



The Ministry of  
Education and Science  
of Ukraine

<https://nure.ua/>

Kharkiv National  
University of  
Radio Electronics

**KITAM**

3  
2  
0  
2

# COLLECTION

OF STUDENTS' SCIENTIFIC PAPER

«Automation and Development of Electronic Devices»

ADED-2023

(Part 1)



**Industry 4.0**



Digital control  
life cycle



Distributed Computer  
Systems



Fast  
integration and  
flexible  
configuration



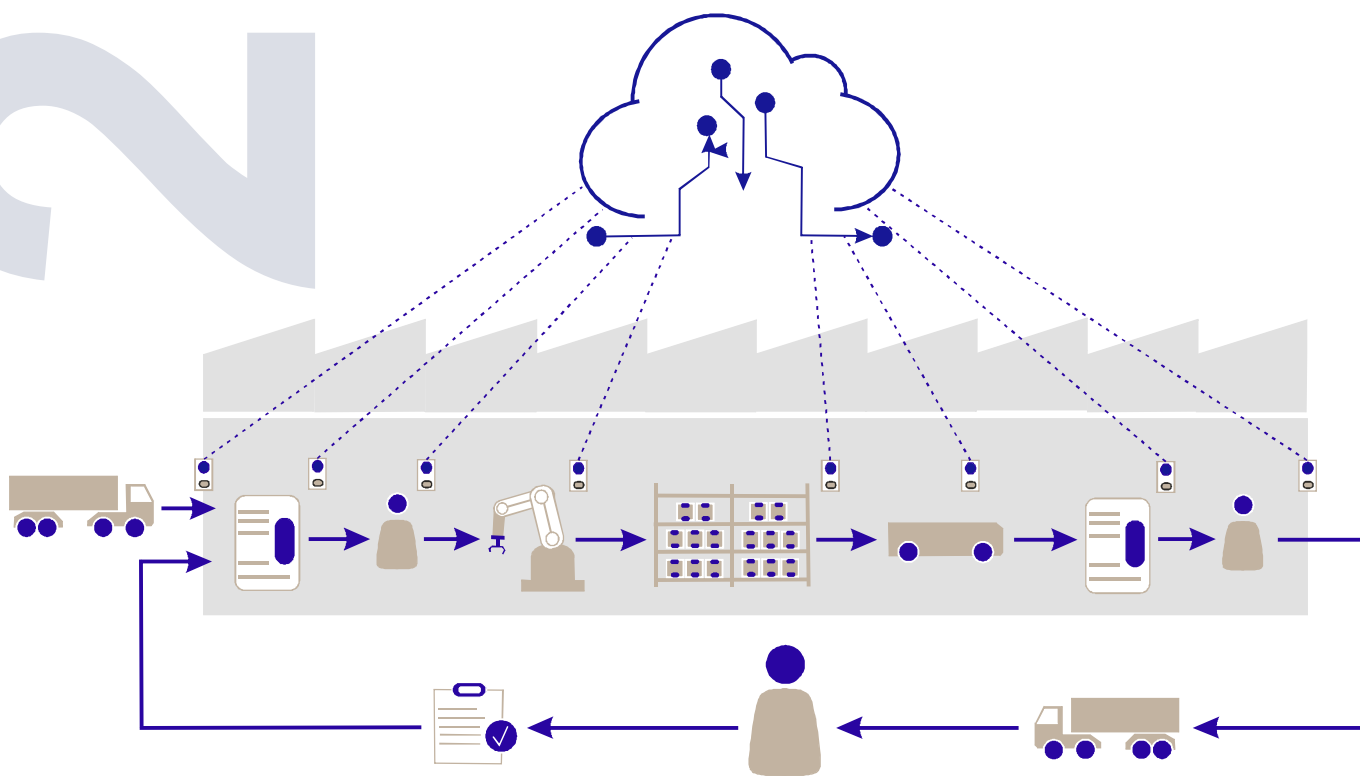
Cyber-physical  
system



3  
2  
0  
2

# ЗБІРНИК

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



Industry 4.0

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. 1. – 336с.

