

Додаток А
АПРОБАЦІЯ НАУКОВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

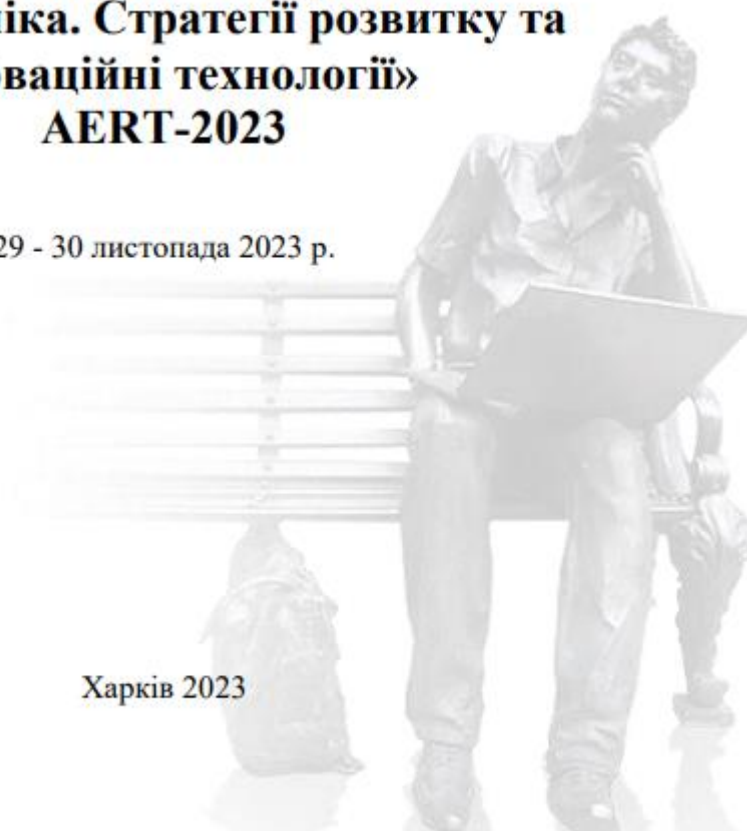
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ



МАТЕРІАЛИ
V ФОРУМУ
**«Автоматизація, електроніка та
робототехніка. Стратегії розвитку та
інноваційні технології»
AERT-2023**

29 - 30 листопада 2023 р.

Харків 2023



Збірник матеріалів V форуму «Автоматизація, електроніка та робототехніка. Стратегії розвитку та інноваційні технології» AERT-2023. – Харків, ХНУРЕ, 2023. – 149 стр.

В збірник включені матеріали V форуму «Автоматизація, електроніка та робототехніка. Стратегії розвитку та інноваційні технології» AERT-2023.



V форум «Автоматизація, електроніка та робототехніка. Стратегії розвитку та інноваційні технології» AERT-2023 проведено кафедрами:



- мікропроцесорних технологій і систем (MTC),



- комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (KITAP).

Видання підготоване
кафедрою мікропроцесорних технологій і систем (MTC)
Харківського національного університету радіоелектроніки (ХНУРЕ)

61166 Україна, Харків, просп. Науки, 14
Тел. +38 (057) 755 0220
E-mail:
iryna.svyd@nure.ua

© Харківський
національний університет
радіоелектроніки (ХНУРЕ), 2023

КОМІТЕТ ФОРУМУ**Голова комітету форуму:**

Романенков Ю.О. д.т.н., проф., проректор з наукової роботи ХНУРЕ,
м. Харків, Україна.

Програмний комітет форуму:

Свид І.В. к.т.н., доц., зав. каф. МТС ХНУРЕ, м. Харків, Україна.

Обод І.І. д.т.н., проф., проф. каф. МТС ХНУРЕ, м. Харків,
Україна.

Новоселов С.П. к.т.н., доц., проф. каф. КІТАР ХНУРЕ, м. Харків,
Україна.

Воргуль О.В. к.т.н., доц., доц. каф. МТС ХНУРЕ, м. Харків,
Україна.

Зубков О.В. к.т.н., доц., доц. каф. МТС ХНУРЕ, м. Харків,
Україна.

Горелов Д.Ю. к.т.н., доц., доц. каф. КРiCTЗi ХНУРЕ, м. Харків,
Україна.

Сичова О.В. к.т.н., доц. каф. КІТАР ХНУРЕ, м. Харків, Україна.

Секретаріат комітету форуму:

Теслюк С.І. старший викладач каф. КІТАР ХНУРЕ, м. Харків,
Україна.

