

## РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ПІДКЛЮЧЕННЯ РОБОТИЗОВАНОЇ ПЛАТФОРМИ ДЛЯ РОЗМІНУВАННЯ

**Гурін Д.В.**

Харківський національний університет радіоелектроніки  
Україна, 61000, Харків, пр. Науки 14

E-mail: dmytro.gurin@nure.ua

**Анотація:** У тезах розглянуто один з етапів розробки платформи з використанням компонентів, таких як Arduino UNO R3, ESP32-Cam, серводвигуни TowerPro SG90S, ультразвукові датчики HC-SR04 та інші, а також їх підключення за допомогою електричних схем. Дослідження має на меті розробку макету мобільної роботизованої платформи, спрямованої на підвищення безпеки та ефективності у розмінуванні.

**Ключові слова:** розмінування, автономна платформа, роботизована платформа.

## DEVELOPMENT OF THE STRUCTURED CONNECTION DIAGRAM OF THE ROBOTIC PLATFORM FOR MINING

**Gurin D.**

Kharkiv National University of Radio Electronics  
Ukraine, 61000, Kharkiv, 14 Nauky Ave

E-mail: dmytro.gurin@nure.ua

**Annotation:** The article consider one of the stages of platform development using components such as Arduino UNO R3, ESP32-Cam, TowerPro SG90S servomotors, HC-SR04 ultrasonic sensors and others, as well as their connection using electrical circuits. The research aims to develop a layout of a mobile robotic platform aimed at increasing safety and efficiency in demining.

**Keywords:** demining, autonomous platform, robotic platform.

В сучасному світі конфліктні зони, природні катастрофи та військові дії залишають за собою небезпечні території, сповнені непередбачуваними ризиками. Залишки вибухових пристроїв та мін стають смертельною загрозою для людей та навколишнього середовища. Розробка програмно-апаратних засобів роботизованої платформи для розмінування вирішує проблему безпеки та допомагає зберегти людське життя.

Не лише роботизована платформа дозволяє уникнути ризиків для людей, але й прискорює процес розмінування, забезпечуючи швидке відновлення постраждалих територій. Застосування цих технологій стає важливим кроком у напрямку глобальної безпеки та відновлення миру в постраждалих регіонах.

Розробка програмно-апаратних засобів для роботизованої платформи розмінування є важливим завданням, що вимагає високих технічних інновацій та глибокого розуміння глобальних викликів. Ці технології не тільки забезпечують безпеку, але й сприяють розвитку гуманітарних ініціатив, спрямованих на відновлення та покращення якості життя в умовах конфліктів та криз.

Невідомим кроком при створенні платформи для розмінування є вибір апаратних модулів. Для того щоб дана конструкція відповідала всім необхідним умовам, які дозволять їй працювати максимально ефективно. Провівши аналіз, було обрано ESP32-Cam через свою доступність, легкість програмування, бездротовий зв'язок та компактний модуль, який об'єднує в собі не лише камеру, а й мікроконтролер ESP32, що забезпечує високу інтегрованість та зменшує кількість компонентів. Для роботи маніпулятора було вирішено обрати серводвигун TowerPro MG90S. Цей серводвигун має прийнятні силові характеристики для багатьох застосувань, де потрібна невелика сила та точність управління, він компактний, економічний при використанні енергії та доступний в цінній категорії. Вибір датчика ультразвуку зупинився на HC-SR04 з кількох причин. По-перше, вартість даного датчика є

більш доступною порівняно з US-100. Враховуючи простоту використання HC-SR04, він може бути легко інтегрований в проект, і також він є надійним. Їх можна використовувати в різну погоду, на відміну від лазерних далекомірів.

Для керування всією мобільною маніпуляційною платформою для розмінування було вирішено обрати одноплатний комп'ютер Arduino UNO R3. Пересування робота здійснюється на гусеничні шасі, щоб робот міг пересуватися на складних поверхнях в таких місцях, як поле або ліс. Для переміщення гусеничних шасі було обрано двигуни з редуктором 1:48 DC 3V-6V. Для керування двигунами було обрано драйвер двигуна з інтегральною мікросхемою мосту H-bridge L298N. Електроживлення мобільної платформи для розмінування здійснюється на базі трьох акумуляторів 18650 серії Li-Mh 3000 мАг, з номінальною напругою 3,7 В. Зарядка всієї системи здійснюється за допомогою плати BMS18650 Type-C версії 3S для зарядки Li-Ion акумуляторів. Для регулювання та забезпечення стабільної напруги було вибрано лінійний стабілізатор напруги AMS1117 3,3 В 1 А.

Розроблена роботизована платформа для розмінування включає в себе компоненти, які представлені, в таблиці 1 .

