

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

ДАВИДОВ Я.С.

**ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ, МЕТОДІВ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ ВПЛИВУ ФАКТОРІВ
НА БІО- ТА ЕЛЕКТРОФІЗІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ЛЮДИНИ**

**RESEARCH OF THE MODELS, METHODS AND INFORMATION
TECHNOLOGIES OF STATISTICAL ANALYSIS OF THE INFLUENCE
OF FACTORS ON BIOLOGICAL AND ELECTROPHYSIOLOGICAL
INDICATORS OF A PERSON**

Спеціальність 122 – Комп'ютерні науки

АВТОРЕФЕРАТ
на здобуття кваліфікації
магістра з комп'ютерних наук

Краматорськ – 2021

Дипломна робота виконана на кафедрі комп'ютерних інформаційних технологій Донбаської державної машинобудівної академії.

Науковий керівник: к.т.н., доцент кафедри КІТ Васильєва Л. В.

Захист дипломної роботи відбудеться «28» травня 2021 року об 11-00 у Донбаській державній машинобудівній академії за адресою: 84313, Донецька обл., м. Краматорськ, бул. Машинобудівників, 39, ауд. 2218, кафедра «Комп'ютерні інформаційні технології».

Summary

The purpose of this work is to improve the safety of workplaces and optimization with the subsequent improvement of the level of performance through the development of methods and hardware-software automation for determining the index of cognitive fatigue. As a research task, the author identified an attempt to assess the degree of influence of working environment factors on the human fatigue index using information technology. A mathematical model has been developed for determining the human fatigue index, which is based on the application of the current human fatigue index, human pulse indicators, and their relation to their reference values. The results obtained from the experiments revealed strong correlations between the fatigue index and certain factors of the working environment.

Keywords: neural interface, bio physiology, electrophysiology, brain rhythms, tiredness, correlation, analysis.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми.

Більшість людей навіть не замислюються, над тим як монотонна робота за комп'ютером впливає на біофізичні та електрофізіологічні показники їх організму. Найбільш помітні та важливі зміни можна побачити в роботі мозку, а саме на ритми діяльності головного мозку людини, наприклад збільшення бета ритму. Але тривала домінація бета ритму над іншими, може визвати так звану " депресію бета-ритму ", що призводить до зменшення активності соматичної, сенсорної, рухової системи, а отже і угасає тактильна активність людини. Порушення базових ритмів людини також відображаються і на біофізичних показниках, наприклад при великій активності бета ритму температура тіла може підійматися на декілька десятих градусів, а при знижені альфа ритму зменшуються пульс людини.

Системи виявлення і прогнозування втомленості викликали науковий та промисловий інтерес у всьому світі, щоб мінімізувати вплив втоми шляхом ініціювання попереджувальної сигналізації для працівників та водіїв. Системи виявлення і прогнозування втоми базуються на нейроаналізі або біофіксації. Одним з найбільш перспективних та надійних методів індексації втомленості у людей є їх ритми головного мозку. За допомогою цих даних можна точно оцінити рівень втоми потенційно втомленого індивіда. Та провести покращуючи засоби для поліпшення стану спостерігаемого.

Поява портативних нейроінтерфейсів масового виробу дозволило створити в ході дослідження зручну та надійну систему контролю за станом втоми людини. Але портативні системи не дозволяють фіксувати незручні зовнішні умови праці людини за комп'ютером та заздалегідь повідомляти користувача в необхідності прийняття мір.

Окрім фіксації індексу когнітивної втомленості, також ураховуються зовнішні фактори та біофізіологічні показники для формування більш точного

аналізу втомленості користувача.

Відкритим залишається питання об'єктивності інтерпретації мозкових хвиль та інтерпретації їх у втомленість людини, ця проблема породжена із за суттєвих відмінностей між кожною людиною. Також суттєвим недоліком є неможливість ідеально точного фіксування ритмів головного мозку за допомогою портативного нейроінтерфейса.

Тому дослідження пошуку залежностей між станом ритмів головного мозку людини та зовнішніми факторами і впливом їх на втому є актуальним.

Мета і завдання дослідження

Мета даної роботи являється підвищення безпечності робочих місць та оптимізації з подальшим покращенням рівню працездатності за допомогою розробки методів та апаратно програмних засобів автоматизації для визначення індексу когнітивної втомленості.

