

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.

Завідувач кафедри

(підпис)

Ю.О. Гунченко

(прізвище, ініціали)

Захищено на засіданні ЕК № ___

протокол № ___ від «___» _____ 2021р.

Оцінка / / _____

(за національною шкалою, шкалою ECTS, бали)

Голова ЕК

(підпис)

Н.Ф. Казакова

(прізвище, ініціали)

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 Стьюдента	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.

1 ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПОКАЗНИКІВ ОРГАНІЗМУ ТА ЗАСОБІВ ОБРОБКИ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ

1.1 Аналіз основних функціональних показників організму людини

1.1.1 Частота серцевих скорочень, або пульс

В оцінці фізіології серцево-судинної системи організму людини враховують ряд важливих показників: функцію шлуночків серця, тиск крові, пружні властивості артерій тощо. Для визначення деяких показників використовують пульсові сигнали [1, 2]. Термін «пульс» походить від латинського слова *pulsus*, що в перекладі означає удар, чи поштовх. Пульс – це коливання стінок артерій, що пов'язано з серцевими циклами. У більш широкому значенні – це будь-які зміни в серцево-судинній системі, що пов'язані з діяльністю серця.

Пульс являє собою один з найважливіших та найстарших показників здоров'я людини [3, 4]. В більшості випадків пульс вимірюють методом пальпації на кровоносних судинах, які знаходяться найближче до поверхні шкіри, а саме сонна та променева артерії, які знаходяться на шиї та біля кистей рук відповідно. Метод пальпації є найпростішим, хоча вимагає наявності знань в області анатомії. За допомогою приладів стало можливим вимірювання пульсу на будь яких кровоносних судинах завдяки сучасним методам реєстрації.

Щодо частоти пульсу, зазвичай її рахують протягом 15 секунд і множать на 4, але слід враховувати, що частота пульсу змінюється, через це результат може відрізнятись, тому краще відрахувати повну хвилину.

При фізичному навантаженні, зміні емоційного стану, а також при захворюваннях, пов'язаних з дефіцитом гемоглобіну в крові, та деяких інших частота пульсу збільшується, оскільки у відповідь на вимогу органам і

тканинам підвищеного кровопостачання організм людини стандартно реагує збільшенням серцевих скорочень.

Залежно від частоти, розрізняють пульс:

- помірної частоти - 60-90 уд. / хв;
- рідкісний (pulsus rarus) - менше 60 уд. / хв;
- частий (pulsus frequens) - більше 90 уд. / хв.

1.1.2 Рівень насиченості крові киснем

Одним з основних показників здоров'я організму є насиченість артеріальної крові киснем, або сатурація. Рівень насичення крові киснем – це частка насиченого киснем гемоглобіну відносно загального гемоглобіну (ненасиченого + насиченого) в крові. Організм людини вимагає і регулює достатньо точний і специфічний баланс кисню в крові. Нормальний рівень насичення киснем артеріальної крові у людини становить 95-100 відсотків. Якщо рівень нижче 90 відсотків, він вважається низьким [5].

Розглянемо процес насичення крові киснем детальніше. Кисень, який надходить в легені, насичує кров за допомогою гемоглобіну. Гемоглобін - це найважливіший елемент крові, залізовмісний білок і основний компонент еритроцитів. Він має властивість захоплювати кисень і транспортувати його до органів. Одна молекула гемоглобіну може перенести 4 молекули кисню і в цьому випадку вона буде насичена на 100%. Гемоглобін, що приєднав до себе кисень, перетворюється на оксигемоглобін (ОxHb), а віддав кисень, називається дезоксигемоглобін (Hb). Схематичне зображення Hb та ОxHb представлено на рис. 1.1.

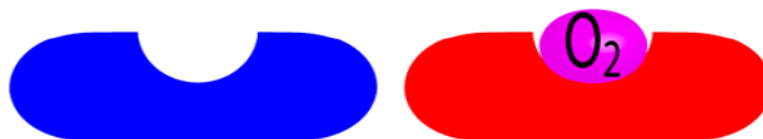


Рисунок 1.1 – Схематичне зображення Hb та ОxHb

Рівень кисню в крові (ступінь насичення крові киснем) показує, яка кількість гемоглобіну в організмі знаходиться в пов'язаному з киснем стані. Є 16 одиниць гемоглобіну і не один з 16 ні з киснем, то насичення киснем складає 0%. Якщо 8 з 16 молекул гемоглобіну містять кисень. Те насичення киснем складає 50% ну і так далі. Таким чином, насичення киснем показує відсоток від загального гемоглобіну, який переносить кисень.

Визначити даний параметр допомагає метод пульсоксиметрії (пульсова оксиметрія, оксигеметрія, гемоксиметрія). Залежно від того, наскільки гемоглобін насичений киснем, змінюється довжина світлової хвилі, яку він здатний поглинути. На цьому принципі заснована дія пульсоксиметра, що складається з джерела світла, датчиків, детектора і процесора, який виконує аналіз.

Кожна молекула гемоглобіну поглинає частину світла, тому чим більше I_0 на одиницю площі, тим більше поглинається світла. Цю властивість описано в законі Бугера - Ламберта - Бера (також закон Бугера) - фізичному законі, що визначає ослаблення паралельного монохроматичного пучка світла при поширенні в середовищі, яке його поглинає. Відбувається поступове ослаблення паралельного монохроматичного (одноколірного) пучка світла при поширенні його в такому середовищі.

Вимірюючи кількість світла, що досягло фотоприймача, ми можемо дізнатися, скільки світла було поглинуто. Чим більше концентрація гемоглобіну в артерії, тим більше світла поглинається. Приклад з різною концентрацією гемоглобіну й, відповідно, різним ступенем поглинання наданий на рис. 1.2, де зліва зображена низька концентрація гемоглобіну й низький ступінь поглинання світла, а справа – висока концентрація й високий ступінь поглинання.

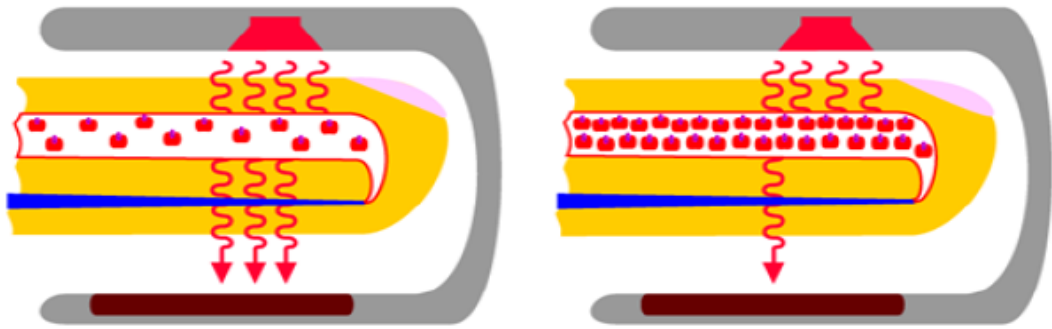


Рисунок 1.2 – Порівняння концентрації гемоглобіну в крові та ступеня поглинання світла

Пульсоксиметр - це контрольно-діагностичний медичний прибор, призначений для вимірювання насичення крові киснем. Як правило, цей датчик складається з двох світлодіодів: один в червоному спектрі (650 нм) і в інфрачервоному (950нм). Джерело світла випромінює хвилі в червоному та інфрачервоному спектрі, а кров поглинає їх в залежності від числа пов'язаних гемоглобіном кисневих молекул. Пов'язаний гемоглобін вловлює інфрачервоний потік, а неокисенований - червоний. Світло, що не було поглинене, реєструється детектором, апарат підраховує сатурацію та видає результат на монітор. Метод є неінвазивним і безболісним, а його проведення займає всього 10-20 секунд.

На сьогоднішній день застосовується два способи пульсоксиметрії [6]:

1. Трансмісійна, або наскрізна.

При трансмісійній пульсоксиметрії світловий потік проникає крізь тканини, тому для отримання показників сатурації випромінювач і датчик, що сприймає світло, потрібно розташовувати з протилежних сторін, між ними - тканину. Для зручності проведення дослідження датчики накладають на невеликі ділянки тіла - палець, ніс, вушну раковину.

2. Відображена.

Відображена пульсоксиметрія передбачає реєстрацію світлових хвиль, що не поглинаються оксигенованим гемоглобіном і відбиваються від тканини. Цей метод зручний для застосування на різних ділянках тіла, де датчики технічно неможливо розташувати один навпроти одного або відстань між ними буде занадто великою для реєстрації світлових потоків - живіт, обличчя, плече, передпліччя. Можливість вибору місця дослідження дає велику перевагу відображеній пульсоксиметрії, хоча точність і інформативність обох способів приблизно однакова.

Різниця між відображеною та трансмісійною пульсоксиметрією зображена на рис. 1.3, де:

А – трансмісійна пульсоксиметрія з реєстрацією наскрізного випромінювання;

В – відображена пульсоксиметрія з реєстрацією відбитого випромінювання.

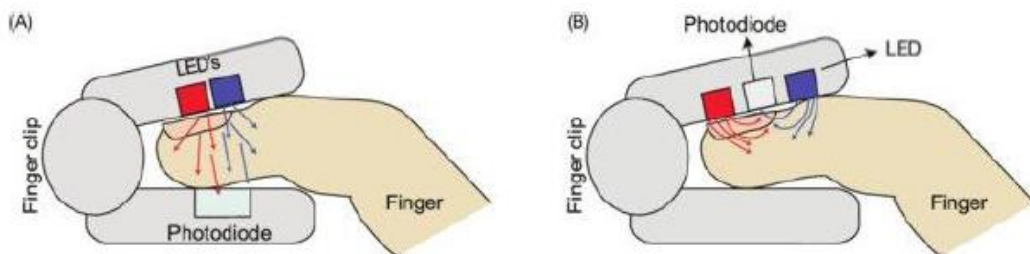


Рисунок 1.3 – Відображена та трансмісійна (наскрізна) пульсоксиметрія

Неінвазивна пульсоксиметрія має деякі недоліки, такі як: зміна роботи в умовах яскравого світла, об'єктів, що рухаються, наявності фарбувальних речовин (лак для нігтів), необхідність точного позиціонування датчиків. Похибки в показаннях можуть бути пов'язані з неправильним накладанням пристрою, шоком, нещодавнім вживанням алкоголю або курінням, гіповолемією у пацієнта, коли прилад не може вловити пульсову хвилю.

Отруєння чадним газом і зовсім може показувати стовідсоткову сатурацію, тоді як гемоглобін насичений не киснем, а CO [6].

Визначення сатурації має величезне значення для широкого кола пацієнтів з патологією серця, легенів, крові тощо.

1.1.3 Температура тіла

Фізіологічна активність живих істот значною мірою залежить від температури навколишнього середовища, яка може змінюватися на Землі в діапазоні від -50 до 60 °C. Однак живі клітини здатні функціонувати у значно вужчому діапазоні значень температури, що становить близько 50 °C. У нормальних умовах значення температури різних частин тіла людини відрізняються. Зокрема, на лобі та щоках ~ 33.5 °C; під пахвою ~ 36.6 °C; пальці рук ~ 28.5 °C; пальці ніг ~ 24.4 °C. Патологічні зміни процесів теплоутворення та тепловіддачі в організмі людини здавна використовують в медичній діагностиці [1].

Температура – це один з найважливіших показників для людини. Будь-яка її зміна в нижчу або вищу сторону від нормальної викликає дискомфорт. Наразі людство на високому рівні розвитку, тому вплив навколишнього середовища на температуру нашого тіла зведений майже до нуля.

Температура тіла кожної людини протягом дня коливається в невеликих межах, залишаючись в діапазоні від $35,5$ до $37,2$ °C для здорової людини. Рівень температури нижче 35 °C вказує на наявність серйозного захворювання. Жертви переохолодження впадають в ступор, якщо температура їх тіла знижується до позначки $32,2$ °C, більшість втрачають свідомість при $29,5$ °C і гинуть при температурі нижче $26,5$ °C. На температуру також впливають стать і вік. У дівчат температура тіла стабілізується в 13-14 років, а у хлопчиків - приблизно в 18 років. Середня температура тіла чоловіків приблизно на $0,5-0,7$ °C нижче, ніж у жінок.

Температурні відмінності між внутрішніми органами досягають декількох десятих градуса. Різниця між температурою внутрішніх органів, м'язів і шкіри може становити до 5-10 °С, що ускладнює визначення середньої температури тіла, необхідної для визначення термічного стану організму в цілому [7].

Згідно з добовим ритмом, найнижча температура тіла відзначається вранці, близько 6 годин, а максимальне значення досягається ввечері. Як і багато інших біоритмів, температура відповідає добовому циклу Сонця, а не рівню нашої активності. Люди, що працюють вночі і сплячі вдень, демонструють той же цикл зміни температури, що і інші. Згідно з іншими даними, низька температура відзначається близько 4 годин ранку, а найвища - у другій половині дня, між 16:00 і 18:00 (за умови, що людина спить вночі і не спить вдень).

Температура тіла контролюється гормонами щитовидної залози та гіпоталамусом. Нервові клітини гіпоталамуса мають рецептори, які безпосередньо реагують на температуру тіла збільшенням або зменшенням секреції ТТГ, який, у свою чергу, регулює активність щитовидної залози, гормони якої (Т3 і Т4) відповідають за інтенсивність метаболізму. У меншій мірі в регуляції температури бере участь гормон естрадіол (основну роль грає в терморегуляції у жінок під час менструального циклу), підвищення його рівня веде до зниження базальної температури.

Багато захворювань ендокринної системи і пухлини головного мозку, що зачіпають область гіпоталамуса, викликають виражені і часто стійкі порушення терморегуляції. Наприклад, тиреотоксичний криз (що супроводжується різким викидом гормонів Т3 і Т4 в кров) призводить до різкого підйому температури тіла, нерідко перевищує критичну позначку й викликає смерть пацієнта.

Зниження (гіпотермія) або підвищення (гіпертермія) температури тіла на кілька градусів порушує процеси життєдіяльності та може призвести до охолодження або перегрівання організму й навіть до його загибелі. При

багатьох захворюваннях температура тіла підвищується до певних меж і регулюється організмом на новому рівні, наприклад, при лихоманці або застуді.

Температура здатна підніматися в результаті стресу, страху, нічних кошмарів, при інтенсивній розумовій роботі, інфекції, і т.д.

1.2 Математичний апарат статистичної обробки даних

Статистична обробка даних включає в себе [8]:

- розробку форм статистичного спостереження,
- формування плану вибірки,
- збір і введення даних,
- обробку та аналіз даних,
- надання інформації користувачеві.

Вибіркова сукупність, або вибірка, випадкової величини X - випадково обрана підмножина генеральної сукупності $\{x(1), x(2), \dots, x(n)\}$, отримана при проведенні в однакових умовах n незалежних вимірювань випадкової величини X , де n - обсяг вибірки [9, 10, 11].

Незалежними називаються вибірки, в яких одні і ті ж ознаки вимірянні (незв'язані вимірювання) на різних випробуваннях, а залежними - вибірки, утворені парними (пов'язаними) результатами (з одним випробуванням в різних умовах, наприклад, «до» і «після» або випробуваннями, пов'язаними певними відносинами: близнюки, брат-сестра, чоловік-дружина і т.д.).

Значення $x(i)$ розташовують в порядку зростання. Може виявитися, що деякі варіанти $x(i)$ у вибірці зустрічаються кілька разів. Число $n(i)$, що показує, скільки разів зустрічаються варіанти $x(i)$ у вибірковій сукупності, називається частотою (емпіричної частотою) результату $x(i)$. Частоти варіант також називають їх вагами. Відношення частоти до обсягу вибірки називають відносною частотою значення $x(i)$.

Для характеристики найважливіших властивостей статистичного розподілу використовують середні показники, які називають вибірковими числовими характеристиками [9, 12]. Якщо значення $x(i)$ ознаки X не згруповані в варіаційні ряди й обсяг вибірки n невеликий, то вибіркові характеристики знаходять за наступними формулами.

Вибіркове середнє ознаки X :

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_i x_i , \quad (1.1)$$

Вибіркова дисперсія ознаки X , якщо $n \geq 30$:

$$D_B = \frac{1}{n} \sum_i (x_i - \bar{x})^2 , \quad (1.2)$$

Вибіркова дисперсія ознаки X , якщо $n < 30$:

$$D_B = \frac{1}{n-1} \sum_i (x_i - \bar{x})^2 , \quad (1.3)$$

де x_i – елемент вибірки;
 n – кількість елементів вибірки.

Вибіркове середньоквадратичне відхилення знаходять за формулою:

$$\sigma_B = \sqrt{D_B} , \quad (1.4)$$

де D_B – вибіркова дисперсія.

