

Хмельницький національний університет
Факультет інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

Галузь знань _____ 12 – Інформаційні технології _____

Спеціальність _____ 123 – Комп'ютерна інженерія _____

на тему «Метод визначення ефективності застосування моніторингових елементів кіберфізичної системи оптико-електронного спостереження за квазілінійною ділянкою місцевості»

КвРКІП. 2202148.23.14.26 ПЗ

Виконав: студентка 2 курсу, група КІ2м-22-2



Мазур С.А.
Ініціали, прізвище

Керівник доктор техн. наук, професор
Науковий ступінь, вчене звання



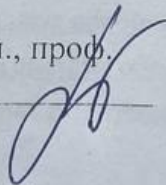
Боровик О.В.
Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:

Зав. кафедри КІС, д.т.н., проф.

Т.О. Говорущенко

23 05 2024 р.



Хмельницький, 2024

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Інформаційних технологій

Кафедра Комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

Освітній рівень МАГІСТР

Галузь знань 12 Інформаційні технології

Спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія

Освітня програма Освітньо-наукова програма «Комп'ютерна інженерія та програмування»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Т.О.Говорущенко

“ 01 ” 09 2023 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА**

Мазуру Сергію Анатолійовичу

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема проекту (роботи) Метод визначення ефективності застосування моніторингових елементів кіберфізичної системи оптико-електронного спостереження за квазілінійною ділянкою місцевості

Керівник проекту (роботи) Боровик О.В., д.т.н., професор

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджена наказом ректора університету від 01.01.2024 р. № 1

2. Строк подання студентом проекту (роботи) на кафедру 01.05.2024 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Завдання на дипломне проектування

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Характеристика предметної області та постановка задачі

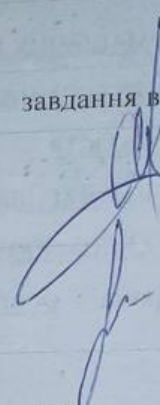

Проектування структури досліджуваної системи

Алгоритми та технологія обробки інформаційних потоків у досліджувальній системі

Програмно-технічна система обробки інформаційних потоків

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень)

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи магістра

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Лисенко С.М., професор кафедри КПС		
Антиплагіат	Нічепорук А.О., доцент кафедри КПС		

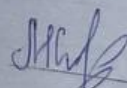
7. Дата видачі завдання « 01 » 09 2023р.

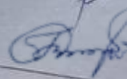
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№з/п	Назва етапів (розділів) кваліфікаційної роботи магістра	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Вибір напрямку дослідження та узгодження тематики КвРМ з керівником	01.09.2023	виконано
2	Ознайомлення з предметною областю; формулювання мети та задач дослідження; визначення об'єкта та предмета дослідження	01.10.2023	виконано
3	Робота над розділом 1 – аналіз відомих моделей, методів за темою; постановка задачі	01.11.2023	виконано
4	Робота над розділом 2 – розробка моделей для вирішення поставленої задачі	01.12.2023	виконано
5	Робота над науковою статтею	01.02.204	виконано
6	Робота над розділом 3 – розробка методів для вирішення поставленої задачі	15.02.2024	виконано
7	Робота над розділом 4 – проектування та розробка ПЗ для вирішення поставленої задачі, експериментальна частина	01.04.204	виконано
8	Оформлення пояснювальної записки згідно вимог	18.04.2024	виконано
9	Попередній захист	29.04.2024	виконано
10	Захист ДРМ на засіданні ЕК	До 15.05.2024	виконано

Студент

Керівник роботи


Підпис


Підпис

Мазур С.А.
Ініціали, прізвище

Боровик О.В.
Ініціали, прізвище

РЕФЕРАТ

Тема кваліфікаційної роботи магістра: Метод визначення ефективності застосування моніторингових елементів кіберфізичної системи оптико-електронного спостереження за квазілінійною ділянкою місцевості

Автор роботи: Мазур С.А

Керівник роботи: Боровик О.В

Пояснювальна записка: 113 с., 16 рис., 8 табл., 2 дод., 64 джерел.

КІБЕРФІЗИЧНА СИСТЕМА, ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННЕ СПОСТЕРЕЖЕННЯ, КВАЗІЛІНІЙНА ДІЛЯНКА МІСЦЕВОСТІ, МОНІТОРИНГ, ЕФЕКТИВНІСТЬ, ОЦІНКА, АЛГОРИТМИ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ, КЛАСИФІКАЦІЯ ОБ'ЄКТІВ

Об'єктом дослідження є кіберфізична система оптико-електронного спостереження за квазілінійною ділянкою місцевості. КФС ОЕС призначена для автоматизованого збору та обробки даних про динамічні об'єкти, які переміщуються вздовж цієї ділянки.

Предметом дослідження є метод оцінки ефективності функціонування КФС ОЕС.

Метою кваліфікаційної роботи магістра є розробка методу визначення ефективності застосування моніторингових елементів КФС ОЕС за квазілінійною ділянкою місцевості.

Метод, запропонований для визначення ефективності використання елементів моніторингу КФС ОЕС на квазілінійній ділянці місцевості, має наступну наукову новизну: метод дозволяє оптимізувати розміщення елементів моніторингу КФС ОЕС та оцінити їхню здатність ідентифікувати та відстежувати рухомі об'єкти з певною ймовірністю та точністю.

Набула подальшого розвитку інформаційна технологія обробки інформаційних потоків у досліджуваній програмно-технічній системі.

На основі розробленого методу оцінки ефективності використання елементів моніторингу КФС ОЕС на квазілінійній ділянці місцевості була розроблена архітектура та частини програмного забезпечення.

Практична значимість полягає в забезпеченні можливості удосконалення механізмів виявлення порушників режиму кордону.

Метод може бути використаний для вирішення наступних практичних задач:

1. Оптимізація роботи КФС ОЕС, що використовуються для охорони кордонів, трубопроводів та інших квазілінійних об'єктів.
2. Підвищення ймовірності виявлення порушників, контрабанди та інших незаконних дій.
3. Зменшення кількості помилкових тривог, що економить ресурси та час.
4. Підвищення загальної ефективності роботи КФС ОЕС.

ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ	5
ВСТУП.....	6
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ.....	9
1.1 Аналіз предметної області.....	9
1.1.1 Методи визначення ефективності	10
1.1.2 Фактори, що впливають на ефективність.....	10
1.2 Аналіз існуючого науково-методичного апарату предметної області	11
1.2.1 Аналіз існуючих методів.....	12
1.2.2 Аналітичний метод	14
1.2.3 Моделювальний метод	15
1.2.4 Експериментальний метод.....	15
1.3.2 Аналіз існуючого апаратного забезпечення предметної області.....	16
1.3.3 Аналіз існуючих рішень	17
1.4 Аналіз існуючого програмного забезпечення предметної області.....	18
1.5 Існуючі програмні рішення:.....	19
1.6 Постановка задачі.....	20
1.7 Висновки	20
2 ПРОЕКТУВАННЯ СТРУКТУРИ ДОСЛІДЖУВАНОЇ СИСТЕМИ.....	21
2.1 Метод визначення ефективності застосування моніторингових елементів кіберфізичної системи оптико-електронного спостереження за квазілінійною ділянкою місцевості.....	21
2.2 Модель вартісного ресурсу функціонування компонентів системи.....	47
2.3 Розробка структури досліджуваної системи	61

2.4 Вибір апаратних засобів досліджуваної системи	64
2.5 Рекомендації щодо вибору апаратних засобів	64
2.6 Висновки з розділу	65
3 АЛГОРИТМИ ТА ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПОТОКІВ У ДОСЛІДЖУВАНІЙ СИСТЕМІ	66
3.1 Обробка інформаційних потоків	66
3.1.1 Алгоритми обробки інформаційних потоків.....	66
3.1.2 Оцінка продуктивності алгоритмів	70
3.1.3 Перспективи розвитку алгоритмів КДОС	70
3.2 Технологія обробки інформаційних потоків оптико-електронного спостереження за квазілінійною ділянкою місцевості.....	71
3.3 Проектування програмного забезпечення досліджуваної системи	80
3.4 Проектування інтерфейсу користувача	84
3.5 Розробка алгоритмів обробки зображень	85
3.4 Висновки	86
4. ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНА СИСТЕМА ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПОТОКІВ	87
4.1 Опис середовища розробки програмно-технічної системи	87
4.2 Програмна реалізація обробки інформаційних потоків у досліджуваній програмно-технічній системі	89
4.3 Висновок	105
ВИСНОВКИ	106
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	107
ДОДАТОК А	114
ДОДАТОК Б	117

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

ДПСУ – Державна прикордонна служба України

РЛС – радіолокаційна станція

СОЕС – система оптико-електронного спостереження

СІТК – система інженерно-технічного контролю

ТЗС – технічні засоби спостереження

ВСТУП

Охорона кордону є однією з найважливіших складових національної безпеки кожної країни. Завданням органів охорони кордону є не лише запобігання нелегальному перетину кордону та контрабанді, але й захист від терористичних загроз, незаконного обігу зброї та наркотиків. Одним з ключових елементів системи охорони кордону є використання технічних засобів, таких як радари, відеоспостереження, теплові камери та інші. Проте ефективність їх використання в значній мірі залежить від різних факторів місцевості.

У сучасних умовах ефективна охорона ряду об'єктів (кордону, периметрів приміщень і території тощо) неможлива без застосування систем інженерно-технічного контролю (СІТК). Побудова СІТК передбачає комплексне використання новітніх технічних засобів спостереження (тепловізійного обладнання, радіолокаційних станцій, відеокамер тощо) і сучасного телекомунікаційного обладнання. Одним із прикладів комплексного використання нових зразків техніки при побудові СІТК є система оптико-електронного спостереження (СОЕС), ефективне функціонування якої залежить від досконалості її структурної та функціональної побудови. У роботах [1-3] показано, що потенційні можливості СОЕС на даний час не реалізовані повною мірою. Пошук шляхів раціоналізації функціонування СОЕС передбачає проведення системного аналізу різних аспектів її будови та застосування.

Досліджувані кіберфізичні СОЕС за квазілінійною ділянкою місцевості, як правило, складаються з п'яти основних елементів: сенсори - збирають інформацію про навколишню місцевість; обчислювальна апаратура - обробляє, аналізує та інтерпретує зібрану інформацію; системи зв'язку - передає дані та керує системою;

Технічні та технологічні характеристики цих елементів, зокрема такі як роздільна здатність, чутливість, потужність, дальність засвітки, точність вимірювань та інші параметри, визначають загальну продуктивність і здатність системи надавати необхідну інформацію для спостереження та контролю за квазілінійною ділянкою.

Удосконалення функціонування досліджуваної системи вимагає розуміння механізмів функціонування кожного елемента системи.

Щодо досвіду застосування досліджуваних систем.

При застосуванні досліджуваних систем виявлено як позитивні, так і негативні аспекти.

Позитивні аспекти застосування:

1. Підвищення безпеки.
2. Підвищення продуктивності.
3. Покращення прийняття рішень.
4. Зменшення людського впливу.

Негативні аспекти застосування:

1. Значні витрати на обладнання та обслуговування.
2. Спроби обходу системи. Зловмисники можуть намагатися обійти систему або порушити її безпеку, що вимагає посилення кіберзахисту.
3. Проблеми з приватністю та збереженням даних. Збір та збереження великої кількості даних може породжувати проблему забезпечення конфіденційності.
4. Слабкі місця в системі. Наявні слабкі місця в системі можуть бути використані для атак або витоку даних.

Загальний досвід застосування кіберфізичних СОЕС за квазілінійною ділянкою місцевості свідчить про їхню ефективність і важливість для забезпечення безпеки. Однак важливим є завдання мінімізації негативних аспектів застосування систем.

З урахуванням наведеного актуальності набуває задача підвищення ефективності функціонування кіберфізичних СОЕС за квазілінійною ділянкою місцевості на основі врахування описаних структурних і функціональних аспектів, а також позитивних і негативних аспектів.

Таким чином, для охорони кордону використовується оптико-електронна система спостереження. Ця система має вишки з радіолокаційним, тепловізійним та відеообладнанням.

