



International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics and Telecommunications

dedicated to the 85th anniversary of the Department
of Theoretical Radio Engineering and Radio Measurements

May 22–23, 2024

Lviv, Ukraine



Міжнародна науково-технічна конференція
Сучасні проблеми
в радіоелектроніці, телекомунікаціях
присвячена 85-річчю кафедри
теоретичної радіотехніки та радіовимірювань

22–23 травня, 2024

Львів, Україна

**Dedicated to the 85th anniversary
of the Department of Theoretical Radio
Engineering and Radio Measurements**

**Присвячено 85-річчю кафедри
теоретичної радіотехніки
та радіовимірювань**

Lviv Polytechnic National University
Institute of Telecommunications, Radioelectronics
and Electronic Engineering

**INTERNATIONAL
CONFERENCE ON

ADVANCED TRENDS
IN RADIOELECTRONICS
AND TELECOMMUNICATIONS
ATRT'2024**

Proceedings

May 22–23

Lviv, Ukraine

Lviv
Lviv Polytechnic Publishing House
2024

Національний університет «Львівська політехніка»
Інститут телекомунікацій, радіоелектроніки
та електронної техніки

**МІЖНАРОДНА
НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ**

**СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ
В РАДІОЕЛЕКТРОНІЦІ,
ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЯХ
СПРТ'2024**

МАТЕРІАЛИ

22–23 травня

Львів, Україна

Львів
Видавництво Львівської політехніки
2024

УДК 621.3, 004
С 89

Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Сучасні проблеми в радіоелектроніці, телекомунікаціях» (СПРТ'2024), Львів, Україна, 22–23 травня 2024. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2024. – Режим доступу: <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/attachments/2024/apr/34397/atrt-2024conferenceproceedings.pdf>, вільний. – Заголовок з екрана. – Мова укр. і англ. – 287 с.
ISBN 978-966-941-945-3

У матеріалах конференції СПРТ'2024 відображено сучасні тенденції розвитку науки й інженерії в галузях радіоелектроніки, комп'ютерних наук і телекомунікацій. Ці матеріали рекомендовано науковцям й інженерам у галузі радіоелектроніки та телекомунікацій.

УДК 621.3, 004

The proceedings of the ATRT'2024 conference depict modern trends in the development of science and engineering in the fields of radio electronics, computer science and telecommunications. These proceedings are recommended for scientists and engineers in the field of radio electronics and telecommunications.

Матеріали подано в авторській редакції

ISBN 978-966-941-945-3

© Національний університет
«Львівська політехніка», 2024

PROGRAM COMMITTEE

Chairman:

Yu. Bobalo – Rector of Lviv Polytechnic National University

Deputy Chairman:

B. Strykhalyyuk (LPNU, Lviv)

Committee members:

Z. Bluvband (ALD, Tel Aviv, Israel)

A. Bondariev (LPNU, Lviv)

B. Volochiy (LPNU, Lviv)

S. Voloshynovskiy (University of Geneva, Switzerland)

R. Goliaka (LPNU, Lviv)

N. Hots (LPNU, Lviv)

O. Hoholyuk (LPNU, Lviv)

I. Demydov (LPNU, Lviv)

M. Dyvak (WUNU, Ternopil)

A. Druzhinin (LPNU, Lviv)

F. Dubrovka (NTU KPI, Kyiv)

S. Zhuk (NTU KPI, Kyiv)

M. Ilchenko (NTU KPI, Kyiv)

V. Kychak (VNTU, Vinnytsia)

M. Klymash (LPNU, Lviv)

O. Kokhanov (OPNU, Odesa)

O. Lemeshko (KhNURE, Kharkiv)

V. Lytvyn (LPNU, Lviv)

I. Lisovuy (SUITT, Odesa)

J. Matuszewski (MUT, Warsaw, Poland)

V. Mosorov (LUT, Lodz, Poland)

V. Oborzhytskyy (LPNU, Lviv)

L. Ozirkovskyy (LPNU, Lviv)

O. Osadchuk (VNTU, Vinnytsia)

Yu. Romanyshyn (LPNU, Lviv)