Для порівняння значень декількох вибірок необхідно розробити гіпотезу - припущення, що має імовірнісний характер і володіє невизначеністю щодо своєї істинності-хибності [12, 13].

Статистичні гіпотези підрозділяються на:

1. H_0 - нульова (у загальному вигляді це гіпотези про відсутність відмінностей у вибірках, умовах експериментів; про рівність нулю заходів зв'язку; про подібність розподілів і т.д.)

2. H_1 - альтернативна (протилежна H_0).

Ці гіпотези (H_0 і H_1) не сумісні, тобто якщо приймається одна, то відхиляється інша.

Крім того, виділяють:

- спрямовані гіпотези (наявність-відсутність відмінностей, зміна заходів зв'язку в певному напрямку) гіпотези;
- неспрямовані (без вказівки напрямку).

Програмні методи статистичної обробки даних служать безпосередньо для аналізу або обробки великих і малих обсягів даних [14]. Під програмним засобом (продуктом) ми розуміємо програму або логічним чином пов'язану сукупність програм, що знаходяться на машинних носіях даних й забезпечені відповідною документацією.

1.3 Статистичні критерії перевірки гіпотез

1.3.1 Непараметричні критерії

Статистичний критерій найчастіше є формулою, за якою отримують деяке число.

Критерії, що не містять у формулі розрахунки параметрів розподілу й засновані на оперуванні частотами або рангами (Q - критерій Розенбаума, T - критерій Вілкоксона та ін.) називаються непараметричними критеріями [15, 16, 17]. Розглянемо їх детальніше.

Q-критерій Розенбаума: призначений для оцінки розходжень між двома вибірками за рівнем певної ознаки, вимірної кількості. У кожній з вибірок має бути не менше 11 випробовуваних.

Приклад формулювання гіпотез:

- H_0 : рівень ознаки у вибірці 1 не перевищує рівня ознаки у вибірці 2.
- H_1 : рівень ознаки у вибірці 1 перевищує рівень ознаки у вибірці 2.

Обмеження критерію:

1. У кожній вибірці повинно бути не менше 11 спостережень ($n_1, n_2 > 11$).

2. Якщо в обох вибірках менше 50 спостережень, то абсолютна величина різниці між n_1 і n_2 не повинна бути більше 10 спостережень: $|n_2 - n_1| < 10$

3. Якщо в кожній вибірці більше 51 спостереження, то абсолютна величина різниці NE повинна бути більше 20 спостережень: $|n_2 - n_1| < 20$.

U-критерій Манна-Уїтні: аналогічно з попереднім, призначений для оцінки розходжень між двома вибірками за рівнем певної ознаки, вимірною кількісно. Він дозволяє виявляти відмінності між малими вибірками, коли $n_1, n_2 \geq 3$ або $n_1 = 2, n_2 \geq 5$, і є більш потужним, ніж критерій Розенбаума.

Приклад формулювання гіпотез:

- H_0 : рівень ознаки в групі 2 не нижче рівня ознаки в групі 1.
- H_1 : рівень ознаки в групі 2 нижче рівня ознаки в групі 1.

Обмеження критерію:

1. У кожній вибірці повинно бути не менше 3 спостережень: $n_1, n_2 \geq 3$

2. Допускається, щоб в одній вибірці було 2 спостереження, але тоді в другій їх повинно бути не менше 5; $n_1 = 2, n_2 \geq 5$

3. У кожній вибірці повинно бути не більше 60 спостережень: $n_1, n_2 \geq 60$.

T-критерій Вілкоксона: застосовується для зіставлення показників, вимірних у двох різних умовах на одній і тій самій вибірці випробуваних.

Він дозволяє встановити не тільки спрямованість змін, але й їх вираженість. З його допомогою можна визначити, чи є зрушення показників в якомусь одному напрямку більш інтенсивним, ніж в іншому.

Приклад формулювання гіпотез:

H₀: інтенсивність зрушень в типовому напрямку не перевершує інтенсивності зрушень в нетиповому напрямку.

H₁: інтенсивність зрушень в типовому напрямку перевищує інтенсивність зрушень в нетиповому напрямку.

Обмеження критерію:

Мінімальна кількість випробовуваних, які пройшли вимірювання в двох умовах - 5 осіб. Максимальна кількість випробовуваних - 50 осіб: $5 \leq n \leq 50$.

1.3.2 Параметричні критерії

Порівняння двох вибірок, виміряних у кількісних параметричних шкалах (інтервальна шкала і шкала рівних відносин) припускає знаходження для кожного числового ряду середнього арифметичного, дисперсії, середнього квадратичного та інших параметрів. Критерії, для яких необхідне застосування вищезазначених параметрів, носять назву «параметричні». Найчастіше застосовується F-критерій Фішера і t-критерій Стьюдента [15, 16, 17].

F-критерій Фішера: призначений для визначення відмінностей у значеннях ознаки двох незалежних вибірок за допомогою порівняння дисперсій. Застосовується для параметричних шкал (інтервальної та шкали рівних відносин).

Приклад формулювання гіпотез:

- H₀: Показники дисперсії в групі 1 не перевищують показників дисперсії в групі 2.
- H₁: Показники дисперсії в групі 1 перевищують показників дисперсії в групі 2.

Обмеження критерію:

1. Розподіл ознаки в обох вибірках істотно не відрізняється від нормального.

2. Верхня межа вибірки обмежена табличними даними ($n \leq 201$).

T-критерій Стьюдента є параметричним критерієм, який призначений для порівняння двох вибірок за певною ознакою на основі зіставлення середніх значень. Доцільно виділити три ситуації співвідношень між собою рядів значень: порівняння незалежних вибірок; порівняння залежних вибірок; порівняння середнього значення окремої вибірки з еталоном. Розглянемо всі три випадки.

Порівняння незалежних вибірок: t-критерій Стьюдента служить для визначення подібності або відмінностей в розподілі ознаки для двох рядів значень, отриманих при вимірюванні цього показника в двох різних вибірках.

Приклад формулювання гіпотез:

- H_0 : Відмінності у значеннях ознаки в групі 1 і групі 2 не є статистично значущими.
- H_1 : Відмінності у значеннях ознаки в групі 1 і групі 2 є статистично значущими.

Обмеження критерію:

1. Розподіл ознаки в обох вибірках істотно не відрізняється від нормального.
2. Ознака повинна бути визначена за допомогою метричних відносин і представлена в параметричних шкалах.

Порівняння залежних вибірок: за допомогою t-критерію Стьюдента можна здійснити порівняння двох рядів значень розподілу ознаки, вимірної на одній і тій же вибірці до впливу на піддослідних і після нього. Причому кожному представнику однієї вибірки поставлений у відповідність той самий представник з іншої вибірки, т.ч. два ряди даних позитивно корелюють один з одним.

Приклад формулювання гіпотез:

- H_0 : Відмінності у значеннях ознаки в групі 1 і групі 2 не є статистично значущими.

- H1: Відмінності у значеннях ознаки в групі 1 і групі 2 є статистично значущими.

Обмеження критерію:

1. Дані двох вибірок знаходяться в пропорційній залежності один від одного (позитивно корелюють).
2. Розподіл ознаки в обох вибірках істотно не відрізняється від нормального.

Порівняння середнього значення окремої вибірки з еталоном: t-критерій Стьюдента дозволяє визначити відмінність середнього значення досліджуваного ознаки від деякого відомого значення A (стандарту).

Приклад формулювання гіпотез:

- H0: Середнє значення ознаки не відрізняється від нормативного показника A .
- H1: Середнє значення ознаки відрізняється від нормативного показника A .

Обмеження критерію:

1. Розподіл ознаки в обох вибірках істотно не відрізняється від нормального.
2. Ознака повинна бути визначена за допомогою метричних відносин і представлена в параметричних шкалах.

Таким чином, у першому розділі були розглянуті основні функціональні показники організму людини, такі як частота серцевих скорочень, сатурація та температура тіла. Зміна цих показників – як підвищення (за винятком сатурації), так і зниження можуть свідчити про запальні процеси та різноманітні захворювання організму, тому потрібно ретельно слідкувати за ними не тільки в медичних закладах, а й у домашніх умовах.

Окрім того, було проаналізовано математичний апарат, який дозволяє виконувати статистичну обробку даних, отриманих у результаті експериментального дослідження вищезазначених показників. Основними

числовими характеристиками вибірки, складеної за результатами експерименту, є вибіркове середнє, яке відображує середнє значення ознаки, а також вибіркова дисперсія та середньоквадратичне відхилення, що позначають величину розкиду даних у вибірці. Для порівняння декількох вибірок користуються статистичними критеріями: параметричними – якщо відомі числові характеристики вибірки або їх можна порахувати, та непараметричними – у протилежному випадку.

2 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНІЧНИХ ТА МАТЕМАТИЧНИХ ЗАСОБІВ ПРОЕКТУ

2.1 Архітектура апаратної частини проекту

Для розробки апаратної частини проекту можна вибрати різні платформи, наприклад, такі як Arduino, Raspberry Pi, ESP8266 тощо. Найбільш доступною та функціональною водночас є плата Arduino.

Arduino - це досить гнучка й одна з найпопулярніших платформ розробки, яка має багато різноманітних додатків, плат розширення, датчиків тощо для збільшення можливостей для проектування. Вона чудово підійде для вивчення мікроконтролерів і може служити основою як для невеликих, так і для більш масштабних проектів.

Розглянемо основні версії плат Arduino [18, 19, 20]. Найбільш популярними та розповсюдженими в різноманітних проектах є плати Arduino Nano, Arduino Uno або Arduino Mini. Всі три плати реалізовані на мікроконтролері ATmega328. При використанні будь-якої з цих плат немає необхідності вносити зміни в вихідні коди програм або в схему пристрою - достатньо підключити шнури ліній до висновків контролера з вірними найменуваннями у відповідності зі схемою проекту. Для більш потужних проектів можна скористатися платою Arduino Mega 2560 R3, яка створена на основі більш потужного мікроконтролера ATmega2560.

Контролер Arduino Nano – один з найбільш поширених в невеликих проектах з електроніки [21]. На звороті плати встановлені лінійний стабілізатор +5 В і конвертер USB-UART. Мікросхема конвертера містить вбудований стабілізатор +3,3 В. Цією напругою можна жити зовнішні трьохвольтові модулі зі струмом споживання до 50 мА. Перевагами цієї версії є компактність і можливість установки безпосередньо в безпайкову макетну плату.

Основні технічні характеристики плати Arduino Nano [22]:

- Контролер: ATmega328P;
- Робоча напруга: 5 В;
- Зовнішнє живлення: від 7 до 12 В;
- Тактова частота: 16 МГц;
- Цифрові порти: 14 (з них 6 ШІМ);
- Аналогові входи: 8 (10 бітів АЦП);
- Граничний струм порту: 40 мА;
- Пам'ять програм: 32 Кб (бутлоадер 0,5 Кбайт).

Зовнішній вигляд плати Arduino Nano представлений на рис. 2.1.

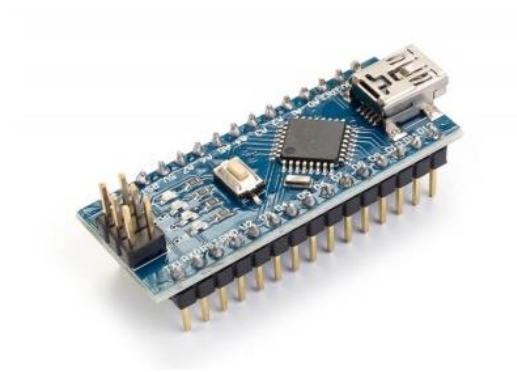


Рисунок 2.1 – Зовнішній вигляд Arduino Nano

Arduino Mini - це варіант плати з мінімальною кількістю зовнішніх компонентів. Вона не містить конвертер USB-UART, тому для з'єднання з комп'ютером і програмування знадобиться якісний зовнішній конвертер. Офіційна плата випускається в двох варіантах робочої напруги й тактової частоти: 5 В (16 МГц) і 3,3 В (8 МГц). Від робочої напруги залежить мікросхема стабілізатора, встановлена на платі.

Плату Arduino Mini зручно монтувати безпосередньо на поверхню друкованої плати готового пристрою. У поєднанні з низькою ціною це робить плату незмінним компонентом багатьох аматорських та дрібносерійних проектів.

Основні технічні характеристики плати Arduino Mini [22]:

- Контролер: ATmega328P;
- Робоча напруга: 5 В / 3,3 В;
- Зовнішнє живлення: від 7 до 12 В (RAW);
- Тактова частота: 16 МГц / 8 МГц;
- Цифрові порти: 14 (з них 6 ШІМ);
- Аналогові входи: 6 (10 бітів АЦП);
- Граничний струм порту: 40 мА;
- Пам'ять програм: 32 Кб (бутлоадер 0,5 Кбайт);
- Пам'ять SRAM (ОЗУ): 2 Кбайт;
- Пам'ять EEPROM: 1 Кбайт;
- Розміри: 33,6x17,8 мм;
- Вага: 3,8 г.

Зовнішній вигляд плати Arduino Mini представлений на рис. 2.2.

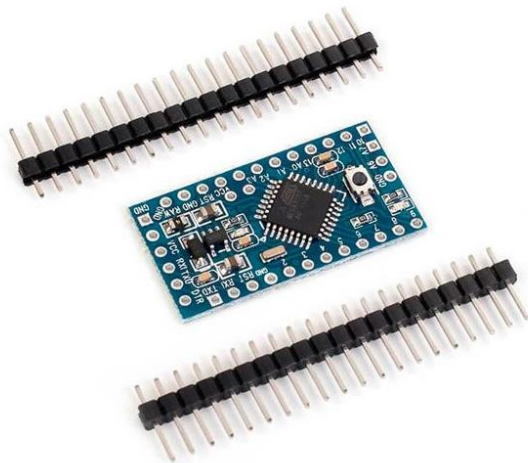


Рисунок 2.2 – Зовнішній вигляд Arduino Mini

Плата Arduino Uno R3 є третьою версією (Revision 3) найбільш популярної плати Arduino Uno. Основна відмінність плати Arduino Uno від Nano полягає в монтажному факторі. Якщо Nano вставляють в макетну плату, то Uno сама є макетної платою. Для неї випускають безліч розширень

(Шилдів), які збігаються за формою і вставляються в роз'єми поверх основної плати.

Крім того, на платі Uno є додатковий роз'єм для зовнішнього джерела живлення напругою 7...12 В, електролітичні конденсатори в ланцюзі харчування та більш складна схема комутації харчування з автоматичним перемиканням між джерелами. На платі встановлений полімерний запобіжник, що самовідновлюється й додатково захищає порт USB комп'ютера від перевантаження.

Основні технічні характеристики плати Arduino Uno [22]:

- Контролер: ATmega328P;
- Робоча напруга: 5 В;
- Зовнішнє живлення: від 7 до 12 В;
- Тактова частота: 16 МГц;
- Цифрові порти: 14 (з них 6 ШІМ);
- Аналогові входи: 6 (10 бітів АЦП);
- Граничний струм порту: 40 мА;
- Пам'ять програм: 32 Кб (бутлоадер 0,5 Кбайт);
- Пам'ять SRAM (ОЗУ): 2 Кбайт;
- Пам'ять EEPROM: 1 Кбайт;
- Розміри: 68,6x53,4 мм;
- Вага: 25 г.

Зовнішній вигляд плати Arduino Uno представлений на рис. 2.3.



Рисунок 2.3 – Зовнішній вигляд Arduino Uno

Плата Arduino Mega 2560 R3 реалізована на мікроконтролері ATmega2560. У порівнянні з попередніми платами, Arduino Mega 2560 має більше цифрових та аналогових портів, два апаратних послідовних порти, збільшений обсяг пам'яті. На платі встановлений полімерний запобіжник, що самовідновлюється та додатково захищає порт USB комп'ютера від перевантаження.

Завдяки великій кількості портів, до базової плати можна під'єднувати швидкодіючі кольорові дисплеї з паралельної восьмибитної шини, при цьому залишається досить виходів для роботи з іншими периферійними пристроями. Розведення висновків плати виконане так, щоб до неї можна було підключити більшість модулів розширення, призначених для Arduino Uno R3.

Основні технічні характеристики плати Arduino Mega 2560 [22]:

- Контролер: ATmega2560;
- Робоча напруга: 5 В;
- Зовнішнє живлення: 7 ... 12 В;
- Тактова частота: 16 МГц;
- Цифрові порти: 54 (з них 15 ШІМ);
- Аналогові входи: 16;
- Граничний струм порту: 40 мА;
- Пам'ять програм: 256 Кб (бутлоадер 8 Кбайт);
- Пам'ять SRAM (ОЗУ): 8 Кбайт;
- Пам'ять EEPROM: 4 Кбайт;
- Розміри: 101,5x53,3 мм;
- Вага: 37 г.