Чумак В.С. асистент каф. МТС ХНУРЕ, м. Харків, Україна.

Бойко Н.В. завідувач лабораторії каф. МТС ХНУРЕ, м. Харків,
Україна.

**МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТОТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ
ДИСТАНЦІЙНОГО ЗНЕШКОДЖЕННЯ
ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРЕДМЕТІВ**

студент Лузан М.С., к.т.н., с.н.с. Янушкевич Д.А.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та
робототехніки, м. Харків, Україна
e-mail: maksym.luzan@nure.ua, dmytro.ianushkevych@nure.ua

Abstract. The modern world needs safe and effective robotic systems for decontamination of explosive objects. The study of technical requirements, development and mathematical modeling of the system are key stages. Optimization of parameters and a systematic approach determine the basis for the development of effective systems.

Ключові слова: безпека, оптимізація, розробка та моделювання, системний підхід, технічні вимоги.

Вступ. Сучасний світ стикається з постійними викликами безпеки в зв'язку із зростанням кількості вибухонебезпечних об'єктів, якими забруднена територія України. Проблема дистанційного знешкодження цих об'єктів є важливою складовою системи безпеки. Відповідь на ці виклики полягають у розробці та оптимізації робототехнічних систем, які можуть ефективно та безпечно знешкоджувати вибухонебезпечні предмети.

Робототехнічні системи вже здавна використовуються для різноманітних завдань, включаючи знешкодження вибухонебезпечних предметів та пристроїв. Проте, наразі існуючі технології та конструкції не завжди відповідають вимогам ефективного та безпечного знешкодження. Продовження досліджень у цьому напрямку стає надзвичайно важливим для вдосконалення існуючих підходів та розробки нових, відповідних вимогам часу.

Основна частина. Технічні вимоги, які визначають ефективність і безпеку робототехнічної системи, розробленої для ефективного знешкодження вибухонебезпечних предметів. Визначення обсягу та функціональних характеристик системи залежить від цього аналізу.

Характеристики вибухонебезпечних предметів вимагають уваги до розмірів, форм та фізичних властивостей об'єктів. Аналіз параметрів вибуху, хімічного складу та чутливості до впливу надасть базовий набір вимог до системи.

Оцінка технічних параметрів робототехнічної системи включає вивчення можливостей та обмежень існуючих технологій. Визначення оптимальних операційних параметрів, таких як діапазон роботи,

маневреність, швидкість та точність, є ключовим для розробки ефективної системи для дистанційного знешкодження вибухонебезпечних предметів.

Для роботи в умовах підвищеного ризику важливі питання безпеки та надійності. Оцінка можливих ризиків для оператора та працівника дозволяє створювати системи безпеки та превентивні заходи.

На першому етапі аналізу технічних вимог визначаються основні параметри робототехнічної системи. Розгляд характеристик вибухонебезпечних предметів дає важливу інформацію для розробки вимог. Оцінка технічних можливостей і безпеки робототехнічної системи стане основою для подальшої оптимізації та проектування.

Враховуючи технічні вимоги та особливості вибухонебезпечних об'єктів, ми спочатку визначаємо ідею робототехнічної системи. Необхідно вибрати технології, які забезпечать найвищу ефективність і безпеку в різних умовах впливу. Розглядаючи такі речі, як надійність, маневреність і вага. Створення ефективного пристрою залежить від вибору матеріалів, створення механічних та електронних компонентів і розробки систем керування. Після цього, використовуються сучасні програмні інструменти для математичного та фізичного моделювання робототехнічної системи. Це дозволяє детально вивчати роботу системи в різних умовах, передбачати її поведінку та визначати потенційні місця для вдосконалення.

На останньому етапі результати математичного моделювання застосовуються для оптимізації розробленої робототехнічної системи.

Висновки. Таким чином розробка робототехнічної системи із застосуванням сучасних програмних інструментів математичного та фізичного моделювання дозволяє детально вивчати роботу системи в різних умовах, передбачати її поведінку та визначати потенційні місця для її удосконалення.

Список використаних джерел.

1. Янушкевич Д. А., Кирпота Ф. В. (2021). Роботизовані системи та їх застосування у гуманітарному розмінуванні. Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених «Комп'ютерно-інтегровані технології автоматизації технологічних процесів на транспорті та у виробництві», Харків, ХНАДУ, С. 104-109.

2. Nevliudov 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.

3. Толкунов І. О., Попов І. І., Янушкевич Д. А. Застосування сучасних роботизованих систем і комплексів у гуманітарному розмінуванні (2022). Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Problems of Emergency Situations». Харків: НУЦЗУ. С. 90-110.

