

УДК 004.312

Шолом П.С., Семенюк В.Я., Беляков О.В.

Луцький національний технічний університет

## ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАЛАГОДЖУВАЛЬНОЇ ПЛАТИ ARDUINO-LITE-KIT

**Шолом П.С., Семенюк В.Я., Беляков О.В. Програмне забезпечення налагоджувальної плати ARDUINO-LITE-KIT.** Розроблено демонстраційне програмне забезпечення для апаратно-програмного комплексу ARDUINO-LITE-KIT. Даний набір можна використовувати у навчальному процесі для набуття навичок роботи як з програмним, так і апаратним забезпеченням.

**Ключові слова:** програмне забезпечення, Arduino Uno R3, навчальний набір ARDUINO-LITE-KIT

**Шолом П.С., Семенюк В.Я., Беляков А.В. Програмное обеспечение отладочной платы ARDUINO-LITE-KIT.** Разработано демонстрационное программное обеспечение для аппаратно-програмного комплекса ARDUINO-LITE-KIT. Данный набор можно использовать в учебном процессе для приобретения навыков работы как с программным, так и аппаратным обеспечением.

**Ключевые слова:** программное обеспечение, Arduino Uno R3, учебный набор ARDUINO-LITE-KIT

**Sholom P.S., Semenyuk V.Y., Belyakov O.V. Software for the development board ARDUINO-LITE-KIT.** Demo software for hardware-software complex ARDUINO-LITE-KIT is developed. This kit can be used in the educational process for learning to work with both software and hardware.

**Keywords:** software, Arduino Uno R3, training set ARDUINO-LITE-KIT

**Постановка проблеми.** Сучасне суспільство вимагає від людини володіння інформаційними технологіями, а одним із головних складових інформаційних технологій є програмне та апаратне забезпечення. Тобто сучасний учень / студент повинен вивчати і програмну, і апаратну складові інформаційних технологій. Але вивчення часто означає лише отримання знань, в кращому випадку, навичок в галузі програмного забезпечення. Оснащення освітнього процесу відповідно до змісту навчальних предметів є актуальною проблемою на даний час [1]. Для вирішення перерахованих проблем можна скористатися вільно поширюваним апаратно-програмним комплексом Arduino.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Даною тематикою займалися Болл Стюарт Р. [2], Гололобов В.Н., Кравченко А.В. [3], Петін В.А. [4], Уилли Соммер [5]. Зокрема в [5] розглянуто програмування мікроконтролерних плат Arduino / Freduino; описана структура і функціонування мікроконтролерів, середовище програмування Arduino, необхідні інструменти та комплектуючі для проведення експериментів; докладно розглянуті основи програмування плат Arduino: структура програми, команди, оператори та функції, аналоговий і цифровий ввід / вивід даних; виклад матеріалу супроводжується більше 80 прикладами з розробки різних пристроїв: реле температури, шкільного годинника, цифрового вольтметра, сигналізації з давачем переміщення, вимикача вуличного освітлення тощо. В [1] розглядається проблема впровадження інформаційних технологій у навчальний шкільний процес на базі плат Arduino.

**Метою роботи** є розробка та верифікація демонстраційного програмного забезпечення для учбово-лабораторного стенду (УЛС) на базі набору ARDUINO-LITE-KIT.

**Виклад основного матеріалу роботи.** Arduino – апаратна обчислювальна платформа, основними компонентами якої є плата вводу / виводу та середовище розробки на мові Processing / Wiring. Arduino може використовуватися як для створення автономних інтерактивних об'єктів, так і підключатися до програмного забезпечення, яке виконується на комп'ютері (наприклад: Adobe Flash, Processing, Max / MSP, Pure Data, SuperCollider). Інформація про плату (малюнок друкованої плати) знаходиться у відкритому доступі і може бути використана тими, хто вважає за краще збирати плати самостійно.

Плата Arduino складається з мікроконтролера Atmel AVR, а також елементів обв'язки для програмування та інтеграції з іншими пристроями. На багатьох платах наявний лінійний стабілізатор напруги +5 В або +3,3 В. Тактування здійснюється на частоті 16 або 8 МГц кварцовим резонатором. У мікроконтролер записаний завантажувач (bootloader), тому зовнішній програматор не потрібен.