B. Rusyn (PMI, Lviv)

V. Teslyuk (LPNU, Lviv)

L. Uryvsky (NTU KPI, Kyiv)

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Голова:

Бобало Ю.Я. – проф., ректор Національного університету «Львівська політехніка»

Заступник:

Стрихалюк Б.М. (НУЛП, м. Львів)

Члени комітету:

Блувбанд З.М. (компанія «ALD», Тель-Авів, Ізраїль)

Бондарев А.П. (НУЛП, м. Львів)

Волочій Б.Ю. (НУЛП, м. Львів)

Волошиновський С.В. (Університет Женеви, Швейцарія)

Голяка Р.Л. (НУЛП, м. Львів)

Гоц Н.Є. (НУЛП, м. Львів)

Гоголюк О.П. (НУЛП, м. Львів)

Демидов І.В. (НУЛП, м. Львів)

Дивак М.П. (ЗУНУ, м. Тернопіль)

Дружинін А.О. (НУЛП, м. Львів)

Дубровка Ф.Ф. (НТУ «КПІ», м. Київ)

Жук С.Я. (НТУ «КПІ», м. Київ)

Ільченко М.Ю. (НТУ «КПІ», м. Київ)

Кичак В.М. (ВНТУ, м. Вінниця)

Климаш М.М. (НУЛП, м. Львів)

Коханов О.Б. (НУ «Одеська політехніка», м. Одеса)

Лемешко О.В. (ХНУРЕ, м. Харків)

Литвин В.В. (НУЛП, м. Львів)

Лісовий І.П. (ДУІТЗ, м. Одеса)

Матушевський Я. (ВТА, м. Варшава, Польща)

Мосоров В.Я. (ЛТУ, м. Лодзь, Польща)

Оборжицький В.І. (НУЛП, м. Львів)

Озірковський Л.Д. (НУЛП, м. Львів)

Осадчук О.В. (ВНТУ, м. Вінниця)

Романишин Ю.М. (НУЛП, м. Львів)

Русин Б.П. (ФМІ, м. Львів)

Теслюк В.М. (НУЛП, м. Львів)

Уривський Л.О. (НТУ «КПІ», м. Київ)

G. Shilo (ZNU, Zaporizhzhia)
I. Yaremchuk (LPNU, Lviv)
Y. Yashchyshyn (WUT, Warsaw,
Poland)

Шило Г.М. (ЗНУ, м. Запоріжжя)
Яремчук І.Я. (НУЛП, м. Львів)
Ящишин С.М. (Варшавська
політехніка, Польща)

ORGANIZING COMMITTEE

Chairman:

I. Horbatiy, prof., head of
Department of Theoretical Radio
Engineering and Radio
Measurements, Lviv Polytechnic
National University

Deputy Chairman:

M. Kiselychnyk (LPNU, Lviv)

Secretary:

I. Maksymiv (LPNU, Lviv)

Committee members:

S. Altunin (LPNU, Lviv)
M. Zmysnyi (LPNU, Lviv)
A. Kuzyk (LPNU, Lviv)
N. Kuzyk (LPNU, Lviv)
S. Nichkalo (LPNU, Lviv)
Y. Pyrih (LPNU, Lviv)
V. Fast (LPNU, Lviv)
O. Shkiliuk (LPNU, Lviv)

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова:

Горбатий І.В., проф., зав. кафедри
теоретичної радіотехніки та
радіовимірювань Національного
університету «Львівська
політехніка»

Заступник:

Кіселичник М.Д. (НУЛП, м. Львів)

Секретар:

Максимів І.П. (НУЛП, м. Львів)

Члени комітету:

Алтунін С.І. (НУЛП, м. Львів)
Змисний М.М. (НУЛП, м. Львів)
Кузик А.О. (НУЛП, м. Львів)
Кузик Н.І. (НУЛП, м. Львів)
Нічкало С.І. (НУЛП, м. Львів)
Пиріг Ю.В. (НУЛП, м. Львів)
Фаст В.М. (НУЛП, м. Львів)
Шкілюк О.П. (НУЛП, м. Львів)