Kharkiv National University of Radio Electronics

M&MS 2023, 19-20 October, Kharkiv, UKRAINE

VII International Conference
**MANUFACTURING
&
MECHATRONIC
SYSTEMS**



УДК: 005:004.896:62-65:338.3

Виробництво & Мехатронні Системи 2023: матеріали VII-ої Міжнародної конференції, Харків, 19-20 жовтня 2023 р.: тези доповідей / [редкол. І.Ш. Невлюдов (відповідальний редактор)].-Харків: [електронний друк], 2023 - 163с.

У збірник включені тези доповідей, які присвячені сучасним тенденціям розвитку технологій та засобів виробництва та мехатронних систем, передовому досвіду та впровадженню їх в галузях систем промислової автоматизації та керування виробництвом; системній інженерії; CAD/CAM/CAE системах; мехатроніці (електро-механічних системах, електронних інструментах систем керування, механічних CAD системах); робототехніці та засобах інтелектуалізації; MEMS (сучасних матеріалів та технологіях виготовлення MEMS) та компонентах і технологіях автоматизації видобутку, переробки та транспортування нафти та газу.

Редакційна колегія: І.Ш. Невлюдов, В.В. Євсєєв.

Manufacturing & Mechatronic Systems 2023: Proceedings of VIIst International Conference, Kharkiv, October 19-20, 2023: Theses of Reports / [Ed. I.Sh. Nevlyudov (chief editor).] - Kharkiv .: [electronic version], 2023. - 163 p.

The collection includes the theses of reports on modern trends in the development of technologies and means of production and mechatronic systems, top experience and implementation of them in fields of: industrial automation and production management systems; systems engineering; CAD/CAM/CAE systems; mechatronics (electrical and mechanical systems, electronic control tools, mechanical CAD systems); robotics and intellectual tools; MEMS (modern materials and manufacturing technologies MEMS) and components and technologies for the automation of oil, gas and oil extraction, processing and transportation.

Editorial board: Igor.Sh. Nevlyudov, Vladyslav.V. Yevsieiev

© Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій,
автоматизації та робототехніки (КІТАР),
ХНУРЕ,2023

M&MS 2023, 19-20 October, Kharkiv, UKRAINE

Міністерство освіти і науки України (МОНУ)
Харківський національний університет радіоелектроніки (ХНУРЕ)
Варшавський університет сільського господарства (WULS - SGGW)
Азербайджанський державний університет нафти і промисловості
Національний університет «Львівська політехніка»
Festo Didactic Україна
Jabil Circuit Ukraine Limited
ТОВ «Науково-виробниче підприємство «УКРІНТЕХ»»
Факультет автоматики і комп'ютеризованих технологій (АКТ)
Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР),
Державне підприємство «Науково-дослідний технологічний інститут приладобудування»
Державне підприємство «Південний державний проектно-конструкторський та науково-дослідний інститут авіаційної промисловості»

МАТЕРІАЛИ

VII-ої Міжнародної Конференції
ВИРОБНИЦТВО
&
МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ 2023
(19-20 жовтня 2023)
Харків, Україна



M&MS 2023, 19-20 October, Kharkiv, UKRAINE

ОРГАНІЗАТОРИ



Міністерство
освіти і науки
України

Міністерство освіти і науки України (МОНУ)
The Ministry of Education and Science of Ukraine



NURE
Kharkiv National University
of Radioelectronics

Харківський національний університет
радіоелектроніки (ХНУРЕ)

Kharkiv National University of Radioelectronics



**WARSAW UNIVERSITY
OF LIFE SCIENCES
- SGGW**

Варшавський університет
сільського господарства (WULS - SGGW)

Warsaw University of Life Sciences WULS - SGGW



Азербайджанський державний університет
нафти і промисловості

Azerbaijan State Oil and Industry University



Festo Didactic Україна

Festo Didactic Ukraine



ТОВ «Науково-виробниче підприємство
«УКРІНТЕХ»»

Research and Production Enterprise
"UKRINTECH" Ltd



Національний університет
«Львівська політехніка»

National University Lviv Polytechnic

Державне підприємство «Харківський науково-
дослідний інститут технології машинобудуван-
ня», м. Харків, Україна

State Enterprise «Kharkiv Scientific-Research
Institute of Mechanical Engineering Technology»,
Kharkiv, Ukraine



Державне підприємство «Південний державний
проектно-конструкторський та науково-
дослідний інститут авіаційної промисловості»,
м. Харків, Україна

