

ДОДАТОК А

Програма керування позиціонуванням сонячних панелей на основі даних з датчиків освітленості

```
#include <Servo.h>

Servo horizontal;
int servoh = 90;

int servohLimitHigh = 180;
int servohLimitLow = 0;

Servo vertical;
int servov = 45;

int servovLimitHigh = 180;
int servovLimitLow = 0;

int ldr1t = A2; //LDR top left - BOTTOM LEFT
int ldr1r = A3; //LDR top right - BOTTOM RIGHT
int ldr2l = A1; //LDR down left - TOP LEFT
int ldr2r = A0; //ldr down right - TOP RIGHT

int buzz_pin = 10;
int buzz_tone = 20;

int tol = 50;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(buzz_pin, OUTPUT);
  horizontal.attach(31);
  vertical.attach(30);
  horizontal.write(servoh);
  vertical.write(servov);
}

void loop()
{
  int lt = analogRead(ldr1t); // top left
```

```

int rt = analogRead(ldrrt); // top right
int ld = analogRead(ldrld); // down left
int rd = analogRead(ldrrd); // down right

int avt = (lt + rt) / 2; // average value top
int avd = (ld + rd) / 2; // average value down
int avl = (lt + ld) / 2; // average value left
int avr = (rt + rd) / 2; // average value right

int dvert = abs(avt - avd); // check the diffirence of up and down
int dhoriz = abs(avl - avr); // check the diffirence of left and right

Serial.print("avt: ");
Serial.print(avt);
Serial.print(" ");
Serial.print("avd: ");
Serial.print(avd);
Serial.print(" ");
Serial.print("avl: ");
Serial.print(avl);
Serial.print(" ");
Serial.print("avr: ");
Serial.println(avr);

Serial.print("h: ");
Serial.print(servoh);
Serial.print(" ");
Serial.print("v: ");
Serial.print(servov);
Serial.print(" ");

if (dhoriz > tol)
{
  if (avl > avr)
  {
    if (servoh - 1 >= servohLimitLow) servoh--;
    else beep(150);
  }
  else if (avl < avr)
  {
    if (servoh + 1 <= servohLimitHigh) servoh++;
    else beep(150);
  }
  horizontal.write(servoh);
}

```

```
}  
  
if (dvert > tol)  
{  
  if (avt > avd)  
  {  
    if (servov + 1 <= servovLimitHigh) servov++;  
    else beep(100);  
  }  
  else if (avt < avd)  
  {  
    if (servov - 1 >= servovLimitLow) servov--;  
    else beep(100);  
  }  
  vertical.write(servov);  
}  
}  
  
void beep(unsigned char delaysms){  
  analogWrite(buzz_pin, buzz_tone);  
  delay(delaysms);  
  analogWrite(buzz_pin, 0);  
  delay(delaysms);  
}
```

ДОДАТОК Б

Програма керування позиціонуванням сонячних панелей на базі PID-регулятора

```
#include <Servo.h>

Servo horizontal;
Servo vertical;

int ldrLt = A2; // LDR top left - BOTTOM LEFT
int ldrRt = A3; // LDR top right - BOTTOM RIGHT
int ldrLd = A1; // LDR down left - TOP LEFT
int ldrRd = A0; // LDR down right - TOP RIGHT

// PID parameters
double kp = 1.2; // Proportional gain
double ki = 1.0; // Integral gain
double kd = 0.8; // Derivative gain

int setpoint_horizontal = 90; // Horizontal setpoint (in degrees)
int setpoint_vertical = 45; // Vertical setpoint (in degrees)

double previous_error_horizontal = 0;
double integral_horizontal = 0;

double previous_error_vertical = 0;
double integral_vertical = 0;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  horizontal.attach(9);
  vertical.attach(10);
  horizontal.write(setpoint_horizontal);
  vertical.write(setpoint_vertical);
}

void loop()
{
  int Lt = analogRead(ldrLt); // top left
  int Rt = analogRead(ldrRt); // top right
  int Ld = analogRead(ldrLd); // down left
```

```

int rd = analogRead(ldrrd); // down right

// Calculate average values
int avt = (lt + rt) / 2; // average value top
int avd = (ld + rd) / 2; // average value down
int avl = (lt + ld) / 2; // average value left
int avr = (rt + rd) / 2; // average value right

// Calculate errors
double error_horizontal = setpoint_horizontal - avt + avd;
double error_vertical = setpoint_vertical - avl + avr;

// Calculate PID terms
double p_term_horizontal = kp * error_horizontal;
double i_term_horizontal = ki * integral_horizontal;
double d_term_horizontal = kd * (error_horizontal - previous_error_horizontal);
double pid_output_horizontal = p_term_horizontal + i_term_horizontal +
d_term_horizontal;

double p_term_vertical = kp * error_vertical;
double i_term_vertical = ki * integral_vertical;
double d_term_vertical = kd * (error_vertical - previous_error_vertical);
double pid_output_vertical = p_term_vertical + i_term_vertical +
d_term_vertical;

// Update previous errors and integral terms
previous_error_horizontal = error_horizontal;
integral_horizontal += error_horizontal;
previous_error_vertical = error_vertical;
integral_vertical += error_vertical;

// Limit PID outputs to servo limits
int servo_horizontal_output = constrain(setpoint_horizontal +
pid_output_horizontal, 0, 180);
int servo_vertical_output = constrain(setpoint_vertical + pid_output_vertical, 0,
180);

// Move servos to the desired positions
horizontal.write(servo_horizontal_output);
vertical.write(servo_vertical_output);

// Print debug information
Serial.print("avt: "); Serial.print(avt);
Serial.print(" avd: "); Serial.print(avd);