Зовнішній вигляд плати Arduino Mega 2560 представлений на рис. 2.4.



Рисунок 2.4 – Зовнішній вигляд Arduino Mega 2560

Raspberry Pi - це лінійка одноплатних комп'ютерів (SBC) з Великобританії, які були вперше представлені в лютому 2012 року. Ці невеликі комп'ютери спочатку були призначені для навчання студентів основам комп'ютерних наук, але вони знайшли застосування в різних проектах, в тому числі в комерційних продуктах. На перший погляд Raspberry Pi не схожий на звичайний комп'ютер. Проте, при підключенні до монітора, USB-клавіатури і миші, Raspberry Pi схожа на комп'ютер Linux початкового рівня [23, 24].

Одна з найпоширеніших версій Raspberry Pi 4 доступна за ціною від 35 доларів США й вище. Вона має 2 Гб або 4 Гб ОЗУ, а також порт USB-C для харчування і два порти micro HDMI для підключення до двох дисплеїв. Є також порти USB 2.0 і USB 3.0 для підключення периферійних пристроїв, а також порт Gigabit Ethernet та модуль Wi-Fi і Bluetooth для підключення до дротової або бездротової мережу відповідно.

Незважаючи на те, що Raspberry Pi іноді продається як частина готового комплекту, він часто поставляється в якості barebone-основи, тобто необхідно додати до нього додаткові аксесуари, включаючи блок живлення 15 Вт + USB-C і карту microSD. Окрім того, доведеться встановити операційну систему, переважно Raspbian, вставити карту microSD в плату, підключити її до дисплея, клавіатури USB і миші, а також, при необхідності, до

середовищі Arduino IDE, для ESP8266 можна писати програми на мовах Lua, MicroPython і Smart-JS і навіть запускати їх у середовищі простої операційної системи.

Основні технічні характеристики мікросхеми ESP8266 [22]:

- Процесор: одноядерний Tensilica L106 з тактовою частотою до 160 МГц;
- Стандарти WI-FI: 802.11 b / g / n;
- Підтримувані типи шифрування: WEP, WPA, WPA2;
- Підтримувані режими роботи: Клієнт (STA), Точка доступу (AP), Клієнт + Точка доступу (STA + AP);
- Кількість одночасних з'єднань TCP: 5;
- Напруга живлення: від 1,7 до 3,6 В;
- Струм: до 215 мА (в залежності від режиму роботи);
- Кількість GPIO: 17 (кількість доступних залежить від модифікації модуля);
- Інтерфейси: ADC 10 бітів, I2C, UART, SPI, PWM;
- Зовнішня Flash-пам'ять: від 512 Кбайт до 16 Мбайт;
- Обсяг пам'яті даних (EEPROM): 80 Кбайт;
- Обсяг пам'яті команд (RAM): 64 Кбайт.

Існує багато різноманітних модулів та плат на базі мікросхеми ESP8266. Однією з найбільш високофункціональних та зручних є плата Wemos D1 Mini. Вона використовується для програмування, контролю, управління різними проектами, в яких потрібно використання мікроконтролерів, або може підключатися до програмного забезпечення, що виконується на комп'ютері. Контролер сумісний з усіма платами розширення форм фактора Wemos mini.

Технічні характеристики плати:

- Типорозмір: Wemos mini;
- Зібрана на чіпі: ESP8266;
- Flash пам'ять: 4 Мбайт;
- Тактова частота: 80 - 160 МГц;

- USB - UART: CH340G;
- Відстань прийому / передачі, в ідеальних умовах: 400 м;
- Функція: OTA;
- Вбудована прошивка: NodeMCU;
- Розміри: 27 x 25 x 8 мм;
- Вага: 4 г.

Для реалізації приладу була обрана вищезазначена плата налаштування Wemos D1 Mini на базі ESP8266, яка суміщує високу функціональність та доступну ціну. Окрім того, вбудований модуль Wi-Fi дозволяє створювати проекти з відправкою даних на спеціалізований сервер, передавати отримані дані через мережу Інтернет тощо. Плата Wemos D1 Mini зображена на рис. 2.6.

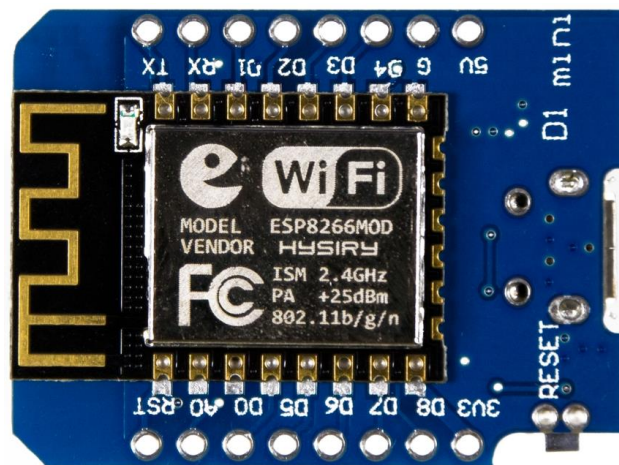


Рисунок 2.6 – Зовнішній вигляд Wemos D1 Mini

Для вимірювання пульсу та рівня насиченості крові киснем були розглянуті такі модулі [25, 26, 27]:

- датчик пульсу PulseSensor;
- датчик пульсу та сатурації MAX30102;
- датчик пульсу та сатурації MAXREFDES117;
- датчик пульсу та сатурації MAX30100;
- датчик пульсу та сатурації MAX30101;

- датчик пульсу та сатурації МАХ30110;
- датчик пульсу та сатурації МАХ30112;
- датчик пульсу та сатурації МАХ86141;
- датчик пульсу та сатурації МАХ86140;
- датчик пульсу та сатурації МАХ86171;
- датчик пульсу та сатурації МАХ86170В;
- датчик пульсу та сатурації МАХ86161.

Розглянемо датчик PulseSensor. Це найдешевший з представлених датчиків. Відповідно до цього, він має найменший функціонал. Даний датчик має можливість реєструвати лише пульс. Живлення від +3 В до +5 В. Сигнал зчитується з аналогового виходу. Таким чином, у даного датчика є три виходи, що робить його найпростішим у використанні. В поєднанні з низькою ціною цей датчик є одним з найбільш використовуваних при проектуванні приладів пульсометрії.

Датчики пульсу МАХ30100, МАХ30101, МАХ30102 та МАХ86161 схожі за конструкцією. Вони мають однакові сигнальні виводи та виводи живлення, але відрізняються своєю чутливістю. МАХ30101, МАХ30102 та МАХ86161 мають підвищену чутливість відносно датчика МАХ30100. Живлення датчика від +1.8 В до +3.3 В. Даний датчик середньої вартості, що в поєднанні з більшою якістю вимірів та можливістю додатково вимірювати рівень насиченості крові киснем дозволяє проектувати більш досконалі та складніші прилади.

Датчик МАХREFDES117 відрізняється від попередніх лише ціною та дещо вищою напругою живлення.

Датчики МАХ30110 та МАХ30112 вигідно відрізняються від попередніх тим, що можуть працювати як на відбивання, так і на просвітлення. Таким чином, за допомогою даних датчиків можна компонувати прилади різної конфігурації для більш широкого спектру задач. Даний датчик працює на низькій напрузі – +1.8 В. Модуль також можна живити від +3 В до +5 В, оскільки він комплектується понижувачем постійної напруги. За якістю

вимірювання дані датчики кращі за попередні. Відповідно ціна цих датчиків значно вища.

Датчики MAX86141, MAX86140, MAX86171 та MAX86170В мають подібні до попередніх характеристики живлення. Дані датчики можуть додатково вимірювати рівень насичення м'язів киснем, що виділяє їх серед вищезазначених датчиків. Завдяки їм можна контролювати більш широкий спектр параметрів. Такі датчики застосовуються в професійних приладах, відповідно їх ціна є найвищою з запропонованих.

Для апаратного комплексу був обраний датчик MAX30102, оскільки він поєднує в собі високу точність вимірювання, середню ціну та можливість вимірювати як пульс, так і рівень насичення крові киснем [28]. Крім цього, в сенсор вбудований температурний датчик, за допомогою якого можна отримати значення температури (в Цельсіях і Фаренгейтах). Зовнішній вигляд датчика MAX30102 зображений на рис 2.7.

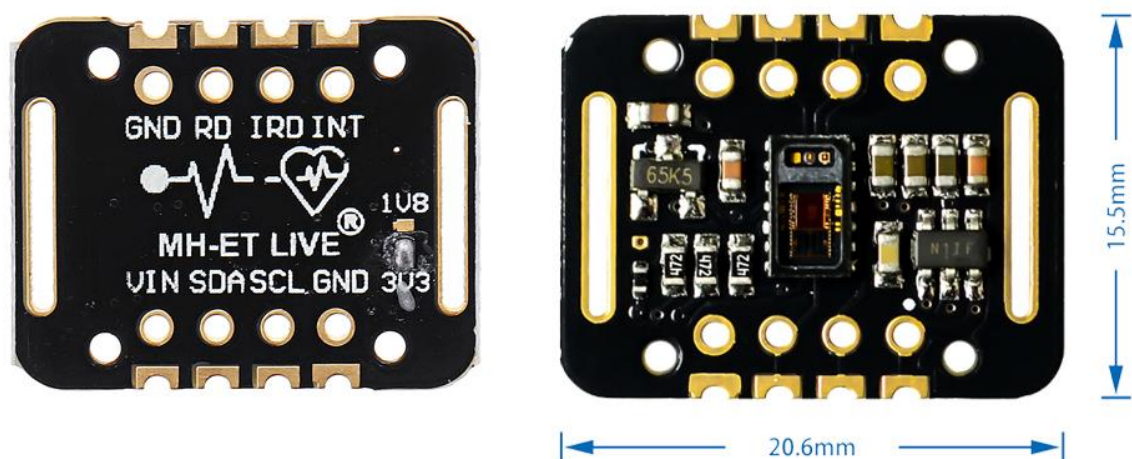


Рисунок 2.7 – Зовнішній вигляд датчика MAX30102

Основні характеристики MAX30102 [22, 27, 29]:

- Оптичний модуль з можливістю вимірювання ЧСС (пульс), SpO₂ (ступінь насичення крові киснем) і температури середовища;

- Адреса на шині I2C: 0x57;
- Вхідна напруга: 5В;
- Габарити датчика: 15.5мм x 19.5мм x 2.5мм (без гребінки);
- Робоча температура: -40 °С ... + 85 °С.

Внутрішня будова мікросхеми датчика MAX30102 представлена на рис. 2.8.

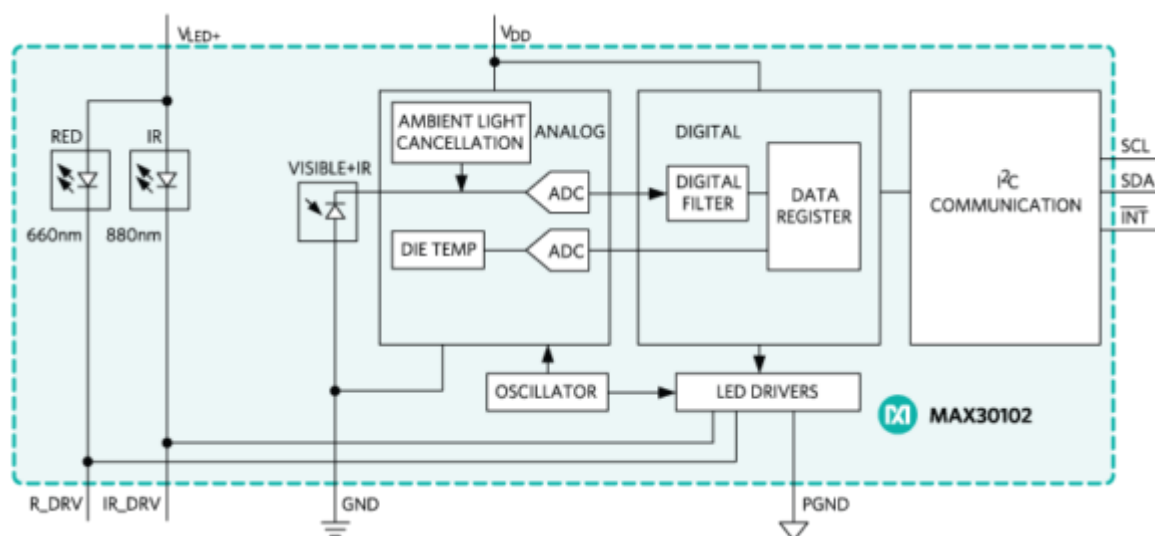


Рисунок 2.8 – Внутрішня будова датчика MAX30102

Під час вимірювання будь-яких значень необхідно, щоб палець знаходився в постійному зафіксованому положенні і тиснув на сенсор з постійним незмінним тиском (легке натиснення), або ж, у випадку з розташуванням на зап'ясті, знаходився в нерухомому положенні весь час вимірювань. Для вирішення цього завдання пропонується скористатися звичайною канцелярською gumкою або ремінцем, які варто протягнути в петлі модуля й зафіксувати модуль на пальці або зап'ясті. В іншому випадку точність вимірювань може істотно знизитися.

2.2 Архітектура програмної частини проекту

Одним з найбільш зручних у програмуванні Arduino, ESP8266 та ін. є інтегроване середовище розробки Arduino IDE (Integrated Development Environment). Аналогічно до апаратної частини, середовище Arduino IDE влаштоване за модульним принципом: до нього легко додається опис нових контролерів і бібліотеки сторонніх розробників. Основні бібліотеки вбудовані в середовище за замовчуванням. Окрім того, можна додавати власні бібліотеки, якщо є необхідність у розширенні можливостей для програмування.

Середовище складається з редактора вихідного коду з підсвічуванням синтаксису, компілятора AVR-GCC, засоби завантаження прошивок AVRdude, монітора послідовного порту і плотера для малювання графіків. Користувач може залишатися в середовищі Arduino IDE протягом усього циклу розробки - від початку кодування до налагодження готового пристрою. Зовнішній вигляд середовища Arduino IDE зображений на рис. 2.9.

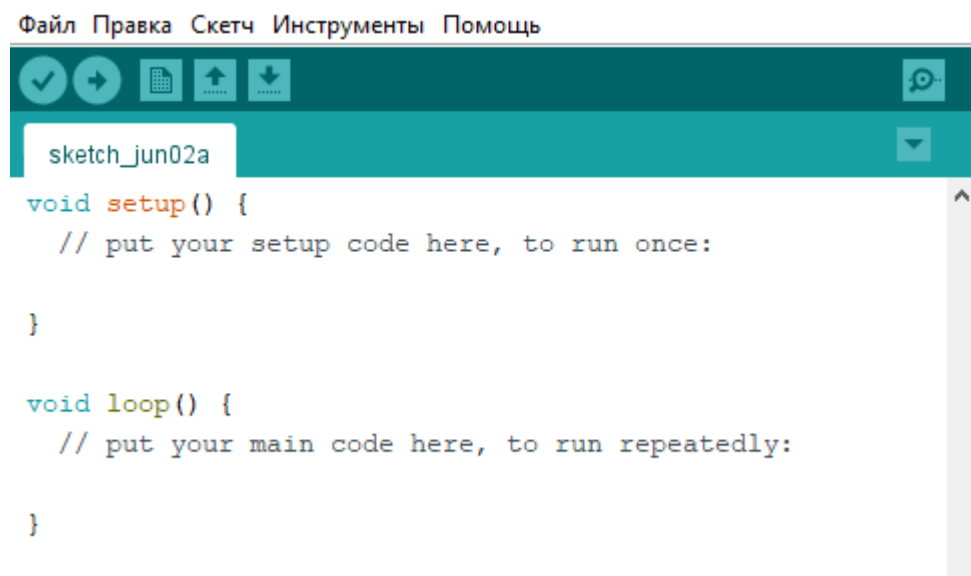


Рисунок 2.9 – Зовнішній вигляд середовища Arduino IDE

Найкращим вибором побудови архітектури для реалізації обраного програмного комплексу є принцип побудови з використанням об'єктно-орієнтованого програмування, за допомогою якого можна в майбутньому розширювати систему без значних труднощів та втрат [23, 30, 31].

Такий спосіб організації системи має багато переваг:

— Швидкий пошук помилок і їх виправлення: на відміну від програм монолітного комплексу, елементи системи легко редагувати, та їх зміна не впливає на оточуючі елементи.

— Інтерфейс модуля: дозволяє надавати певний набір методів для використання можливостей у інших модулях, що робить можливою стандартизацію протоколів міжмодульної взаємодії.

— Компіляція: було вибрано інтерпретовану мову розробки, що робить процес компіляції та тестування значно швидшим.

