

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії

(повна назва факультету)

Кафедра біотехнічних систем

(повна назва кафедри)

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Оцінка впливу музикотерапії на характеристики артеріальних  
осцилограм для розробки автоматизованої системи зворотного  
зв'язку

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи РБм-61  
спеціальності 163 Біомедична інженерія

(шифр і назва спеціальності)

  
(підпис)

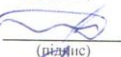
Лучанко Р.П.  
(прізвище та ініціали)

Керівник

  
(підпис)

Гевко О.В.  
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

  
(підпис)

Дедів Л.Є.  
(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

  
(підпис)

Яворська Є.Б.  
(прізвище та ініціали)

Рецензент

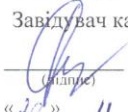
  
(підпис)

Думчев С.І.  
(прізвище та ініціали)

Тернопіль  
2023

Міністерство освіти і науки України  
**Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя**

Факультет Прикладних інформаційних технологій та електроінженерії  
(повна назва факультету)  
 Кафедра Біотехнічних систем  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ  
 Завідувач кафедри  
  
(підпис) Яворська Є.Б.  
(прізвище та ініціали)  
 «10» 11 2023\_\_р.

**ЗАВДАННЯ  
 НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня магістр  
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 163 «Біомедична інженерія»  
(шифр і назва спеціальності)

студенту Лучанко Роману Петровичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Оцінка впливу музикотерапії на характеристики артеріальних осцилограм для розробки автоматизованої системи зворотного зв'язку

Керівник роботи Гевко О.В., к.м.н., доц.  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «10» 11 2023 року № 4/7-1083

2. Термін подання студентом завершеної роботи \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи Об'єкт дослідження: Процес оцінювання впливу музикотерапії на параметри пульсу, тиску, стан артеріальної осцилограми, з метою створення психоробілітаційної автоматизованої системи зворотного зв'язку.

Предмет дослідження: Методи та засоби опрацювання артеріальних осцилограм

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Аналітична частина
2. Основна частина
3. Науково-дослідна частина
4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

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



## АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Оцінка впливу музикотерапії на характеристики артеріальних осцилограм для розробки автоматизованої системи зворотного зв'язку» // Дипломна робота // Лучанко Роман Петрович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії, група РБм-61 // Тернопіль, 2023 // с. - 92, рис. - 12, табл. - 7, дод. - 5, бібліогр. - 99.

Ключові слова: АРТЕРІАЛЬНА ОСЦИЛОГРАМА, ВАРІАБЕЛЬНІСТЬ СЕРЦЕВОГО РИТМУ, МУЗИКОТЕРАПІЯ, АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА.

Кваліфікаційну роботу магістра присвячено вивченню впливу різних жанрів музикотерапії на фізіологічні параметри, спектральні компоненти артеріальних осцилограм з метою створення психорегулюючої автоматизованої системи зворотного зв'язку для музикотерапії.

В роботі обґрунтовано застосування спектральних компонентів артеріальної осцилограми як маркерів рівня тривожності, доведено тісну кореляцію між рівнем тривожності і спектральними показниками LF і HF. Досліджено релаксуючий вплив аудіосимуляції «Класичною музикою» та «Природними звуками» на біооб'єкт і збуджуючий вплив «Рок музики». Запропоновано створення автоматизованої системи зворотного зв'язку на основі відбору спектральних компонентів артеріальної осцилограми з метою оцінки психологічного стану, та способу психокорекції із використанням різних жанрів музикотерапії.

Створено загальний алгоритм психореабілітаційної автоматизованої системи зворотного зв'язку для музикотерапії та загальний алгоритм автоматизованого робочого місця психотерапевта з урахуванням системи для музикотерапії.

## ANNOTATION

Qualification work topic: "The assessment of the influence of music therapy on the characteristics of arterial oscillograms for the development of an automated feedback system" // Master's thesis // Luchanko Roman // Ternopil Ivan Puliuj National Technical University, Faculty of Applied Information Technologies and Electrical Engineering, group RBm-61 // Ternopil, 2023 // p. - 92, fig. - 12, tables - 7, add. - 5, ref. - 99.

Key words: ARTERIAL OSCILLOGRAM, HEART RATE VARIABILITY, MUSIC THERAPY, AUTOMATED SYSTEM

The master's thesis is devoted to the study of the influence of various genres of music therapy on physiological parameters, spectral components of arterial oscillograms with the aim of creating a psycho-regulatory automated feedback system for music therapy.

The use of spectral components of arterial oscillograms as markers for anxiety level is justified in the study, establishing a close correlation between anxiety levels and spectral indicators LF and HF. The relaxing impact of audio simulations with "Classical Music" and "Natural Sounds" on the bio-object has been explored, along with the stimulating effect of "Rock Music." The proposal includes the development of an automated feedback system based on the selection of spectral components from arterial oscillograms to assess the psychological state and implement psychocorrection using various genres of music therapy.

A general algorithm for a psychorehabilitative automated feedback system for music therapy has been developed, along with a comprehensive algorithm for an automated workspace for a psychotherapist, taking into account the music therapy system.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	8
ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.....	13
1.1. Стрес і варіабельність серцевого ритму .....	13
1.2. Маркери стресу.....	16
1.3. Музикотерапія, історичні передумови та сучасний стан проблеми .....	18
1.3.1. Історичні передумови .....	18
1.3.2. Вплив музикотерапії на біооб'єкт.....	20
1.3.3. Вплив «Природніх звуків» на біооб'єкт.....	23
1.3.4. Вплив музикотерапії на варіабельність серцевого ритму .....	24
1.4. Огляд відомих автоматизованих систем, медичних гаджетів для діагностики стресу.....	26
1.5. Системи для музикотерапії.....	29
1.6. Висновки до розділу 1.....	31
РОЗДІЛ 2. ОСНОВНА ЧАСТИНА.....	32
2.1. Методика аналізу артеріальної осцилограми.....	32
2.2. Методи морфологічного, часового, спектрального аналізу артеріальних осцилограм.....	34
2.3. Методика проведення експерименту .....	38
2.4. Висновок до розділу 2.....	42
РОЗДІЛ 3. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА.....	43
3.1. Експериментальний доказ впливу музикотерапії на біооб'єкт .....	43
3.1.1. Показники рівня тривожності, артеріального тиску та частоти серцевих скорочень у стані спокою .....	43
3.1.2. Показники артеріальної осцилограми у вихідному стані спокою .....	48
3.1.3. Показники артеріального тиску та частоти серцевих скорочень під впливом музикотерапії.....	51

3.1.4. Артеріальні осцилограми після впливу музикотерапії.....	53
3.2. Інформаційні можливості створення автоматизованої системи з музикотерапевтичним впливом для психотерапевта .....	55
3.2.1. Алгоритмічне моделювання автоматизованої системи зворотного зв'язку для музикотерапії .....	55
3.2.2. Алгоритмічне моделювання автоматизованого місця психотерапевта з урахуванням музикотерапії.....	58
3.3. Висновки до розділу 3.....	61
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	62
4.1. Стрес і його вплив на безпеку праці.....	62
4.2. Терапія та профілактика, націлені на подолання стресу .....	66
4.3. Висновки до розділу 4.....	69
ВИСНОВКИ.....	70
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	71
ДОДАТКИ.....	85

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

BCP - варіабельність серцевого ритму;

BHC – вегетативна нервова система;

CHC – симпатична нервова система;

PHC – парасимпатична нервова система;

AT – артеріальний тиск;

ЧСС – частота серцевих скорочень;

ЕКГ- електрокардіографія;

HF – (High Frequency) спектральна складова серцевого ритму в високочастотному діапазоні (дихальні хвилі);

LF – (Low Frequency) спектральна складова серцевого ритму в низькочастотному діапазоні (повільні хвилі 1-го порядку);

VLF – (Very Low Frequency) спектральна складова серцевого ритму в надто низькочастотному діапазоні;

ULF – спектральна потужність хвиль ультранизької частоти;

OI - осцилометричний індекс;

MT – музикотерапія;

ЕЕГ – електроенцефалограма.



## ВСТУП

**Актуальність теми.** Військовий стан, епідемія коронавірусної інфекції, міжособистісні конфлікти сприяють дедалі ширшому розповсюдженню відчуття стресу серед населення, слугують плацдармом для розвитку психоневрологічних розладів, які за поширенням складають 12% усіх захворювань і за значимістю вважаються другими після серцево-судинної патології [1].

Варіабельність серцевого ритму (BCP) – це відображення активності вегетативної нервової системи (ВНС) і демонстрація нею контрольованого балансу. Показники варіабельності нерідко застосовують у якості моніторингу механізмів стресу [2]. Так, домінування парасимпатичної активності відображає стресостійкість, а активація симпатичної - вказує на стрес або його ймовірність. Відповідно частотний аналіз варіабельності вважається неінвазивним методом діагностики змін вегетативного гомеостазу [3,4]. У якості маркера симпатикотонії виступають низькочастотні хвилі LF (Low Frequency), а високочастотні HF (High Frequency) вказують на ваготонію. Таким чином, відслідковуючи дані показники, можна спостерігати за мінливістю вегетативного балансу під впливом певних чинників. Здебільшого показники варіабельності вивчають за даними ЕКГ (електрокардіографії), що моніторять протягом певного періоду часу, але існує ряд незручностей при накладанні електродів. Професором Вакуленко Д.В. [5] створено програмне забезпечення для оцінки артеріальних осцилограм, відібраних за допомогою осцилометричного вимірювача артеріального тиску (АТ). Даний метод простіший у виконанні і дозволяє на осцилограмах отримати пульсові коливання периферичних артерій, після математичного опрацювання яких, з використанням спектрального методу, можна в повній мірі оцінювати вегетативну рівновагу як в даний момент часу, так і в динаміці.

Заспокійливий ефект музикотерапії (МТ) впродовж тривалого періоду привертає увагу науковців. Левова частка праць присвячена вивченню впливу

музики на вегетативний гомеостаз. Особливо інтенсивно досліджується так званий «ефект Моцарта», який знижує симпатичну складову ВНС [6], інші дослідники оцінюють протилежний ефект, у вигляді активації симпатичної ланки, під дією музики у стилі «Важкого металу», «Рок музики» [7]. Низка досліджень присвячена вивченню впливу «Природніх звуків» [8] на напругу м'язів, ЧСС (частоту серцевих скорочень) тощо. Проте вкрай обмаль науковців досліджувало вплив «Природніх звуків» на параметри вегетативної рівноваги. Тому важливим критерієм у виборі дослідження була оцінка впливу різного роду жанрів музики на складові ВСР.

Сьогодні широко впроваджуються автоматизовані системи, носимі пристрої, розумні годинники для моніторингу психологічного стану [9,10]. Все частіше на ринку біомедичної апаратури з'являються системи зворотного зв'язку, які за допомогою певних технік, методик здатні чинити заспокійливий вплив на пацієнта, корегувати його психологічний стан, зокрема, за допомогою музикотерапії [11, 12]. Проте більшість з них є громіздкими, використовує багато параметрів, не враховує різні жанри музики. Обмежена також кількість публікацій присвячена психокорегуючим системам, які доповнюють автоматизоване робоче місце психотерапевта.

Враховуючи вище наведене, доцільно вивчити вплив аудіофрагментів з використанням різних жанрів музики: «Рок музики», «Класичної музики» та «Природніх звуків» на вегетативний гомеостаз. На основі досліджень створити загальний алгоритм психореабілітаційної автоматизованої системи зворотного зв'язку для музикотерапії та загального алгоритму автоматизованого робочого місця психотерапевта з урахуванням системи МТ.

**Мета і задачі дослідження.** Метою дослідження було вивчення вегетативного гомеостазу з використанням спектрального опрацювання артеріальної осцилограми, оцінка його зв'язку з рівнем тривожності за Тейлором, АТ, ЧСС та моніторинг динаміки після симуляції аудіофрагментами «Рок музики», «Класичної музики» та «Природніх звуків», з перспективою створення

автоматизованої системи зворотного зв'язку для МТ та автоматизованого робочого місця психотерапевта з урахуванням даної системи.

Для реалізації поставленої мети, сформульовані наступні задачі:

1. Провести огляд наукової літератури про стрес, маркери стресу та відповідні автоматизовані системи; опрацювати наукові джерела, присвячені МТ, її впливу на біооб'єкт, вегетативний баланс і оглянути існуючі автоматизовані системи з музикотерапевтичним ефектом.

2. Встановити зв'язок між спектральними компонентами ВСР, АТ, ЧСС та рівнем тривожності за шкалою Тейлора у варіанті М.М. Пейсахова.

3. Вивчити особливості осцилографічних спектральних показників під впливом «Рок музики», «Класичної музики» та «Природних звуків».

4. Розробити загальний алгоритм психореабілітаційної автоматизованої системи зворотного зв'язку для музикотерапії.

5. Розробити загальний алгоритм автоматизованого робочого місця психотерапевта з урахуванням музикотерапії.

**Об'єкт дослідження:** Процес оцінювання впливу музикотерапії на параметри пульсу, тиску, спектральні складові артеріальної осцилограми, з метою створення психореабілітаційної автоматизованої системи зворотного зв'язку.

**Предмет дослідження:** Методи та засоби опрацювання артеріальних осцилограм.

**Методи дослідження.** Дослідження проведено на базі ТНТУ ім. Івана Пулюя. Для характеристики рівня тривожності застосовували шкалу Тейлора у варіанті М.М. Пейсахова. Артеріальний тиск вимірювали за допомогою приладу ВАТ41-2 (виробник «ІКС-ТЕХНО»), з якого отримані осцилограми експортували і проводили аналіз з допомогою спеціальних програм. Проводили спектральний аналіз артеріальних осцилограм. Для аудіовпливу застосовували п'ятихвилинне прослуховування в певній послідовності «Рок музики», «Класичної музики» та «Природних звуків».

**Наукова новизна отриманих результатів.** Вперше були отримані оригінальні наукові дані під час дослідження тісного кореляційного зв'язку між спектральними показниками артеріальних осцилограм і рівнем тривожності за шкалою Тейлора у варіанті М.М. Пейсахова, та показниками ЧСС і АТ. Встановлені особливості спектральних характеристик артеріальної осцилограми після прослуховування в певній послідовності «Рок музики», «Класичної музики» та «Природних звуків». Запропоновано загальний алгоритм психореабілітаційної автоматизованої системи зворотного зв'язку для музикотерапії з урахуванням впливу різного жанру музики на параметри артеріальних осцилограм. Запропоновано загальний алгоритм автоматизованого робочого місця психотерапевта з урахуванням системи для музикотерапії зворотного зв'язку.

**Практичне значення одержаних результатів.** Досліджені особливості змін спектральних компонентів ВСР у відповідь на прослуховування різного жанру аудіофрагментів, можуть враховуватись при проектуванні психореабілітаційної автоматизованої системи зворотного зв'язку для музикотерапії, що значно допоможе психотерапевту і спростить його щоденну працю. Оскільки дана методика не є складною у виконанні, реєстрація артеріальної осцилограми є телеметричною, то в майбутньому такий підхід зможе бути корисним також для людей у віддалених куточках, де недоступна психотерапевтична допомога. Тому відповідний науковий напрямок є досить перспективним, потребує розвитку, доопрацювання і охоплення більшого масштабу досліджень.

**Публікації.** Результати дипломної роботи доповідалися і обговорювалися на VI Міжнародній студентській науково-технічній конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“, 27-28 квітня 2023.

**Структура роботи.** Робота складається з пояснювальної записки та графічної (презентаційної) частини. Пояснювальна записка складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

## РОЗДІЛ 1

### АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

#### 1.1. Стрес і варіабельність серцевого ритму

Стрес вважається реакцією організму на зовнішні чинники, на складну або небезпечну ситуацію [2, 13]. В свою чергу тривожність свідчить про реакцію організму на стрес, іншими словами, фізичний або психічний дисбаланс здатний викликати стрес. Реакція на стрес оцінюється мозком у відповідь на отримані сигнали з сенсорних органів. Під час хронічного стресу відбувається гіперактивація СНС (симпатичної нервової системи) [2, 14]. Єдиного прийнятого стандарту для оцінки стресу не існує у сучасному науковому світі. Проте все більше привертає увагу ВСР у якості маркера стресу [15].

В основі ВСР лежить фізіологічний механізм, який є прикладом тісного зв'язку між мозком і тілом. Серцебиття зароджується в синоатріальному вузлі. Саме ця ділянка визначає ритм скорочень серця. Даний процес контролюється складною взаємодією між різними регуляторними системами та механічною активністю. ВСР нерівномірно розподілена в різних частотних діапазонах, причому високочастотні та низькочастотні зміни відповідають різним нейрофізіологічним механізмам. Відомо, що швидкі зміни ЧСС відображають серцеві регуляторні впливи ВНС у комплексі з її динамічною взаємодією з серцево-судинною та дихальною активністю.

W. Cannon вперше сформулював термін «гомеостаз» і використав його для розуміння поняття динамічної сталості внутрішнього середовища біооб'єкту. Дане поняття знайшло подальший розвиток із виникненням системного підходу до оцінки стану організму. Гіпоталамус вважають центром управління в головному мозку, який контролює несвідомі функції організму через ВНС. Симпатична і парасимпатична гілки є складовими цієї системи. ВНС повинна стабільно функціонувати у фізіологічних межах як в період спокою, так і при

фізичних чи психічних навантаженнях. Коли ж порушується дана закономірність, дана рівновага, то можна стверджувати про дисфункцію ВНС, яка проявляється виділенням нейромедіаторів, біологічно активних речовин, гормонів кори надниркових залоз тощо. Як наслідок вище згаданих моментів, виникають певного роду морфологічні зміни [16, 17]. Лєвова частка науковців проводили дослідження, де використовували ВСР для вимірювання стресу, для визначення ступеня симпатикотонії, тобто стану, коли переважав симпатичний тонус. Парасимпатична гілка ВНС передбачає «розслаблену відповідь». Коли людина перебуває в стані релаксу (розслаблення), то відбувається зсув вегетативної рівноваги в сторону ваготонії.

Оскільки ВСР являє собою здатність серця реагувати на різноманітні фізіологічні стимули та стимули навколишнього середовища, то даний неінвазивний метод можна використовувати для вимірювання ВНС у різноманітних клінічних ситуаціях. Відомим є факт, що низька ВСР пов'язана з порушенням регуляторних і гомеостатичних функцій ВНС, що знижує здатність організму справлятися з внутрішніми та зовнішніми стресовими чинниками. Власне низька варіабельність є відомим показником стресу [18]. Цікавою особливістю ВСР є її залежність від барорефлексу. Відповідно чим сильніший барорефлекс, тим більшою є ВСР [19]. Барорефлекс полягає в тому, що при підвищенні артеріального тиску (АТ), активуються барорецептори і знижується ЧСС, зменшується діаметр кровоплинних судин. При зниженні тиску барорефлекс спрацьовує в протилежному напрямку. Тобто циклічна активація барорецепторів відбувається на зміни ЧСС, що відбуваються короткочасно і періодично.

Хоча серцевий автоматизм властивий провідній системі серця, проте серцевий ритм і ЧСС в значній мірі керується ВНС. Саме завдяки балансуєчій дії гілок симпатичної і парасимпатичної нервової систем (ПНС) забезпечується вегетативна рівновага.

Стандарти для вимірювання, фізіологічної інтерпретації та клінічного використання ВСР у 1996 році були розроблені Робочою групою Європейського товариства кардіологів (ESC) і Північноамериканського товариства кардіостимуляції та електрофізіології (NASPE).

Аналіз даних запису в часовій області передбачає прості обчислення середніх інтервалів, в той час як аналіз спектральної щільності потужності у частотній області надає інформацію про те, як розподіляється потужність. Аналіз у частотній області застосовують для короткочасних вимірювань (5 хвилин), що дозволяє визначити інтенсивність спектральних компонентів ВСР (смуги високих частот (HF), смуги низьких частот (LF) і смуги дуже низьких частот (VLF)).

Особливої уваги заслуговує показник HF, що відтворює активність ПНС, а саме блукаючого нерва, тоді як LF відображає активність СНС [20]. Психологічний стрес істотно пов'язаний зі збільшенням співвідношення LF/HF, що свідчить про підвищення активності симпатичної гілки нервової системи [21]. Таким чином, ВСР можна вважати інструментом, який відображає серцеву діяльність і загальний вегетативний стан. Крім того, ВСР є мірою для вираження активності ВНС і, отже, може служити мірою стресу [15].

Найчастішим чинником, пов'язаним із варіацією змінних ВСР, була низька парасимпатична активність, яка характеризується зниженням HF і підвищенням LF [18, 22]. Ці зміни корегують зі стресовими переживаннями досліджуваних, також з депресивними станами. Власне, багато науковців стверджують, що знижена вагусна активність пов'язана як з психічними розладами, так і є тривожним тригером їх розвитку. В той час як люди з підвищеним HF були емоційно-стабільними, бадьорими з позитивним настроєм. Крім того, такі піддослідні володіли кращими гнучкими когнітивними функціями [23]. Вищенаведені факти співпадають з результатами нейровізуалізації, котрі показують взаємозв'язок між ВСР та активністю мозку, особливо тих, які залучені до сприйняття тривожності [24].

Аналізуючи вищезазначене, можна помітити, що частотний аналіз ВСР є найпростішим неінвазивним методом для дослідження симпатичного і парасимпатичного гомеостазу, тобто вегетативного балансу, а отже, і рівня тривожності.

## 1.2. Маркери стресу

Пошук біомаркерів стресу залишається складним завданням для дослідників і клініцистів, тому що є відсутність консенсусу щодо визначення стресу [13, 15].

Психологічним способом вимірювання стресу, може бути анкетування самооцінки або опитування психолога. Існують численні оцінки за допомогою періодичних самозвітів, зібраних від людей [25, 26].

Наступним інформативним способом виявлення стресу вважають оцінку фізіологічних сигналів [13, 27]. В перелік важливих індикаторів стресової реакції можна включити рівень гормонів, електрокардіограму, артеріальний тиск, об'єм крові, пульс, електроенцефалограму, електроміограму, електродермальну активність, температуру шкіри, параметри дихання, діаметр зіниці [28], погляд і моргання очей, магнітно-резонансну томографію тощо. Зокрема, широко описаним методом є дослідження характеристик пульсу у відповідь на стрес. Фотоплетизмографія – це неінвазивний, економічно вигідний метод який реєструє зміни об'єму крові в шкірі. Він використовує факт поглинання світла кров'ю. Внаслідок дії джерела світла на шкіру, різна кількість крові в об'ємі поглинає різну кількість світла, тому, застосовуючи вищезазначене, можна виміряти об'єми крові.

Оскільки емоційні зміни та стрес також впливають на діяльність мозку, то нерідко застосовується електроенцефалограма (ЕЕГ). Дана методика використовується для вимірювання активності мозку шляхом розміщення серії електродів на шкірі голови. Відомо, що ЕЕГ сигнал складається з частотних



діапазонів таких як: Альфа (8–13 Гц), Бета (13–30 Гц), Дельта (0,1–4 Гц) і Тета (4–8 Гц). Альфа-діяльність є домінуючою у стані спокою, відсутності стресових факторів, в той час як Бета-активність чітко корелює з емоційними та когнітивними процесами та підвищується під час стресу. Відповідно, пов'язана зі стресом нейронна активність чинить вплив на м'язи. Тому потенціали дії м'язів є також можливими індикаторами для виявлення стресу [29]. Електроміограма (ЕМГ) - це метод вимірювання потенціалів дії м'язів шляхом розміщення електродів на досліджуваних м'язах. Мімічні та трапецевидні м'язи найчастіше застосовуються для вимірювання м'язової активності. При цьому, вдало використовують такі характеристики: середнє значення, середньоквадратичне значення, медіана тощо.

