

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Приладобудівний факультет
Кафедра автоматизації та систем неруйнівного контролю**

«На правах рукопису»
УДК 621.317

До захисту допущено:
Завідувач кафедри
Юрій КИРИЧУК
« » 20 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні»

зі спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»

на тему: «Автоматизована платформа для проведення розвідки»

Виконав:

студент II курсу, групи ПК-41мп
Герасименко Яків Володимирович

Науковий керівник:

професор кафедри автоматизації та систем
неруйнівного контролю АСНК д.т.н, проф.
Безвесільна Олена Миколаївна

Консультант з розробки стартап-проєкту:

д.е.н., проф. завідувач кафедри економічної кібернетики
Бояринова Катерина Олександрівна

Рецензент:

професор каф. КІТВП, д.т.н. проф.
Антонюк Віктор Степанович

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних посилань.
Студент _____

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Приладобудівний факультет

Кафедра автоматизації та систем неруйнівного контролю

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність – 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»

Освітньо-професійна програма «Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Юрій КИРИЧУК

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту
Герасименку Якову Володимировичу

1. Тема дисертації «Автоматизована платформа для проведення розвідки», науковий керівник дисертації Безвесільна Олена Миколаївна, д.т.н., проф, затверджені наказом по університету від «04» листопада 2025 р. № 4793-с
2. Термін подання студентом дисертації 16.12.2025р
3. Об'єкт дослідження: процес проведення розвідувальних операцій із використанням роботизованих платформ
4. Вихідні дані: мобільна гусенична платформа з автономним живленням та можливістю дистанційного керування на великих відстанях, призначена для автоматизованої розвідки місцевості, побудови карти перешкод та контролю параметрів навколишнього середовища: наявності небезпечних газів, задимлення, температури та радіаційного фону, з функцією відеофіксації об'єктів.
5. Перелік завдань, які потрібно розробити: аналіз предметної області та огляд сучасних наземних розвідувальних платформ; класифікація та визначення вимог до сучасних засобів розвідки; обґрунтування вибору гусеничної бази та реалізація попереднього вигляду платформи (3D-моделювання); вибір матеріалів та komponування корпусу; розрахунок параметрів двигунів та виконавчих механізмів; проєктування системи енергоживлення; розробка електронної архітектури на базі мікрокомп'ютера та мікроконтролера; інтеграція системи сенсорики для навігації та орієнтації (GPS, IMU, енкодери); впровадження

сенсорів моніторингу стану навколишнього середовища (LiDAR, газоаналізатори, камера); розробка принципової електричної схеми; створення програмно-алгоритмічного забезпечення та функціональної архітектури інтерфейсу оператора; розробка стартап-проєкту, включаючи маркетинговий аналіз та стратегію виведення на ринок; висновки.

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: схема електрична принципова, алгоритм функціонування платформи

7. Орієнтовний перелік публікацій: Герасименко Яків Володимирович 3-тя Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «PROGRESSIVE OPPORTUNITIES AND SOLUTIONS OF ADVANCED SOCIETY» 6-7 листопада 2025 року, м. Дніпро (Україна)

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розробка стартап-проєктів	Бояринова К.О., д.е.н., проф. завідувач кафедри економічної кібернетики		

9. Дата видачі завдання 01.09.2025 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Аналіз предметної області та існуючих аналогів	15.09.2025	
2	Обґрунтування вибору конструкції та механіки	25.09.2025	
3	Розрахунок параметрів приводів та живлення	05.10.2025	
4	Розробка електронної архітектури та вибір сенсорів	15.10.2025	
5	Проектування електричної принципової схеми	25.10.2025	
6	Розробка алгоритмів керування та інтерфейсу	05.11.2025	
7	Підготовка графічної частини	15.11.2025	
8	Розробка стартап-проєкту та економічний аналіз	25.11.2025	
9	Оформлення магістерської дисертації	01.12.2025	

Студент

Яків ГЕРАСИМЕНКО

Науковий керівник

Олена БЕЗВЕСІЛЬНА

АНОТАЦІЯ

Магістерська дисертація присвячена вирішенню актуальної науково-прикладної задачі створення мобільної гусеничної платформи для автоматизованої розвідки та екологічного моніторингу. В роботі обґрунтовано необхідність розробки функціонального робототехнічного комплексу, здатного виконувати завдання в умовах підвищеного ризику для людини. Основну увагу зосереджено на проєктуванні апаратно-програмної архітектури, що поєднує автономну навігацію, захищені канали зв'язку та мультисенсорний аналіз навколишнього середовища. Загальний обсяг магістерської дисертації склав 154 сторінок. Дисертація містить вступ, 5 розділів основного тексту та висновки, 39 ілюстрацій, 44 таблиць та 62 посилань.