Реалізація такої системи потребує попереднього аналізу та проектування для забезпечення правильної взаємодії між модулями та чіткого розподілу завдань. Результат виконаної роботи має забезпечувати максимальну функціональність для можливості подальшого використання, тобто модульний підхід є найкращим способом проектування системи.

У якості мови програмування, яка б задовольняла вимоги об'єктно-орієнтованого програмування, було вирішено використовувати мову C#.

C# — об'єктно-орієнтована мова програмування з безпечною системою типізації для платформи .NET. Мова розроблена Андерсом Гейлсбергом, Скотом Вілтамутом та Пітером Гольде під егідою Microsoft Research (при фірмі Microsoft).

C# є об'єктно-орієнтованою мовою, але підтримує також і компонентно-орієнтоване програмування. Розробка сучасних додатків все більше тяжіє до створення програмних компонентів у формі автономних пакетів, що реалізують окремі функціональні можливості. Важлива особливість таких компонентів - це модель програмування на основі властивостей, методів і подій. Кожен компонент має атрибути, які надають декларативні відомості про

компоненти, а також вбудовані елементи документації. С# надає мовні конструкції, що безпосередньо підтримують таку концепцію роботи. Завдяки цьому С# відмінно підходить для створення і застосування програмних компонентів [32, 33].

С# є більш безпечною мовою в порівнянні з С++. Єдиними неявними перетвореннями за замовчуванням є ті, які вважаються безпечними, наприклад, розширення цілих чисел. Це застосовується під час компіляції, під час динамічної компіляції JIT і, в деяких випадках, під час виконання. Не відбувається неявних перетворень між булевими і цілими числами, а також між членами перерахування і цілими числами (крім літерала 0, який може бути неявно перетворений в будь-який нумерований тип). Будь-яке призначене для користувача перетворення повинно бути позначене як явне або неявне, на відміну від конструкторів копіювання С++ і операторів перетворення, які за умовчанням є неявними [34].

Щодо середовища програмування, було обрано одне з найбільш функціональних та розповсюджених середовищ Visual Studio.

Microsoft Visual Studio - повнофункціональне інтегроване середовище розробки (IDE) з підтримкою популярних мов програмування, серед яких С, С++, VB.NET, С#, F#, JavaScript, Python.

Функціональність Visual Studio охоплює всі етапи розробки програмного забезпечення, надаючи сучасні інструменти для написання коду, проектування графічних інтерфейсів, збірки, налагодження і тестування програм. Можливості Visual Studio можуть бути доповнені шляхом підключення необхідних розширень. Редактор коду Visual Studio підтримує підсвічування синтаксису, вставку фрагментів коду, відображення структури й пов'язаних функцій. Істотно прискорити роботу допомагає технологія IntelliSense - автозавершення коду під час введення.

Вбудований відладчик Visual Studio використовується для пошуку і виправлення помилок у вихідному коді, в тому числі на низькому апаратному рівні. Інструменти діагностики дозволяють оцінити якість коду з точки зору

продуктивності і використання пам'яті. Дизайнер форм Visual Studio незамінний при розробці програм з графічним інтерфейсом, допомагаючи спроектувати зовнішній вигляд майбутньої програми та роботу кожного елементу інтерфейсу. Нарешті, Visual Studio надає комплекс інструментів для автоматизації тестування додатків у частині перевірки роботи інтерфейсів, модульного й навантажувального тестування.

Для командних проектів Visual Studio пропонує підтримку групової роботи, дозволяючи виконувати спільне редагування та налагодження будь-якої частині коду в реальному часі, а в якості системи управління версіями використовувати Team Foundation або Git. Основним розширенням файлу, асоційованим з Microsoft Visual Studio, є SLN - Visual Studio Solution File (Файл рішення Visual Studio), при відкритті якого в програму завантажуються всі дані та проекти, пов'язані з технічною характеристикою програмного рішення.

2.3 Вибір математичних засобів обробки даних

Серед основних критеріїв, розглянутих у підрозділі 1.2. «Математичний апарат статистичної обробки даних» для даного дипломного проекту найбільш зручним у використанні буде t-критерій Стьюдента, оскільки:

- t-критерій Стьюдента є параметричним критерієм, який орієнтується на порівняння середніх значень вибірки, які в даному дослідженні є можливість поррахувати;
- критерій працює як з незалежними, так і з залежними вибірками, і має можливість порівнювати показники піддослідних «до» і «після» експериментального дослідження;
- серед параметричних критеріїв t-критерій Стьюдента є одним з найбільш популярних, оскільки дає достатньо точні результати вимірювань порівняно з іншими й не потребує надскладних обчислень.

Алгоритм знаходження t-критерію Стьюдента для залежних вибірок [15]:

1. Знайти середнє арифметичне для кожного ряду значень M1 і M2 за формулою:

$$M = \frac{\sum x_i}{n}, \quad (2.1)$$

де x_i – елемент вибірки;

n – кількість елементів вибірки.

2. Визначити середню різницю значень за формулою:

$$Md = \frac{\sum x_1 - x_2}{n}, \quad (2.2)$$

де x_1 – елемент першої вибірки;

x_2 – елемент другої вибірки;

n – кількість елементів вибірки.

3. Скласти допоміжну таблицю (див. табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Допоміжна таблиця для заповнення даними

№	x1	x2	d(i) = x2 – x1	d(i) - Md	(d(i) – Md) ²
---	----	----	----------------	-----------	--------------------------

4. Знайти емпіричне значення t-критерію за формулою:

$$t_{\text{емп}} = \frac{|Md|}{\frac{\sigma_d}{\sqrt{n}}}, \quad (2.3)$$

$$\sigma_d = \frac{\sum(d_i - Md)^2}{n-1}, \quad (2.4)$$

де Md – середня різниця значень;

σ_d – стандартне відхилення різниць;

d_i – різниця значень вибірок під i -м номером;

n – кількість елементів вибірки.

5. Знайти число ступенів свободи за формулою:

$$df = n - 1, \quad (2.5)$$

де n – кількість елементів вибірки.

6. Визначити критичні значення t для даного df (див. додаток Е).

7. Якщо отримане значення перевищує критичне значення або дорівнює йому, то відмінності у значеннях ознаки є статистично значущими.

У другому розділі було обґрунтовано вибір технічних та математичних засобів реалізації дипломного проекту. В апаратній частині була обрана плата Wemos D1 Mini, реалізована на мікросхемі ESP8266, а також датчик MAX30102 для реєстрації частоти серцевих скорочень, насиченості крові киснем та температури тіла.

Щодо програмної частини, було обрано середовище Arduino IDE для програмування плати Wemos D1 Mini та реєстрації основних функціональних показників організму, а також Visual Studio для програмування статистичної обробки отриманих даних. Мовою програмування була обрана мова C# через її об'єктно-орієнтованість та зручність у використанні.

Серед статистичних методів, окрім основних числових показників вибірки, був обраний t-критерій Стьюдента для порівняння значень двох залежних вибірок.

3 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЕКТУ

3.1 Створення технічного засобу для зняття показників пульсу, сатурації та температури тіла

Прилад для зняття показників пульсу, сатурації та температури тіла складається з наступних компонентів:

1. Плата Wemos D1 Mini на базі мікроконтролера ESP8266;
2. Датчик пульсоксиметрії MAX30102;
3. Плата живлення (DC-модуль);
4. Світлодіод з двома резисторами на 220 Ом;
5. LCD-екран 2004;
6. I²C-модуль для LCD-екрана;
7. Безпайкова макетна плата на 400 точок;
8. Ремінець для закріплення датчику на пальці;
9. З'єднувальні дроти та кнопка.

Графічна схема пристрою зображена на рис. 3.1.

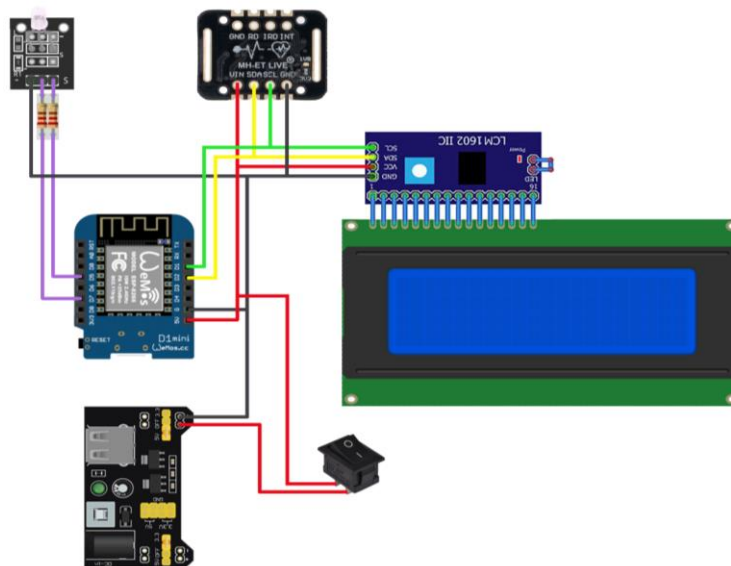


Рисунок 3.1 – Графічна схема пристрою

Блок-схема пристрою зображена на рис. 3.2.

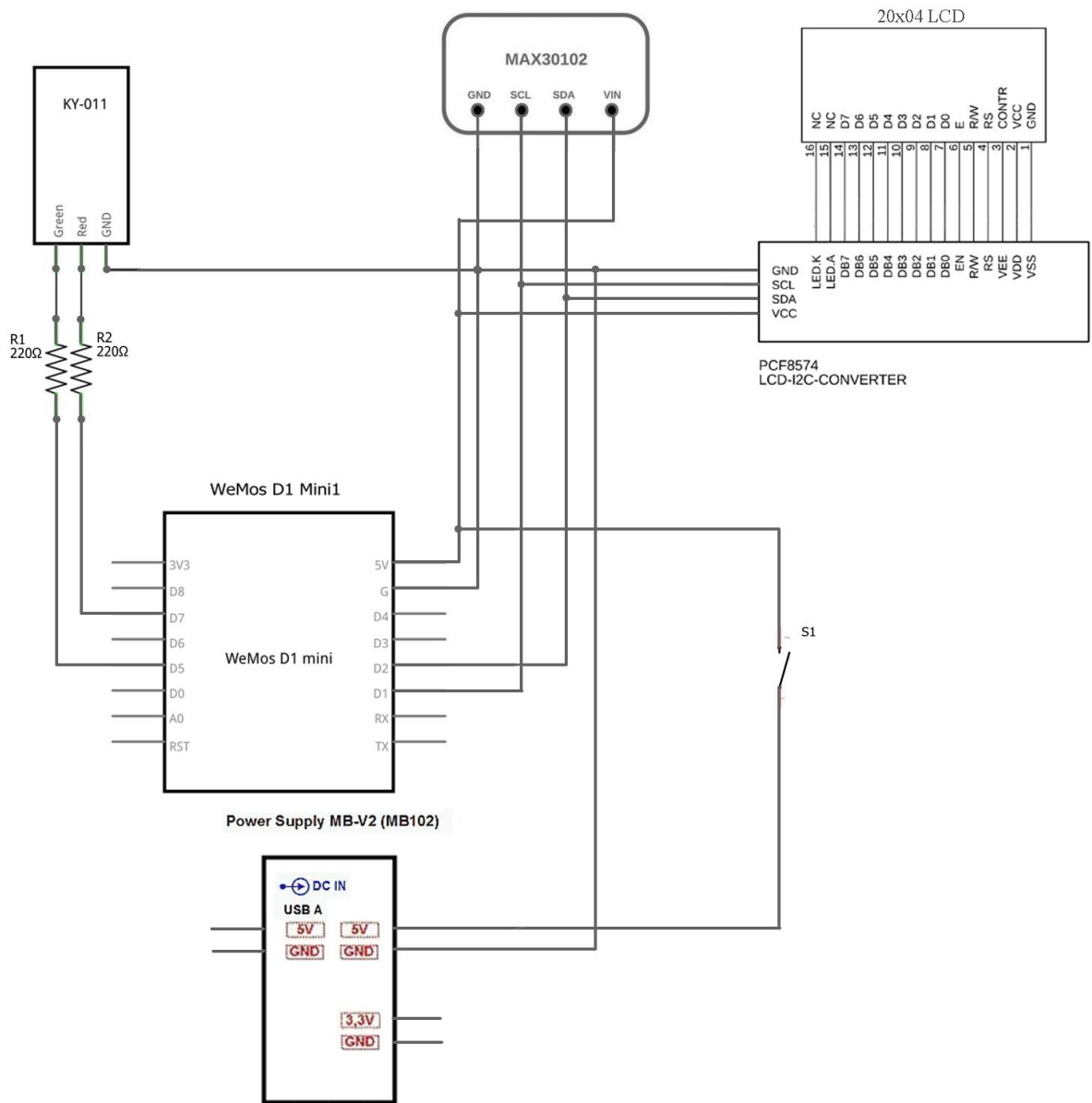


Рисунок 3.2 – Блок-схема пристрою

Макет приладу вбудований у прозорий пластиковий корпус для зручності перенесення та наочності. Зовнішній вигляд приладу можна побачити на рис. 3.3.

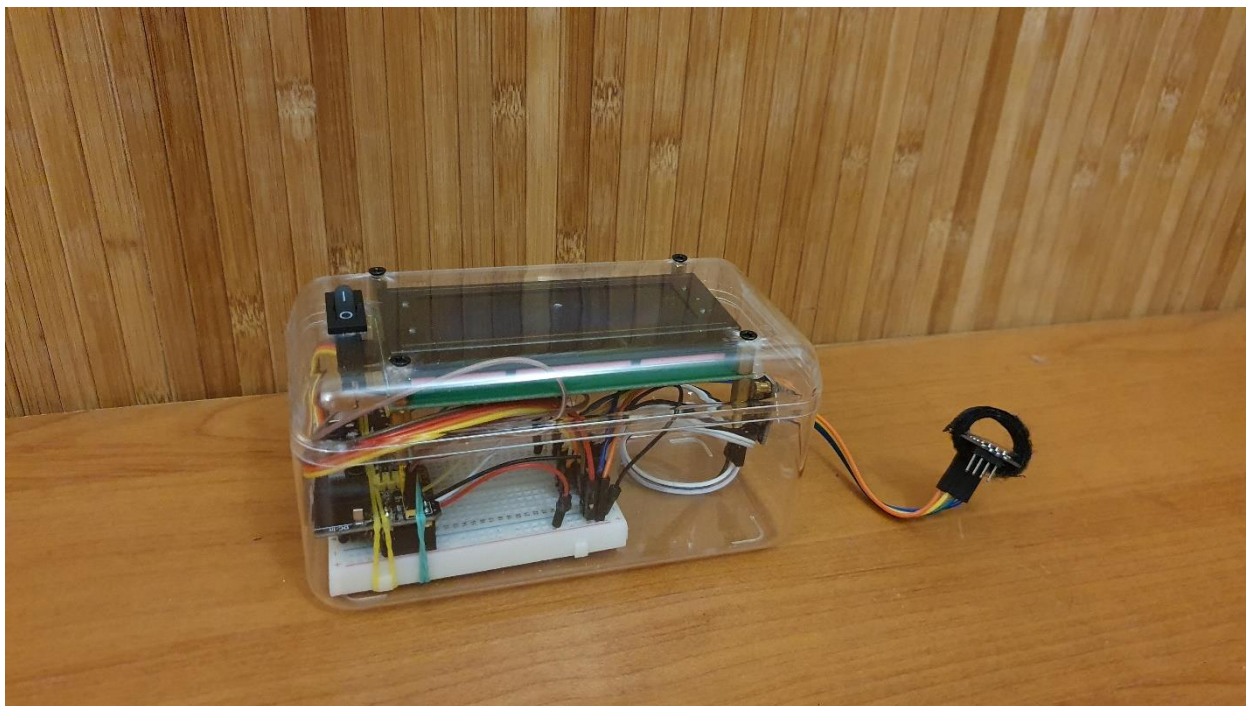


Рисунок 3.3 – Зовнішній вигляд пристрою

3.2 Економічна частина проекту

Для порівняння вартості створеного пристрою з вартістю готових пристроїв на ринку, які виконують подібні функції, та визначення економічної вигоди наведемо вартість кожного з компонентів апаратної частини:

1. Плата Wemos D1 Mini на базі мікроконтролера ESP8266 – 81 грн;
2. Датчик пульсоксиметрії MAX30102 – 78 грн;
3. Плата живлення (DC-модуль) - 60 грн;
4. Світлодіод та два резистори на 220 Ом - 35 грн;
5. LCD-екран 2004 – 125 грн;
6. I₂C-модуль для LCD-екрана – 23 грн;
7. Безпайкова макетна плата на 400 точок - 30 грн;
8. Ремінець для закріплення датчику на пальці – 10 грн;
9. З'єднувальні дроти – 30 грн.