Таблиця 1 – Кількість необхідних деталей

Компонент	Кількість, шт.
Arduino UNO R3	1
ESP32-Cam	1
TowerPro SG90S	4
HC-SR04	4
Драйвер двигуна L298N	1
Двигун з редуктором 1:48 DC 3 В-6 В	2
Плата BMS18650 Type-C версії 3S	1
Акумулятор 18650 серії Li-Mh	3
AMS1117 3,3 В 1 А	1

Після вибору всіх компонентів та визначення їх кількості для проекту мобільної платформи для розмінування була розроблена електрична схема підключень. Дана схема відображає взаємозв'язок між всіма компонентами та модулями, показуючи, як вони пов'язані в одну систему за допомогою дротів. На рисунку 1 зображена створена схема підключення всіх компонентів в одну систему в програмі draw.io Diagrams.

U1-U4 – це ультразвукові датчики HC-SR04, які мають чотири дроти: GND – це земля, VCC – живлення 5 В, TRIG – дріт, який використовується для запуску вимірювання відстані та ЕCHO – це дріт, який призначений для прийому сигналу ехо.

U5-U8 – це серводвигуни TowerPro SG90S, які підключаються до Arduino UNO R3 через три дроти, це: GND, VCC та S – це командний дріт для передачі інформації.

U9-U10 – це двигуни з редуктором 1:48 DC 3V-6V, вони мають два дроти керування двома напрямками. Підключені до драйверу двигуна L298N.

Драйвер двигуна L298N підключений до мікроконтролера ESP32-Cam через чотири дроти передачі інформації використовуючи інтерфейс GPIO. Живлення йде через дріт VCC та GND.

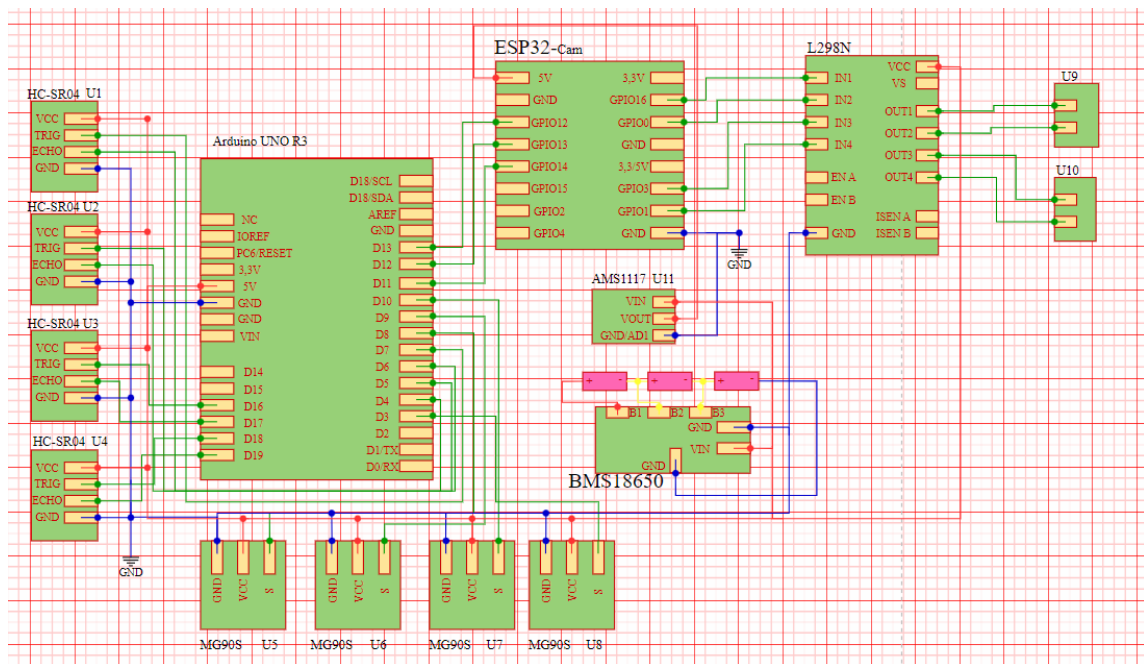


Рисунок 1 – Схема підключення компонентів мобільної платформи по розмінуванню

Мікроконтролер ESP32-Cam підключений до Arduino UNO R3 через три дроти передачі інформації, які підключені до цифрових входів одноплатного комп'ютера використовуючи при цьому інтерфейс GPIO на ESP32-Cam. Дріт живлення 5 В підключений до стабілізатора напруги, як і дріт GND.

Стабілізатор напруги U11 підключений до ESP32-Cam через два дроти та один дріт йде до плати BMS18650.

Всі датчики, серводвигуни, драйвер L298N та Arduino UNO R3 підключені до плати живлення BMS18650 який на виході подає 12 В.

**ВИСНОВКИ.** Розроблено структурну схему підключення мобільної маніпуляційної платформи для розмінування, в якій було визначено наступні модулі: модуль Mine, модуль Computer Vision Module, модуль Manipulator, модуль Sensor Module, модуль Mobile Robot Control System, модуль Local Control System, модуль Manipulator Control Module, модуль Power Management Module, модуль Motor Control Driver та модуль Movers. Що в подальшому дозволить розробити макет мобільної роботизованої платформи для розмінування, враховуючи недоліки існуючих, а саме зниження вартості платформи та підвищення безпеки оператора роботизованої платформи.

## ЛІТЕРАТУРА

1. 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
2. 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
3. Yevsieiev, V., & Gurin, D. (2023). Comparative Analysis of the Basic Methods Used in Industry 4.0 and Industry 5.0. Collection of Scientific Papers «ΛΟΓΟΣ», (Bologna, Italy), 113–115. <https://doi.org/10.36074/logos-29.09.2023.31>
4. Невлюдов І. Ш., Андрусевич А. О., Євсєєв В. В., Новоселов С. П., Демська Н. П. Проектування мобільних маніпуляційних роботів: Монографія. – Х. :, 2022. – 427 с.

5. Модуль ESP32-CAM з камерою OV2640, WiFi и Bluetooth // RoboStore, 2023. URL: <https://www.robostore.com.ua/modul-esp32-cam-bluetooth-wi-fi-esp32-s-kameroy-ov2640/> (дата звернення : 5.02.2024).
6. Arduino UNO R3 (CH340) // ARDUINO.UA, 2023. URL: <https://arduino.ua/ru/prod2610-arduino-uno-r3-ch340> (дата звернення : 15.02.2023).
7. Yevsieiev, V. ., & Gurin, D. . (2023). COMPARATIVE ANALYSIS OF THE BASIC METHODS USED IN INDUSTRY 4.0 AND INDUSTRY 5.0. Collection of Scientific Papers «ΛΟΓΟΣ», (September 29, 2023; Bologna, Italy), 113–115. <https://doi.org/10.36074/logos-29.09.2023.31>
8. Yevsieiev, V. Comparative Analysis of the Characteristics of Mobile Robots and Collaboration Robots Within INDUSTRY 5.0. / V. Yevsieiev, D. Gurin // In the VI International Scientific and Theoretical Conference, September 8, 2023. Chicago, USA. P.92-94
9. Yevsieiev V. Some aspects of the development of the BEAM robot control scheme / V. Yevsieiev // In IV International Scientific and Theoretical Conference, Singapore, Republic of Singapore. - P. 79-81.
10. Svitlana Maksymova, Vladyslav Yevsieiev, & Ahmad Alkhalaileh. (2024). The Monitoring System Architecture Development. Journal of Universal Science Research, 2(1), 69–79.
11. Al-Sharo, Y., Abu-Jassar, A., Lyashenko, V., Yevsieiev, V., Maksymova, S. A Robo-hand prototype design gripping device within the framework of sustainable development, Indian Journal of Engineering, 20 2023 e37ije1673. <https://doi.org/10.54905/disssi.v20i54.e37ije1673>
12. Lyashenko, V., Abu-Jassar, A.T., Yevsieiev, V., Maksymova, S. Automated Monitoring and Visualization System in Production, Int. Res. J. Multidiscip. Technovation, 5(6) 2023 09-18. <https://doi.org/10.54392/irjmt2362>
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. Невлюдов І. Ш. БЕАМ робототехніка : навч. посіб. / І. Ш. Невлюдов, В. В. Євсєєв, С. С. Максимова ; Харків. нац. ун-т радіоелектроніки, кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР). – Кривий Ріг : Видавець Чернявський Д. О., 2024. – 276 с. – ISBN 978-617-8045-79-1
15. Svitlana Maksymova, & Vladyslav Yevsieiev. (2024). Coin Counting Device Kinematic Diagram Development. Journal of Universal Science Research, 2(1), 159–168.
16. Yevsieiev V. Some aspects of the development of the BEAM robot control scheme / V. Yevsieiev // In IV International Scientific and Theoretical Conference, Singapore, Republic of Singapore. - P. 79-81.
17. Yevsieiev V. Application of Generative Design Methods for Improving Manipulator Designs for Mobile Robots / V. Yevsieiev, N. Demska // Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології у виробництві та освіті: стан, досягнення, перспективи розвитку: матеріали Всеукраїнської науково-практичної Internet-конференції. – Черкаси, 2023. - 165 с. С.161-163
18. Development and Improvement of the Design of a Lightweight Mobile Robot Manipulator Using Generative Design / I. Nevliudov, V. Yevsieiev, N. Demska, H. Kostrova // Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. Томі 34 (73) № 2. - 2023. - С.206-213.