В відповідності з метою роботи виділені наступні задачі:

- Аналіз біологічних особливостей пов'язаних з головним мозком людини і його ритмами.

- Аналіз технічних показників різних варіантів апаратного забезпечення, що може бути використане у дослідженні, а саме мікроконтролеру та датчиків для зняття параметрів оточуючого середовища, біопаказників і нейроінтерфейсу для зняття електрофізіологічних даних та вибір доступних засобів розробки програмного забезпечення, найбільш оптимізованих під поставлену задачу.

- Розробка методики дослідження та проведення експеримент. Розробка плану використання обладнання (нейроінтерфейса) у експерименті. Вибір методів та алгоритмів інтерпретації електрофізіологічних даних людини у фактичну втомленість. Розробка моделі інтеграції зовнішніх показників до індексу втомлення та алгоритмів для розрахування фактору когнітивної втомленості.

Розробка програмного забезпечення

- Апробація розроблених рішень у рамках дослідження впливу зовнішніх факторів на індекс когнітивної втомленості. Підтвердження або спростування впливу цих факторів на індекс втомленості.

- Виділення основних результатів отриманих у ході дослідження впливу зовнішніх факторів на індекс втомленості, та в залежності від результату пошук подальших напрямків для вирішення задач у наступних дослідженнях зв'язаних з пошуком залежностей зовнішніх факторів на індекс когнітивної втомленості .

Об'єкт дослідження.

Об'єктом дослідження є взаємозв'язок електричної активності головного мозку людини з її роботою за комп'ютером або комп'ютеризованим пристроєм.

Предмет дослідження.

Предметом даного дослідження є пошук залежності між чинниками робочого середовища та електрофізіологічними показниками людини, та вплив цих чинників на індекс когнітивної втомленості.

Методи дослідження:

Аналіз впливу зовнішніх факторів на потенційну працездатність людини. Класифікація методів оцінки рівня втомленості людини за комп'ютером. Статистична обробка даних за допомогою кореляційного аналізу. Анкетування респондентів з метою отримання суб'єктивної оцінки їхнього стану під час дослідження. Візуалізація отриманих даних за графічним методом з використанням лінії тренду. Проведення експерименту з метою перевірки гіпотези щодо впливу зовнішніх факторів на когнітивну втомленість людини.

Наукова новизна.

Розроблена математична модель визначення індексу втомленості людини, в основі якої лежить застосування поточного індексу втомленості людини, показники пульсу людини та їх відношення до їх еталонних значень.

Практичне значення отриманих результатів

На підставі отриманих результатів дослідження був створений програмно-апаратний комплекс, який завдяки своїй практичності та відносно невеликій ціні дозволить проводити власні дослідження з урахуванням певних особистих особливостей та оптимізувати свої робочі умови як для окремих працівників великих компаній, так і для людей, що працюють за комп'ютерами вдома, фрілансерів.

Апробація і публікація отриманих результатів.

1. Доповідь на V Всеукраїнській науково-технічній конференції «Сучасні інформаційні технології, засоби автоматизації та електропривод» (23-24 квітня 2021 року).

2. Доповідь на XLIII науково-технічній конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів, магістрантів і студентів 12–23 квітня 2021 року, м. Краматорськ.

3. Прийнято участь у Конкурсі науково-дослідних робіт студентів по проекту «BIOART».

Опубліковано:

1. Тези: «Дослідження впливу зовнішніх факторів на потенційну працездатність людини за комп'ютером та її мозкову діяльність» // Сучасні інформаційні технології, засоби автоматизації та електропривод : матеріали V Всеукраїнської науково-технічної конференції / За заг. ред. О. Ф. Тарасова. – Краматорськ : ДДМА, 2021.

2. Стаття Marchuk A. , Davydov Y. Investigation of the influence of external factors on the potential performance of a person at the computer and his brain activity / A. Marchuk, Y. Davydov ; advisors : L. Vasylieva, I. Staskevych // Black Sea Science 2021. Information Technology, Automation and Robotics : proc. of the Intern. Competition of Student Scientific Works / Odessa Nat. Acad. of Food Technologies ; eds. B. Yegorov, M. Mardar, S. Kotlyk [et al.]. – Odessa : ONAFT, 2021. – P. 333–344.

Структура та обсяг роботи.