Таким чином, загальна сума, витрачена на створення пристрою, складає 472 грн.

Середня вартість готового пристрою для вимірювання пульсу та сатурації складає 300-500 грн. Пристрій для температурного скринінгу коштує близько 250-400 грн.

Таким чином, можна визначити економічну вигоду даного пристрою порівняно з готовими моделями.

3.3 Формулювання гіпотез та зняття показників пульсу, сатурації та температури тіла

Для підтвердження роботи програми було проведено демонстраційне випробування зі зняттям показників пульсу, сатурації та температури тіла. Для демонстрації змін показників була використана ситуація фізичного навантаження організму, при якій відбувається підвищення частоти серцевих скорочень та, при досить інтенсивних або довгих заняттях, підвищення температури тіла.

Перед випробуванням було налаштовано пристрій та проведено пробне зняття показників для підтвердження їх точності. Показники, надані приладом, збігались із медичними приладами, що виконують відповідні заміри (тонометр із виміром показників пульсу, термометр, пульсоксиметр).

Показники пульсу, сатурації та температури тіла до фізичних навантажень відображені в табл. 3.1. Для зручності подальшої обробки показники розташовані за зростанням значень.

Таблиця 3.1 – Показники до фізичних навантажень

Пульс	Температура тіла	Сатурація
74	30,75	100
74	30,88	100
75	30,88	100
75	30,94	100

82	31,44	100
82	31,44	100
82	31,44	100
82	31,44	100
82	31,44	100
83	31,44	100
83	31,50	100
83	31,50	100
83	31,50	100
84	31,50	100
84	31,50	100
84	31,50	100
84	31,50	100
84	31,50	100
84	31,50	100
84	31,50	100
85	31,56	100
85	31,69	100

Зміна пульсу, сатурації та температури тіла до фізичних навантажень у реальному часі відображена на рис. 3.4, рис. 3.5 та рис. 3.6 відповідно.

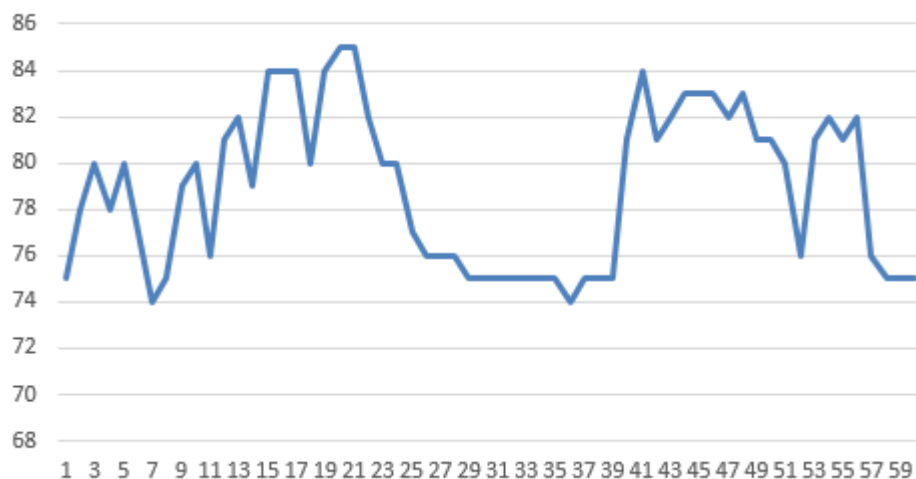


Рисунок 3.4 – Пульс до фізичних навантажень

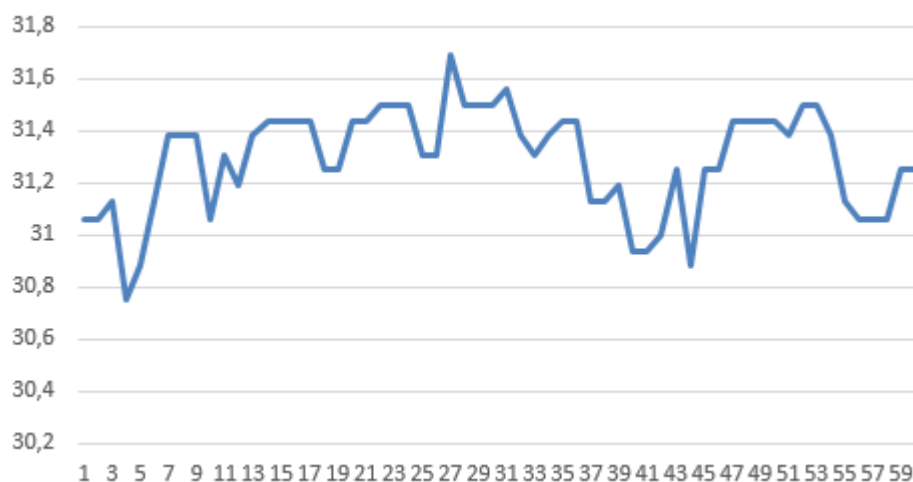


Рисунок 3.5 – Температура тіла до фізичних навантажень

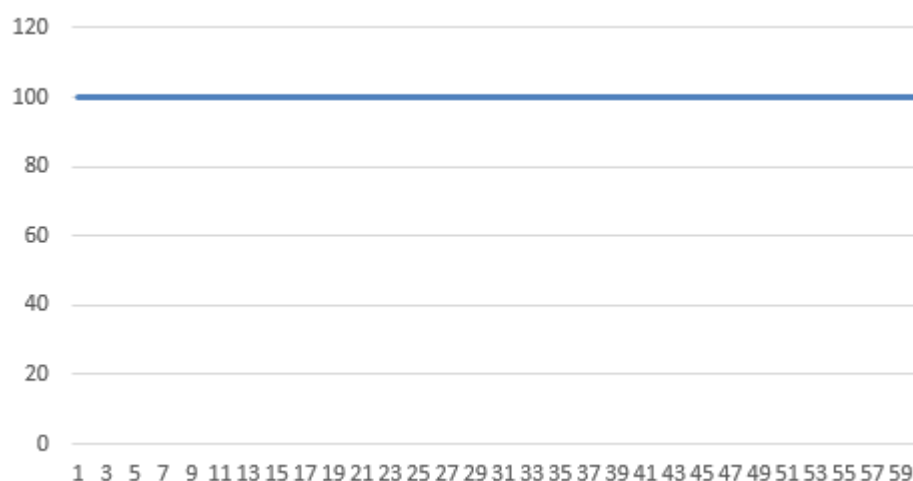


Рисунок 3.6 – Сатурація до фізичних навантажень

Фізичні навантаження складали 30 присідань, оскільки такий вид навантажень сприяє підвищенню збудженості нервово-судинної системи та використовується у пробах при її обстеженні [35, 36].

Показники пульсу, температури та сатурації тіла після фізичних навантажень відображені в табл. 3.2. Аналогічно з попередніми, показники розташовані за зростанням значень.

Таблиця 3.2 – Показники після фізичних навантажень

Пульс	Температура тіла	Сатурація
78	31,50	100
78	31,50	100
79	31,50	100
79	31,50	100
79	31,50	100
79	31,56	100
79	31,56	100
80	31,56	100
81	31,56	100
81	31,63	100
81	31,63	100
81	31,63	100
81	31,63	100
81	31,63	100
81	31,63	100
81	31,63	100
81	31,69	100
81	31,69	100
81	31,69	100
81	31,69	100
82	31,69	100
82	31,69	100
83	31,69	100
83	31,69	100
83	31,69	100
84	31,69	100
84	31,69	100
84	31,69	100
84	31,69	100
85	31,69	100
85	31,69	100
85	31,69	100
86	31,69	100
86	31,69	100
86	31,75	100
87	31,75	100
87	31,75	100
87	31,75	100
89	31,75	100

89	31,75	100
89	31,75	100
89	31,75	100
89	31,81	100
89	31,81	100
89	31,81	100
89	31,81	100
89	31,81	100
90	31,88	100
90	31,88	100
90	31,88	100
91	31,88	100
93	31,88	100
93	32,13	100
94	32,19	100
94	32,19	100
94	32,19	100
95	32,25	100
100	32,25	100
101	32,25	100
101	32,25	100
103	32,50	100
103	32,50	100

Зміна пульсу, температури тіла та сатурації після фізичних навантажень у реальному часі відображена на рис. 3.7, рис. 3.8 та 3.9 відповідно.

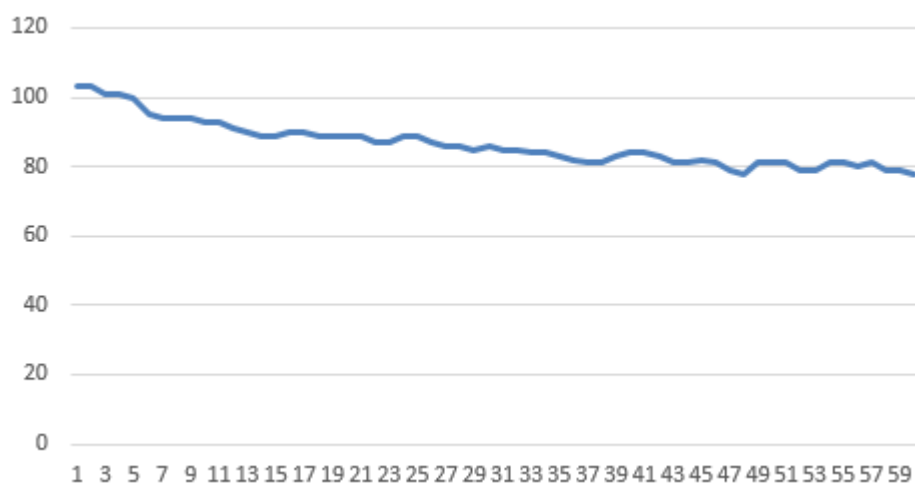


Рисунок 3.7 – Пульс після фізичних навантажень

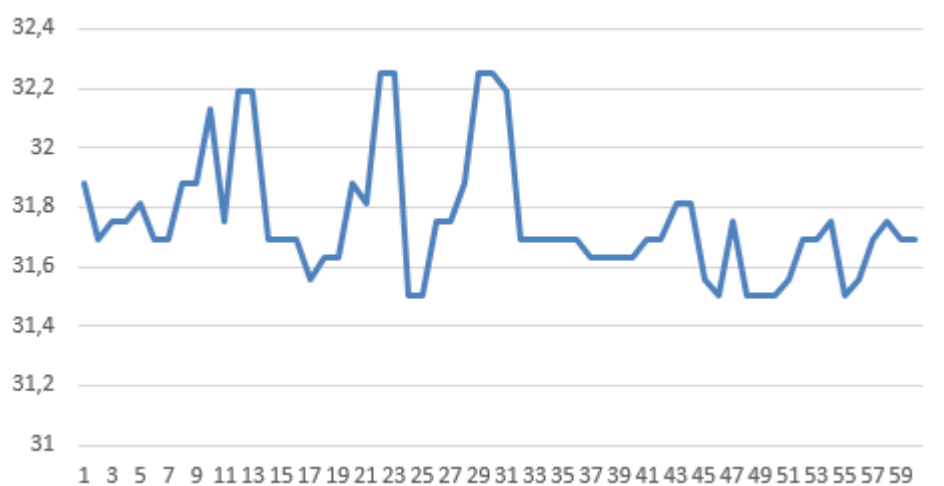


Рисунок 3.8 – Температура тіла після фізичних навантажень

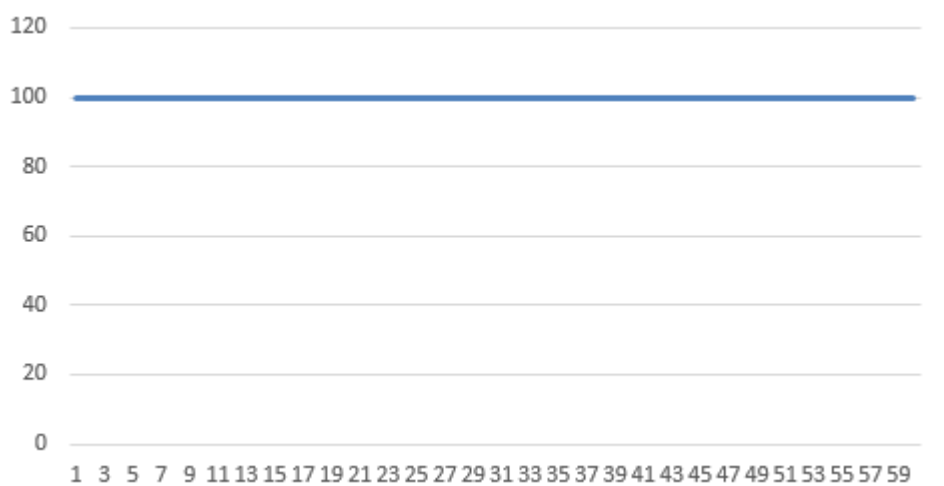


Рисунок 3.9 – Сатурація після фізичних навантажень

Після зняття показників були створені основні гіпотези щодо змін кожного з показників у процесі випробування для подальшої статистичної обробки даних.

Гіпотези щодо зміни пульсу: $H(0)$ – пульс збільшується при фізичних навантаженнях, $H(1)$ – пульс не змінюється при фізичних навантаженнях.

Гіпотези щодо зміни температури тіла: $H(0)$ – температура збільшується при фізичних навантаженнях, $H(1)$ – температура не змінюється при фізичних навантаженнях.

Гіпотези щодо зміни сатурації: $H(0)$ – рівень кисню не змінюється при фізичних навантаженнях, $H(1)$ – рівень кисню зменшується при фізичних навантаженнях.

3.4 Створення програмного комплексу та перевірка гіпотез

Програмний комплекс, орієнтований на зняття показників пульсу, сатурації та температури тіла, складається із двох частин.

Перша частина – зняття показників – реалізована в середовищі Arduino IDE. В ній складений алгоритм підрахунку показників, що знімаються з датчику MAX30102 й записуються в наступні змінні:

- `beatsPerMinute` – змінна не обробленої частоти серцевих скорочень. Показники знімаються близько 50-60 раз в секунду залежно від відображення червоного й інфрачервоного світла гемоглобіном (в момент пульсації поглинання більше й кількість відображеного світла, відповідно, менша);
- `beatAvg` – змінна частоти пульсу, в яку записується реальна частота після обробки змінної `beatsPerMinute` спеціальним алгоритмом усереднення показників;
- `temperature` – змінна для зберігання показників з температурного датчика;
- `perCent` – змінна для зберігання показників кисню на основі різниці показників червоного та інфрачервоного відбитого світла.

Програма також контролює мигтіння світлодіоду в залежності від того, чи знаходиться палець на датчику. Контакт, який відповідає за червоне світло, підключений до піну D5 плати, за зелене – до піну D7.

Окрім того, в Arduino IDE прописаний механізм відображення показників на LCD-екрані розміру 20x04:

- перший рядок: повідомлення користувачу, чи відбувається зняття показників;
- другий рядок: показники пульсу в даний момент часу;
- третій рядок: показники сатурації в даний момент часу;
- четвертий рядок: показники температури тіла в даний момент часу.

Відображення показників відбувається також в моніторі порту та, за необхідності, в документі Excel. Останнє реєструється за допомогою програми Putti. Документ можна зберегти на комп'ютері, флешці або іншому пристрої для ведення статистики даних. Код програми на Arduino IDE наданий в додатку Г.

Друга частина програмного комплексу реалізована в середовищі Visual Studio та спрямована на обробку отриманих даних. Дані вносяться в спеціалізовані масиви й над ними виконуються відповідні операції для підрахунку наступних числових характеристик:

1. Середнє значення вибірки;
2. Дисперсія вибірки;
3. Середньоквадратичне (стандартне) відхилення.

Характеристики 1 та 3 відображаються на екрані, оскільки саме вони мають найбільше значення для користувача, відображаючи середнє значення показника та розкид значень. За ними можна проводити первинну оцінку стану людини.

Окрім того, програма виконує порівняння вибірки значень у даний момент часу зі значеннями, які були зняті раніше та відповідають здоровому стану людини. Порівняння виконується за допомогою статистичного t-критерію Стьюдента.

Дана програма була протестована демонстраційним випробуванням на основі фізичних навантажень, особливості якого надані в підрозділі 3.3.

В показниках пульсу результати обробки даних виявили наступне:

- Середнє значення першої вибірки – 78;
- Середнє значення другої вибірки – 86;
- Стандартне відхилення першої вибірки – 3,46;
- Стандартне відхилення першої вибірки - 6,48;
- Значуща різниця між показниками вибірок: існує.

