

## ДОДАТОК А

### Лістинг програми в Arduino IDE

```
#include <WiFi.h>
#include <ESPAsyncWebServer.h>
#include <ESPAsyncTCP.h>
#include "camera_pins.h"
const char *ssid = "ESP32-Cam-AP";
const char *password = "your-password";
const int IN1 = 16; // GPIO піни для управління L298N
const int IN2 = 0;
const int IN3 = 3;
const int IN4 = 1;
Servo servo1;
Servo servo2;
Servo servo3;
Servo servo4;
const int trigPin1 = 7;
const int echoPin1 = 6;
const int trigPin2 = 5;
const int echoPin2 = 4;
const int trigPin3 = 16;
const int echoPin3 = 17;
const int trigPin4 = 18;
const int echoPin4 = 19;
camera_fb_t * fb = NULL;
const int triggerPin = 13; // GPIO12 на ESP32-Cam // Дефініції пінів для
зв'язку між Arduino та ESP32-Cam
```

```

const int echoPin = 14; // GPIO13 на ESP32-Cam
NewPing sonar1(trigPin1, echoPin1, 200);
NewPing sonar2(trigPin2, echoPin2, 200);
NewPing sonar3(trigPin3, echoPin3, 200);
NewPing sonar4(trigPin4, echoPin4, 200);
AsyncWebServer server(80);
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  WiFi.softAP(ssid, password); // Підключення до Wi-Fi
  Serial.println("ESP32-Cam встановлено в режим точкового доступу");
  Serial.print("IP-адреса точкового доступу: ");
  Serial.println(WiFi.softAPIP());
  server.onNotFound([](AsyncWebServerRequest *request){
    request->redirect("/");
  });
  server.on("/video", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest *request){ //

```

Обробник для шляху /video

```

  fb = esp_camera_fb_get(); // Отримання відеоданих з камери
  if (!fb) {
    Serial.println("Не вдалося отримати дані камери");
    return;
  }

```

```

  request->send_P(200, "image/jpeg", fb->buf, fb->len); // Надсилання

```

відеоданих клієнту

```

  esp_camera_fb_return(fb);

```

```

  pinMode(trigPin1, OUTPUT); // Ініціалізація пінів для ультразвукових

```

датчиків

```

  pinMode(echoPin1, INPUT);

```

```

  pinMode(trigPin2, OUTPUT);

```

```

pinMode(echoPin2, INPUT);
pinMode(trigPin3, OUTPUT);
pinMode(echoPin3, INPUT);
pinMode(trigPin4, OUTPUT);
pinMode(echoPin4, INPUT);
pinMode(IN1, OUTPUT); // Ініціалізація GPIO пінів для L298N
pinMode(IN2, OUTPUT);
pinMode(IN3, OUTPUT);
pinMode(IN4, OUTPUT);
servo1.attach(8); // Пін D8 для першого сервопривода // Ініціалізація
сервоприводів
servo2.attach(9); // Пін D9 для другого сервопривода
servo3.attach(10); // Пін D10 для третього сервопривода
servo4.attach(11); // Пін D11 для четвертого сервопривода
server.on("/getDistances", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest
*request){ // Обробник для шляху /getDistances
    // Вимірюємо відстані та відправляємо відповідь
    int distance1 = getDistance(trigPin1, echoPin1);
    int distance2 = getDistance(trigPin2, echoPin2);
    int distance3 = getDistance(trigPin3, echoPin3);
    int distance4 = getDistance(trigPin4, echoPin4);

    String jsonResponse = "{\"distance1\":" + String(distance1) +
        "\",\"distance2\":" + String(distance2) +
        "\",\"distance3\":" + String(distance3) +
        "\",\"distance4\":" + String(distance4) + "}";

    request->send(200, "application/json", jsonResponse);
});

```

```

server.on("/move", HTTP_POST, [](AsyncWebServerRequest *request){ //
Обробник для шляху /move
    String body = request->getBody(); // Отримання тіла запиту
    DynamicJsonDocument doc(1024); // Розпарсити JSON-дані з тіла
запиту
    deserializeJson(doc, body);
    String direction = doc["direction"]; // Отримання напрямку
    String servoId = doc["servoId"];
    int servoValue = doc["servoValue"];
    handleDirection(direction); // Виклик функції для виконання дій
відповідно до отриманого напрямку
    handleServo(servoId, servoValue);
});
server.begin(); // Запуск веб-сервера
}

void handleDirection(String direction) { // Функція для обробки напрямку
руху
    if (direction == "forward") { // Вперед: установка відповідних GPIO
пінів в HIGH або LOW
        digitalWrite(IN1, HIGH);
        digitalWrite(IN2, LOW);
        digitalWrite(IN3, HIGH);
        digitalWrite(IN4, LOW);
    } else if (direction == "backward") { // Назад: установка відповідних
GPIO пінів в HIGH або LOW
        digitalWrite(IN1, LOW);
        digitalWrite(IN2, HIGH);
        digitalWrite(IN3, LOW);
        digitalWrite(IN4, HIGH);
    }
}