Дипломна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, переліку використаних джерел із 33 найменувань, 48 рисунків, 29 таблиць та 9 додатків. Загальний обсяг дипломної роботи складає 150 сторінок, включаючи 127 сторінок основної частини і 23 сторінок додатків.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Проаналізовані методи дали змогу включити у дослідження пункт урахування суб'єктивної оцінки людини перед початком тестування. Що надало можливість підвищити точність проведених експериментів. Використання мови моделювання UML дозволило створити логічну модель, з використанням шаблонів проектування для підвищення раціоналізації та оптимізації майбутнього програмно апаратного комплексу на тему статистичного аналізу впливу зовнішніх факторів на електрофізіологічні показники і втому людини. Це у свою чергу допомогло провести більш зручний експеримент для респондентів. Використання .NET framework дозволило зручно використовувати необхідну периферію ПАКу (а саме arduino та портативний нейроінтерфейс) за допомогою зовнішніх API. Аналіз методів визначення втомленості операторів за допомогою ЕЕГ про вплив біосферних частот на ритми головного мозку показав що вплив цих частот є майже непомітним, тому було прийняте рішення відмовитися від урахування цього фактору у дослідженні впливу електро- та біо- показників на втомленість людини.

Розроблена математична модель для фактичного урахування індексу втомленості та індексу когнітивного навантаження за допомогою використання новітніх інформаційних технологій. Це у свою чергу дозволить урахувувати усі необхідні зовнішні параметри які потрібні для успішного проведення експерименту. Використання методів згладжування у свою чергу дозволить більш точно оперувати отриманими даними завдяки уніфікованості отриманих результатів. Була висунута наступна гіпотеза: Передбачається, що якщо визначити чинники робочої середи та ритмів головного мозку з високим рівнем кореляції і підтримувати їх у оптимальних умовах, то це буде позитивно позначатися на рівень когнітивної стомленості людини що була частино підтверджена під час дослідження.

Проведений ряд експериментів за участю різних респондентів дозволив провести дослідження та отримати певні результати з яких можна було зробити наступні висновки. При утримання більшості факторів робочого місця респонденту у нормальному стані (температура 24-27 градусів Цельсію, рівень освітленості більше 250 люксів, рівень вологості 40-50%, відсутність роздражнюючих шумів) втомленість людини знижувалося в залежності від його попереднього самопочуття. Розподіл ЕЕГ показників респондентів також був досить очікуваний, зменшення активних ритмів та домінація пасивних ритмів по мірі просування експерименту. За таких умов досягнути значимого рівню кореляції між з $|\sim 0,25-0,30|$ досягнути дуже легко, найбільш для усіх проведених експериментів та 5 різних респондентів виділялися показники кореляції ІУН/вологості та ІУН/рівню освітленості, їх значення майже завжди були $>0,25$. Але, якщо різко почати змінювати зовнішні показники (наприклад зменшити освітленість до 50-100 люксів, або температуру до 21) розподіл кореляційних значень ІУН почне дуже сильно слонятися у сторону критичного показника. Розподіл ЕЕГ хвиль також буде не тривіальним, з явними підвищеннями пасивних бета та активних альфа ритмів одночасно.

В цілому проведenu роботу можна вважати успішною, нам вдалося частково підтвердити висунуту гіпотезу, але досягнути суттєвого зниження індексу втомленості під час критичних значень одного з факторів робочого не вдалося. Тому це питання залишаться відкритим, і проведення більшої кількості експериментів з використанням більшої вибірки респондентів дозволить більш точно дослідити це питання, та отримати нові уточнюючі факти розподілу коефіцієнту кореляції.

Анотація

Метою даної роботи являється підвищення безпеки робочих місць та оптимізації з подальшим покращенням рівню працездатності за допомогою розробки методів та апаратно програмних засобів автоматизації для визначення індексу когнітивної втомленості. В якості дослідницького завдання автором була визначена спроба оцінити рівень впливу факторів робочого середовища на індекс втомленості людини за допомогою інформаційних технологій. Розроблена математична модель визначення індексу втомленості людини, в основі якої лежить застосування поточного індексу втомленості людини, показники пульсу людини та їх відношення до їх еталонних значень. Результати, отримані після проведення експериментів, виявили стійкі кореляційні залежності між індексом втомленості та певними факторами робочого середовища.

Ключові слова: нейроінтерфейс, біофізіологія, електрофізіологія, ритми головного мозку, втомленість, кореляція, аналіз.