Актуальність теми: застосування автоматизованих інформаційно-вимірювальних систем у військовій розвідці дозволяє зменшити ризики для особового складу, підвищити точність і швидкість отримання розвідувальної інформації. Використання гусеничних роботизованих платформ із сучасними сенсорами сприяє ефективному проведенню операцій у складних умовах, таких як пересічена місцевість або небезпечні зони. Такий підхід забезпечує підвищення ситуаційної обізнаності, оперативне прийняття рішень та підвищення безпеки підрозділів.

Мета роботи: вирішити актуальну науково-технічну задачу створення мобільної гусеничної платформи для автоматизованої розвідки та екологічного моніторингу.

Завдання:

1. Провести аналіз сучасних інформаційно-вимірювальних систем та технологій їх інтеграції у роботизованій платформі.
2. Вибрати оптимальні сенсори, модулі збору та обробки даних, що відповідають вимогам розвідувальних операцій.

3. Розробити програмно-апаратне забезпечення для автоматизованого збору, аналізу та передачі розвідувальної інформації.
4. Провести тестування розробленої системи на гусеничній платформі в умовах, наближених до бойових.
5. Оцінити ефективність системи порівняно з існуючими аналогами та надати рекомендації щодо її подальшого вдосконалення.

Об'єкт дослідження: процес проведення розвідувальних операцій із використанням роботизованих платформ.

Предмет дослідження: автоматизована платформа для проведення розвідки.

Наукова новизна: удосконалено технології розвідувальних операцій завдяки інтеграції новітніх сенсорів і алгоритмів обробки даних у роботизовану платформу, що дозволило підвищити точність, оперативність та автономність системи.

Практична цінність: розроблено приладову автоматизовану інформаційно-вимірювальну систему, яка забезпечує ефективний збір і аналіз даних для розвідувальних операцій. Визначено рекомендації щодо вибору сенсорів і алгоритмів обробки, що сприяє підвищенню безпеки особового складу та покращенню ситуаційної обізнаності.

Ключові слова: мобільна роботизована платформа, гусеничне шасі, автономна навігація, екологічний моніторинг, lidar, slam, lora, gps, onion omega2, arduino dock r2, система керування, стартап-проект.

ABSTRACT

The master's thesis is devoted to solving the urgent scientific and applied task of creating a mobile tracked platform for automated reconnaissance and environmental monitoring. The work substantiates the necessity of developing an affordable yet functional robotic complex capable of performing tasks in high-risk conditions for humans. The primary focus is on designing the hardware-software architecture that combines autonomous navigation, secure communication channels, and multi-sensor environmental analysis.

Relevance of the topic: The application of automated information-measuring systems in military reconnaissance allows for reducing risks to personnel and increasing the accuracy and speed of obtaining intelligence information. The use of tracked robotic platforms with modern sensors contributes to the effective conduct of operations in complex conditions, such as rough terrain or hazardous zones. This approach ensures enhanced situational awareness, operational decision-making, and improved unit safety. The total volume of the master's thesis is 154 pages. The thesis contains an introduction, 5 chapters of the main text and conclusions, 39 illustrations, 44 tables, and 62 references.

Aim of the work: The aim of the work is to increase the efficiency and safety of intelligence gathering by an instrumented automated information-measuring system based on a mobile tracked robotic platform.

Tasks:

- 1) To analyze modern information-measuring systems and technologies for their integration into robotic platforms.
- 2) To select optimal sensors, data collection, and processing modules that meet the requirements of reconnaissance operations.
- 3) To develop hardware and software for the automated collection, analysis, and transmission of reconnaissance information.