Collection of Students' Scientific Paper «Automation and Development Of Electronic Devices» ADED-2023 Part 1 (Key infrastructure 2023) - Kharkiv/ The Editorial.: Nevlyudov I.Sh. (head), that all. Kharkiv: Kind of Kharkiv National University of Radio Electronics [electronic edition], 2023. – 336p 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 мехатроніки (КІТАМ) 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

## ЗМІСТ

<i>Бацуля Р. В.</i> Аналіз сучасних розробок у сфері робототехніки .....	9
<i>Дяченко Е.С.</i> Аналіз сучасних розробок в області розумного будинку .....	15
<i>Кап'юнкін В.Г.</i> Розроблення системи голосового керування сайтом для людей з обмеженими можливостями .....	19
<i>Карташова В.В.</i> Аналіз сучасних роботизованих та експертних систем .....	24
<i>Кащев В. А., Артюх В. С.</i> Аналіз створення інтерфейсів користувача програмного забезпечення автоматизованих систем .....	31
<i>Кравченко С. В.</i> Аналіз автоматизованих систем керування технологічними процесами сучасного підприємства .....	36
<i>Наумов М. С.</i> Автоматизація приладобудівних приміщень .....	42
<i>Остапенко І.В.</i> Комп'ютерне зорове сприйняття .....	47
<i>Перебийніс Д. А.</i> Аналіз сучасного стану розробок в області автоматизації .....	52
<i>Рудакова Г. В.</i> Аналіз сучасних розробок в області комп'ютерного зору .....	57
<i>Дмитрієв Д.В.</i> Розробка макету пристрою дистанційного керування антропоморфним захватним пристроєм .....	61
<i>Андреев А.С.</i> Перспективи використання PHP та MYSQL в проектах .....	66
<i>Вінниченко С.О.</i> Огляд можливих ризиків кібератаки для віртуального підприємства та способів їх запобігання .....	70
<i>Гребенков Д. В.</i> Огляд сучасних безпілотних літальних апаратів .....	74
<i>Кирпота Ф., Халімонов Я.</i> Особливості QR-кодів та проблеми Fishing .....	78
<i>Макушев І.А.</i> Огляд сучасних роботів-маніпуляторів .....	82
<i>Олінкевич Я.В.</i> PHP & HTML: файли cookie, сесії, автентифікація .....	86
<i>Поліканов К. А.</i> Безпека QR-кодів та Phishing атаки .....	91
<i>Коноваленко К.</i> Розробка структурної схеми мобільної маніпуляційної платформи для розмінування ...	95
<i>Реука Є.</i> Розробка структурної схеми PID контролера для керування позиціонування сонячної панелі для автономних мобільних роботів .....	100

<i>Александров В.О.</i>	
Перспективи розвитку повітряної робототехніки в Україні .....	105
<i>Савін В.А.</i>	
Аналіз сучасних методів виявлення вибухонебезпечних об'єктів .....	110
<i>Залож Є.</i>	
Управління збутом продукції виробничого підприємства на основі динамічних QR-кодів .....	115
<i>Воронов Д.О.</i>	
Розробка програмних модулів на основі датчика LIDAR для системи управління БПЛА .....	119
<i>Коротун Є.В.</i>	
Факторний аналіз фотополімерних смол для 3D-друку .....	124
<i>Світайло Д. М.</i>	
Аналіз причин кібератак та інформаційної безпеки .....	128
<i>Долгуля А.В.</i>	
Дослідження переміщення чотирилапого зооморфного робота «Робокіт» у невизначеному просторі .....	132
<i>Кривий М.В.</i>	
Робототехнічні системи та їхнє використання .....	138
<i>Nienova D. V.</i>	
Programmable Providing of Data on Functional Dependencies of Material Characteristics ...	143
<i>Білоус М.Ю., Іщенко М.Д.</i>	
Автоматизація розподілу сервісних робіт на підприємстві .....	147
<i>Кравченко С. В.</i>	
Аналіз сучасного фреймворка ASP.NET CORE для WEB-додатків .....	151
<i>Башир Б.В.</i>	
Переваги та недоліки термопластавтоматів .....	156
<i>Зибенко О. О.</i>	
Впровадження електроерозійних варстатів з ЧПК в розумне виробництво .....	160
<i>Кальченко А.С.</i>	
Особливості 3D-ДРУКУ для принтерів FDM/FFF .....	165
<i>Маковоз С. К.</i>	
Комп'ютерне моделювання механічної частини плазмового ЧПУ верстата .....	170
<i>Піхтерьов А.Д.</i>	
Переваги та недоліки 3D-принтерів з полярною кінематикою .....	174
<i>Придятько Д.Р.</i>	
Огляд можливостей систем технічного зору для пошуку вибухонебезпечних предметів .....	178
<i>Шерстюк А. М.</i>	
Системологічний аналіз проблеми автоматизації виявлення браку продукції приладобудівельного підприємства .....	183
<i>Лукеча І.</i>	
Математична модель системи позиціонування стимулюючого електрода на біологічно активні точки .....	189
<i>Обозін Я.В.</i>	
Особливості засобів для ремонту пошкоджених автомобілів .....	195
<i>Shevchenko A.A.</i>	
Development of Program Tools to Provide Automated Data Plots Visualisation for Scientific Aided Computation Software .....	199