Виявлення порушників кордону за допомогою цієї системи залежить від її функціональної та структурної побудови. Функціональна структура передбачає вибір обладнання для спостереження на основі можливостей. Структурна структура передбачає вибір місця розташування веж, виходячи з умов місцевості та характеристик обладнання.

Відсутній науково-методичний інструментарій для оптимізації структурної побудови оптико-електронної системи спостереження. Це робить вивчення даної теми актуальним.

Мета роботи: розробка методу визначення ефективності застосування моніторингових елементів кіберфізичної системи оптико-електронного спостереження за квазілінійною ділянкою місцевості.

У дослідженні продемонстровано перевагу запропонованого методу над попередніми підходами до вибору оптимального розташування веж на основі кластерного аналізу. Представлено програмно-алгоритмічну реалізацію методу структурної оптимізації оптико-електронної системи спостереження. Описано алгоритмічну та програмну реалізацію цього методу.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

1.1 Аналіз предметної області

Кіберфізичні системи оптико-електронного спостереження стають все більш поширеними в різних галузях, включаючи безпеку, транспорт, сільське господарство та охорону навколишнього середовища. Ці системи використовуються для збору даних про довкілля в режимі реального часу за допомогою камер, датчиків та інших пристроїв.

Дані потім обробляються та аналізуються для виявлення та відстеження об'єктів, а також для прийняття рішень.

Однією з важливих задач при проектуванні та експлуатації КФС ОЕС є визначення ефективності застосування моніторингових елементів. Це включає оцінку таких факторів:

1. Точність виявлення та відстеження об'єктів. КФС ОЕС повинна мати можливість точно виявляти та відстежувати об'єкти, що представляють інтерес, навіть у складних умовах освітлення та навколишнього середовища.

2. Повнота охоплення. КФС ОЕС повинна мати можливість охоплювати всю область, що представляє інтерес, без пропусків.

3. Своєчасність. КФС ОЕС повинна мати можливість надавати інформацію про об'єкти, що представляють інтерес, в режимі реального часу або з мінімальною затримкою.

4. Надійність. КФС ОЕС повинна бути надійною та стійкою до збоїв, щоб забезпечувати безперебійну роботу.

5. Вартість. КФС ОЕС повинна бути економічно вигідною для розгортання та експлуатації.

1.1.1 Методи визначення ефективності

Існує декілька методів визначення ефективності застосування моніторингових елементів КФС ОЕС.

Найпоширеніші методи включають:

1. Аналіз даних. Дані, зібрані КФС ОЕС, можуть бути проаналізовані для оцінки точності виявлення та відстеження об'єктів, повноти охоплення та своєчасності.

2. Моделювання та симуляція. Моделі та симуляції можуть бути використані для оцінки ефективності КФС ОЕС в різних умовах.

3. Натурні випробування. Натурні випробування можуть бути проведені для оцінки ефективності КФС ОЕС в реальних умовах.

1.1.2 Фактори, що впливають на ефективність

На ефективність застосування моніторингових елементів КФС ОЕС може впливати багато факторів, включаючи:

1. Тип датчиків. Тип датчиків, які використовуються в КФС ОЕС, може впливати на їх здатність виявляти та відстежувати об'єкти.

2. Розміщення датчиків. Розміщення датчиків в КФС ОЕС може впливати на їх повноту охоплення.

3. Алгоритми обробки даних. Алгоритми обробки даних, які використовуються в КФС ОЕС, можуть впливати на їх точність виявлення та відстеження об'єктів, а також на їх своєчасність.

4. Пропускна здатність мережі. Пропускна здатність мережі, яка використовується для передачі даних з КФС ОЕС, може впливати на їх своєчасність.

1.2 Аналіз існуючого науково-методичного апарату предметної області

Для визначення ефективності застосування моніторингових елементів кіберфізичної системи оптико-електронного спостереження за квазілінійною ділянкою місцевості необхідно провести аналіз існуючого науково-методичного апарату предметної області. Це дозволить визначити теоретичні основи та практичні методи, які можуть бути використані для оцінки ефективності моніторингу.

Основні напрямки аналізу:

1. Методи оцінки ефективності моніторингових систем:

- Кількісні методи – оцінка кількості виявлених об'єктів, точність визначення їх координат і характеристик, повнота охоплення території тощо.
- Якісні методи – оцінка рівня інформаційної забезпеченості, своєчасність надання інформації, зручність інтерфейсу користувача тощо.

2. Методи моделювання кіберфізичних систем:

- Математичне моделювання – опис поведінки системи за допомогою диференціальних рівнянь, алгебраїчних рівнянь, теорії автоматів тощо.
- Комп'ютерне моделювання – використання програмних комплексів для візуалізації та аналізу роботи системи.

3. Методи аналізу зображень:

- Обробка зображень: методи виділення об'єктів, фільтрації шуму, розпізнавання образів тощо.
- Машинне навчання: методи навчання алгоритмів на основі даних для автоматичного розпізнавання об'єктів.

4. Результати аналізу. В результаті аналізу існуючого науково-методичного апарату предметної області буде визначено найбільш ефективні методи оцінки ефективності застосування моніторингових елементів кіберфізичної системи оптико-електронного спостереження за квазілінійною ділянкою

місцевості. Ці методи будуть використані для розробки методики визначення ефективності моніторингу.

5. Методика визначення ефективності моніторингу:
 - Визначення цілей моніторингу:
 - Які об'єкти необхідно виявляти та відстежувати?
 - Яка точність визначення їх координат і характеристик необхідна?
 - Яка повнота охоплення території необхідна?
6. Вибір методів оцінки ефективності. На основі визначених цілей моніторингу вибираються відповідні методи оцінки ефективності.
7. Збір даних. Збираються дані про роботу моніторингової системи.
8. Обробка даних. Дані обробляються за допомогою вибраних методів оцінки ефективності.
9. Інтерпретація результатів. Результати оцінки ефективності інтерпретуються та робляться висновки про ефективність роботи моніторингової системи.
10. Використання методики. Методика визначення ефективності моніторингу може бути використана для оцінки ефективності роботи різних типів моніторингових систем. Це дозволить порівняти різні системи та вибрати найбільш ефективну з них.
11. Переваги методики. Методика ґрунтується на науково-обґрунтованих методах оцінки ефективності. Методика дозволяє оцінювати ефективність роботи моніторингової системи за різними параметрами. Методика може бути використана для оцінки ефективності роботи різних типів моніторингових систем.