Шкірно-гальванічна відповідь - це зміна електричних властивостей шкіри. Відомий той факт, що при стресових ситуаціях посилюється потовиділення і провідність шкіри. Шкірно-гальванічну відповідь обчислюють, пропускаючи невеликий струм і вимірюючи опір шкіри між двома розміщеними електродами. Таким чином представлений сигнал буде складатися з двох компонентів: рівня провідності шкіри і реакції провідності шкіри. Саме рівень провідності шкіри (тонічна частина) відіграє ключову роль у даному дослідженні, оскільки не містить піків, що спотворюють базові розрахунки.

Температура шкіри широко варіює через різні фактори, зокрема, стрес [30]. У людини в стані збудження температура може змінюватись на 0,1-0,2° С, адже кровоплин перебуває під контролем СНС. Для визначення стресу використовують середнє, мінімальне, максимальне та стандартне відхилення характеристик температури шкіри.

Наступним вагомим чинником є вираз обличчя піддослідного [31]. Емоції відображаються на обличчі більше, ніж самооцінка. Тому вираз обличчя може слугувати вагомим індикатором стресових реакцій [32]. Враховуються такі фактори, як інтенсивність посмішки, активність брів, активність кутиків рота.

Гормони, біологічно активні речовини також виступають у якості маркерів стресу. Так, кортизол у біологічних рідинах та леткі органічні сполуки, що виділяються шкірою, доволі часто використовуються для виявлення емоційного стресу [33].

Отже, сьогодні немає загальноприйнятих маркерів для діагностики стресу, відбуваються їх активні пошуки. Важливими є ті показники, які в майбутньому будуть використовуватись для моніторингу психологічного стану, включатись в різного роду автоматизовані системи і володіти високою інформативністю.

### 1.3. Музикотерапія, історичні передумови та сучасний стан проблеми

#### 1.3.1. Історичні передумови

Музикотерапія (МТ) (за визначенням Всесвітньої федерації) — це професійне використання музики і відповідно її елементів, як втручання в різного роду середовища (освітнє, медичне), для осіб, які прагнуть оптимізувати як якість життя, так і здоров'я. МТ є одним з психотерапевтичних методів, який може впливати на психіку [34, 35]. Один жанр музики здатний дарувати відчуття спокою, комфорту, покращення настрою, в той час як інший – чинити негативний вплив на психологічний стан людини. Разом з тим, у сучасному світі МТ визнається одним з найефективніших видів корекційно-розвивального впливу на особистість. Крім того, цей різновид арттерапії широко популяризується науковою аудиторією. Ним цікавляться такі фахівці, як нейрофізіологи, психологи, реабілітологи, музикознавці, педагоги тощо.

В доісторичній добі музика була складовою магічних та цілительських ритуалів [36]. Вивчення музикотерапії бере відлік ще з 1500-го р. до н.е., коли були написані єгипетські папіруси. Саме в них вже була звернена увага на «заспокоєння розуму» з допомогою музики. У стародавньому Єгипті музика вважалася «фізикою душі». У Китаї древні мудреці наділяли музику властивостями передавати «вічні істини» і «контролювати стихії». Конфуцій

вважав, що природа музики в суспільстві відображає суспільство, і якщо музика змінюється, змінюється і саме суспільство. З древніх часів також дійшли відомості, що хором лікували безсоння. Про це писав також Гіпократ. Тобто і давньогрецькі філософи, і єгиптяни, і римляни, і китайці вже в ті часи практикували музикотерапію у повсякденному житті. Піфагор опрацював математичні поняття для пояснення гармонії, яка існує у Всесвіті, душі людини, музиці. Психічні захворювання, за Піфагором, вважалися порушенням гармонії, яку відновити можна лише за допомогою музики. Корнелій Цельс пропагував звук цимбалів і проточної води для лікування психічних розладів. Досить цікаві висловлювання Платона про позитивні впливи на психіку фрігійського і дорійського ладу та негативні – лідійського.

У Сполучених Штатах індіанські знахарі часто використовували співи та танці як метод лікування пацієнтів. Турецько-перський психолог і музичний теоретик Аль-Фарабі (872–950), описав музикотерапію у своєму трактаті «Значення інтелекту», в якому він висвітлив терапевтичний вплив музики на душу.

В 1283 р. в госпіталі Аль-Манзора в Каїрі, видужуючих хворих розміщували у палати, де грала музика. У XVII столітті багато людей в Європі вважали, що музика володіє цілющими властивостями і має силу зупинити або навіть запобігти спалаху чуми.

Проте тривалий час стародавній досвід музикотерапії був загублений, і лише з XIX століття з новою силою розпочалось відновлення музикотерапії. Роберт Бертон писав у 17 столітті у своїй класичній праці «Анатомія меланхолії», що музика і танець є критично важливими для лікування психічних захворювань, особливо меланхолії.

### 1.3.2. Вплив музикотерапії на біооб'єкт

Важливим аспектом впливу МТ на пацієнта є та деталь, що прості втручання з прослуховуванням музики не вимагають ані спеціально підготовленого терапевта, ані прямих терапевтичних стосунків з особою, оскільки сприятливі ефекти викликаються змістом музичних стимулів і самою діяльністю прослуховування.

В правій півкулі знаходяться центри емоційно-образного сприйняття, зокрема музики. Багато наукових праць присвячені впливу музики на фізіологічні показники [4]. Музика володіє здатністю викликати ритмічне дихання, розслабляє, відволікає розум і зменшує стрес. З фізіологічної точки зору звуковий сигнал, як і будь-який інший зовнішній чинник, здатний спричиняти серію несвідомих реакцій, порушуючи гомеостаз.

Відомим є той факт, що висхідна слухова система (від вушної раковини до слухової кори) і низхідний слуховий шлях, реагують на фізичні або акустичні властивості звуку незалежно від емоційного змісту чи контексту звуку. Проте певні ділянки в лімбічній системі (так званий емоційний мозок), такі як мигдалеподібне тіло та острівцеві активуються для обробки емоційної величини слухових стимулів. Існують дані, що заняття музикою сприяють нейропластичності, яка позитивно впливає на якість життя. Доведено, що музика активує когнітивні, моторні та мовні центри в мозку через доступ до спільних нейронних систем. Музика здатна залучати різні ділянки мозку, які пов'язані з емоціями, мотивацією, пізнанням і руховими функціями [37, 38]. Вчені показали широкий спектр активаційних впливів музики на кору головного мозку [39], праву й ліву лобові, скроневі, тім'яні частки та мозочок. Окрім перерахованих ділянок, музика підвищує активність підкіркової зони. Слід враховувати той факт, що пов'язані з емоціями [40] лобова частка, поясна звивина, мигдалина та гіпокамп є особливо чутливими до музикотерапії [41]. Таким чином, музика має широкий спектр впливу на нервову систему [42, 43], на емоції [44].

Багато науковців звернули увагу на зменшення симптомів посттравматичного стресового розладу під дією музики, зокрема, зменшення тривоги, покращення симптомів депресії [45]. Проведено також дослідження, що використання улюбленої музики пацієнта для слухової стимуляції, сприяє відновленню свідомості.

Іншим важливими відкриттями були дослідження виявлення переваг музичної терапії для людей із хворобою Альцгеймера та деменцією. Оскільки музика може викликати спогади, люди з втратою пам'яті краще відновлювали інформацію. Тобто під впливом музики покращуються когнітивні функції, увага та пам'ять [46]. В неврологічній практиці також існують повідомлення про покращення рухових функцій під дією музики [47]. Отже, музика впливає на людське тіло, включаючи мозок, емоції, рух, і тому може бути відмінним терапевтичним засобом у даному напрямку, застосовуватись у різних реабілітаційних методиках [48].

Слід враховувати те, що наш мозок використовує ті самі шляхи обробки болю, що й музика. Власне, задіяні ендорфіни. Слухання музики схоже на «захоплення» - це наслідок продукції ендорфінів. Цей ефект обумовлений вивільненням ендогенних опіоїдів, які беруть участь у модуляції активності ВНС [49], а також збільшенні окситоцину. Розслаблюючий ефект музики корелює із зниженням природнього гормону стресу кортизолу, що призводить до зменшення тривоги. Зменшення тривожності відображається на кращому режимі сну, що в свою чергу активізує щоденну діяльність людини. Отже, дані ефекти впливу на психічний стан, можна пояснити здатністю музики впливати на вивільнення таких гормонів, як адреналін і кортизол, що пов'язані з реакцією симпатичної нервової системи, або окситоцин, який пов'язаний з протилежною реакцією - парасимпатичної [50]. Дофамін, також один з гормонів, підвищення якого досліджували при прослуховуванні улюбленої мелодії. У науковій літературі дофамін також асоціюється із гарним самопочуттям, тобто підвищення рівня дофаміну в організмі людини здатний покращити настрій.

Існують навіть дані про імунокорегуючий вплив музикотерапії, так як прослуховування та відтворення музики безпосередньо збільшує вироблення імуноглобуліну А та інших антитіл. А значення антитіл у боротьбі з чужерідним впливом незаперечна.

Наявні багатогранні дослідження про вплив музики на серцево-судинну систему. Доведено, що класична музика з повільним ритмом знижує частоту серцевих скорочень і артеріальний тиск, а класична музика з швидким ритмом підвищує частоту серцевих скорочень і артеріальний тиск [51, 52]. Дослідження показали, що музика може покращити функцію ендотелію, можливо, через вивільнення оксиду азоту, ключового регулятора тонусу судин [53]. Ендотелій — це шар клітин, який вистилає кровоносні судини зсередини та бере участь у регуляції кровотоку та тонусу судин. Дисфункцію ендотелію в останні роки вважають ознакою серцево-судинних захворювань і пов'язують з підвищеним ризиком серцево-судинних подій.

Значний інтерес викликає сьогодні зв'язок між мозком і серцем. Доведено, що музика є стимулом, який може впливати на весь мозок і сприяє взаємодії між його півкулями. Розуміння цього зв'язку між звуком і людиною та відповідно знання його механізмів, може покращити та сприяти застосуванню нових технологій, таких як впровадження автоматизованих систем на основі музикотерапії. Особлива увага при цьому сконцентрована на таких речах, який вплив чинить музика на настрій, пам'ять, рівень стресу та тривоги. Так, Аравена та ін. (2019) [54] відмітили зниження рівня тривоги та страху, рівня кортизолу в слині у пацієнтів (після видалення зуба), під час прослуховування музичного треку з частотою 432 Гц. Так, є повідомлення про те, що рок-музика та реп-музика викликали більший рівень дискомфорту, тривоги, активацію симпатичної ланки ВНС, ніж інші жанри [55, 56].

### 1.3.3. Вплив «Природних звуків» на біооб'єкт

Не секрет, що природа здатна цілювати. Ця істина відома була ще в сиву давнину. Неодноразово вивчався цілющий вплив звуків природи, таких як звуки щебетання птахів, шелесту дерев, шуму вітру та води. До такої терапії можна легко отримати доступ у повсякденному житті. У сучасному урбанізованому світі людина все частіше віртуально починають застосовувати природні звуки як ресурс для відпочинку.

Цікаві напрямки наукових робіт проведено в Японії, де вивчали звуки високої роздільної здатності, які максимально наближені до високореалістичних природних звуків [57].

Низка досліджень присвячена вивченню впливу музики, природних звуків на діяльність центральної і периферичної нервової системи. Неодноразово з'являлись повідомлення, що під впливом природних звуків покращуються когнітивні здібності, а проведення часу на природі не тільки позитивно впливає на нервову систему людини, але й самі люди починають пошук зв'язків з природою [58]. Ці дані підтверджуються терміном «біофілія», коли в людини є вроджена емоційна установка, так звана її біологічна потреба у приєднанні до життя і природи.

Song I. та співавт. (2023 р.) [59] вивчали вплив природних звуків на увагу, фізіологічну та психологічну релаксацію і прийшли до висновку, що як тільки учасники чули звуки природи, то починали відчувати себе більш комфортно, розслаблено та природньо. Вивчаючи концентрацію оксигемоглобіну, варіабельність серцевого ритму та частоту серцевих скорочень, після прослуховування природних звуків, дослідники помітили посилення активності ПНС. На перевагу природних звуків, у відновлювальному періоді після стресу та/або втоми, вказували і інші автори [60, 61].

Окремі автори використовували вплив звукового ландшафту на рівень провідності шкіри, і доводили його неабияку ефективність у боротьбі зі

стресовими чинниками. Властиво, вплив природніх звуків достовірно знижував рівень провідності шкіри [62]

Інші науковці [63] вивчали префронтальну кору та вегетативну нервову діяльність у відповідь на природні звуки (звуки лісу). Особливу увагу приділяли високочастотному компоненту ВСР (що відображає парасимпатичну нервову активність). При цьому спостерігалось зниження концентрації оксигемоглобіну у правій префронтальній корі, зниження індексу (LF/HF), зниження частоти серцевих скорочень та покращення самопочуття, і поліпшення настрою. Існують повідомлення про вплив природніх звуків на артеріальні осцилограми, де у вигляді звуків використовувався шум струмка, палахкотіння полум'я [64, 65].

#### 1.3.4. Вплив музикотерапії на варіабельність серцевого ритму

Звук це механічна вібрація, яка поширюючись крізь пружне середовище, чинить тиск на частинки, що його складають. Звук може сприйматися як приємний та неприємний. Зазвичай шум пов'язаний із неприємними звуками, в той час як музика сприймається у різних аспектах. Слід враховувати також вподобання слухача, його інтелектуальний розвиток, тощо. Відомим є вплив звуків на біооб'єкт, з точки зору психологічної і фізіологічної [66]. Оцінюючи позитивний і негативний вплив музики на людину, важливо зрозуміти такі питання: як зменшити негативний вплив і як скористатися позитивним ефектом.

Доведено, що музика впливає на серцево-судинну систему за допомогою різних механізмів. Одним із запропонованих механізмів є вплив музики на ВНС. Дослідження показали, що музика може модулювати активність ВНС, що призводить до зниження частоти серцевих скорочень і артеріального тиску [67]. Інші повідомлення свідчили про набагато інтенсивніший вплив антигіпертензивної медикаментозної терапії на частоту серцевих скорочень у поєднанні з музикою, навіть коли у спокої ЧСС вже була знижена [68].

Функція ВНС полягає у підтримці гомеостазу, з метою адаптації до умов навколишнього середовища. І симпатична гілка ВНС, і парасимпатична



працюють узгоджено для виконання забезпечення даного гомеостазу. При стресових ситуаціях СНС вступає у боротьбу з гаслом «бійся або втечи». Зовсім протилежною є участь парасимпатичної гілки ВНС, яка полягає в розслабленні та ініціює вивільнення ацетилхоліну. Таким чином СНС і ПНС співпрацюють у антагонізмі. ВСР вважається маркером вегетативної нервової функції людини [4] і є одним з найбільш широко використовуваних показників у дослідженнях вегетативної модуляції серця.

Існують дані, що один і той самий музичний стимул може мати як стимулюючий, так і розслаблюючий ефекти [69]. Так, музичний жанр «Важкого металу» з одного боку може провокувати стимулюючі автономні реакції, з іншого боку, існують повідомлення, що для любителів «металу» така музика може спричинити навіть заспокійливий ефект. [7]

Неодноразово в літературі з'являються повідомлення про так званий «ефект Моцарта», який чинить позитивний вплив на мозок, творчість, підвищує IQ [70] і вважається воротами до вищих функцій мозку. Багато досліджень показали, що прослуховування такої музики може також зменшити активність СНС [6]. Низка повідомлень присвячена питанню зменшення ЧСС і зміні ВСР серед здорових підлітків під впливом розслаблюючої музики [71]. Інші дослідження було проведено на вагітних жінках, в основу яких було включене відслідковування низькочастотної складової ВСР у відповідь на музикотерапію, показали зниження цього показника через 3 дні терапії [72].

Науковці також показали той факт, що повільний темп музики є ефективним у плані зниження ЧСС, АТ серед спортсменів [73]. Прослуховування духовної музики також відображалось позитивно на змінах ВСР, викликало домінування парасимпатичного відділу і мало заспокійливий ефект [73, 74].

Аналізуючи наукові джерела, можна сказати, що були спроби оцінки різних жанрів музики у якості впливу на ВСР і в більшості досліджень спостерігалися значні чи менш значні коливання серцевого ритму після прослуховування музики, зміни ЧСС, АТ, проте результати таких спроб були

неоднозначними. Також важливо те, що найчастіше застосовували при оцінці варіабельності серцевого ритму метод частотного аналізу, зокрема спектральні компоненти HF, LF, HF/LF [75].

#### 1.4. Огляд відомих автоматизованих систем, медичних гаджетів для діагностики стресу

Автоматизація продовжує ставати все більш поширеною в галузі охорони здоров'я. Оскільки медицина сьогодення продовжує стикатися з проблемами забезпечення якісної медичної допомоги, збільшенням кількості пацієнтів, «старінням» населення, автоматизація дозволяє підвищити продуктивність та ефективність. Відомо, що в Україні та світі стрімко розвиваються медичні технології. Ефективні реабілітаційні заходи як при неврологічній патології (хвороба Паркінсона, наслідки інсультів), так і при психологічних розладах стають дедалі актуальнішими. Саме автоматизовані системи здатні покращити якість життя та ефективно сприяти відновленню втрачених функцій. Можна виділити певного роду базові напрями, що складаються з: мобільних медичних моніторів, на основі смарт-сенсорів для вимірювання основних медичних параметрів в реальному часі; мобільних пристроїв для передавання показників; дистанційно керованих пристроїв, що вмонтовані в тіло пацієнта для введення необхідних медикаментозних засобів [76]. Проте перевага на сучасному ринку надається багатопараметричним системам, які здатні відслідковувати декілька параметрів. Багато сучасних автоматизованих систем оснащені модулем для відбору та аналізу ВРС. Так, наявність високоякісних давачів дозволяють легко вимірювати, передавати, зберігати та обробляти ВРС.

Не менш важливим є розвиток інновацій у психіатрії, психології. Технології широко застосовують у якості давачів магнітометри, барометри, акселерометри тощо. Відповідні системи здатні генерувати і збирати дані про поведінку та фізіологічні симптоми. Збір інформації в режимі реального часу та

доступ до моделей настрою, активності та поведінки дозволяють ефективно проводити діагностику психічного здоров'я та вдало корегувати лікування таких пацієнтів. Психологічні системи з відокремленими психометричними опитувальниками залишаються в минулому.

Сьогодні все більше актуальними стають смартфони та носимі пристрої, що можуть збирати голосові дані та повідомляти про рівень тривоги чи інші сигнали. Голос людини завжди вирізнявся у вимірюванні рівня стресу. Не менш перспективними в даному напрямку існують розумні браслети, що можуть контролювати діяльність потових залоз. За допомогою даних пристроїв можна визначити рівень стресу пацієнта, оскільки провідність шкіри вказує на психологічне або фізіологічне збудження. Ще одним вагомим моментом є можливість постійного контролю вище наведених показників, що допомагає краще зрозуміти моделі поведінки. Ці автоматизовані технології можуть виявляти, звітувати та збирати дані для надання детальної інформації, яка сприяє кращій і швидшій діагностиці та лікуванню розладів психічного здоров'я.

Зустрічаються чисельні наукові дослідження присвячені виявленню стресу за допомогою смартфонів, розумних годинників та смарт-браслетів [13]. Носимі пристрої, які зазвичай використовуються для вимірювання ЕКГ. Серед них можна виділити *Biopac MP150* і *Shimmer Sensing 3*. Оскільки електроенцефалографічні методи також вважаються маркерами стресу, то *Emotiv EPOC+*, *BioSemi ActiveTwo* вважаються широко поширеними типами золотого стандарту обладнання для вимірювання ЕЕГ.

Нерідко носимі пристрої використовують і шкірно-гальванічну відповідь [10]. Для вимірювання шкірно-гальванічної відповіді представлені на ринку: *Shimmer 3 GSR+* і браслет *Empatica E4*, *ProComp Infiniti*, *Biopac MP150*.

Непогано зарекомендували себе фотоплетизмографічні модулі, вмонтовані у Модель *UFI 1020*, браслети *Empatica E3* і *E4* тощо. Особливістю цих систем є те, що вони використовуються для виділення варіабельності серцевого ритму.

Заслужує на увагу автоматизована система, яка для контролю стресу застосовує електрокардіограму, шкірно-гальванічну реакцію, частоту дихання, рівень АТ та оксиметрію крові. Крім того, дана система здатна постійно контролювати рівень стресу людини та його пом'якшувати у міру виникнення [9].

Іншим оригінальним дослідженням є запропонована система для виявлення психічного стресу за допомогою доплерівського радара. Електромагнітна хвиля, відбита від тіла людини, містить специфічну біометричну модуляцію, якої немає при взаємодії з нерухомими об'єктами. Основною причиною таких змін сигналу для людини в стаціонарному стані є скорочення серця і судин, зворотні рухи серця. Метод точний, простий, відносно легкий у виконанні та безконтактний [77].

Існує система для діагностики стресу за допомогою шкірно-гальванічної реакції і штучного електронного носу [78] (рис. 1.1).

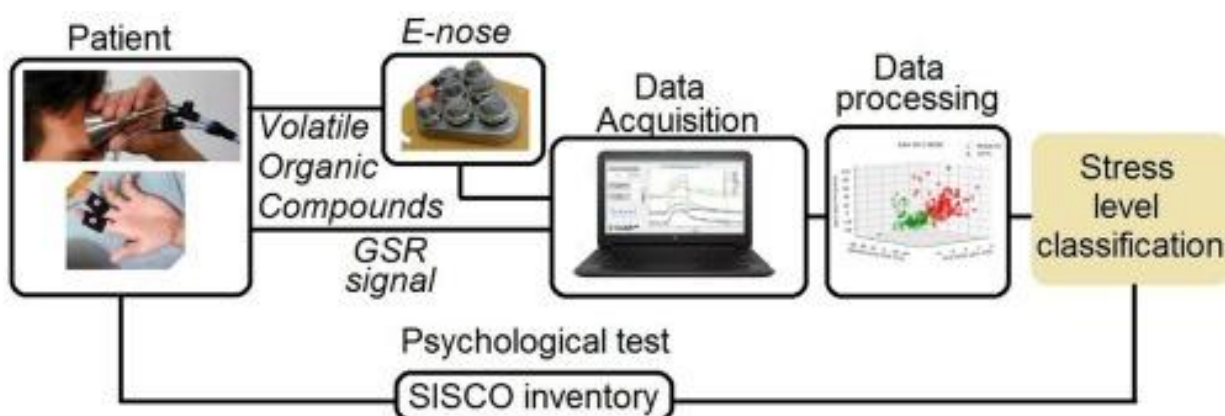


Рис. 1.1. Система для виявлення академічного стресу серед студентів [78]

Відомо, що електропровідність і опір шкіри змінюються в залежності від роботи потових залоз. Потовиділення, в свою чергу, знаходиться під контролем ВНС. При симпатикотонії потовиділення посилюється, провідність шкіри збільшується. Таким чином легко контролювати тонус СНС. Електронна система нюху містить набір газових датчиків і алгоритми, для розпізнавання образів в

поєднанні з методами штучного інтелекту для класифікації певних хімічних сполук. Газові давачі базуються на напівпровідниках з оксиду металів. На лоб пацієнта ставлять металевий розтруб з системою газових давачів, де відбувається процес опрацювання летючих органічних сполук, що містяться в поті. Власне, реєструються сигнали газових давачів, які реагують на летючі органічні сполуки, що виділяються шкірою лоба. Автори стверджують, що за допомогою такої системи можна навіть визначати настрій людини. Адже і леткі органічні сполуки, що виділяються через шкіру, і кортизол, що міститься у біологічних рідинах, є надійними маркерами стресу. Профілі летких органічних сполук визначали і в більш ранніх дослідженнях [79], де навіть відслідковували їх динаміку під впливом розслаблюючої музикотерапії.

