

# Використання емуляторів при дослідженні стаціонарних і автономних мехатронних систем

Олена Назарова

*Національний університет «Запорізька політехніка»  
м. Запоріжжя, Україна*

## I. ВСТУП

Мехатроніка – це галузь науки і техніки, яка вивчає новий методологічний підхід у побудові машин з якісно новими характеристиками і присвячена створенню та експлуатації машин із комп'ютерним керуванням рухом, базується на знаннях з електромеханіки, електроніки, мікропроцесорної техніки, автоматики і ІТ-технологій. До складу мехатронної системи входять такі основні компоненти: механічний пристрій, кінцевою ланкою якого є виконавчий орган; блок приводів, що включає силові перетворювачі і виконавчі двигуни; пристрій комп'ютерного керування, верхнім рівнем для якого є людина оператор або інша ЕОМ, що входить у комп'ютерну мережу; сенсори, призначені для передачі у пристрій керування інформації про фактичний стан блоків машини і рух мехатронної системи.

Стрімкий розвиток сучасних технологій навчання пропонує досить широкий вибір засобів для ознайомлення і більш глибокого вивчення як стаціонарних, так і автономних мехатронних систем, проте вимагає у більшості випадків значних матеріальних витрат для забезпечення здобувачів вищої освіти такими засобами, що викликає певні труднощі для закладів вищої освіти. Одним із шляхів вирішення такої ситуації є використання емуляторів для вивчення різних комп'ютеризованих та мехатронних систем, що дає змогу підвищити рівень фахової підготовки шляхом включення у навчальні програми та лабораторні практикуми новітніх технологій без значних матеріальних інвестицій у них.

## II. АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Однією із найпопулярніших платформ для навчання робототехніці, прототипуванню і створення різного роду проектів є Arduino, може використовуватися як для створення автономних інтерактивних об'єктів, так і підключатися до програмного забезпечення, що виконується на комп'ютері. Емулятор Tinkercad може симулювати роботу електронної схеми та контролера, при цьому він реалізує практично всі базові функції Arduino [1]. Програма-емулятор Cрукr580 призначена для використання в навчальному процесі замість мікропроцесорної системи «Мікролаб» та дозволяє виконувати лабораторні роботи з вивчення мікропроцесора КР580ІК80 (аналога Intel 8080). [2]. ProView фірми Franklin Software Inc. – інтегроване середовище розробки програмного забезпечення для однокристальних мікроконтролерів сімейства Intel 8051 і його клонів [3], використовується у навчальному процесі для вивчення основ програмування мовою Асемблер, яку можна застосувати також для мікроконтролера ADuC 841, використовуючи програму «WDS Analog Devices». У роботі [4] розглядається створення емулятора для автоматично і дистанційно керованого мобільного робота, здатного рухатися по пересіченій місцевості, з маніпулятором для захоплення об'єктів і датчиками для проведення досліджень. Розробка різноманітних моделей реального технологічного обладнання підприємств [5, 6] або певних лабораторних комплексів [7], де ускладнено проведення експериментів, дозволяє імітувати з достатньою адекватністю електромеханічні процеси при модернізації існуючих і розробці нових систем

автоматичного керування. Однак, не достатньо уваги приділяється впровадженню у навчальний процес порівняно нової і досить зручної для початкових кроків у вивченні мехатронних систем плати розробника BBC Micro: bit [8] з безкоштовним хмарним візуальним середовищем програмування Make Code компанії Microsoft [9].

### III. ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Сьогодні мехатронні модулі й системи знаходять широке застосування у багатьох областях: автомобілебудування (антиблокувальні системи гальм, системи стабілізації руху автомобіля й автоматичного паркування, автопілоти); 3D-принтери; нетрадиційні транспортні засоби (електровелосипеди, сегвеї, інвалідні візки, дрони); офісна техніка (копіювальні і факсимільні апарати); елементи обчислювальної техніки (принтери, плотери, дисководи); технологічні лінії та пакувальні машини харчової і обробної промисловості; поліграфічні машини; побутова техніка (пральні, швейні, посудомийні та інші машини); фото- відеотехніка; медичне обладнання (реабілітаційне, клінічне, сервісне); тренажери для підготовки пілотів й операторів тощо [10]. Під час навчання можна створювати прототипи реальних мехатронних систем, отримуючи таким чином знання про взаємодію зовнішніх пристроїв введення-виведення з мікропроцесорною системою, розробку систем керування і автоматизації. Одним із сучасних засобів для створення мехатронних систем є Micro: bit.