State Enterprise «National Design & Research
Institute of Aerospace Industries», Kharkiv,
Ukraine



Jabil Circuit Ukraine Limited

КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

МІЖНАРОДНИЙ ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

- Ігор Шакирович Невлюдов** голова комітету конференції, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР), Харківського національного університету радіоелектроніки, Україна
- Олександр Іванович Филипенко** заступник голови комітету конференції, доктор технічних наук, професор, декан факультету Автоматики і комп'ютеризованих технологій (АКТ), Харківського національного університету радіоелектроніки, Україна.
- Мурад Анвер огли Омаров** доктор технічних наук, професор, проректор з міжнародного співробітництва, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна
- Владислав В'ячеславович Євсєєв** секретар, доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР), Харківського національного університету радіоелектроніки, Україна.
- Andrzej Chochowski** доктор технічних наук, професор Варшавського університету сільськогосподарства (WULS - SGGW), Польща
- Pawel Obstawski** доктор технічних наук, професор Варшавського університету сільськогосподарства (WULS - SGGW), Польща.
- Сергій Богомолів** лектор/доцент, доктор філософії (комп'ютерні науки), Дослідницька школа комп'ютерних наук, Коледж інженерії та комп'ютерних наук, Австралійський національний університет, Австралія.
- Микола Васильович Замірець** доктор технічних наук, професор, директор Державного підприємства Науково-дослідного технологічного інституту приладобудування, Україна
- Михайло Васильович Лобур** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри систем автоматизованого проектування Національного університету «Львівська політехніка», Україна.
- Євген Сергійович Риженко** керівник відділу дидактики ДП «Фесто», Україна
- Сергій Володимирович Демченко** директор ТОВ «Науково-виробничого підприємства «УКРІНТЕХ», Україна.

- Самед Імамалі огли Юсіфов** кандидат технічних наук, доцент, декан факультету інформаційних технологій та управління, Азербайджанський державний університет нафти і промисловості, Азербайджан.
- Фарід Гаджі огли Агаєв** кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри управління та системної інженерії, Азербайджанський державний університет нафти і промисловості, Азербайджан.
- Віктор Васильович Косенко** доктор технічних наук, доцент, директор Державного підприємства «Харківського науково-дослідного інституту технології машинобудування», Україна.
- Володимир Вікторович Козирський** доктор технічних наук, професор, директор Навчально-наукового інституту енергетики, автоматики та енергозбереження, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна.
- Віталій Пилипович Лисенко** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматики та робототехнічних систем ім. акад. І.І. Мартиненка, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна.
- Юрій Францевич Зінковський** доктор технічних наук, професор кафедри радіоконструювання і виробництва радіоапаратури, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна.
- Володимир Митрофанович Свищ** доктор технічних наук, професор, радник директора Державного науково-виробничого підприємства «Об'єднання Комунар», Україна.
- Віталій Євгенович Овчаренко** доктор технічних наук, професор, заступник директора з наукової роботи Державного підприємства «Науково-дослідний технологічний інститут приладобудування», Україна.
- Лариса Сергіївна Глоба** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інформаційно-комунікаційних мереж, Інститут телекомунікаційних систем Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна.
- Анатолій Олександрович Андрусевич** доктор технічних наук, професор, начальник Криворізького коледжу Національного авіаційного університету, Україна.
- Роман Володимирович Артюх** кандидат технічних наук, директор Державного підприємства «Південний державний проектно-конструкторський інститут авіаційної промисловості», Україна.

Glen Kurtwitz	генеральний менеджер Titan Machinery Limited, Шотландія.
Liu Shan	генеральний менеджер Titan Machinery Limited, Китай.
Володимир Андрійович Павлич	кандидат технічних наук, професор, перший проректор Національного університету «Львівська політехніка», Україна
Сергій Іванович Осадчий	доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматизації виробничих процесів, Центральноукраїнський національний технічний університет, м.Кропивницький, Україна.
Анатолій Афанасійович Сфіменко	доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри електронних засобів та інформаційно-комп'ютерних технологій, Одеський національний політехнічний університет, Україна
Анатолій Петрович Ладанюк	доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматизації та інтелектуальних систем, Національний університет харчових технологій, Україна.
Володимир Михайлович Решетюк	кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматички та робототехнічних систем ім. акад. І.І. Мартиненка, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Олександр Михайлович Цимбал	заступник голови конференції з організаційних питань, доктор технічних наук, професор комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР), Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.
Сергій Павлович Новоселов	кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР), Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.
Євген Анатолійович Разумов-Фризюк	кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР), Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.
Наталія Павлівна Демська	кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР), Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.

