



Vol. 1 No. 2 (2023)

Available since: 2023

Published: 2 times a year

Founders: State University of Economics and Technology

ISSN: 3041-1246

E-mail: ete@duet.edu.ua Journal homepage: <https://ete.org.ua>

JEL: C88

DOI: 10.62911/ete.2023.01.02.08

Development of an Android application for controlling the device on Arduino

Citation:


Medvediev, D., Khotskina, V., Khodukin, M., Dashko, A., & Kravchuk, M. (2023). Development of an Android application for controlling the device on Arduino. *Scientific and practical journal "Economics and technical engineering"*, 1(2), 98–114.

<https://doi.org/10.62911/ete.2023.01.02.08>

Dmytro Medvediev

Assoc. Prof., PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: medvediev_dg@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0002-3747-1717

Valentyna Khotskina

Assoc. Prof., PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: hotskina_vb@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0001-8963-4189

Mykola Khodukin

Assistant, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: hodukin@duet.edu.ua

 ORCID iD: 0000-0001-8577-2541

Anhelina Dashko

Student, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: angelina.02.12.2003@gmail.com

Mykyta Kravchuk

Student, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: oslskddooda@gmail.com

Abstract: The article shows the interaction between Android and Arduino, namely wireless data transfer from Arduino devices and data processing in an application for the Android system. A prototype of a mobile environmental monitoring station has been created. An Android application has been developed to receive and display information from a mobile monitoring station. Bluetooth is used as a wireless data transmission channel to the Android application. The Bluetooth module connects to the board via a serial port and transmits sensor readings to the mobile application and control signals to the Arduino board. Thus, the exchange of information between the Android application and the Arduino board occurs by writing and reading information from the serial port. The App Inventor environment was used to develop the Android application. MIT App Inventor is an intuitive visual programming environment with which you can create various applications for smartphones and tablets based on Android and iOS, is a completely cloud-based environment, allows you to connect to the FirebaseDB project. It also contains a set of tools for managing and transferring data, including ones on the Arduino board, using the Bluetooth module. The Android application is a client application that creates a control interface for the mobile monitoring station. The Arduino application is the executor of commands received from the client and ensures the collection and transmission of relevant information to the client through the interface. Therefore, a mobile monitoring station was created based on the Arduino Uno board, equipped with a DHT-11 (DHT-22) humidity and temperature sensor, a Bluetooth module HC-06 wireless data transmission module and placed on a moving platform. These components allow the mobile station to measure temperature and humidity, pair with other devices via Bluetooth and avoid obstacles, making the device more functional and useful for solving various tasks in conditions with limited human access.

Keywords: Arduino; Android; Bluetooth; data transfer.

Received: 10/09/2023

Accepted: 15/11/2023




JEL: C88

Development of an Android application for controlling the device on Arduino

Dmytro Medvediev

Assoc. Prof., PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine
Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: medvediev_dg@duet.edu.ua

 ORCID ID: 0000-0002-3747-1717

Valentyna Khotskina

Assoc. Prof., PhD, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine


e-mail: hotskina_vb@duet.edu.ua

 ORCID ID: 0000-0001-8963-4189

Mykola Khodukin

Assistant, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: hodukin@duet.edu.ua

 ORCID ID: 0000-0001-8577-2541

Anhelina Dashko

Student, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: angelina.02.12.2003@gmail.com

Mykyta Kravchuk

Student, State University of Economics and Technology, Kryvyi Rih, Ukraine

e-mail: oslskddooda@gmail.com

Abstract: The article shows the interaction between Android and Arduino, namely wireless data transfer from Arduino devices and data processing in an application for the Android system. A prototype of a mobile environmental monitoring station has been created. An Android application has been developed to receive and display information from a mobile monitoring station. Bluetooth is used as a wireless data transmission channel to the Android application. The Bluetooth module connects to the board via a serial port and transmits sensor readings to the mobile application and control signals to the Arduino board. Thus, the exchange of information between the Android application and the Arduino board occurs by writing and reading information from the serial port. The App Inventor environment was used to develop the Android application. MIT App Inventor is an intuitive visual programming environment with which you can create various applications for smartphones and tablets based on Android and iOS, is a completely cloud-based environment, allows you to connect to the FirebaseDB project. It also contains a set of tools for managing and transferring data, including ones on the Arduino board, using the Bluetooth module. The Android application is a client application that creates a control interface for the mobile monitoring station. The Arduino application is the executor of commands received from the client and ensures the collection and transmission of relevant information to the client through the interface. Therefore, a mobile monitoring station was created based on the Arduino Uno board, equipped with a DHT-11 (DHT-22) humidity and temperature sensor, a Bluetooth module HC-06 wireless data transmission module and placed on a moving platform. These components allow the mobile station to measure temperature and humidity, pair with other devices via Bluetooth and avoid obstacles, making the device more functional and useful for solving various tasks in conditions with limited human access.


Keywords: Arduino; Android; Bluetooth; data transfer

Розробка Android-додатку для керування пристроєм на Arduino

Дмитро Медведєв

к. т. н., доцент, Державний університет економіки і технологій, Кривий Ріг, Україна

e-mail: medvediev_dg@deut.edu.ua

 ORCID ID: 0000-0002-3747-1717

Валентина Хоцкіна

к. т. н., доцент, Державний університет економіки і технологій, Кривий Ріг, Україна