4)To conduct testing of the developed system on a tracked platform in conditions approximating combat.

5)To evaluate the system's effectiveness compared to existing analogues and provide recommendations for its further improvement.

Object of research: The process of conducting reconnaissance operations using robotic platforms.

Subject of research: Automated platform for reconnaissance.

Scientific novelty: Reconnaissance operation technologies have been improved through the integration of state-of-the-art sensors and data processing algorithms into a robotic platform, which allowed for increasing the system's accuracy, responsiveness, and autonomy.

Practical value: An instrumented automated information-measuring system has been developed, which ensures effective data collection and analysis for reconnaissance operations. Recommendations regarding the selection of sensors and processing algorithms have been defined, contributing to increased personnel safety and improved situational awareness.

Keywords: mobile robotic platform, tracked chassis, autonomous navigation, environmental monitoring, lidar, slam, lora, gps, onion omega2, arduino dock r2, control system, startup project.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ	10
ВСТУП	13
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ОГЛЯД СУЧАСНИХ РІШЕНЬ.....	14
1.1 Поняття та класифікація безпілотних та наземних розвідувальних платформ.....	14
1.2 Сфери застосування розвідувальних платформ.....	15
1.3 Вимоги до сучасних розвідувальних платформ	17
1.4 Огляд існуючих аналогів.....	19
1.5 Недоліки існуючих рішень.....	37
1.6 Висновки до розділу	38
РОЗДІЛ 2. ВИБІР КОНСТРУКЦІЇ ТА МЕХАНІЧНИХ КОМПОНЕНТІВ	40
2.1 Обґрунтування вибору гусеничної бази	40
2.2 Реалізація попереднього вигляду платформи	41
2.3 Матеріали та компонування корпусу.....	43
2.4 Двигуни та виконавчі механізми.....	48
2.5 Система енергоживлення	53
2.6 Висновки до розділу	55
РОЗДІЛ 3. ЕЛЕКТРОННА АРХІТЕКТУРА, СЕНСОРИКА ТА АЛГОРИТМИ КЕРУВАННЯ ПЛАТФОРМИ.....	57
3.1 Структурна схема.....	57
3.2 Система керування на базі мікрокомп'ютера та мікроконтролера	59
3.3 Система сенсорики для навігації та орієнтації платформи	66
3.4 Сенсори моніторингу стану навколишнього середовища	90

3.5 Принципова електрична схема платформи.	98
3.6 Висновки	100
РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА ПРОГРАМНО-АЛГОРИТМІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ІНТЕРФЕЙСУ КОРИСТУВАЧА	102
4.1 Розробка алгоритму функціонування платформи	102
4.2 Функціональна архітектура інтерфейсу оператора	105
4.3 Висновки по розділу	107
РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЕКТУ «АВТОМАТИЗОВАНА ПЛАТФОРМА ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ РОЗВІДКИ».....	108
5.1 Опис та технологічний аудит ідеї стартап-проекту	108
5.2 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту.....	113
5.3 Розроблення ринкової стратегії та маркетингової програми проекту ..	127
5.4 Бізнес-модель реалізації стартап-проекту та оцінювання його економічної ефективності	139
5.5 Висновки	142
ВИСНОВКИ.....	144
ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА	147

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene) – акрилонітрилбутадієнстирол, ударостійкий термопластичний пластик, використаний для друку корпусу.

ADC (Analog-to-Digital Converter) – аналого-цифровий перетворювач (АЦП).

COTS (Commercial Off-The-Shelf) – готові до використання комерційні компоненти серійного виробництва.

CPU (Central Processing Unit) – центральний процесор.

DIY (Do It Yourself) – «зроби сам», аматорське конструювання.

DMP (Digital Motion Processing) – цифровий процесор обробки руху (вбудований у чіпи IMU).

EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) – електрично стираюча перепрограмовувана енергонезалежна пам'ять.

FOV (Field of View) – кут огляду камери або датчика.

FPV (First Person View) – вид від першої особи (керування через відеокамеру).

GPS (Global Positioning System) – глобальна система позиціонування.

GPIO (General Purpose Input/Output) – інтерфейс введення/виведення загального призначення.

I2C (Inter-Integrated Circuit) – послідовна шина даних для зв'язку між мікросхемами.

IMU (Inertial Measurement Unit) – інерціальний вимірювальний модуль (гіроскоп + акселерометр).

LiDAR (Light Detection and Ranging) – технологія отримання та обробки інформації про віддалені об'єкти за допомогою активних оптичних систем (лазерний сканер).

LoRa (Long Range) – технологія бездротової передачі даних на великі відстані при малому енергоспоживанні.

MVP (Minimum Viable Product) – мінімально життєздатний продукт.

NMEA (National Marine Electronics Association) – текстовий протокол зв'язку морського та навігаційного обладнання (GPS).

PETG (Polyethylene Terephthalate Glycol) – поліетилентерефталат-гліколь, зносостійкий пластик для 3D-друку.

PID (Proportional-Integral-Derivative) – пропорційно-інтегрально-диференціальний регулятор (ПІД-регулятор).

PWM (Pulse Width Modulation) – широтно-імпульсна модуляція (ШІМ).

R&D (Research and Development) – науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи (НДДКР).

ROI (Return on Investment) – показник окупності інвестицій.

ROS (Robot Operating System) – операційна система для роботів.

SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) – метод одночасної навігації та побудови карти місцевості.

SoC (System on Chip) – система на кристалі.

SPI (Serial Peripheral Interface) – послідовний периферійний інтерфейс.

STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) – наука, технології, інженерія та математика.

SWOT – метод стратегічного планування (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats).

UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter) – універсальний асинхронний приймач-передавач.

UGV (Unmanned Ground Vehicle) – безпілотний наземний транспортний засіб.

USB (Universal Serial Bus) – універсальна послідовна шина.

Wi-Fi (Wireless Fidelity) – технологія бездротової локальної мережі.

Вр – Виробничі (технологічність виготовлення).

Тр – Транспортні (зручність перевезення).

Тх – Технічні (параметри роботи).

Е – Ергономічні (зручність) або Естетичні (вигляд).

Ор – Організаційні (сервіс, гарантія).

ДСНС – Державна служба України з надзвичайних ситуацій.

ШІМ – широтно-імпульсна модуляція.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

- [1] Bennetts, V.H.; Lilienthal, A.J.; Neumann, P.P.; Trincavelli, M. Mobile robots for localizing gas emission sources on landfill sites: Is bio-inspiration the way to go? *Front. Neuroeng.* 2011, 4, 20.
- [2] Mohinder, S. Grewal Global positioning systems, inertial navigation, and integration /Mohinder S. Grewal, Lawrence R. Weill, Angus P. Andrews – Hoboken, New Jersey : Wiley-interscience a John Wiley & Sons Inc., 2007. – 525 p.
- [3] ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК, Збірник тез доповідей Міжнародної науково-технічної конференції, 2025. [Електронний ресурс] URL: https://asv.mil.gov.ua/sites/default/files/2025-06/zbirnyk-tez_2025-ost.pdf (дата звернення 20.10.2025)
- [4] Кравченко, А. В. Автоматизовані розвідувальні системи: принципи побудови та застосування : Монографія. Київ : Видавництво «Наука і техніка», 2023. 280 с.
- [5] ДСТУ EN 50632-1:2018. Електроінструменти ручні з приводом від двигуна. Безпека. Частина 1. Загальні вимоги (EN 50632-1:2015, IDT).
- [6] Платформа безпілотних систем для розвідки та моніторингу. Міністерство оборони України : офіційний веб-сайт. [Електронний ресурс]. URL: <https://mil.gov.ua/> (дата звернення: 15.10.2025)
- [7] Основи робототехніки та автоматизації / [С. П. Мельник, О. І. Дмитренко, Р. В. Заєць та ін.]; за заг. ред. С. П. Мельника. Львів : Новий Світ, 2022. 510 с.
- [8] Дмитренко, О. І., Заєць, Р. В. Технічне забезпечення військової розвідки. Харків : ХНУПС, 2020. 400 с.
- [9] Кузьменко, В. П. Програмно-апаратний комплекс для автономної навігації розвідувальних БПЛА. Матеріали II Міжнародної науково-технічної конференції «Сучасні проблеми автоматизації» (м. Київ, 18-19 травня 2024 р.). Київ : НТУУ «КПІ», 2024. С. 112–115.
- [10] Rosalba Rodríguez Reyes, Luis Palacios Aguirre, Luis Palacios Aguirre, Marcos