ЗМІСТ

<i>Vladyslav Yevsieiev</i>	
Modeling of the BEAM robot control system on the basis of a microcircuit L293D	12
<i>Medovkin Mykhailo, Puhach Hanna</i>	
The development of a cryptographically secure pseudorandom number generator	15
<i>Svetlana Sotnik, Anton Andreiev</i>	
QR codes in production	19
<i>Софія Хрустальова, Світлана Вишванюк</i>	
Розроблення структурної схеми модуля автоматизації на базі RFID – технологій	22
<i>Владислав Заїкін</i>	
Модельовання пошуку вибухонебезпечних предметів методом електромагнітної спектроскопії та радіолокації	26
<i>Karetyna Stetsenko</i>	
BEAM Robotics: Combining Biological Principles and Technological Solutions for More Adaptive and Energy-Efficient Robots	30
<i>Svitlana Maksymova, Mykhailo Akopov</i>	
Selection of Sensors for Building a 3D Model of the Mobile Robot's Environment	33
<i>Сергій Новоселов, Єгор Волков</i>	
Завдання автоматичного керування рухом мобільної платформи з застосуванням законів автоматички	36
<i>Сергій Новоселов, Ігор Гладков</i>	
Сучасний промисловий інтернет речей та хмарні технології	40
<i>Дмитро Гурін</i>	
Вирішення задачі зворотної кінематики для рухливих кінцівок роботехнічної платформи	43

<i>Максим Лузан, Дмитро Янушкевич</i>	
Аналіз методів дистанційного знешкодження	46
<i>Михайло Ковальов, Іванов Леонід</i>	
Способи удосконалення частотного перетворювача напруги для блоку управління електричним транспортним засобом	49
<i>Світлана Максимова, Георгій Борисов</i>	
Розробка програми для пошуку й побудови оптимального маршруту мобільного робота у двовимірному просторі	52
<i>Світлана Максимова, Канаєв Владислав</i>	
Розробка підсистеми керування мобільного роботу для орієнтації в виробничому просторі	54
<i>Олена Чала, Анатолій Сливка</i>	
Рівні Засобів ПоТ в Інформаційних Технологіях	57
<i>Чала О., Дон Д.</i>	
Розроблення елементів обліку обладнання інформаційних ERP-систем	61
<i>Бронніков А.І., Чернишов Д.І.</i>	
Модернізація модуля керування розсувними конструкціями виробничого приміщення з використанням IoT	65
<i>Бронніков А.І., Ницета В.Є.</i>	
Розроблення системи інтелектуального керування кондиціонуванням виробничого приміщення з використанням технології IoT	68
<i>Запорізький Валентин, Плахтій Олександр</i>	
Аналіз поточного стану розвитку колаборативних роботів	71
<i>Олег Гуртовий</i>	
Використання автоматизованого випробувального обладнання в системі контролю якості продукції радіоелектронної промисловості	74
<i>Дмитро Лобанов, Леонід Іванов</i>	
Способи удосконалення модуля автоматичного управління перетворювача напруги блоку живлення електроробочого	78

<i>Ілля Лисенко, Леонід Іванов</i>	
Необхідність охолодження акумуляторних батарей автономного ходу електричного транспорту на прикладі тролейбуса PTS-12	81
<i>Редько Денис, Дмитро Янушкевич</i>	
Аналіз конструкції маніпуляторів робототехнічних пристроїв для переміщення вибухонебезпечних предметів	84
<i>Дмитро Янушкевич, Леонід Іванов, Ігор Толкунов</i>	
Комплексний підхід до застосування робототехнічних комплексів у сфері гуманітарного розмінування	88
<i>Viacheslav Korotkov, Igor Nevliudov, Yurii Romashov</i>	
General Approaches to Design Improved Angular Velocity PID Controllers of Automated Electrical Drives	93
<i>Oleksandr Narozhnyi, Yurii Romashov</i>	
Technical State Estimation for Electromechanical Wheeled Platforms with Parametric Identification Using	99
<i>Наталія Демська, Юрій Ромашов, Артем Шевченко</i>	
Розробка підходів щодо використання комп'ютерних технологій для імітаційного моделювання промислового електроприводу	104
<i>І. В. Жарікова</i>	
Автоматичний пристрій для збору вторинної тари з алюмінію та поліетилентерефталату	110
<i>Доронін Павло, Леонід Іванов</i>	
Контроль укладання акумуляторних батарей автономного ходу для електричного транспорту (за зразком тролейбуса PTS-12)	113
<i>Фарзуллаєв Рашид, Леонід Іванов</i>	
Необхідність контролю вихідного сигналу з бортового перетворювача напруги для електротранспорту	116
<i>Сергій Новоселов, Дмитро Шестак</i>	
Класифікація вибухонебезпечних об'єктів, їх візуальні ознаки, методи маскуваня та ідентифікації	119