Micro: bit працює на базі високопродуктивного 32-бітного мікроконтролера Nordic nRF51822 ARM Cortex M0, має 256 КБ флеш-пам'яті і 16 КБ оперативної пам'яті. Вона оснащена вбудованим Bluetooth, акселерометром з компасом, роз'ємом для підключення батарейного живлення, двома користувацькими кнопками і світлодіодною матрицею на звороті плати. Для початку роботи не потрібен комп'ютер - досить смартфона з встановленим додатком. Кожен елемент повністю програмується за допомогою простого у використанні програмного забезпечення на спеціальному веб-сайті, доступ до якого можна отримати з ПК, планшета або мобільного телефону. Для підключення плати створено велику кількість адаптерів - від простих, що виводять сигнали GPIO на роз'єми для макетування, до складних, які реалізують готовий пристрій, такий, наприклад, як робоплатформа. На платі Micro:bit передбачені два мікропроцесора ARM Cortex. Основний процесор обробляє користувацькі програми і забезпечує роботу Bluetooth модуля. Другий - відповідає за підтримку USB. При підключенні плати до комп'ютера через USB вона з'являється в Провіднику як флешка.

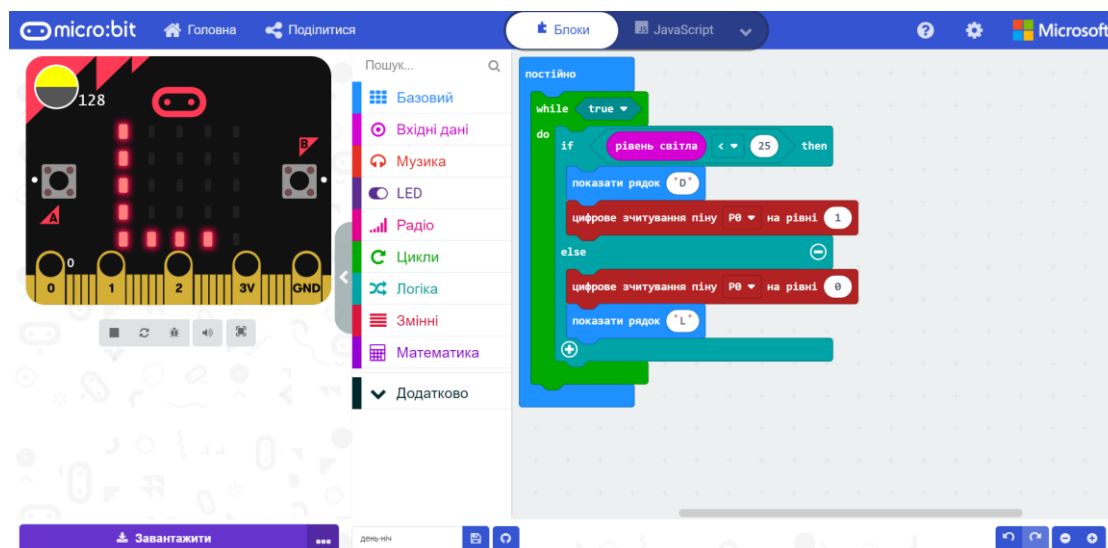


Рисунок 1 – Загальний вигляд вікна візуального середовища програмування Make Code

