

# Методи дослідження фаз сну людини

Пазенок А.О.

науковий керівник: Оникієнко Ю.Ю.

Кафедра біокібернетики та аерокосмічної медицини,  
Навчально-науковий інститут інформаційно-діагностичних систем,  
Національний авіаційний університет,  
Київ, Україна  
[ananastiapaz@gmail.com](mailto:ananastiapaz@gmail.com)

*Анотація* — робота присвячена розгляду проблеми підвищення ефективності дослідження фаз сну людини. В роботі розглянуті існуючі методи дослідження фаз сну людини та запропоновано метод, що дозволяє досліджувати сон в домашніх умовах. Також в роботі розглянуті результати проведеного експериментального дослідження і встановлено, що запропонований метод дослідження фаз сну людини дозволяє з високою точністю виділяти проміжки часу, на яких можна чітко фіксувати патологічні зміни, які виникають під час сну в організмі людини.

*Ключові слова* — біоелектрична активність мозку, електроенцефалографія, сон, фази сну, відеомоніторинг, полісомнографія, біодатчики, трекери.

## ВСТУП

Людина проводить у сні приблизно одну третину свого життя. Сон, як фізіологічний процес, є певним перебуванням у стані з мінімальним рівнем мозкової діяльності та пониженою реакцією на навколишній світ. Під час сну, як правило, організм людини відновлює свої функціональні можливості. Через нестачу сну, так зване недосипання, людина стає в'ялою, погано концентрується на виконанні поставлених задач і більшість часу перебуває в поганому настрої. Слід зазначити, що питання дослідження активності організму людини під час сну викликає неабиякий інтерес з боку дослідників.

На сьогоднішній день існує безліч методів для дослідження сну. Переважна більшість цих методів націлена на проведення досліджень в спеціалізовано обладнаних лабораторіях і є недоступним для звичайного пересічного громадянина. Тому в даній роботі розглядаються портативні засоби (фітнес-браслети, трекери), що можуть використовуватись для дослідження сну.

## ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Проводячи велику кількість досліджень, науковці стверджують, що проблеми зі сном пов'язані із зменшенням показників варіабельності серцевого ритму під час робочого дня. Низька варіабельність частоти серцевих скорочень вказує на те, що є певна нестача ресурсів організму для адаптації до змін у навколишньому середовищі і це являється маркером можливого розвитку тяжких серцево-судинних захворювань та інфарктів.

Метою даної роботи є дослідження ефективності застосування портативних трекерів для дослідження сну людей з різним станом здоров'я.

Проблема методу дослідження фаз сну людини давно турбує людство, адже це невід'ємна складова частина життя, що прямопропорційно впливає на організм будь-якої людини.

Одним із перших та досі популярним методів є ЕЕГ (електроенцефалографія) – метод дослідження роботи головного мозку, що базується на реєстрації електричних імпульсів, що виходять від його окремих зон і областей. Така діагностика практично не має протипоказань та є основоположною для виявлення епілепсії та деяких інших патологій головного мозку [1].

Другим методом є полісомнографія (ПСГ), що дозволяє реєструвати показники життєдіяльності під час сну. Зазвичай ПСГ проводиться під час нічного сну. Метою проведення полісомнографічного дослідження є об'єктивізація діяльності організму людини під час сну. Для цього реєструється ряд показників, а саме:

- Електроенцефалограма (ЕЕГ) - запис електричної активності мозку.
- Електроокулограма (ЕОГ) - запис рухів очей.
- Електроміограма (ЕМГ) - запис напруги м'язів (частіше підборіддя).

Сукупність цих трьох показників дозволяє в будь-який момент часу визначити, в якій стадії сну знаходиться людина. За результатами записів сну будується часовий графік сну – гіпнограма, а потім обчислюються різні характеристики сну (час засипання, тривалість стадій сну і т.д.) і порівнюються з нормативними [2].

Розглянуті методи, як вже зазначалося раніше потребують спеціалізованих умов. Тому в роботі використовується метод дослідження фаз сну людини за допомогою біодатчиків. Біодатчики відкривають широкі перспективи отримання аналітичної інформації швидше, простіше і дешевше, ніж це робиться за допомогою традиційного кількісного аналізу [3].

## ОСНОВНА ЧАСТИНА

Стан людини в період сну характеризується насамперед різким зниженням чутливості сенсорних систем, що порушують адекватну реакцію організму на зовнішні подразники. Так, матір миттєво може розбудити не лише

плач, а іноді й ворухіння дитини, що спить, і водночас вона може не чути сторонніх голосних звуків. Ці й інші зміни, що виникають в організмі в період сну (тобто 4 фази).

Перша фаза сну характеризується появою а-ритму, скелетні м'язи ще напружені, очні яблука рухаються. Перехід у другу фазу супроводжується появою швидкої, дрібної, але нерегулярної активності ЕЕГ, що переривається появою великих повільних хвиль. Якщо понад 20 % усього часу сну займають повільні хвилі, це означає настання четвертої фази сну. У третій, а особливо в четвертій фазі сну скелетні м'язи розслаблені, очі нерухомі. Змінюється і гормональний статус: у крові знижується концентрація кортизолу, а рівень гормону росту зростає. У цій фазі сну розбудити людину досить важко. Унаслідок появи на ЕЕГ повільних хвиль третю і четверту фази сну іменують *повільним сном*. До ранку глибина сну поступово зменшується [4].