Gregorio Sanchez Calderón, Marcos Gregorio Sanchez Calderón, Use of Drones for Surveillance and Reconnaissance of Military Areas, Smart Innovation, 2018.

[Електронний ресурс] URL:

https://www.researchgate.net/publication/325205706_Use_of_Drones_for_Surveillance_and_Reconnaissance_of_Military_Areas (дата звернення 20.10.2025)

[11] Лісовська Ю.П., Лісовський П.М. Сили безпілотних систем , 2024 .

[Електронний ресурс] URL: <https://jurkniga.ua/contents/sili-bezpilotnikh-sistem.pdf> (дата звернення 20.11.2025)

[12] Mithileysh Sathiyanaarayanan, Santhosh Kumar, SELF CONTROLLED ROBOT FOR MILITARY PURPOSE, International Journal For Technological Research In Engineering Volume 1, Issue 10, June-2014. [Електронний ресурс] URL:

https://www.researchgate.net/publication/264120967_SELF_CONTROLLED_ROBOT_FOR_MILITARY_PURPOSE (дата звернення 15.12.2024)

[13] Maanik Narayana, Raja Naga Lochan, Renish Kumar Kothadiya, Integration and testing of a ground surveillance and detection robot, THE 11TH NATIONAL CONFERENCE ON MATHEMATICAL TECHNIQUES AND APPLICATIONS, June 2019. [Електронний ресурс] URL:

https://www.researchgate.net/publication/333986745_Integration_and_testing_of_a_ground_surveillance_and_detection_robot (дата звернення 15.12.2024)

[14] Ю. Фтемов, О. Куприненко, С. В. Лієнков, О. В. Мірошниченко, УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕННЯ ІНЖЕНЕРНОЇ РОЗВІДКИ В ІНТЕРЕСАХ ІНЖЕНЕРНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ ВІЙСЬК (СИЛ), Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка, січень 2023.

[Електронний ресурс] URL:

https://www.researchgate.net/publication/385365405_IMPROVEMENT_OF_METHODS_OF_CONDUCTING_ENGINEERING_RECONNAISSANCE_IN_THE

INTERESTS OF ENGINEERING SUPPORT OF COMBAT OPERATIONS
OF TROOPS FORCES (дата звернення 16.12.2024)

[15] Кириченко Іван Валерійович, Бойовий робот, Патент України на промисловий зразок, 2017. [Електронний ресурс] URL:

<https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1285858/> (дата звернення 16.12.2024)

[16] Педченко Назар Михайлович, ЛЕГКИЙ НАЗЕМНИЙ РОБОТ ДЛЯ БОЙОВИХ ДІЙ ТА РОЗВІДКИ, Патент на корисну модель, 2021.

[Електронний ресурс] URL: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1615906/>

(дата звернення 17.12.2024)

[17] Андрій ТКАЧУК, Олена БЕЗВЕСІЛЬНА, Василь БОНДАРЧУК, Ілона КРИЖАНІВСЬКА, ПРОЕКТУВАННЯ ПЛАТФОРМИ СТАБІЛІЗОВАНОЇ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ РОЗВІДКУВАЛЬНИХ ОПЕРАЦІЙ, Вісник Хмельницького національного університету Технічні науки, 2022. [Електронний ресурс] URL:

https://www.researchgate.net/publication/366402447_DESIGN_OF_STABILIZED_INFORMATION_AND_MEASURING_SYSTEM_PLATFORM_FOR_INTELLIGENCE_OPERATIONS (дата звернення 18.12.2024)

[18] АНДРІЙ ТКАЧУК, Олексій ГРОМОВИЙ, ОЛЕНА БЕЗВЕСІЛЬНА, ВАСИЛЬ БОНДАРЧУК, ДОСЛІДЖЕННЯ УДАРНОГО НАВАНТАЖЕННЯ МОБІЛЬНОЇ ГУСЕНИЧНОЇ ПЛАТФОРМИ З АВТОНОМНОЮ СИСТЕМОЮ СТАБІЛІЗАЦІЇ, Вісник Хмельницького національного університету Технічні науки, 2023. [Електронний ресурс] URL:

https://www.researchgate.net/publication/371394883_RESEARCH_ON_IMPACT_LOADING_OF_A_MOBILE_TRACKED_PLATFORM_WITH_AN_AUTONO

[MOUS_STABILIZATION_SYSTEM](#) (дата звернення 18.12.2024)

[19] Д. Іванов, Р. Олійник, Ю. Живець, В. Іванова, РОЗВІДУВАЛЬНО-УДАРНІ СИСТЕМИ В МЕРЕЖЕЦЕНТРИЧНІЙ ВІЙНІ, Наукові праці Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, 2024 [Електронний ресурс] URL:

https://www.researchgate.net/publication/379526062_RECONNAISSANCE_AND

[STRIKE_SYSTEMS_IN_NETWORK-CENTRIC_WARFARE](#) (дата звернення 19.12.2024)

[20] Rosalba Rodríguez Reyes, Luis Palacios Aguirre, Luis Palacios Aguirre, Marcos Gregorio Sanchez Calderón, Marcos Gregorio Sanchez Calderón, Use of Drones for Surveillance and Reconnaissance of Military Areas, Smart Innovation, 2018.

[Електронний ресурс] URL:

https://www.researchgate.net/publication/325205706_Use_of_Drones_for_Surveillance_and_Reconnaissance_of_Military_Areas (дата звернення 20.12.2024)

[21] Michal Kopulety, Tibor Palasiewicz, Advanced Military Robots Supporting Engineer Reconnaissance in Military Operations, Lecture Notes in Computer Science, 2018. [Електронний ресурс] URL:

https://www.researchgate.net/publication/323579869_Advanced_Military_Robots

[Supporting_Engineer_Reconnaissance_in_Military_Operations](#) (дата звернення 20.12.2024)

[22] Робототехніка: підруч. для студ. вищ. навч. закл., що вивчають дисципліну «Робототехніка і мехатроніка» / В. І. Костюк, Г. О. Спину [та ін.]. – Київ: Вища школа, 1994. – 446.

[23] М. М. Поліщук, М. М. Ткач, Робототехнічні системи та комплекси: мобільні роботи довільної орієнтації, Київ, 2023. – 301. [Електронний ресурс]

URL:https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/59490/1/Polishchuk_MM_Tkach_MM_Robot_system.pdf (дата звернення 20.11.2025)

- [24] Двигун JGA25-370 з редуктором 170 об/хв 12В. [Електронний ресурс] URL: <https://stack.in.ua/ua/p2545637424-dvigatel-jga25-370.html> (дата звернення 20.11.2025)
- [25] Акумулятор 18650 Samsung INR 18650 30Q 3000 mAh [Електронний ресурс] URL: https://bestbattery.com.ua/ua/li_ion_1850_ua/li_ion_18650_ua/imr_18650_ua/samsung_18650_30q_ua (дата звернення 20.11.2025)
- [26] Low-cost, production-ready Linux modules for connected devices and sensors [Електронний ресурс] URL: <https://onion.io/omega2/> (дата звернення 22.11.2025)
- [27] Плата розширення Onion Arduino Dock R2 [Електронний ресурс] URL: <https://hobbytech.com.ua/product/plata-rasshireniya-onion-arduino-dock-r2/> (дата звернення 22.11.2025)
- [28] Драйвер двигуна ZK-5ad на TA6586 [Електронний ресурс] URL: <https://voron.ua/uk/catalog/039808--drayver-dvigatelya-zk-5ad-na-ta6586> (дата звернення 22.11.2025)
- [29] Конденсатор керамічний 100нФ 50В Y5V [Електронний ресурс] URL: <https://arduino.ua/prod7154-kondensator-keramichnii-100nf-50v-y5v-1sht> (дата звернення 22.11.2025)
- [30] Як визначити ємність з реактивного опору [Електронний ресурс] URL: <https://olfil.risa.cx.ua/articles/viznachiti-emnist-z-reaktivnogo-oporu.html> (дата звернення 22.11.2025)
- [31] NEO-6M GPS-модуль GY-NEO6MV2 [Електронний ресурс] URL: <https://arduino.ua/prod5017-neo-6m-gps-modul-gy-gps-6mv2-neo6mv2> (дата звернення 22.11.2025)
- [32] Комбінація датчиків 10-DOF IMU Sensor з низьким споживанням від Waveshare [Електронний ресурс] URL: <https://arduino.ua/prod2799-kombinaciya-datchikov-10-dof-imu-sensor-s-nizkim-potrebleniem> (дата звернення 22.11.2025)
- [33] 10 DOF IMU Sensor, Low Power [Електронний ресурс] URL: <https://www.waveshare.com/10-dof-imu-sensor-b.htm> (дата звернення 22.11.2025)

- [34] MT6701 I2C модуль магнітного датчика кута [Електронний ресурс] URL: <https://prom.ua/p2079105147-mt6701-i2c-modul.html> (дата звернення 22.11.2025)
- [35] Трансивер DX-LRO2 ASR66001 LoRa [Електронний ресурс] URL: <https://ekran.store/bezdrotovyi-pryimalno-peredavalnyi-modul-dx-lro2-asr66001-lora-433-475mhz-22dbm-na-8km-antena> (дата звернення 22.11.2025)
- [36] Кременецька Я. А., Марков С. Ю., Градобосва Н. В., Харченко Є. М., 2019. Аналіз обмежуючих та компенсуючих факторів при розрахунку енергетичної ефективності радіосистем в міліметровому діапазоні [Електронний ресурс] URL: <https://tit.duikt.edu.ua/index.php/telecommunication/article/view/2205> (дата звернення 22.11.2025)
- [37] Delta-2B-Lidar-SDK [Електронний ресурс] URL: <https://github.com/CWRU-AutonomousVehiclesLab/Delta-2B-Lidar-SDK> (дата звернення 22.11.2025)
- [38] M701 UART Air Quality Sensor Module VOC CO2 HCHO PM2.5 Sensor With Temperature and humidity [Електронний ресурс] URL: <https://mikroelectron.com/product/m701-uart-air-quality-sensor-module-voc-co2-hcho-pm2-5-sensor-with-temperature-and-humidity> (дата звернення 23.11.2025)
- [39] Камера RunCam Thumb Pro 4K New Version [Електронний ресурс] URL: <https://kiborg.com.ua/kamera-runcam-thumb-pro-4k-new-version-cam-2-ua/> (дата звернення 23.11.2025)
- [40] DC-DC конвертер понижающий 4.5...28 В в 0.8...20 В 3А на MP1584 [Електронний ресурс] URL: <https://www.mini-tech.com.ua/dc-dc-konverter-ponizhayushchij-mp1584> (дата звернення 23.11.2025)
- [41] Гавриш Олег Анатолійович, д-р техн. наук, проф., Солнцев Сергій Олексійович, д-р фіз.-мат. наук, проф., Дергачова Вікторія Вікторівна, д-р. екон. наук, проф., Мережне електронне навчальне видання «РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ», Київ, НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2016 [Електронний ресурс] URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/1b633fd5-ac4e-47b0-a950-6265f7e1c5a2/content> (дата звернення 30.11.2025)
- [42] Двигатель электрический с редуктором GA12-N20 [Електронний ресурс] URL: <https://gsm-komplekt.ua/product/86026/> (дата звернення 03.12.2025)