Отже, сьогодні актуальними стають автоматизовані системи, носимі гаджети для виявлення стресу. В більшості таких систем старішої версії, в основу були закладені психометричні опитування [80]. Та опитувальна методика базується на суб'єктивному підході, так як людина не завжди може бути відвертою, давати хибні відповіді. Опитувальники нерідко є занадто громіздкими, містять численну кількість запитань, обтяжують стан пацієнта. Тому в окремому варіанті, вони втратили свою популярність. Дедалі більше широкого розповсюдження зазнають системи, які включають фізіологічні показники, сигнали, що слугують маркерами стресу, зокрема ВСР. Проте, на наш погляд, основними критеріями таких систем повинна бути ефективність, інформативність, простота виконання, що відповідає найпростішому неінвазивному методу визначення вегетативного балансу за показниками ВСР.

### 1.5. Системи для музикотерапії

МТ вважається по праву одним з найбільш ефективних методів в роботі психотерапевта, що без особливих зусиль приводить до гармонізації емоційний і психологічний стан людини. Тому активне впровадження цього методу і

створення на основі нього автоматизованих систем, набуває все більшого поширення. Серед існуючих наукових ідей, досить цікавим є дослідження у якому представлено автоматичну систему рекомендацій щодо музики для зняття стресу, для окремих слухачів музики. Дана система включає портативний бездротовий модуль фотоплетизмографії з пальцевим датчиком і програму, яка перетворює сигнали серцебиття від датчика в індекс стресу (індекс симпатовагального балансу), що розраховується на основі ВСП. Цей індекс серед учасників корелював з їхніми заздалегідь визначеними музичними уподобаннями. Зворотній зв'язок системи полягав в тому, що за допомогою індексу система автоматично рекомендувала списки бажаної музики для зняття стресу [11]. Ефект МТ для зняття стресу представлений і у іншій системі [12]. В цьому дослідженні була відібрана високочастотна потужність ВСП (що вказує на парасимпатичну активність) у комплексі з самооцінкою релаксації. Зокрема, самооцінку релаксації оцінювали до та після кожного втручання за візуальними аналоговими шкалами та за шкалою релаксації (RI). У якості втручання були підібрані два жанри музики. Сім сеансів такої терапії мали виражений позитивний вплив у боротьбі з тривогою та депресією [81].

Була запропонована також система для музикотерапії з метою зниження рівня операційного стресу, в основі якої відслідковували НФ. В даному дослідженні продемонстрували активацію парасимпатичної гілки під впливом МТ [82].

Існують дослідження системи, в котрій впливали на піддослідних «Природними звуками» та «Класичною музикою», при цьому спостерігали за даними про стрес. Було відмічено, що група, яка піддавалась впливу звуків природи була єдиною групою, яка відчула значне зниження стресу за вище наведеними трьома показниками [8]. В той час як після прослуховування класичної музики подібних достовірних змін не відбулося. Більше того, у групі «Класичної музики» не було значного зниження частоти пульсу, м'язової

напруги. Власне, в якості маркерів відслідковування стресу застосовували м'язову напругу і пульс.

Отже, сьогодні тільки починає розвиватися робота у напрямку запровадження автоматизованих систем для боротьби зі стресом з допомогою музикотерапії.

## 1.6. Висновки до розділу 1

У розділі 1 розглянуто базові поняття стресу і його відображення у ВСР. Показано унікальність частотного аналізу ВСР у плані індикатора рівня тривожності, стресу. Представлено різноманітні маркери стресу, які в повній мірі можна використовувати для моніторингу психологічного стану та використовувати для побудови автоматизованих систем. Проаналізовано питання вивчення впливу музикотерапії на біооб'єкт, зокрема на стресові показники та параметри ВСР. Відведено важливу роль застосуванню спектральних показників HF, LF, HF/LF для вивчення впливу МТ. Особливу увагу звернено на сьогоднішню актуальність вивчення заспокійливого впливу «Природних звуків» на людину. Проаналізовано сучасні автоматизовані системи, медичні гаджети, які використовуються для діагностики стресу. Описано існуючі автоматизовані системи для МТ. Таким чином представлено подальшу доцільність у вивченні впливу різного жанру МТ на психологічний стан, на маркери стресу, ВСР, зокрема його спектральні складові з метою створення автоматизованої системи зворотного зв'язку.

## РОЗДІЛ 2

### ОСНОВНА ЧАСТИНА

#### 2.1. Методика аналізу артеріальної осцилограми

Як зазначено було вище, стресова реакція викликає зміни фізіологічних показників. Збільшується пульс, напружуються м'язи, підвищується артеріальний тиск, збільшуються об'єми дихальних шляхів у легенях. Власне стрес – це зростаюча, серйозна проблема сучасного суспільства, тому своєчасне виявлення здатне зменшити негативний вплив та попередити перетворення хвороби в хронічну форму. В останні роки, для розробки автоматизованих систем моніторингу стресу з допомогою використанням інтелектуальних пристроїв, вдосконалених алгоритмів, як показано вище, приділяється особлива увага.

Оскільки однією з методик діагностики стресової реакції є ВСР, то було її вибрано у якості маркеру стресу. А так як одними з найбільш інформативних вважаються спектральні характеристики варіабельності серцевого ритму, то зупинились на їх відборі.

Цікавим методом для відбору ВСР, і зокрема її спектральних характеристик, є метод артеріальної осцилографії, запропонований проф. Вакуленко Д. В. [83, 84, 85], де використовується вимірювання АТ за допомогою осцилографічного методу і відбираються осцилограми. Для аналізу артеріальних осцилограм (часового, спектрального, морфологічного) автором [5] розроблено програмне забезпечення. Важливим моментом є те, що показники варіабельності, виміряної за допомогою електрокардіографічного методу, співпадають з даними варіабельності, відібраними за допомогою методу артеріальної осцилографії.

Методика вимірювання АТ передбачає стискання манжеткою верхньої кінцівки, внаслідок чого виникає стрес у відповідь на біль. Перетиснена кінцівка



сигналізує до головного мозку про припинення кровоплину, про гіпоксію в даній ділянці. Ця реакція і є відповіддю судин на компресію. Вона чітко демонструє зв'язок між місцевими механізмами та центральними, що в свою чергу показує стан вегетативної рівноваги і стан мікроциркуляції. Тобто за допомогою даного метода вдається трактувати як стан серцево-судинної системи, так і водночас судин (мікроциркуляції).

Осцилометрія — це вимірювання АТ, за даним принципом сьогодні вимірює більшість автоматичних манжет. При проведенні осцилографічної методики вимірюється осцилограма, яка є функцією амплітуди коливань об'єму крові (зовнішнього тиску), а потім оцінюється АТ за допомогою емпіричного алгоритму [86]. Серед неінвазивних методів вимірювання артеріального тиску осцилометричний метод пропонує найкращі можливості для автоматизації та забезпечує більш точні результати [87].

Вхідними даними системи є зовнішній тиск в манжеті та внутрішньоартеріальний тиск самої крові. Коли манжета надувається до тиску вищого за систолічний, то площа просвіту артерії зменшується до тих пір, поки вона повністю не перекриється. Потім манжету поступово спускають до тиску нижчого за діастолічний, при цьому записують коливання тиску всередині манжети. Вимірний сигнал має форму хвилі, що відображає криву спуску повітря в манжеті. Даний сигнал представлений у вигляді двох основних компонентів: компонента, що повільно змінюється і відображає прикладений тиск в манжеті; компонента у вигляді пульсацій, які спричинені внутрішньоартеріальним тиском, внаслідок взаємодій манжети, руки та артерії. Ці пульсації виділяються за допомогою фільтра високих частот, внаслідок чого отримуємо сформований сигнал - осцилометричну форму хвилі. На сьогоднішній день розроблено багато автоматичних алгоритмів для оцінки систолічного, діастолічного та середнього АТ за даною методикою [88].

Оскільки податливість артерій залежить від трансмурального тиску (зовнішній тиск), амплітуда коливань об'єму крові від піку до піку змінюється

залежно від зовнішнього тиску. Відповідно АТ оцінюється за допомогою функції амплітуди коливань у порівнянні зі зовнішнім тиском (тобто «осцилограми») за допомогою алгоритму.

Використання ПК «Оранта-АО» дає можливість лікарю оцінити ВСР відразу після вимірювання АТ, і відповідно отримати висновки про стан вегетативної рівноваги. Так, за допомогою даного методу є можливим не тільки виміряти АТ, але й провести додаткову оцінку вегетативного гомеостазу. Інформаційна система НАСК «Оранта-АО» [5, 85] дозволяє користувачеві проводити вимірювання певних параметрів, завантажувати їх у систему та отримувати розраховані показники. Отже, представлена робота, пов'язана з застосуванням осциляторного методу для субклінічного дослідження вегетативного дисбалансу.

## 2.2. Методи морфологічного, часового, спектрального аналізу артеріальних осцилограм

З метою морфологічного аналізу осцилограм [85] застосовуються певні критерії, такі як форма, наявність та кількість максимальних осциляцій, поведінка окремих осциляцій під час компресії (амплітуда, кути екстремумів, тощо, наявність дикротичної та додаткових хвиль, а також їх локалізація та величина).

У осцилографічному сигналі виділяють три частини, що залежить від стадії зростання компресії. Так, перша частина триває від початку компресії до моменту стрімкого зростання амплітуди осциляцій. Тоді як тривалість другої частини вимірюється від моменту стрімкого зростання амплітуди осциляцій до її стрімкого зниження, саме даному фрагменту - відповідає значення систолічного тиску, і його тривалість складає з 18-ої по 31 с. І нарешті остання, третя частина триває з 32-ої по 33 с і відповідає максимальній компресії.

Вакуленко Д.В., оцінюючи морфологічний аналіз, в свою чергу, використовує 9 критеріїв [5], котрі позначає буквою М і надає 9 числових індексів значенню М. Перший морфологічний критерій реєструється на початку компресії плеча манжетою і відображає динаміку зміни амплітуди осциляцій. Другий починається при досягненні діастолічного тиску і триває до часу завершення компресії. Даний компонент відображає динаміку зміни амплітуди осциляцій. Третій свідчить про наявність порушення ритмічності осциляцій. При максимальному стисканні плеча можна виявити кількість максимальних за амплітудою осциляцій протягом діастоли, що відповідає четвертому морфологічному параметру. На початку компресії у вигляді верхніх екстремумів форми відслідковуємо п'ятий морфологічний параметр і у вигляді дрібних осциляцій – шостий параметр. Про кількість екстремальних осциляцій - свідчить сьомий. І нарешті, динаміку зміни площі у висхідній частині та відповідно низхідній частині осциляцій, описує восьмий та дев'ятий морфологічні параметри.

Отже, осцилограмі практично здорової особи (рис. 2.1) притаманна ритмічність осциляцій, їхнє амплітудне рівномірне поступове зростання, досягнення максимуму та спадання до кінця дослідження. Також можливим є під час діастоли, у період початку повного стискання судин кількох однакових за амплітудою максимальних осциляцій. При цьому, огинаючи, які створені за максимальними та мінімальними екстремумами, розміщені симетрично. Показнику діастолічного тиску відповідає виражене зростання амплітуди осциляцій на висхідній частині осцилограми, в той час, як під час систолічного тиску - виражене спадання амплітуди осциляцій на низхідній складовій осцилограми.

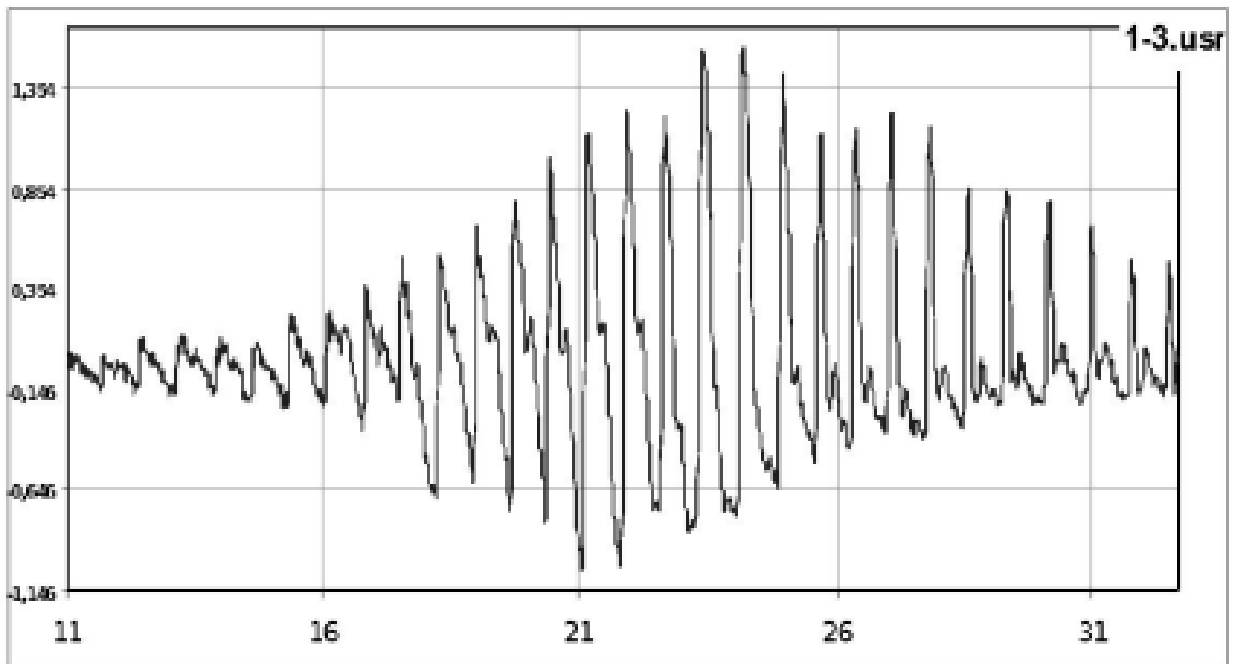


Рис. 2.1. Осцилограма судин плеча здорової людини (юнак, 20 років). Примітка. Вісь X – час (с) реєстрації осциляцій, вісь Y – значення коливань АТ (мм рт. ст.) в манжеті [5]

Часовий аналіз [5], представлений такими показниками: стандартне відхилення різниць між сусідніми нормальними екстремумами (SDSD), кількість послідовних інтервалів (NN50), мода (Mo), амплітуда моди (AMo), варіаційний розмах (BP), індекс вегетативної рівноваги (IBP), вегетативний показник ритму (ВПР), індекс напруги регуляторних систем (IH), триангулярний індекс (HRV-індекс), квадратний корінь середніх квадратів різниці між суміжними екстремумами (RMSSD), стандартне відхилення між екстремумами (RR std).

За допомогою методів спектрального аналізу автор [5] аналізував спектральну потужність за частотою, і застосувавши швидке перетворення Фур'є, показав, що флуктуації охоплюють широкий частотний спектр – від 500 Гц до значень нижче 25 Гц. Таким чином були отримані, співзвучно до інших науковців [89] чотири смуги діапазонів: HF (високочастотний діапазон потужності серця), LF (низькочастотний діапазон потужності серця),  $k = LF/HF$

(коефіцієнт відношення низькочастотного компонента спектру до високочастотного), VLF (дуже низькочастотний діапазон електромагнітної потужності серця) та ULF (наднизькі частоти).

Спектральні методи, що вивчали періодичні процеси, у гемодинаміці були застосовані на початку минулого десятиліття і [90]. У 1981 році Akselrod et al. [91] застосував спектральний аналіз потужності серцевого ритму для оцінки потужності, знайденої в різних діапазонах частот. Так, HF (high frequency) - це показник, що представлений високочастотним діапазоном потужності серця (0,14-0,4 Гц) і відображає парасимпатичну активність. Саме зниження активності даного компонента спостерігається у пацієнтів, що перебувають у стресі, занепокоєнні. Ще, складова високочастотних коливань відома у літературі як «дихальні хвилі» і відображає дихальну синусну аритмію [76]. В той же час LF (low frequency) - це показник, що представлений низькочастотним діапазоном потужності серця (0,04-0,14 Гц) і відображає активність симпатичної регуляції. У людей, що перебувають в умовах емоційного стресу, занепокоєнні, в яких домінує симпатикотонія – спостерігається підвищення даного показника. Коефіцієнт  $k = LF/HF$  віддзеркалює симпатичну активність підкіркового нервового центру, в нормі цей коефіцієнт повинен перевищувати VLF,% [76]. Дуже низькочастотний діапазон (VLF) (very low frequency) відображає інформаційно-енергетичні впливи гуморально-метаболическої і церебрально-ерготропної регуляції серцевого ритму. Діапазон даного показника сягає 0,003 - 0,04 Гц. ULF (ultra-low frequency) характеризує діапазон, нижче 0,003 Гц. Ці хвилі часто пов'язують з дуже низькочастотними біологічними процесами, такими як циркадні ритми або метаболізм.

Отже, безперечно HF і LF є помітними відображеннями парасимпатичної та симпатичної активності відповідно. Відомо також, що знижена варіабельність серцевого ритму[19, 92], водночас активація симпатичної ланки, тобто зростання потужності хвиль серцевого ритму у низькочастотному діапазоні, пов'язані зі стресом, різними психічними розладами, та когнітивними порушеннями.

### 2.3. Методика проведення експерименту

Особливістю цього дослідження було завдання встановити рівень тривожності, зрушення вегетативного балансу у відповідності до цього рівня, оцінити перевірити вплив звуків різної природи на адаптаційно-компенсаторні можливості організму, на зміни у варіабельності серцевого ритму і запропонувати автоматизовану систему для музикотерапії з заспокійливим ефектом.

Для реалізації дослідження було вибрано вибірку з 28-и студентів віком 20-25 років, 18 – дівчат та 10 хлопців. На момент обстеження всі піддослідні були практично здоровими, вважали себе здоровими і в них не спостерігалось ознак жодних захворювань. Крім того, студенти не палили, два дні перед обстеженням не вживали каву і алкогольні напої та не піддавались надмірним фізичним навантаженням.

В усіх студентів вимірювали антропометричні показники, ЧСС, АТ та відбирали артеріальну осцилограму у стані спокою, а потім у такій послідовності: під впливом рок музики, класичної музики та звуків природного середовища. Після зазначеного проводився аналіз спектральних характеристик осцилограми.

Артеріальний тиск вимірювали за допомогою приладу ВАТ41-2 (виробник «ІКС-ТЕХНО»). Апарат реєстрував значення тиску в манжеті під час зростання компресії. Записані дані були експортовані для подальшого опрацювання, за допомогою запропонованих [5, 85] спеціальних програм. Дані осцилограми підлягали спектральному аналізу.

Реєстрація осцилограми була проведена в першій половині дня, в положенні сидячи, виключались зовнішні психогенні чинники. Перед дослідженням проводили коротке опитування про загальний стан і лише, коли студент оцінював свій стан як задовільний, його просили 10 хв відпочити та починали проводити анкетування за допомогою психологічного опитувальника,

що відображало його рівень тривожності, вимірювання тиску і осцилографію. Після проведення вимірів починали впливати п'ятихвилинним прослуховуванням фрагментів «Рок музики» [93], «Класичної музики» [94] та «Природних звуків» [95]. Між аудіовпливами також відбувалась п'ятихвилинна перерва. Слухові подразники для природних звуків було подано за допомогою навушників на рівні 40-60 дБ. Рівні звукового тиску класичної музики були в діапазоні 70-80 дБ, а рок-музики – 100-120 дБ.

Отже, для проведення експерименту (рис. 2.2) були виконані наступні кроки:

1) Закривання очей та відпочинок 10 хвилин в напівлежачому положенні в кріслі (період відпочинку).

2) Оцінка психологічного стану за методикою «Шкала прояву тривожності Тейлора».

3) Вимірювання тиску і відповідний відбір осцилографічних показників, вимірювання частоти серцевих скорочень.

4) П'ятихвилинне прослуховування фрагментів «Рок музики».

5) Вимірювання тиску і відповідний відбір осцилографічних показників, вимірювання частоти серцевих скорочень.

6) П'ятихвилинна перерва на релаксацію.

7) П'ятихвилинне прослуховування фрагментів «Класичної музики».

8) Вимірювання тиску і відповідний відбір осцилографічних показників, вимірювання частоти серцевих скорочень.

9) П'ятихвилинна перерва на релаксацію.

10) П'ятихвилинне прослуховування фрагментів «Природних звуків».

11) Вимірювання тиску і відповідний відбір осцилографічних показників, вимірювання частоти серцевих скорочень.

12) Завершення дослідження.



Рис. 2.2. Методика проведення експерименту

Обстеження проводилось у повній відповідності з етичними рекомендаціями Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації, учасники були повністю проінформовані про хід експерименту і дали письмову згоду.

У досліджуваній вибірці вимірювали антропометричні параметри: зріст, масу тіла, індекс Кетле. Піддослідні суттєво не відрізнялись за індексом Кетле, середні значення якого не відхилялись від норми (19,5-22,9).

Для оцінки психологічного стану пропонували пройти тест за методикою «Шкала прояву тривожності Тейлора» (Manifest Axient Scala, MAS). Тест призначений для діагностування загального рівня особистісної тривожності у дорослих [96]. Американський психолог Джанет Тейлор Спенс розробив його в 1953 році для виміру поведінкових проявів тривожності, соматичних та



емоційних. Мінесотський багатопрофільний особистісний опитувальник (ММРІ - The Minnesota Multiphasic Personality Inventory) послужив основою для складання анкети тесту. Даний тест навіть є актуальним у сфері підбору кадрів, так як люди з високою тривожністю в разі похвали є більш результативними в плані роботи, а зі зниженою тривожністю потребують усвідомлення допущеної помилки. Опитувальник застосовували у редакції М.М. Пейсахова. Його складено з 50-ти запитань. Кожен пункт включає один з типових симптомів тривоги, психічних або тілесних. Пункти були оцінені досліджуваними: «так», «ні», «не знаю». Значення від 21 до 23 балів свідчило про середню вираженість тривоги, 16-20 - нижче середнього, до 15 – як низький. Значення вище 28-50 балів свідчать про високу тривогу і 24-27 – вище середнього.