```

```

    } else if (direction == "left") { // Вліво: установка відповідних GPIO
пінів в HIGH або LOW
        digitalWrite(IN1, LOW);
        digitalWrite(IN2, HIGH);
        digitalWrite(IN3, HIGH);
        digitalWrite(IN4, LOW);
    } else if (direction == "right") { // Вправо: установка відповідних GPIO
пінів в HIGH або LOW
        digitalWrite(IN1, HIGH);
        digitalWrite(IN2, LOW);
        digitalWrite(IN3, LOW);
        digitalWrite(IN4, HIGH);
    } else { // Зупинка: установка всіх GPIO пінів в HIGH або LOW,
відповідно до потреб
        digitalWrite(IN1, HIGH);
        digitalWrite(IN2, HIGH);
        digitalWrite(IN3, HIGH);
        digitalWrite(IN4, HIGH);
    }
}

void handleServo(String servoId, int servoValue) { // Функція для обробки
ID та значення сервопривода
    if (servoId == "servo1") {
        servo1.write(servoValue);
    } else if (servoId == "servo23") {
        servo2.write(servoValue);
        servo3.write(servoValue);
    } else if (servoId == "servo4") {
        servo4.write(servoValue);
    }
}

```

```
    }  
  }  
  int getDistance(int trigPin, int echoPin) { // Функція для вимірювання  
відстані ультразвуковим датчиком  
    digitalWrite(trigPin, LOW); // Генеруємо ультразвуковий імпульс  
    delayMicroseconds(2);  
    digitalWrite(trigPin, HIGH);  
    delayMicroseconds(10);  
    digitalWrite(trigPin, LOW);  
    long duration = pulseIn(echoPin, HIGH); // Зчитуємо час ехо-імпульсу  
    int distance = duration * 0.034 / 2; // Перетворюємо час відповідно до  
формули (відстань = час * швидкість звуку) / 2  
    return distance;  
  }  
  void loop() {  
  }  
}
```

## ДОДАТОК Б

## Частина коду веб-сторінки

```

<body>
  <div class="container">
    <div class="header">
      <h1>Управління платформою</h1>
    </div>
    <div class="video-container">
      <video width="640" height="300" controls>
        <source src="/video" type="multipart/x-mixed-replace;
boundary=frame">
        Не вдається отримати відео з камери.
      </video>
    </div>
    <div class="textob">
      <h1>Перешкода на відстані</h1>
    </div>
    <div class="row">
      <div class="double-column" id="distance\">---</div>
      <div class="double-column" id="distance2">---</div>
    </div>
    <div class="row">
      <div class="double-column" id="distance3">---</div>
      <div class="double-column" id="distance4">---</div>
    </div>
    <div class="row">
      <div class="column"></div>

```

```

<div class="column">
  <a class="button" onclick="sendCommand('forward')">Вперед</a>
</div>
<div class="column"></div>
</div>
<div class="row">
  <div class="column">
    <a class="button" onclick="sendCommand('left')">Вліво</a>
  </div>
  <div class="column"></div>
  <div class="column">
    <a class="button" onclick="sendCommand('right')">Вправо</a>
  </div>
</div>
<div class="row">
  <div class="column"></div>
  <div class="column">
    <a class="button" onclick="sendCommand('backward')">Назад</a>
  </div>
  <div class="column"></div>
</div>
<div class="row">
  <div class="empty-column">
    <h3>Сервопривод 1</h3>
  </div>
  <div class="column">
    <div class="slider-container">
      <input type="range" id="servoSlider1" class="slider" name="serv1"
min="0" max="180" step="1" value="90">

```

```

    </div>
  </div>
</div>
<div class="row">
  <div class="empty-column">
    <h3>Сервопривод 2-3</h3>
  </div>
  <div class="column">
    <div class="slider-container">
      <input type="range" id="servoSlider23" class="slider" min="0"
max="180" step="1" value="90">
    </div>
  </div>
</div>
</div>
<div class="row">
  <div class="empty-column">
    <h3>Сервопривод 4</h3>
  </div>
  <div class="column">
    <div class="slider-container">
      <input type="range" id="servoSlider4" class="slider" min="0"
max="180" step="1" value="90">
    </div>
  </div>
</div>
</div>
</div>
<script>
  const videoElement = document.getElementById('videoStream'); //

```

Отримуємо посилання на відео-елемент

const videoStreamUrl = 'http://192.168.4.1/video'; // Адреса, за якою ESP32-CAM надає MJPEG-стрім

videoElement.src = videoStreamUrl; // Налаштовуємо джерело відео як MJPEG-стрім

```
function sendCommand(direction) {
  const url = 'http://192.168.4.1/move';
  fetch(url, { // Використовуйте Fetch API для відправки POST-запиту
    method: 'POST',
    headers: {
      'Content-Type': 'application/json',
    },
    body: JSON.stringify({ direction: direction }),
  })
  .then(response => response.json())
  .then(data => {
    console.log('Команда ' + direction + ' відправлена');
  })
  .catch(error => {
    console.error('Помилка відправлення команди ' + direction);
  });
}
```

function updateSensorValues() { // Функція для оновлення значень з ультразвукових датчиків

```
fetch('/192.168.4.1')
  .then(response => response.json())
  .then(data => {
    if (data.distance1 !== undefined) {
      document.getElementById('distance1').innerHTML = 'Датчик 1: '
+ data.distance1 + ' cm';
    }
  });
}
```

```

    } else {
        document.getElementById('distance1').innerHTML = 'Датчик 1:
Датчик не знайдено';
    }
    if (data.distance2 !== undefined) {
        document.getElementById('distance2').innerHTML = 'Датчик 2: '
+ data.distance2 + ' cm';
    } else {
        document.getElementById('distance2').innerHTML = 'Датчик 2:
Датчик не знайдено';
    }
    if (data.distance3 !== undefined) {
        document.getElementById('distance3').innerHTML = 'Датчик 3: '
+ data.distance3 + ' cm';
    } else {
        document.getElementById('distance3').innerHTML = 'Датчик 3:
Датчик не знайдено';
    }
    if (data.distance4 !== undefined) {
        document.getElementById('distance4').innerHTML = 'Датчик 4: '
+ data.distance4 + ' cm';
    } else {
        document.getElementById('distance4').innerHTML = 'Датчик 4:
Датчик не знайдено';
    }
})
.catch(error => console.error('Помилка при отриманні даних:',
error));
}