В показниках сатурації результати обробки даних виявили наступне:

- Середнє значення першої вибірки – 100;
- Середнє значення другої вибірки – 100;
- Стандартне відхилення першої вибірки – 0;
- Стандартне відхилення першої вибірки – 0;
- Значуща різниця між показниками вибірок: немає.

В показниках температури тіла результати обробки даних виявили наступне:

- Середнє значення першої вибірки – 31,29;
- Середнє значення другої вибірки – 31,79;
- Стандартне відхилення першої вибірки – 0,20;
- Стандартне відхилення першої вибірки – 0,24;
- Значуща різниця між показниками вибірок: існує.

Повна відповідь системи на запит користувача в демонстраційному випробуванні зображена на рис. 3.10.

```

СРЕДНЕЕ ЗНАЧЕНИЕ ПУЛЬСА В ПЕРВОЙ ВЫБОРКЕ :
78
СРЕДНЕЕ ЗНАЧЕНИЕ ПУЛЬСА ВО ВТОРОЙ ВЫБОРКЕ :
86
СТАНДАРТНОЕ ОТКЛОНЕНИЕ ПУЛЬСА В ПЕРВОЙ ВЫБОРКЕ :
3,4641016151377544
СТАНДАРТНОЕ ОТКЛОНЕНИЕ ПУЛЬСА ВО ВТОРОЙ ВЫБОРКЕ :
6,48074069840786
Есть значимые различия между выборками. Будьте бдительны и берегите свое здоровье!

СРЕДНЕЕ ЗНАЧЕНИЕ УРОВНЯ КИСЛОРОДА В ПЕРВОЙ ВЫБОРКЕ :
100
СРЕДНЕЕ ЗНАЧЕНИЕ УРОВНЯ КИСЛОРОДА ВО ВТОРОЙ ВЫБОРКЕ :
100
СТАНДАРТНОЕ ОТКЛОНЕНИЕ УРОВНЯ КИСЛОРОДА В ПЕРВОЙ ВЫБОРКЕ :
0
СТАНДАРТНОЕ ОТКЛОНЕНИЕ УРОВНЯ КИСЛОРОДА ВО ВТОРОЙ ВЫБОРКЕ :
0
Различия между выборками не значимые.

СРЕДНЕЕ ЗНАЧЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕЛА В ПЕРВОЙ ВЫБОРКЕ :
31,289000000000002
СРЕДНЕЕ ЗНАЧЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕЛА ВО ВТОРОЙ ВЫБОРКЕ :
31,788000000000002
СТАНДАРТНОЕ ОТКЛОНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕЛА В ПЕРВОЙ ВЫБОРКЕ :
0,19981092757820104
СТАНДАРТНОЕ ОТКЛОНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕЛА ВО ВТОРОЙ ВЫБОРКЕ :
0,24253463844873277
Есть значимые различия между выборками. Будьте бдительны и берегите свое здоровье!

```

Рисунок 3.10 – Відповідь системи Visual Studio

Програма реалізована мовою C# як однією з найбільш змістовних та зручних у використанні. Повний код програми наданий в додатку Д.

Таким чином, у третьому розділі було описано всі компоненти апаратної частини комплексу, надано відповідні схеми розташування компонентів та їх зв'язку один з одним, а також економічну вигоду даного пристрою порівняно з готовими пульсоксиметрами, які можна придбати для домашнього використання.

Програмний комплекс складається з двох частин, перша з яких орієнтована на зняття показників, вивід їх на екран та збереження в документі для ведення статистики, а друга – на подальшу обробку показників. Обробка включає в себе знаходження основних вибірових числових характеристик та порівняння двох вибірок значень за t-критерієм Стьюдента.

Результати демонстраційного випробування показали значущу різницю в показниках пульсу до та після фізичних навантажень, значущу різницю в показниках температури та відсутність значущої різниці в показниках сатурації.

В подальшому даний комплекс можна використовувати для порівняння вищезазначених показників у даний момент часу зі звичайними показниками людини у здоровому стані для виявлення можливих відхилень від індивідуальної норми.

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 вибіркового числових характеристик та вибір критерію порівняння або розрахунку. Серед основних вибіркового 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 Стьюдента, 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 I-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.

Додаток А

Копія публікації «Пристрій для діагностики COVID-19»

Інформатика, інформаційні системи та технології

Державний заклад
**«ПІВДЕННОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені К. Д. УШИНСЬКОГО»**



**ОДЕСЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ імені І. І. МЕЧНИКОВА**

**ВІСІМНАДЦЯТА ВСЕУКРАЇНСЬКА КОНФЕРЕНЦІЯ
СТУДЕНТІВ І МОЛОДИХ НАУКОВЦІВ**

**ІНФОРМАТИКА, ІНФОРМАЦІЙНІ
СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ**

23 квітня 2021 р.

Одеса – 2021

Інформатика, інформаційні системи та технології: тези доповідей шістнадцятої всеукраїнської конференції студентів і молодих науковців. Одеса, 23 квітня 2021 р. - Одеса, 2021. – 218 с.

Друкується за рішенням Вченої Ради
Університету Ушинського
(протокол №10 від 25.03.2021)

Організатори конференції продовжують традицію обміну досвідом у сфері освіти та використання інформаційних технологій. У конференції приймають участь студенти, аспіранти та молоді науковці вищих навчальних закладів України.

Тематика конференції охоплює наступне коло питань: сучасні інформаційні технології; інтелектуальні системи; методика викладання інформатики; інформаційні технології в освіті; психолого-педагогічне забезпечення інформатизації навчальної діяльності; дистанційна освіта і глобальні телекомунікаційні мережі; математичне моделювання й інформаційні технології; інформатизація системи керування освітою; інформаційні технології в менеджменті.

Наукові керівники:

завідувач кафедри прикладної математики та інформатики
фізико-математичного факультету Університету Ушинського, д. т. н., проф. Т. Л. Мазурок,
завідувач кафедри математичного забезпечення комп'ютерних систем факультету
математики, фізики та інформаційних технологій
ОНУ імені І. І. Мечникова, д. т. н., проф. Є. В. Малахов

Оргкомітет:

Голова:

Ректор Університету Ушинського, дійсний член АПН України,
д. псих. н., проф. О. Я. Чебикін

Заступники голови:

Проректор з наукової роботи Університету Ушинського, д. п. н., проф. Т. І. Койчева
Декан факультету математики, фізики та інформаційних технологій ОНУ імені
І. І. Мечникова, к. ф.-м. н., проф. В. Є. Круглов

Члени оргкомітету:

д. т. н., проф.	Є. В. Малахов	д. т. н., проф.	Т. Л. Мазурок
д. т. н., проф.	Ю. О. Гунченко	к. п. н., доц.	А. О. Яновський
к. ф.-м. н., доц.	Ю. М. Крапівний	к. п. н., доц.	Л. В. Брескіна
к. ф.-м. н., доц.	Т. І. Петрушина	к. ф.-м. н.	О. П. Бойко
ст. викл.	В. А. Корабльов	ст. викл.	О. І. Шувалова

© Фізико-математичний факультет Державного закладу «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського»,
кафедра прикладної математики та інформатики, 2021

© Факультет математики, фізики та інформаційних технологій Одеського національного університету імені І. І. Мечникова, кафедра математичного забезпечення комп'ютерних систем, 2021

АПАРАТНІ ЗАСОБИ ДЛЯ ПРОГРАМУВАННЯ ІГРОВОЇ СИСТЕМИ	37
Мартинівич Л. Я., Берхштейн Д. Ш., Смірнов К. О., Гунченко Ю. О.	37
РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ІНТЕРАКТИВНОЇ ПРЕЗЕНТАЦІЇ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	40
Ветров О. О., Шугайло Ю. Б.	40
THE RESEARCH ON USING XYK LIQUIDITY POOL MODEL FOR WORK REWARDS IN DECENTRALIZED NETWORKS	42
Volkov K., Mazurok I., Leonchuk Y.	42
СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ХМАРНИХ СИСТЕМ ВЗАЄМОДІЇ З КЛІЄНТАМИ	44
Підгорна К., Сухова А., Сметаніна Л. С.	44
ПОШУК ПОТЕНЦІАЛЬНИХ КЛІЄНТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ БОТУ В СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ ТА МЕСЕНДЖЕРАХ	45
Голопотилюк Є. А., Кротова К. Ю., Рудніченко М. Д.	45
РОЛЬ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ В ЗАЛУЧЕННІ МОЛОДІ ДО ВЗАЄМОДІЇ З ВЛАДОЮ	47
Папач В. Д., Макарова І. О.	47
ВИКОРИСТАННЯ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧНИХ РОБІТ З КОМП'ЮТЕРНИХ ДИСЦИПЛІН В ЗАКЛАДАХ ФАХОВОЇ ПЕРЕДВИЩОЇ ОСВІТИ	49
Перезва О. В., Рубаха О. М., Банарь Д. В.	49
АНАЛІЗ АКТУАЛЬНОСТІ ДОДАТКУ «ПОПУТНИК»	52
Бондаренко А. С., Казакова Д. С., Шибяєва Н. О.	52
СТВОРЕННЯ ПРОЕКТУ ДЕСКТОПНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ	54
Ван Є. Ш., Галін С. В., Рудніченко М. Д.	54
СИСТЕМИ КЛАСИФІКАЦІЇ ІНФОРМАЦІЇ	56
Мартинівич Л. Я., Волинець О. О., Слущкий Д. В., Гунченко Ю. О.	56
ПРОЕКТУВАННЯ МОБІЛЬНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ТУРИСТИЧНОГО АГЕНТСТВА	58
Галін С. В., Ван Є. Ш., Рудніченко М. Д.	58
ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ НА МІКРОКОНТРОЛЕРІ	60
Гейко А. С., Шугайло Ю. Б.	60
TACOTRON 2 AND WAVEGLOW FOR TEXT-TO-SPEECH FOR PC GAME CHARACTERS	62
Nryhorian K., Volkov K., Mazurok I.	62
ПРИСТРІЙ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ COVID-19	63
Ярошевська О. Б., Гунченко Ю. О.	63

generated from the Gaussian distribution. There are 512 residual channels in the coupling layer.

All our data was a 26 minutes voice of the personage from the game Dota2 Axe. First we transformed the audio to mel-spectrograms. Now, having mel-spectrograms corresponding to text, we use transfer learning technique to retrain a pretrained model Takatron2. After that, we got a model, which, having the text, translates it into a mel-spectrogram, taking into account the characteristics of the voice of Axe.

In the future, we plan to reduce the training time for a specific voice and improve the quality of text-to-speech translation with this voice.

Literature

1. Natural TTS synthesis by conditioning wavenet on mel spectrogram predictions / [J. Shen, R. Pang, W. Ron]. – 2018. – Resource access mode: <https://arxiv.org/pdf/1712.05884.pdf>.
2. Prenger R. WaveGlow: a flow-based generative network for speech synthesis / R. Prenger, R. Valle, B. Catanzaro. – 2018. – Resource access mode: <https://arxiv.org/pdf/1811.00002.pdf>.

ПРИСТРІЙ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ COVID-19

Ярошевська О. Б., Гунченко Ю. О.

Одеський національний університет імені І.І.Мечникова

Ключові слова: пульсоксиметр, показники життєдіяльності, COVID-19, arduino, esp8266, max30102.

Світове сьогодення та українське зокрема у зв'язку з епідеміологічною ситуацією характеризується підвищеною увагою до здоров'я людини. Це надає актуальності роботам, що дозволяють діагностувати стан здоров'я для виявлення будь-яких відхилень і вчасного звернення до лікаря.

У статті описаний пристрій, що здатний вимірювати основні показники життєдіяльності організму, до яких входить кількість серцевих скорочень або частота пульсу, рівень насиченості крові киснем, а також температура тіла, що є одними з показових ознак при діагностиці COVID-19 за даними Всесвітньої організації охорони здоров'я [4].

Найбільш популярними системами мікроконтролерів для виготовлення даного та подібних йому пристроїв є такі плати як Arduino та ESP8266 через їх високу функціональність і водночас простоту у використанні. Окрім того, вони та їх компоненти (різноманітні модулі розширення, датчики тощо) є фінансово доступними для більшості людей.

Якщо розглядати Arduino, то для більшості проектів початкового і середнього рівня складності достатньо придбати одну з трьох недорогих плат: Arduino Nano, Arduino Uno або Arduino Mini. Всі три плати реалізовані на мікроконтролері ATmega328. При використанні будь-якої з цих плат немає потреби вносити зміни в вихідні коди програм або в схему пристрою - досить під'єднати дроти ліній до виводів контролера з потрібними найменуваннями відповідно до схеми проекту [2, 6].

Плата ESP8266 є прикладом SoC (System-on-Chip – система на кристалі), тому що складається з мікропроцесора і функціонального модуля Wi-Fi, виконаних на одному кристалі. Таким чином, на одній мікросхемі можна виконати закінчений пристрій, який підключається до бездротової мережі Інтернет, що значно розширює можливості для відображення результатів вимірювання (наприклад, занесення показників на сайт або в мобільний додаток, відправка лікарю при їх значному підвищенні тощо) [6].

Розробку програм для вимірювання частоти пульсу, рівня насиченості крові киснем та температури тіла як на Arduino, так і на ESP8266 доцільно проводити у середовищі Arduino IDE, оскільки воно є простим у використанні у водночас його функціоналу достатньо для виконання більшості проектів на даних платах.

Для вимірювання вищезазначених показників життєдіяльності організму пропонується використовувати датчик серцевого ритму (пульсу) MAX30102 [3]. Він являє собою інтегральний датчик пульсу та насичення крові киснем. Датчик має оптимізовану оптику, два світлодіоди (червоного та інфрачервоного спектра), фотодетектор, високоточний аналоговий підсилювач і перетворювач, цифровий обробник, а також інтерфейсний модуль. Окрім того, MAX30102 оснащений вбудованим датчиком температури. Для підключення MAX30102 до контролера використовується послідовний інтерфейс I2C, що дозволяє застосовувати його у проектах на базі плат Arduino та ESP8266 [6].

Результати вимірювань можуть бути виведені на екран комп'ютера або на дисплей, підключений безпосередньо до плати. Одним із зручних варіантів буде OLED-дисплей, оскільки він має велику кількість пікселів (напр., 128 на 32 або 128 на 64) та чітке глибоке зображення, що дозволяє виводити всі показники у процесі вимірювання і спрощує процес вимірювання для людей, які не мають спеціалізованих знань. OLED-дисплеї також мають низький рівень енергоспоживання через відсутність світлодіодного підсвічування, яке б постійно працювало, що є ще однією перевагою даного типу дисплеїв.

Для аналізу даних, отриманих з датчика, можна також зберігати їх в окремому документі для ведення статистики значень показників на певному проміжку часу.

Таким чином, в роботі запропоновано пристрій, який згідно з рекомендаціями ВООЗ дозволяє виконувати первинну діагностику ознак COVID-19 та деяких інших захворювань. Це дозволяє визначити зміни в показниках життєдіяльності для вчасного звернення до лікаря та більш детального обстеження стану здоров'я.

Література

1. 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.
2. Блум Дж. Вивчаємо Arduino [пер. з англ. Петін В.] - СПб.: БХВ-Петербург - 2015. - 336 с.
3. Датчик пульса МАХ30102 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://arduino.ua/prod2036-datchik-pylsa-max30102>. - Дата доступу: 10.03.2021.
4. Клиническое ведение случаев COVID-19 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/332196/WHO-2019-nCoV-clinical-2020.5-rus.pdf>. - Дата доступу: 27.03.2021.
5. Макарова М.С. Исследование механических проявлений жизнедеятельности [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ilab.xmedtest.net/?q=node/5556> - Дата доступу: 22.03.2021.
6. Яценков В.С. Здоровье, спорт и окружающая среда в проектах Arduino. СПб.: БХВ-Петербург, 2020. — 336 с.: ил.

ПОБУДОВА ЕЛЕМЕНТІВ ТРІЙКОВИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ БАГАТОПОРОВОГО ЕЛЕМЕНТА БАГАТОЗНАЧНОЇ ЛОГІКИ

Мартинювич Л. Я., Слуцький Д. В., Смірнов К. О., Гунченко Ю. О.

ОНУ імені І. І. Мечникова

Одеський національний морський університет

Ключові слова: трійкова логіка, багатопороговий елемент багатозначної логіки, диз'юнкція, сильна кон'юнкція.