CONTENS / ЗМІСТ

Plenary Reports / Пленарні доповіді

Бобало Ю.Я., Горбатий І.В. Кафедра теоретичної радіотехніки та радіовимірювань: віхи становлення і розвитку.....	16
Бондарєв А.П. Наукові здобутки кафедри ТРР як віхи технічного прогресу.....	21
Кузик А.О. Витоки радіотехнічної школи у львівській політехніці.....	24
Волочій Б.Ю., Озірковський Л.Д., Сальник Ю.П., Онищенко В.А. Застосування технології стохастичного моделювання до оцінювання ефективності радіоелектронних комплексів виявлення БПЛА.....	40
Яремчук І.Я., Булавинець Т.О. Поверхневий плазмонний резонанс в срібних наночастинках: вплив підкладки.....	45
Політанський Р.Л., Площик А.С. Використання наноматеріалів та метаматеріалів для пристроїв електромагнітного поля.....	47

Section 1. Theory of Signals and Electronic Circuits.

Radio Measurements. Metrology.

Секція 1. Теорія сигналів та електронних кіл.

Радіовимірювання. Метрологія.

Чесановський І.І., Табенський С.М. Узагальнення методів побудови оптимального базису в задачах узгодженої фільтрації сигналів.....	52
Озірковський Л. Д., Братюк П. В. Високоєфективний спосіб перетворення енергії напруги постійного струму на енергію імпульсів для живлення мобільних і автономних засобів радіоелектроніки.....	55

Катін П.Ю., Мішин О.В. Основи методики аналітичного розрахунку спектру широтно-імпульсного сигналу для систем радіокерування.....	59
Блащак Д.Ю. Цифрова обробка стохастичних сигналів.....	65
Прохоров А.В. Вимірювання частоти детермінованої періодичної послідовності однополярних прямокутних імпульсів за допомогою програмно-апаратних засобів.....	68
Горбатий І.В., Фурса Т.П. Дослідження ефективності сучасних телекомунікаційних систем передавання даних.....	73
Дзюба А.О., Бударецький Ю.І. Структурно-алгоритмічна уніфікація радіолокаційних вимірювачів параметрів руху високодинамічних об'єктів.....	77
Бобало Ю.Я., Кіселичник М.Д. Надійність систем суміснопрацюючих компонентів.....	81

Section 2. Modeling in Radio Electronics and Telecommunications. Design of Electronic and Telecommunication Systems and Networks.

Секція 2. Моделювання в радіоелектроніці та телекомунікаціях. Проектування радіоелектронних і телекомунікаційних систем та мереж.

Гліненко Л.К., Фаст В.М., Занічковський Ю.В., Шандра М.С. Проблеми і перспективи 3D MID технологій.....	90
Алтунін С.І., Бондарев А.П., Максимів І.П. Імітаційне моделювання стежних вимірювачів траєкторії мінометних снарядів.....	94
Досин Д.Г. Застосування середовища математичного моделювання sagemath для генерування заводостійких кодів за допомогою полів галуа.....	98

L. Ozirkovskyi, M. Zmysnyi, O. Shkiliuk Research of Failure Rate of Fault-tolerant Information and Control System with Majority Structure.....	101
B. Volochiy, M. Zmysnyi, O. Shkiliuk The Impact of Aging Effect of Core Modules the Fault-tolerant System with Majority Structure on Reliability Indicators.....	105

Section 3. Models, Algorithms, Software and Hardware of Information and Communication and Electronic Devices.

Секція 3. Моделі, алгоритми, програмно-апаратні засоби інформаційно-комунікаційних та радіоелектронних пристроїв.

Бугайов М. В. Метод фільтрації імпульсних сигналів у каналах із завмираннями.....	111
Маленчик Т.В., Жук С.Я. Адаптивний алгоритм супроводження рухомої цілі за даними FMCW радару.....	115
A. Bench Experimental Estimation of the Raspberry PI 4 and Raspberry PI 5 GPIO Speed.....	119
Озірковський Л.Д., Волочій Б.Ю., Приймак Н.І., Жук Ю.П. визначення показників живучості LORA MESH мереж.....	124
Горбатий І.В., Кобринець О.Т., Лаврів В.Б. Оцінка ефективності застосування радіоелектронної розвідки з використанням автономних систем в якості детекторів.....	128
Шаповалов Ю.І., Бачик Д.Р., Романюк Р.О. Метод блочних матриць та матричні моделі лінійних параметричних елементів у частотній області.....	133

**Section 4. Radio Electronic Systems. Antennas,
Microwave Technology and Electromagnetic Compatibility.
Avionics. Biomedical Engineering.**

**Секція 4. Радіоелектронні системи. Антени,
мікрохвильова техніка та електромагнітна сумісність.
Авіоніка. Біомедична інженерія.**

Кривов'яз А.Т. Розробка, модернізація і серійне виробництво вітчизняної апаратури супутникової навігації.....	139
Мельник С.І., Мельник С.С., Лабазов С.М. Особливості вирішення задач георадарної томографії у ближньопольовому діапазоні частот.....	141
Мельник С.І., Мельник С.С., Лабазов С.М. Особливості застосування інформаційно-алгоритмічного методу до задач георадарної томографії.....	145
Зубков А.М., Бударецький Ю.І., Онищенко В.А., Янов С.Г. Застосування засобів стільникового зв'язку для радіолокаційного спостереження за літальними апаратами в межах урбанізованої місцевості.....	150
Стрихалюк Б.М., Зайвий Р.О., Ткаченко В.Ф. Шляхи оптимізації маршрутизації при груповому використанні БпЛА.....	154
Саратов Є.М., Дубровка Ф.Ф. Ультраширокопосмуговий пристрій збудження конічних рупорних антен.....	157
Максимів І.П., Фабіровський С.Є. Особливості застосування квадрифілярних антен для постановки радіозавод.....	160
Оборжицький В.І., Сторож В.Г., Фабіровський С.Є., Матієшин Ю.М., Протасевич В.Г. Широкопосмугова патч антена.....	165
Залуцький Я.М., Шкробот А.В. Попередні результати розробки багатоцільового швидкісного БпЛА ЗШ-33 «Ласка».....	169

**Section 5. Telecommunication Systems and Networks.
Wired and Wireless Systems, Network Services,
Management, Operation.**

**Секція 5. Телекомунікаційні системи та мережі.
Проводові та безпроводові системи,
мережеві послуги, керування, експлуатація.**

Малий О.Ю., Фурманова Н.І., Онищенко В.Ф.

Шифрування аналогового відеосигналу
з використанням хаотичних сигналів..... 172

Халімонов Я. І., Сотник С. В. Створення інтелектуального
модулю для автоматизованого моніторингу
середовища у приватних та комерційних
приміщеннях з використанням комп'ютерно-
інтегрованих технологій..... 176

Кирпота Ф. В., Сотник С. В. Визначення функціональних
вимог в автоматизованій теплиці..... 182

Abhishek Pandey Enhancing Student Engagement Through
Telecommunications in Distance and Online Learning..... 186

Невінський Д.В., Скочеляс В.В. Концепція розвитку
енергетичної інфраструктури..... 189

Section 6. Electronics, Photonics and Semiconductor Electronics.

**Секція 6. Електроніка, фотоніка та напівпровідникова
електроніка.**

Кузик Н.І., Стахіра П.Й., Іванюк Х.Б. Використання
похідних BODIPY в технології виготовлення
органічних сонячних елементів..... 194

D.-H. Talanchyk, O. Kutrakov, A. Druzhinin, S. Nickkalo
Medical Sensor Based on Silicon-on-insulators
Structures..... 196

Невінський Д.В., Мельничок О.Я. Перспективи повністю
оптичних мереж зв'язку..... 199

