

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені І.І.МЕЧНИКОВА

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут математики, економіки та механіки

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра комп'ютерних систем та технологій

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Дипломна робота

на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему

«Програмний комплекс обробки результатів

експериментальних даних»

«Software package for processing experimental data results»

Виконав: студент заочної форми навчання

напряму підготовки 123 – Комп'ютерна інженерія

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Ярошевська Олександра Борисівна

(прізвище, ім'я, по-батькові)

Керівник доктор технічних наук, доцент Гунченко Ю.О.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали, підпис)

Рецензент канд. фізико-матем. наук, доцент Шугайло Ю.Б.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

Рекомендовано до захисту:

Протокол засідання кафедри

№__ від «__» ____ 2021р.

Захищено на засіданні ЕК №__

протокол №__ від «__» ____ 2021р.

Оцінка / / ____

(за національною шкалою, шкалою ECTS, бали)

Завідувач кафедри

Голова ЕК

Ю.О. Гунченко

(підпис)

(прізвище, ініціали)

Н.Ф. Казакова

(підпис)

(прізвище, ініціали)

Одеса - 2021

АНОТАЦІЯ

У дипломній роботі розробляється тема «Програмний комплекс обробки результатів експериментальних даних».

Мета роботи – розробка апаратно-програмного комплексу зняття біомедичних показників та подальшої обробки отриманих даних. До таких показників входить кількість серцевих скорочень, або частота пульсу, рівень насиченості крові киснем, а також температура тіла.

В результаті проведених у роботі досліджень з виміру показників життєдіяльності людини з'явилася можливість виконувати первинну діагностику ознак COVID-19 та деяких інших захворювань, що супроводжуються зміною частоти пульсу, сатурації та температури тіла, або деяких з цих показників. Це дозволяє визначити зміни на початку розвитку захворювання та вчасно звернутись до лікаря для більш детального обстеження стану здоров'я.

Робота складається з трьох розділів, десяти підрозділів, 63 сторінок, шести додатків, вміщує 36 першоджерел. Апробація роботи була проведена на трьох конференціях:

— Ярошевська О.Б., Гунченко Ю.О. Пристрій для діагностики COVID-19 / Інформатика, інформаційні системи та технології: тези доповідей 16-ї всеукраїнської конференції студентів і молодих науковців. Одеса, 23 квітня 2021 р. – Одеса, 2021. – С. 63-65.

— Ярошевська О.Б., Ільїних А.А., Гунченко Ю.О. Пристрій для первинної діагностики здоров'я в домашніх та польових умовах / Тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених, ад'юнктів, слухачів, курсантів і студентів «Молодіжна військова наука у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка» / за заг. редакцією І.В. Толока. – К.: ВІКНУ, 2021. – С.131-132.

— Ярошевська О.Б., Гунченко Ю.О. Аналіз методів обробки показників життєдіяльності людини / 74-а професорсько-викладацька науково-технічна конференція. – Одеса, 2021.

Результати роботи впроваджено у комунальному позашкільному навчальному закладі «Одеська станція юних техніків «Сігма» (додаток Є).

АННОТАЦИЯ

В дипломной работе разрабатывается тема «Программный комплекс обработки результатов экспериментальных данных».

Цель работы - разработка аппаратно-программного комплекса снятия биомедицинских показателей и последующей обработки полученных данных. К таким показателям входит количество сердечных сокращений, или частота пульса, уровень насыщенности крови кислородом, а также температура тела.

В результате проведенных в работе исследований по измерению показателей жизнедеятельности человека появилась возможность выполнять первичную диагностику признаков COVID-19 и некоторых других заболеваний, сопровождающихся изменением частоты пульса, сатурации и температуры тела, или некоторых из этих показателей. Это позволяет определить изменения в начале развития заболевания и вовремя обратиться к врачу для более детального обследования состояния здоровья.

Работа состоит из трех разделов, десяти подразделов, 63 страниц, шести приложений, содержит 36 первоисточников. Апробация работы была проведена на трех конференциях:

— Ярошевська О.Б., Гунченко Ю.О. Пристрій для діагностики COVID-19 / Інформатика, інформаційні системи та технології: тези доповідей 16-ї всеукраїнської конференції студентів і молодих науковців. Одеса, 23 квітня 2021 р. – Одеса, 2021. – С. 63-65.