```

```
Serial.print(" avl: "); Serial.print(avl);  
Serial.print(" avr: "); Serial.println(avr);  
Serial.print("servo_horizontal_output: "); Serial.print(servo_horizontal_output);  
Serial.print(" servo_vertical_output: "); Serial.println(servo_vertical_output);  
  
// Add a delay to prevent rapid updates  
delay(100);  
}
```

ДОДАТОК В

Апробація результатів наукових досліджень



<https://nure.ua/>

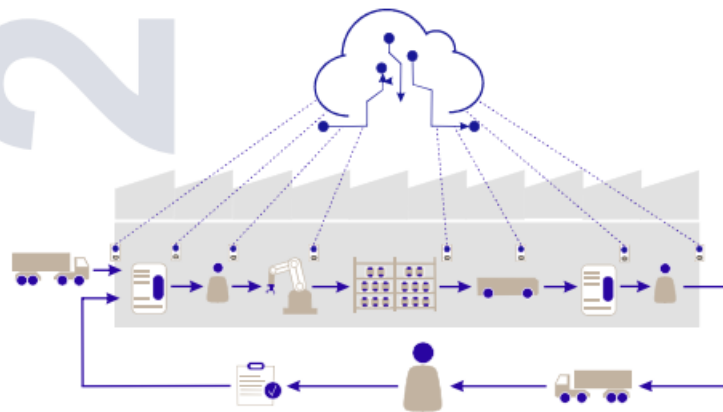
кафедра
Комп'ютерно-інтегрованих
технологій, автоматизації та мехатроніки

ХНУРЕ

2023

ЗБІРНИК

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



→ Industry 4.0

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

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>Кацьонкін В. Г.</i> Розроблення системи голосового керування сайтом для людей з обмеженими можливостями	19
<i>Карташова В. В.</i> Аналіз сучасних роботизованих та експертних систем	24
<i>Кащесв 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>Андреев А. С.</i> Перспективи використання PHP та MYSQL в проектах	66
<i>Виниченко 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 розмінювання ...	95
<i>Реука Є.</i> Розробка структурної схеми PID контролера для керування позиціонування сонячної панелі для автономних мобільних роботів	100

УДК 621.22.

**РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ PID КОНТРОЛЕРА ДЛЯ КЕРУВАННЯ
ПОЗИЦІОНУВАННЯ СОНЯЧНОЇ ПАНЕЛІ ДЛЯ АВТОНОМНИХ МОБІЛЬНИХ
РОБОТІВ**

Реука Є.

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

Анотація: В статті проведено аналіз використання альтернативних джерел живлення, підвищення автономності роботи мобільних роботів. Проведено дослідження існуючих методів позиціонування сонячних панелей, відносно мобільного роботу, описано їх недоліки та переваги. Дивлячись на це, автором для подальшої реалізації було обрано гібридний підхід. Внаслідок чого, було досліджено метод розрахунку кута нахилу сонячних панелей, та розроблена структурна схема PID контролера для керування позиціонування сонячної панелі на мобільному роботі при умов, що мобільний робот буде зупинятися в процесі перезарядки.

Ключові слова: автономні мобільні роботи, системи живлення, сонячні панелі, методи позиціонування.