1.2.1 Аналіз існуючих методів

Визначення ефективності застосування моніторингових елементів кіберфізичної системи оптико-електронного спостереження за квазілінійною ділянкою місцевості є важливою задачею, яка має вирішальне значення для оптимізації роботи системи та забезпечення її відповідності поставленим цілям.

Існує декілька методів визначення ефективності застосування моніторингових елементів кіберфізичної системи оптико-електронного спостереження за квазілінійною ділянкою місцевості. Їх можна поділити на дві категорії:

1. Методи, засновані на кількісних показниках.
2. Методи, засновані на якісних показниках.

Вибір методу визначення ефективності застосування моніторингових елементів КФС ОЕС залежить від цілей оцінки. Якщо необхідно оцінити загальну ефективність системи, можна використовувати метод, заснований на кількісних показниках, наприклад, кількість виявлених об'єктів. Якщо необхідно оцінити якість зображення, можна використовувати відповідний метод з цієї категорії. Якщо необхідно оцінити оперативність системи, можна використовувати метод, заснований на швидкості виявлення. Якщо необхідно оцінити надійність системи, можна використовувати метод, заснований на точності визначення координат.

Якщо необхідно оцінити задоволеність користувачів роботою КФС ОЕС, можна використовувати метод, заснований на опитуваннях або інтерв'ю. Якщо необхідно отримати незалежну оцінку системи, можна використовувати метод експертної оцінки. Якщо необхідно прогнозувати ефективність системи в різних умовах, можна використовувати метод моделювання.

Важливо зазначити, що жоден метод не є ідеальним, і тому рекомендується використовувати кілька методів для отримання комплексної оцінки ефективності застосування моніторингових елементів КФС ОЕС.

Крім того, при виборі методу слід враховувати такі фактори:

1. Вартість. Деякі методи можуть бути більш дорогими, ніж інші.
2. Складність. Деякі методи можуть бути більш складними для реалізації, ніж інші).
3. Час. Деякі методи можуть потребувати більше часу для проведення, ніж інші.
4. Доступність даних. Деякі методи можуть потребувати наявності певних даних. Існує декілька методів, які можуть бути використані для визначення

ефективності КФС оптико-електронного спостереження. У цьому документі буде проведено порівняльну оцінку цих методів, ґрунтуючись на таких критеріях:

5. Точність – здатність методу точно оцінювати реальну ефективність роботи КФС.

6. Комплексність - здатність методу враховувати різні аспекти роботи КФС, включаючи точність, повноту, швидкість, надійність та вартість.

7. Простота використання - легкість застосування методу в реальних умовах.

8. Витрати. Витрати ресурсів, необхідні для реалізації методу.

2. Методи визначення ефективності

1.2.2 Аналітичний метод

Аналітичний метод заснований на аналітичних розрахунках показників ефективності роботи КФС. Для цього використовуються математичні моделі, які описують роботу системи та враховують характеристики моніторингових елементів, особливості квазілінійної ділянки місцевості та умови навколишнього середовища.

Переваги:

- Точність.
- Комплексність.

Недоліки:

- Складність розробки математичних моделей.
- Необхідність наявності точних даних про характеристики системи та умови її роботи.

1.2.3 Моделювальний метод

Моделювальний метод полягає в моделюванні роботи КФС за допомогою комп'ютерних програм. Моделі можуть бути детермінованими або стохастичними, залежно від поставлених задач.

Переваги:

- Можливість враховувати складні фактори, які важко або неможливо описати аналітично.
- Можливість тестувати систему в різних умовах.

Недоліки:

- Витратність розробки та використання моделей.
- Необхідність наявності потужних комп'ютерних ресурсів.

1.2.4 Експериментальний метод

Експериментальний метод заснований на проведенні експериментів з КФС та зборі даних про її роботу. Дані потім аналізуються для визначення показників ефективності (Таблиця 1.1).

Переваги:

- Простота використання.
- Використання реальних даних

Недоліки:

- Висока вартість проведення експериментів.
- Неможливість відтворити всі можливі умови роботи системи.

Таким чином, для отримання максимально точних та комплексних результатів рекомендується використовувати комбінацію декількох методів. При виборі методу важливо враховувати задачі, бюджет та доступні ресурси. Перед використанням будь-якого методу необхідно ретельно спланувати експеримент або дослідження.

Таблиця 1.1 – Порівняльна оцінка методів

Критерій	Аналітичний метод	Моделювальний метод	Експериментальний метод
Точність	Висока	Висока	Середня
Комплексність	Висока	Висока	Середня
Простота використання	Низька	Середня	Висока
Витрати	Низькі	Високі	Високі

1.3.2 Аналіз існуючого апаратного забезпечення предметної області

Для ефективного визначення та оптимізації роботи кіберфізичної системи оптико-електронного спостереження за квазілінійною ділянкою місцевості, необхідно провести аналіз існуючого апаратного забезпечення, доступного на ринку, які відповідають поставленим цілям та бюджету.

Розглянемо ключові компоненти апаратного забезпечення.

КФС оптико-електронного спостереження за квазілінійною ділянкою місцевості складається з наступних компонентів:

1. Датчики. Основним завданням датчиків є збір інформації про навколишнє середовище. У КФС оптико-електронного спостереження можуть використовуватися різні типи датчиків, такі як:

2. Відеокамери. Забезпечують візуальне спостереження за об'єктами.

3. Тепловізори. Дозволяють виявляти об'єкти в умовах низької освітленості або в темряві.

4. Лідари. Вимірюють відстань до об'єктів.

5. Радари. Виявляють та відстежують рухомі об'єкти.

6. Комунікаційне обладнання. Забезпечує передачу даних з датчиків до центрального обчислювального центру. Можуть використовуватися різні типи комунікаційного обладнання, такі як:

7. Радіомодеми. Забезпечують бездротову передачу даних.