— Ярошевська О.Б., Ільїних А.А., Гунченко Ю.О. Пристрій для первинної діагностики здоров'я в домашніх та польових умовах / Тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених, ад'юнктів, слухачів, курсантів і студентів «Молодіжна військова наука у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка» / за заг. редакцією І.В. Толока. – К.: ВІКНУ, 2021. – С.131-132.

— Ярошевська О.Б., Гунченко Ю.О. Аналіз методів обробки показників життєдіяльності людини / 74-а професорсько-викладацька науково-технічна конференція. – Одеса, 2021.

Результаты работы внедрены в коммунальном внешкольном учебном заведении «Одесская станция юных техников «Сигма» (приложение Є).

ANNOTATION

In the thesis the topic "Software package for processing the results of experimental data" is developed.

The purpose of the work is to develop a hardware-software complex for taking biomedical indicators and subsequent processing of the data obtained. These indicators include the number of heartbeats, or pulse rate, the level of oxygen saturation in the blood and body temperature.

Studies of human vital signs have made it possible to perform primary diagnosis of COVID-19 and some other diseases accompanied by changes in heart rate, saturation and body temperature, or some of these parameters. This allows you to identify changes at the beginning of the disease and to see a doctor in time for a more detailed examination of the state of health.

The work consists of three sections, ten subsections, 63 pages, six applications, contains 36 primary sources. The work was tested at three conferences:

— Ярошевська О.Б., Гунченко Ю.О. Пристрій для діагностики COVID-19 / Інформатика, інформаційні системи та технології: тези доповідей 16-ї всеукраїнської конференції студентів і молодих науковців. Одеса, 23 квітня 2021 р. – Одеса, 2021. – С. 63-65.

— Ярошевська О.Б., Ільїних А.А., Гунченко Ю.О. Пристрій для первинної діагностики здоров'я в домашніх та польових умовах / Тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених, ад'юнктів, слухачів, курсантів і студентів «Молодіжна військова наука у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка» / за заг. редакцією І.В. Толока. – К.: ВІКНУ, 2021. – С.131-132.

— Ярошевська О.Б., Гунченко Ю.О. Аналіз методів обробки показників життєдіяльності людини / 74-а професорсько-викладацька науково-технічна конференція. – Одеса, 2021.

The results of the work were implemented in the municipal out-of-school educational institution "Odessa station of young technicians "Sigma" (Appendix Є).

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПОКАЗНИКІВ ОРГАНІЗМУ ТА ЗАСОБІВ ОБРОБКИ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ	9
1.1 Аналіз основних функціональних показників організму людини.....	9
1.1.1 Частота серцевих скорочень, або пульс.....	9
1.1.2 Рівень насиченості крові киснем.....	10
1.1.3 Температура тіла	14
1.2 Математичний апарат статистичної обробки даних	16
1.3 Статистичні критерії перевірки гіпотез.....	18
1.3.1 Непараметричні критерії.....	18
1.3.2 Параметричні критерії.....	20
2 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ПРОГРАМНИХ ТА АПАРАТНИХ ЗАСОБІВ ПРОЕКТУ.....	24
2.1 Архітектура апаратної частини проекту.....	24
2.2 Архітектура програмної частини проекту.....	36
2.3 Вибір математичних засобів обробки даних.....	39
3 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЕКТУ	43
3.1 Створення технічного засобу для зняття показників пульсу, сатурації та температури тіла.....	43
3.2 Економічна частина проекту.....	45
3.3 Формулювання гіпотез та зняття показників пульсу, сатурації та температури тіла	46
3.4 Створення програмного комплексу та перевірка гіпотез	53
ВИСНОВКИ.....	58
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	60
Додаток А Копія публікації «Пристрій для діагностики COVID-19»	64

Додаток Б	Копія публікації «Пристрій для первинної діагностики здоров'я в домашніх та польових умовах».....	71
Додаток В	Копія публікації «Аналіз методів обробки показників життєдіяльності людини».....	77
Додаток Г	Код програми в середовищі Arduino IDE.....	81
Додаток Д	Код програми в середовищі Visual Studio	86
Додаток Е	Таблиця значень t-критерію Стюдента	97
Додаток Є	Копія довідки про впровадження результатів наукового випробування.....	98

ВСТУП

Інформаційні технології в сучасному світі є одними з найбільш поширених та впливових засобів у всіх сферах нашого життя. Стрімкий розвиток інформаційних технологій передбачає велику кількість досліджень, створення апаратно-програмних комплексів та моделей для вдосконалення методів даної галузі. Математичні методи обробки даних є важливою складовою досліджень у просторі інформаційних технологій, оскільки обробка результатів експериментальних даних математичними методами надає можливість підтверджувати теоретичні моделі досліджень у будь-якому напрямі.