У якості «Рок-музики» було запропоновано альбом групи Royal Blood [93], в той час як у якості «Класичної музики» використовували твори Шопена (Вальс №19 Ля мінор), Вівальді (Пори року. Весна) [94]. Змішаний звук водних струмочків та птахів у лісовому середовищі використовувався як «Природний звук» [95].

Статистичну обробку результатів проводили з допомогою програм Microsoft Excel і Statistica 6.0. Достовірність результату оцінювалась, застосовуючи критерій Стьюдента. Статистично значимим вважався результат при р-значенні менше 0,05.

При спектральній оцінці осцилограми, проводили аналіз спектрів щільності потужності частотних діапазонів серцевого ритму. Зокрема, піддавались інтерпретації хвилі HF (0,15 – 0,4 Гц) і LF (0,04 – 0,15 Гц).

Проаналізувавши експериментальні дані, було побудовано загальний алгоритм психореабілітаційної автоматизованої системи зворотного зв'язку для музикотерапії. Окремо було продемонстровано структуру біологічного зворотного зв'язку між спектральними компонентами артеріальної осцилограми і музикотерапією.

Враховуючи відносно незначну кількість наукових праць про роль музикотерапії у практиці психотерапевта, було побудовано загальний алгоритм автоматизованого робочого місця психотерапевта з урахуванням музикотерапії.

#### 2.4. Висновок до розділу 2

Отже, для формування експерименту слід керуватися найбільш інформативними показниками для оцінки психологічного стану пацієнта, його рівня тривожності. На нашу думку, такими є окрім опитувальника «Шкала прояву тривожності Тейлора» у модифікації М.М. Пейсахова та вимірювання ЧСС, осцилометрія з опрацюванням спектрального аналізу показників HF, VLF та LF. Оцінюючи порушення вегетативного балансу, доцільно проводити його корекцію, підбираючи фрагменти музикотерапії різних жанрів. Таким чином спростити роботу психотерапевта, створюючи автоматизовану систему зворотного зв'язку для психокорекції із використанням музикотерапії.

## РОЗДІЛ 3

### НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

#### 3.1. Експериментальний доказ впливу музикотерапії на біооб'єкт

3.1.1. Показники рівня тривожності, артеріального тиску та частоти серцевих скорочень у стані спокою

На першому етапі дослідження було відібрано 28 студентів, серед яких 18 – жіночої статі та 10 – чоловічої. Були застосовані такі критерії виключення, як поганий фізичний стан, респіраторне захворювання, порушення слуху тощо.

У студентів були виміряні параметри росту і ваги (табл. 3.1).

*Таблиця 3.1*

#### Антропометричні показники

Параметри	Вік (років)	Зріст (см)	Вага (кг)	Індекс Кетле (кг/м <sup>2</sup> )
Вибірка (n=28)	22,04± 2,69	171,68± 7,32	70,22± 12,15	23,11± 3,49
Юнаки (n=10)	22,28± 2,34	173,68± 5,21	72,15± 10,36	23,28± 3,08
Дівчата (n=18)	21,39± 2,15	163,22± 4,21	62,86± 8,11	21,99± 3,25

Перед обстеженням студенти відпочивали у сидячому положенні 15 хв. Після чого оцінювали психологічний стан за методикою «Шкала тривожності Тейлора» у редакції М.М. Пейсахова і було виміряно АТ, частоту серцевих скорочень та відібрано осцилограми. Тобто фізіологічні показники реєстрували після періоду відпочинку та аудіостимуляції.

Загальновідомим є той факт, що студенти істотно піддаються стресовому навантаженню, тому рівень тривожності є тим фактором, який потрібно відслідковувати і корегувати. Студентам із низьким рівнем тривожності, наприклад, буде легше мобілізувати внутрішні ресурси та долати перешкоди.

Результати за шкалою тривоги представлено у таблиці 3.2. Відсотковий розподіл рівня тривожності також зображено на рис. 3.1.

Таблиця 3.2

### Оцінка рівня тривожності за Тейлором

Показник	Низький рівень (кількість студентів, %)	Рівень нижче середнього (кількість студентів, %)	Середній рівень (кількість студентів, %)	Рівень вище середнього (кількість студентів, %)
Шкала тривожності Тейлора	3 (11%)	5 (18%)	11 (39%)	9 (32%)

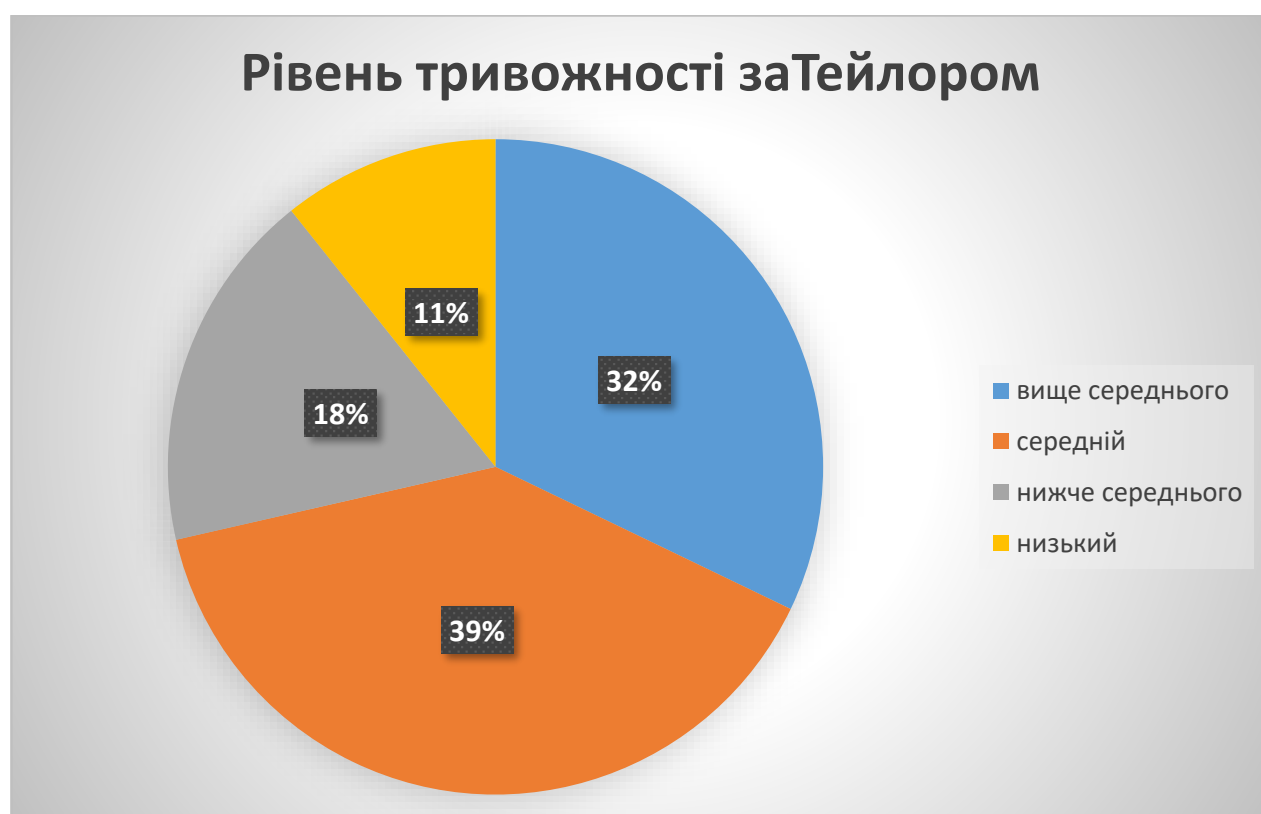


Рис. 3.1. Відсотковий розподіл рівня тривожності за Тейлором

Вище наведені показники вказують на неоднаковий рівень психічної готовності до стресових ситуацій серед студентів. Так, високого рівня тривожності не спостерігали в жодному випадку, проте рівень вище середнього було відмічено у 32 % досліджуваних. Студенти з вище середнього рівнем тривожності представляли особливу зацікавленість, так як вони важче пристосовувались, складніше орієнтувалися у нових аспектах інформації, тому для них стресові ситуації представляють найбільшу небезпеку, заважають у освоєнні теоретичного та практичного матеріалу. У таких студентів спостерігалась надмірна емоційність та занижена самооцінка. Студенти з середнім рівнем тривожності були на межі розподілу і ця вибірка складала найбільшу кількість (39%). В той же час, слід зазначити, що низький рівень тривоги спостерігався лише у 11 % респондентів, що вказувало на їхню стресостійкість, впевненість у мінливих ситуаціях, пристосованість до навколишнього середовища. Дані юнаки та дівчата володіли стабільним емоційним станом, і відмічали здатність ефективніше адаптуватися до нових умов. Незначну частку (18%) складали також студенти з нижче середнього рівнем тривожності.

Високий рівень тривожності в ході експерименту не спостерігався в жодному випадку. Даний факт вказував на те, що у вибірці відсутні люди, яким вкрай була необхідною допомога психолога. В той час, як рівень вище середнього вказував на потребу у відпочинку для таких студентів тощо. Тому зацікавленість у впливі музикотерапії на таку вибірку була особливою.

Оскільки стрес супроводжується активацією симпатичної гілки вегетативної нервової системи, що змінює показники частоти серцевих скорочень та артеріального тиску, то проводили дослідження даних параметрів серед обстежуваної вибірки, що відображено в таблицях 3.3 та 3.4. Ці дані були співзвучні з багатьма дослідженнями.

Таблиця 3.3

**Параметри артеріального тиску та частота серцевих скорочень у стані спокою**

Параметри	Студенти (n=28)
Систолічний артеріальний тиск (мм рт. ст.)	116,25± 2,32
Діастолічний артеріальний тиск (мм рт. ст.)	76,31± 3,88
Частота серцевих скорочень (уд./хв.)	75,99± 2,42

Таблиця 3.4

**Параметри артеріального тиску та частота серцевих скорочень у стані спокою з урахуванням рівня тривожності**

Параметри	Низький рівень (n=3)	Рівень нижче середнього (n=5)	Середній рівень (n=11)	Рівень вище середнього (n=9)
Систолічний артеріальний тиск (мм рт. ст.)	112,66± 3,86	112,98± 4,09	116,95± 4,11	120,15± 2,41*
Діастолічний артеріальний тиск (мм рт. ст.)	68,22± 2,65	72,23± 4,71	75,15± 3,98#	81,06± 2,65*
Частота серцевих скорочень (уд./хв)	71,85± 1,98	73,18 ± 2,66	76,21± 2,15	79,22± 5,16*

Примітка:

\* – достовірні зміни між низьким рівнем тривожності і рівнем вище середнього (p<0,05);

# – достовірні зміни між низьким рівнем тривожності і середнім (p<0,05).

Аналізуючи вище наведені дані, можна відмітити, що артеріальний тиск і частота серцевих скорочень були достовірно вищими серед студентів з рівнем тривожності вище середнього за Тейлором, ніж у вибірці з низьким рівнем тривожності. Достовірною вважали різницю при  $p < 0.05$ . Також рівень діастолічного тиску серед студентів з середнім рівнем тривожності достовірно перевищував аналогічний показник групи з низьким рівнем тривожності. Вище наведені результати свідчать про прямий вплив рівня тривожності на артеріальний тиск і частоту серцевих скорочень. Збільшення рівня тривожності суттєво підвищує відповідні показники. Коефіцієнт кореляції зокрема між показниками систолічного артеріального тиску і рівнем тривожності складає 0,75, що свідчить про високий кореляційний зв'язок (рис. 3.2).

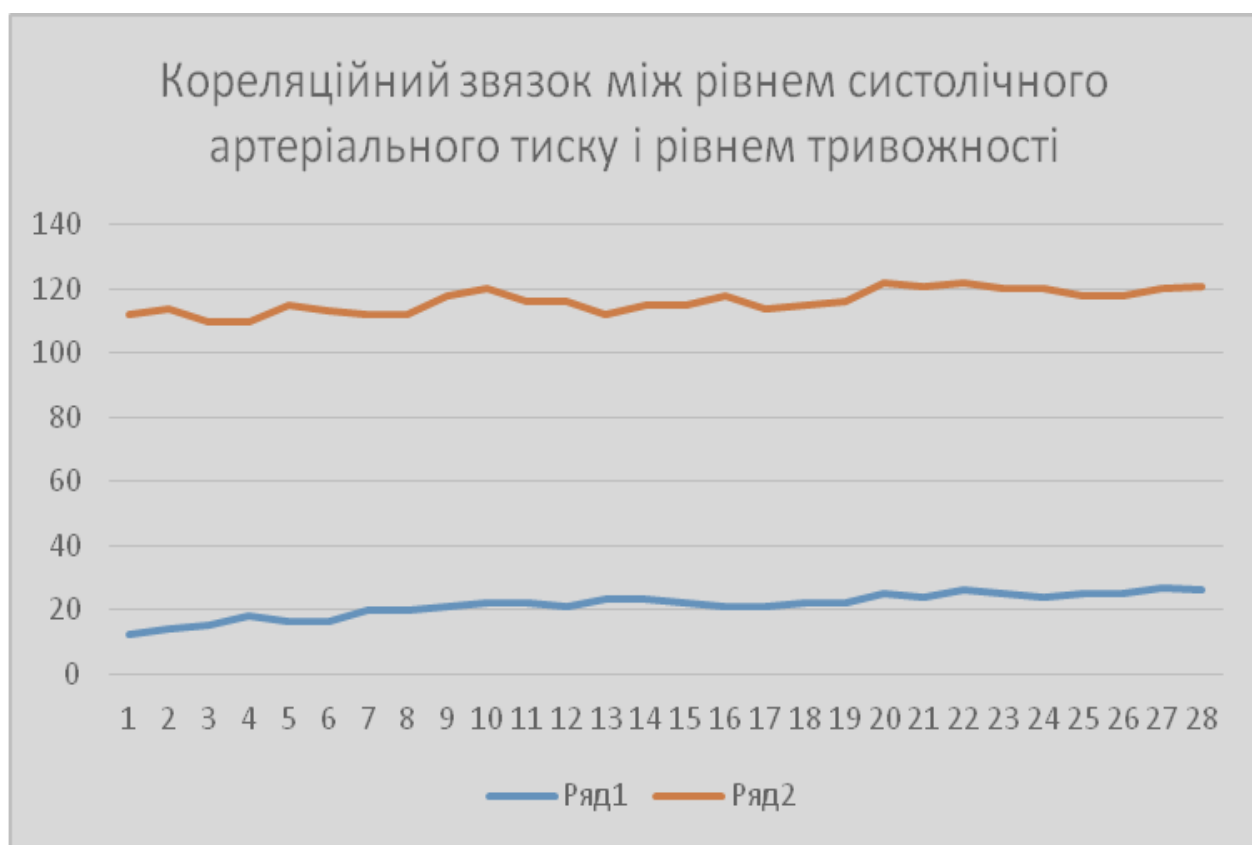


Рис. 3.2. Точкова діаграма кореляційного зв'язку між показниками систолічного артеріального тиску і рівнем тривожності за Тейлором (примітка:  $r = 0,75$ ; Ряд1 – рівень тривожності; Ряд2 – рівень систолічного артеріального тиску)

Отже, рівень тривожності серед студентів, визначений за «Шкалою прояву тривожності Тейлора» у редакції М.М. Пейсахова, був неоднаковим серед студентів. Хоча високий рівень тривоги не констатували в жодному випадку, що свідчило про відсутню потребу у спеціалізованій допомозі, проте рівень вище середнього домінував серед 32% респондентів. Саме цей рівень заслуговував особливої уваги і тісно корелював з надмірною емоційністю і заниженою самооцінкою. Паралельно до зростання рівня тривожності відслідковували достовірне підвищення артеріального тиску, як систолічного, так і діастолічного та частоти серцевих скорочень.

### 3.1.2. Показники артеріальної осцилограми у вихідному стані спокою

Проаналізувавши дані осцилометричних параметрів, відібраних за допомогою осцилометричного тонометра, зосередили увагу на спектральних показниках в процентах від сумарної спектральної потужності, а саме: HF, VLF, LF та ULF. Враховували той факт, що спектральний аналіз варіабельності серцевого ритму є найпростішим і неінвазивним засобом для дослідження симпатовагального балансу. Так, високочастотна потужність HF відображає парасимпатичну систему, тоді як низькочастотна потужність LF – симпатичну. ULF-спектр ультранизької частоти в більшій мірі відображає вищі центри регуляції і маркер дуже низької частоти, а VLF – вказує на активність гуморально-метаболических впливів на серцеву діяльність та вважається маркером зв'язку автономних рівнів регуляції з надсегментарними. Хоча є ряд наукових публікацій, де розглядають даний спектр як маркер симпатикотонії.

В таблиці 3.5 представлено спектральну потужність артеріальних осцилограм у стані спокою.

Було проведено кореляцію між показниками рівня тривожності за Тейлором та спектральним аналізом артеріальних осцилограм. Зокрема, на рис. 3.3 показано тісний «зворотній» кореляційний зв'язок між високочастотним



спектром HF і показником рівня тривожності за Тейлором, при коефіцієнті кореляції  $r = -0,81$ .

Таблиця 3.5

### Спектральний аналіз артеріальних осцилограм у стані спокою

Показники	Стан спокою
% ULF	4,89±0,68
% VLF	23,58±5,21
% LF	33,24±2,41
% HF	38,29±3,12

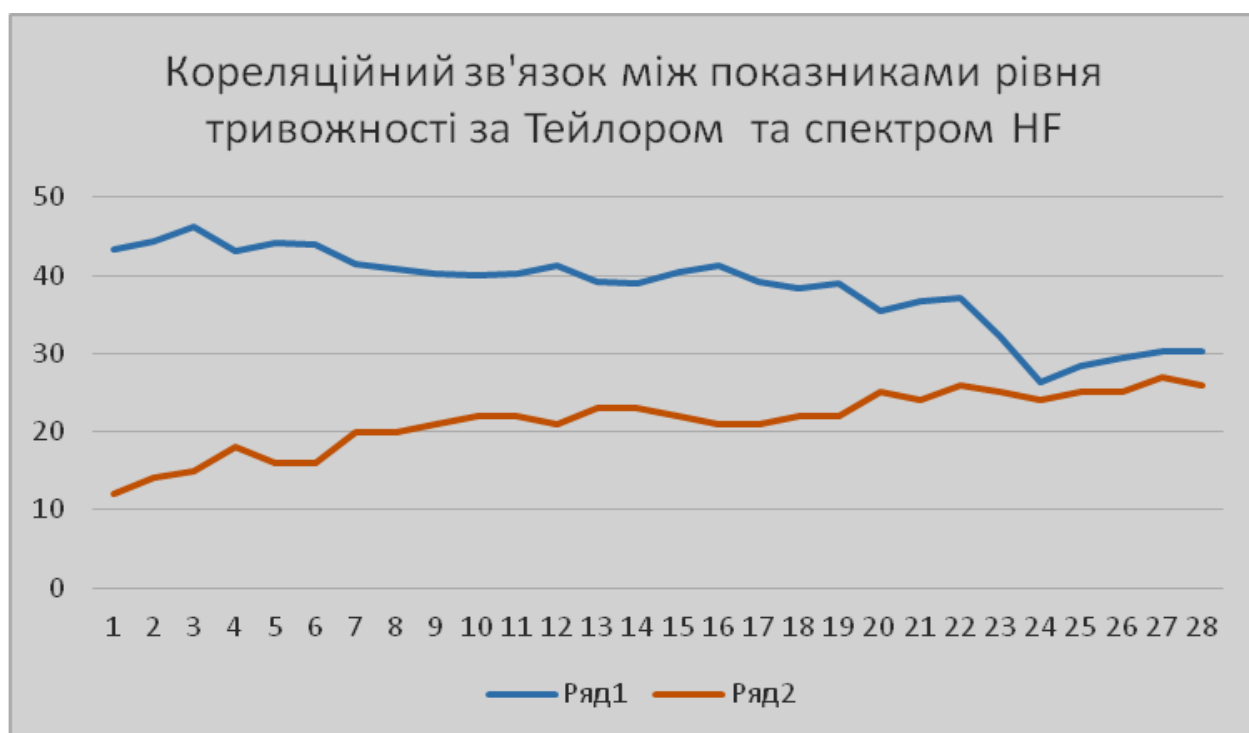


Рис. 3.3. Точкова діаграма кореляційного зв'язку між спектром HF і рівнем тривожності за Тейлором (примітка:  $r = -0,81$ ; Ряд1 – HF (високочастотний компонент спектра серцевого ритму); Ряд2 – рівень тривожності)

В протилежному напрямку спостерігалася кореляція між LF та тривожністю. Так, на рис. 3.4 представлено тісний кореляційний зв'язок між низькочастотним спектром LF і показником рівня тривожності за Тейлором, при коефіцієнті кореляції  $r = 0,89$ .

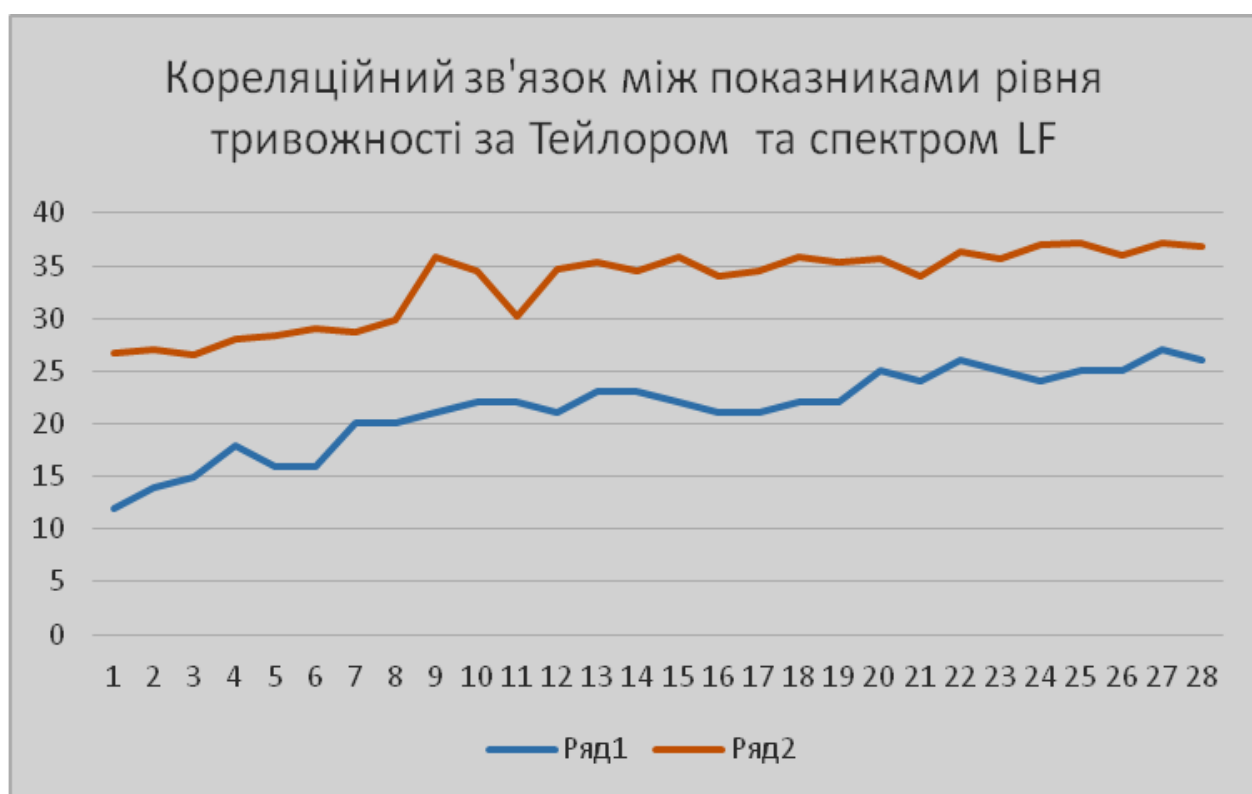


Рис. 3.4. Діаграма кореляційного зв'язку між спектром LF і рівнем тривожності за Тейлором (примітка:  $r = 0,89$ ; Ряд1 – рівень тривожності; Ряд2 - LF (низькочастотний компонент спектра серцевого ритму))

Аналізуючи, вище наведені дані, відмітили кореляцію, і відповідно між високочастотним спектром HF та низькочастотним – LF. Рисунок 3.5 показує виражений зворотній кореляційний зв'язок між спектральними компонентами HF і LF.