8. Оптиволоконні кабелі. Забезпечують дротову передачу даних з високою пропускною здатністю.

9. Обчислювальне обладнання. Використовується для обробки даних, отриманих з датчиків. Обчислювальне обладнання може бути централізованим або розподіленим.

10. Програмне забезпечення. Забезпечує управління роботою КФС, обробку даних та візуалізацію результатів.

Розглянемо вимоги до апаратного забезпечення.

Вимоги до апаратного забезпечення КФС оптико-електронного спостереження за квазілінійною ділянкою місцевості залежать від конкретних задач, які має вирішувати система. Деякі з ключових факторів, які слід враховувати при виборі апаратного забезпечення, включають:

1. Розмір та складність квазілінійної ділянки місцевості. Це впливає на кількість датчиків, які необхідні для покриття всієї території.

2. Тип та кількість об'єктів, які необхідно спостерігати. Це впливає на характеристики датчиків, які необхідно використовувати.

3. Умови навколишнього середовища. Це може впливати на тип датчиків, які необхідно використовувати, а також на необхідність використання додаткового обладнання, такого як обігрівачі або захисні кожухи.

4. Бюджет. Це може обмежити вибір доступного апаратного забезпечення.

1.3.3 Аналіз існуючих рішень

На ринку доступні різні рішення для КФС оптико-електронного спостереження за квазілінійною ділянкою місцевості. Рішення можуть відрізнятися

за типом датчиків, комунікаційного обладнання, обчислювального обладнання та програмного забезпечення, які вони використовують.

При виборі рішення важливо ретельно вивчити характеристики кожного компонента та переконатися, що вони відповідають поставленим цілям та бюджету.

Перед вибором апаратного забезпечення для КФС оптико-електронного спостереження за квазілінійною ділянкою місцевості, необхідно чітко визначити задачі, які має вирішувати система.

При виборі апаратного забезпечення важливо враховувати тип та кількість об'єктів, які необхідно спостерігати, умови навколишнього середовища та бюджет.

Рекомендується ретельно вивчити характеристики кожного компонента апаратного забезпечення перед його придбанням.

1.4 Аналіз існуючого програмного забезпечення предметної області

Для визначення ефективності застосування моніторингових елементів кіберфізичної системи оптико-електронного спостереження за квазілінійною ділянкою місцевості, важливо проаналізувати існуюче програмне забезпечення предметної області. Цей аналіз дозволить визначити:

1. Функціональні можливості програмного забезпечення.
2. Програмне забезпечення для КФС оптико-електронного спостереження за квазілінійною ділянкою місцевості може виконувати такі функції:
 - Збір даних: Забезпечує збір даних з датчиків, які входять до складу КФС.
 - Обробка даних: Фільтрує, очищає та нормалізує дані, отримані з датчиків.
 - Візуалізація даних: Відображає дані з датчиків у зручному для користувача форматі, наприклад, на картах, графіках або діаграмах.
 - Аналіз даних: Виявляє та відстежує об'єкти, що спостерігаються, класифікує їх та генерує сигнали тривоги у разі виявлення аномалій.
3. Управління системою. Дозволяє користувачеві налаштовувати та керувати роботою КФС.

1.5 Існуючі програмні рішення:

На ринку доступні різні програмні рішення для КФС оптико-електронного спостереження за квазілінійною ділянкою місцевості. Рішення можуть відрізнятися за функціональними можливостями, інтерфейсом користувача, ціною та іншими характеристиками.

Деякі з популярних програмних рішень (Таблиця 1.2):

- Milestone Systems VMS: Професійна система відеоспостереження з широким набором функцій, включаючи аналітику даних та управління тривогами.
- Genetec Security Center: Ще одна професійна система відеоспостереження, яка пропонує схожий набір функцій, як і Milestone Systems VMS.
- Axis Communications VMS: Програмне забезпечення для відеоспостереження, розроблене компанією Axis Communications, яка є одним з провідних виробників IP-камер.
- Agent Vi: Програмне забезпечення для відеоспостереження з відкритим кодом, яке пропонує базові функції та може бути розширене за допомогою плагінів.

Таблиця 1.2 – Переваги та недоліки існуючих програмних рішень

Програмне забезпечення	Переваги	Недоліки
Milestone Systems VMS	Широкий набір функцій, масштабованість, надійність	Висока ціна, складність налаштування
Genetec Security Center	Широкий набір функцій, інтуїтивно зрозумілий інтерфейс користувача	Висока ціна
Axis Communications VMS	Проста у використанні, сумісність з камерами Axis	Обмежений набір функцій
Agent Vi	Безкоштовне, відкритий код	Обмежена функціональність, складність налаштування

1.6 Постановка задачі

Метою даного завдання є розробка методу визначення ефективності застосування моніторингових елементів кіберфізичної системи оптико-електронного спостереження за квазілінійною ділянкою місцевості.

Наведені моделі структурного синтезу мають композиційний характер. Це означає, що вони можуть описувати тільки дозволені комбінації елементів, які були отримані відповідно до правил композиції конкретної узагальненої структури. У результаті розглянутих моделей можуть бути отримані як «нежиттєздатні», нереальні варіанти, так і рішення, захищені патентами, які обмежено застосовними.

Можливості синтезованого об'єкта обмежені. Вони можуть бути технічними, фізичними, технологічними або гуманітарними. Наприклад, маса, габаритні розміри, виконавчі розміри, компонентний склад, потенційні структури синтезованого об'єкта тощо можуть бути обмежені. Обмеження стосуються наявності прототипів, аналогів і патентної чистоти варіанта. Особливі умови та обмеження дозволяють визначити клас синтезованого об'єкта.

1.7 Висновки

Метод визначення ефективності застосування моніторингових елементів КФС ОЕС має вирішувати задачі з визначення цілей та показників ефективності, ідентифікації та опису моніторингових елементів, моделювання та симуляції системи, проведення експериментів та збору даних, аналізу та обробки даних, виявлення обмежень та оптимізації системи, візуалізації та представлення результатів, а також вдосконалення та адаптації методу.