e-mail: hotskina_vb@duet.edu.ua

 ORCID ID: 0000-0001-8963-4189

Микола Ходукін

Асистент, Державний університет економіки і технологій, Кривий Ріг, Україна

e-mail: hodukin@duet.edu.ua

 ORCID ID: 0000-0001-8577-2541

Ангеліна Дашко

Студентка, Державний університет економіки і технологій, Кривий Ріг, Україна

e-mail: angelina.02.12.2003@gmail.com

Микита Кравчук

Студент, Державний університет економіки і технологій, Кривий Ріг, Україна

e-mail: oslskddooda@gmail.com

Анотація: У статті описано взаємодію між Android та Arduino, а саме бездротову передачу даних з пристроїв Arduino та обробку даних у додатку для системи Android. Створено прототип мобільної станції екологічного моніторингу. Для отримання та відображення інформації з мобільної станції моніторингу розроблено додаток для Android. Bluetooth використовується як бездротовий канал передачі даних до програми Android. Модуль Bluetooth підключається до плати через послідовний порт і передає показання датчика в мобільний додаток і сигнали управління на плату Arduino. Таким чином, обмін інформацією між додатком Android і платою Arduino відбувається шляхом запису і зчитування інформації з послідовного порту. Для розробки програми для Android використовувалося середовище App Inventor. MIT App Inventor – це інтуїтивно зрозуміле середовище візуального програмування, за допомогою якого можна створювати різні додатки для смартфонів і планшетів на базі Android і iOS, є повністю хмарним середовищем, дозволяє підключатися до проекту FirebaseDB. Також він містить набір інструментів для управління і передачі даних, в тому числі на платі Arduino, за допомогою модуля Bluetooth. Додаток Android – це клієнтський додаток, який створює інтерфейс керування мобільною станцією моніторингу. Додаток Arduino є виконавцем команд, отриманих від клієнта, і забезпечує збір і передачу клієнту необхідної інформації через інтерфейс. Тому була створена мобільна станція моніторингу на базі плати Arduino Uno, оснащена датчиком вологості та температури DHT-11 (DHT-22), модулем бездротової передачі даних Bluetooth HC-06 і розміщена на рухомій платформі. Ці компоненти дозволяють мобільній станції вимірювати температуру і вологість, підключатися до інших пристроїв через Bluetooth і обходити перешкоди, роблячи пристрій більш функціональним і корисним для вирішення різноманітних завдань в умовах обмеженого доступу людини.

Ключові слова: Arduino; Android; Bluetooth; передача даних

Вступ (Introduction)

На сьогоднішній день існує дуже поширена практика використання інтелектуальних роботів у побуті, на виробництві та інших сферах. Такі прилади можуть бути оснащені датчиками для моніторингу різних показників довкілля тощо. Ця галузь має великий потенціал для вирішення низки завдань на побутовому та підприємницькому рівні. Однією з сучасних можливостей є створення маленьких роботів, які можуть виконувати різні завдання.

Для створення подібних пристроїв активно застосовується апаратна платформа Arduino, до якої пишуть програмне забезпечення мовою програмування C / C ++. Саме дана технологія буде використана в нашій роботі для створення машинки, це дозволить маніпулювати та розробляти різні засоби самокерування для неї.

Метою роботи є розробка маленької пересувної станції моніторингу, яка працює на основі плати Arduino Uno, датчика вологості та температури DHT-11, модуля бездротової передачі даних Bluetooth HC-06 та обладнання датчиком з функцією "бачити" і обходити перешкоди спрощує моніторинг та забезпечує зручний доступ до даних в режимі реального часу, навіть у випадках, коли простір обмежений.

Відповідно до мети були визначені наступні завдання:

- детально оглянути технічні характеристики плати Arduino Uno та виявити, як вони впливатимуть на функціональність машинки;
- розглянути та дослідити Bluetooth-модуль, датчик температури і вологості, мотор-редуктор;
- провести аналіз інструменту розробки додатків для Android – App Inventor;
- дослідити логіку додатку, яка відповідає за обробку подій та взаємодію з Bluetooth-пристроями;
- визначити можливі проблеми, які можуть виникнути при використанні додатку, та описати шляхи їх вирішення.

Матеріали та методи (Materials and Methods)

Операційною системою, для якої буде створено додаток, було обрано Android. Причина тому те, що ОС пропонує розробникам більше свободи ніж інші тому, що Google дає доступ до файлів операційної системи та обладнанню. (Iakymchuk V. S., & Navryliuk V. S., 2019).

У світі існує ряд програм, які забезпечують керування пристроєм, розробленого на основі плати Arduino Uno, через андроїд-додаток. кожен має переваги і недоліки. Наприклад, Arduino Bluetooth Controller (рис. 1).

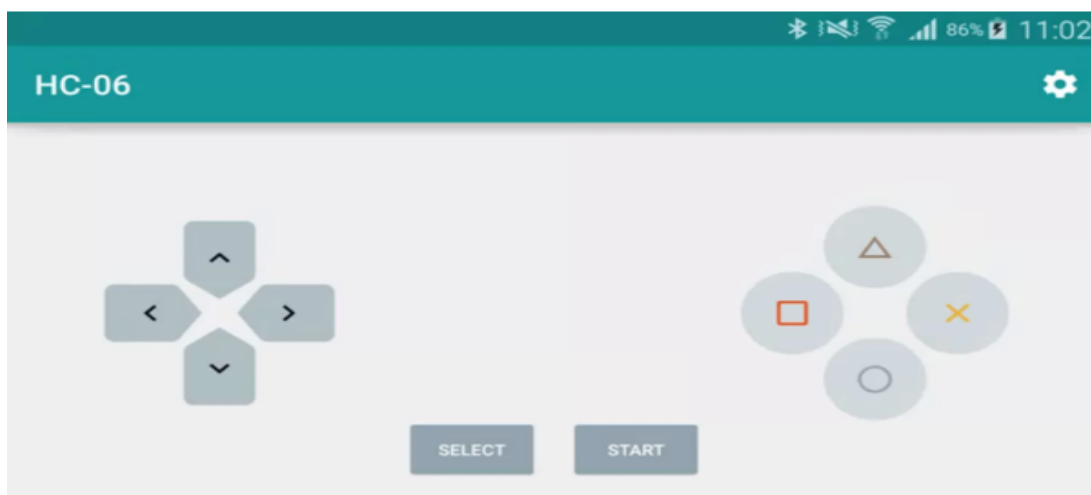


Рисунок 1. Вікно програми "Arduino Bluetooth Controller"

Додаток має простий користувальницький інтерфейс, його легко налаштувати. Об'єднайте Ваш Android з Bluetooth-модулем, підключеним до Arduino, і можна починати. Підключення відбувається у чотирьох різних режимах:

- Режим контролера. Він презентує інтерфейс контролера гри. Натискання будь-якої кнопки на екрані надсилає відповідну команду до Arduino. Легко керуйте своїм роботом за допомогою цього приємного інтерфейсу.
- Режим перемикачів. Він складається з однієї кнопки, яку можна використовувати для керування дистанційно підключеним перемикачем.
- Режим затемнення. Він може надсилати змінні значення на Arduino, корисний для керування такими факторами, як яскравість та швидкість.
- Режим терміналу. За допомогою цього режиму надсилайте власні команди та напишіть кілька рядків коду на вашому Arduino для декодування команд.

Іншим прикладом є Virtuino (рис. 2). Virtuino дозволяє візуалізувати проекти, керувати більш ніж однією платою Arduino одночасно через Bluetooth, WiFi, інтернет або навіть через SMS. Можна створювати візуальні інтерфейси для світлодіодів, комутаторів, діаграм, аналогових приладів, лічильників.



Рисунок 2. Вікно програми Virtuino.