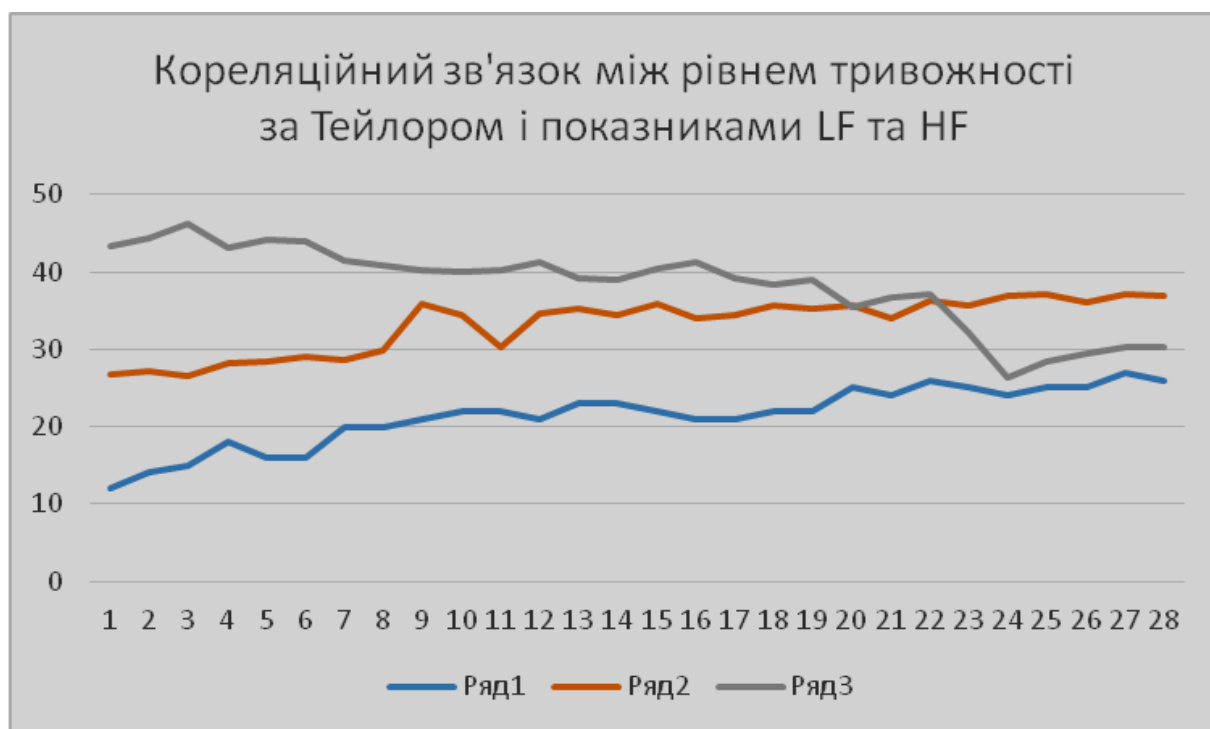


Рис. 3.5. Кореляційний зв'язок між спектрами HF, LF і рівнем тривожності за Тейлором (примітка: між показниками HF, LF  $r = -0,76$ ; Ряд1 – рівень тривожності; Ряд2 - LF (низькочастотний компонент спектра серцевого ритму); Ряд3 - HF (високочастотний компонент спектра серцевого ритму))

Отже, між рівнем тривожності та показниками, які характеризують вегетативний баланс існує взаємозв'язок. Високий рівень тривожності асоційований з підвищеними значеннями LF, в той час коли при низькому рівні тривожності домінуючим є показник HF. Тому спектральні компоненти можна використовувати у вигляді маркера як вегетативного балансу, так і, відповідно рівня тривожності.

### 3.1.3. Показники артеріального тиску та частоти серцевих скорочень під впливом музикотерапії

Як було наведено вище, після вимірювання артеріального тиску і відповідної реєстрації осцилограм, частоти серцевих скорочень, продовжували наш експеримент у вигляді почергового п'ятихвилинного прослуховування

фрагментів «Рок музики», «Класичної музики» та «Природніх звуків» з п'ятихвилинними відповідними перервами між аудіосимуляцією жанрами музики. Власне, підраховали частоту серцевих скорочень та артеріальний тиск під впливом різних жанрів музики, що відображено в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6

**Параметри артеріального тиску та частота серцевих скорочень після впливу музикотерапії**

Параметри	Стан спокою	Рок музика (n=28)	Класична музика (n=28)	Природні звуки (n=28)
Систолічний артеріальний тиск (мм рт. ст.)	116,25± 2,32	122,89± 2,28*	118,63± 2, 94	111,95± 2,39***
Діастолічний артеріальний тиск (мм рт. ст.)	76,31± 3,88	82,05± 3,12	78,15± 3,49	75,15± 3,98
Частота серцевих скорочень (уд./хв.)	75,99± 2,42	82,39± 1, 98*	76,32± 2,06**	70,21± 2,09***

Примітка:

Достовірні зміни між вихідним станом спокою і «Рок-музикою» ( $p < 0,05$ )\*.

Достовірні зміни між «Рок музикою» і «Класичною музикою» ( $p < 0,05$ )\*\*.

Достовірні зміни між «Класичною музикою» і «Природніми звуками» ( $p < 0,05$ )\*\*\*.

Так, після прослуховування «Рок-музики» відмітили достовірне підвищення систолічного тиску та частоти серцевих скорочень у порівнянні з вихідним станом, в той час як діастолічний тиск також мав тенденцію до підвищення, проте ця зміна була недостовірною. Внаслідок п'ятихвилинного впливу «Класичної музики» спостерігалась лише тенденція до зменшення

артеріального тиску, як систолічного так і діастолічного, проте достовірної різниці не відмічали. А частота серцевих скорочень зменшилась достовірно ( $p < 0,05$ ) в порівнянні з впливом «Рок-музики», що ймовірно свідчило про заспокійливий ефект. Вплив «Природніх звуків» зменшив достовірно ( $p < 0,05$ ) як систолічний артеріальний тиск, так і частоту серцевих скорочень, проте діастолічний тиск мав лише тенденцію до зменшення і достовірно не різнився.

Отже, найістотніший вплив на показники тиску та частоти серцевих скорочень здійснила «Рок-музика» і «Природні звуки», проте у протилежних напрямках.

#### 3.1.4. Артеріальні осцилограми після впливу музикотерапії

Для того, щоб перевірити вплив різних жанрів музики на вегетативний гомеостаз, застосовували, як було наведено вище, музикотерапію у вигляді «Рок музики», «Класичної музики» та аудіофайлів з «Природніми звуками», що відображено у таблиці 3.7.

Таблиця 3.7

#### Спектральний аналіз показників артеріальних осцилограм після музикотерапії

Параметри	Стан спокою	Рок музика	Класична музика	Природні звуки
%ULF	4,89±0,68	4,38±0,35	3,19±1,89	5,32±1,99
%VLF	23,58±5,21	26,45±2,05	24,73±1,14	21,89± 0,93***
%LF	33,24±2,41	38,96± 2,84*	33,12±2,65**	27,94± 1,93***
%HF	38,29± 3,12	30,21± 3,89*	38,96± 2,16**	44,85± 2,89***

Примітка:

Достовірні зміни між вихідним станом і «Рок музикою» ( $p < 0,05$ )\*.

Достовірні зміни між «Рок музикою» і «Класичною музикою» ( $p < 0,05$ )\*\*.

Достовірні зміни між «Класичною музикою» і «Природніми звуками» ( $p < 0,05$ \*\*\*).

Після прослуховування «Рок музики» у піддослідних спостерігалась активація симпатичної ланки вегетативної нервової системи, яка була відображена у достовірному підвищенні ( $p < 0,05$ ) процентного вмісту LF та VLF. Проте даний вплив пригнічував парасимпатичний контур, що прослідковувалось у достовірному зменшенні параметру HF ( $p < 0,05$ ). Внаслідок аудіостимуляції «Класичною музикою», показник LF навпаки достовірно зменшився до початкового рівня, а VLF проявляв тенденцію до зменшення. В той час, параметр HF достовірно зріс ( $p < 0,05$ ), відновлюючись до вихідного рівня. Проте в більшій мірі тенденція активації парасимпатичної ланки вегетативної нервової системи проявилась після прослуховування «Природніх звуків». Так, внаслідок такої аудіостимуляції, показник HF достовірно збільшився ( $p < 0,05$ ) у порівнянні з аналогічним показником після «Класичної музики», в той час як параметри LF та VLF достовірно зменшились. Ці дані співпадають з думкою багатьох авторів, яка підтверджувала заспокійливий ефект «Класичної музики» та «Природніх звуків».

Отже, більш виражений рівень тривоги корелював з надмірною емоційністю і заниженою самооцінкою, достовірним підвищенням артеріального тиску та частотою серцевих скорочень. Тісний кореляційний зв'язок відмічено між рівнем тривожності та показниками вегетативного балансу. Високий рівень тривожності корелював з підвищенням LF, в той час як низький - з підвищенням HF. Тому рівень тривожності можна відслідковувати і за показниками LF та HF.

Під впливом «Рок музики» відбулись достовірні зміни підвищення частоти серцевих скорочень і систолічного артеріального тиску, в той час як «Класична музика» достовірно знизила лише частоту серцевих скорочень, а «Природні звуки» достовірно знизили систолічний артеріальний тиск і частоту серцевих скорочень у порівнянні навіть з «Класичною музикою», що вказує на найбільше виражений релаксуючий ефект у даного музичного жанру.

Відмітили різнонаправлений вплив різних жанрів музики на вегетативний баланс. «Рок музика» сприяла активації симпатичного балансу (достовірне підвищення LF та зниження HF), в той час як і «Класична музика» і «Природні звуки» проявляли релаксуючу терапію у вигляді зміщення вегетативного балансу у сторону парасимпатикотонії (достовірне зниження LF та підвищення HF). А «Природні звуки» ще й достовірно знизили показник VLF.

3.2. Інформаційні можливості створення автоматизованої системи з музикокорегуючим впливом для психотерапевта

3.2.1. Алгоритмічне моделювання автоматизованої системи зворотного зв'язку для музикотерапії

Під час біологічного зворотного зв'язку з'являється можливість відбирати сигнал від біооб'єкту і водночас його коректувати. В даній ситуації, за допомогою осцилометричної методики відбираються осцилограми вимірювачем артеріального тиску ВАТ 41-2, які передаються на мобільний додаток, звідти на хмарний сервер, а з хмарного середовища на блок аналізу спектральних компонентів осцилограми. Тоді інформація передається на автоматизоване робоче місце психотерапевта, з якого автоматично, у відповідності до показників спектрального аналізу, подається на блок «Музикотерапії», який включає відповідно різні жанри музики, які подаються для аудіовпливу на пацієнта (рис. 3.6).

Отже, для автоматизації технологічного процесу психотерапевта із використанням музикотерапії, доцільним є запровадження автоматизованої системи з індивідуальним підходом, а саме системи зворотного біологічного зв'язку. Даний зв'язок чітко представлений відбором осцилографічних показників від пацієнта, їх аналізом і можливістю корекції за допомогою музикотерапії.

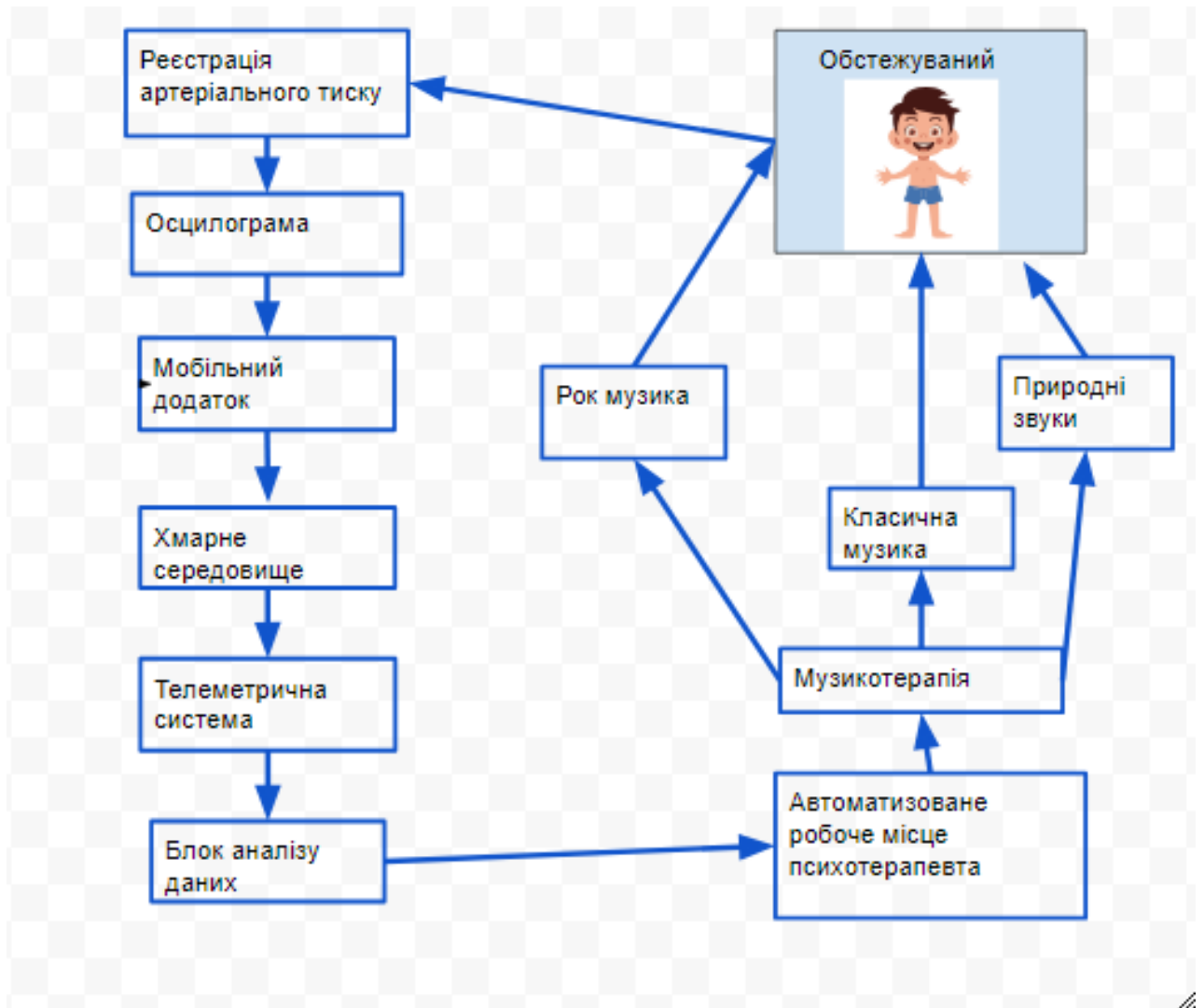


Рис. 3.6. Загальний алгоритм психореабілітаційної автоматизованої системи зворотного зв'язку для музикотерапії

Залежність між значенням осцилографічних показників і відповідним психокорегуючим впливом певного музичного жанру, представлена на рисунку 3.7, де чітко представлено принцип роботи зворотного зв'язку у даній автоматизованій системі. Якщо домінуючою ланкою у вегетативній нервовій системі обстеженого є симпатична гілка (підвищення рівня тривожності), що буде співзвучним з підвищенням низькочастотного компонента LF, можливим підвищенням VLF, то буде подаватись у мобільному додатку «Класична музика» в поєднанні з «Природними звуками», під контролем наступних вимірів



спектральних компонентів. Коли ж домінуючим буде високочастотний компонент HF, що асоціюється із зниженим рівнем тривожності, то можна взагалі нічим не впливати, або для певної корекції балансу можна спробувати подавати «Рок музику».

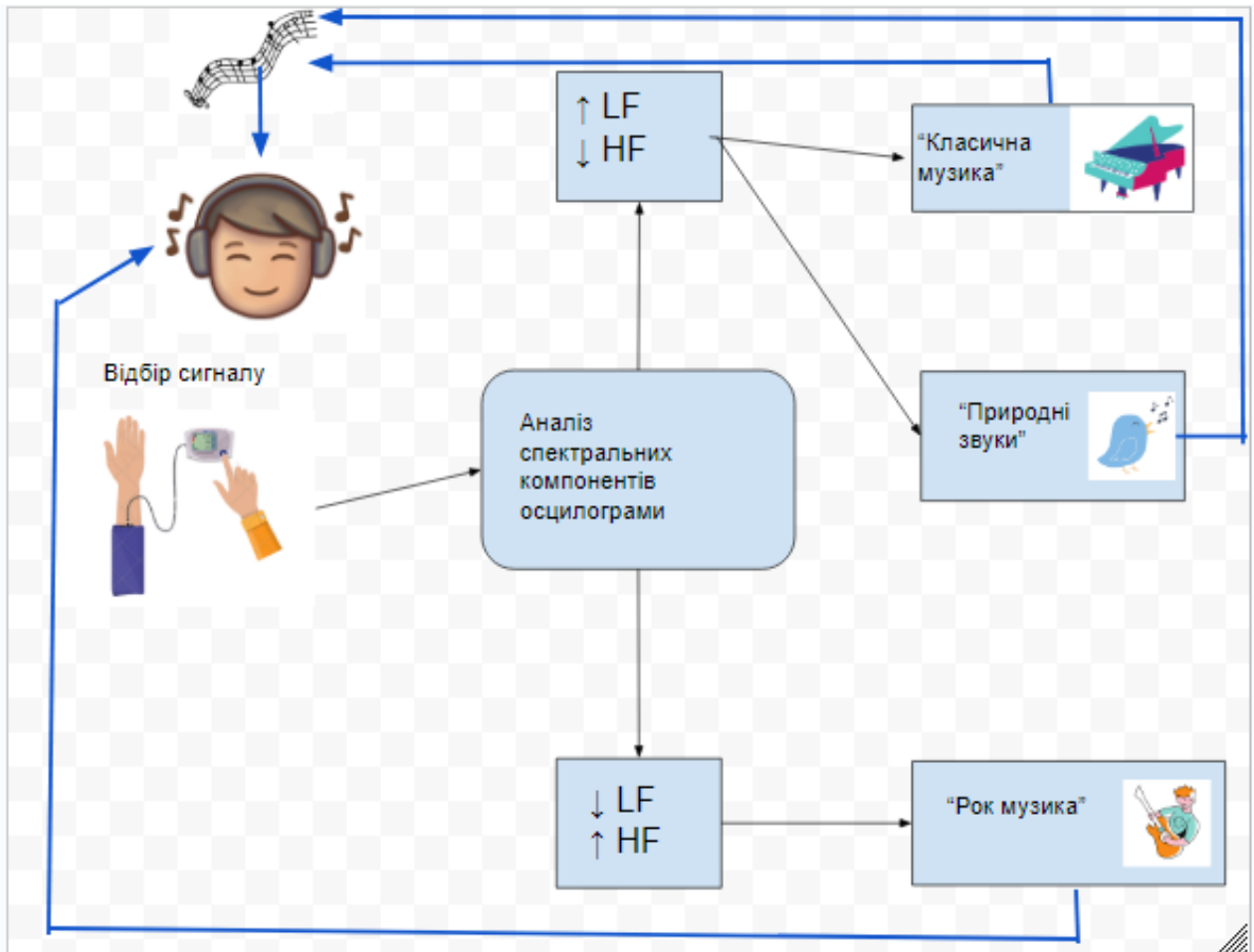


Рис. 3.7. Структура біологічного зворотного зв'язку між спектральними компонентами артеріальної осцилограми і впливаючим чинником (музикотерапія)

Отже, з рисунку 3.7 наглядно видно, що у якості індикатора для підбору музичних жанрів слугують високочастотні та низькочастотні компоненти: HF та відповідно LF.

### 3.2.2. Алгоритмічне моделювання автоматизованого місця психотерапевта з урахуванням музикотерапії

Сьогодні все інтенсивніше впроваджуються у практику автоматизовані робочі місця у різних галузях медицини. Автоматизоване робоче місце лікаря – це комплекс, який забезпечує створення відповідної бази даних у певних напрямках, обробку інформації і прийняття рішень. Все частіше включають в такі застосунки телемедичні автоматизовані системи, системи зі зворотнім зв'язком та поєднані зі штучним інтелектом. У майбутньому, вся система охорони здоров'я матиме бездротові пристрої, які будуть моніторити стан здоров'я пацієнтів, а хмарні середовища і штучний інтелект допоможуть удосконалювати дані методики. Пропонуємо автоматизоване робоче місце психотерапевта із вмонтованою психорелаксуючою автоматизованою системою зворотного зв'язку для музикотерапії. У такому автоматизованому середовищі можна зберігати всю інформацію про пацієнта, своєчасно виявляти загрозові стани, екстремальні емоції, тобто діагностувати психологічний стан, піддавати його різного роду корекції, зокрема музикотерапії. Також є можливим відслідковувати психологічний стан у відповідь на вплив музикотерапії (зворотній зв'язок). Таким чином, ефективний моніторинг психологічного стану пацієнта є домінуючим у роботі психотерапевта. Для здійснення вище наведених можливостей застосовується реєструюча апаратура (вимірювач тиску для відбору осцилограм), мобільний додаток для передачі осцилограми у хмарне середовище і на робоче місце психотерапевта, де знаходяться блоки для обробки і аналізу інформації. Тобто, крім вмонтованої системи для діагностики стресу і музикотерапії, дане автоматизоване робоче місце повинно містити і інші елементи, які необхідні для повноцінної роботи психотерапевта. Всі ці моменти представлено на рис. 3.8.