<i>Кузьменко Олександр</i>	
Аналіз засобів дистанційного виявлення мінно-вибухових пристроїв ...	124
<i>Дмитро Кухаренко, Богдан Коваленко</i>	
Метод ранньої діагностики ниркових захворювань	128
<i>Олексій Юрко, Дмитро Кухаренко, Михайло Довбня, Микола Мешков</i>	
Програмна реалізація системи керування лабораторним блоком живлення	133
<i>Дмитро Кухаренко, Роман Косюта</i>	
Моделювання процесу розмінування українських територій за допомогою роботизованих комплексів	138
<i>Дмитро Кухаренко, Іван Лукеча</i>	
Моделювання артеріального тромбозу в серцево-судинній системі	142
<i>Дмитро Кухаренко, Владислав Нікітюк</i>	
Розробка моделей та методів комп'ютерного планування оперативних втручань на ШКТ	146
<i>Дмитро Проценко</i>	
Особливості розробки автономного малогабаритного робота	150
<i>Igor Nevliudov, Oleksandr Ratushnyi, Yurii Romashov</i>	
Development of General Approaches for Mathematical Modelling of Heat Exchangers as Automation Objects	153
<i>Олександр Малий, Наталія Фурманова, Вадим Опищенко, Сергій Малий</i>	
Методологічні засади вибору компонентів рушійної установки мультироторних БПЛА	158

Аналіз методів дистанційного знешкодження

Максим Лузан¹, Дмитро Янушкевич²

1. Кафедра КТТАР, Харківський національний університет радіоелектроніки, УКРАЇНА, Харків, пр. Науки, 14., email: maksym.luzan@nure.ua

Анотація: Розробка та впровадження модуля дистанційного знешкодження вибухонебезпечних предметів є важливим кроком у забезпеченні безпеки та захисту населення, оскільки ця технологія сприяє ефективному виявленню та безпечному усуненню потенційно небезпечних ситуацій, зменшуючи ризик для людей і майна.

Ключові слова: модулі дистанційного знешкодження, віддалене керування, технологія, безпека

I. Вступ

У світі, де загрози вибухонебезпечних предметів є надзвичайно актуальними і вартою для безпеки громадськості і сил безпеки, модулі дистанційного знешкодження стають ключовою інновацією. Ці спеціалізовані технологічні засоби розробляються та впроваджуються з метою ефективного та безпечного виявлення та знешкодження вибухових пристроїв і боєприпасів. У нашому дослідженні ми розглянемо різновиди таких модулів, їх застосування та ключові характеристики, які допомагають забезпечити безпеку та захист у сучасному світі.

II. Класифікації та різновиди модулів дистанційного знешкодження вибухонебезпечних предметів

Класифікація різновидів модулів даного напрямлення розділена на чотири розділи, а саме:

1. За призначенням:

– Модулі для знешкодження боєприпасів: Ці модулі використовуються для безпечного розібрання або вибухозахисту боєприпасів, таких як снаряди, міни, ракети тощо.

– Модулі для знешкодження вибухових пристроїв: Ці модулі призначені для розібрання або знешкодження вибухових пристроїв, таких як бомби, суміші і запалювачі.

– Модулі для роботи з хімічно небезпечними матеріалами: Деякі модулі можуть бути спроектовані для знешкодження хімічних та біологічних загроз.

2. За типом засобу знешкодження:

– Роботи-знешкоджувачі: Це автоматизовані роботи, оснащені спеціальними інструментами і пристроями для знешкодження вибухонебезпечних предметів. Вони можуть використовуватися віддалено, щоб зменшити ризик для операторів[1].

– Знешкоджувальні пристрої з радіоуправлінням: Це віддалені пристрої, керовані операторами, які використовуються для робіт знешкодження. Вони можуть бути багатощільовими і відповідати за виконання різних завдань.

– Автономні модулі: Деякі модулі можуть бути автономними, тобто здатними приймати рішення і виконувати завдання без прямого втручання оператора.