Комп'ютерні технології розвиваються з величезною швидкістю. Сьогодні всі вони базуються на двійковій логіці тому що в якості елементної бази для них використовуються напівпровідники. Але перспективи вдосконалення майже вичерпані і треба шукати нові ідеї для збільшення потужності обчислювальних систем. В деяких випадках доцільніше використовувати багатозначну логіку,

Державний заклад
«ПІВДЕННОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені К. Д. УШІНСЬКОГО»



ОДЕСЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ імені І. І. МЕЧНИКОВА

**ВІСІМНАДЦЯТА ВСЕУКРАЇНСЬКА КОНФЕРЕНЦІЯ
СТУДЕНТІВ І МОЛОДИХ НАУКОВЦІВ**

**ІНФОРМАТИКА, ІНФОРМАЦІЙНІ
СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ**

Збірник робіт

Збірник робіт надрукований в авторській редакції
без внесення суттєвих змін оргкомітетом

Підписано до друку 20.04.2021
Здано у виробництво 21.04.2021
Формат 60x84/16. Папір офсетний. Друк офсетний.
Тираж 150 примірників

Надруковано з готового оригінал-макета

Додаток Б

Копія публікації «Пристрій для первинної діагностики здоров'я
в домашніх та польових умовах»

**ВІЙСЬКОВИЙ ІНСТИТУТ
КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

**Всеукраїнської науково-практичної конференції
молодих вчених, ад'юнктів, слухачів, курсантів і студентів**

**"Молодіжна військова наука
у Київському національному університеті
імені Тараса Шевченка"**

23 квітня 2021 року

**За загальною редакцією к.пед.н., доц.,
заслуженого працівника освіти України
генерал-майора І.В. Толока**

Київ – 2021

**УДК 355(477)37
ББК 32.26.8-68.49**

*Рекомендовано до друку Вченою радою Військового інституту
Київського національного університету імені Тараса Шевченка
(протокол від 15.04.2021 № 13).*

T30 Тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених, ад'юнктів, слухачів, курсантів і студентів "Молодіжна військова наука у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка" [Текст] / за заг. редакцією І.В. Толока. – К. : ВІКНУ, 2021. – 371 с.

Опубліковано тези доповідей молодих вчених, ад'юнктів, слухачів, курсантів і студентів Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка, інших вищих військових та вищих навчальних закладів України, вітчизняних фахівців із: наукових проблем воєнної політології та морально-психологічного впливу; Актуальних питань гуманітарного розвитку Збройних Сил України; Технічних проблем озброєння і військової техніки та технологій подвійного призначення; Актуальних проблем правового забезпечення обороноздатності держави; Фінансів; Інформаційно-психологічної боротьби у воєнній сфері; Актуальних проблем лінгвістичного забезпечення Збройних Сил України; Актуальних проблем геопросторової підтримки військ; Сучасних інформаційно-комунікаційних технологій сектору безпеки і оборони України.

Редакційна колегія:

Толок І.В., ген.-майор, к.пед.н., доц., голова
Шарий В.І., д.військ.н., проф.
Ленков С.В., д.т.н., проф.
Білан М.Б., п/п-к, к.філол.н., доц.
Савков П.А., п-к, к.т.н., доц.
Сизов А.І., п-к, к.с.н.
Лісовський В.М., п-к
Коваль Ю.В., доц.
Жарков Я.М., к.і.н., доц.

УДК 355(477)37
ББК 32.26.8-68.49

© Військовий інститут Київського
національного університету
імені Тараса Шевченка, 2021

Ларін І.Д. Рекомендації щодо підвищення електромагнітної сумісності ультракороткохвильових радіостанцій Harris на етапі створення файлів конфігурації.....	117
Лєшков С.В., Джулій В.М., Бадрук О.О. Савіцька О.О. Аналіз та дослідження методів захисту від DDoS-атак	118
Муляр І.В., Кольцов Р., Якубець А.В. Аналіз підходів до захисту програмного забезпечення	119
Муляр І.В., Лоза В.М., Стопчак О.О. DLP-система в складі комплексної системи захисту інформації	120
Мясищев О.А., Баранов І.О. Спосіб захисту доступу до віддаленого сервера під керуванням мікроконтролера	121
Мясищев О.А., Пасічник М.К. Навігація безпілотних літальних апаратів без GPS	122
Опанасюк О.С., Самсонов Ю.В. Методика використання сучасних тренажерних комплексів для підготовки екіпажів бронетранспортерів бтр-4е.....	122
Орленко В.С., Чорницький В.І., Івасюнько О.Ю. Дослідження протоколів криптографічного захисту потоку інформації в IP-телефонії	123
Поляк І.С., Кутовий В.І., Парамоненко О.О. Розрахунок електричних характеристик укороченого вертикального несиметричного вібратора короткохвильового діапазону	124
Савран В.О., Коноваленко О.І. Контроль метрологічних параметрів датчиків температури в вимірювальних системах	125
Семчак О.М. Підсистеми визначення місця знаходження інформаційно-керуючих систем автономних рухомих об'єктів	126
Толок І.В., Лєшков Є.С., Бондаренко Т.В. Дослідження особливостей конструктивно - надійної структури виробів озброєння і військової техніки	127
Ципук О.Ю. Рекомендації щодо збільшення дальності зв'язку ультракороткохвильових радіостанцій виробництва компанії Harris	128
Хоменко П.В., Ольський Є.Ю., Шиманський В.М. Забезпечення взаємодії різномірних радіомереж ЗСУ	129
Цімура Ю.В., Гонанчук Ю.О., Проскуріна М.М. Аналіз методів розширення спектра сигналів у завадозахищених системах радіозв'язку	130
Ярошевська О.Б., Ільїних А.А., Гунченко Ю.О. Пристрій для первинної діагностики стану здоров'я в домашніх та польових умовах	131
 СЕКЦІЯ № 4 АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ПРАВОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБОРОНОЗДАТНОСТІ ДЕРЖАВИ	
Алзубі К.С. Мета та завдання військово-цивільних адміністрацій.....	134
Асатрян Т.Л. Підстави захисту майнових прав в умовах збройних конфліктів	135
Асмолов Д.Є. Діяльність Військової служби правопорядку з питань охорони та захисту військового майна	136

Найбільш поширеною технологією розширення спектра, що застосовується у військових системах радіозв'язку, є ППРЧ. Радіолінії з ППРЧ володіють гіршою прихованістю, порівняно з ШПС та ШШСС, у той же час вони, як показує аналіз тактико-технічних характеристик, забезпечують завадозахищену роботу з більш високими швидкостями передачі даних. Саме ППРЧ використовується для забезпечення завадозахисту у сучасних тактичних радіозасобах виробництва компаній Harris, Aselsan, Elbit Systems та ін.

Аналіз методів розширення спектра показує, що кожен з них може знайти своє застосування у військовій техніці радіозв'язку для забезпечення високої завадозахищеності передачі інформації.

Так, для підрозділів, де потрібно забезпечити високу прихованість, зменшити ймовірність розкриття противником факту роботи радіозасобів, пріоритетним є використання шумоподібних та надширококутних систем. У радіомережах, де в першу чергу необхідно досягти високої пропускної спроможності, доцільним є використання технології ППРЧ.

Напрямок подальших досліджень є практична оцінка (як за допомогою імітаційного моделювання, так і шляхом проведення натурних експериментів) завадозахищеності засобів радіозв'язку в умовах різних типів навмисних завад. При цьому моделювання навмисних завад можна здійснювати шляхом виготовлення генераторів сигналів з заданими параметрами, або за допомогою сигналів, створюваних іншими радіозасобами.

*Ярошевська О.Б. (ОНУ ім.І.І. Мечникова)
Ільїних А.А. (ОНУ ім.І.І. Мечникова)
д.т.н., проф. Гунченко Ю.О. (ОНУ ім.І.І. Мечникова)*

Пристрій для первинної діагностики стану здоров'я в домашніх та польових умовах

Вчасне виявлення проблем зі здоров'ям, зокрема хвороби COVID-19, є актуальною науково-технічною проблемою у військовій справі через тривале знаходження військовослужбовців в умовах підвищених фізичних навантажень.

У статі описано пристрій, який здатний вимірювати основні показники життєдіяльності організму та здійснювати первинну діагностику стану здоров'я людини. До таких показників входить частота пульсу, рівень насиченості крові киснем та температура тіла. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я вони є одними з показових ознак при діагностиці COVID-19, серцево-судинних захворювань, які серед неінфекційних захворювань є основною причиною передчасної смертності в більшості регіонів України, а також деяких інших захворювань, що супроводжуються підвищенням пульсу та температури, а також зниженням рівня кисню в крові людини.

Пристрій заснований на платі мікроконтролера Arduino. Вона відрізняється від інших високою функціональністю й водночас доступною ціною, що дозволяє створити велику кількість аналогічних пристроїв для оснащення військовослужбовців без значних фінансових витрат.

Для проекту даного рівня складності достатньо використати одну з таких плат як Arduino Nano, Arduino Uno або Arduino Mini. Найбільш функціональною з них є Arduino Uno, при цьому дана плата має невеликі розміри й може бути поміщена разом із датчиком вимірювання пульсу, температури та рівня кисню в крові, а також всіма необхідними з'єднуючими дротами у спеціальний корпус, який буде зручно як тримати вдома, так і носити з собою.

Для використання пристрою в місцях з відсутністю швидкого доступу до джерел електроенергії можна забезпечити систему вбудованим акумулятором, за допомогою якого вона буде працювати як автономний пристрій.

Аналогом плати Arduino є однокристална мікросхема ESP8266. Серед її переваг варто відзначити більший об'єм пам'яті, а також вбудований модуль Wi-Fi для спрощеного підключення до бездротової мережі Інтернет і розширення можливостей зберігання та аналізу інформації. Проте, Arduino має більшу кількість аналогових та цифрових портів і достатньо потужний контролер для підключення великої кількості зовнішніх модулів та датчиків. Arduino Uno також створена як готова макетна плата, для якої випущено багато розширень (шилдів), що значно спрощує роботу з нею порівняно з усіма іншими системами.

Таким чином, в роботі запропоновано пристрій, що дозволяє проводити первинну діагностику стану здоров'я людини. Він є недорогим та зручним у використанні як в домашніх, так і в польових умовах завдяки можливості автономної роботи, що робить його доступним для використання у військовій справі.

Наукове видання



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 загальною редакцією к.пед.н.
генерал-майора І.В. Толока

Тексти тез представлено у авторській редакції. Автори несуть повну відповідальність за зміст, добір, точність наведених фактів, цитат, власних імен, дат та інших відомостей

Збір, узгодження, первинна обробка, технічне редагування – Бадрук О.О.
Комп'ютерна верстка, оригінал-макет та обкладинка – Халіманенко С.М.

Підписано до друку 15.04.21. Формат 60x84^{1/6}.
Гарнітура Times. Папір офсетний. Друк ризограф. Тираж 25.
Умов. друк. аркушів 17. Заказ № 24-19а.

Надруковано в навчальному тренувальному комплексі ВІКНУ
03189, Київ, вул. Ломоносова, 81
т. 521-32-89



Додаток В

Копія публікації «Аналіз методів обробки показників життєдіяльності
людини»

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ

74

ПРОФЕСОРСЬКО-ВИКЛАДАЦЬКА
НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ ОНМУ

26-28 травня 2021 р.

ПРОГРАМА

Одеса-2021

74-а

**ПРОФЕСОРСЬКО-ВИКЛАДАЦЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ ВІДБУДЕТЬСЯ В ПЕРІОД**

З 26 по 28 травня 2021 р.

Голова оргкомітету – Немчук О.О. – проректор з наукової роботи ОНМУ

Заступник голови – Єгузов К.В. – директор НДІ

Секретар – Сагайдак М.П. - зав. відділом НТБ

Робота конференції організована по секціях:

Транспортні технології, менеджмент, економіка, підприємництво	– керівник проф. Онищенко С.П.
Правознавство	– керівник доц. Самойловська В.П.
Гідротехнічне будівництво	– керівник доц. Мироненко І.М.
Суднові енергетичні установки, судноводіння	– керівник доц. Шумило О.М.
Портовий інжиніринг	– керівник доц. Кібаков О.Г.
Суднобудування, інформаційні технології	- керівник проф. Ляшенко О. Б.
Українознавство	- керівник проф. Михайлуца М. І.
Філологічні науки	- керівник доц. Смаглій В.М.
Психологія	- керівник доц. Шевченко Р.П.
Загальнотехнічні науки	– керівник проф. Андронов І.Л.
Суспільні науки	– керівник доц. Куліченко В.В.

Котенко О.В. – ст. викладач

9. Проблеми працевлаштування моряків в Україні та шляхи її вирішення.

Котенко О.В. – ст. викладач

10. Психологічні аспекти безпеки праці.

Васильченко О.Є. – асистент

СЕКЦІЯ

“СУДНОБУДУВАННЯ, ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ”

Керівник	– проф. Ляшенко О.Б.
Заст. керівника	– доц. Розум М.В.
Секретар	– ст. викладач Котовська Н.Н.

ПІДСЕКЦІЯ

«ТЕХНІЧНА КІБЕРНЕТИКА Й ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ»

Керівник	– доц. Малаксіано М.О.
Заст. керівника	– ст. викладач Новікова Н.О.
Секретар	– ст. викладач Панченко Т.Д.

П'ятниця, 28 травня 2021 р., 14-30, Zoom

1. Порівняння веб-сервісів на основі SOAP і REST
Бугаєва І.Г. – к.т.н., доц.
2. Застосування функцій сімейства apple до аналізу даних
Розум М.В. – к.ф.-м.н., доц.
3. Ідентифікація динамічних моделей в дистанційній освіті
Челабчі В.М. – к.т.н., проф.,
Тузова І.А. – доц.,
Челабчі В.В. – ст. викладач
4. Вибір апроксимуючих функцій при згладжуванні часових рядів
Челабчі В.М. – к.т.н., проф.,
Челабчі В.В. – ст. викладач

5. Проблеми комунікацій в автономних робототехнічних системах
Ларін Д.Г. – к.т.н., доц.
6. Еволюційний алгоритм, що імітує процес штучного відбору
Куцяков Д.В. – ст. викладач
7. Використання автокореляційного аналізу для вивчення двофазних потоків
Полетаєв М. І. – д.ф.-м.н., проф.,
Залапін О. І. – аспірант
8. До аналізу деяких проблем розпізнавання обличчя
Романенко К.Є. – студ.,
Слуцький Д.В. – аспірант,
Гунченко Ю.О. – д.т.н., проф.
9. Аналіз методів обробки показників життєдіяльності людини
Гунченко Ю.О. – д.т.н., проф.,
Ярошевська О. Б. – студ.
10. Інформаційні технології на водному транспорті
Чумак О.А. – ст. викладач
11. Технології та методи візуалізації даних
Стародуб В.І. – ст. викладач
12. Виявлення та запобігання ризиків аварійних ситуацій в складних технічних системах
Коновалов С.М. – асистент,
Єгошина Г.А. – к.т.н., доц.