2 ПРОЕКТУВАННЯ СТРУКТУРИ ДОСЛІДЖУВАНОЇ СИСТЕМИ

2.1 Метод визначення ефективності застосування моніторингових елементів кіберфізичної системи оптико-електронного спостереження за квазілінійною ділянкою місцевості

Метод визначення ефективності застосування моніторингових елементів КФС оптико-електронного спостереження за квазілінійною ділянкою місцевості ґрунтується на розрахунку ймовірності виявлення та відстеження об'єктів, що цікавлять.

Ефективність застосування моніторингових елементів може бути визначена за формулою:

$$E = P(\text{виявлення}) * P(\text{відстеження}). \quad (2.1)$$

Просторовий аналіз. Цей метод використовується для вивчення просторового розподілу квазілінійної місцевості. Він включає такі методи, як картографування, кластеризація та аналіз сусідства.

Статистичний аналіз. Цей метод використовується для виявлення статистичних закономірностей у даних про квазілінійну місцевість. Він включає такі методи, як описова статистика, гіпотетичне тестування та регресійний аналіз.

Машинне навчання. Метод використовується для автоматичного навчання на даних та виявлення складних закономірностей. Він включає такі методи, як штучні нейронні мережі, дерева рішень та алгоритми підтримки векторів.

Аналіз даних великих обсягів. Метод використовується для обробки та аналізу великих обсягів даних. Він включає такі методи, як Hadoop, Spark та MapReduce.

Аналітичні методи можуть бути використані для вирішення низки задач, пов'язаних з дослідженням квазілінійної місцевості України. Деякі з цих задач включають:

Виявлення та картографування квазилійної місцевості: Аналітичні методи можуть бути використані для автоматичного виявлення та картографування квазилійної місцевості на основі даних з датчиків.

Аналітичні методи можуть бути використані для моніторингу змін у квазилійній місцевості з часом. Це може допомогти у виявленні та аналізі тенденцій зміни квазилійної місцевості.

Аналітичні методи можуть бути використані для дослідження впливу квазилійної місцевості на такі фактори, як якість води, якість повітря та біорізноманіття.

Аналітичні методи можуть бути використані для надання інформації про квазилійну місцевість, яка може допомогти користувачам приймати рішення щодо планування міст, управління земельними ресурсами та реагування на надзвичайні ситуації.

Вибір аналітичних методів, які будуть використовуватися в досліджуваній системі, буде залежати від ряду факторів, таких як:

1. Тип даних. Різні аналітичні методи краще підходять для різних типів даних. Наприклад, просторовий аналіз краще підходить для обробки просторових даних, таких як супутникові зображення, а статистичний аналіз краще підходить для обробки числових даних.

2. Поставлені задачі. Різні аналітичні методи краще підходять для вирішення різних задач. Наприклад, машинне навчання краще підходить для виявлення складних закономірностей у даних, а аналіз даних великих обсягів краще підходить для обробки великих обсягів даних.

При дослідженні будь-яких операцій важливе значення відіграє те, якими є критерії ефективності операцій і показники їх оцінки. Не менш важливе значення має коректне визначення таких критеріїв і показників й у випадку аналізу ефективності СТК. Для цього ж необхідно мати можливість оцінювати ефективність функціонування ТЗО. Можливість останньої передбачає необхідність формалізації мети й умов функціонування ТЗО.

Наявні ресурси: Різні аналітичні методи потребують різних ресурсів, таких як обчислювальна потужність та пам'ять. Необхідно враховувати наявні ресурси при виборі аналітичних методів.

Згідно стандарту [20] ефективністю (efficiency) є співвідношення між досягнутим результатом і використаними ресурсами. Даному визначенню відповідає те, що в охороні кордону під критерієм ефективності розуміють числову характеристику ефективності охорони кордону, яка відображає і забезпечує однозначне порівняння між собою результатів оперативно-службової діяльності з точки зору їх відповідності цілям охорони кордону або конкретному завданню, що вирішується в співвідношенні до витраченого ресурсу. Тоді, у відповідності до впроваджуваної в оперативно-службовій діяльності прикордонного відомства системи управління ризиками та принципу функціональної достатності, показникам ефективності функціонування підсистем охорони ДК логічно призначати (що й робиться практично) мінімально допустимі значення рівня виконання певних операцій.

Аналіз ряду робіт, що стосуються оцінки галузевої ефективності, вказує на те, що необхідною умовою ефективності охорони ДК та проведення пошукових дій є повнота, достовірність і своєчасність одержання інформації про ймовірних правопорушників, а можливості підрозділів охорони ДК щодо їх пошуку та затримання характеризуються відповідно ймовірностями виявлення та затримання. З іншого боку, аналіз властивостей різних видів ТЗО дозволяє зробити висновок, що призначення даного виду техніки, перш за все, полягає у виконанні (забезпеченні виконання) операції виявлення правопорушників. З урахуванням цього, за показник функціональної достатності ТЗО логічно прийняти ймовірність виконання ними даної операції на рівні, не нижче заданої, або нормативної P_n . Остання визначається в рамках системи управління ризиками в залежності від “важливості” правопорушників та ймовірності їх перебування в певних просторово-часових координатах. Запропонована в [11] методика дозволяє, на відміну від решти науково-методичних підходів, найбільш об’єктивно за багатьма критеріями визначити ймовірність вибору правопорушником напрямку руху, а

також знаходити ймовірність перебування правопорушника у контрольованому органами ДПСУ районі (у кожній довільній точці ймовірних маршрутів на ділянці відповідальності L в конкретний момент часу доби t_d та року t_p).

Отже, величина P_H не є сталою і є залежною від впливу ряду факторів, включаючи геоінформаційні.

Значення ймовірності P_H встановлювати без прив'язки до конкретних умов не можна. Тому вбачається за доцільне значення величини P_H знаходити у виді деякої функціональної залежності $P_H = f(U_P)$ від деякого проміжного аргументу U_P , що в свою чергу визначає множину фактичних умов на ділянці відповідальності L у певний момент часу (період року, час доби тощо).