Однак при всьому різноманітті математичних методів їх застосування в дослідженнях технологічного характеру - це не шаблонне використання готових математичних формул, а багатопланове дослідження. Воно пов'язане з доказом коректності залучення кожного методу, безліччю припущень і обмежень, обумовлених різноманітністю змістовних завдань, постійними переплетеннями математичних методів з іншими методами дослідження, технічними моделями тощо, а також наявністю багатьох невивчених проблем у процесі використання математичних методів.

Актуальність дипломного проекту полягає в тому, що створення програмного комплексу обробки результатів експериментальних даних дозволить використовувати даний комплекс у різноманітних дослідженнях, значно прискорюючи їх хід порівняно з дослідженнями, які виконуються в умовах відсутності зручних технічних засобів. Дану технологію можна переносити, корегуючи під різні завдання, які передбачають порівняння показників декількох груп або однієї групи в різних умовах, реальних чи створених штучно для перевірки певної технічної моделі.

Дипломний проект також пов'язаний із первинною оцінкою стану здоров'я. Проблема оцінки поточного стану здоров'я і його контролю має важливе значення для людини. Високий темп життя, інформаційні

перевантаження і дефіцит часу надають все зростаючий вплив і можуть бути причинами різноманітних відхилень у нормальній діяльності систем організму. У структурі сучасної захворюваності і смертності переважають хронічні неінфекційні захворювання, в першу чергу - серцево-судинні та онкологічні. Останнім часом до них входить також інфекційне захворювання COVID-19.

Першочерговим завданням програмного комплексу є обробка результатів даних, отриманих при вимірюванні основних показників життєдіяльності людини, таких як частота пульсу, рівень насиченості крові киснем та температура тіла, які, за даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, є одними з показових ознак при діагностиці вищезазначених захворювань.

Мета роботи: розробка апаратно-програмного комплексу зняття біомедичних показників та подальшої обробки отриманих даних.

Об'єкт дослідження: апаратно-програмний комплекс обробки даних.

Предмет дослідження: апаратно-програмний комплекс обробки результатів обчислення показників пульсу, сатурації та температури тіла, а також їх порівняння в різних умовах.

Основні задачі роботи:

1. Проаналізувати основні функціональні показники організму та математичні методи їх обробки.
2. Сконструювати модель для обчислення показників пульсу, сатурації та температури тіла.
3. Розробити програмний комплекс для обробки результатів дослідження показників пульсу, сатурації та температури тіла.
4. Провести дослідження з обробкою експериментальних даних, отриманих у ході даного дослідження.

ВИСНОВКИ

В теоретичній частині роботи було проаналізовано біомедичні дані щодо основних функціональних показників організму людини, розглянуто особливості пульсу, сатурації та температури тіла. Було визначено метод пульсоксиметрії, який є основою для створення апаратної частини проекту.

Було розглянуто математичний апарат статистичної обробки отриманих результатів. Статистична обробка використовується для виявлення будь-яких властивостей або закономірностей зв'язку обраних об'єктів дослідження. Основні етапи статистичної обробки містять формування випадкової вибірки, первинна обробка за допомогою вибірових числових характеристик та вибір критерію порівняння або розрахунку. Серед основних вибірових числових характеристик було визначено такі як середнє значення вибірки, дисперсія, середньоквадратичне відхилення.

В роботі також було обґрунтовано вибір технічних та математичних засобів проекту. Апаратна частина включає в себе плату Wemos D1 Mini на базі мікроконтролера ESP8266, та датчик MAX30102 для виміру зазначених вище показників. Програмна частина складається з середовища Arduino IDE для збору показників та Visual Studio – для їх подальшої обробки. Мовою програмування у другому середовищі була обрана мова C# як найбільш зручна у використанні. Щодо математичних засобів, був обраний параметричний t-критерій Стюдента, оскільки він є найбільш ефективним при роботі з залежними вибірками.

У практичній частині роботи була продемонстрована схема пристрою з усіма елементами та їх поєднанням. Економічна частина проекту довела вигоду створення даного пристрою, окрім того, це надає більшу гнучкість і можливості розвитку моделі пристрою порівняно з готовим рішенням.