<i>Шишко А.Т., Кулешов Д.С.</i>	
ІоТ-рішення для автоматизації виробничого приміщення на базі ESP8266 та Веб-сервера .....	205
<i>Білошапка І.В.</i>	
Розробка методів щодо створення програмних модулів автоматизованого проектування деталей для системи LibreCAD .....	209
<i>Левченко К.О.</i>	
Кінематика 3D – принтерів .....	215
<i>Муравка Р.</i>	
Дослідження роботи мобільного робота з використанням різних сенсорів для збору даних про зовнішнє середовище .....	219
<i>Скляр М. В., Тарасенко К. А.</i>	
Впровадження технологій 3D візуалізації у виробництво та навчання .....	224
<i>Скрипниченко В.О.</i>	
Вплив автоматичних регуляторів на лінійні об'єкти автоматизації .....	229
<i>Пустовалов Д.</i>	
Дослідження методу триангуляції та його застосування у робототехніці та повсякденному житті .....	235
<i>Леонов Ю.С.</i>	
Аналіз систем підігріву та підтримання температури повітря в 3D-принтер .....	241
<i>Щербина В.</i>	
Розробка віддаленої системи екстреного керування мобільним роботом на базі ESP8266 .....	245
<i>M. Sc. Isabelle Elisabeth Metzen, Nienova D.V.</i>	
Utilizing Engineering and Programming Approaches Implemented in a Multidisciplinary Experiment as an Innovation Platform for Biological Climate Change Research .....	248
<i>Ахмад Д.Х.</i>	
Сервер для організації обміну даними та керування мобільною платформою .....	253
<i>Бузніков В.Р.</i>	
Використання технології комп'ютерного зору для виявлення вибухонебезпечних предметів .....	257
<i>Гребенюк Б.А.</i>	
Розробка підсистеми управління інтелектуальним роботом .....	263
<i>Карпов М.С.</i>	
Аналіз бездротових сенсорних мереж .....	270
<i>Поддубняк І. А.</i>	
Розробка мобільної платформи для пошукових робіт .....	277
<i>Шаталюк Р.Р.</i>	
Інтелектуальна автоматизація технологічних процесів .....	283
<i>Візір Ю.С., Кравченко К.В.</i>	
Система автоматизованого контролю та підтримки оптимального рівня освітленості у приміщеннях .....	287
<i>Лашин З.В.</i>	
Автоматизація процесу управління ресурсами навчальних лабораторій .....	291
<i>Шаталюк Р.Р.</i>	
Аналіз сучасних інтелектуальних технологій, які застосовуються при виробництві приборів та систем .....	296

