

Міністерство освіти і науки України



NURE

Харківський національний університет
радіоелектроніки

ЗБІРНИК

студентських наукових статей

«Автоматизація та приладобудування»

«Automation and Development of Electronic Devices»

ADED-2023

(Випуск 2)

[електронне видання]



<http://nure.ua/department/kafedra-komp-yuterno-integrovanih-tehnologiy-avtomatizatsiyi-ta-mehatroniki-kitam>



<http://itez.zntu.edu.ua/>



<http://kafea.kdu.edu.ua>

Харків 2023

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки
кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки
(КІТАР)



ЗБІРНИК

студентських наукових статей

«Автоматизація та приладобудування»

«Automation and Development of Electronic Devices»

ADED-2023

(Випуск 2)

[електронне видання]

Харків 2023

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-виробниче 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: **Євсєєв Владислав В'ячеславович**, 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. 2. – 386с.

Collection of Students' Scientific Paper «Automation and Development Of Electronic Devices» ADED-2023 Part 2 (Key infrastructure 2023) - Kharkiv/ The Editorial.: Nevlyudov I.Sh. (head), that all. Kharkiv: Kind of Kharkiv National University of Radio Electronics [electronic edition], 2023. – 386p 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 робототехніки (КІТАР) 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

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ДЛЯ ЗНЕШКОДЖЕННЯ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРЕДМЕТІВ

С.Ю. Мірошніченко

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

Email: serhii.miroshnichenko1@nure.ua

Анотація: У статті було проведено аналіз сучасних методів та технологій управління для знешкодження вибухонебезпечних предметів. Побудована таблиця порівняння переваг і недоліків даних методів. Виходячи з перерахованих переваг та недоліків, в рамках даних досліджень пропонується використовувати комбінований метод управління для знешкодження вибухонебезпечних предметів, який складається з: роботизованої системи, електронних систем виявлення та використання лазерів для підривання. На базі вибраних методів була розроблена структурна схема автоматизованої системи управління для знешкодження вибухонебезпечних предметів та описано призначення кожного модуля з вибором апаратних модулів.

Ключові слова: знешкодження вибухонебезпечних предметів, мобільний робот, маніпулятор, система курування, лазер, структурна схема.

AUTOMATED CONTROL SYSTEM FOR DISPOSAL OF EXPLOSIVE OBJECTS

S. Miroshnichenko

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.,14

Email: serhii.miroshnichenko1@nure.ua

Annotations: The article analyzed modern management methods and technologies for the disposal of explosive objects. A comparison table of the advantages and disadvantages of these methods is built. Based on the listed advantages and disadvantages, within the framework of these studies, it is proposed to use a combined management method for the disposal of explosive objects, which consists of: a robotic system, electronic detection systems and the use of lasers for detonation. On the basis of the selected methods, a structural diagram of an automated control system for the disposal of explosive objects was developed, and the purpose of each module was described with a selection of hardware modules.

Key words: disposal of explosive objects, mobile robot, manipulator, monitoring system, laser, structural diagram.

Актуальність розроблення автоматизованої системи управління для знешкодження вибухонебезпечних предметів для України визначається нагальною потребою у безпеці та захисті населення та інфраструктури в умовах конфлікту на сході країни. Наявність значної кількості нерозірваних вибухівок та мін після бойових дій створює загрозу для громадського населення, особливо для дітей та мирного населення [1]. Автоматизована система управління може значно поліпшити ефективність виявлення, ідентифікації та нейтралізації вибухонебезпечних предметів, зменшуючи час реакції та ризики для людей. Крім того, це сприятиме відновленню та розвитку економіки в постраждалих регіонах, забезпечуючи безпеку для бізнесу та інвесторів. Міжнародне визнання та підтримка в цій сфері можуть допомогти Україні отримати експертну підтримку та технічні ресурси для успішної реалізації проекту, сприяючи забезпеченню безпеки та стабільності в країні [2].

