

## ЧОТИРЬОХОСЬОВА РУКА-МАНІПУЛЯТОР З ТАКТИЛЬНИМ ЗВОРОТНІМ ЗВ'ЯЗКОМ

<sup>1</sup> Вінницький національний технічний університет.

### **Анотація**

*У статті представлено конструкцію чотирьохосьової руки-маніпулятора з тактильним зворотнім зв'язком яка використовується для проведення гурткових занять з робототехніки для молодіжного скаутського технічного руху IT-SCOUTS.*

**Ключові слова:** рука-маніпулятор, зворотній зв'язок, робототехніка, гурткові заняття, Arduino UNO.

### **Abstract**

*The article presents the design of a 4-axis hand-manipulator with a tactile feedback that is used to conduct hand-held robotics classes for the youth scout technical movement of IT-SCOUTS.*

**Keywords:** hand-manipulator, feedback, robotics, group lessons, Arduino UNO.

### **Вступ**

Робототехніка - порівняно новий науковий напрямок, який інтенсивно розвивається, зумовлений необхідністю освоєння нових сфер і галузей діяльності людини, а також потребою широкої автоматизації сучасного виробництва, спрямованої на різке підвищення його ефективності.

Базовим поняттям в робототехніці є «робот», під яким розуміють автоматизовану технічну систему або інтелектуальну машину, що імітує дії та діяльність людини.

Роботів залежно від параметрів виробництва поділяють на два класи: маніпуляційні та мобільні роботи.

Маніпуляційні роботи - автоматичні машини (стаціонарні або пересувні), що складається з виконавчого пристрою у вигляді маніпулятора, що має кілька ступенів рухливості, і пристрої програмного управління, які служать для виконання у виробничому процесі рухових і керуючих функцій. Такі роботи виготовляються в підлоговому, підвісному і порталному виконаннях, та набули широкого застосування в машинобудівних і приладобудівних галузях.

Мобільні роботи - автоматичні машини, в яких є рухоме шасі з автоматично керованими приводами. Такі роботи можуть бути колісними, крокуючими і гусеничними (існують також плазуючі, плаваючі і літаючі мобільні робототехнічні системи) [1].

### **Основна частина**

Для проведення гурткових занять з робототехніки, було прийняте рішення побудувати доволі простий але і в той час сучасний прототип роботів-маніпулятор які широко представлені на ринку для проведення занять з робототехніки. Наступним кроком став пошук ідей для реалізації, нею став 5 плечовий маніпулятора з тактильним зворотнім зв'язком з стиролу [2].

Рука маніпулятор була побудована з використання відносно простої програми для моделювання тривимірних об'єктів, а саме ScetchUp від компанії Google. Складається з п'яти базових частин: основи в яку вбудовано поворотний механізм, що базується на уніфікованому вузлі, що був

запозичений з дисководу, великого плеча, малого плеча, зап'ястя та пристрою захоплення «клешні», що складається з двох пальців, кожен з яких оснащений сенсором (мікро вимикачем). Два датчика з'єднані паралельно, що дає змогу окремо керувати кожним із пальців клешні маніпулятора. Сигнал подається безпосередньо до плати керування.

Основним матеріалом для виготовлення руки-маніпулятора є полістирол завтовшки три міліметри, який широко доступний у продажу, зручний як для механічної обробки так і для термічного формування (див. рисунок 1).