<i>Сокол Б.В.</i>	
Порівняльне моделювання кінематик 3D принтера .....	300
<i>Бєлий Я.В.</i>	
Особливості управління багатоступневими взаємопов'язаними нелінійними об'єктами .....	305
<i>Шаталюк Р.Р.</i>	
Інтелектуальна автоматизація технологічних процесів .....	308
<i>Бєлий Я.В.</i>	
Розробка однорівневої системи контролю та управління доступом .....	313
<i>Шаталюк Р.Р.</i>	
Аналіз сучасних інтелектуальних технологій, які застосовуються при виробництві приборів та систем .....	318
<i>Монзер А.А.</i>	
Автоматичне визначення області сканування в адаптивній бінарзації зображення .....	322
<i>Савченко П.М.</i>	
Особливості виробничих адаптивних систем автоматичного управління .....	326
<i>Савченко П.М.</i>	
Розробка системи управління світломузичною установкою на базі arduino Nano .....	330
<i>Катишев І.А., Катишев В.І.</i>	
Збільшення ефективності вакуумного сонячного колектора .....	333

## ОГЛЯД МОЖЛИВОСТЕЙ СИСТЕМ ТЕХНІЧНОГО ЗОРУ ДЛЯ ПОШУКУ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРЕДМЕТІВ

**Д.Р. Придятько**

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: dmytro.prydatko@nure.ua

**Анотація:** В роботі основна увага була приділена огляду та аналізу можливостей систем технічного зору для пошуку вибухонебезпечних предметів. Розглянуті питання особливостям застосування систем технічного зору та наведено приклад її структурно-функціональної організації. Розглянуто найпоширеніші способи пошуку вибухонебезпечних матеріалів. Проведений огляд є передумовою розробки алгоритму для виявлення ВНП.

**Ключові слова:** застосування, система технічного зору, пошук, вибухонебезпечних предметів

## OVERVIEW OF VISION SYSTEMS CAPABILITIES FOR DETECTING EXPLOSIVE OBJECTS

**D.R. Prydatko**

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.,14

E-mail: dmytro.prydatko@nure.ua

**Annotation:** The paper focuses on review and analysis of technical vision systems capabilities for search for explosive devices. The issues of peculiarities of technical vision systems use are considered and example of its structural and functional organization is given. The most common methods of searching for explosive materials are considered. The review is prerequisite for development of algorithm for detecting EM.

**Key words:** application, technical vision system, search, explosive objects

Актуальність роботи. Пошук вибухонебезпечних предметів (ВНП) за допомогою систем технічного зору має величезну актуальність із погляду забезпечення безпеки суспільства. Вибухи можуть призвести до смерті та травмування людей, а також руйнування будівель та іншої інфраструктури. Використання вибухонебезпечних матеріалів у терористичних актах може мати серйозні наслідки для політичної та економічної стабільності регіону чи навіть усієї країни.

Системи технічного зору є ефективним засобом для пошуку вибухонебезпечних предметів, оскільки вони можуть забезпечити швидке виявлення таких об'єктів і запобігти їх використанню в злочинних цілях. Більше того, використання систем технічного зору може знизити ризики для персоналу, які зазвичай займаються пошуком вибухонебезпечних предметів, оскільки вони будуть менш схильні до небезпек при виконанні своїх завдань.

Таким чином, пошук вибухонебезпечних предметів за допомогою систем технічного зору має високу актуальність у контексті забезпечення безпеки суспільства та запобігання терористичним актам. Швидке та ефективно виявлення вибухонебезпечних матеріалів може врятувати безліч життів та запобігти серйозним економічним та політичним наслідкам.

Мета роботи. Дослідження можливостей застосування систем технічного зору для удосконалення та підвищення ефективності процесу виявлення та розмінування вибухонебезпечних предметів.

Задача роботи. Проаналізувати можливості виявлення вибухонебезпечних предметів за допомогою систем технічного зору та розробити алгоритм ідентифікації вибухонебезпечних предметів.

Матеріал і результати досліджень. Станом на зараз третю частину території України вважають замінованою. У число замінованих територій входять як деокуповані землі, так і ті, де поки ще знаходяться російські терористи. Згідно з даними Mines Advisory Group, на цей час Україна є найбільш замінованою територією світу, випереджаючи попередніх «лідерів» – Афганістан і Сирію. Загальна площа замінованих територій в Україні – приблизно 170-180 тисяч кв. км. Найбільш замінованою територією в Україні на сьогодні вважається Херсонська область, а на повне розмінування української території після війни, за оцінками експертів, піде не менше п'яти років. Це при тому, що з початку російської агресії ДСНС провела величезну роботу, вилучивши майже 326 тисяч вибухонебезпечних предметів і майже три тонни вибухівки [1].