На концептуальному рівні усі плати програмуються через RS-232 (послідовне з'єднання), але реалізація даного способу різниться від версії до версії. Новіші плати програмуються через

USB, що можливо завдяки мікросхемі конвертера USB-to-Serial FTDI FT232R. У версії платформи Arduino Uno в якості конвертера використовується контролер Atmega8 у SMD-корпусі. Дане рішення дозволяє програмувати конвертор таким чином, щоб платформа відразу розпізнавалась як миша, джойстик чи інший пристрій за вибором розробника зі всіма необхідними додатковими сигналами керування. У деяких варіантах, таких як Arduino Mini або неофіційній Boarduino, для програмування потрібно підключити до контролера окрему плату USB-to-Serial або кабель.

Плати Arduino дозволяють використовувати значну кількість I/O виводів мікроконтролера у зовнішніх схемах. Наприклад, у платі Decimila доступно 14 цифрових входів/виходів, 6 із яких можуть видавати ШІМ сигнал, і 6 аналогових входів. Ці сигнали доступні на платі через контактні площадки або штирьові роз'єми. Також існує декілька видів зовнішніх плат розширення, які називаються «shields», які приєднуються до плати Arduino через штирьові роз'єми.

У даній роботі описується робота із базовим набором ARDUINO-LITE-KIT на основі спрощеної версії Arduino UNO R3. Розглядається робота із периферійними пристроями, зокрема такими, як пульт дистанційного керування за допомогою інфрачервоного зв'язку. Для цього було використано мікросхему інфрачервоного давача Infrared Receiver IC 38 KHz (VS-1838) та пульт дистанційного керування IR Infrared Remote Control Kit 2 (SE-020401). Розроблено демонстраційне програмне забезпечення.

Навчальний набір ARDUINO-LITE-KIT (рис. 1) на базі Arduino UNO R3 – це електронний конструктор і зручна платформа швидкої розробки електронних пристроїв. Платформа користується величезною популярністю в усьому світі завдяки зручності і простоті мови програмування, а також відкритій архітектурі і програмному коду. Пристрій програмується через USB без використання програматорів.

Завдяки великому асортименту допоміжних модулів та давачів набір ARDUINO-LITE-KIT є цікавим як початківцям-електронникам, так і професіоналам. Набір створений на основі плати ARDUINO-UNO ревізії R3.

Таблиця 1. Технічні характеристики плати Arduino Uno R3

Мікроконтролер:	ATmega328
Робоча напруга:	5V
Вхідна напруга:	(Рекомендується) 7-12V
Вхідна напруга:	(Межі) 6-20V
Цифрові вводи / виводи:	14 (6 з яких ШІМ)
Аналогові входи:	6
Постійний струм в лінії вводу / виводу:	40 mA
Постійний струм на 3,3V Pin:	50 mA
Флеш-пам'ять:	32 Кб (ATmega328), 0.5 Кб використовуються завантажувачем
SRAM	2 Кб (ATmega328)
EEPROM	1 Кб (ATmega328)
Тактова частота	16 МГц

Комплектація набору:

1. Плата Arduino Uno R3.
2. USB-кабель.
3. LED дисплей на 1 цифру (2 шт.).
4. LED дисплей на 4 цифри.
5. 8x8 точок екран-матриця.
6. Мікросхема 74HC595N (восьмибітний регістр з послідовним і паралельним виходом).
7. Динамік-пищалка.
8. Давач температури LM35.
9. Фоторезистор (3шт.).
10. Давач температури і вологості.
11. Конденсатори електrolітичні (2 шт.).
12. Інфрачервоний приймач.

13. Набір резисторів (20 шт.).
13. Світлодіоди (сині, зелені, червоні – по 5 шт.).
14. Макетна плата MB-102.
15. Тактові кнопки з ковпачками (4 шт.).
16. Потенціометр (змінний резистор).
17. Набір проводів різної довжини і конфігурації.
18. Штирьовий роз'єм на 40 контактів.
19. Батарейний відсік на 6 елементів (тип AA) з можливістю підключення до ARDUINO.
20. Інфрачервоний пульт ДК.
21. Трибарвний RGB модуль.



Рис. 1. Зовнішній вигляд набору ARDUINO-LITE-KIT

Для моделювання пристрою ІЧ-давача використано наступні електронні компоненти: плата Arduino Uno R3, USB-кабель, з'єднувальні провідники, інфрачервоний давач та пульт ДК (рис. 2)



Рис. 2. Електронні компоненти для макетування ІЧ-давача

Схема підключення ІЧ-давача VS1838B до плати Arduino Uno зображено на рисунку 3. Можливі варіанти із живленням +5 В та +3,3 В, що допускається згідно специфікації мікросхеми давача.