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

Y. Reuka

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

Annotations: The article analyzes the use of alternative power sources, increasing the autonomy of mobile work. A study of existing methods of positioning solar panels, fairly mobile work, was conducted, and their disadvantages and advantages were described. Considering this, the author chose a hybrid approach for further implementation. As a result, a method for calculating the angle of inclination of solar panels was investigated, and a structural diagram of a PID controller was developed to control the positioning of the solar panel on a mobile robot, provided that the mobile robot will stop during the recharging process.

Key words: autonomous mobile robots, power systems, solar panels, positioning methods.

Автономні мобільні роботи є високотехнологічним рішенням, для автоматичного виконання поставлених цілей, особливістю даних роботів є їх автономність та можливість роботи в складних, а іноді дуже небезпечних умовах для людини. Внаслідок чого, час автономної роботи в таких умовах є дуже важливим фактором, що забезпечує функціональність та дозволяє розширити можливості виконання завдань, без необхідності на перезарядку, завдяки використанню альтернативних джерел енергії. [1-4] Одним із поширених джерел, є використання сонячної енергії, поглинання якої відбувається за допомогою сонячних панелей, які можуть знаходитися на мобільному роботі, та розгортатися за необхідності заряджання акумуляторів. Варто звернути увагу, що година зарядки акумуляторів від сонячних панелей залежить не тільки від площі панелі, а також від правильної орієнтації панелі щодо джерела світла. [5-7] При правильній орієнтації панелі, час заряджання акумуляторів автономного мобільного робота зменшується, що підвищує час його автономності та продуктивності роботи. Внаслідок цього, можливо зробити висновок, що дослідження методів позиціонування сонячних панелей для автономних роботів є актуальними з кількох причин:

- збільшення числа автономних роботів: сучасні автономні роботи все частіше використовуються в промисловості, агрокультурі, медицині, моніторингу навколишнього середовища та інших галузях. Позиціонування сонячних панелей необхідне для забезпечення тривалої роботи цих роботів;

- позиціонування сонячних панелей може підвищити енергоефективність автономних роботів, забезпечуючи ефективніше використання сонячної енергії;

- точне позиціонування сонячних панелей може допомогти підвищити надійність роботи автономних роботів, особливо в умовах змінної освітленості;

- розробка нових методів позиціонування сонячних панелей для автономних роботів може стимулювати розвиток нових технологій у галузі сонячної енергії та автономних роботів.

Загалом дослідження методів позиціонування сонячних панелей для автономних роботів можуть допомогти зробити ці роботи більш ефективними та надійними, підвищити їх автономність, що має важливе значення для їх широкого застосування в різних галузях діяльності людини, а також в зонах техногенних катастроф [8-13]. На даний час існують наступні методи позиціонування сонячних панелей для мобільних роботів, опис яких представлено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Методи позиціонування сонячних панелей

Метод	Опис
Фіксоване позиціонування	сонячні панелі встановлюються у фіксованому положенні на роботі, забезпечуючи найкраще можливе позиціонування залежно від напрямку сонячних променів у момент встановлення.
Пасивне стеження	робот оснащений рухомою сонячною панеллю, яка встановлюється під оптимальним кутом залежно від сонця. Такий підхід використовується, коли робот рухається у заданому напрямку та має можливість пасивно відстежувати сонячне випромінювання.
Активне стеження	робот оснащений датчиком положення сонця та системою управління двигуном, яка дозволяє роботу активно повертати сонячну панель у напрямку сонця. Цей метод забезпечує більш точне позиціонування, ніж пасивне стеження, але потребує більшого енергоспоживання для роботи системи керування двигуном.
Гібридний підхід	комбінація двох або більше вищезгаданих методів. Наприклад, робот може використовувати фіксовані сонячні панелі для загального напрямку сонячних променів та активну систему стеження для точного позиціонування.

Проводячи аналіз існуючих методів позиціонування сонячних панелей на мобільних автономних роботах в рамках даних досліджень пропонується використовувати гібридний підхід, так як він дозволяє:

- комбінувати різні методи визначення сонця, такі як GPS, компаси, інфрачервоні датчики і т.д. Це забезпечує більш точне визначення положення сонця та, відповідно, ефективніше позиціонування сонячної панелі;

- дозволяє використовувати різні методи управління, такі як ПІД-регулятори, нейромережєвні алгоритми і т.д. Це забезпечує більш точне керування пристроєм і більш швидку адаптацію до умов навколишнього середовища, що змінюються.

