| 8 | 120 | 60 | 62 | 60 | 74,4 | 138 | 60 | 110 | 78 | 0 | 4,5 |
| 9 | 120 | 60 | 60 | 60 | 72 | 128 | 62 | 115 | 66 | 2 | 1,2 |
| 10 | 140 | 100 | 82 | 40 | 114,8 | 148 | 100 | 158 | 48 | 0 | 4,5 |
| 11 | 120 | 60 | 60 | 60 | 72 | 128 | 60 | 105 | 68 | 0 | 1,2 |
| 12 | 150 | 90 | 58 | 60 | 87 | 190 | 87 | 105 | 103 | -3 | 6,5 |
| 13 | 125 | 70 | 62 | 55 | 77,5 | 130 | 68 | 120 | 62 | -2 | 2,1 |
| 14 | 120 | 60 | 60 | 60 | 72 | 190 | 100 | 150 | 90 | 40 | 8,2 |
| 15 | 140 | 90 | 90 | 50 | 126 | 160 | 90 | 124 | 70 | 0 | 5,1 |
| 16 | 120 | 80 | 56 | 40 | 67,2 | 180 | 68 | 120 | 112 | -12 | 3,8 |
| 17 | 142 | 85 | 66 | 57 | 93,72 | 160 | 90 | 110 | 70 | 5 | 4,8 |
| 18 | 130 | 60 | 61 | 70 | 79,3 | 132 | 60 | 115 | 72 | 0 | 2,5 |
| 19 | 125 | 60 | 61 | 65 | 76,25 | 128 | 73 | 110 | 55 | 13 | 2,1 |
| 20 | 140 | 90 | 98 | 50 | 137,2 | 203 | 100 | 140 | 103 | 10 | 5,3 |
| 21 | 100 | 60 | 98 | 40 | 98 | 111 | 65 | 180 | 46 | 5 | 6,8 |
| 22 | 139 | 68 | 70 | 71 | 97,3 | 140 | 68 | 110 | 72 | 0 | 4,1 |
| 23 | 90 | 60 | 98 | 30 | 88,2 | 100 | 60 | 140 | 40 | 0 | 6,1 |
| 24 | 123 | 60 | 60 | 63 | 73,8 | 125 | 65 | 140 | 60 | 5 | 7,1 |