На сьогоднішній день існують різноманітні методи та технології управління для знешкодження вибухонебезпечних предметів [3]. Серед них:

- ручне управління: метод, де вибухонебезпечні предмети знешкоджуються вручну кваліфікованими спеціалістами. Цей метод вимагає великої уваги до деталей та може бути небезпечним для спеціалістів, які проводять знешкодження;

- роботизовані системи, здатні до видалення вибухонебезпечних предметів з віддаленої відстані, що зменшує ризик для людей. Ці системи використовують дистанційне керування та можуть бути оснащені різними інструментами для нейтралізації;

- контрольовані вибухи, метод передбачає використання контрольованих вибухів для нейтралізації вибухонебезпечних предметів. Спеціалісти розміщують вибухові пристрої поруч з предметом та віддалено вибуховість нейтралізують;

- електричні системи виявлення за допомогою використання сенсорів та детекторів для виявлення вибухонебезпечних предметів. Ці системи можуть автоматично виявляти та сигналізувати про наявність вибухових матеріалів;

- хімічні методи для нейтралізації вибухонебезпечних речовин. Цей метод вимагає точності у виборі реагентів та може бути використаний для різних видів вибухонебезпечних матеріалів;

- використання лазерів для точного впливу на вибухонебезпечний предмет з метою його нейтралізації.

Кожен з цих методів має свої переваги та обмеження. Ефективний вибір методу залежить від конкретної ситуації, виду вибухонебезпечного предмета та доступності технічних ресурсів. Нові дослідження та технологічний прогрес надають можливість розвивати більш безпечні та ефективні системи управління для знешкодження вибухонебезпечних предметів [4-5].

Проведемо порівняльний аналіз переваг та недоліків кожного з вище перерахованих методів, результат якого представлено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Порівняльний аналіз переваг та недоліків існуючих методів та технологій управління для знешкодження вибухонебезпечних предметів [6]

Метод/ Технологія	Опис	Переваги	Недоліки
1	2	3	4
Ручне управління	Знешкодження вручну кваліфікованими спеціалістам	Контроль та увага до деталей	Небезпека для спеціалістів, обмежений доступ до важкодоступних місць
Роботизовані системи	Видалення віддалено з використанням роботів	Зменшення ризику для людей, можливість обстеження та нейтралізації важкодоступних об'єктів	Вартість розробки та підтримки, можливість технічних неполадок
Контрольовані вибухи	Використання контрольованих вибухів для нейтралізації	Ефективність в нейтралізації вибухонебезпечних предметів	Ризик вибуху, потрібна велика точність в розміщенні вибухових пристроїв

Продовження таблиці 1

1	2	3	4
Електричні системи виявлення	Використання сенсорів та детекторів для виявлення вибухонебезпечних предметів	Автоматичне виявлення вибухонебезпечних матеріалів	Можливість помилок детекторів, залежність від умов оточуючого середовища
Хімічні методи	Використання хімічних реагентів для нейтралізації вибухонебезпечних речовин	Ефективність у нейтралізації різних видів вибухонебезпечних матеріалів	Потрібно точне знання характеристик матеріалів, можливий ризик забруднення навколишнього середовища
Використання лазерів	Вплив лазерів на вибухонебезпечний предмет для його нейтралізації	Точність впливу на об'єкт, можливість працювати на віддаленій відстані	Високі витрати на обладнання та утримання, потрібні спеціалізовані навички для обслуговування та налаштування

Виходячи з вище перерахованих переваг та недоліків, в рамках даних досліджень пропонується використовувати комбінований метод управління для знешкодження вибухонебезпечних предметів, який включає роботизовані системи, електричні системи виявлення та використання лазерів для підриву [7-8]. Запропоноване рішення має такі переваги:

- комплексний підхід. Комбінація роботизованих систем, електричного виявлення та лазерного підриву надає комплексний підхід до проблеми знешкодження вибухонебезпечних предметів. Кожен елемент системи може виконувати свою унікальну функцію, сприяючи ефективності та безпеці процесу.