Додаток Г

Код програми в середовищі Arduino IDE

```
#include <Wire.h>
#include "MAX30105.h"
#include "heartRate.h"
#include <LiquidCrystal_PCF8574.h>
LiquidCrystal_PCF8574 lcd(0x27);

MAX30105 particleSensor;

int redPin = D5;
int greenPin = D7;

const byte RATE_SIZE = 4;
byte rates[RATE_SIZE];
byte rateSpot = 0;
long lastBeat = 0;

float beatsPerMinute;
int beatAvg;
float temperature;

long samplesTaken = 0;
long unblockedValue;
long startTime;

int perCent;
int degOffset = 0.5;
int irOffset = 1800;
int count;
int noFinger;
int avgIr;
```

```
int avgTemp;

unsigned long last_time;

void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  Serial.println("BPM,Avg BPM,Oxygen,Temp(C)");

  if (!particleSensor.begin(Wire, I2C_SPEED_FAST))
  {
    Serial.println("MAX30105 was not found. Please check wiring/power. ");
    while (1);
  }
  particleSensor.setup(0);
  particleSensor.enableDIETEMPRDY();

  byte ledBrightness = 25;
  byte sampleAverage = 4;
  byte ledMode = 2;
  int sampleRate = 400;
  int pulseWidth = 411;
  int adcRange = 2048;

  particleSensor.setup(ledBrightness, sampleAverage, ledMode, sampleRate, pulseWidth, adcRange);

  particleSensor.setPulseAmplitudeRed(0x0A);
  particleSensor.setPulseAmplitudeGreen(0);
  particleSensor.enableDIETEMPRDY();

  lcd.begin(20, 4);
  lcd.setBacklight(1);
```

```

pinMode(redPin, OUTPUT);
pinMode(greenPin, OUTPUT);

}

void loop()
{

long irValue = particleSensor.getIR();

if (checkForBeat(irValue) == true)
{
long delta = millis() - lastBeat;
lastBeat = millis();

beatsPerMinute = 60 / (delta / 1000.0);

if (beatsPerMinute < 255 && beatsPerMinute > 20)
{
rates[rateSpot++] = (byte)beatsPerMinute;
rateSpot %= RATE_SIZE;

beatAvg = 0;
for (byte x = 0 ; x < RATE_SIZE ; x++)
beatAvg += rates[x];
beatAvg /= RATE_SIZE;
}
}

perCent = irValue / irOffset;

temperature = particleSensor.readTemperature();
temperature = temperature + degOffset;

```

```
if (millis() - last_time > 1000) {  
  last_time = millis();  
  Serial.print(beatAvg);  
  Serial.print(",");  
  Serial.print(temperature, 2);  
  Serial.print(",");
```

```
  lcd.setCursor(0, 1);  
  lcd.print("PULSE: ");  
  lcd.print(beatAvg);  
  lcd.print(" ");  
  lcd.setCursor(0, 3);  
  lcd.print("TEMP: ");  
  lcd.print(temperature, 2);  
  lcd.print(" ");
```

```
if (perCent > 100) {  
  Serial.print(100);  
  Serial.print(",");  
  lcd.setCursor(0, 2);  
  lcd.print("OXYGEN: ");  
  lcd.print(100);  
} else {  
  Serial.print(perCent);  
  Serial.print(",");  
  lcd.setCursor(0, 2);  
  lcd.print("OXYGEN: ");  
  lcd.print(perCent);  
  lcd.print(" ");  
}
```

```
Serial.println();
```

```
if (irValue < 50000) {  
    lcd.setCursor(0, 0);  
    lcd.print("PLACE YOUR FINGER");  
    digitalWrite(redPin, HIGH);  
    digitalWrite(greenPin, LOW);  
  
} else {  
    lcd.setCursor(0, 0);  
    lcd.print("MEASURING... ");  
    digitalWrite(greenPin, HIGH);  
    digitalWrite(redPin, LOW);  
  
}  
  
}  
  
}
```

Додаток Д

Код програми в середовищі Visual Studio

```
using System;

namespace Diplom_Console
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            int[] Pulse1 = new int[60]
            [array data x60]
            };

            int[] Pulse2 = new int[60]
            [array data x60]
            };

            int[] Ox1 = new int[60]
            [array data x60]
            };

            int[] Ox2 = new int[60]
            [array data x60]
            };

            double[] Temp1 = new double[60]
            {
```

[array data x60]

};

double[] Temp2 = new double[60]

{

[array data x60]

};

int pulse1_mid = 0;

int pulse2_mid = 0;

int sum1_pulse = 0;

int sum2_pulse = 0;

int a_pulse1_sum = 0;

int a_pulse2_sum = 0;

double disp_pulse1 = 0;

double disp_pulse2 = 0;

double stDev_pulse1 = 0;

double stDev_pulse2 = 0;

int b_pulse_sum = 0;

int md_pulse = 0;

int d_sum_pulse = 0;

double devFinal_pulse = 0;

double stud_pulse = 0;

int ox1_mid = 0;

int ox2_mid = 0;

int sum1_ox = 0;

int sum2_ox = 0;

int a_ox1_sum = 0;

int a_ox2_sum = 0;

double disp_ox1 = 0;

double disp_ox2 = 0;

double stDev_ox1 = 0;

double stDev_ox2 = 0;

```
int b_ox_sum = 0;
int md_ox = 0;
int d_sum_ox = 0;
double devFinal_ox = 0;
double stud_ox = 0;

double temp1_mid = 0; /
double temp2_mid = 0;
double sum1_temp = 0;
double sum2_temp = 0;
double a_temp1_sum = 0;
double a_temp2_sum = 0;
double disp_temp1 = 0;
double disp_temp2 = 0;
double stDev_temp1 = 0;
double stDev_temp2 = 0;
double b_temp_sum = 0;
double md_temp = 0;
double d_sum_temp = 0;
double devFinal_temp = 0;
double stud_temp = 0;

for (int i = 0; i < Pulse1.Length; i++)
{
    sum1_pulse += Pulse1[i];
    pulse1_mid = sum1_pulse / Pulse1.Length;
}

for (int i = 0; i < Pulse2.Length; i++)
{
    sum2_pulse += Pulse2[i];
    pulse2_mid = sum2_pulse / Pulse2.Length;
}
```

```

for (int i = 0; i < Pulse1.Length; i++)
{
    int a1 = (Pulse1[i] - pulse1_mid) * (Pulse1[i] - pulse1_mid);
    a_pulse1_sum += a1;
}

for (int i = 0; i < Pulse2.Length; i++)
{
    int a2 = (Pulse2[i] - pulse2_mid) * (Pulse2[i] - pulse2_mid);
    a_pulse2_sum += a2;
}

disp_pulse1 = a_pulse1_sum / (Pulse1.Length - 1);
disp_pulse2 = a_pulse2_sum / (Pulse2.Length - 1);
stDev_pulse1 = Math.Sqrt(disp_pulse1);
stDev_pulse2 = Math.Sqrt(disp_pulse2);

for (int i = 0; i < Pulse1.Length; i++)
{
    int b = Pulse2[i] - Pulse1[i];
    b_pulse_sum += b;
}

md_pulse = Math.Abs(b_pulse_sum / Pulse1.Length);

for (int i = 0; i < Pulse1.Length; i++) //
{
    int d = (Pulse2[i] - Pulse1[i] - md_pulse) * (Pulse2[i] - Pulse1[i] - md_pulse);
    d_sum_pulse += d;
}

devFinal_pulse = Math.Sqrt(d_sum_pulse / (Pulse1.Length - 1));
stud_pulse = md_pulse / (devFinal_pulse / Math.Sqrt(Pulse1.Length));

```

```
for (int i = 0; i < Ox1.Length; i++)
{
    sum1_ox += Ox1[i];
    ox1_mid = sum1_ox / Ox1.Length;
}
```

```
for (int i = 0; i < Ox2.Length; i++)
{
    sum2_ox += Ox2[i];
    ox2_mid = sum2_ox / Ox2.Length;
}
```

```
for (int i = 0; i < Ox1.Length; i++)
{
    int a1 = (Ox1[i] - ox1_mid) * (Ox1[i] - ox1_mid);
    a_ox1_sum += a1;
}
```

```
for (int i = 0; i < Ox2.Length; i++)
{
    int a2 = (Ox2[i] - ox2_mid) * (Ox2[i] - ox2_mid);
    a_ox2_sum += a2;
}
```

```
disp_ox1 = a_ox1_sum / (Ox1.Length - 1);
disp_ox2 = a_ox2_sum / (Ox2.Length - 1);
stDev_ox1 = Math.Sqrt(disp_ox1);
stDev_ox2 = Math.Sqrt(disp_ox2);
```

```
for (int i = 0; i < Ox1.Length; i++)
{
    int b = Ox2[i] - Ox1[i];
    b_ox_sum += b;
}
```

```

}

md_ox = Math.Abs(b_ox_sum / Ox1.Length);

for (int i = 0; i < Ox1.Length; i++) //
{
    int d = (Ox2[i] - Ox1[i] - md_ox) * (Ox2[i] - Ox1[i] - md_ox);
    d_sum_ox += d;
}

devFinal_ox = Math.Sqrt(d_sum_ox / (Ox1.Length - 1));
stud_ox = md_ox / (devFinal_ox / Math.Sqrt(Ox1.Length));

for (int i = 0; i < Temp1.Length; i++)
{
    sum1_temp += Temp1[i];
    temp1_mid = sum1_temp / Temp1.Length;
}

for (int i = 0; i < Temp2.Length; i++)
{
    sum2_temp += Temp2[i];
    temp2_mid = sum2_temp / Temp2.Length;
}

for (int i = 0; i < Temp1.Length; i++)
{
    double a1 = (Temp1[i] - temp1_mid) * (Temp1[i] - temp1_mid);
    a_temp1_sum += a1;
}

for (int i = 0; i < Temp2.Length; i++)
{
    double a2 = (Temp2[i] - temp2_mid) * (Temp2[i] - temp2_mid);

```

```

    a_temp2_sum += a2;
}

disp_temp1 = a_temp1_sum / (Temp1.Length - 1);
disp_temp2 = a_temp2_sum / (Temp2.Length - 1);
stDev_temp1 = Math.Sqrt(disp_temp1);
stDev_temp2 = Math.Sqrt(disp_temp2);

for (int i = 0; i < Temp1.Length; i++)
{
    double b = Temp2[i] - Temp1[i];
    b_temp_sum += b;
}

md_temp = Math.Abs(b_temp_sum / Temp1.Length);

for (int i = 0; i < Temp1.Length; i++) //
{
    double d = (Temp2[i] - Temp1[i] - md_temp) * (Temp2[i] - Temp1[i] - md_temp);
    d_sum_temp += d;
}

devFinal_temp = Math.Sqrt(d_sum_temp / (Temp1.Length - 1));
stud_temp = md_temp / (devFinal_temp / Math.Sqrt(Temp1.Length));

Console.WriteLine("СРЕДНЕЕ ЗНАЧЕНИЕ ПУЛЬСА В ПЕРВОЙ ВЫБОРКЕ:");
Console.WriteLine(pulse1_mid);
Console.WriteLine("СРЕДНЕЕ ЗНАЧЕНИЕ ПУЛЬСА ВО ВТОРОЙ ВЫБОРКЕ:");
Console.WriteLine(pulse2_mid);
Console.WriteLine("СТАНДАРТНОЕ ОТКЛОНЕНИЕ ПУЛЬСА В ПЕРВОЙ ВЫБОРКЕ:");
Console.WriteLine(stDev_pulse1);

/*if (stDev_pulse1 == 0)
{

```

```

    Console.WriteLine("Отклонение не значительное");
}
else
{
    Console.WriteLine(stDev_pulse1);
}*/

Console.WriteLine("СТАНДАРТНОЕ ОТКЛОНЕНИЕ ПУЛЬСА ВО ВТОРОЙ ВЫБОРКЕ:");
Console.WriteLine(stDev_pulse2);

/*if (stDev_pulse2 == 0)
{
    Console.WriteLine("Отклонение не значительное");
}
else
{
    Console.WriteLine(stDev_pulse2);
}*/

if (stud_pulse >= 2)
{
    Console.WriteLine("Есть значимые различия между выборками. Будьте бдительны и берегите свое здоровье!");
}
else
{
    Console.WriteLine("Различия между выборками не значимые.");
}

Console.WriteLine();
Console.WriteLine();

Console.WriteLine("СРЕДНЕЕ ЗНАЧЕНИЕ УРОВНЯ КИСЛОРОДА В ПЕРВОЙ ВЫБОРКЕ:");
Console.WriteLine(ox1_mid);

```

```
Console.WriteLine("СРЕДНЕЕ ЗНАЧЕНИЕ УРОВНЯ КИСЛОРОДА ВО ВТОРОЙ ВЫБОРКЕ:");
Console.WriteLine(ox2_mid);
Console.WriteLine("СТАНДАРТНОЕ ОТКЛОНЕНИЕ УРОВНЯ КИСЛОРОДА В ПЕРВОЙ ВЫБОРКЕ:");
Console.WriteLine(stDev_ox1);

/*if (stDev_ox1 == 0)
{
    Console.WriteLine("Отклонение не значительное");
}
else
{
    Console.WriteLine(stDev_ox1);
}*/

    Console.WriteLine("СТАНДАРТНОЕ ОТКЛОНЕНИЕ УРОВНЯ КИСЛОРОДА ВО ВТОРОЙ
ВЫБОРКЕ:");
    Console.WriteLine(stDev_ox2);

/*if (stDev_ox2 == 0)
{
    Console.WriteLine("Отклонение не значительное");
}
else
{
    Console.WriteLine(stDev_ox2);
}*/

if (stud_ox >= 2)
{
    Console.WriteLine("Есть значимые различия между выборками. Будьте бдительны и
берегите свое здоровье!");
}
else
{
    Console.WriteLine("Различия между выборками не значимые.");
```

```
}
```

```
Console.WriteLine();
```

```
Console.WriteLine();
```

```
Console.WriteLine("СРЕДНЕЕ ЗНАЧЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕЛА В ПЕРВОЙ ВЫБОРКЕ:");
```

```
Console.WriteLine(temp1_mid);
```

```
Console.WriteLine("СРЕДНЕЕ ЗНАЧЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕЛА ВО ВТОРОЙ ВЫБОРКЕ:");
```

```
Console.WriteLine(temp2_mid);
```

```
Console.WriteLine("СТАНДАРТНОЕ ОТКЛОНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕЛА В ПЕРВОЙ ВЫБОРКЕ:");
```

```
Console.WriteLine(stDev_temp1);
```

```
/*if (stDev_temp1 == 0)
```

```
{
```

```
    Console.WriteLine("Отклонение не значительное");
```

```
}
```

```
else
```

```
{
```

```
    Console.WriteLine(stDev_temp1);
```

```
*/
```

```
Console.WriteLine("СТАНДАРТНОЕ ОТКЛОНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕЛА ВО ВТОРОЙ  
ВЫБОРКЕ:");
```

```
Console.WriteLine(stDev_temp2);
```

```
/*if (stDev_temp2 == 0)
```

```
{
```

```
    Console.WriteLine("Отклонение не значительное");
```

```
}
```

```
else
```

```
{
```

```
    Console.WriteLine(stDev_temp2);
```

```
*/
```

```
if (stud_temp >= 2)
{
    Console.WriteLine("Есть значимые различия между выборками. Будьте бдительны и берегите свое здоровье!");
}
else
{
    Console.WriteLine("Различия между выборками не значимые.");
}

Console.WriteLine();

}
}
}
```

Додаток Е

Таблиця значень t-критерію Стьюдента

<i>df</i>	Границы значения		<i>df</i>	Границы значения	
	$p=0,05$	$p=0,01$		$p=0,05$	$p=0,01$
1	12,70	63,65	46	2,013	2,687
2	4,303	9,925	47	2,012	2,685
3	3,182	5,841	48	2,011	2,682
4	2,776	4,604	49	2,010	2,680
5	2,571	4,032	50	2,009	2,678
6	2,447	3,707	51	2,008	2,676
7	2,365	3,499	52	2,007	2,674
8	2,306	3,355	53	2,006	2,672
9	2,262	3,250	54	2,005	2,670
10	2,228	3,169	55	2,004	2,668
11	2,201	3,106	56	2,003	2,667
12	2,179	3,055	57	2,002	2,665
13	2,160	3,012	58	2,002	2,663
14	2,145	2,977	59	2,001	2,662
15	2,131	2,947	60	2,000	2,660
16	2,120	2,921	61	2,000	2,659
17	2,110	2,898	62	1,999	2,657
18	2,101	2,878	63	1,998	2,656
19	2,093	2,861	64	1,998	2,655
20	2,086	2,845	65	1,997	2,654
21	2,080	2,831	66	1,997	2,652
22	2,074	2,819	67	1,996	2,651
23	2,069	2,807	68	1,995	2,650
24	2,064	2,797	69	1,995	2,649
25	2,060	2,787	70	1,994	2,648
26	2,056	2,779	71	1,994	2,647
27	2,052	2,771	72	1,993	2,646
28	2,049	2,763	73	1,993	2,645
29	2,045	2,756	74	1,993	2,644
30	2,042	2,750	75	1,992	2,643
31	2,040	2,744	76	1,992	2,642
32	2,037	2,738	78	1,991	2,640
33	2,035	2,733	79	1,990	2,639
34	2,032	2,728	80	1,990	2,639
35	2,030	2,724	90	1,987	2,632
36	2,028	2,719	100	1,984	2,626
37	2,026	2,715	110	1,982	2,621
38	2,024	2,712	120	1,980	2,617
39	2,023	2,708	130	1,978	2,614
40	2,021	2,704	140	1,977	2,611
41	2,020	2,701	150	1,976	2,609
42	2,018	2,698	200	1,972	2,601
43	2,017	2,695	250	1,969	2,596
44	2,015	2,692	300	1,968	2,592
45	2,014	2,690	350	1,967	2,590

Додаток Є

Копія довідки про впровадження результатів наукового випробування



ОДЕСЬКА МІСЬКА РАДА ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ
КОМУНАЛЬНИЙ ПОЗАШКІЛЬНИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ОДЕСЬКА СТАНЦІЯ ЮНИХ ТЕХНІКІВ «СІГМА»

Ідентифікаційний код 25428802

65111, м. Одеса, вул. Паустовського 17/1 тел. 701-72-75; e-mail: sutodessa@gmail.com

«04» червня 2021 № 37

ДОВІДКА

ПРО ВПРОВАДЖЕННЯ

результатів наукового випробування

Ярошевської Олександри Борисівни на тему

«Програмний комплекс обробки результатів

експериментальних даних»

Комунальний позашкільний навчальний заклад «Одеська станція юних техніків «Сігма» підтверджує, що наукові випробування випускної кваліфікаційної роботи студентки Ярошевської О.Б. з розробки апаратно-програмного комплексу зняття та аналізу основних показників життєдіяльності були розглянуті, схвалені та прийняті до використання в закладі.

Директор



О.В. Костенко