Датчики, інтегровані в Micro:bit: акселерометр - показує положення плати в просторі, працює крокоміром і реагує на струшування; магнітометр - використовується як компас, детектор металу і прихованої проводки або виступає в ролі датчика Холла; температура в приміщенні визначається вбудованим в процесор термометром. Особливістю Micro:bit є матриця з 25 червоних світлодіодів, зібрана на звороті плати. На неї виводяться букви, біжучі рядки або проста піксельна анімація. Дев'ять з них використовуються в якості сенсора рівня освітленості. Для керування мікро-комп'ютером передбачено три кнопки. Одна використовується для перезавантаження плати, дві інші - програмовані, їх призначення залежить від створеної програми. Для початкових кроків програмування пропонується візуальне середовище програмування Make Code (рис. 1), схоже зі Scratch, з можливістю переходу в код на мовах JavaScript та MicroPython. Доречі, інтерфейс Make Code може відображатися українською, російською і англійською мовою, що полегшує користування ним. Ще однією гарною особливістю середовища Make Code є наявність емулятора плати, який у реальному часі відображає дії, які містяться у програмі, у ньому візуалізовано підключення зовнішніх пристроїв, роботу з пінами, можлива імітація зміни рівня освітлення, положення плати у просторі, струшування і багато іншого. До плати можна під'єднати додаткові модулі з робочою напругою 3.3 В, з яких можна зібрати велику кількість корисних пристроїв від світлофора до невеликої системи «Розумний будинок» [11,12].

#### IV. ВИСНОВКИ

Використання у навчальному процесі емуляторів для вивчення і дослідження роботи мехатронних модулів та систем значно знижує матеріальні витрати на придбання обладнання і розширює можливості опанування знань та навичок роботи з сучасними мікропроцесорними системами, програмування різними мовами, розвитку творчої складової інженера при розробці стаціонарних і автономних технологічних об'єктів і комплексів.

#### ЛІТЕРАТУРА

- [1] Алексеева Г.М., Бабич П.М. «Використання платформи Arduino для професійної підготовки майбутніх інженерів-педагогів». Фізико-математична освіта. 2018. Випуск 4(18). С. 12-16.
- [2] Мікропроцесорні пристрої: Лабораторний практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Електромеханічні та мехатронні системи енергоємних виробництв» / В. Г. Городецький, М.П. Осадчук; КПП ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 0.541 Мбайт). – Київ: КПП ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 45 с.
- [3] Методичні вказівки з виконання лабораторних робіт дисципліни «Основи мікропроцесорної техніки» для студентів спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка освітньої програми «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод» денної форми навчання. /Укл: В.В. Осадчий, О.С. Назарова - Запоріжжя: ЗНТУ, 2019. – 42 с.
- [4] А. Д. Кожухівський, О. В. Горбенко Розробка емулятора для моделювання системи навігації і управління мобільним роботом // Вісник Черкаського державного технологічного університету, 2016. – №1. – С.55-60.
- [5] Sadovoi O., Nazarova O., Bondarenko V., Pirozhok A., Hutsol T., Nurek T., Glowacki Sz. Modeling and research of electromechanical systems of cold rolling mills. Monograph. – Krakow: Traicon, 2020. – 138 p. ISBN 978-83-65180-22-3
- [6] Nazarova O. Computer Modeling of Multi-Mass Electromechanical Systems. The Third International Workshop on Computer Modeling and Intelligent Systems (CMIS-2020), Vol. 2608, pp. 489-498. CEUR-WS.org/Vol-2608/paper36.pdf
- [7] V. Osadchy and O. Nazarova, "Laboratory Stand for Investigation of Liquid Level Microprocessor Control Systems," 2020 IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP), Kremenchuk, Ukraine, 2020, pp. 1-4, doi: 10.1109/PAEP49887.2020.9240868.
- [8] <https://microbit.org/>
- [9] <https://makecode.microbit.org/>
- [10] Що таке мехатроніка. - Режим доступу: [https://elprivod.nmu.org.ua/ua/entrant/What\\_is\\_mehatronics.php](https://elprivod.nmu.org.ua/ua/entrant/What_is_mehatronics.php)
- [11] Експресс курс “Основы программирования микроконтроллера BBC micro:bit” – Режим доступу: [http://stem.ort.org/microbit\\_course/](http://stem.ort.org/microbit_course/)
- [12] Уроки Micro:bit. – Режим доступу: <https://sites.google.com/view/p-s-p>