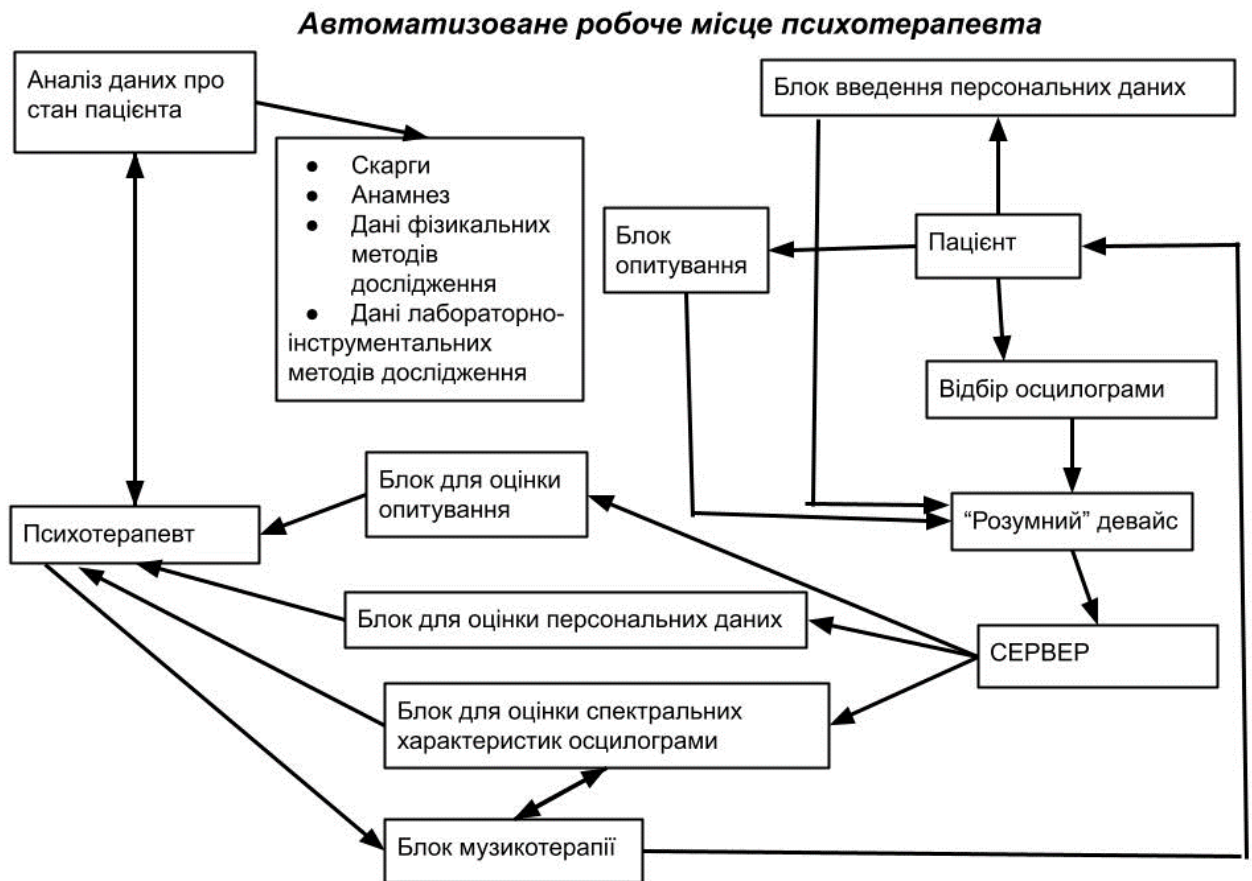


Рис. 3.8. Загальний алгоритм автоматизованого робочого місця психотерапевта з урахуванням музикотерапії

Після спектральної оцінки осцилограми, зокрема, система видає певний висновок і починає підбирати зворотній вплив на біоб'єкт за допомогою різних жанрів музики.

Власне, запропоновано новий підхід щодо психологічної діагностики і психологічної корекції, психологічної реабілітації, загальний алгоритм якого представлений на рисунку 3.9. В цій схемі показано, що рівень тривожності пацієнта можна оцінити як за даними спеціальних опитувальників, так і за варіабельністю серцевого ритму. Ми пропонуємо у якості опитувальника застосовувати «Шкалу прояву тривожності Тейлора» у модифікації М.М. Пейсахова, а для відбору варіабельності – використати метод артеріальної

осцилографії з відбором осцилограм. З показників варіабельності виділяємо спектральні показники HF і LF, які характеризують вегетативну рівновагу і відображають порушення вегетативного балансу у сторону ваготонії чи симпатикотонії. Враховуючи вище представлене дослідження неоднакового впливу різних музичних жанрів на стан вегетативної нервової системи, пропонуємо впливати різними жанрами музики в залежності від рівня спектральних компонентів HF і LF. Отже, для психологічної корекції високого рівня тривожності вважається найбільш доцільне прослуховування «Природних звуків».

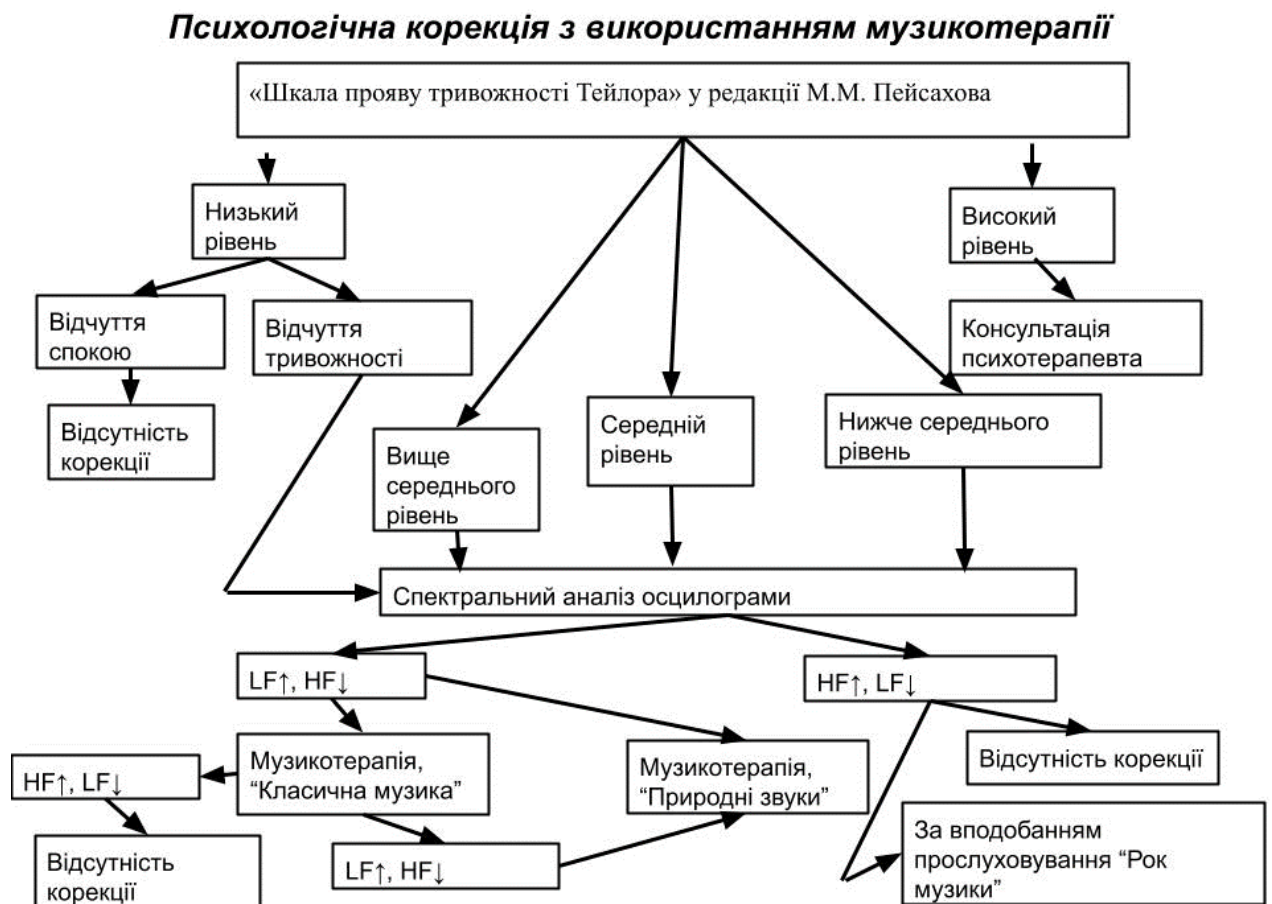


Рис. 3.9. Загальний алгоритм призначення музикотерапії як психологічної реабілітації

Після проведення більш широкомасштабних досліджень та доопрацювання, представлена автоматизована система може бути доповнена іншими маркерами стресу, релаксаційними методиками і запропонована для застосування у практичній діяльності психотерапевта.

### 3.3. Висновок до розділу 3

Виявлено тісну кореляцію між рівнем тривоги, надмірною емоційністю, підвищенням рівня артеріального тиску та частотою серцевих скорочень, спектральними компонентами варіабельності серцевого ритму - LF та HF. Підтверджено доцільність моніторингу показників LF та HF для виявлення рівня тривожності, стресу.

Продемонстровано неоднаковий вплив різних музичних жанрів на стан вегетативної рівноваги. Дослідження з'ясувало, що природна слухова стимуляція («Природні звуки») в найбільшій мірі викликала фізіологічні та психологічні аспекти релаксації. Подібні результати психокорегуючого впливу показала «Класична музика». Ці результати свідчать про те, що дану музику доцільно використовувати як психорелаксуючий засіб.

Для практики психотерапевта запропонована нова автоматизована система зворотного зв'язку для музикотерапії, що базується на відборі спектральних компонентів варіабельності серцевого ритму, які слугують відображенням стану вегетативного балансу та зворотного психорелаксуючого впливу музики на біооб'єкт. На основі цієї системи запропоновано загальний алгоритм автоматизованого робочого місця психотерапевта для моніторингу психологічного стану та психорелаксації за допомогою музики, з урахуванням різних жанрів музикотерапії.

## РОЗДІЛ 4

### ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

#### 4.1. Стрес і його вплив на безпеку праці

Найбільшою загрозою для психологічного здоров'я людини є стрес. Визначення даного терміну зробив канадський дослідник з угорськими коренями Ганс Сельє.

Для позначення «хорошого стресу» Сельє ввів термін «еустрес», а «поганого стресу» - «дистрес», що означає біль або страждання. Пізніше Сельє зауважив, що значний стрес прискорює процеси старіння, й запропонував розглядати даний термін, як міру зношеності організму. Сельє відзначав, що стрес може бути і корисним, в тому випадку коли «тонізує роботу організму і допомагає мобілізувати захисні сили (імунну систему). Найближчий китайський ієрогліф, який описує поняття «стрес», перекладається європейськими мовами також як «криза». Він складається з двох знаків, розташованих поряд один з одним. Перший означає «небезпека», а другий – «можливість».

У 1972 р. Всесвітня організація охорони здоров'я прийняла таке визначення: стрес – це неспецифічна (тобто одна й та сама на різні подразники) реакція організму на будь-яку висунуту до нього вимогу. Стрес – це відповідь на загрозу, реальну чи уявну.

У сучасній науковій літературі під терміном «стрес» розуміємо три значення: 1) стрес може визначатися як будь-які зовнішні стимули чи події, які викликають у людини напругу або збудження; 2) стрес може відноситися до суб'єктивної реакції і в цьому значенні він відображає внутрішній психічний стан напруги і збудження; цей стан інтерпретується як емоції, оборонні реакції. Такі процеси можуть сприяти розвитку і вдосконаленню функціональних систем та викликати психічну напругу; 3) стрес може бути фізичною реакцією організму на вимогу або шкідливий вплив. В такому ж сенсі В. Кеннон і Г. Сельє вживали

цей термін. Функцією цих фізичних (фізіологічних) реакцій, імовірно, є підтримка поведінкових дій і психічних процесів з подолання цього стану.

Термін “посттравматичний стресовий розлад (ПТСР)” був вперше запропонований М. Хоровіц. Ним були розроблені діагностичні критерії ПТСР, які були прийняті за основу при складанні Американської класифікації хвороб. Відповідно до МКХ-10 (Міжнародного класифікатора хвороб — основного діагностичного стандарту в європейських країнах) визначається, що услід за травмуючими подіями, які виходять за межі звичайного людського досвіду, може розвиватися посттравматичний стресовий розлад (ПТСР). Під “звичайним” людським досвідом розуміють такі події, як: • втрата близької людини, що відбулася через природні причини; • важка хронічна хвороба; • втрата роботи; • сімейні конфлікти тощо [97].

Негативний вплив стресу пов'язаного з трудовою діяльністю на організм людини призвів до того, що в Міжнародній класифікації хвороб (МКБ-10) професійний стрес було виділено в окрему рубрику. Тож, без сумніву, проблема стресу на робочому місці, у зв'язку з його впливом на стан здоров'я, а також працездатність, продуктивність і якість праці є надзвичайно актуальною.

Коли йде мова про стресові ситуації на роботі, то передусім розуміємо очікування, пов'язане зі страхом звільнення, невиконання планів, демонстрації своєї некомпетентності, конфлікту з керівництвом або командою. Фахівці виділяють п'ять різновидів стресу: 1) фізіологічний стрес - результат фізичної перевтоми, яка викликано недосипанням, недоїданням людини або важкими навантаженнями; 2) психологічний стрес - витікає з невпевненості в майбутньому, несприятливих відносин з навколишніми; 3) емоційний стрес - виникає через надто сильні почуття - страху, радості (даний вид стресу трапляється не тільки у випадку небезпеки, але і внаслідок несподіваної радості); 4) інформаційний стрес - виникає у людини, що володіє дуже малим або дуже великим обсягом інформації; 5) управлінський стрес - виникає, коли ризик

рішень, що приймаються або відповідальність за дії дуже велика і не відповідає моральній стійкості людини або її посаді.

Стрес істотно знижує ефективність роботи людини, тому керівнику необхідно створити такі умови для роботи, в яких його співробітники будуть відчувати себе спокійно і упевнено. Стрес прямо або непрямо збільшує витрати на досягнення цілей підприємства. Якщо дія стресів виявляється дуже тривалою, вони створюють реальну небезпеку. Однак як було сказано вище, стрес може мати і позитивне значення. Викликаний новою складною ситуацією, стрес може дати імпульс до мобілізації всіх сил для її вирішення і відкрити новий етап в розвитку людини, але тільки протягом суворо лімітованого часового відрізка.

Для більшості людей характерні декілька ознак стресу:- ослаблення пам'яті;- часті помилки;- нездатність зосередитися на роботі;- постійна втома;- часті головні болі, болі в шлунку, що не мають органічної причини;- повільна або швидка мова;- зловживання шкідливими звичками;- втрата почуття гумору;- постійне відчуття голоду або його відсутність;- підвищена образливість і збудливість. Появу даних симптомів (навіть окремо) можуть спричинити за собою серйозні проблеми, наприклад нервовий збій, що, може надовго вивести співробітника з працездатного стану.

Спроба людського організму самостійно подолати стрес, приводить до порушення фізичного здоров'я. Стрес, що продовжується тривалий період часу, приводить до захворювань кровоносних судин серця, нирок і інших систем та органів. Більшість людей спроможні справлятися з дією стресів, уникаючи серйозних емоційних або фізичних розладів, але тільки в тому випадку, якщо рівні стресів на роботі і за її межами залишаються досить низькими. Організація, в деяких випадках може нести юридичну відповідальність за фізичний і емоційний вплив робочого стресу на співробітників. Травми на виробництві, незадовільні умови роботи, тривалі конфлікти цілком можуть привести до моральних страждань, неврозів і навіть самогубств. Працівники можуть



отримати допомогу, у випадку, якщо встановлена відповідальність компанії, а так само подати позов в суд з приводу відшкодування економічного збитку. Робочий процес зазнавав протягом останнього сторіччя інтенсивних змін, зміни ці продовжуються. Отже, професійний стрес представляє загрозу не тільки для однієї людини, але і впливає на здоров'я всього колективу, необхідно вчитися керувати ситуацією.

## 4.2. Терапія та профілактика, націлені на подолання стресу

Успішні способи подолання стресу.

Способи подолання стресу:

- активна взаємодія зі стресором або вплив на саму проблему;
- зміна погляду на проблему, зміна ставлення до неї або інша інтерпретація проблеми;
- приймання проблеми і зменшення фізичного ефекту від породжуваного нею стресу;
- комплексні способи, що поєднують в собі все перераховане вище.

Якщо проаналізувати схему стресу, то можна помітити, що перша група діє зі стресором, друга група взаємодіє з інтерпретацією стресу, третя має справу з фізичним ефектом від стресу.

Перша допомога при гострому стресі. Якщо людина опинилася в стресовій ситуації зненацька, то для початку їй потрібно зібрати в кулак всю свою волю й скомандувати собі “СТОП!”, щоб різко загальмувати розвиток гострого стресу. Щоб зуміти вийти зі станів гострого стресу, щоб заспокоїтися, необхідно використати ефективні способи самопомоги.

Сама людина, яка перебуває у негативному психоемоційному стані – надати собі допомогу не в змозі. Якщо інша людина знаходиться поряд з людиною, яка отримала психічну травму у результаті дії екстремальних чинників (при теракті, аварії, втраті близьких, пораненні, травмуванні, трагічній звістці, фізичному або сексуальному насильстві і тому подібне), то вона не повинна втрачати самовладання. Поведінка потерпілого не повинна її лякати, дратувати або дивувати. Його стан, вчинки, емоції - це нормальна реакція на ненормальні обставини. Людина, яка надає допомогу також повинна потурбуватися про свою психологічну безпеку. Вона не може надавати психологічну допомогу у тому

випадку, якщо сама цього не хоче (неприємно або інші причини). Вона повинна знайти того, хто може це зробити і дотримуватись принципу: “НЕ ЗАШКОДЬ”. Вона повинна обмежитися у подібних випадках лише співчуттям і як можна швидше звернутися по допомогу до фахівця (психотерапевта, психіатра, психолога).

Для здійснення контролю над стресовими переживаннями досить ефективним є протистресове дихання. Воно передбачає повільний глибокий вдих через ніс; на піку вдиху на мить затримка подиху, після чого слідує якомога повільніший видих (заспокійливий подих). Постраждалий повинен уявити собі, що з кожним глибоким вдихом і тривалим видихом він частково позбувається стресової напруги. Досить ефективною є методика хвилинної релаксації. Почергово потерпілий повинен розслабити куточки рота, зволожити губи, розслабити плечі. Тоді потерпілий повинен зосередитися на виразі свого обличчя й положенні тіла і при цьому пам’ятати, що вони відображають його емоції, думки внутрішній стан. Цілком природно, що потерпілий не хоче, щоб оточуючі знали про його стресовий стан. У цьому випадку він може змінити «мову обличчя й тіла» шляхом розслаблення м’язів і глибокого дихання. Є дослідження, що зміна обстановки, фізична праця, у стресовій ситуації виконують роль громовідводу. Існують також багато фізичних вправ на релаксацію та зняття затиску, розтяжки тощо.

Психотерапія, що розрахована на обмежений час, — вид психологічної допомоги психотерапевтами, що проводиться з людьми, в яких відстрочені реакції на психотравмуючий стрес не набули хронічної форми [Туриніна]. Головне завдання психологічної допомоги — це допомогти людині у поверненні до нормального процесу відновлення після травматичної події. Процес короткострокової психотерапії складається з 12 сесій. Психологічний вплив здійснюється за допомогою емпатійної підтримки людини до спогаду про травматичну подію. Глибокому переосмисленню того, що сталося, допомагає робота психолога з активізації роздумів клієнта про взаємозв’язок

психотравмуючої події з минулим життєвим досвідом, про вплив травмуючої ситуації на його життя в цей період, а також роздуми про майбутнє. Основна увага при цьому приділяється вирішенню невротичного конфлікту за допомогою аналізу реакцій на психотравмуючу подію.

Практичні психотерапевтичні підходи у допомозі при подоланні посттравматичних стресів розрізняються залежно від тих теоретичних шкіл, в рамках яких вони виникли. Тут можна виділити декілька напрямів:

- логотерапію В. Франкла;
- екзистенціально-гуманістичну психотерапію Дж. Б'юдженталя;
- гештальттерапію Ф. Перлза;
- соматичну терапію психічної травми П. Левіна;
- особистісно-орієнтовану психотерапію К. Роджерса;
- тілесно-орієнтовану психотерапію; • процесуальну психотерапію А. Мінделла.

Проте найкращим лікуванням вважається профілактика. Фундаментом стресостійкості завжди є спосіб життя. Ми свідомі того, що наразі кожен українець знаходиться у різній ситуації, яка по своєму є складною для вибудови доброго способу життя. Тому спосіб життя є найбільш корисним для стійкості до впливу стресу.

Отже, важливо наповнити свій спосіб життя такими моментами:

- Добрий сон. Під час сну тіло та психіка дуже добре відновлюється, тому потрібно максимізувати його якість.
- Збалансоване харчування. Їсти потрібно для відновлення енергії, а не для перегляду відео чи зняття стресу.
- Фізична активність (мінімум 30-40 хв низької інтенсивності (напр., прогулянки) або 10-20 середньої та високої інтенсивності).

- Ресурсна діяльність. Все що приносить задоволення, досягнення та відповідає цінностям людини.
- Ресурсні емоційні стани. Слухати музику, дивитися стендапи, насолоджуватися краєвидом і все, що наповнює приємними та ресурсними емоціями.
- Планування та розпорядок дня. Це допомагає мати більше визначеності, впорядкованості та системності, яких наразі бракує. А також допоможе не перевантажувати організм.
- Спілкування з важливими та близькими людьми. Дуже важливо розділяти переживання пацієнта, турботи та радість з іншими. Ділення неприємностями полегшує їх, радіщами – посилює їх. Також важливою частиною є можливість підтримати та допомогти іншим, коли на це є ресурси.

#### 4.3. Висновки до розділу 4

Отже, стрес чинить негативний вплив на людину, проблема стресу на робочому місці, у зв'язку з його впливом на стан здоров'я, а також працездатність, продуктивність і якість праці, є надзвичайно актуальною. Дуже важливо, щоб керівники усвідомили наявність прямого зв'язку між ефективною роботою всієї організації та рівнем підтриманням психологічного здоров'я працівників та усвідомленням необхідності задоволення їх потреб і прагнень.

Важливими напрямками психологічної профілактики є профілактика стресових ситуацій. При наданні допомоги постраждалим у стресових ситуаціях можна їх ознайомити з елементами самопомоги, можна запропонувати дихальні практики, словесне співчуття. Проте при більш серйозні порушення психологічних станів вимагають допомоги кваліфікованих фахівців, психологів, психіатрів.

## ВИСНОВКИ

1. Проаналізовано базові поняття стресу і його відображення у ВСР. Обґрунтована унікальність частотного аналізу ВСР у плані індикатора рівня тривожності. Розглянуті маркери стресу та існуючі на основі них автоматизовані системи. Проаналізовано питання вивчення впливу музикотерапії на фізіологічні показники, ВСР та оглянуто сучасні психокорегуючі системи, які включають даний ефект. Таким чином представлено подальшу доцільність у вивченні впливу різного жанру музикотерапії на психологічний стан, маркери стресу, ВСР, зокрема її спектральні складові, з метою створення автоматизованої системи зворотного зв'язку. Запропоновано для відбору спектральних компонентів застосовувати методику артеріальної осцилографії.

2. Виявлено тісну кореляцію між рівнем тривоги, надмірною емоційністю та підвищенням рівня артеріального тиску, частотою серцевих скорочень, спектральними компонентами ВСР (LF та HF). Підтверджено доцільність їх моніторингу для виявлення стресу.