У даній частині також було надано результати демонстраційного експерименту, а саме – показники у спокійному стані й після фізичного навантаження, та сформульовано гіпотези орієнтовно до попередніх наукових

досліджень зміни показників організму при підвищеній фізичній активності. За допомогою програмного комплексу було підраховано середнє значення показників обох вибірок, середньоквадратичне відхилення та надано відповідні результати. Окрім того, було підраховано t-критерій Спірмена та підтверджено гіпотези $H(0)$ щодо наявності або відсутності змін у показниках.

Експеримент виявив значуще підвищення показників частоти серцевих скорочень та температури тіла після фізичних навантажень. Щодо сатурації, значущих змін у даних показниках виявлено не було. Програмний комплекс із визначенням значущості різниці показників можна використовувати як сканування підвищення пульсу, температури, зниження рівня кисню в крові тощо в домашніх умовах, вчасно відзначити відхилення від норми та, при необхідності, звернутись за медичною допомогою.

Робота пройшла апробацію на трьох наукових конференціях. За темою роботи були випущені три публікації, копії яких надані в додатках А-В. Результати схвалено та впроваджено в робочий процес у комунальному позашкільному навчальному закладі «Одеська станція юних техніків «Сігма» (додаток Є).

Робота, виконана в дипломному проекті, відображає моделювання реальних змін у стані людини, що супроводжуються змінами функціональних показників організму. Таким чином, це демонструє практичну значущість даного проекту.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сторчун Є.В. Біофізичні та математичні основи інструментальних методів медичної діагностики: Навч. Посібник / Є. В. Сторчун, Я. М. Матвійчук. – Львів: Вид. «Растр-7», 2009. – 216 с.
2. Ошевенский Л.В., Крылова Е.В., Уланова Е.А. Изучение состояния здоровья человека по функциональным показателям организма: учебно-методическое пособие [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt/668/45668/22286> - Дата доступа: 11.05.2021.
3. Большев А.С., Сидоров Д.Г., Овчинников С.А. Частота сердечных сокращений. Физиолого-педагогические аспекты: Учебное пособие. – Нижний Новгород: ННГАСУ, 2017. – С. 10.
4. Апанасенко, Г.Л., Науменко Г.Г., Соколовец Т.Н. Об оценке состояния здоровья человека / Г.Л. Апанасенко, Г.Г. Науменко, Т.Н. Соколовец // Врачебное дело. 1998. – №5. – С. 112-114.
5. Stig Avall Severinsen BREATHEOLOGY: The Art of Conscious Breathing / Stig Avall Severinsen. – BlueConsult, 2010. – 399 p.
6. Пульсоксиметрия: суть метода, показания и применение, норма и отклонения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sosudinfo.ru/arterii-i-veny/pulsoksimetriya/> - Дата доступа: 10.03.2021.
7. Огирко И. В. Рациональное распределение температуры по поверхности термочувствительного тела // Инженерно-физический журнал Том 47, Номер 2 (Август, 1984). – С. 332.
8. Уткин В. Б. Математика и информатика: Учебное пособие / В. Б. Уткин, К. В. Балдин, А.В. Рукосуев, под общей редакцией В. Б. Уткина – 4-е изд. – М.: Издательско-торговая корпорация “Дашков и Ко”, 2018. – 468 с.

9. Гребенникова И.В. Методы математической обработки экспериментальных данных. Учебно-методическое пособие / И.В. Гребенникова. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2015. — 124 с.
10. Агапова Е. Г., Лазарева Н. Б., Широкова О. В. Математические методы обработки результатов анкетирования // Проблемы высшего образования: материалы междунар. науч.-метод. конф. (Хабаровск, 10-12 апр. 2013 г.) / под ред. Т.В. Гомза. - Хабаровск. Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2013. – 287 с.
11. Айвазян С.А. Прикладная статистика: Основы моделирования и первичная обработка данных / С.А. Айвазян, И.С. Енюков, Л.Д. Мешалкин. М.: Финансы и статистика, 2012. – 323 с.
12. Гмурман, В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика / В. Е. Гмурман. – 9-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2003. – 479 с.
13. Севастьянов Б.А. Курс теории вероятностей и математическая статистика / Б.А. Севастьянов М.: Институт компьютерных исследований, 2010. – 372 с.
14. Чекмарев Ю. В., Кашина И. А., Кашин В. К., Нечаев Д. Ю. Автоматизация процессов обучения обработки информации в статистике: Учебное пособие. - ДМК Пресс, 2012. – 199 с.
15. Середенко П.В. Методы математической статистики в психолого-педагогических исследованиях: учеб. пособ. / П. В. Середенко, А. В. Должикова. – 2-е изд., испр. и доп. – Южно-Сахалинск: СахГУ, 2009. – 52 с.
16. Калинина, В. Н. Математическая статистика / В. Н. Калинина, В. Ф. Панкин. – М.: Высш. шк., 1998. – 336 с.
17. Ярошевська О.Б., Гунченко Ю.О. Аналіз методів обробки показників життєдіяльності людини / 74-а професорсько-викладацька науково-технічна конференція. – Одеса, 2021.
18. Arduino Products [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.arduino.cc/en/Main/Products> - Дата доступу: 15.02.2021.