- зменшення ризику для людей. Роботизовані системи дозволяють видалення вибухонебезпечних предметів з віддаленої відстані, зменшуючи ризик для людей. Електричні системи виявлення можуть автоматично виявляти вибухонебезпечні матеріали, а лазери можуть бути використані для точного та безпечного підриву.

- точність та швидкість. Лазери можуть забезпечити точний вплив на вибухонебезпечний предмет, що сприяє швидкій та ефективній його нейтралізації. Роботизовані системи можуть оперативно виконувати завдання в областях, де люди можуть стикатися з ризиком.

- автоматизація та інтелект. Електричні системи виявлення можуть використовувати алгоритми машинного навчання для постійного вдосконалення процесу виявлення вибухонебезпечних предметів. Роботизовані системи можуть використовувати автономні алгоритми для ефективної взаємодії з оточуючим середовищем.

- гнучкість та адаптабельність. Комбінований підхід дозволяє адаптувати стратегію в залежності від конкретної ситуації. Наприклад, використання лазерів може бути ефективним для точної нейтралізації конкретних компонентів вибухонебезпечних предметів.

Враховуючи ці переваги, комбінація роботизованих систем, електричного виявлення та використання лазерів може стати ефективним та безпечним методом управління для знешкодження вибухонебезпечних предметів [9]. Ґрунтуючись на запропонованому рішенні комплексного підходу, розробимо структурну схему автоматизованої системи управління для знешкодження, яка представлена на рисунку 1.

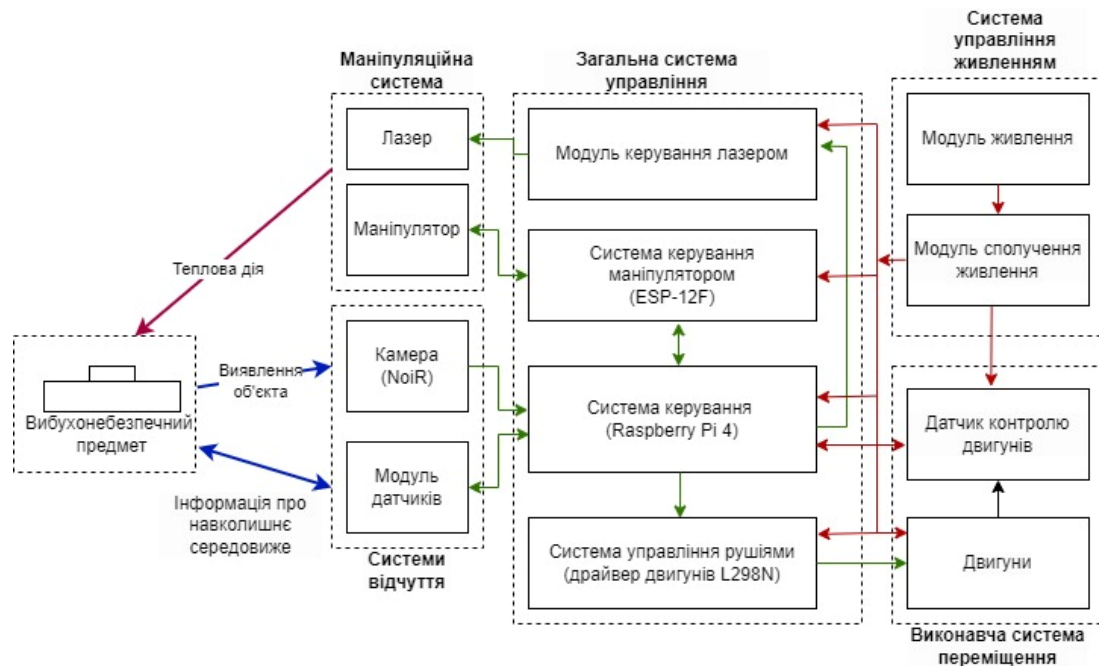


Рисунок 1 – Структурна схема автоматизованої системи управління для знешкодження вибухонебезпечних предметів