3. Продемонстровано, що різні музичні жанри неоднаково впливають на вегетативний баланс. Досліджено, що «Класична музика» і в більшій мірі «Природні звуки» збільшують показник HF, активуючи вегетотонію і тим самим створюють релаксуючий ефект, тоді як «Рок музика» стимулює симпатичну активність, підвищуючи показник LF.

4. Спираючись на дані дослідження, розроблено загальний алгоритм психореабілітаційної автоматизованої системи зворотного зв'язку для музикотерапії.

5. Розроблено загальний алгоритм автоматизованого робочого місця психотерапевта з урахуванням автоматизованої системи зворотного зв'язку для музикотерапії.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Коваленко В.М. Стрес і серцево-судинні захворювання в умовах воєнного часу. За ред. В.М. Коваленка. Київ, 2022, 267с.
2. Овчаренко О. Ю. Психологія стресу та стресових розладів : навч. посіб. / П86 Уклад. О. Ю. Овчаренко. — К. : Університет «Україна», 2023. — 266 с.
3. Вакуленко ДВ, Гевко ОВ, Вакуленко ЛО, Кіфер ВМ. Перспективні напрямки у створенні системи віртуальної реальності для корекції психофізіологічного стану пацієнта. Перспективні технології та прилади. 2021;19:27–33.
4. Mojtabavi H, Saghazadeh A, Valenti VE, Rezaei N. Can music influence cardiac autonomic system? A systematic review and narrative synthesis to evaluate its impact on heart rate variability. Complement Ther Clin Pract. 2020 May;39:101162. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2020.101162>. Epub 2020 Apr 7. PMID: 32379689.
5. Вакуленко Д.В. Інформаційна система морфологічного, часового, частотного та кореляційного аналізу артеріальних осцилограм у фізичній реабілітації : монографія / Д. В. Вакуленко. – Тернопіль : ТДМУ, 2015. – 212 с. URL: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2833.3684> (дата звернення 16.09.2023).
6. Sakamoto, M., Ando, H., Tsutou, A. (2013). Comparing the effects of different individualized music interventions for elderly individuals with severe dementia. International psychogeriatrics/IPA, 1–10. URL: <https://doi.org/10.1017/S1041610212002256> (дата звернення 15.10.2023).
7. Amaral J, Guida HL, Abreu LC, et al. Effects of auditory stimulation with music of different intensities on heart period. Journal of Traditional and Complementary Medicine 2016; 6: 23-28. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2014.11.032> (дата звернення 08.10.2023).

8. Largo-Wight E, O'Hara BK, Chen WW. The Efficacy of a Brief Nature Sound Intervention on Muscle Tension, Pulse Rate, and Self-Reported Stress: Nature Contact Micro-Break in an Office or Waiting Room. *HERD*. 2016 Oct;10(1):45-51. URL: <https://doi.org/10.1177/1937586715619741> (дата звернення 04.10.2023).

9. A. O. Akmandor and N. K. Jha, "Keep the stress away with SoDA: Stress detection and alleviation system", *IEEE Trans. Multi-Scale Comput. Syst.*, vol. 3, no. 4, pp. 269-282, Oct. 2017, URL: <https://collaborate.princeton.edu/en/publications/keep-the-stress-away-with-soda-stress-detection-and-alleviation-s> (дата звернення 02.10.2023).

10. J. Bakker, M. Pechenizkiy and N. Sidorova, "What's Your Current Stress Level? Detection of Stress Patterns from GSR Sensor Data," 2011 IEEE 11th International Conference on Data Mining Workshops, Vancouver, BC, Canada, 2011, pp. 573-580, URL: <https://doi.org/10.1109/ICDMW.2011.178> (дата звернення 12.08.2023).

11. Shin IH, Cha J, Cheon GW, Lee C, Lee SY, Yoon HJ, Kim HC. Automatic stress-relieving music recommendation system based on photoplethysmography-derived heart rate variability analysis. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc*. 2014;2014:6402-5. URL: <https://doi.org/10.1109/EMBC.2014.6945093>. PMID: 25571461 (дата звернення 05.09.2023).

12. Gäbel C, Garrido N, Koenig J, Hillecke TK, Warth M. Effects of Monochord Music on Heart Rate Variability and Self-Reports of Relaxation in Healthy Adults. *Complement Med Res*. 2017;24(2):97-103. German. URL: <https://doi.org/10.1159/000455133>. (дата звернення 02.08.2023).

13. Can YS, Arnrich B, Ersoy C. Stress detection in daily life scenarios using smart phones and wearable sensors: A survey. *J Biomed Inform*. 2019 Apr;92:103139. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2019.103139>.

14. Selye, H. *The Stress of Life*; Mc Gran-Hill Book Company Inc.: New York, NY, USA, 1956. URL: [https://www.scribd.com/document/306873419/the-stress-of-lifepdf?utm\\_medium=cpc&utm\\_source=google\\_search&utm\\_campaign=Scribd\\_Go](https://www.scribd.com/document/306873419/the-stress-of-lifepdf?utm_medium=cpc&utm_source=google_search&utm_campaign=Scribd_Go)



[ogle DSA NB RoW UGC&utm\\_adgroup=Documents&utm\\_term=&utm\\_matchtype=&utm\\_device=c&utm\\_network=g&gclid=Cj0KCQiAggGrBhDtARIsAM5s0\\_mQP0rdRHy7ISVhp8tUb1QbOAX3hBaig8AjiA6jXPgieK8zOkNMXuIaAuZFEALw\\_wcB](https://doi.org/10.3390/electronics12081925) (дата звернення 29.08.2023).

15. Kim HG, Cheon EJ, Bai DS, Lee YH, Koo BH. Stress and Heart Rate Variability: A Meta-Analysis and Review of the Literature. *Psychiatry Investig*. 2018 Mar;15(3):235-245. URL: <https://doi.org/10.30773/pi.2017.08.17> (дата звернення 25.08.2023).

16. Степанов Ю. М. Показники варіабельності серцевого ритму в оцінюванні адаптаційних процесів і стресостійкості в гастроентерологічних хворих (використання новітніх технологій PRECISE-діагностики) / Ю. М. Степанов, Е. В. Зигало // *Гастроентерологія*. - 2020. - 54, № 2. - С. 113-123. URL: <https://doi.org/10.22141/2308-2097.54.2.2020.206230>.

17. Ribeiro CM, Gomes RdA, Monteiro CBdM, Dias RM, Simcsik AO, Araújo LVd, Maia LCP, Oliveira APd, Freitas BLd, Dawes H, et al. Heart Rate Variability during Virtual Reality Activity in Individuals after Hospitalization for COVID-19: A Cross-Sectional Control Study. *Electronics*. 2023; 12(8):1925. URL: <https://doi.org/10.3390/electronics12081925>.

18. Haque, Y., Zawad, R.S., Rony, C.S.A. et al. State-of-the-Art of Stress Prediction from Heart Rate Variability Using Artificial Intelligence. *Cogn Comput* (2023). URL: <https://doi.org/10.1007/s12559-023-10200-0>.

19. Pham, T.; Lau, Z.J.; Chen, S.H.A.; Makowski, D. Heart Rate Variability in Psychology: A Review of HRV Indices and an Analysis Tutorial. *Sensors* 2021, 21, 3998. URL: <https://doi.org/10.3390/s21123998>.

20. Ori Z, Monir G, Weiss J, Sayhouni X, Singer DH. Heart rate variability. Frequency domain analysis. *Cardiol Clin*. 1992 Aug;10(3):499-537. PMID: 1504981. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1504981/> (дата звернення 14.09.2023).

21. Sloan RP, Shapiro PA, Bagiella E, Boni SM, Paik M, Bigger JT Jr, Steinman RC, Gorman JM. Effect of mental stress throughout the day on cardiac

autonomic control. *Biol Psychol.* 1994 Mar;37(2):89-99. URL: [https://doi.org/10.1016/0301-0511\(94\)90024-8](https://doi.org/10.1016/0301-0511(94)90024-8) (дата звернення 02.10.2023).

22. D. Muhajir, F. Mahananto, and N. A. Sani, Stress level measurements using heart rate variability analysis on Android based application. *Proc. Comput. Sci.*, vol. 197, Jan. 2022, pp. 189–197.

23. Geisler, F.C.; Vennewald, N.; Kubiak, T.; Weber, H. The impact of heart rate variability on subjective well-being is mediated by emotion regulation. *Personal. Individ. Differ.* 2010, 49, 723–728. URL: <https://doi.org/10.1016/j.paid.2010.06.015> (дата звернення 11.10.2023).

24. Thayer JF, Ahs F, Fredrikson M, Sollers JJ 3rd, Wager TD. A meta-analysis of heart rate variability and neuroimaging studies: implications for heart rate variability as a marker of stress and health. *Neurosci Biobehav Rev.* 2012 Feb;36(2):747-56. URL: <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2011.11.009>. Epub 2011 Dec 8. (дата звернення 05.10.2023).

25. Kurt, Plarre et al., "Continuous inference of psychological stress from sensory measurements collected in the natural environment," *Proceedings of the 10th ACM/IEEE International Conference on Information Processing in Sensor Networks*, Chicago, IL, USA, 2011, pp. 97-108. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5779068> (дата звернення 09.09.2023).

26. L.D. Alexandrina, et al. Romanian version of the perceived stress scale: an investigation of its psychometric properties *Proced. Soc. Behav. Sci.*, 159 (2014), pp. 561-564. URL: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.12.425> (дата звернення 05.10.2023).

27. R. Sioni, L. Chittaro. Stress detection using physiological sensors *Computer*, 48 (10) (2015), pp. 26-33. URL: <https://doi.org/10.1109/MC.2015.316> (дата звернення 08.09.2023).

28. S. Baltaci, D. Gokcay. Role of pupil dilation and facial temperature features in stress detection 2014 22nd Signal Processing and Communications

Applications Conference (SIU) (2014), pp. 1259-1262. URL: <https://doi.org/10.1109/SIU.2014.6830465> (дата звернення 16.09.2023).

29. S. Sriramprakash, V.D. Prasanna, O.V.R. Murthy Stress detection in working people *Proced. Comput. Sci.*, 115 (2017), pp. 359-366. URL: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.09.090> (дата звернення 15.08.2023).

30. K. Palanisamy, M. Murugappan, S. Yaacob Descriptive analysis of skin temperature variability of sympathetic nervous system activity in stress *J. Phys. Ther. Sci.*, 24 (2012), pp. 1341-1344. URL: <https://doi.org/10.1589/jpts.24.1341> (дата звернення 11.09.2023).

31. Giannakakis, Giorgos et al. "Stress and anxiety detection using facial cues from videos." *Biomed. Signal Process. Control.* 31 (2017): 89-101 URL: <https://doi.org/10.1109/EMBC.2015.7319767> (дата звернення 06.09.2023).

32. T. Chen, P. Yuen, M. Richardson, G. Liu, Z. She Detection of psychological stress using a hyperspectral imaging technique *IEEE Trans. Affect. Comput.*, 5 (4) (2014), pp. 391-405. URL: <https://doi.org/> (дата звернення 09.09.2023).

33. A. Zamkah, T. Hui, S. Andrews, N. Dey, F. Shi, R.S. Sherratt Identification of suitable biomarkers for stress and emotion detection for future personal affective wearable sensors *Biosensors*, 10 (2020), pp. 1-15

34. Гриньова В. Музикотерапія як складова здоров'язбережувальної технології виховання студентської молоді / В. Гриньова // Витоки педагогічної майстерності. Серія : Педагогічні науки. - 2015. - Вип. 16. - С. 20-28. - URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vpm\\_2015\\_16\\_5](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vpm_2015_16_5) (дата звернення 09.09.2023).

35. Крет М. В. Музикотерапія як чинник впливу на психоемоційний стан особистості / Крет М. В., Левчук Н. О. // Нова педагогічна думка. – 2021. – № 2. – С. 164–168. (дата звернення 09.09.2023).

36. Thaut MH. Music as therapy in early history. *Prog Brain Res.* 2015;217:143-58. URL: <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2014.11.025> (дата звернення 10.09.2023).

37. Koelsch S. A neuroscientific perspective on music therapy. *Ann N Y Acad Sci.* 2009;1169:374–384. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.04592.x> (дата звернення 08.07.2023)

38. Koelsch S. Towards a neural basis of music-evoked emotions. *Trends Cogn Sci.* 2010;14:131–137. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tics.2010.01.002> (дата звернення 05.07.2023).

39. Гевко О.В. Особливості впливу музикотерапії на електроенцефалографічні сигнали у комплексі з варіабельністю серцевого ритму / О. В. Гевко, Є.Б. Яворська // Матеріали XIX наукової конференції ТНТУ ім І. Пулюя «Імовірнісні моделі біофізичних сигналів і полів та обчислювальні методи і засоби їх ідентифікації, приладобудування»: зб. тез доповідей, 18-19 травня 2016 р. – Тернопіль, 2016. – С. 113.

40. Koelsch, S. (2015). Music-evoked emotions: principles, brain correlates, and implications for therapy. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1337, 193–201. URL: <https://doi.org/10.1111/nyas.12684> (дата звернення 12.07.2023).

41. Rollnik, J. D., and Altenmüller, E. (2014). Music in disorders of consciousness. *Front. Neurosci.* 8:190. URL: <https://doi.org/10.3389/fnins.2014.00190> (дата звернення 14.07.2023).

42. Гевко О.В. Особливості впливу музикотерапії на нервову та серцево-судинну систему / О. В. Гевко // Матеріали XX наукової конференції ТНТУ ім І. Пулюя : зб. тез доповідей, 17-18 травня 2017 р. – Тернопіль, 2017. – С. 255-256.

43. Дослідження впливу музикотерапії на спектральні характеристики електроенцефалограми / Микола Хвостівський, Олена Гевко, Юрій Катрусак, Андрій Кубашок, Ольга Фуч // Матеріали III Всеукраїнської науково-технічної конференції „Теоретичні та прикладні аспекти радіотехніки і приладобудування“, 8-9 червня 2017 року. — Т. : ТНТУ, 2017. — С. 115–116.

44. Vuilleumier, P., and Trost, W. (2015). Music and emotion: from enchantment to entrainment. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1337, 212–222. URL: <https://doi.org/10.1111/nyas.12676> (дата звернення 14.07.2023).

45. Aalbers S, Fusar-Poli L, Freeman RE, Spreen M, Ket JC, Vink AC, Maratos A, Crawford M, Chen XJ, Gold C. Music therapy for depression. *Cochrane Database Syst Rev.* 2017 Nov 16;11(11):CD004517. URL: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004517> (дата звернення 12.08.2023).

46. Castro, M., Tillmann, B., Luauté, J., Corneyllie, A., Dailier, F., André-Obadia, N., et al. (2015). Boosting cognition with music in patients with disorders of consciousness. *Neurorehabil. Neural Repair* 2:3. URL: <https://doi.org/10.1177/1545968314565464> (дата звернення 22.07.2023).

47. Schaefer, R. S., and Overy, K. (2015). Motor responses to a steady beat. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1337, 40–44. URL: <https://doi.org/10.1111/nyas.12717> (дата звернення 22.07.2023).

48. Вакуленко Д.В., Гевко О.В. Обґрунтування застосування мультимедійного середовища для профілактики та реабілітації різних захворювань / Д.В. Вакуленко, С.Н. Вадзюк, А.В. Семенець, О.В. Гевко, І.Є. Андрущак // Вісник Хмельницького національного університету. -2018.- Том 2, №6. - С.224-231.

49. Chai PR, Carreiro S, Ranney ML, Karanam K, Ahtisaari M, Edwards R, et al. Music as an adjunct to opioid-based analgesia. *J Med Toxicol.* (2017) 13(3):249–54. URL: <https://doi.org/10.1007/s13181-017-0621-9> (дата звернення 09.09.2023).

50. Ooishi Y, Mukai H, Watanabe K, Kawato S, Kashino M. Increase in salivary oxytocin and decrease in salivary cortisol after listening to relaxing slow-tempo and exciting fast-tempo music. *PLoS One.* (2017) 12(12):e0189075. URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189075> (дата звернення 11.08.2023)..

51. Darki C, Riley J, Dadabhoy DP, Darki A, Garetto J The effect of classical music on heart rate, blood pressure, and mood. *Cureus.* (2022) 14(7):e27348. URL: <https://doi.org/10.7759/cureus.27348>.

52. Suguna S. and Deepika K.2017. The effects of music on pulse rate and blood pressure in healthy young adults. *International Journal of Research in Medical*

Sciences. 5, 12 (Nov. 2017), 5268–5272. URL: <https://doi.org/10.18203/2320-6012.ijrms20175438> (дата звернення 06.08.2023).

53. Deljanin Ilic M, Pavlovic RF, Kocic G, Simonovic D, Lazarevic G. Effects of music therapy on endothelial function in patients with coronary artery disease participating in aerobic exercise therapy. *Altern Ther Health Med.* (2017) 23(3):at5491. URL: <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz310.P5797> (дата звернення 01.08.2023).

54. Aravena PC, Almonacid C, Mancilla MI. Effect of music at 432 Hz and 440 Hz on dental anxiety and salivary cortisol levels in patients undergoing tooth extraction: a randomized clinical trial. *Journal of applied oral science* 2020; 28: e20190601.

55. Scott, D., Paris, S., Cochrane, B, Rund, A, & Bhowmik, K. (2017). The Effects of Music Genres on Average Heart Rate During Exercise. *Kinesiology* 288. 4. Retrived from URL: [https://spark.parkland.edu/kin288\\_students/4/](https://spark.parkland.edu/kin288_students/4/)

56. Christensen JH, Saunders GH, Porsbo M, Pontoppidan NH. The everyday acoustic environment and its association with human heart rate: evidence from real-world data logging with hearing aids and wearables. *R Soc Open Sci.* 2021 Feb 17;8(2):201345. URL: <https://doi.org/10.1098/rsos.201345>.

57. Oohashi T., Nishina E., Honda M., Yonekura Y., Fuwamoto Y., Kawai N., Maekawa T., Nakamura S., Fukuyama H., Shibasaki H. Inaudible high-frequency sounds affect brain activity: Hypersonic effect. *J. Neurophysiol.* 2000;83:3548–3558. URL: <https://doi.org/10.1152/jn.2000.83.6.3548>. (дата звернення 16.10.2023).

58. Erfanian M, Mitchell AJ, Kang J, Aletta F. The Psychophysiological Implications of Soundscape: A Systematic Review of Empirical Literature and a Research Agenda. *Int J Environ Res Public Health.* 2019 Sep 21;16(19):3533. URL: <https://doi.org/10.3390/ijerph16193533>.

59. Song I., Baek K, Kim C. at all Chorong Song Effects of nature sounds on the attention and physiological and psychological relaxation/Injoon Song, Kwangsik

Baek, Choyun Kim, Chorong Song *Urban Forestry & Urban Greening* Volume 86, August 2023. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2023.127987>.

60. Aletta F, Oberman T, Kang J. Associations between Positive Health-Related Effects and Soundscapes Perceptual Constructs: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2018 Oct 29;15(11):2392. URL: <https://doi.org/10.3390/ijerph15112392>.

61. Ratcliffe E. Sound and Soundscape in Restorative Natural Environments: A Narrative Literature Review. *Front Psychol*. 2021 Apr 26;12:570563. URL: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.570563>.

62. Medvedev O., Shepherd D., Hautus M.J. The restorative potential of soundscapes: A physiological investigation. *Appl. Acoust.* 2015;96:20–26. URL: <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2015.03.004>. (дата звернення 29.10.2023).

63. Jo H, Song C, Ikei H, Enomoto S, Kobayashi H, Miyazaki Y. Physiological and Psychological Effects of Forest and Urban Sounds Using High-Resolution Sound Sources. *Int J Environ Res Public Health*. 2019 Jul 24;16(15):2649. URL: <https://doi.org/10.3390/ijerph16152649>.

64. Гевко О. Вплив природніх звуків на морфологічні показники артеріальної осцилограми/ Олена Гевко, Дмитро Вакуленко, Людмила Вакуленко // Матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції «Теоретичні та прикладні аспекти радіотехніки, приладобудування і комп'ютерних технологій» 2019. — Т. : ТНТУ, 2019. — С. 132–134.

65. Вакуленко Д. В. Зміни часових характеристик артеріальних осцилограм під впливом природніх звуків / Д. В. Вакуленко, О. В. Гевко, Л. О. Вакуленко // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції „Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій“ до 60-річчя з дня заснування Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя та 175-річчя з дня народження Івана Пулюя, 14-15 травня 2020 року. — Т. : ТНТУ, 2020. — С. 5. — (Фізико-технічні основи розвитку нових технологій).

66. Cowan, J. P. (2016). *The Effects of Sound on People*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons. URL: <https://doi.org/10.1002/9781118895696> (дата звернення 25.10.2023).

67. Bernardi L, Porta C, Sleight P. Cardiovascular, cerebrovascular, and respiratory changes induced by different types of music in musicians and non-musicians: the importance of silence. *Heart*. (2006) 92(4):445–52. URL: <https://doi.org/10.1136/hrt.2005.064600> (дата звернення 06.08.2023).

68. Martiniano EC, Santana MDR, Barros ELD, et al. Musical auditory stimulus acutely influences heart rate dynamic responses to medication in subjects with well-controlled hypertension, *Scientific reports* 2018; 8:958. URL: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-19418-7>.

69. Koelsch S, Jäncke L. Music and the Heart. *European heart Journal* 2015; 36: 3043-3048. URL: <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehv430>. (дата звернення 24.10.2023).

70. Idrobo-Ávilla EH, Loaiza-Correa H, Noorden L, et al. Different types of sounds and their relationship with the electrocardiographic signal and the cardiovascular system-review. *Frontiers in Physiology* 2018; 9:525. URL: <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00525>.

71. Escher J, Evequoz D. Music and heart rate variability. Study of the effect of music on heart rate variability in healthy adolescents. *Schweiz Rundsch Med Prax* 1999; 88: 951– 952. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10412282/> (дата звернення 06.08.2023).

72. Pia Teckenberg-Jansson, Siiri Turunen, Tarja Pölkki, Minna-Johanna Lauri-Haikala, Jari Lipsanen, Andreas Henelius, Ansa Aitokallio-Tallberg, Satu Pakarinen, Marianne Leinikka & Minna Huutilainen (2019) Effects of live music therapy on heart rate variability and self-reported stress and anxiety among hospitalized pregnant women: A randomized controlled trial, *Nordic Journal of Music Therapy*, 28:1, 7-26. URL:<https://doi.org/10.1080/08098131.2018.1546223>.



73. Adlakha K, Mathur MK, Datta A, Kalsi R, Bhandari B. Short-Term Effect of Spiritual Music on Heart Rate Variability in Medical Students: A Single-Group Experimental Study. *Cureus*. 2023. Feb 10;15(2):e34833. URL:<https://doi.org/10.7759/cureus.34833>. PMID: 36919072; PMCID: PMC10008213.

74. Trappe HJ. The effects of music on the cardiovascular system and cardiovascular health. *Heart*. 2010 Dec. 96(23):1868-71. URL:<https://doi.org/10.1136/hrt.2010.209858>. PMID: 21062776 (дата звернення 01.10.2023).

75. Parizek, D, Sladicekova, K, Tonhajzerova, I, Veterník, M and Jakus, J. "The Effect of Music on Heart Rate Variability (Review)" *Acta Medica Martiniana*, vol.21, no.1, 2021, pp.1-8.

76. Мінцер О.П., Потяженко М.М., Невойт Г.В. Короткий запис варіабельності ритму серця в клінічному обстеженні пацієнтів: навчальний посібник; серія «Системна медицина». Київ-Полтава, Інтерсервіс, 2022. 151 с.

77. Fernández, José and Lesya Anishchenko. "Mental stress detection using bioradar respiratory signals." *Biomed. Signal Process. Control*. 43 (2018): 244-249.

78. Durán-Acevedo, Cristhian Manuel et al. "Academic stress detection on university students during COVID-19 outbreak by using an electronic nose and the galvanic skin response." *Biomed. Signal Process. Control*. 68 (2021): 102756. URL: <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2021.102756>.

79. Martin HJ, Turner MA, Bandelow S, Edwards L, Riazanskaia S, Thomas CL. Volatile organic compound markers of psychological stress in skin: a pilot study. *J Breath Res*. 2016. Nov 21;10(4):046012. URL: <https://doi.org/10.1088/1752-7155/10/4/046012> (дата звернення 03.10.2023).

80. Rodríguez-Arce J, Lara-Flores L, Portillo-Rodríguez O, Martínez-Méndez R. Towards an anxiety and stress recognition system for academic environments based on physiological features. *Comput Methods Programs Biomed*. 2020 Jul;190:105408. URL: <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2020.105408>.

81. Ribeiro MKA, Alcântara-Silva TRM, Oliveira JCM, Paula TC, Dutra JBR, Pedrino GR, Simões K, Sousa RB, Rebelo ACS. Music therapy intervention in cardiac autonomic modulation, anxiety, and depression in mothers of preterms: randomized controlled trial. *BMC Psychol.* 2018 Dec 13;6(1):57. URL: <https://doi.org/10.1186/s40359-018-0271-y>.

82. Bogopolsky, H. D., Granot, R., Intrater, N., & Gozal, Y. (2022). Heart rate variability as a tool to follow the effect of music on stress-relieving in patients under anaesthesia: Data from a clinical study. *Music and Medicine*, 14(2), 88-96.

83. Вакуленко Д. В. Застосування артеріальної осцилографії для оцінки якості адаптації серцево–судинної системи до зміни положення тіла (ортопроба) / Д. В. Вакуленко, Л. О. Вакуленко, О. В. Кутакова // Медична інформатика та інженерія. – 2016. – № 4. – С. 43–48. – URL: [https://doi.org/http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mii\\_2016\\_4\\_10](https://doi.org/http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mii_2016_4_10). (дата звернення 15.09.2023).

84. Вакуленко Д.В., Гевко О.В. Перспективні напрямки у створенні системи віртуальної реальності для корекції психофізіологічного стану пацієнта / Вакуленко Д.В., Гевко О.В., Вакуленко Л.О., Кіфер В.М. // “Перспективні технології та прилади”. Збірник наукових праць. Випуск 19. м. Луцьк, грудень 2021р. – Луцьк: Луцький НТУ, 2021. – С.27-33.

85. Dmytro Viktorovych Vakulenko, Vasyl Petrovych Martseniuk, Liudmyla Oleksiyvna Vakulenko, Petro Romanovych Selskyu, Oksana V. Kutakova, Olena V. Gevko, Taras B. Kadobnyj. Cardiovascular system adaptability to exercise according to morphological, temporal, spectral and correlation analysis of oscillograms *Family Medicine* 2019; Vol. 21(3) P. 253-263. URL: <https://doi.org/10.5114/fmpcr.2019.88385>.

86. Chandrasekhar A, Yavarimanesh M, Hahn JO, Sung SH, Chen CH, Cheng HM, Mukkamala R. Formulas to Explain Popular Oscillometric Blood Pressure Estimation Algorithms. *Front Physiol.* 2019 Nov 21;10:1415. doi: 10.3389/fphys.2019.01415. PMID: 31824333; PMCID: PMC6881246.

87. Forouzanfar M, Dajani HR, Groza VZ, Bolic M, Rajan S, Batkin I. Oscillometric Blood Pressure Estimation: Past, Present, and Future. *IEEE Rev Biomed Eng.* 2015;8:44-63. URL: <https://doi.org/10.1109/RBME.2015.2434215>. (дата звернення 22.09.2023).

88. Delfan, Niloufar, and Mohamad Forouzanfar. Oscillometric Blood Pressure Measurement Using a Hybrid Deep Morpho-Temporal Representation Learning Framework. *Electrical Engineering and Systems Science.* Jan. 2023. URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2301.10154>.

89. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Circulation* 1996, 93, 1043–1065. URL: <https://doi.org/10.1161/01.CIR.93.5.1043> (дата звернення 12.09.2023).

90. Коваленко С. О., Кудій Л. І. Варіабельність серцевого ритму. Методичні аспекти / С. О. Коваленко, Л. І. Кудій – Черкаси: Черкаський національний університет ім. Б. Хмельницького, 2016. – 298 с. URL: <https://eprints.cdu.edu.ua/493/1/kov.pdf> (дата звернення 15.09.2023).

91. Akselrod, S.; Gordon, D.; Ubel, F.A.; Shannon, D.C.; Berger, A.; Cohen, R.J. Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. *Science*, 1981, 213, 220–222. URL: <https://doi.org/10.1126/science.6166045> (дата звернення 10.09.2023).

92. Chalmers, J.A.; Quintana, D.S.; Abbott, M.J.; Kemp, A.H. Anxiety Disorders Are Associated with Reduced Heart Rate Variability: A Meta-Analysis. *Front. Psychiatry* 2014, 5, 80. URL: <https://doi.org/10.3389/fpsy.2014.00080> (дата звернення 12.10.2023).

93. «Рок музика» - альбом групи Royal Blood URL: <https://www.youtube.com/watch?v=RsfVsYK2gcU>.

94. «Класична музика» - альбом класичної музики URL: <https://www.youtube.com/watch?v=VSXOQwhyi28&t=142s>.

95. «Природні звуки» - Forest sounds URL: <https://www.youtube.com/watch?v=xNN7iTA57jM>.

96. Taylor J. A. A personality scale of manifest anxiety / J. A. Taylor // *The Journal of Abnormal and Social Psychology*. — 1953. — № 48 (2). — P. 285–290. URL: <https://doi.org/10.1037/h0056264> (дата звернення 26.10.2023).

97. Туриніна О.Л. Психологія травмуючих ситуацій: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / О. Л. Туриніна. – К.: ДП “Вид. дім “Персонал”, 2017. – 160 с. URL: [https://maup.com.ua/assets/files/lib/book/psiholog\\_travm.pdf](https://maup.com.ua/assets/files/lib/book/psiholog_travm.pdf)

98. Методичні рекомендації до виконання, оформлення та захисту кваліфікаційних робіт для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 163 «Біомедична інженерія» галузі знань 16 «Хімічна інженерія та біоінженерія» / уклад.: Хвостівський М.О., Яворська Є.Б. Тернопіль: ТНТУ, 2023. 57 с.

99. Лучанко Р. Новий підхід до розробки автоматизованої релаксаційної системи біологічного зворотного зв'язку / Лучанко Р. // VI Міжнародна студентська науково-технічна конференція „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“, 27-28 квітня 2023. — Т. : ТНТУ, 2023. — С. 333. — (Хімічна та біоінженерія).

## ДОДАТКИ

## Додаток А

## Методика проведення експерименту

Експериментальний процес		
період відпочинку		10 хвилин
оцінка психологічного стану за «Шкалою прояву тривожності Тейлора»; відбір фізіологічних сигналів		
прослуховування фрагментів «Рок-музики»		5 хвилин
відбір фізіологічних сигналів		
період відпочинку		5 хвилин
прослуховування фрагментів «Класичної музики»		5 хвилин
відбір фізіологічних сигналів		
період відпочинку		5 хвилин
прослуховування фрагментів «Природних звуків»		5 хвилин
відбір фізіологічних сигналів		

## Додаток Б

### **Шкала тривожності. (Шкала Тейлора, адаптація М.М.Пейсахова)**

Опитувальник Тейлора призначений для вимірювання проявів тривожності, який був опублікований в 1953р. Дана методика складається з 50 тверджень, на які обстежуваний повинний відповісти «так» чи «ні». Тестування продовжується 15-30 хв.

#### **Інструкція обстежуваним**

Необхідно дати відповідь на всі твердження, які містить опитувальник. Якщо вони відповідають Вашому уявленню про себе, напишіть «Так», у протилежному разі – «Ні». Якщо Вам важко дати певну відповідь, напишіть «Не знаю». Працювати бажано швидко, не пропускати запитань, ніяких додаткових записів не робити.

#### **Тестовий матеріал**

1. Часто я працюю з великим напруженням.
2. Вночі мені важко заснути.
3. Для мене приємні несподівані зміни у звичних обставинах.
4. Мені часто сняться страшні сни.
5. Мені важко зосередитися на якомусь завданні чи роботі.
6. У мене дуже неспокійний і переривчастий сон.
7. Я хотів би бути таким щасливим, як, на мій погляд, інші.
8. Безперечно, мені не вистачає впевненості в собі.
9. Моє здоров'я дуже турбує мене.
10. Часто я відчуваю себе нікому не потрібним.
11. Я часто плачу, у мене «очі на мокрому місці».
12. Я помічаю, що мої руки починають тремтіти, коли я намагаюся зробити щось складне чи небезпечне.

13. Часом, коли я збентежений, у мене виникає сильна пітливість і це дуже турбує мене.
14. Я часто ловлю себе на думці, що мене щось тривожить.
15. Нерідко я думаю про такі речі, про які не хотілося б говорити.
16. Навіть у холодні дні я легко пітнію.
17. У мене бувають періоди такого занепокоєння, Що я не можу всидіти на місці.
18. Життя для мене майже завжди пов'язане з надзвичайною напруженістю.
19. Я набагато чутливіший, ніж більшість людей.
20. Я легко бентежусь.
21. Моє місце серед оточуючих дуже мене турбує.
22. Мені дуже важко зосередитися на чомусь.
23. Майже весь час я відчуваю тривогу через когось або через щось.
24. Часто я стаю надто збудженим і мені важко заснути.
25. Мені доводилося відчувати страх навіть тоді, коли я точно знав, що мені нічого не загрожує.
26. Я схильний сприймати все дуже серйозно.
27. Мені часом здається, що переді мною постають такі труднощі, які я не здолаю.
28. Я майже завжди відчуваю невпевненість у собі.
29. Мене дуже тривожать можливі невдачі.
30. Чекання завжди нервує мене.
31. Часом мені здається, що я ні на що не здатний.
32. Бували періоди, коли через тривогу я не міг заснути.
33. Іноді я засмучуюся через дрібниці.
34. Я легко збудлива людина.
35. Я часто боюся, що ось-ось почервонію.
36. У мене не вистачить духу пережити всі майбутні труднощі.

- 37.Часом мені здається, що моя нервова система розхитана, і я ось-ось втрачу розум.
- 38.Найчастіше мої ноги і руки досить теплі.
- 39.У мене рівний і добрий настрій.
- 40.Я майже завжди відчуваю себе зовсім щасливим.
- 41.Коли потрібно на щось довго чекати, я можу бути спокійним.
- 42.У мене рідко буває головний біль.
- 43.У мене не буває серцебиття під час очікування на щось нове або тяжке.
- 44.Мої нерви розхитані не більше ніж у інших людей.
- 45.Я впевнений у собі.
- 46.Порівняно з іншими людьми я вважаю себе сміливим.
- 47.Я сором'язливий не більше ніж інші.
- 48.Часто я спокійний і вивести мене з рівноваги нелегко.
- 49.Практично я ніколи не червонію.
- 50.Я можу спокійно спати після будь-яких неприємностей.

### **Обробка результатів**

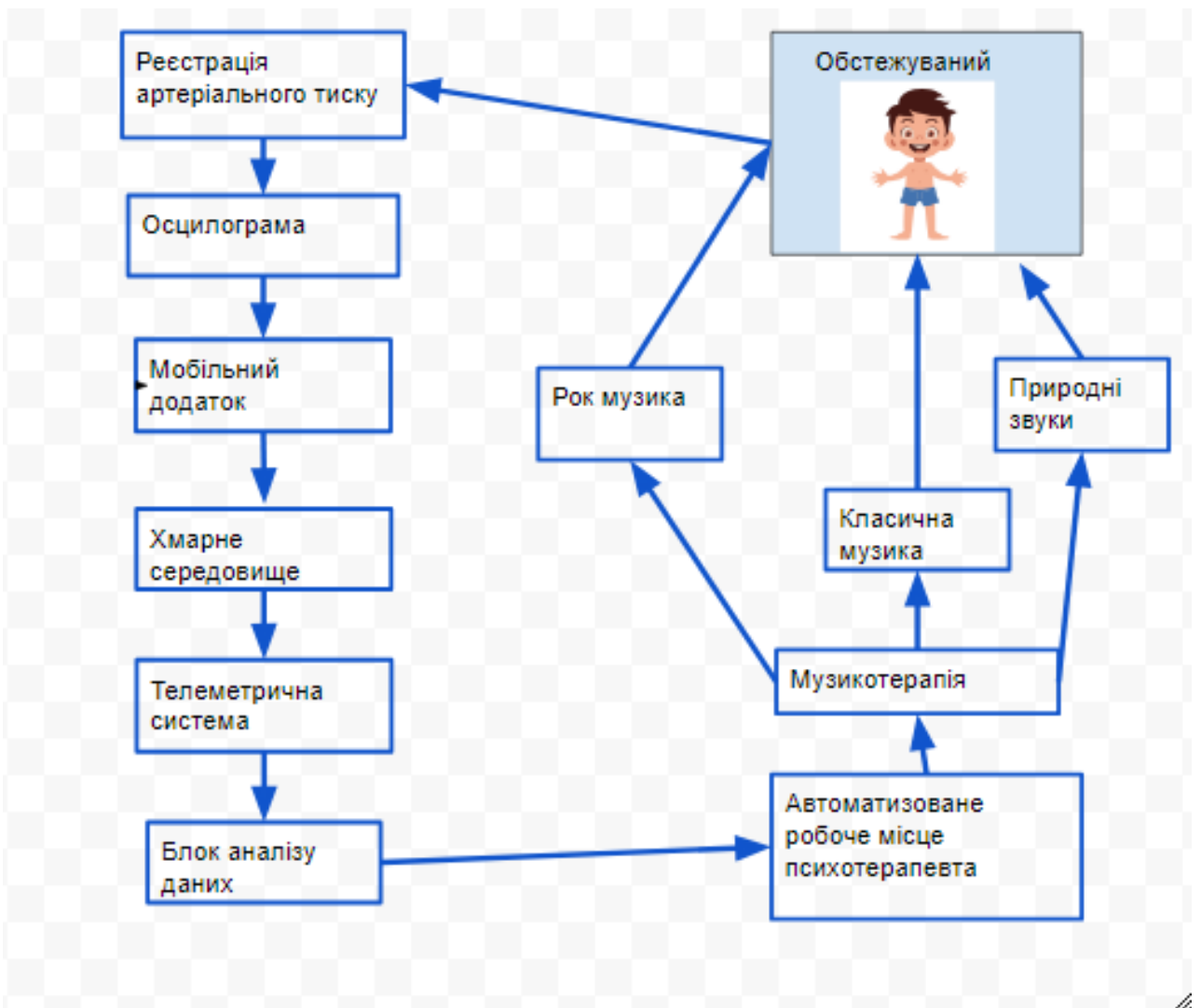
У твердженнях 1-37 підраховується кількість відповідей «Так», у твердженнях 38-50 - кількість відповідей «Ні». Відповіді «Не знаю» підраховуються в усіх твердженнях і кількість їх ділиться на 2. Рівень тривожності визначається сумою цих трьох показників.

- До 15 балів - низький рівень.
- 16-20 балів - нижче середнього.
- 21-23 бали - середній.
- 24-27 балів - вище середнього.
- 28-50 балів - високий.



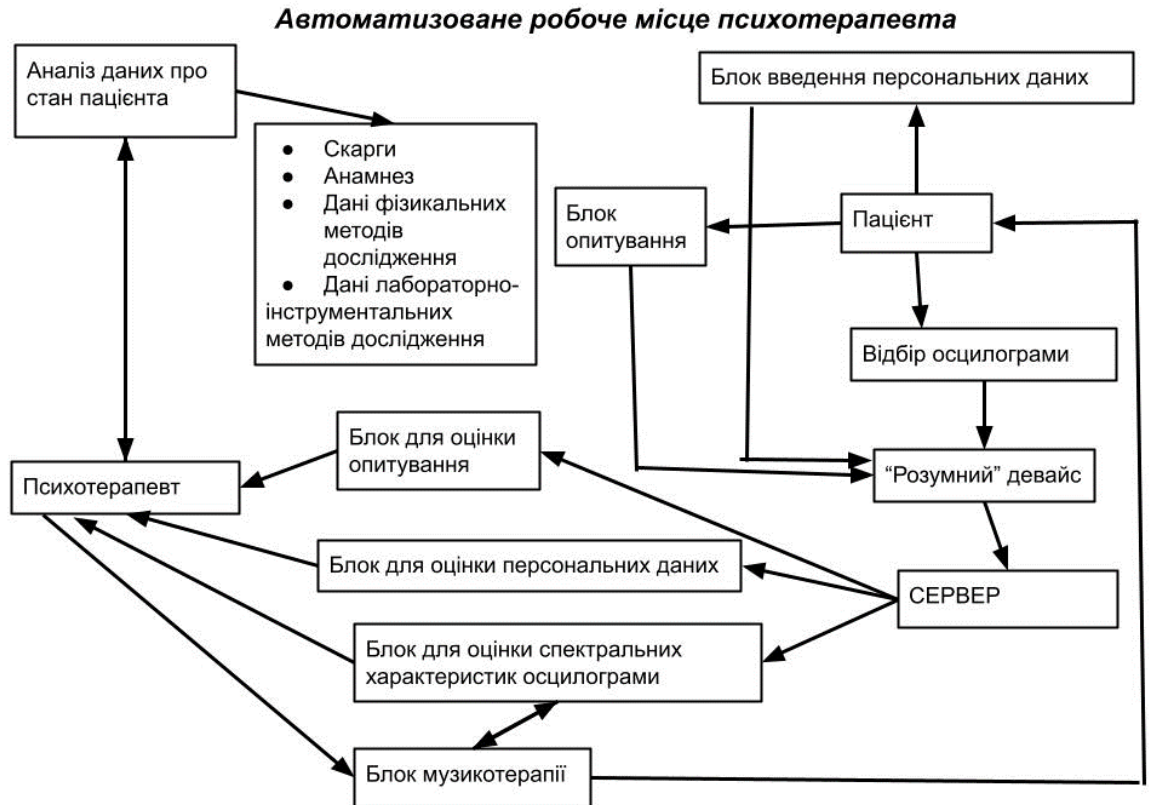
## Додаток В

Загальний алгоритм психореабілітаційної автоматизованої системи зворотного зв'язку для музикотерапії



## Додаток Г

Загальний алгоритм автоматизованого робочого місця психотерапевта з  
урахуванням музикотерапії



## Додаток Д

## Апробація результатів дослідження

Міністерство освіти і науки України,  
 Тернопільський національний технічний університет  
 імені Івана Пулюя  
 Маріборський університет (Словенія)  
 Технічний університет в Кошице (Словаччина)  
 Каунаський технологічний університет (Литва)  
 Львівський національний університет  
 імені Івана Франка,  
 Гірничо-металургійна академія ім. Станіслава Сташиця (Польща)  
 Луцький національний технічний університет,  
 Чернівецький національний університет  
 імені Юрія Федьковича,  
 Вроцлавський економічний університет (Польща)  
 Університет технологій та економіки  
 імені Хелени Ходковської (Польща)  
 Донбаська державна машинобудівна академія



*Студентське наукове  
товариство*



## VI МІЖНАРОДНА

студентська науково - технічна конференція

**"ПРИРОДНИЧІ ТА ГУМАНІТАРНІ  
НАУКИ.**

**АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ"**

27-28 квітня 2023 р.

*(збірник тез конференції)*

*Тернопіль 2023*

VI Міжнародна студентська науково-технічна конференція  
"ПРИРОДНИЧІ ТА ГУМАНІТАРНІ НАУКИ. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ"

УДК 616-71

Лучанко Р. – ст. гр. РБМ-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

### НОВИЙ ПІДХІД ДО РОЗРОБКИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ РЕЛАКСАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ БІОЛОГІЧНОГО ЗВОРОТНОГО ЗВ'ЯЗКУ

Науковий керівник: к.м.н., доц. Гевко О.В.

Luchanko R.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University

### A NEW APPROACH TO THE DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED RELAXATION SYSTEM OF BIOLOGICAL FEEDBACK

Supervisor: Cand.Sc,Assoc. Prof., Ol.V. Hevko

Ключові слова: електроенцефалографія, варіабельність серцевого ритму, автоматизована система

Keywords: electroencephalography, heart rate variability, automated system

Створення комп'ютеризованих систем із біологічним зворотним зв'язком для психологічної реабілітації є важливим напрямком, враховуючи воєнний стан. Для вирішення даної проблеми використовуються різноманітні підходи [1, 2, 3].

Дослідження останніх років показали, що альфа хвилі головного мозку пов'язані зі станом спокою та розслаблення. В той час у показників варіабельності серцевого ритму (надмірна симпатикотонія та зниження парасимпатичного відділу нервової системи) відмічається тісна кореляція зі стресом. Відповідно, за даними моніторингу альфа-ритміки у сукупності зі спектральним аналізом варіабельності серцевого ритму можна відслідкувати ступінь стресостійкості людини і піддати їх корекції благоприємними чинниками (позитивні емоції, музикотерапія тощо). Цей факт вказує на доцільність створення релаксаційної системи біологічного зворотного зв'язку, яка б відслідковувала динаміку альфа ритму у комплексі з показниками варіабельності серцевого ритму і водночас проводила б корекцію за допомогою музикотерапії.

#### Література:

1. Вакуленко Д.В., Гевко О.В. Перспективні напрямки у створенні системи віртуальної реальності для корекції психофізіологічного стану пацієнта / Вакуленко Д.В., Гевко О.В., Вакуленко Л.О., Кіфер В.М. // "Перспективні технології та прилади". Збірник наукових праць. Випуск 19. м. Луцьк, грудень 2021р. – Луцьк: Луцький НТУ, 2021. – С.27-33.
2. Особливості впливу музикотерапії на нервову та серцево-судинну систему О.В. Гевко Матеріали X наукової конференції ТНТУ ім. І. Пулюя, – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2017. – С. 256-257.
3. Гевко О. Вплив природних звуків на морфологічні показники артеріальної осцилограми/ Дмитро Вакуленко, Олена Гевко, Людмила Вакуленко // Матеріали IV міжнародної науково-технічної конференції „Теоретичні та прикладні аспекти радіотехніки, приладобудування і комп'ютерних технологій», 20-21 червня 2019. — Т.: ТНТУ, 2019. — С. 132-134.