19. Блум Дж. Вивчаємо Arduino [пер. з англ. Петін В.] - СПб.: БХВ-Петербург - 2015. - 336 с.
20. Ярошевська О.Б., Ільїних А.А., Гунченко Ю.О. Пристрій для первинної діагностики здоров'я в домашніх та польових умовах / Тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених, ад'юнктів, слухачів, курсантів і студентів «Молодіжна військова наука у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка» / за заг. редакцією І.В. Толока. – К.: ВІКНУ, 2021. – С.131-132.
21. Кривонос О.М. Огляд платформи Arduino Nano 3.0 та перспективи використання під час навчального процесу /О. М. Кривонос, Є. В. Кузьменко, С. В. Кузьменко// Інформаційні технології і засоби навчання. Том 56, № 6. - Київ, 2016. – С.79-80.
22. Яценков В.С. Здоровье, спорт и окружающая среда в проектах Arduino. – СПб.: БХВ-Петербург, 2020. – 336 с.: ил.
23. Табунщик Г. В. Проектування, моделювання та аналіз інформаційних систем: Навчальний посібник / Г.В. Табунщик, Р.К. Кудерметов, А. В. Притула. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2011. – 292 с.
24. Бабич О., Бойко Я., Галін В., Чупринський О. Проектування інтелектуальних інформаційних систем на базі МК Raspberry Pi [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://elit.lnu.edu.ua/pdf/11_6.pdf. - Дата доступу: 21.05.2021.
25. Дж. Фрайден. Современные датчики, Справочник / Дж. Фрайден. – Москва: Техносфера, 2005. – 592 с.
26. Михеев В.П. Датчики и детекторы: Учебное пособие / В.П. Михеев, А.В. Просандеев. – М.: МИФИ, 2007. – 172 с.
27. Датчик пульса MAX30102 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://arduino.ua/prod2036-datchik-pylsa-max30102>. - Дата доступу: 19.01.2021.
28. Ярошевська О.Б., Гунченко Ю.О. Пристрій для діагностики COVID-19 / Інформатика, інформаційні системи та технології: тези доповідей 16-ї

всеукраїнської конференції студентів і молодих науковців. Одеса, 23 квітня 2021 р. – Одеса, 2021. – С. 63-65.

29. High-Sensitivity Pulse Oximeter and Heart-Rate Sensor for Wearable Health [Електронний ресурс]: Datasheet / maxim integrated. – Режим доступу: <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX30102.pdf> - Дата доступу: 22.01.2021.
30. Анісімов А.В. Інформаційні системи та бази даних: Навчальний посібник для студентів факультету комп'ютерних наук та кібернетики. / Анісімов А.В., Кулябко П.П. – Київ. – 2017. – 110 с.
31. Павлиш В. А. Основи інформаційних технологій і систем: Навчальний посібник. / Павлиш В. А., Гліненко Л. К. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 500 с.
32. Голіцина, О.Л. Інформаційні технології: Підручник / О.Л. Голіцина, Н.В. Максимов, Т.Л. Партика, І.І. Попов. - М.: Форум, ИНФРА-М, 2013. – 608 с.
33. Троелсен Э. Язык программирования C# 2010 и платформа .Net 4 / Э. Троелсен. –М.: Вильямс, 2011. – 1392 с.
34. Брила А.Ю., Антосяк П.П., Глебена М.І., Чупов С.В., Семйон І.В. Основи програмування у C#. Методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів І-го курсу математичного факультету спеціальності "Прикладна математика". – Ужгород, 2014. – 60 с.
35. Ланда, Б.Х. Методика комплексной оценки физического развития и физической подготовленности. – М.; Советский спорт. – 2004. – 192 с.
36. Капилевич Л.В., Радаева С.В., Лим М.С. К 20 Лечебная физическая культура: учебное пособие для студентов нефизкультурных специальностей. – Томск: Томский государственный университет, 2011. – 116 с.