

**Луценко В.Ю.**

кандидат техн. наук, доцент,

Національний університет будівництва і архітектури

**Гобачук І.Т.**

кандидат фіз.-мат. наук, професор,

**Пудченко С.А.**

завідувач лабораторії спецфізпрактикуму,

**Мусієнко Ю.А.**

завідувач лабораторії НІТН,

Український державний університет імені Михайла Драгоманова

## **ФОРМУВАННЯ ІНЖЕНЕРНО-ФІЗИЧНИХ ЗНАТЬ ТА НАВИЧОК НА ЗАНЯТТЯХ З РОБОТОТЕХНІКИ**

Останні десятиріччя супроводжуються інтенсивним впровадженням інформаційних технологій в процес навчання дисциплін фізико-математичного спрямування. З'являються нові підходи до організації навчального процесу, які базуються на можливостях застосування ЕОМ, що дозволяє вивести на якісно новий рівень фізичний експеримент або демонстрацію, додати наочності математичним викладкам та моделям. Серед таких методик, що вже впевнено довели свою ефективність, особливе місце займає STEM навчання.

STEM технології навчання реалізують комплексний підхід, що передбачає інтеграцію результатів наукових досліджень, сучасних технологій, інженерних навичок та математичних знань. Таке об'єднання обумовило високу ефективність, наочність, актуальність цього напрямку [1].

Одним із ефективних застосувань методів STEM навчання є вивчення робототехніки. Це комплексна дисципліна, що поєднує елементи механіки, електроніки, теорії машинобудування, вимірювання, програмування, автоматизованого управління, інформаційно-комунікаційних технологій [2].

Організація навчального процесу з цієї дисципліни потребує певного методичного, алгоритмічного, програмного та технічного забезпечення. Відзначимо, що в сучасному освітньому просторі є досить багато програмних продуктів, які забезпечують комплексне вирішення питань викладання освітньої робототехніки. Одними з найбільш популярних є набори LEGO® Mindstorms® та LEGO AV3, обладнання VEX Robotics, National Instruments та звісно – платформа Arduino. Ці платформи дозволяють створювати та досліджувати як стандартні моделі роботів, що складаються за допомогою базових наборів деталей, так і проектувати авторські моделі чи виконувати індивідуальні проекти, які вирішують певні специфічні задачі. Проте, в умовах економічних криз та недостатнього фінансування особливої ваги набувають питання вартості, можливості придбання та розповсюдження таких наборів серед учнів та студентів, що вивчають робототехніку [3].

Взявши за основний критерій «вартість/можливості» було розроблено цикл лабораторних робіт для слухачів з основ робототехніки. Цільова аудиторія – це студенти та учні старшої школи; матеріали можуть використовуватись під час лабораторних та практичних робіт, демонстрацій, на позакласних заходах.

Апаратна база лабораторного практикуму базується на Arduino Nano, Arduino Mega 2560 та ESP 32. Вартість цих пристроїв на вітчизняному ринку мікроелектроніки не перевищує 10-12 USD. При такій вартості вони характеризуються потужним набором периферійних пристроїв, таких як таймери-лічильники, АЦП, USART, GPIO. У випадку використання ESP 32 користувач отримує крім 32 розрядного процесора з аналогічними периферійними пристроями ще й Wi-Fi модуль, що робить цей пристрій популярною складовою інтернету речей [3].

Крім контролера, до складу апаратного забезпечення включено серводвигун типу SG90, потенціометр опором 10 кОм, плата електромеханічного енкодера KY-040 та модуль джойстика.

В якості середовища для програмування та налаштування пропонується використати програмне середовище Arduino IDE. Цікавою альтернативою цього програмного забезпечення, на яку варто звернути увагу, є .NET nanoFramework від компанії Microsoft. Це інтегроване середовище розробки, яке підтримує широку номенклатуру контролерів, та є безкоштовною платформою з відкритим кодом, що дозволяє розробляти програмне забезпечення embedded систем на мові C#.

Розроблений лабораторний практикум складається з п'яти робіт, з використанням платформи Arduino та трьох робіт на ESP 32.

У першій роботі «Дослідження роботи сервоприводу» слухачі знайомляться з будовою і принципом роботи сервоприводу, інтегрованим середовищем програмування та можливостями спеціалізованої бібліотеки для управління серводвигунами Servo, що входить до складу Arduino IDE. У цій роботі пропонується використовувати бібліотечний метод Write(), за допомогою якого здійснюється поворот валу серводвигуна на заданий кут [4].