**Section 7. Information Systems and Technologies.
Automated Control Systems. Robotics.**

**Секція 7. Інформаційні системи та технології.
Автоматизовані системи керування. Робототехніка.**

К. Menkov, M. Sidorova Projectpalnner: Web Application Tool For Project Task Management.....	204
Теслюк В.М., Цмоць І.Г., Різник О.Я. Підвищення завадостійкості та скритності передачі інформації з використанням баркероподібних кодів.....	207
Дирів А. І., Лозинська О. В. Аналіз проблематики плагіату формул в наукових публікаціях та дослідження методу порівняння на основі схожості змінних.....	210
Линник Р.О., Андруник В.А. Дослідження проблематики визначення громадської думки на конфліктні ситуації у соціальних мережах.....	214
V. Yakovyna, O. Khil Challenges of Using Machine Learning Algorithms for Evaluating and Predicting Software Defects.....	218
Мельник С.І., Мельник С.С. Вирішення зворотних задач томографії в інформаційному просторі можливих рішень.....	222
Гарасимчук О.І. Тестування розподілених інформаційних систем.....	226
A. Lomovatskyi, T. Basyuk Classification of Machine Learning Methods for Determining the Emotional Coloring of Ukrainian Language Content.....	230
Харченко А. І., Кобилін І. О. Особливості роботи з часовими рядами в робототехніці.....	234
Хохлов В.С., Твердохліб Є.Р. Еволюція та перспективи розвитку робототехніки в інформаційних системах та автоматизованих системах керування.....	238

Артамонов О.О. Сучасні підходи в оптимізації хмарних продуктів.....	241
Коваленко А. О., Федасюк Д.В. Метрики архітектури програмного забезпечення з урахуванням особливостей мови С++.....	243
Чернова І.С., Лисенко В.П. Моделювання процесів інтелектуального управління виробництвом ентомофагів.....	249
Балич П.Є. Вдосконалення логістичних операцій постачання за допомогою систем підтримки та прийняття рішень.....	251
Щербак С.С., Назаревич О.В. Дослідження деяких аспектів безпечного застосування графових нейронних мереж в DATA-DRIVEN додатках на основі хмарної архітектури.....	254
M. Seniv, S. Zdebskyi The Module for Automated Determination of Operational Conditions and Visualization of State Graphs for an Improved Software System for Automated Calculation of Reliability Indicators of Technical Systems.....	258
Yu. Romanyshyn, S. Yelmanov, M. Durkot, O. Tehlivets, V. Melnyk Neural Network Classification of CEED2016 Base Images by Types of Their Contrast Enhancement.....	262

Section 8. Security of Information and Communication Systems.

Секція 8. Безпека інфокомунікаційних систем.

Котух Є.В., Халімов Г.З. Новий підхід до розробки алгоритмів криптосистем з відкритим ключем в телекомунікаційних системах.....	267
Полікаровських О.І. Протидія атакам проти системи GNSS на морському транспорті.....	270

хідний сигнал передається через стандартний бездротовий радіозв'язок. У приймачі дескремблер відокремлює відео від хаотичного сигналу в реальному часі.

Халімонов Я. І.

Сотник С. В., канд. техн. наук, доц.

yan.khalimonov@nure.ua

svetlana.sotnik@nure.ua

ХНУРЕ

СТВОРЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО МОДУЛЮ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО МОНІТОРИНГУ СЕРЕДОВИЩА У ПРИВАТНИХ ТА КОМЕРЦІЙНИХ ПРИМІЩЕННЯХ З ВИКОРИСТАННЯМ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Вступна частина. Впровадження автоматизації стає всеосяжним явищем у різних сферах нашого життя [1 – 4]. Зокрема, в сфері управління приміщеннями та комунікаційних систем ця тенденція набирає особливої активності. Завдяки автоматизованим технологіям збільшується ефективність та зручність управління різноманітними процесами, що стосуються контролю за умовами в приміщеннях.

Забезпечення комфортних та безпечних умов у приміщеннях, як у житлових, так та у робочих є необхідним з причин дбайливого ставлення до здоров'я та забезпечення продуктивної працездатності. З цієї метою виникає потреба в розробці інтелектуальних технологічних рішень, спрямованих на автоматизоване вимірювання та моніторинг різноманітних параметрів середовища в приміщеннях. Ці технології відкривають нові можливості для ефективного контролю за якістю повітря, температурою, вологістю та іншими факторами, що впливають на здоров'я та комфорт користувачів.

На сьогоднішній день в Україні впровадження таких інтелектуальних технологічних рішень для автоматизованого вимірювання та моніторингу різноманітних параметрів середовища в приміщеннях ще не є широко поширеним, особливо через високі витрати на необхідне обладнання. Проте, в найближчі роки, із розвитком технологій Інтернету речей, вартість автоматизованих рішень має зменшитися.

Постановка проблеми у створенні інтелектуального модулю для автоматизованого моніторингу середовища у приватних та комерційних приміщеннях з використанням комп'ютерно-інтегрованих технологій полягає у необхідності вирішення наступних викликів: забезпечення точності та надійності сенсорів, автоматизації процесу моніторингу.

Мета роботи – автоматизований моніторинг умов у приватних та комерційних приміщеннях з більшою точністю.

Для досягнення мети роботи необхідно вирішити наступні завдання: аналіз існуючих аналогів та порівняння їх між собою; аналіз та вибір компонентів для модуля дистанційного моніторингу умов; розробка схеми підключення компонентів модуля; вибір середовища для розробки мобільного додатку; розробка мобільного додатку для дистанційного моніторингу умов.

Змістова частина. Незважаючи на значний прогрес у сфері автоматизації [5, 6], існуючі методи моніторингу середовища часто є недостатньо ефективними та не відповідають сучасним вимогам. Існують проблеми з точністю та надійністю вимірювань, обмеженою широтою охоплення приміщень, складністю інтеграції з іншими системами, а також забезпеченням конфіденційності даних. Тому створення інтелектуального модулю для автоматизованого моніторингу умов у приватних та комерційних приміщеннях з використанням комп'ютерно-інтегрованих технологій стоїть перед рядом викликів, які потребують вирішення.

Для початку обране Arduino IDE для розробки програмної частини системи обумовлений простотою та зручністю використання, широкою підтримкою апаратних платформ, включаючи ESP8266, та наяв-

ністю великої кількості готових бібліотек та прикладів коду, що прискорює процес розробки.

Також варто відзначити зручний менеджер плат в Arduino IDE для автоматичного виявлення та налаштування мікроконтролерів. А також наявність вбудованого завантажувача коду на плату для швидкої реалізації проекту.

Схема підключення даних компонентів до плати ESP8266 була розроблена з використанням програмного забезпечення Fritzing.

Забезпечення Fritzing для складання схем підключення компонентів надає можливість візуально представити зв'язки між електронними компонентами, що полегшує їх розуміння та сприяє швидшому проектуванню та розробці системи. Всі сенсори під'єднуються безпосередньо до портів мікроконтролера згідно з їх технічними специфікаціями.

Компактність та оптимізація підключення всіх елементів не лише гарантує надійну роботу системи, але й сприяє зменшенню енергоспоживання та витрат матеріалів при виготовленні пристрою.

Проведено аналіз сенсорів для таких систем і в результаті, обрано сенсор температури DHT22 та сенсор концентрації вуглекислого газу MH-Z19B.

Також слід зазначити, що обрана конфігурація підключення компонентів сприяє простому розширенню можливостей цієї системи моніторингу у майбутньому.

Розроблену схему було розміщено в пластиковий корпус з металевими сітками (рис. 1), щоб забезпечувати повітряне охолодження пристрою та коректне вимірювання показників з датчиків.

Використання пластикового корпусу з металевими сітками не лише забезпечує привабливий зовнішній вигляд пристрою, але й сприяє оптимальному теплообміну. Ця конструкція дозволяє ефективно відведення тепла, що виникає під час роботи електронних компонентів, та запобігає перегріванню пристрою, що може негативно вплинути на його функціонування. Такий підхід до дизайну також забезпечує за-

хист внутрішніх елементів від пилу та вологи, що допомагає підвищити надійність та тривалість експлуатації системи.



Рис. 1. Розроблений пристрій MeteoAssistant

Для створення мобільного додатка системи моніторингу параметрів навколишнього середовища було обрано середовище візуального програмування MIT App Inventor. Цей підхід дозволив розробити інтуїтивний та функціональний інтерфейс користувача за допомогою компонування готових візуальних елементів.

Обрано MIT App Inventor з кількох причин. Перш за все, це потужний інструмент для швидкої розробки мобільних додатків, що має дружній інтерфейс та інтуїтивний використання. Крім того, MIT App Inventor надає широкі можливості для створення інтерактивних інтерфейсів, що є важливим аспектом у розробці додатків для моніторингу параметрів навколишнього середовища. Цей інструмент також ідеально підходить для початківців, оскільки не вимагає глибоких знань програмування, але дозволяє швидко створювати функціональні додатки. Таким чином, обрання MIT App Inventor було обумовлене його простотою використання, швидкістю розробки та можливістю створення потужних мобільних додатків.

Результат – розроблений додаток представлений на рис. 2, а, б. На рис. 2, а наведений головний екран додатку; 2, б показано інтерфейс мобільного додатка, який відображає поточну температуру.

Внизу екрану є навігаційна панель, по якій користувач зможе відкрити сторінки для моніторингу інших типів даних.

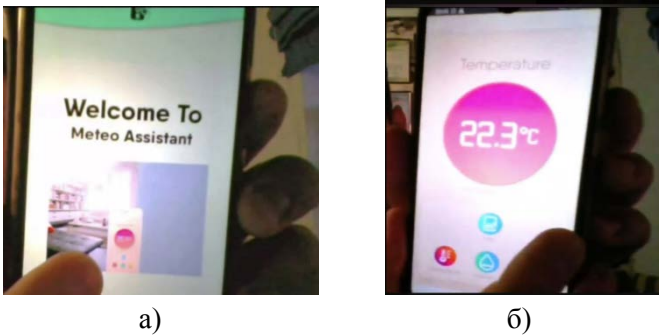


Рис. 2. Мобільний додаток для дистанційного моніторингу умов

Висновки. В роботі, вирішені всі поставлені завдання: проведено аналіз існуючих аналогів та порівняння їх між собою; проведено аналіз та вибір компонентів для модуля дистанційного моніторингу умов; розроблено схема підключення компонентів модуля; вибрано середовище для розробки мобільного додатку; розроблено сам мобільний додаток для дистанційного моніторингу умов середовища у приватних та комерційних приміщеннях з використанням комп'ютерно-інтегрованих технологій.

У підсумку, розроблена система здатна проводити моніторинг параметрів з сенсорів та інформувати користувача за допомогою мобільного додатку, а це дозволяє вживати необхідних заходів для нормалізації умов (провітрювання, регулювання систем опалення/кондиціонування тощо).

Система є інтелектуальною бо може давати поради користувачам щодо їх дій для нормалізації умов дистанційно 24/7.

Пропозиції. Пропонуються наступні напрямки для подальшого вдосконалення системи, включаючи розширення функціональності додатку, покращення інтерфейсу користувача, розширення масштабу

системи та дослідження енергоефективності, що може сприяти підвищенню корисності та ефективності системи.

Перелік посилань:

1. Халімонов Я. І. Перспективи: Автоматизації вимірювання умов у житлових та робочих приміщеннях з використанням комп'ютерно-інтегрованих рішень // Automation and development of electronic devices ADED-2023. – 2023. – Part 2. – С. 9-11.
2. Сотник С. В., Халімонов Я. І. Аналіз систем автоматизації визначення умов у житлових та робочих приміщеннях з використанням комп'ютерно-інтегрованих рішень // Автоматизація, електроніка та робототехніка (AERT-2023). – 2023. – С. 32-35.
3. Tahseen A. J. A. et al. Access control to robotic systems based on biometric: the generalized model and its practical implementation // International Journal of Intelligent Engineering and Systems. – 2023. – Vol. 16, No. 5. – С. 313-328.
4. Sharo Y. M. A. et al. Neural Networks As A Tool For Pattern Recognition of Fasteners // International Journal of Engineering Trends and Technology. – 2021. – Vol. 69, No. 10. – С. 151-160.
5. Lyashenko V. et al. Analysis of Basic Principles for Sensor System Design Process Mobile Robots // Journal La Multiapp. – 2020. – Т. 1. – №. 4. – С. 1-6.
6. Lyashenko V. et al. Recognition of voice commands based on neural network // TEM Journal. – 2021. – Volume 10. – Issue 2. – С. 583 -591.