Системи технічного зору відіграють важливу роль у пошуку та виявленні вибухонебезпечних матеріалів. З розвитком технологій і штучного інтелекту системи технічного зору стають все більш точними й ефективними у виявленні небезпечних предметів.

В даний час завдяки розвитку інформаційних технологій робота із зображеннями міцно увійшла у всі сфери людського життя, починаючи з банального отримання та обробки зображення фотоапаратом і закінчуючи високоточною системою технічного зору для роботизованих маніпуляторів, які застосовуються на виробництві [2].

Основним завданням будь-якої системи технічного зору є отримання корисної інформації із зображення шляхом розпізнавання окремих його елементів. У більшості випадків така інформація є визначальною для координування дій робота або роботизованого комплексу при виконанні поставленого завдання, що є причиною високих вимог, що висуваються до функціональності та продуктивності таких систем [3-7].

Одним з найскладніших завдань у технічному зорі є завдання розпізнавання. По-перше, таке завдання вимагає ретельного вивчення умов та вимог роботи системи, а також можливостей, що входять до її складу технічних та програмних засобів, оскільки розробка програми ведеться під конкретну систему. По-друге, універсальних алгоритмів розпізнавання немає, тому при зміні цільової задачі системи або її модернізації буде потрібно вдосконалення або перебудова програми пошуку об'єкта. Дана сфера є одним з методів автоматизації, що найбільш швидко розвиваються, із застосуванням комп'ютерних технологій і робототехніки.

Поняття «технічний зір» є досить широким, і включає технології, методи та алгоритми, пов'язані з завданням аналізу та обробки зображень, а також практична реалізація таких процесів. Технічний зір – одне з небагатьох середовищ, де технології вже практично досягли можливостей людини. Тут йдеться про сенсорні пристрої отримання зображення, за складністю які можна порівняти з сітківкою людського ока, а також про проектування інтелектуальних систем, здатних на прийняття зважених рішень і здатних до самонавчання.

Функціонування технічного зору обумовлено низкою проблем, основна з яких – складність опису та попередньої оцінки матеріалу, що обробляється. Справа в тому, що зображення може являти собою нескінченну різноманітність якісно-геометричних структур, формальні описи яких, можливо, будуть відсутні. Із цього також випливає ще одне складне завдання – завдання виявлення та ідентифікації об'єктів. Наприклад, якщо людина може чітко визначити на зображенні будівлю або машину, використовуючи власну базу контурних, текстурних або кольорових ознак, то для комп'ютера ці об'єкти будуть не більше ніж набором пікселів різного кольору. Це призвело до постійного зростання дослідницьких напрямів у сферах комп'ютерного зору.

Одним із основних способів пошуку вибухонебезпечних матеріалів є використання системи технічного зору на основі тепловізора. Тепловізор – це портативний або стаціонарний пристрій, здатний реєструвати тепловий розподіл температури об'єкта, що досліджується, в інфрачервоному діапазоні. Дані реєстрації прилад в режимі онлайн передає на дисплей, де оператор бачить у видимому спектрі даний розподіл. Картинка на екрані забарвлює в різні кольори різні температурні ділянки об'єкта [8]. Ця технологія використовує інфрачервоні промені для виявлення об'єктів, які виділяють більше тепла, ніж навколишнє середовище.

Таким чином, система технічного зору на основі тепловізора може виявити приховані вибухонебезпечні пристрої, які не можуть бути виявлені звичайними методами. Це дозволяє виявити вибухонебезпечні пристрої, які можуть бути виявлені на тілі терориста або злочинця.

Ще одним методом пошуку вибухонебезпечних матеріалів за допомогою системи технічного зору є використання технології сканування рентгенівськими променями. Ця технологія використовує рентгенівські промені для сканування об'єктів і створення зображень внутрішніх структур. Таким чином, системи технічного зору на основі рентгенівських променів можуть виявити вибухонебезпечні пристрої, які знаходяться всередині інших предметів.

На даний момент немає універсального апаратного забезпечення для систем машинного зору, що ускладнює вибір апаратних засобів та програмного забезпечення. Проте на ринку пристрою з великою кількістю опцій та комбінацій, з яких користувачі зможуть вибрати те, що найкраще відповідає їхнім потребам, і скласти власне унікальне рішення.

Мозком будь-якої архітектури систем машинного зору є центральний процесор (ЦП). Безумовно, вони широко застосовують у багатьох видах цифрових пристроїв. Нинішні багатоядерні процесори забезпечують виняткову продуктивність та простоту програмування. Крім того, адаптивність машинного зору дозволяє успішно використовувати його з комп'ютерами та відповідними компонентами, оптимізованими під виконання певного завдання. Для підвищення продуктивності доступні різні співпроцесори. Наприклад, графічні процесори (ГП) є спеціалізованими схемами, що забезпечують високу обчислювальну здатність при роботі з плаваючою точкою, що можна успішно застосовувати для прискореної обробки зображень. Також вони здатні швидше обробляти супутні дані, які впливають на такі параметри зображень. Графічні процесори можуть використовувати загальні вказівки для всіх елементів великих пакетів даних, як ті, що формують зображення.

Програмовані користувачем вентильні матриці (ПКВМ) є іншою формою інтегрованої схеми, яку можна оптимізувати для оперативного виконання різних інструкцій. ПКВМ відрізняються прямим доступом до апаратного забезпечення та можуть застосовуватися для швидкої реалізації складних функцій та обчислень. Процесори та співпроцесори можна комбінувати, щоб створювати складання типу ЦП+ГП, ЦП+ПКВМ або ЦП+ГП+ПКВМ. Архітектура обробки даних машинного зору може підлаштовуватися під поточні потреби, завдяки чому досягається продуктивність, що масштабується. Функції розподіляються так: ЦП виконують алгоритми; ДП кодують, декодують та відображають інформацію; ППВМ проводять попередню обробку даних, особливо в області простору/частот.

Приклад, структурно-функціональної організації системи технічного зору наведений на рис. 1.

Пропонована СТЗ виявлення та визначення характеристик вибухонебезпечних матеріалів складається з блоку аналізу, приймачів зображень ПЗ(1)-ПЗ(4) з вбудованими приймачами, радіоприймального пристрою (РП), приймача WiFi для зв'язку. Блок аналізу містить: блок введення зображення (БВЗ), блок виявлення, оперативний запам'ятовуючий пристрій (ОЗП), блок тривимірної аналізу, блок розпізнавання (рис. 1).

Приймачі зображення встановлюють так: ПЗ(1) і ПЗ(2) розміщують якомога ближче один до одного, орієнтують їх головні оптичні осі взаємно паралельно і направляють у центр області контролю; ПЗ(3) і ПЗ(4) також розміщують якомога ближче один до одного, але на деякій відстані від ПЗ(1) і ПЗ(2). Подібне розміщення необхідне реалізації бінокулярної СТЗ з різною чутливістю відеокамер. Таким чином, з одного боку, забезпечується можливість визначення тривимірних координат об'єкта, а з іншого – за рахунок різної чутливості можна отримувати зображення в широкому динамічному діапазоні яскравості робочої сцени.