```

setInterval(updateSensorValues, 10000); // Оновлюємо значення кожну секунду (можете регулювати частоту оновлення)

```
function keyDownHandler(event) {
  switch (event.key) {
    case 'ArrowUp':
      sendCommand('forward');
      break;
    case 'ArrowDown':
      sendCommand('backward');
      break;
    case 'ArrowLeft':
      sendCommand('left');
      break;
    case 'ArrowRight':
      sendCommand('right');
      break;
  }
}
```

function keyUpHandler(event) { // Зупинити платформу при відпусканні клавіш

```
  sendCommand('stop');
}
```

```
document.addEventListener('keydown', keyDownHandler);
```

```
document.addEventListener('keyup', keyUpHandler);
```

function sendCommand(servoId, servoValue) { // Функція для відправлення команди на сервер

```
  var xhr = new XMLHttpRequest();
  var url = '/192.168.4.1';
  xhr.open('POST', url, true);
```

```

        xhr.setRequestHeader('Content-Type',      'application/x-www-form-
urlencoded');

        var  data  =  'servoId='  +  encodeURIComponent(servoId)  +
        '&servoValue=' + encodeURIComponent(servoValue); // Дані для відправлення
на сервер
        xhr.onload = function () { // Обробник події завершення запиту
            if (xhr.status === 200) {
                console.log('Запит відправлено успішно');
            } else {
                console.error('Помилка відправлення запиту');
            }
        };
        xhr.send(data); // Відправка запиту
    }
    document.getElementById('servoSlider1').addEventListener('input',
function () { // Обробник події зміни значення регулятора сервопривода 1
        var servoValue = this.value;
        sendCommand('servo1', servoValue);
    });
    document.getElementById('servoSlider23').addEventListener('input',
function () { // Обробник події зміни значення регулятора сервопривода 2-3
        var servoValue = this.value;
        sendCommand('servo23', servoValue);
    });
    document.getElementById('servoSlider4').addEventListener('input',
function () { // Обробник події зміни значення регулятора сервопривода 4
        var servoValue = this.value;
        sendCommand('servo4', servoValue);
    });

```

```
    window.addEventListener('load', function() { // Автоматично відкрити
сторінку при завантаженні
        var esp32CamIp = '192.168.4.1';
        window.location.href = 'http://' + esp32CamIp; // Відкриття сторінки в
браузері
    });
    window.addEventListener('load', function () { // Виклик оновлених
функцій при завантаженні сторінки
        fetchData();
        updateSensorValues();
    });
    setInterval(fetchData, 30000); // Оновлюємо дані кожні 30 секунд
</script>
</body>
```

## ДОДАТОК В

Апробація результатів наукових досліджень



<https://nure.ua/>

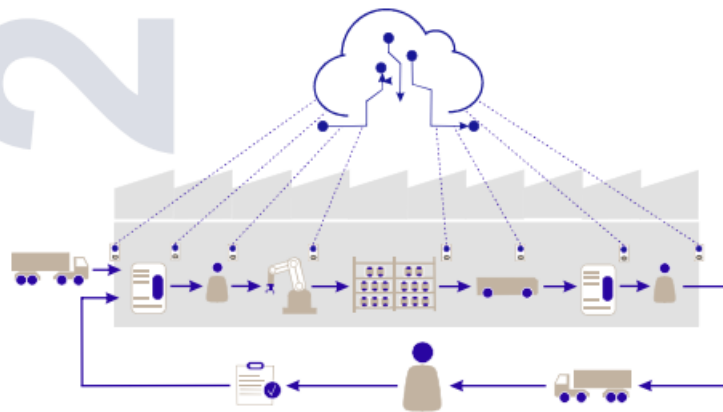
кафедра  
Комп'ютерно-інтегрованих  
технологій, автоматизації та мехатроніки

ХНУРЕ

2023

## ЗБІРНИК

студентських наукових статей  
«Автоматизація та приладобудування»  
ADED-2023  
(Випуск 1)  
[електронне видання]