- [43] JGB37-520 Мотор-редуктор з редуктором [Електронний ресурс] URL: https://vroda.co.ua/ua/product/jgb37-520-motor-reduktor-z-reduktorom_15756009691 (дата звернення 03.12.2025)
- [44] Ni-Mh (Нікель-метал гідридні) акумулятори [Електронний ресурс] URL: <https://xn--80aabsph9bq.com.ua/kharakterystyky-ta-atrybuty-tovariv/typy-batareyok/type-ni-mh-rechar> (дата звернення 03.12.2025)
- [45] Акумулятор 21 34 55 Li-Po 3,7V 500mAh [Електронний ресурс] URL: <https://radiodetali.com.ua/ua/product/akkumulyator-21-34-55-li-po-37v-500mah-63131> (дата звернення 03.12.2025)
- [46] Espressif ESP32-P4-Function-EV-Board [Електронний ресурс] URL: <https://prom.ua/ua/p2793359937-espressif-esp32-function.html> (дата звернення 03.12.2025)
- [47] Raspberry Pi Zero W [Електронний ресурс] URL: <https://arduino.ua/prod2345-raspberry-pi-zero-w> (дата звернення 03.12.2025)
- [48] Драйвер двух двигателей на L298N [Електронний ресурс] URL: <https://arduino.ua/prod406-draiver-dvyh-dvigatellei-na-l298n> (дата звернення 03.12.2025)
- [49] Драйвер двигателей двухканальный на TB6612FNG [Електронний ресурс] URL: <https://arduino.ua/prod2377-draiver-dvigatellei-dvyhkanalnii-na-tb6612fng> (дата звернення 03.12.2025)
- [50] GPS модуль Ublox NEO-M8N [Електронний ресурс] URL: <https://arduino.ua/prod1152-gps-modyl-ublox-neo-m8n-s-kompasom> (дата звернення 03.12.2025)
- [51] Модуль GPS+BDS ATGM336H [Електронний ресурс] URL: <https://prom.ua/p743585518-modul-gpsbds-atgm336h.html> (дата звернення 03.12.2025)
- [52] Акселерометр и гироскоп MPU-6050 GY-521 модуль 6DOF [Електронний ресурс] URL: <https://arduino.ua/prod512-akselerometr-i-giroskop-mpu-6050-modyl-6dof> (дата звернення 03.12.2025)

- [53] BNO055 - 9-DOF + MCU [Електронний ресурс] URL: <https://1wire.com.ua/bno055-9-dof-datchik.html> (дата звернення 03.12.2025)
- [54] Принцип роботи оптичного енкодера [Електронний ресурс] URL: <https://eltaltd.com.ua/blog/printsip-raboty-inkrementalnogo-enkodera> (дата звернення 03.12.2025)
- [55] AS5600 - магнітний поворотний енкодер [Електронний ресурс] URL: <https://1wire.com.ua/as5600-magnitnij-povorotnij-jenkoder.html> (дата звернення 03.12.2025)
- [56] Бездротовий трансівер NRF24L01+ [Електронний ресурс] URL: <https://www.mini-tech.com.ua/ua/besprovodnoy-transiver-nrf24l01> (дата звернення 03.12.2025)
- [57] Датчик відстані ультразвуковий HC-SR04 [Електронний ресурс] URL: <https://www.mini-tech.com.ua/ua/datchik-rasstoyaniya-ultrazvukovoy-hc-sr04> (дата звернення 03.12.2025)
- [58] Waveshare Датчик Відстані Лазерний RPLIDAR A1 [Електронний ресурс] URL: <https://evo.net.ua/waveshare-datchyk-vidstani-lazernyi-rplidar-a1-22342/> (дата звернення 03.12.2025)
- [59] Модуль датчика качества воздуха MQ-135 [Електронний ресурс] URL: <https://arduino.ua/prod1201-modyl-datchika-kachestva-vozdyha-mq135> (дата звернення 03.12.2025)
- [60] Лазерний датчик забруднення повітря PM2.5 PMS5003 [Електронний ресурс] URL: <https://arduino.ua/prod3098-lazernii-datchik-zabrydnennya-povitrya-pm2-5-pms5003> (дата звернення 03.12.2025)
- [61] C920 Pro [Електронний ресурс] URL: <https://logitech.com.ua/c920-pro> (дата звернення 03.12.2025)
- [62] Модуль Wi-Fi ESP32-CAM з камерою 2MP [Електронний ресурс] URL: <https://arduino.ua/prod3458-modyl-wi-fi-esp32-s-kameroi-2mp> (дата звернення 03.12.2025)