3. За застосуванням:

– Військові модулі: Використовуються військовими та силами безпеки для знешкодження боєприпасів та вибухових пристроїв на бойових ділянках.

– Поліцейські та правоохоронні модулі: Ці модулі використовуються правоохоронними органами для реагування на підозрілі предмети і вибухові загрози в місцях громадського скопіння [2].

– Пожежні модулі: Іноді модулі дистанційного знешкодження використовуються для гасіння пожежі, яка може виникнути під час знешкодження вибухонебезпечних предметів.

4. За методом знешкодження:

– Вибухові модулі: Використовують контрольований вибух для знешкодження вибухонебезпечних предметів.

– Невибухові модулі: Ці модулі використовують інші методи, такі як різання, заморожування, водні струмені або інжекція рідини, для знешкодження предметів без вибуху.

Ця класифікація може варіюватися в залежності від виробника, специфікацій і конкретних вимог для конкретних завдань знешкодження вибухонебезпечних предметів.

Модулі дистанційного знешкодження вибухонебезпечних предметів можуть включати в себе різні різновиди і типи, в залежності від їхніх особливостей і призначення. Основні різновидності модулів поділяються на п'ять видів:

1. Вибухові модулі:

– Вибухові заряди: Це модулі, які використовують контрольований вибух для розібрання або знешкодження вибухонебезпечних предметів. Вони можуть включати в себе вибухові заряди різного розміру і потужності, призначені для різних завдань.

2. Невибухові модулі:

– Різальні пристрої: Ці модулі використовують різальні інструменти, такі як різакі або гільзи для різання кабелів і оболонок вибухонебезпечних пристроїв.

– Заморожувальні пристрої: Вони використовуються для заморожування вибухонебезпечних матеріалів, знижуючи їх стабільність і можливість вибуху.

– Водні струмені: Деякі модулі можуть використовувати водні струмені під високим тиском для знешкодження вибухонебезпечних предметів.

3. Роботи-знешкоджувачі:

– Роботи-знешкоджувачі зі зброєю: Ці роботи можуть бути оснащені спеціалізованими інструментами і зброєю для безпечного знешкодження вибухонебезпечних предметів, включаючи роботи-кранівці для підняття важких предметів або роботи-маніпулятори для точних операцій. [3]

4. Знешкоджувальні пристрої з радіоуправлінням:

– Дистанційно керовані руки і інструменти: Оператор може використовувати дистанційне керування для роботи зі спеціальними інструментами, які призначені для знешкодження вибухонебезпечних предметів[4].

5. Автономні модулі:

– Автономні роботи-знешкоджувачі: Деякі роботи можуть бути оснащені системами штучного інтелекту і автономними функціями прийняття рішень для виконання завдань знешкодження без прямого керування оператором[5].

Для прикладу наведено декілька популярних роботів знешкоджувачів, а саме BISON, Vanguard MK2 та tEODor. BISON — повнопривідний робот для перевірки та знешкодження вибухонебезпечних предметів (Рис.1).



Рисунок 1. – BISON

Vanguard MK2 має шарнірний важіль і низький профіль, щоб досягти вузькості простору, наприклад під автомобілями (Рис. 2).



Рисунок 2 – Vanguard MK2

Ландогова гусенична машина tEODor 2 оснащена 2 акумуляторними батареями по 12 вольт по 85 А-год кожна, 6-вісним силовим маніпулятором з телескопічним нижнім важелем, який має телескопічну зону 400 мм і захват (Рис.3).



Рисунок3. – tEODor

Для більш наглядного розгляду цих роботів порівняємо їхні характеристики, для з'ясування їх переваг та недоліків(таблиця 1).

Таблиця 1 – Порівняння роботів знешкоджувачів

	BISON	Vanguard MK2	tEODor
Ступінь свободи маніпулятора	5	7	6
Розміри	1100x740 x 1200	720x440x 410	1100x680 x 300
Вага	210кг	55кг	360кг
Вантажопідйомність маніпулятора	Невідомо	5кг	20кг
Максимальний радіус дії маніпулятора	Невідомо	1320мм	1750мм
Швидкість	3.6 км/год	1-2 км/год	3 км/год
Механізм приводу	Колеса	Гусениці	Гусениці
Візуальна інформація	3 камери	2 камери	2 камери
Живлення	Батарея	Кабель (Опція батареї)	Батарея
Відстань дії	1 км	360м	200 м
Нічне бачення	-	Додатково	+

Згідно з порівняння можна зазначити, що кожен робот має свої переваги та недоліки між іншими, тому можна прийти к висновку що кожен з цих роботів має свої унікальні характеристики і можливості, і вибір залежить від конкретних завдань і потреб користувача.