→ Industry 4.0

<b>Головний редактор</b>	<b>Невлюдов Ігор Шакирович</b> , доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.
<b>Редакційна колегія:</b>	<p><b>Филіпенко Олександр Іванович</b>, доктор технічних наук, професор, декан факультету Автоматики та комп'ютеризованих технологій, Харківського національного університету радіоелектроніки.</p> <p><b>Цимбал Олександр Михайлович</b>, доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.</p> <p><b>Андрусевич Анатолій Олександрович</b>, доктор технічних наук, професор, начальник Криворізького коледжу національного авіаційного університету</p> <p><b>Косенко Віктор Васильович</b>, доктор технічних наук, професор, зам. директора Державного підприємства «Південний державний проектно-конструкторський та науково-дослідний інститут авіаційної промисловості».</p> <p><b>Замірець Микола Васильович</b>, доктор технічних наук, професор, директор Державного підприємства Науково-дослідного технологічного інституту приладобудування.</p> <p><b>Свищ Володимир Митрофанович</b>, доктор технічних наук, професор, радник директора Державне науково-виробничє підприємство «Об'єднання Комунар».</p> <p><b>Фомовська Олена Владиславівна</b>, кандидат технічних наук, доцент завідувач кафедри «Електронних апаратів» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.</p> <p><b>Кухаренко Дмитро Володимирович</b>, кандидат технічних наук, доцент кафедри «Електронних апаратів» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського</p> <p><b>Демська Наталія Павлівна</b>, кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.</p> <p><b>Фурманова Наталія Іванівна</b>, кандидат технічних наук, доцент, в.о. декана факультета Радіоелектроніки і телекомунікацій, Національного університету «Запорізька політехніка».</p>
<b>Відповідальний редактор:</b>	<b>Свєсєв Владислав В'ячеславович</b> , доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.

Автоматизація та Приладобудування («Automation and Development of Electronic Devices» ADED-2023) [Електронний ресурс] : збірник студентських наукових статей / Харківський національний університет радіоелектроніки ; [редкол.: І.Ш. Невлюдов та ін.]. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – Вип. 1. – 336с.

Collection of Students' Scientific Paper «Automation and Development Of Electronic Devices» ADED-2023 Part 1 (Key infrastructure 2023) - Kharkiv/ The Editorial.: Nevluyodov I.Sh. (head), that all. Kharkiv: Kind of Kharkiv National University of Radio Electronics [electronic edition], 2023. – 336p with.

Рекомендовано рішенням  
Науково-технічної ради  
Харківського національного  
університету радіоелектроніки  
протокол №6 від 29.11.2018

Рекомендовано рішенням Вченої ради  
факультету Автоматики і комп'ютеризованих технологій  
Харківського національного  
університету радіоелектроніки  
протокол № 6 від 01.05.2023

Збірник містить наукові статті здобувачів першого (бакалаврського), другого (магістерського) рівнів вищої освіти кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки (КІТАМ) Харківського національного університету радіоелектроніки, кафедри Інформаційних технологій електронних засобів (ІТЕД) Запорізького національного технічного університету та кафедри Електронних апаратів (ЕА) Кременчуцького національного університету ім. М. Остроградського які навчаються за спеціальностями: 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, 172 Телекомунікації та радіотехніка, 171 Електроніка та 163 Біомедична інженерія. Статті надані в авторській редакції.

©ХНУРЕ, 2023 рік

## ЗМІСТ

<i>Бацуля Р. В.</i> Аналіз сучасних розробок у сфері робототехніки .....	9
<i>Дяченко Е. С.</i> Аналіз сучасних розробок в області розумного будинку .....	15
<i>Катюнкін В. Г.</i> Розроблення системи голосового керування сайтом для людей з обмеженими можливостями .....	19
<i>Куртшиова В. В.</i> Аналіз сучасних роботизованих та експертних систем .....	24
<i>Кацесев В. А., Артюх В. С.</i> Аналіз створення інтерфейсів користувача програмного забезпечення автоматизованих систем .....	31
<i>Кравченко С. В.</i> Аналіз автоматизованих систем керування технологічними процесами сучасного підприємства .....	36
<i>Наумов М. С.</i> Автоматизація приладобудівних приміщень .....	42
<i>Остапенко І. В.</i> Комп'ютерне зорове сприйняття .....	47
<i>Перебийніс Д. А.</i> Аналіз сучасного стану розробок в області автоматизації .....	52
<i>Рудакова Г. В.</i> Аналіз сучасних розробок в області комп'ютерного зору .....	57
<i>Дмитрієв Д. В.</i> Розробка макету пристрою дистанційного керування антропоморфним захватним пристроєм .....	61
<i>Андрєєв А. С.</i> Перспективи використання PHP та MYSQL в проєктах .....	66
<i>Вінниченко С. О.</i> Огляд можливих ризиків кібератаки для віртуального підприємства та способів їх запобігання .....	70
<i>Гребенков Д. В.</i> Огляд сучасних безпілотних літальних апаратів .....	74
<i>Кирпота Ф., Халімонов Я.</i> Особливості QR-кодів та проблеми Fishing .....	78
<i>Макушев І. А.</i> Огляд сучасних роботів-маніпуляторів .....	82
<i>Олінкевич Я. В.</i> PHP & HTML: файли cookie, сесії, автентифікація .....	86
<i>Поліканов К. А.</i> Безпека QR-кодів та Phishing атаки .....	91
<i>Коноваленко К.</i> Розробка структурної схеми мобільної маніпуляційної платформи для розмінування ...	95
<i>Реука С.</i> Розробка структурної схеми PID контролера для керування позиціонування сонячної панелі для автономних мобільних роботів .....	100