Як свідчить багаторічний досвід охорони ДК, на кожній найменшій одиниці протяжності ділянки L відповідальності суттєвої зміни значення P_H не відбувається. Це вказує на можливість поєднання таких одиниць у більш протяжні ($L_{j(P)}$), які можна визнати умовно однорідними за величиною сталості нормативного значення ймовірності виявлення P_H , й урахувати їх як певні ділянки з порядковими номерами $j(P) = \overline{1, n_{j(P)}}$ на ділянці відповідальності прикордонного підрозділу.

Крім цього, досвід свідчить про те, що часова зміна величини P_H пов'язана зі зміною природної освітленості місцевості протягом доби (зміна світлого та темного часу доби) та сезонними змінами у навколишньому середовищі протягом року (зміна тривалості світлого та темного часу доби, щільності ґрунту, наявність трав'яного, снігового або льодового покриву, період дозрівання врожаю тощо). З урахуванням зазначених особливостей введемо поняття індексу часової дискретизації (ІЧД) τ , що визначається кількістю часових періодів, які гіпотетично впливатимуть на величину P_H .

Ці періоди визначаються кількістю пір року та доби. Протягом яких величина P_H зберігає стале значення.

Введемо позначення

$$\tau = \tau_{\Pi Д} = \tau(\Pi, Д), \quad (2.1)$$

де Π – значення пори року (зима – 1, весна – 2, літо – 3, осінь – 4), ($i = \overline{1,4}$);

$Д$ – значення пори доби (темна – 1, світла – 2), ($j = \overline{1,2}$).

Наприклад, індекс τ_{32} визначає світлий період доби в літній період.

З урахуванням цього, величина P_H може бути представлена як дискретна функціональна залежність виду

$$P_H = f(U_P) = f(L_{j(P)}, \tau_{ij}). \quad (2.2)$$

Її можна представити у вигляді об’ємної або матричної моделей. Об’ємна модель наведена на Рисунок 2.4, а матрична – у вигляді матриці (2.3).

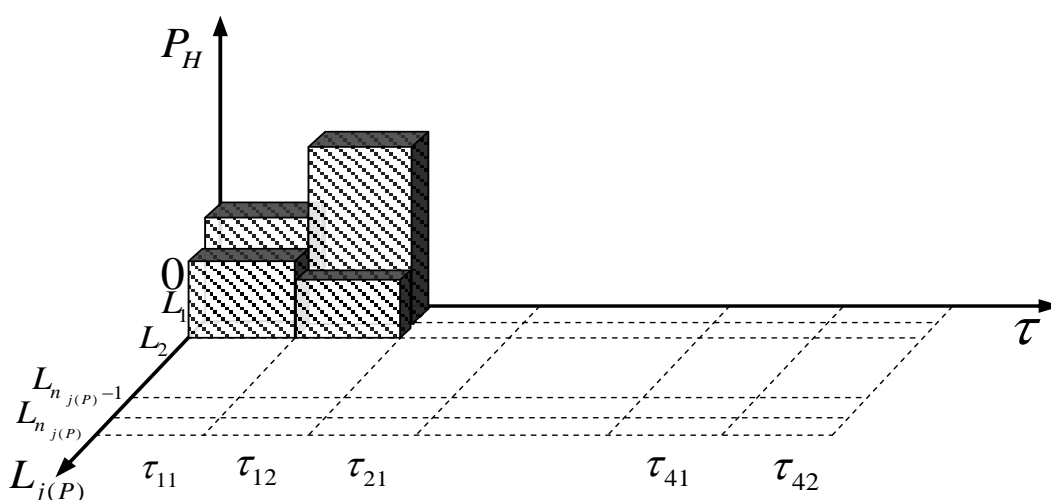


Рисунок 2.4 - Область визначення функції P_H на ділянці відповідальності підрозділу охорони кордону

$$P_H = \begin{pmatrix} f(L_1, \tau_{11}) & f(L_1, \tau_{12}) & f(L_1, \tau_{21}) & \dots & f(L_1, \tau_{42}) \\ f(L_2, \tau_{11}) & f(L_2, \tau_{12}) & f(L_2, \tau_{21}) & \dots & f(L_2, \tau_{42}) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ f(L_{n_{j(P)}}, \tau_{11}) & f(L_{n_{j(P)}}, \tau_{12}) & f(L_{n_{j(P)}}, \tau_{21}) & \dots & f(L_{n_{j(P)}}, \tau_{42}) \end{pmatrix} \quad (2.3)$$

Тоді мета функціонування сукупності ТЗО визначається як виконання ними ряду операцій з виявлення правопорушників на протяжності $L_{j(P)}$ ділянки відповідальності прикордонного підрозділу протягом періодів $\tau_{пд}$ з ефективністю $E \geq P_H$ для кожного з елементів матриці (2.3).

Слід відмітити, що технічні характеристики ТЗО систем охорони істотно залежать від умов (факторів) їхнього застосування. Тому для визначення основних властивостей місцевості, що впливають на ефективність функціонування ТЗО вбачається за необхідне здійснити узагальнення багаторічного досвіду експлуатації ТЗО в прикордонних підрозділах, а також провести аналіз експлуатаційної документації на зразки ТЗО.

Фактори навколишнього середовища, що впливають на використання ТЗО, поділяються на суб'єктивні й об'єктивні. До суб'єктивних, зокрема, відносяться правильність дій оператора при виробленні засобом виявлення сигналу тривоги, або спостереженні оператором за ціллю. Дослідження суб'єктивних факторів здійснюється методами інженерної психології, тому у роботі обмежимося розглядом лише об'єктивних факторів.

З метою виявлення об'єктивних факторів можна використати методіку таксономічного обстеження умов функціонування ТЗО ДК, яка подана у додатку А.

Узагальнений перелік об'єктивних факторів, які впливають на стійкість функціонування ТЗО, наведено в таблиці 2.3.

Аналіз цих факторів дозволяє стверджувати, що значний вплив на можливість застосування ТЗО здійснюють природно-кліматичні, фізико-географічні фактори, а також індустріальні перешкоди.

Топографія ділянки місцевості, як правило, визначає зону безперервної дії (“прямої видимості”) засобу охорони, котрий може бути застосований у цій місцевості. Найбільш критичними до топографії ділянки відповідальності є засоби, що мають прямолінійні зони виявлення (радіопроменеві, оптичні, оптико-електронні тощо). Поверхня, “що підстилає”, особливо впливає на вибір типу засобів, котрі встановлюють у ґрунт (сейсмічні, магнітометричні, оптиковолоконні тощо).