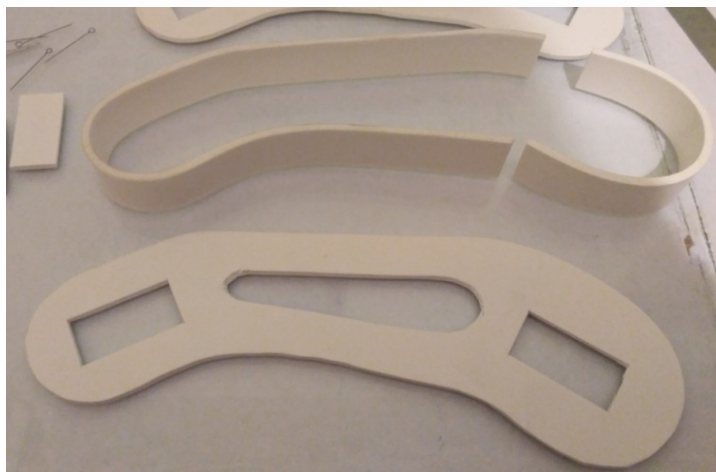


Рисунок 1. – Заготовки майбутнього плеча маніпулятора з пінополістиролу

В якості основних рушіїв використовуються серводвигуни двох моделей: чотири серводвигуни MG996R та два серводвигуни SG90. Основні технічні характеристики яких наведено нижче [3].

Серводвигун MG996R 15 кг - клон популярного цифрового серводвигуна. Управління не на цифровому мікро контролері як у оригінальній, а на аналоговій мікросхемі KC2462, за рахунок чого вдалося істотно знизити вартість даної розробки.

Основні технічні характеристики:

- розміри 40x19x43 мм.;
- вага 55 г.;
- кут повороту: 120 градусів;
- робоча швидкість: 0.17 сек./60 градусів (4.8В без навантаження);
- робоча швидкість: 0.13 сек./60 градусів (6В без навантаження);
- пусковий момент: 9.4 кг/см. при живленні 4.8В.;
- пусковий момент: 11 кг. /см. при живленні 6В.;
- робоча напруга живлення: 4.8 - 7.2В.

Серводвигун SG90 2кг. - це легкий, якісний міні серво з пусковим моментом 2 кг/см.

Основні технічні характеристики:

- швидкість без навантаження: 0.12 сек./60 град. при живленні 4.8В.;
- крутний момент: 2 кг/см.;
- робоча напруга живлення: 3.5-5 В.;
- споживаний струм в русі: 50-80 мА.;
- споживаний струм в утриманні: 5-10 мА.;
- кут повороту 180 град.;
- розміри: 33x30x13 мм.;
- вага: 9 гр.

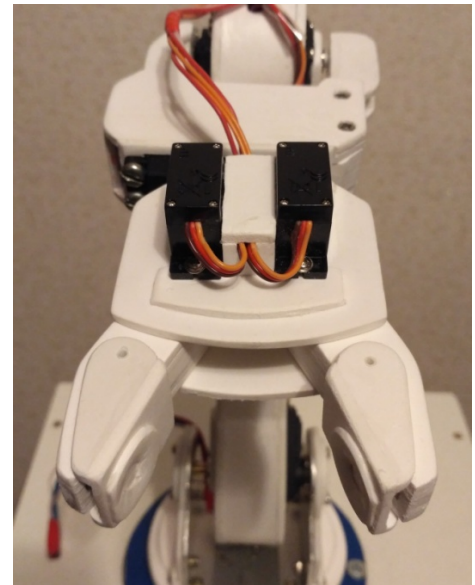
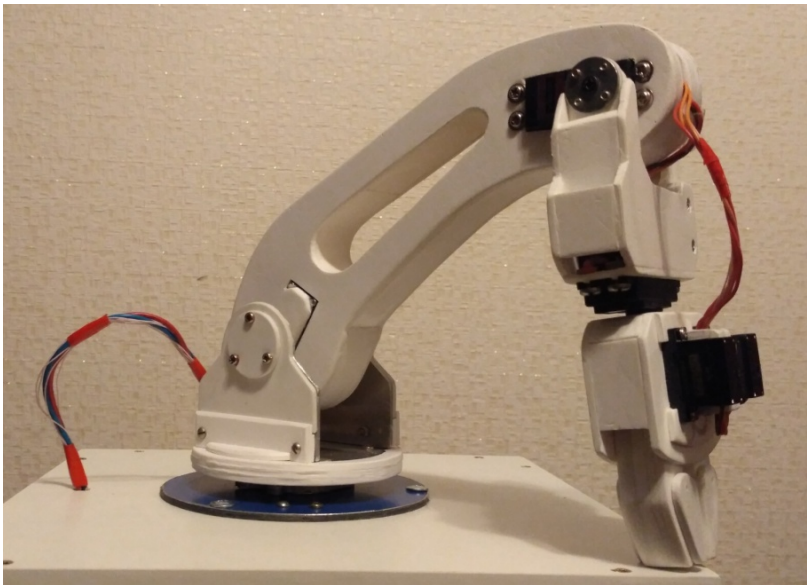