<i>Александров В.О.</i>	
Перспективи розвитку повітряної робототехніки в Україні .....	105
<i>Савін В.А.</i>	
Аналіз сучасних методів виявлення вибухонебезпечних об'єктів .....	110
<i>Залоож Є.</i>	
Управління збутом продукції виробничого підприємства на основі динамічних QR-кодів .....	115
<i>Воронов Д.О.</i>	
Розробка програмних модулів на основі датчика LIDAR для системи управління БПЛА .....	119
<i>Коротун Є.В.</i>	
Факторний аналіз фотополімерних смол для 3D-друку .....	124
<i>Світлайло Д.М.</i>	
Аналіз причин кібератак та інформаційної безпеки .....	128
<i>Долгуля А.В.</i>	
Дослідження переміщення чотирилапого зооморфного робота «Робокіт» у невизначеному просторі .....	132
<i>Кривий М.В.</i>	
Робототехнічні системи та їхнє використання .....	138
<i>Nienova D.Y.</i>	
Programmable Providing of Data on Functional Dependencies of Material Characteristics ...	143
<i>Білоус М.Ю., Іщенко М.Д.</i>	
Автоматизація розподілу сервісних робіт на підприємстві .....	147
<i>Кравченко С.В.</i>	
Аналіз сучасного фреймворка ASP.NET CORE для WEB-додатків .....	151
<i>Башир Б.В.</i>	
Переваги та недоліки термопластавтоматів .....	156
<i>Зибенко О. О.</i>	
Впровадження електроерозійних варстатів з ЧПК в розумне виробництво .....	160
<i>Кальченко А.С.</i>	
Особливості 3D-ДРУКУ для принтерів FDM/FFF .....	165
<i>Маковоз С. К.</i>	
Комп'ютерне моделювання механічної частини плазмового ЧПУ верстата .....	170
<i>Піхтерьов А.Д.</i>	
Переваги та недоліки 3D-принтерів з полярною кінематикою .....	174
<i>Придятько Д.Р.</i>	
Огляд можливостей систем технічного зору для пошуку вибухонебезпечних предметів .....	178
<i>Шерстюк А. М.</i>	
Системологічний аналіз проблеми автоматизації виявлення браку продукції приладобудівельного підприємства .....	183
<i>Лукеча І.</i>	
Математична модель системи позиціонування стимулюючого електрода на біологічно активні точки .....	189
<i>Обозін Я.В.</i>	
Особливості засобів для ремонту пошкоджених автомобілів .....	195
<i>Shevchenko A.A.</i>	
Development of Program Tools to Provide Automated Data Plots Visualisation for Scientific Aided Computation Software .....	199

<i>Шишко А.Т., Кулешов Д.С.</i> IoT-рішення для автоматизації виробничого приміщення на базі ESP8266 та Веб-сервера .....	205
<i>Білошанка І.В.</i> Розробка методів щодо створення програмних модулів автоматизованого проєктування деталей для системи LibreCAD .....	209
<i>Левченко К.О.</i> Кінематика 3D – принтерів .....	215
<i>Муравка Р.</i> Дослідження роботи мобільного робота з використанням різних сенсорів для збору даних про зовнішнє середовище .....	219
<i>Склярів М. В., Тарасенко К. А.</i> Впровадження технологій 3D візуалізації у виробництво та навчання .....	224
<i>Скрипниченко В.О.</i> Вплив автоматичних регуляторів на лінійні об'єкти автоматизації .....	229
<i>Пустовалов Д.</i> Дослідження методу триангуляції та його застосування у робототехніці та повсякденному житті .....	235
<i>Леонов Ю.С.</i> Аналіз систем підігріву та підтримання температури повітря в 3D-принтер .....	241
<i>Щербина В.</i> Розробка віддаленої системи екстреного керування мобільним роботом на базі ESP8266 .....	245
<i>M. Sc. Isabelle Elisabeth Metzen, Nienova D.V.</i> Utilizing Engineering and Programming Approaches Implemented in a Multidisciplinary Experiment as an Innovation Platform for Biological Climate Change Research .....	248
<i>Ахмад Д.Х.</i> Сервер для організації обміну даними та керування мобільною платформою .....	253
<i>Бузіков В.Р.</i> Використання технології комп'ютерного зору для виявлення вибухонебезпечних предметів .....	257
<i>Гребенюк Б.А.</i> Розробка підсистеми управління інтелектуальним роботом .....	263
<i>Карпов М.С.</i> Аналіз бездротових сенсорних мереж .....	270
<i>Поддубняк І. А.</i> Розробка мобільної платформи для пошукових робіт .....	277
<i>Шаталюк Р.Р.</i> Інтелектуальна автоматизація технологічних процесів .....	283
<i>Візір Ю.С., Кравченко К.В.</i> Система автоматизованого контролю та підтримки оптимального рівня освітленості у приміщеннях .....	287
<i>Лашин З.В.</i> Автоматизація процесу управління ресурсами навчальних лабораторій .....	291
<i>Шаталюк Р.Р.</i> Аналіз сучасних інтелектуальних технологій, які застосовуються при виробництві приборів та систем .....	296

<i>Сокол Б.В.</i>	
Порівняльне моделювання кінематик 3D принтера .....	300
<i>Белій Я.В.</i>	
Особливості управління багатоступеневими взаємопов'язаними нелінійними об'єктами .....	305
<i>Шаталюк Р.Р.</i>	
Інтелектуальна автоматизація технологічних процесів .....	308
<i>Белій Я.В.</i>	
Розробка однорівневої системи контролю та управління доступом .....	313
<i>Шаталюк Р.Р.</i>	
Аналіз сучасних інтелектуальних технологій, які застосовуються при виробництві приборів та систем .....	318
<i>Монзер А.А.</i>	
Автоматичне визначення області сканування в адаптивній бінарізації зображення .....	322
<i>Савченко П.М.</i>	
Особливості виробничих адаптивних систем автоматичного управління .....	326
<i>Савченко П.М.</i>	
Розробка системи управління світломузичною установкою на базі arduino Nano .....	330
<i>Катишев І.А., Катишев В.І.</i>	
Збільшення ефективності вакуумного сонячного колектора .....	333