Проте вони забезпечують або можливість рухати пристрій, або отримувати й візуалізувати дані.

Досить широко використовується і програма Blynk (рис. 3). Вона пропонує власні мобільні програми для iOS та Android, які дозволяють віддалено керувати підключеними пристроями та візуалізувати дані з них.

Додаток працює в режимі розробника та користувача.

Основною функцією режиму розробника в мобільній програмі є створення та редагування інтерфейсу користувача мобільної інформаційної панелі (GUI) для заданого шаблону пристрою. Мобільна інформаційна панель побудована з віджетів – модульних елементів інтерфейсу користувача, які можна розташувати на полотні. Кожен віджет виконує певну функцію (кнопка, повзунок, діаграма тощо) та має власні параметри, що залежать від його функціональності.

Режим користувача використовується як виробниками, так і кінцевими користувачами. Він зосереджений на пристроях, авторизації та перегляді сповіщень і керуванні ними за допомогою віджетів та додаткових екранів, що містять певну інформацію про дані, які встановлюються, надсилаються або отримуються в Blynk.Cloud і пристроях.

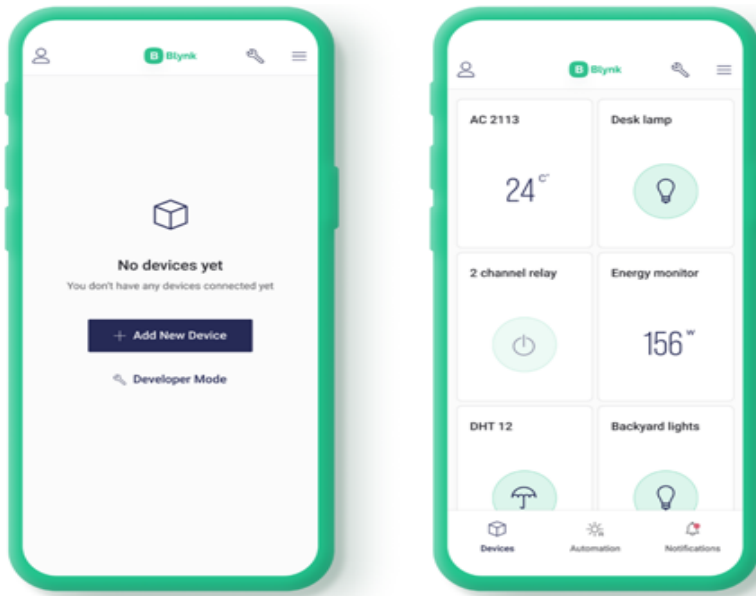


Рисунок 3. Вікно програми Blynk.

Завдяки інтерфейсу з чудовим матеріальним дизайном Blynk дозволяє створювати користувацькі інтерфейси для Arduino на прикладі плати розширення Arduino Ethernet, Bluetooth і Wi-Fi-технологій бездротового зв'язку, та, загалом, для використання програмного забезпечення для віддаленого моніторингу і контролю. (Tsygulnyk, S. M., & Motorna, L. V. 2022). Також є змога ділитися своїми проектами – просто треба надати посилання на них. Але маємо недоліки у вигляді обмеженої кількості контрольованих виводів у безкоштовній версії та залежність від стороннього хмарного сховища.

Тому найоптимальнішим варіантом для управління пересувною станцією та отримання даних було обрано середовище App Inventor, яке спеціалізується на розробці додатків для платформи Android та пропонує надійний, зручний і рентабельний доступ до маніпулювання технологічними машинами, такими як мобільні пристрої, роботи та ПК. Саме алгоритми та логіка роботи пересувної станції включають в себе взаємодію з Bluetooth-пристроями, відображення помилок, обробку вологості й температури повітря, та відтворення даних у вигляді графіку на смартфоні, які можуть бути корисними для користувача.

Результати (Results)

Arduino

Пересувна станція моніторингу – станція, яка складається з плати Arduino Uno, датчика вологості та температури DHT-11, модуля бездротової передачі даних Bluetooth HC-06, що встановлені на рухомій платформі

Огляд компонентів та їх характеристики.

Arduino Uno (рис. 4) - це пристрій на основі мікроконтролера ATmega328. До його складу входить все необхідне для зручної роботи з мікроконтролером. Arduino Uno універсальний засіб автоматизації, вона може працювати як в симбіозі з ПК, так і самостійно від незалежного джерела живлення (Palyadichuk Y. et al. 2018). До плати Arduino можна приєднувати окремі модулі (шилди) зі своїми друкованими платами та стандартним набором сигналів. Шилди значно полегшують з'єднання МК з інтелектуальними периферійними пристроями, наприклад, із модулем GSM, GPS, Ethernet, Bluetooth, X-Bee, WiFi. (Tsygulnyk S.M. 2021).

Характеристики:

- Мікроконтролер: ATmega328
- Робоча напруга: 5 В
- Напруга живлення (рекомендована): 7-12 В

- Напруга живлення (гранична): 6-20 В
- Цифрові входи/виходи: 14 (з них 6 можуть використовуватися в якості ШІМ-виходів)
- Аналогові входи: 6
- Максимальний струм одного виводу: 40 мА
- Максимальний вихідний струм виводу: 3.3V 50 мА
- Flash-пам'ять: 32 КБ (ATmega328) з яких 0.5 КБ використовується завантажувачем
- SRAM: 2 КБ (ATmega328)
- EEPROM: 1 КБ (ATmega328)
- Тактова частота: 16 МГц

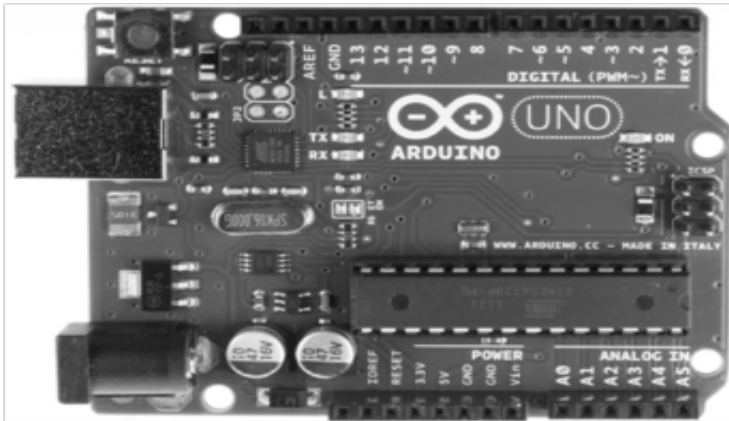


Рисунок 4. Плата Arduino Uno.

Послідовний порт (Serial Port, COM-порт) — двонаправлений послідовний інтерфейс, призначений для обміну байтовою інформацією.

Послідовний інтерфейс UART (universal asynchronous receiver/transmitter) – тип асинхронного приймача-передавача, компонентів комп'ютерів та периферійних пристроїв, що передає дані між паралельною та послідовною формами. Він являє собою логічну схему, з одного боку підключену до шини обчислювального пристрою, а з іншого - має два або більше виводи для зовнішнього з'єднання.

UART - це зазвичай окрема мікросхема чи частина мікросхеми, що використовується для з'єднання через комп'ютерний чи периферійний послідовний порт. UART нині загалом включені в мікроконтролери.

Обмін інформацією через UART відбувається в дуплексному режимі, тобто передача даних може відбуватися одночасно з прийомом. Для цього в інтерфейсі UART є два сигнали:

- TX - вихід для передачі даних;
- RX - вхід для прийому даних.

Послідовний інтерфейс UART в Arduino.

Плата Arduino UNO має один порт UART, сигнали якого підключені до пінів 0 (сигнал RX) і 1 (сигнал TX). Сигнали мають логічні рівні TTL (0 ... 5 В). Через ці контакти (0 і 1) можна підключити до плати інший пристрій, що має інтерфейс UART.

Bluetooth-модуль HC-06 (рис. 5) – призначений для бездротового послідовного зв'язку. Передача даних відбувається за допомогою інтерфейсу UART. Модуль Bluetooth HC-06 може передавати файли потоком до 25 Мб/с зі швидкістю до 2,1 Мбіт/с. У діапазоні від 2,402 ГГц до 2,480 ГГц за допомогою поширення частотного перестрибування спектру (FHSS) даний модуль дозволяє уникнення перешкод від інших пристроїв дуплексної передачі (Klymenko L. P. et al. 2020). Модуль має чотири п'яна, які необхідні для з'єднання з платою Arduino UNO: VCC та GND – живлення 5В та заземлення; RXD і TXD – це п'яна для прийому та передачі даних (під'єднуються до відповідних контактів на платі Arduino – D0 та D1).

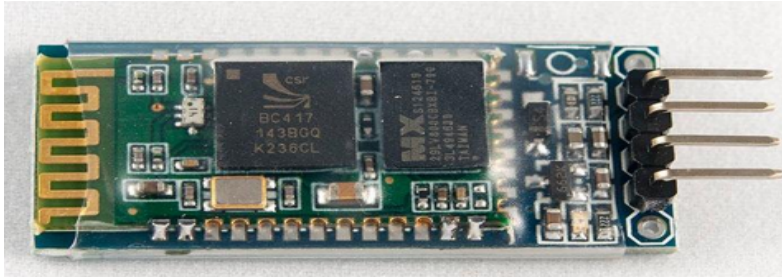


Рисунок 5. Bluetooth-модуль HC-06.

Модуль датчика DHT11 (рис. 6) – це цифровий датчик температури і вологості, що дозволяє калібрувати цифровий сигнал на виході. Складається з ємнісного датчика вологості і термістора. Також, датчик містить в собі АЦП для перетворення аналогових значень вологості і температури.

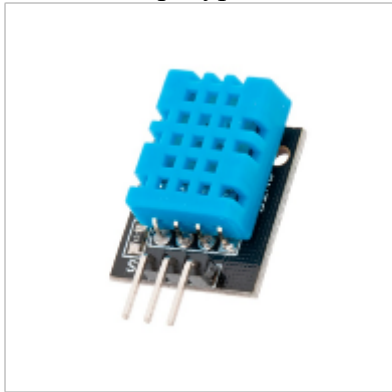


Рисунок 6. Зовнішній вигляд сенсора DHT11

Принцип роботи датчика температури заснований на вимірюванні опору при вимірюванні температури, що до вимірювання вихідної напруги, яка слугує для вимірювання температури. Датчик вологості заснований на зміні концентрації електроліту, що покриває собою будь-який електроізоляційний матеріал (Lubko, D., & Lytvyn, Y. 2017).

Алгоритм спілкування сенсора з контролером наступний:

1. Мікроконтролер посилає запит на показники та змінює сигнал з «0» на «1»;
2. Датчик отримує запит та відповідає зміною бітового сигналу з «0» на «1»;
3. У випадку, коли на запит буде отримане підтвердження, датчик видає мікроконтролеру пакет даних в розмірі 5 байт (в двох перших байтах температура, в третьому і четвертому - вологість, п'ятий байт - контрольна сума для виключення помилок вимірювання).
4. Після передачі пакета даних датчик переходить в сплячий режим до наступного запиту з боку мікроконтролера.

Завдяки тому, що сенсор робить вимірювання тільки за запитом, досягається достатня енергоефективність (датчик споживає струм лише 100 мкА в режимі очікування).

Технічні характеристики датчика DHT11:

- Визначення вологості: 20 – 90% RH \pm 5% (макс.)
- Визначення температури: 0 – 50°C \pm 2% (макс.)
- Частота опитування: не більше 1 Гц
- Розміри: 15,5 x 12 x 5,5 мм
- Живлення: 3,5 – 5,5 В
- Струм споживання (макс.): 2,5 мА (режим передавання), 100мкА (режим очікування)

Датчик підключається до плат мікроконтролерів за допомогою трьох пінів (**VCC** – живлення, **GND** – загальний, **S** – вивід даних).

Для роботи з датчиком використовують бібліотеки, наприклад dht.h, що містить декілька функцій:

1. dht DHT; ініціалізується робота сенсора;
2. DHT.ReadNN(dht_pin); зчитуються показники датчика, де NN – тип датчика (11 – DHT11; 22 – DHT22); dht_pin – номер піну, до якого підключений контакт Data Out;
3. DHT.humidity повертає значення температури повітря по Цельсію;
4. DHT.temperature повертає значення вологості повітря.

Єдиним недоліком цього датчика можна вважати те, що нові дані з нього отримуються з періодичністю тільки раз в одну-дві секунди.

Рухома платформа (рис. 7) будується на Arduino мотор-редукторах, що призначені для з'єднання широкого колеса з редуктором мотора для виконання рухомих елементів.



Рисунок 7. Рухома платформа з мотор-редукторами

Основні характеристики мотор-редуктора Arduino:

- Номінальний струм: 250 мА макс. при напрузі 3,6 В.
- Напруга живлення : 6 В - 8 В.
- Швидкість обертання без навантаження: 170 об/хв (при напрузі 3,6 В).

Для керування колекторними двигунами мікроконтролером краще використовувати драйвер двигуна – Arduino Motor Shield L293D (рис. 8). Два чіпи L293D дозволяють подавати максимальний струм до 0,6А на кожен з каналів.

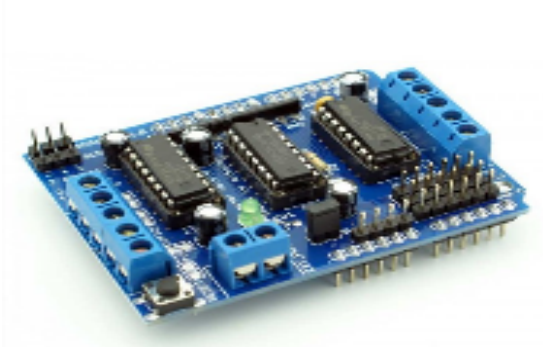


Рисунок 8. Arduino Motor Shield L293D

Характеристики:

- Напруга живлення: від 4,5 до 36В;
- Допустимий робочий струм навантаження - 600мА на канал, піковий струм - 1,2А;
- Захист від перегріву: так.

Чотири двонаправлені двигуни постійного струму підключаються кожен до 8-бітної шини. Таким чином, для кожного можна встановлювати індивідуальну швидкість. Так як

двигуни в момент пуску дають великий кидок струму, то для розподілу живлення логіки (плата Arduino з Bluetooth-модулем та сенсором DHT11) і самих моторів драйвер двигуна буде запитаний від зовнішнього джерела. Наприклад, шість гальванічних елементів живлення типу AA (рис. 9).

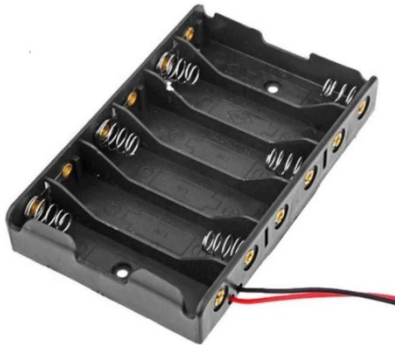


Рисунок 9. Відсік для батарей 6xAA

Передача значень з датчика (температури або вологості) безпосередньо в Андроїд-додаток виконується через Bluetooth-модуль. Для цього використовуються команди відправки повідомлень через послідовний порт. Наприклад, *Serial.print(DHT.humidity)*; передає значення вологості.

Керування рухом платформи здійснюється за допомогою компонентів Андроїд-додатку (Button1, Button2, Button3, Button4, Button5) через відповідні функції (*Forward()*; *Right()*; *Left()*; *Back()*;) в скетчі. Наприклад, функція поворот на право:

```
void Right() {
    digitalWrite (MotorRightForward, HIGH);
    digitalWrite (MotorLeftForward, LOW);
    digitalWrite (MotorRightBack, LOW);
    digitalWrite (MotorLeftBack, HIGH);
    analogWrite (MotorRightSpeed, 200);
    analogWrite (MotorLeftSpeed, 200);
}
```

Обрання необхідної функції на виконання покладається на конструкцію *switch/case*. Вона спрацює, якщо з послідовного порту надійдуть відповідні дані:

```
if (Serial.available()) {
    vp = Serial.read();
}
switch (vp){
    case 'F':
        Forward();
        break;
    case 'R':
        Right();
        break;
    .....
}
```

Таким чином, мобільна станція повинна виконувати кілька завдань одночасно, не перериваючи одне одного. По-перше, вимірювати та передавати покази датчика з певною періодичністю. По-друге, миттєво реагувати на команди, що надходять з мобільного додатку. Тобто мікроконтролер плати Arduino має запускати дві функцій одночасно: як функцію обробки датчика, так і функцію обробки команд руху. Методом вирішення цього питання є

використання функції *yield()*, яка виконується під час роботи будь-якої затримки на деяких платах Arduino. Функція *yield()* передає керування іншим завданням за викликом. У нашому випадку вона задіяна у функції *delay()*, що потрібна для отримання не спотворених показників температури (вологості).

Андроїд

Для програмування додатку на мобільні телефони використовувалося обране середовище App Inventor – це “хмарне середовище візуальної розробки додатків для платформи Android OS, робота в якій не вимагає знання мови програмування Java і Android SDK, досить знання елементарних основ алгоритмізації” (Tsygulnyk S. 2018). Спочатку розроблені у Google Labs, де вони спиралися на значні попередні дослідження в галузі освітніх обчислень, після закриття лабораторії, дане середовище зробили доступним всім бажаючим. App Inventor використовує графічний інтерфейс користувача (GUI), візуальна мова програмування, яка схожа на Scratch і StarLogo TNG, підтримує використання хмарних даних. У тому числі в середовище включено безліч компонентів проєктування програми та взаємодії з різними видами керування телефону (камера, bluetooth і т.д).

Створення програми відбувається на двох сторінках: "Designer" і "Blocks". Розглянемо вкладку «Designer» Screen1 – головний екран, який складається з 2 блоків та 4 невидимих компонентів: BluetoothClient1, Notifier1, KevinkunRegEx1, Clock1 (Рис. 10).

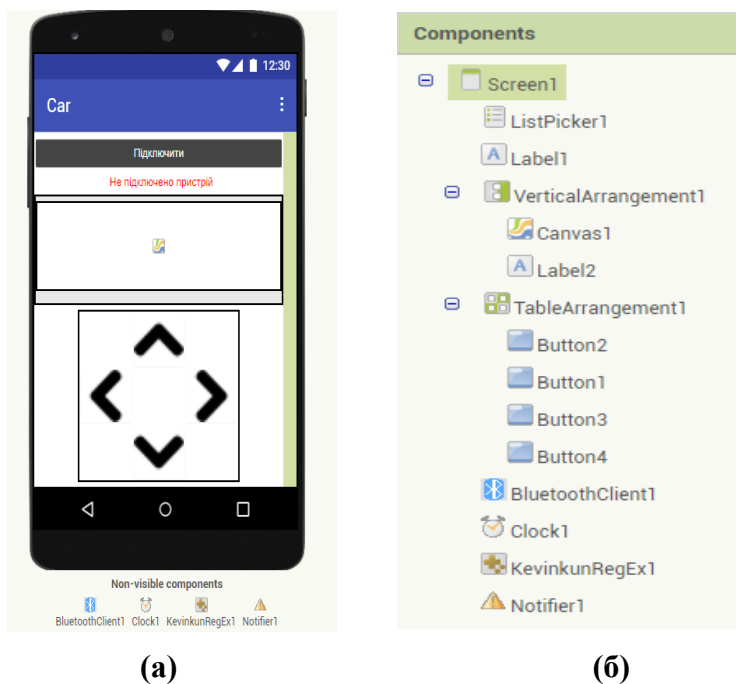


Рисунок 10. Компоненти додатку: (а) користувацький інтерфейс; (б) складові компоненти інтерфейсу

ListPicker1 - це інтерфейс користувача кнопка з вибором Bluetooth-пристрою зі списку.

Label1 – це інтерфейс користувача текстове поле в якому буде виводитися під'єднаний пристрій через Bluetooth.

Label2 – це інтерфейс користувача текстове поле в якому буде виводитися поточна вологість приміщення.

Button4, Button1, Button3, Button2 – це інтерфейси кнопки взаємодії з Bluetooth-пристрій, який був вдало підключений.

TableArrangement – це компонент розташування, призначений для правильного відображення кнопок або тексту у вигляді сітки.

Canvas – це компонент, який дозволяє малювати будь-яку графіку.

BluetoothClient1 – це невидимий компонент, призначений для підключення Bluetooth-пристрій, передачі даних і т.д.

Notifier1 – це невидимий компонент, призначений для показу помилок, якщо вони з'явилися під час виконання дій у додатку.

KevinkunRegEx1 – це невидимий компонент, призначений для коректного відображення назви пристрою, що підключається.

Clock1 – це невидимий компонент, призначений для оновлення даних через певний інтервал.

Розглянемо вкладку «Blocks», де створюється вся логіка та взаємодія з підключеним пристроєм через Bluetooth.

Перший блок «when Screen1.ErrorOccurred», де відбувається відображення помилок, якщо вони сталися під час роботи додатку.

Другий блок «Error» - цей блок є процедурою, яка виводить помилку згідно з її номером, викликає процедуру «modal», яка описана далі.

Третій блок «modal» - цей блок є процедурою, яка виводить модальне вікно з повідомлення та типом повідомлення у цьому модальному вікні (Рис.11).

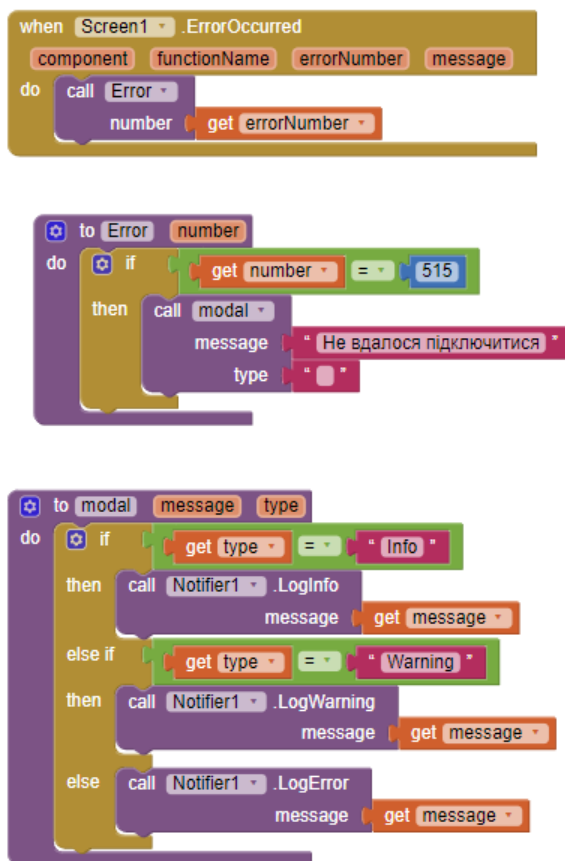


Рисунок 11. Блоки виведення помилок

Четвертий блок "when ListPicker1.BeforePicking". У цьому блоці відбувається отримання списку всіх Bluetooth-пристроїв, яким можна під'єднатися.

П'ятий блок «when ListPicker1.AfterPicking». У цьому блоці відбувається вибір пристрою для під'єднання, якщо під'єднання відбулося успішно, то «Напис1» привласнюється напис під'єднаний і назва пристрою, а при невдачі з'явиться користувачеві модальне вікно з помилкою (рис. 12).

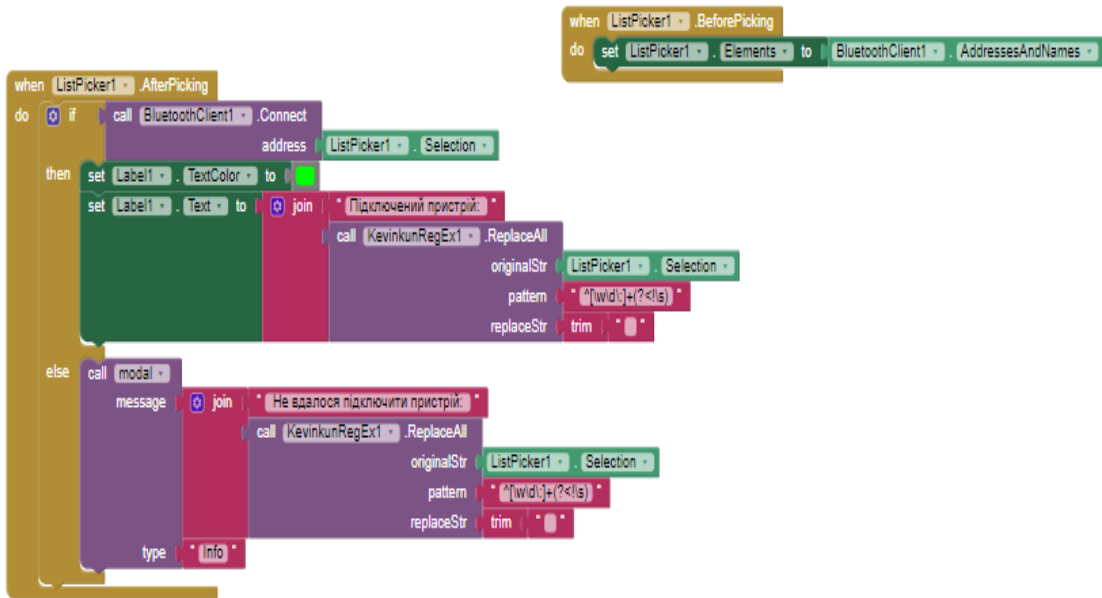


Рисунок 12. Блоки підключення пристрою

Розглянемо групу блоків: «when Button1.TouchDown», «when Button2.TouchDown», «when Button3.TouchDown», «when Button4.TouchDown», «Button5.TouchDown». У цих блоків відбувається взаємодія по натисканню на них. Кожна кнопка викликає метод у «BluetoothClient1» «SendText» та символ, який необхідно надіслати під'єднанному Bluetooth-пристрою.

Блоки, такі як: «when Button1.TouchUp», «when Button2.TouchUp», «when Button3.TouchUp», «when Button4.TouchUp», «when Button5.TouchUp» виконують те саме, що описано вище (рис. 13).

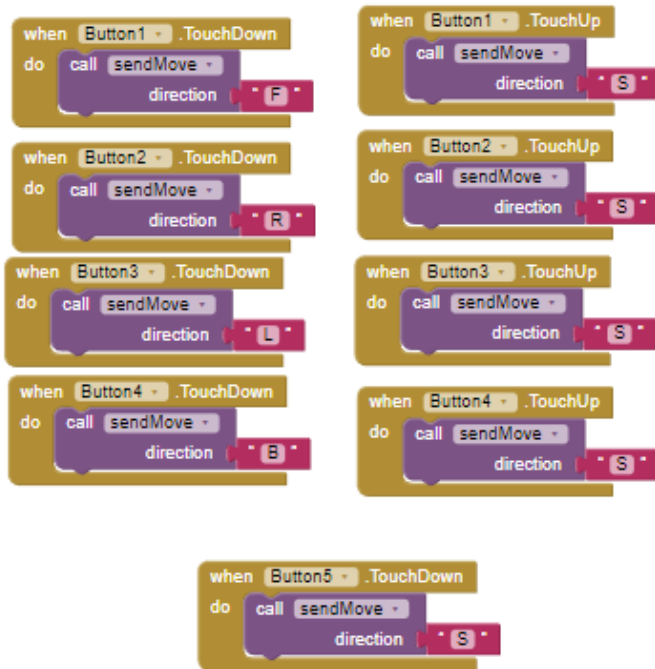


Рисунок 13. Блоки взаємодії з кнопками.

Розглянемо групу глобальних змінних: «current_x», «current_y», «previous_x», «previous_y», у яких присвоюється нулі. Вони призначені для відображення графіка (рис. 14).



Рисунок 14. Глобальні змінні

Розглянемо блок малювання графіка, який зображений (на рис. 15).

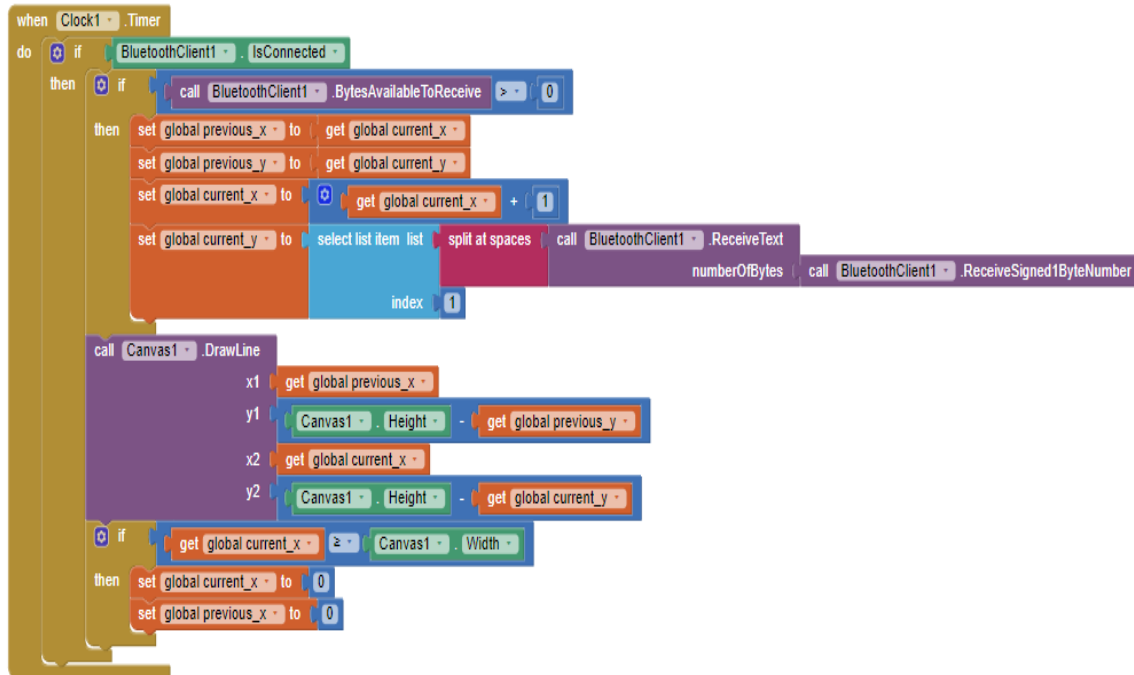


Рисунок 15. Блок малювання графіка

У ньому використовується невидимий компонент "Clock1", у компонента "Clock1" використовується таймер, який кожену секунду перевіряє умову малювання графіка, якщо невидимий компонент "BluetoothClient1", який описаний вище, якщо пристрій підключений, то перевіряється ще на одну умову, де у "BluetoothClient1" викликається метод "BytesAvailableToReceive", який повертає кількість вхідних даних. І якщо ця кількість більше нуля, то ми використовуємо групу глобальних змін, які були описані вище. У змінні "global previous_x" і "global previous_y" записувати значення, яке містить в "global current_x" і "global current_y". Змінні "global current_x" і "global current_y" записуються нові значення, а саме: в "global current_x" присвоюється число, що містить "global current_x" і трійку, а "global current_y" присвоюватиметься перший елемент масиву, який приходить з "BluetoothClient1". Далі використовується компонент "Canvas" і метод "DrawLine", який дозволяє малювати нам графік. Він застосовує деякі параметри для відтворення, такі як (x1, y1, x2, y2), де x1 буде глобальною змінною "global previous_x", y1 буде значення висота компонента "Canvas" віднімається від глобальною змінною "global previous_y", x2 буде глобальною змінною "global current_x", y2 буде значення висота компонента "Canvas" віднімається від глобальною змінною "global current_y". Далі використовується компонент "Label 2", куди записують поточну вологість приміщення. Йде умова на перевірку, чи перевищив глобальну змінну "global current_x" ширину "Canvas", якщо так, то очиститься старий графік і починається малювати новий, глобальні змінні "global current_x" і "global previous_x" присваються нулі.

Результат роботи програми відображається на екрані мобільного телефона (Рис. 16).



Рисунок 16. Результат роботи програми.

Висновки (Conclusions)

На початку роботи було вирішено використовувати технологію Arduino для створення кінцевого продукту, адже вона є дуже поширеною у нинішній час та досить зручною у використанні і проектуванні. Її сутність полягає в тому, що до електронної плати Arduino можна під'єднати різні компоненти та змусити їх працювати разом за допомогою програми, написаної спрощеною мовою, що дозволяє користувачам розробляти власний набір із апаратних складових. Програмне забезпечення Arduino добре підходить для різних видів системи, наприклад: Linux, Windows, Macintosh тощо. Також існує функція відкритого програмного забезпечення, вона дозволяє розробникам використовувати код Arduino для злиття з переважаючими бібліотеками мов програмування, який, до того ж, може бути розширений або змінений.

Тому, на початку виконання дослідження, було детально оглянуто компоненти Arduino та їх характеристики, що допомогло у подальших рішеннях та діях.

Щодо візуальної розробки додатку, спершу воно було розроблене у Google Labs, спираючись на попередні дослідження. Наступним ключовим завданням цього проєкту було дослідження та використання середовища розробки додатків для смартфонів на базі ОС Андроїд – App Inventor, в ході чого використовувалася візуальна мова програмування на кшталт Scratch і StarLogo TNG. Середовище App Inventor надає зручний спосіб створення додатків для мобільних пристроїв. Його було використано для взаємодії з пересувною станцією через Bluetooth-зв'язок. Логіка, прописана у додатку, включає в себе обробку подій, відображення помилок та відтворення даних у режимі реального часу.

Так, була створена пересувна станція моніторингу на основі плати Arduino Uno, яку оснастили датчиком вологості і температури DHT-11, модулем бездротової передачі даних Bluetooth HC-06, після чого все було розміщено на рухомій платформі. Ці компоненти дозволили пересувній станції вимірювати температуру та вологість повітря, взаємодіяти з іншими пристроями через Bluetooth-зв'язок та обходити перешкоди, які зустрічаються на її шляху, все це робить пристрій більш функціональним та корисним для вирішення різних завдань та отримання деяких даних.

Отже, в ході виконання роботи було визначено можливі проблеми, які можуть виникнути при використанні пересувної станції для моніторингу й запропоновано шляхи їх вирішення. Також ми досягли головної мети, поставленої на початку, адже кінцевий варіант пристрою і

Андроїд-додатку правильно відпрацьовують та виконують всі завдання, запропоновані у процесі проєкту.

Конфлікт інтересів (Conflicts of interest)

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Фінансування (Funding)

Дослідження не отримало зовнішнього фінансування.

Внесок авторів (Authors contribution)

Концептуалізація, М.Д.; методика, Х.М., Д.А. та К.М.; програмне забезпечення, Х.М. та К.М.; перевірка, Д.А. та М.Д.; аналітичні дані, Д.А.; візуалізація, К.М.; нагляд, Х.В.; адміністрація проєкту, М.Д.. Усі автори прочитали та погодились з опублікованою версією рукопису.

Література (References)

- Arduino: <https://www.arduino.cc/>
- Bluetooth Tutorial Tutorial-Reports.com. <http://www.tutorial-reports.com/wireless/bluetooth/tutorial.php>
- Bluetooth® Technology Website. <https://www.bluetooth.com/>
- Comparison of Wireless Technologies Bluetooth, WiFi, BLE, Zigbee, Z-Wave, 6LoWPAN, NFC, WiFi Direct, GSM, LTE, LoRa, NB-IoT, and LTE-M. https://predictabledesigns.com/wireless_technologies_bluetooth_wifi_zigbee_gsm_lte_lora_nb-iot_lte-m/
- Different Types of Wireless Communication Technologies. <https://www.watelectronics.com/different-types-of-wireless-communication-technologies/>
- HC 06 Bluetooth module pinout, features & datasheet. <https://components101.com/wireless/hc-06-bluetooth-module-pinout-datasheet>
- Iakymchuk V.S., & Havryliuk V.S., (2019). Comparison of IOS and Android operating systems: advantages and disadvantages of developing mobile applications for each of the systems, *Biomedical Engineering and Technology № 2 (2019) 86-94*. <https://doi.org/10.20535/2617-8974.2019.2.168085>
- Klymenko L.P., Andreev V.I., Sluchak., O.I., Prishchepov O.F., Shchesiuk O.V., Davidenko Ya.Yu. (2020). Automated TICKER-system of remote display of data for led-board in bench of internal combustion engine, *Internal Combustion Engines, №2 (2020) 89-94*, <https://doi.org/10.20998/0419-8719.2020.2.12>
- Lubko, D., & Lytvyn, Y. (2017). Methodology of Arduino designing as a Web-client and Web-server with the use of the DHT11 sensor and their comparative characteristics, *Bulletin of the National Technical University «KhPI» Series: New Solutions in Modern Technologies*, (32(1254), 62–67. <https://doi.org/10.20998/2413-4295.2017.32.10>
- Palyadichuk Y., Rutkevych V., Zinev M., Lisovoy I. (2018). The Prospects of Using the Arduino Open Software Package for Studying Technical Courses. *Central Ukrainian scientific bulletin (technical sciences)* 31(2018) 158-164. <https://doi.org/10.32515/2409-9392.2018.31.158-164>
- Tsyryllyuk S. (2018). MIT APP inventor to create Android applications laboratory course without programming. *Electronic Scientific Professional Journal "Open educational e-environment of modern university"*, (4), 91–95. <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2018.4.9195>

- Tsyulnyk S. M. (2021). Software and hardware system «ARDUINO LEARNER KIT». *Electronic Scientific Professional Journal "open educational e-environment of modern university"*, (10), 231–240. <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2021.1019>
- Tsyulnyk, S. M., & Motorna, L. V. (2022). Ifttt service and internet of things for students' project learning in professional colleges. *Information Technologies and Learning Tools*, 88(2), 255–272. <https://doi.org/10.33407/itlt.v88i2.4403>
- What are ZigBee, WiFi, Bluetooth, BLE, and WiMax by Brian Ray IoT For All Medium. <https://medium.com/iotforall/what-are-zigbee-wifi-bluetooth-ble-and-wimax-260916018f34>
- What is WiFi and How Does it Work - CCM. <https://ccm.net/faq/298-what-is-wifi-and-how-does-it-work>
- Yaremchuk N., Semenjuk R., 2017. Working of verbal data for the constructions of card. *Metrology and devices*, 5: pages 58-61
- Zigbee. <https://zigbeealliance.org/solution/zigbee/>