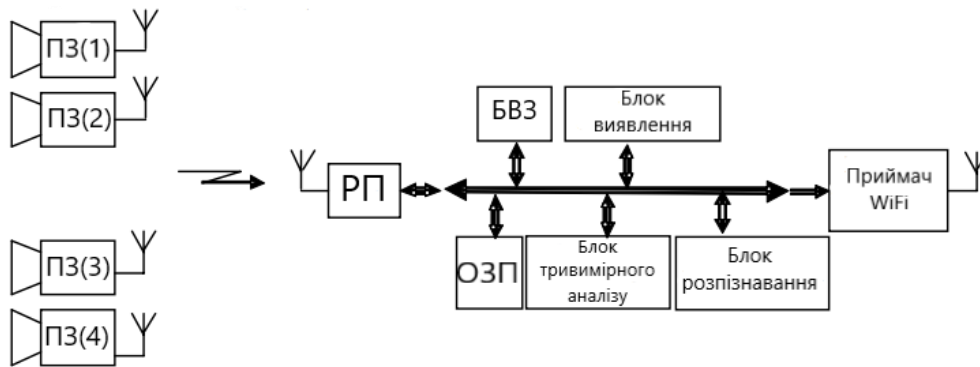


Рисунок 1 – Структурно-функціональна організація СТЗ

Зображення робочої сцени надходить на вхід блоку, що аналізує зображення щодо виявлення областей яскравості і кольоровості, які періодично чи випадково змінюються у часі. Блок виявлення виконує порівняння двох послідовних кадрів зображення за яскравістю та кольоровістю зображення. Області з яскравістю і кольоровістю, що змінюється протягом декількох кадрів зображення, позначаються для подальшого аналізу.

Блок тривимірного аналізу отримує координати (по осях  $x$  та  $y$ ) позначених областей зображення та розраховує їх просторові координати.

На заключній стадії обробки зображення виконується розпізнавання ВВП, аналізуються підозрілі об'єкти, форми та кольори. У разі відповідності зазначених параметрів еталонному опису ознак ВВП блок розпізнавання приймає рішення про виявлення ВВП і приймач Wi-Fi каналом зв'язку передає цей сигнал до служби безпеки.

Модулі, що входять до складу аналізованого блоку, реалізовані на базі модульної архітектури з використанням програмованих логічних інтегральних схем.

Таким чином, в даній роботі основна увага була приділена огляду та аналізу можливостей систем технічного зору для пошуку вибухонебезпечних предметів. Розглянуті питання особливостям застосування систем технічного зору та наведено приклад її структурно-функціональної організації. Розглянуто найпоширеніші способи пошуку вибухонебезпечних матеріалів. Проведений огляд є передумовою розробки алгоритму для виявлення ВВП.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Україна – найбільш замінована країна світу: скільки української території забруднено мінами. – 2023. [Електронний ресурс]. – режим доступу: <https://www.slovoidilo.ua/2023/03/02/infografika/bezpeka/ukrayina-najbilsh-zaminovana-krayina-svitu-skilky-ukrayinskoyi-terytoriyi-zabrudneno-minamy>
2. Sotnik, S. Modern Industrial Robotics Industry / S. Sotnik, V. Lyashenko // International Journal of Academic Engineering Research. – 2022. – Vol. 6 Issue 1. – P. 37-46.
3. Baker, J.H. Some interesting features of semantic model in robotic science / J.H. Baker, V. Lyashenko, S. Sotnik, F. Laariedh // International Journal of Engineering Trends and Technology. – 2021. – Vol. 69, Issue 7. – P. 38-44.
4. Lyashenko, V. Modern Walking Robots: A Brief Overview / V. Lyashenko, MA. Ahmad, N. Belova, S. Sotnik // International Journal of Recent Technology and Applied Science. – 2021. – Vol. 3, No. 2. – P. 32-39.
5. Sotnik, S. Agricultural Robotic Platforms / S. Sotnik, V. Lyashenko // International Journal of Engineering and Information Systems (IJEAIS). – 2022. – Vol. 6, Issue 4. – P. 14-21.
6. Tahseen, AJA. Binarization Methods in Multimedia Systems when Recognizing License Plates of Cars / AJA. Tahseen, S. Sotnik, T. Sinelnikova, V. Lyashenko // International Journal of Academic Engineering Research (IJAER). – 2023. – Vol. 7, Issue 2. – P. 1-9.

7. Sotnik, S. Development of an Information Model for Industrial Robots Actuators / R. Matarneh, S. Sotnik, Z. Deineko, V. Lyashenko // IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE). – 2019. – Vol. 16, Issue 1. – P. 61-67.

8. Perić, D. Thermal imager range: Predictions, expectations, and reality / D. Perić, B. Livada, M. Perić, S. Vujić // Sensors. – 2019. – T. 19. – №. 15. – C. 3313.