УДК 621.1

**РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ МОБІЛЬНОЇ МАНІПУЛЯЦІЙНОЇ ПЛАТФОРМИ  
ДЛЯ РОЗМІНУВАННЯ**

**Коноваленко К.**

Харківський національний університет радіоелектроніки  
Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14  
Email: kyrylo.konovalenko@nure.ua

**Анотація:** В статті проведено аналіз сучасних мобільних роботів, які використовуються для розмінування. На базі проведеного аналізу розроблено структурну схему, обрано основні елементи та описано їх призначення, рекомендовані апаратні модулі та запропоновано метод, за допомогою якого буде проводитись розмінування.

**Ключові слова:** мобільні роботи, розмінування, структурна схема, апаратні модулі.

**DEVELOPMENT OF A STRUCTURAL DIAGRAM OF A MOBILE MANIPULATION  
PLATFORM FOR DEMINING**

**K. Konovalenko**

Kharkiv National University of Radio Electronics  
Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av., 14  
Email: kyrylo.konovalenko@nure.ua

**Annotations:** The article analyzes modern mobile robots used for demining. On the basis of the analysis, a structural diagram was developed, the main elements were selected and their purpose was described, hardware modules were recommended, and a method by which demining would be carried out was proposed.

**Key words:** mobile robots, demining, structural diagram, hardware modules.

Сучасні міни є дуже поширеною зброєю в зонах конфлікту, як ефективний елемент стримування як людської сили, так і бойової техніки. Частота їх використання пов'язана тим, що вона коштує досить дешево, проста у виробництві та в укладанні. Механізм підризу міни може бути як контрольованим через систему дистанційного керування або через фізичний контакт з об'єктом [1]. Внаслідок чого, видалення та знищення всіх форм небезпечних уламків на полі бою, зокрема міни та інші боєприпаси, що не вибухнули, є життєво важливою передумовою для відновлення будь-якого регіону після війни. Варто також брати до уваги, що витрати на виробництво міни може коливатися від 3-30\$, при цьому поточна вартість розмінування однієї міни коливається в межах 300-1000 доларів США за міну (залежить від типу міни та зони мінного зараження) [2]. На даний час існує близько 2000 видів мін, та понад 650 типів протитанкових. Категорії мін бувають різними: вибухові, осколкові, спрямовані та обмежувальні пристрої. Ці міни варіюються від дуже простих пристроїв до високотехнологічних. Деякі види сучасних мін призначені для самознищення або хімічної обробки самостійно інертно через період тижнів або місяців. Звичайні міни у всьому світі не мають механізму саморуїнування, і вони довгий час залишаються активними [3]. Сучасні протипіхотні міни виготовляються з складних неметалічних матеріалів, також зараз вже існують інтелектуальні міни, що мають можливість вмикатися і вимикатися, використовуючи власні електронні засоби протидії їх виявлення, що ускладнює процес детектування. Внаслідок чого, процес ідентифікації та знешкодження міни є складною науково-дослідною задачею, для рішення якої, використовуються передові рішення в галузі робототехніки [4].

Проводячи аналіз сучасних мобільних систем розмінування, їх можна поділити на наступні типи (рис.1):

- телекеровані машини (робот, який керується оператором, та виконує механічне розмінування за рахунок подрібну міни машиною) (рис. 1а);

- мобільні роботизовані платформи з маніпулятором (рис 1б);
- безпілотні літальні апарати та дирижаблі (рис.1в).



а) Машина для розмінування MV-4 [5];  
 б) MR-2 demining mobile robot [6]  
 в) Гексакоптер Yuneec H520E RTF [7]

Рисунок 1 – Сучасні мобільні системи для розмінування

Але важливо зазначити, що в умовах сучасних підходів для розмінування для полегшення процесу ідентифікації та знешкодження мін в процесі розмінування, є необхідність використовувати методи без сильного порушення ґрунту, що дають можливість локальної ідентифікації та розпізнавання мін, для її знешкодження. Вирішення цієї проблеми, створює нові виклики в галузі робототехніки [8].

В наслідок чого, при розробці мобільної маніпуляційної платформи для розмінування потрібно врахувати наступні вимоги:

- гнучку механіку та модульну структуру;
- архітектуру керування на основі мобільності;
- інтеграція однорідних і гетерогенних датчиків та об'єднання даних;
- різні аспекти швидкої автономної або напівавтономної навігації в динамічному та неструктурованому середовищі;
- планування, координація та співпраця між кількома роботами;
- бездротові технології передачі даних та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс;
- віртуальна реальність та взаємодія в реальному часі для підтримки планування та логістики;
- штучний інтелект та системи прийняття рішень, на базі отриманих даних [9].

Виходячи з цих вимог, для рішення в рамках даних досліджень, розроблена наступна структурна схема, яка представлена на рисунку 2.