Внаслідок чого можна зробити висновок, що гібридний підхід при позиціонуванні сонячних панелей для мобільних роботів є більш ефективним, ніж використання лише одного методу чи технології. Комбінація різних методів та технологій дозволяє отримати більш точне та швидке

позиціонування сонячної панелі, що у свою чергу забезпечує більш ефективну роботу пристрою та збільшує тривалість його автономної роботи.

На першому етапі розробки необхідно визначити яким чином буде проводитись визначення положення сонця, в певний проміжок часу. Для цього будемо використовувати географічні координати міста (DMS: Широта: 49°59'48" N; Довгота: 36°15'26" E), та для більш точного визначення на місцевості, пропонується використовувати модуль Global Positioning System (GPS), що дає можливість отримати пеленг сонця по азимуту (відносно північного полюса) і положення по висоті (кути) в проміжок часу світлового дня (з 6.00 – 21.00) відповідно до пори року. На основі знань цих двох кутів, використовуючи рівняння для перетворення координат між сферичними системами координат і декартової лінії, на якій розташоване сонце, тобто, його промені, легко визначається [14-16]. Таким чином, декартові координати сонця проводяться в будь-який конкретний момент. Щоб кут падіння між вхідним сонячним світлом і панеллю був максимальним, трекер на мобільному роботі повинен збігати з азимутальним пеленгом і висотою в конкретний момент. Це можливо досягнути за рахунок використання двигунів (крокових) для більш точного позиціонування, з розрахунком кута, як показано на рисунку 1.

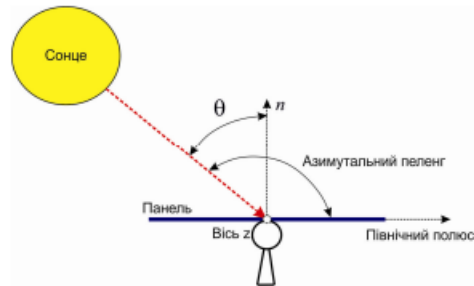


Рисунок 1 – Розрахунок кута нахилу сонячної панелі

Як показано на рис. 1, сонячна панель розміщена на осі, яка представляє північний полюс, а l є нормальним вектором для цієї панелі. Щоб кут був максимальним, цей вектор повинен збігатися з сонячним світлом, отже, пластина має обертатися навколо осі z на кут θ . Для цього потрібно розробити систему контролю, яка буде відповідати за переміщення панелі протягом сонячного дня, аналогічно виконується узгодження панелі. Як можна побачити з поставленої мети дослідження, вся система складатиметься з мобільного робота та встановленого на нього трекера з сонячною панеллю. Зробивши припущення, що мобільний робот для кращої зарядки, буде зупинятися, внаслідок чого мобільний робот є статичним, а сонячна панель з трекером рухомих, внаслідок чого, можна зробити висновок що система, що розробляється має 8 ступенів свободи (DOF), з яких шість пов'язані з мобільним роботом і вони постійні в часі через припущення нерухомості мобільного робота. Останні два ступені свободи змінні в часі, і ці координати пов'язані з сонячним трекером (вісь z і обертання навколо осі y). Для більш точного розрахунку позиціонування сонячної панелі, потрібно розрахувати та виключити похибки, для цього пропонується використовувати пропорційно-інтегрально-похідний регулятор (PID-регулятор) для контуру зворотного зв'язку – механізм (контролер), якій широко використовується в промислових системах управління. PID-регулятор розраховує значення «помилки», як різницю між виміряною змінною процесу та бажаною контрольною точкою. Система керування (мікроконтролер) намагається мінімізувати помилку, регулюючи

входи керування процесом. Алгоритм розрахунку PID-регулятора включає три окремих постійних параметри, відповідно, іноді називають тричленим керуванням: пропорційним, інтегральним і похідним значенням, позначених P, I та D. Простіше кажучи, ці значення можна інтерпретувати в термінах часу: P - залежить від поточної помилки, I - від накопичення минулих помилок, а D - є прогнозом майбутньої помилки на основі поточної швидкості змін [17,18]. Зважена сума цих трьох дій використовується для регулювання процесу за допомогою виконуючого механізму, в даному випадку це серводвигуні, які дозволяють виконати більш точне позионування сонячної панелі. Структурна схема PID контролера для керування позионування сонячної панелі представлено на рисунку 2.