Як можна бачити з рисунку 1, розроблена структурна схему автоматизованої системи управління для знешкодження вибухонебезпечних предметів складається з таких елементів [10]:

- маніпуляційна система, це маніпулятор на кінці якого прикріплений лазер, що дає можливість впливати на вибухонебезпечний предмет тепловим лучом;

- система відчуття, це масив датчиків, таких як: ультразвуковий датчик відстані HC-SR04, лазерний датчик дальності Lidar TF-LC02 та датчик зіткнення. Дозволяє отримати данні довкілля мобільного робота;

- загальна система управління, складається з наступних модулів: головний блок керування побудовано на базі однопалатного комп'ютера Raspberry Pi 4, до якого підключено модуль керування переміщенням маніпулятора на базі ESP-12F та модуль керування потужністю лазера. Для контролю переміщення мобільної платформи використовується модуль драйвера двигунів L298N, який керується безпосередньо з Raspberry Pi 4;

- система управління живленням складається з акумуляторів та модуля DC перетворювач знижувальний LM2596 з вольтметром, це обґрунтовано тим що живлення модуля L298N від 6-35В, а для стабільної роботи Raspberry Pi 4 потрібно 5В;

- виконавча система складається з двигунів, та датчиків контролю швидкості обертів, що дозволить більш точно контролювати положення робота для його переміщення по заданому маршруту.

Варто зауважити, що запропоноване рішення, має можливість до масштабування та має модульний адаптивний підхід, тобто має можливість підключення додаткових датчиків, таких як GPS або інших [11].

Висновки: Розроблена структурна схема автоматизованої системи управління для знешкодження вибухонебезпечних предметів побудована на базі синтезу наступних методів та технологій управління для знешкодження вибухонебезпечних предметів як: роботизовані системи, електричні системи виявлення та використання лазерів для підриву. Розроблена структурна схема, має модульний підхід до проектування, використовує доступні апаратні модулі, що дозволяють не тільки швидко ремонтувати, але мають можливість до вдосконалення та адаптацій під поставлені завдання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Dat Duy Nguyen, Dat Van Chu, Le Van Sy (2021). Dynamic Analysis and Simulation of the Hydraulic Control System on the Remote-Controlled Explosive Ordnance Disposal Machine. *International Journal of Manufacturing, Materials, and Mechanical Engineering (IJMMME)* 11(3). P.18. DOI: 10.4018/IJMMME.2021070103.
2. 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>.
3. 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>.
4. Nevludov, I., Yevsieiev, V., Maksymova, S., Demska, N., Kolesnyk, K., & Miliutina, O. (2022, September). Object Recognition for a Humanoid Robot Based on a Microcontroller. In *2022 IEEE XVIII International Conference on the Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH)* PP. 61-64. DOI: 10.1109/MEMSTECH55132.2022.10002906
5. 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.
6. Невлюдов І. Ш., Андрусевич А. О., Євсєєв В. В., Новоселов С. П., Демська Н. П. Проектування мобільних маніпуляційних роботів: Монографія. – Х. :, 2022. – 427 с.
7. T Maragatham, P Balasubramanie and M Vivekanandhan (2021). IoT Based Home Automation System using Raspberry Pi 4. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 1055 012081. DOI 10.1088/1757-899X/1055/1/012081
8. Lailis Syafa'ah; Agus Eko Minarno; Fauzi Dwi Setiawan Sumadi; Dwi Anggraini Puspita Rahayu (2019). ESP 8266 For Control And Monitoring In Smart Home Application. In *International Conference on Computer Science, Information Technology, and Electrical Engineering (ICOMITEE)*. Conference Location: Jember, Indonesia. DOI: 10.1109/ICOMITEE.2019.8921287.
9. 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
10. 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>.
11. Nevludov, I., Yanushkevych, D., Ivanov, L. (2021). Analysis of the state of creation of robotic complexes for humanitarian mining. *Technology Audit and Production Reserves*, 6/2 (62), 47-52.