Для реєстрації фаз сну людини було проведено дослідження, в якому випробуваним пропонувалося реєструвати свій сон за допомогою вибраного методу – браслета-трекера, який реєструє показники у різних фазах сну. Період досліду – нічний сон, обраний виходячи з того, щоб не перевтомлювати та отримати дані відповідно до стану спокою випробуваного.

Для дослідження було обрано браслет, який за допомогою закладених виробником алгоритмів, визначає фази глибокого і активного сну. Це відбувається за допомогою мікродатчиків, які записують звуки та вібрації тіла. Вони записують всі звуки, які людина видає в процесі сну. В активній фазі, як відомо, людина видає більше різних звуків. Крім реакції на звуки, в браслеті вмонтовані пульсометри і акселерометри. Перші контролюють роботу серця, другі відстежують всі (навіть найнезначніші) рухи сплячого. Пульсометри, зчитуючи збільшення частоти скорочення серцевого м'яза, визначають момент виходу людини з фази глибокого сну.

Ця здатність пристроїв дозволяє обчислити оптимальний час для того, щоб розбудити людину саме в тій фазі сну, в якій прокидатися йому буде приємно і легко. Трекер вибирає той момент, коли організм фізично готовий прокинутися [5].

Під час дослідження досліджувалося три стани випробуваного. Для порівняння отриманих результатів було вибрано двоє людей одного віку та статі, однак один з них мав порок серця. Отримані під час сну за допомогою трекера дані опрацьовувалися в програмному середовищі Matlab.

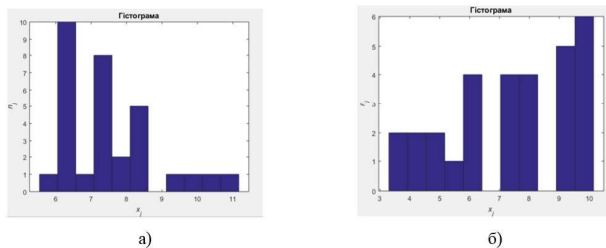


Рисунок 1 - істограма розподілу (Загальні значення: а) здорова, б) з пороком серця)

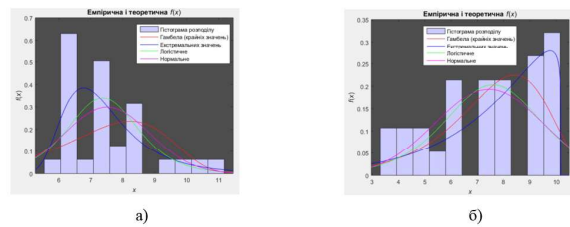


Рисунок 2 - Графік теоретичної та емпіричної щільностей розподілу (Загальні значення а) здорова, б) з пороком серця )

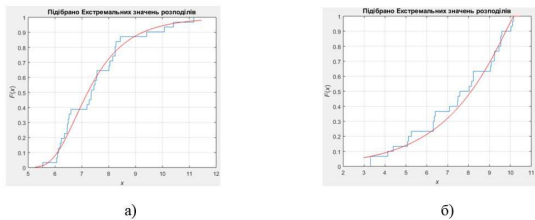


Рисунок 3 - Статистика Колмогорова (Загальні значення: а) здорова, б) з пороком серця )

## ВИСНОВКИ

В даній роботі, була представлена попередня обробка аналізу даних отриманих з трекера, основними частинами якої є: зняття достатньої кількості даних, перевірка їх на репрезентативність, нормальність та стаціонарність. Для реалізації обробки використовували точкові та інтервальні методи оцінки, побудови гістограми, метод інверсії, критерії згоди Колмогорова-Смірнова та критерій Пірсона.

Проведені експериментальні дослідження показали, що використовуючи трекери, можливо спостерігати зміни по перебігу сну у людей з наявністю або відсутністю різних видів захворювань.

Проаналізувавши графіки, що наведені у роботі, можна побачити різницю у показниках здорової та людини з пороком серця завдяки різним параметрам (ексцесу, асиметрії та ін.).

## Список використаних джерел

- [1] Сахаров В.Л. Методы математической обработки электроэнцефалограмм: Учебное пособие. - Таганрог: «Антон», 2000. -44с.
- [2] Ингерлейб М., Полный справочник анализов и исследований в медицине, Глава 5 Полисомнография, 2014г, 416с
- [3] Вікас А., Пандир К.С., Кнеллер В.Ю., [Електронний ресурс] наукова стаття – Біодатчики – аналітичні засоби майбутнього, УДК57.087.1
- [4] Філімонов В.І.– Фізіологія людини, ВСВ «МЕДИЦИНА», 2012р, 816с
- [5] Дальке Р., Руководство для сна. Как засыпать, спать, высыпаться, 2011г