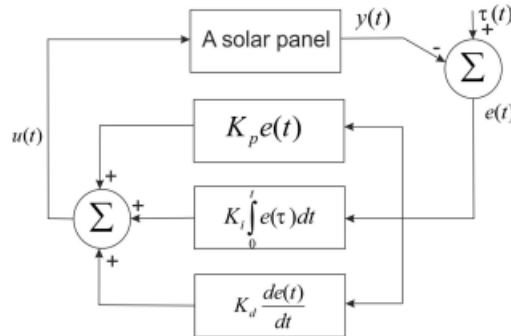


Рисунок 2 – Структурна схема PID контролера для керування позионування сонячної панелі на мобільному роботі

В майбутньому, на базі розробленої структурної схеми PID контролера для керування позионування сонячної панелі на мобільному роботі, планується розробка математичної моделі на базі програми MatLab та проведення ряду експериментів для визначення параметрів PID регуляторів, що дозволить розробити гнучкий алгоритм керування позионування сонячної панелі на автономному мобільному роботі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Heng Zhang, Qi Sheng, Yuxin Sun, Xinjun Sheng, Zhenhua Xiong, Xiangyang Zhu (2020). A novel coordinated motion planner based on capability map for autonomous mobile manipulator. *Robotics and Autonomous Systems*, Volume 129. <https://doi.org/10.1016/j.robot.2020.103554>
2. Francisco Calderón, Allan Lüders, David Wettergreen, James Teza, Andrés Guesalaga. (2007). Analysis of High-Efficiency Solar Cells in Mobile Robot Applications. *J. Sol. Energy Eng.* Aug 2007, 129(3): 343-346 (4 pages). <https://doi.org/10.1115/1.2735361>
3. Hameed, M.H.S., Hasan, M.Z., Jobran, J.A.M. (2021). Design on Real Time Control for Dual Axis Solar Tracker for Mobile Robot. In: , et al. *Proceedings of the 11th National Technical Seminar on Unmanned System Technology 2019 . NUSYS 2019. Lecture Notes in Electrical Engineering*, vol 666. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-5281-6_82
4. Gwynne VDK, Ron VD (2018) Robotisation of urban freight transport. In: *Bijdragen Vervoerslogistieke Werkdagen 2018*. University Press Zelzate, Belgium, pp 1–11

5. Ljubinko Kevac, Aleksandar Rodić, Mirjana Filipovic. (2013). Control of Two-Axis Solar Tracker for Increasing the Autonomy of Mobile Robot. Conference: Second International Conference on Renewable Electrical Power Sources. DOI:10.13140/2.1.4969.6003
6. Євсєєв В.В. Проектування мобільних роботів на базі одноплатних комп'ютерів (Raspberry Pi) мови Python 3.6 // Невлюдов І. Ш., Андрусевич А. О., Євсєєв В. В. Підручник. – Харків : 2020. С. 257.
7. Невлюдов І. Ш., Андрусевич А. О., Євсєєв В. В., Новоселов С. П., Демська Н. П. Проектування мобільних маніпуляційних роботів: Монографія. – Х. : 2022. – 427 с.
8. Vladyslav Yevsiciev, Nikolaj Starodubcev (2023). Development of a control algorithm for a small-sized mobile manipulation robot. Scientific Collection «InterConf», (140), P. 648-651.
9. Yevsiciev V. (2023) Development of a program for modeling the control of a mobile manipulation robot in the unity environment / Yevsiciev V., Starodubcev N. // Scientific Collection «InterConf», (141), P. 331-334.
10. 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.
11. Yevsiciev V. Development of the Environmental Visualization System Based on ESP32-CAM / V. Yevsiciev, 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.
12. Attar, H., & et al. (2022). Control System Development and Implementation of a CNC Laser Engraver for Environmental Use with Remote Imaging. Computational Intelligence and Neuroscience, 2022, Article ID 9140156, <https://doi.org/10.1155/2022/9140156>.
13. 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>
14. Yevsiciev, 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>
15. Yevsiciev V. Analysis of Crawler Robots / V. Yevsiciev, 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.
16. Yevsiciev 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
17. Viktoriia Bortnikova, Vladyslav Yevsiciev, Iryna Botsman, Igor Nevludov, Kostiantyn Kolesnyk, Nazariy Jaworski. Queries classification using machine learning for implementation in intelligent manufacturing // Chapter 6 in Monograph «Methods and tools in CAD – selected issues». – Białystok (Poland): Publishing House of Białystok University of Technology. – 2021. – PP. 63-74.
18. 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