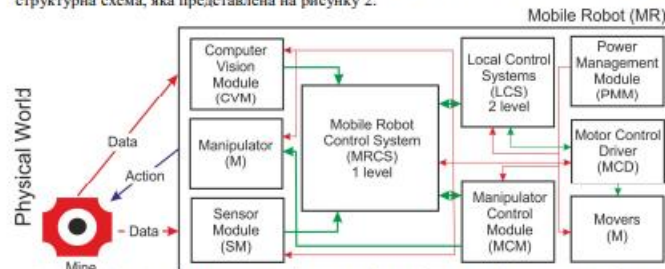


Рисунок 2 – Структурна схема мобільної маніпуляційної платформи для розмінування

Опишемо призначення кожного блоку структурної схеми:

Mine – вогнебезпечний об'єкт, який треба знешкодити;

Computer Vision Module (CVM) – система комп'ютерного зору, дозволяє трансплювати навколишнє середовище, для обробки інформації та прийняття рішень [10]. Пропонуються використовувати 2 модуля камери:

- камера, яка показує робочу зону маніпулятора, тобто дає можливість оператору бачити роботу захватного пристрою в режимі реального часу;

- камера, яка дає можливість трансплювати навколишній простір навколо мобільного робота, для його керування оператором;

Manipulator (M) – модуль маніпулятора з захватним механізмом, для взаємодії з вогнебезпечними об'єктами [11];

Sensor Module (SM) – модуль датчиків, таких як ультразвуковий та лазерний дальномір;

Mobile Robot Control System (MRCS) – система керування мобільним роботом (I рівня), це одноплатний комп'ютер з операційною системою, на базі якого буде виконуватися обробка та створення керуючих сигналів, обробка відео-сигналів з камери та прийняття рішень при обриві зв'язку з оператором [12].

Local Control System (LCS) – система керування (II рівня), призначена для керування Motor Control Driver (MCD), що дозволить зменшити навантаження на MRCS, та дає можливість розробити децентралізовану систему керування;

Manipulator Control Module (MCM) – модуль керування маніпулятором (II рівня), відповідає за керування переміщення ланків;

Power Management Module (PMM) – призначений для контролю живлення мобільного робота, складається з модуля керування живленням та елементами живлення (акумулятори);

Motor Control Driver (MCD) – модуль керування двигунами, з підтримкою PWM сигналів

Movers (M) – DC двигуни.

На базі розробленої структурної схеми мобільної маніпуляційної платформи для розмінування, розробимо граф схеми керування, яка буде поділена на рівні, та буде побудована на базі децентралізації [13-14]. Дане рішення дозволить знизити навантаження на MRCS, за рахунок поділу обчислювального навантаження на кожен модуль, що покращує управління як усього мобільного робота, так і кожного його елемента. Розроблена граф схема керування представлена на рисунку 3.

Як можна бачити з рисунку 3, граф схема керування мобільною маніпуляційною платформою, поділена на чотири рівні [15]. Кожний рівень відповідає за обробку інформації або виконання команди. На 3 рівні знаходяться виконавчі пристрої (маніпулятор, DC двигуни) та пристрої отримання інформації з навколишнього оточення (датчики, камери), цей рівень дозволяє реалізувати взаємодію з фізичним світом [16]. На 2 рівні знаходяться апаратні модулі на базі мікроконтролера, які відповідають за керування роботою маніпулятора та системою контролю двигунами, всі ці елементи підкорюються одноплатному мікрокомп'ютеру, якій знаходиться на 1 рівні. На цьому рівні виконуються обробка команд оператора, обробка відео-сигналу та інформації з датчиків, тут буде проводитись прийом рішень та формування керуючих сигналів на нижні рівні. Оператор мобільного робота, знаходиться на 0 рівні, котрий отримує данні через бездротову мережу, та приймає рішення, на базі отриманої інформації [17-19].

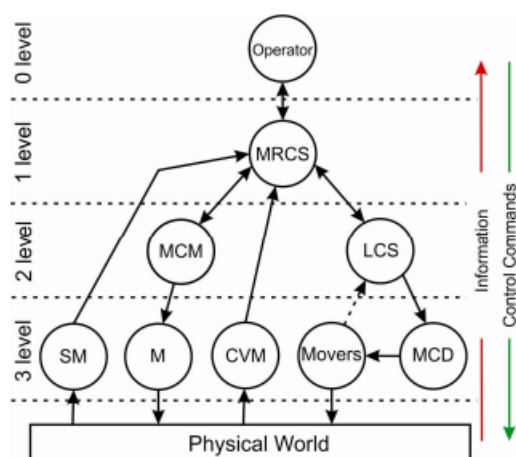


Рисунок 3 – Граф схема керування мобільною маніпуляційною платформою для розмінування