III. Методи та пристрої для знищення мін
Знешкодження мін - це небезпечна і важка операція, яка вимагає спеціалізованих знань, навичок та

обладнання. Існують різні методи та пристрої для знешкодження мін, включаючи:

1. Ручне знешкодження:

– Металошукачі: Використовуються для виявлення металевих компонентів мін, таких як корпуси чи запалювачі.

– Спеціалізовані інструменти: Включають кінцівки, щипці та інші інструменти для відкривання і знешкодження мін.

2. Роботи-знешкоджувачі:

– Роботи з радіоуправлінням: Віддалено керовані роботи, оснащені інструментами для виявлення і знешкодження мін.

– Автономні роботи: Спеціалізовані машини, які можуть самостійно здійснювати виявлення і знешкодження мін.

1. Методи вибухового знешкодження:

– Контрольований вибух: Застосовується для знешкодження мін шляхом використання іншої вибухової речовини, яка спричиняє контрольований вибух.

– Нейтралізація запалювачів: Здійснюється шляхом видалення або знешкодження запалювачів мін без вибуху.

2. Методи захисту від вибуху:

– Робочі костюми і екранування: Зменшують ризик для робочих, захищаючи їх від ушкоджень від можливого вибуху.

– Захисні контейнери і бар'єри: Використовуються для ізоляції мін від навколишнього середовища і мінімізації можливих руйнувань при знешкодженні.

3. Діагностичні та детекторні пристрої:

– Магнітні детектори: Використовуються для пошуку металевих компонентів мін.

– Рентгенівські апарати і дрони зі зйомкою в ІЧ: Допомагають визначити структуру і склад мін без їхнього фізичного контакту[6].

Це лише деякі з методів і пристроїв, які використовуються для знешкодження мін. У кожному випадку процес знешкодження залежить від типу та характеристик міни, а також від наявності спеціалізованого обладнання та підготовки фахівців.

IV. Висновки

Модулі дистанційного знешкодження вибухонебезпечних предметів є важливими засобами для забезпечення безпеки та управління ризиками в різних галузях тому можна зазначити, що дані модулі мають широкий спектр застосувань, від військових операцій до цивільного реагування на вибухові загрози. Ця технологія грає важливу роль у забезпеченні безпеки.

Також можна зазначити знешкодження вибухонебезпечних предметів стає все більш автоматизованим і віддалено керованим завдяки використанню роботів, дронів і інших технологічних рішень, тому це приводить до зниження ризику для життя і здоров'я операторів, оскільки вони можуть працювати на відстані від небезпечних об'єктів.

Отже ця інформація свідчить про значущість розвитку і використання модулів дистанційного знешкодження вибухонебезпечних предметів у

сучасному світі для забезпечення безпеки та запобігання вибухам та іншим небезпечним ситуаціям.

Перелік посилань

- [1] Янушкевич Д. А., Кирпота Ф. В. (2021). Роботизовані системи та їх застосування у гуманітарному розмінуванні. Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених «Комп'ютерно-інтегровані технології автоматизації технологічних процесів на транспорті та у виробництві», Харків, ХНАДУ, С. 104-109.
- [2] Іщенко А.В., Кобець М.В.(2005), Засоби і методи виявлення вибухових речовин та пристроїв у боротьбі з тероризмом, Київ, С. 121-129.
- [3] 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.
- [4] Толкунов І. О., Попов І. І., Янушкевич Д. А. Застосування сучасних роботизованих систем і комплексів у гуманітарному розмінуванні (2022). Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Problems of Emergency Situations». Харків: НУЦЗУ. С. 90-110.
- [5] Aggregated Standards List [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://robotistry.org/standards/StandardsList.html>.
- [6] Ata, A A (2010) Dynamic analysis of a non holonomic wheeled mobile manipulator for mine detection, *International Journal of Mechanics and Materials in Design*, Vol. 6, No. 3, August 2010, pp. 209-216
- [7] Ata, A A (2010) Dynamic analysis of a non holonomic wheeled mobile manipulator for mine detection, *International Journal of Mechanics and Materials in Design*, Vol. 6, No. 3, August 2010, pp. 209-216
- [8] Методики розмінування: різноманітність підходів до мінної загрози [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mil.in.ua/uk/blogs/metodyky-rozminuvannya-riznomanitnist-pidhodiv-do-minnoyi-zagrozy/>

Додаток Б
ДЕМОНСТРАЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ