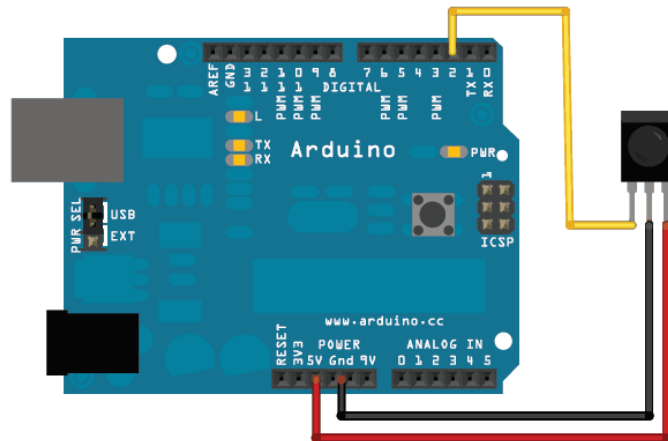


Рис. 3. Схема підключення ІЧ-давача VS1838В

Freeduino / Arduino програмується на спеціальній мові програмування. Вона базується на C / C++ і дозволяє використовувати будь-які його функції. Строго кажучи, окремої мови Arduino не існує, як і не існує компілятора Arduino. Написані програми перетворюються (з мінімальними змінами) в програму мовою C / C ++ і потім компілюються компілятором AVR-GCC. Отже, фактично, використовується спеціалізований для мікроконтролерів AVR варіант C / C++. Різниця полягає в тому, що розробник отримує просте середовище розробки і набір базових бібліотек, що спрощують доступ до периферії, яка знаходиться на одній платі із мікроконтролером.

При читанні або записі до цифрового порту застосовується лише два можливих значення – порт може бути встановлений як HIGH (високий рівень) або LOW (низький рівень). Рівень HIGH відповідає 5 В на виході. При читанні значення на цифровому порті, починаючи з 3 В і вище, мікропроцесор сприйме цю напругу як HIGH. Ця константа представлена цілим числом 1. Рівень LOW відповідає 0 В на виході порту. При читанні значення на цифровому порті, починаючи з 2 В і менше, мікропроцесор сприйме цю напругу як LOW. Ця константа представлена цілим числом 0.

Цифрові порти можуть використовуватися на ввід або вивід сигналів. Зміна порту з вводу на вивід виробляється за допомогою функції `pinMode()`. Порти, сконфігуровані на введення сигналів, мають великий вхідний опір, що дозволяє підключати до них джерело сигналу, і порт не буде споживати великий струм. Порти, сконфігуровані на вивід сигналів, мають малий вихідний опір. Це означає, що такі порти можуть забезпечувати підключені до них елементи електроенергією. У цьому стані порти підтримують позитивний чи негативний напрям струму до 40 мА (міліампер) на інші пристрої або схеми. Це дозволяє підключити до них будь-яке навантаження, наприклад світлодіод (через резистор, що обмежує струм). Порти, сконфігуровані як виводи, можуть бути пошкоджені, якщо їх замкнути накоротко на «землю» (загальна шина живлення), на джерело живлення +5 В або під'єднати до потужного навантаження з малим опором.

Freeduino має вбудований контролер для послідовної передачі даних, який може використовуватися як для зв'язку між Freeduino / Arduino пристроями, так і для зв'язку з комп'ютером. На комп'ютері відповідне з'єднання представлено USB COM-портом. Зв'язок відбувається по цифрових портах 0 і 1, і тому не можна використовувати їх для цифрового вводу / виводу якщо використовувати функції послідовної передачі даних.

Нижче представлено опис основних бібліотек, використаних при розробці ПЗ.

Бібліотека `Servo`. Ця бібліотека для Arduino-контролера надає набір функцій для управління сервоприводами. Стандартні сервоприводи дозволяють повертати привід на визначений кут від 0 до 180 градусів зазвичай. Деякі сервоприводи дозволяють здійснювати повні оберти на заданій швидкості. Бібліотека `Servo` дозволяє одночасно керувати 12-ма сервоприводами на більшості плат Arduino і 48-ма на Arduino Mega. На контролерах, відмінних від Mega, використання бібліотеки відключає можливість використовувати виходи 9 і 10 в режимі ШІМ навіть якщо привід не підключений до цих виводів. На платі Mega можуть бути використані до 12

сервоприводів без втрати функціоналу ШІМ. При використанні Mega для управління від 12 до 23 сервоприводів не можна буде використовувати виходи 11 і 12 для ШІМ.

Функції бібліотеки: `attach()`, `write()`, `writeMicroseconds()`, `read()`, `attached()`, `detach()`.

У загальному випадку сервопривід підключається 3-ма проводами: живлення, земля і сигнальний. Зазвичай за живлення відповідає червоний провід і може бути підключений до виводу + 5V на платі Arduino. Чорний провід «земля» підключається до GND виводу Arduino. Сигнальний провід зазвичай жовтий і провід підключається до цифрового виводу контролера Arduino. Слід зазначити, що потужні сервоприводи можуть створювати велике навантаження. В цьому випадку він повинен живитися окремо (не через вихід + 5V Arduino). Теж саме стосується і випадку підключення відразу декількох сервоприводів. Слід переконатися, що привід і контролер підключені до загальної землі.

Бібліотека EEPROM. Мікроконтролери ATmega мають свою незалежну пам'ять, тобто у користувачів Arduino є можливість зберігати дані в цій пам'яті і вони можуть бути використані після увімкнення / вимкнення або перезавантаження контролера. Arduino-бібліотека EEPROM надає зручний і простий інтерфейс роботи з цією пам'яттю. Різні моделі мікроконтролерів відрізняються обсягом EEPROM-пам'яті (наприклад, 1024 байт у ATmega328, 512 байт у ATmega168 та ATmega8 і по 4Кб (4096 байт) у ATmega1280 і ATmega2560).

Функції бібліотеки: `read()`, `write()`.

Бібліотека SPI. Бібліотека SPI дозволяє контролеру Arduino взаємодіяти з пристроями, що підтримують SPI-протокол. Arduino в даному випадку виступає в якості ведучого пристрою. Послідовний периферійний інтерфейс (SPI) – це послідовний синхронний протокол передачі даних, що використовується мікроконтролерами для обміну даними з одним або декількома периферійними пристроями на невеликих відстанях. Для організації з'єднання SPI необхідний однопровідний пристрій. Зазвичай це мікроконтролер, який управляє з'єднанням з веденими пристроями. Підключення здійснюється трьома загальними лініями і лінією вибору периферійного (веденого) пристрою: Master In Slave Out (MISO), Master Out Slave In (MOSI), Serial Clock (SCK), Slave Select pin. Якщо вході останнього з перерахованих ліній LOW, то ведений взаємодіє з ведучим, якщо HIGH, то ведений ігнорує сигнали від ведучого.

При роботі з SPI пристроями треба враховувати такі моменти: порядок виведення даних, рівень сигналу синхронізації, фаза синхронізації.

Виробники SPI пристроїв дещо по різному реалізують протокол, тому необхідно уважно ознайомитися з технічним описом до пристрою.

Функції бібліотеки: `begin()`, `end()`, `setBitOrder()`, `setClockDivider()`, `setDataMode()`, `transfer()`.

Бібліотека Stepper. Бібліотека надає зручний інтерфейс управління біполярними і уніполярними кроковими двигунами.

Розроблено таке програмне забезпечення:

1. Програма зчитування кодів натиснутих клавіш ІЧ-пульта керування. Програма базується на вільно розповсюдженій бібліотеці IRremote. За допомогою даної програми визначено коди клавіш ІЧ-пульта.

2. Програма «Цілочисельний безпроводний калькулятор». Суть роботи даного ПЗ полягає у використанні клавіатури пульта IR Infrared Remote Control Kit 2 (SE-020401) в ролі клавіатури калькулятора, а роль дисплея для відображення результатів відіграє консоль COM-порта комп'ютера.

**Висновки.** Розроблено демонстраційне програмне забезпечення для апаратно-програмного комплексу ARDUINO-LITE-KIT. Даний набір можна використовувати у навчальному процесі для набуття навичок роботи як з програмним, так і апаратним забезпеченням.

1. Практическое занятие с использованием микро-ЭВМ «Ардуино» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://konkurs.ciur.ru/методическая-копилка-работ-победите/>
2. Болл Стюарт Р. Аналоговые интерфейсы микроконтроллеров. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2007. – 360 с.
3. Кравченко А.В. 10 практических устройств на AVR-микроконтроллерах. Книга 2. СПб.: «КОРОНА-ВЕК», 2009. – 320с.
4. Петин В. А. Проекты с использованием контроллера Arduino. – СПб.: БХВ-Петербург, 2014. – 400 с.
5. Уилли Соммер. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freduino. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 256 с.