Продовження додатку А

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 25 | 120 | 60 | 68 | 60 | 81,6 | 203 | 90 | 162 | 113 | 30 | 6,8 |
| 26 | 120 | 60 | 60 | 60 | 72 | 128 | 60 | 72 | 68 | 0 | 0,8 |
| 27 | 130 | 70 | 65 | 60 | 84,5 | 140 | 66 | 143 | 74 | -4 | 2,9 |
| 28 | 130 | 100 | 78 | 30 | 101,4 | 140 | 76 | 110 | 64 | -24 | 3,6 |
| 29 | 120 | 75 | 65 | 45 | 78 | 160 | 80 | 120 | 80 | 5 | 3,8 |
| 30 | 140 | 80 | 70 | 60 | 98 | 160 | 80 | 110 | 80 | 0 | 2,5 |
| 31 | 110 | 60 | 72 | 50 | 79,2 | 130 | 70 | 98 | 60 | 10 | 1,5 |
| 32 | 120 | 80 | 60 | 40 | 72 | 130 | 80 | 102 | 50 | 0 | 3,4 |
| 33 | 125 | 60 | 60 | 65 | 75 | 148 | 70 | 66 | 78 | 10 | 1,2 |
| 34 | 130 | 80 | 68 | 50 | 88,4 | 140 | 80 | 98 | 60 | 0 | 2,4 |
| 35 | 140 | 80 | 77 | 60 | 107,8 | 160 | 85 | 110 | 75 | 5 | 3,2 |
| 36 | 125 | 70 | 65 | 55 | 81,25 | 140 | 70 | 98 | 70 | 0 | 2,5 |
| 37 | 120 | 60 | 60 | 60 | 72 | 145 | 65 | 90 | 80 | 5 | 1,8 |
| 38 | 150 | 80 | 80 | 70 | 120 | 180 | 80 | 99 | 100 | 0 | 2,5 |
| 39 | 140 | 80 | 70 | 60 | 98 | 160 | 100 | 120 | 60 | 20 | 3,1 |
| 40 | 120 | 65 | 62 | 55 | 74,4 | 140 | 80 | 98 | 60 | 15 | 3,1 |
| 41 | 110 | 70 | 60 | 40 | 66 | 125 | 85 | 87 | 40 | 15 | 2,6 |
| 42 | 155 | 65 | 74 | 90 | 114,7 | 180 | 75 | 85 | 105 | 10 | 3,6 |
| 43 | 90 | 65 | 75 | 25 | 67,5 | 140 | 80 | 120 | 60 | 15 | 2,9 |
| 44 | 120 | 65 | 66 | 55 | 79,2 | 150 | 80 | 95 | 70 | 15 | 1,3 |
| 45 | 120 | 60 | 60 | 60 | 72 | 130 | 70 | 95 | 60 | 10 | 3,6 |
| 46 | 130 | 60 | 68 | 70 | 88,4 | 160 | 100 | 110 | 60 | 40 | 4,2 |
| 47 | 120 | 60 | 65 | 60 | 78 | 130 | 70 | 80 | 60 | 10 | 2,1 |
| 48 | 120 | 65 | 62 | 55 | 74,4 | 130 | 70 | 110 | 60 | 5 | 3,8 |
| 49 | 125 | 80 | 65 | 45 | 81,25 | 150 | 90 | 110 | 60 | 10 | 2,9 |
| 50 | 150 | 80 | 60 | 70 | 90 | 200 | 110 | 120 | 90 | 30 | 4,1 |
| 51 | 145 | 70 | 70 | 75 | 101,5 | 160 | 90 | 120 | 70 | 20 | 4,2 |
| 52 | 140 | 80 | 65 | 60 | 91 | 175 | 85 | 110 | 90 | 5 | 2,8 |
| 53 | 130 | 80 | 70 | 50 | 91 | 160 | 80 | 110 | 80 | 0 | 2,8 |
| 54 | 140 | 80 | 70 | 60 | 98 | 180 | 100 | 125 | 80 | 20 | 4,1 |
| 55 | 110 | 80 | 65 | 30 | 71,5 | 140 | 90 | 110 | 50 | 10 | 3,1 |
| 56 | 90 | 60 | 56 | 30 | 50,4 | 130 | 80 | 98 | 50 | 20 | 2,8 |
| 57 | 135 | 70 | 60 | 65 | 81 | 150 | 90 | 90 | 60 | 20 | 3,1 |

Продовження додатку А

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 58 | 120 | 60 | 65 | 60 | 78 | 140 | 70 | 110 | 70 | 10 | 3,5 |
| 59 | 120 | 90 | 78 | 30 | 93,6 | 190 | 100 | 110 | 90 | 10 | 3,4 |
| 60 | 110 | 60 | 63 | 50 | 69,3 | 135 | 70 | 90 | 65 | 10 | 3,3 |
| 61 | 130 | 60 | 64 | 70 | 83,2 | 180 | 65 | 85 | 115 | 5 | 2,8 |
| 62 | 120 | 80 | 70 | 40 | 84 | 180 | 75 | 122 | 105 | -5 | 4,5 |
| 63 | 120 | 80 | 62 | 40 | 74,4 | 140 | 60 | 99 | 80 | -20 | 1,5 |
| 64 | 125 | 70 | 68 | 55 | 85 | 160 | 90 | 110 | 70 | 20 | 3,1 |
| 65 | 160 | 100 | 74 | 60 | 118,4 | 180 | 100 | 120 | 80 | 0 | 4,2 |
| 66 | 140 | 90 | 86 | 50 | 120,4 | 180 | 100 | 120 | 80 | 10 | 2,9 |
| 67 | 120 | 60 | 60 | 60 | 72 | 140 | 80 | 80 | 60 | 20 | 2,3 |
| 68 | 150 | 80 | 69 | 70 | 103,5 | 180 | 90 | 96 | 90 | 10 | 4,2 |
| 69 | 130 | 75 | 60 | 55 | 78 | 150 | 90 | 89 | 60 | 15 | 3,3 |
| 70 | 120 | 60 | 70 | 60 | 84 | 130 | 80 | 80 | 50 | 20 | 2,8 |