Рисунок 2. – Зовнішній вигляд чотирьохосової рука-маніпулятора

Для керування чотирьохосовою рукою-маніпулятором застосовується широко використовувана плата мікроконтролерів з відкритим кодом, на базі мікроконтролера ATmega328P - Arduino Uno R3.

Програма для керування маніпулятором, написана в середовищі Arduino IDE, і підтримує три режими, але тут немає ніяких обмежень, все залежить від того чому Ви хочете її навчити, далі коротко про кожен з режимів:

1. Режим ручного керування, потенціометрами задаються кути для кожного з серводвигунів.
2. Демонстраційний режим, маніпулятор за певною послідовністю ворушив різними своїми плечима, за допомогою серводвигунів
3. Режим роботи це переміщення по вже заданим контрольним точкам. Контрольні точки нам відомі з ручного режиму, і представляли собою набір з 4 чисел - кутів нахилу кожного з серводвигунів та двох режимів клешні: режим «Захват» та режим «Відпускання».

Уривок лістингу скетча в якому реалізовано дані режими, наведено нижче:

```
// Режим "ЗАХВАТ"  
void SBROS() {  
  servo4.write(0); // команда виконання для серводвигуна №1  
  servo5.write(45); // команда виконання для серводвигуна №2  
  val4 = 0;  
  j = 0;  
  delay(1);  
}  
// Режим "ВІДПУСКАННЯ"  
void ZAHVAT() {  
  while (val4 <= 45) {  
    val4 = val4 + 1;  
    val5 = 46 - val4;  
    servo4.write(val4); // команда виконання для серводвигуна №1  
    servo5.write(val5); // команда виконання для серводвигуна №2  
    delay(15);  
    if ((digitalRead(4) == LOW) && (digitalRead(5) == LOW))  
    {  
      j = 2; // зупинення стискання пальців  
      return;  
    }  
  }  
}
```

## Висновки

Розв'язана задача зі створення моделі та її реалізації у вигляді програмно продукту для керував чотирьохосовою рукою-маніпулятором. На основі проектних розрахунків, розроблена конструкція чотирьохосової руки-маніпулятора, яка успішно використовується для проведення гурткових занять з робототехніки для молодіжного скаутського технічного руху IT-SCOUTS.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Белзецький Р. С. Робототехніка як інструмент сучасної технічної освіти [Електронний ресурс] / Р. С. Белзецький, О. М. Полторак // Матеріали XLVI Науково-технічна конференція Інституту інтеграції навчання з виробництвом (2017), Вінниця, 13-15 березня 2017 р. - Електрон. текст. дані. - 2018. - Режим доступу : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-ininv/all-ininv-2017/paper/view/2375/1916>
2. Міжнародний Дім Роботів. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.robotshop.com/community/robots/show/video-of-a-homemade-5-dof-manipulator-with-tactile-feedback-made-from-styrene>, вільний. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 11.03.2019.
3. Сервопривод MG996R. [Електронний ресурс] // Сервоприводи :. – Режим доступу: <https://arduino.ua/prod272-servoprivod-mg996r-15-kg>., вільний. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 11.03.2019.

**Белзецький Руслан Станіславович** – канд. техн. наук, доцент кафедри Інтеграції навчання з виробництвом, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: belzetskiyruslan@gmail.com;

**Belzetskyi Ruslan S.** – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor of the Chair of Integration Education with Production, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: belzetskiyruslan@gmail.com;