Запропонована структурна схема мобільної маніпуляційної платформи для розмінування та граф схема її керування дає можливість приступити до аналізу та вибору апаратних модулів для реалізації всіх функцій.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Opeyemi Oladunjoye, Christina Maffatone, Julia Al-Nawal, Sofia Fasullo, Eva Greenspan, Jeffrey Koller, Alex Nikulin, Timothy de Smet, Garrett M. Clayton. (2022). Omnidirectional All-Terrain Screw-Driven Robot Design, Modeling, and Application in Humanitarian Demining. IFAC-PapersOnLine. Volume 55. Pages 7-12. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.10.480>.
2. Emanuela Elisa Cepolina, Alberto Parmiggiani, Carlo Canali, Ferdinando Cannella. (2022). Disarmadillo: an open source, sustainable, robotic platform for humanitarian demining. Acta IMEKO, Vol. 11 No. 3. DOI: [https://doi.org/10.21014/acta\\_imeko.v11i3.1262](https://doi.org/10.21014/acta_imeko.v11i3.1262).
3. Petrișor, S.M.; Simion, M. Contributions on Highlighting an Energy Method Used for Constructive Optimization of the Mechanical Structure of a Mobile Robot Implemented in Humanitarian Demining Operations. Preprints 2022, 2022030023 (doi: 10.20944/preprints202203.0023.v1).
4. Hegedűs, É. 2022. Geopolitics and geoeconomics in funding humanitarian mine action – the case of Angola. Insights into Regional Development, 4(4), 166-183. [http://doi.org/10.9770/IRD.2022.4.4\(10\)](http://doi.org/10.9770/IRD.2022.4.4(10)).
5. Samila, Andrii, Oleksandra Hotra, Oleksandr Moisiuk, Mykola Khobzci, and Taras Kazemirskiy. 2022. "Modified Transceiver Antenna for NQR Detection of Explosive Objects in Demining Conditions" Energies 15, no. 19: 7348. <https://doi.org/10.3390/en15197348>.

6. Samila, A.; Haliuk, S.; Krulikovskiy, O. Structural and functional synthesis of the radioelectronic means of a pulsed NQR. In Proceedings of the 15th International Conference DAS, Suceava, Romania, 2–4 July 2020.
7. Yevsieiev V. Development of a program for modeling the control of a mobile manipulation robot in the unity environment / Yevsieiev V., Starodubcev N. // Scientific Collection «InterConf», (141), 331-334.
8. Igor Nevludov; Vladyslav Yevsieiev; Svitlana Maksymova; Natalia Demaska; Kostyantyn Kolesnyk; Olha Miliutina. (2022). Object Recognition for a Humanoid Robot Based on a Microcontroller. In XVIII International Conference on the Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH). 07-11 September. DOI: 10.1109/MEMSTECH55132.2022.10002906.
9. Yevsieiev, V., Maksymova, S., & Starodubcev, N. (2022). A ROBOTIC PROSTHETIC A CONTROL SYSTEM AND A STRUCTURAL DIAGRAM DEVELOPMENT. Collection of Scientific Papers «ΛΟΓΟΣ», (August 12, 2022; Zurich, Switzerland), 113–114. <https://doi.org/10.36074/logos-12.08.2022.33>.
10. Yevsieiev V., Maksymova S., Starodubcev N. Software Implementation Concept Development for the Mobile Robot Control System on ESP-32CAM // Current issues of science, prospects and challenges: collection of scientific papers «SCIENTIA» with Proceedings of the II International Scientific and Theoretical Conference (Vol. 2), June 10, 2022. Sydney, Australia: European Scientific Platform., 2022. P. 54-56.
11. Yevsieiev V. Development of Architecture for Mobile Robot Control Based on Raspberry Pi Model 3 B+ / V. Yevsieiev, A. Skripkin // Scientific Horizon in the Context of Social Crises: The XI International Scientific and Practical Conference, April 6-8, 2022. – Tokyo, Japan, 2022. – P. 274–277.
12. Yevsieiev V. Analysis of Crawler Robots / V. Yevsieiev, S. Shmatko // “Innovations Technologies in Science and Practice”: The VI International Scientific and Practical Conference, February 15-18, 2022. – Haifa, Israel, 2022. – P. 510-514.
13. Yevsieiev V. Development of the Environmental Visualization System Based on ESP32-CAM / V. Yevsieiev, O. Luchaninova // Theory and Practice of Modern Science: The III International Scientific and Theoretical Conference, 1 April 2022. – Kraków, Republic of Poland, 2022. – Vol. 1. – P. 79-81.
14. Невлюдов І. Ш., Андрусевич А. О., Євсєєв В. В., Новосєлов С. П., Демська Н. П. Проектування мобільних маніпуляційних роботів: Монографія. – Х., 2022. – 427 с.
15. Євсєєв В.В. Проектування мобільних роботів на базі одноплатних комп'ютерів (Raspberry Pi і мови Python 3.6) // Невлюдов І. Ш., Андрусевич А. О., Євсєєв В. В. Підручник. – Харків: 2020. С. 257.
16. Attar, H., & et al. (2022). Zoomorphic Mobile Robot Development for Vertical Movement Based on the Geometrical Family Caterpillar. Computational Intelligence and Neuroscience, 2022, Article ID 3046116, <https://doi.org/10.1155/2022/3046116>.
17. Розробка 3D-моделі зооморфного мобільного робота для вертикальних переміщень по металевим поверхням / І. Ш. Невлюдов, В. В. Євсєєв, Н. П. Демська, В. О. Руденко // Наука і техніка сьогодні. – 2022. – № 4(4). – С.163-174.
18. Vladyslav Yevsieiev, Nikolaj Starodubcev (2023). Development of a control algorithm for a small-sized mobile manipulation robot. Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference «Diversity and Inclusion in Scientific Area», Value 140, P.648-651.
19. Моделі та методи кіберфізичних виробничих систем в концепції Industry 4.0 : монографія / І. Ш. Невлюдов, В. В. Євсєєв, А. О. Андрусевич, С. С. Максимова ; – Oktan Print – Prague. 2023. – 321 с.

**Науковий керівник:** Гурін Дмитро Валерійович, старший викладач кафедри КІТАМ, Харківського національного університету радіоелектроніки

**ДОДАТОК Г**  
Демонстраційний матеріал