Сервоприводи у складі реальних робіт використовуються в якості виконавчих механізмів, що накладає певні вимоги до їх позиціонування. Отримати оцінку точності повороту сервоприводу в рамках навчальної задачі можна, створивши досить просту установку, яка складається із закріпленого сервоприводу, на валу якого розміщено показчик, та шкали для вимірювання кутів.

Слухачам пропонується самостійно розробити програмний модуль, що забезпечить автоматичний поворот валу сервоприводу на заданий кут та покрокове проходження всього робочого діапазону. Обов'язковою після чергового повороту є зупинка для візуального визначення кута повороту валу за допомогою показчика та шкали. Таким чином, отримуються результати, які в подальшому дозволяють побудувати калібрувальну криву та оцінити похибки.

У наступній лабораторній роботі слухачі поглиблюють свої знання та навички управління сервоприводом, а саме знайомляться з ще одним методом, що забезпечує поворот валу – writeMicroseconds(). Цей метод відноситься до низькорівневих методів і, вірогідно, може забезпечити більш високу точність позиціонування валу сервоприводу. Пропонується перевірити цю гіпотезу, використовуючи підхід із попередньої роботи, оснований на застосуванні показчика та шкали [4].

Більшість сервоприводів дозволяють визначити кут повороту валу за допомогою вбудованого датчика повороту. Бібліотека Servo надає для цього окремий метод – read(), який можна використати при написанні програмного коду, що реалізує процес навчання робота.

Наступні три лабораторні роботи присвячені вивченню способів керування положенням валу сервопривода за допомогою датчиків кута, в якості яких використовується потенціометр, електромеханічний енкодер та резистивний джойстик. Слухачі знайомляться з основами роботи аналого-цифрового перетворювача, функціями перетворення діапазонів, зчитуванням цифрових сигналів та механізмом обробки зовнішніх переривань.

Поглиблене вивчення основ робототехніки передбачає знайомство з іншими типами мікроконтролерів, провідними та бездротовими інтерфейсами передачі даних. Вдалим вибором можна вважати використання мікроконтролера ESP 32 фірми Espressif Systems. Фактично це система на кристалі з інтегрованим контролерами радіозв'язку Wi-Fi, Bluetooth и Thread [5].

Процес знайомства та вивчення нового обладнання, безумовно, супроводжується періодичною появою помилок та пов'язаних з ними проблем і нерозв'язаних задач. Тому роль наставника-викладача на цьому етапі є надзвичайно важливою та необхідною. Процес навчання повинен бути комфортним та цікавим, що забезпечить підвищення мотивації та його якості. Виходячи із цих принципів, доцільно на першому етапі повторити вже розв'язані для контролера Arduino задачі.

У наступних лабораторних роботах слухачам пропонується познайомитися з прийомами підключення до існуючої Wi-Fi мережі та провести її сканування. На фінальних заняттях розглядається принци організації управління робототехнічною системою через Web-інтерфейс. Як приклад можна використати сервопривод, керування яким буде здійснюватися з використанням Wi-Fi зв'язку.

Окрема увага в рамках розроблених лабораторних робіт приділяється прийомам проектування та налаштування програмного забезпечення, що передбачає передачу в ЕОМ верхнього рівня діагностичної інформації з використанням послідовного інтерфейсу RS 232.

Таким чином, розроблений цикл лабораторних робіт з основ робототехніки направлений на розвиток когнітивних та творчих здібностей, пізнавальних навичок та міждисциплінарних зав'язків. Освітня робототехніка дозволяє створювати на заняттях атмосферу командної роботи, проводити яскраві та наочні демонстрації, а головне – актуалізувати процес навчання, зробити його цікавим і корисним.

#### Список використаних джерел

1. Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text>
2. STEM-освіта [Електронний ресурс] // Інститут модернізації змісту освіти. Режим доступу до ресурсу: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/>
3. Woolf B. P. A roadmap for education technology / B. P. Woolf // Amherst, MA: Global Resources for Online Education. 2010. 80 p.
4. ARDUINO [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.arduino.cc>
5. Espressif Systems [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.espressif.com>