Таблиця 2.3 – Таксономічні ознаки для опису геоінформаційних умов функціонування ТЗО

Групи факторів (таксони)	Характеристики (параметри) таксонів
1. Рельєф суші	1.1. Відхилення від напрямку за азимутом, град 1.2. Відхилення від напрямку за кутом місця, град 1.3. Кут місця (ухил), %
2. Тип поверхні, “що підстилає” (ґрунти, гідрографія)	2.1. Тип ґрунту 2.2. Наявність та глибина залягання ґрунтових вод, м 2.3. Наявність та глибина поверхневих вод у рідкому стані, м 2.4. Наявність та висота снігового покриву, м 2.5. Наявність та товщина льоду, м 2.6. Глибина промерзання ґрунту, м
3. Джерела електромагнітного та інших видів випромінювання	3.1. Наявність та віддаленість ЛЕП напругою 0,4 кВ, м 3.2. Наявність та віддаленість ЛЕП напругою 35 кВ, м 3.3. Наявність зони дії джерел електромагнітного випромінювання (електростанцій, антенних полів) 3.4. Наявність зони дії джерел випромінювання стаціонарних сейсмічних і акустичних перешкод 3.5. Наявність яскравих джерел світла 3.6. Наявність джерел штучного освітлення

Кінець таблиці 2.3 – Таксономічні ознаки для опису геоінформаційних умов функціонування ТЗО

<p>4. Відомчі прикордонні об'єкти, населені пункти, промислові, сільськогосподарські і соціально-культурні об'єкти</p>	<p>4.1. Наявність та ширина смуги відчуження (РОІС) для встановлення ТЗО, м 4.2. Наявність і види наземних комунікацій 4.3. Наявність і види підземних комунікацій 4.4. Наявність і віддаленість зони радіовипромінювання, м 4.5. Наявність і віддаленість зони заборони освітлення, м</p>
<p>5. Дорожня мережа та дорожні споруди</p>	<p>5.1. Наявність і віддаленість залізничної дороги, м 5.2. Наявність і віддаленість автомобільної дороги, м 5.3. Тип дорожнього покриття, що перетинає зону дії чутливого елемента ТЗО 5.4. Наявність під'їзних шляхів</p>
<p>6. Флора та фауна</p>	<p>6.1. Наявність і висота трав'яного покриву, м 6.2. Наявність лісового масиву 6.3. Наявність міграції великих тварин</p>
<p>7. Метеорологічні елементи</p>	<p>7.1. Екстремальні значення температури повітря та ґрунту, °С 7.2. Вологість повітря, % 7.3. Тривалість періодів природного освітлення (денного, нічного, сутінкового) 7.4. Наявність грозових розрядів, крім прямих влучень 7.5. Річна роза вітрів та екстремальні значення сили вітру, м/с 7.6. Екстремальні значення атмосферного тиску, мм рт. ст.</p>

Наявність смуги відчуження забезпечує можливість підготовки ділянки для використання більшого спектру типів охоронних засобів, а також встановлення їх стаціонарно.

Реальні характеристики ТЗО значною мірою визначаються й сукупністю завадових факторів. Зокрема, наявність шляхів руху різного класу транспорту з різними типами дорожнього покриття впливає на можливість застосування ТЗО з безперервною лінійною частиною, а рух транспорту вздовж ділянки відчуження передається на ТЗО як у виді вібрацій конструкцій огороження й ґрунту, так і через зміну електромагнітного поля. На ефективність використання деяких типів ТЗО значний вплив мають електромагнітне та інші види випромінювання, що утворюються об'єктами техногенного походження.

Кліматичні фактори зумовлюють неоднорідність властивостей ТЗО у часі. В даному випадку мова йде про мікрокліматичні фактори, тобто місцеві особливості клімату, які істотно змінюються вже на невеликій відстані, наприклад, над лісом, ріллею, болотом, озером, балкою, населеним пунктом тощо. Різноманітні метеоумови по-різному впливають на основні характеристики ТЗО. Так, зокрема, відзначається залежність ефективності використання оптичних засобів від густини туману й снігопаду, чутливості ємнісних засобів від сильного дощу й снігопаду з мокрим снігом.

Для дослідження параметрів метеоелементів застосовують стандартні комплексні та синоптичні методи метеорології та кліматології [16].

Усе наведене вище вказує на те, що при проведенні розрахунків досліджувану ділянку місцевості необхідно розбити на умовно однорідні ділянки, за ознаками їх фізико-географічного, природно-кліматичного та індустріального районування, тобто здійснювати територіальний розподіл земної поверхні, заснований на виявленні й дослідженні системи супідрядних ділянок, що характеризуються внутрішньою єдністю й своєрідними індивідуальними рисами. Необхідним етапом районування є виявлення геоінформаційних меж за окремими компонентами (таксонами) параметрів середовища функціонування, тобто ліній

або смуг, при перетинанні яких природні та штучні умови функціонування ТЗО істотно змінюватимуться.

Виходячи з цього, формування матриці значень параметрів умов на ділянці

відповідальності $L = \sum_{j(F)=1}^{n_{j(F)}} L_{j(F)}$ можна здійснити на основі геоінформаційних систем, шляхом застосування теорії таксономії. При цьому, сукупність груп таксонів умов позначимо через $F = \overline{1, n_F}$, найменування параметрів окремого таксону $\mu_F = \overline{1, n_{\mu_F}}$.

Зведені дані відносно фізичних параметрів ділянки відповідальності будуть являти собою масив даних, який можна оцінити з таблиці 2.4.

У табл. 2.4 $L_{j(F)}$ ($j(F) = \overline{1, n_{j(F)}}$) – протяжність ділянки однорідності за геоінформаційними властивостями на ділянці відповідальності L , $u_{F/\mu_F}(L_{j(F)}, \tau_{\text{ПД}})$ ($F = \overline{1, n_F}$, $\mu_F = \overline{1, n_{\mu_F}}$) – дані стосовно фізичних параметрів ділянки відповідальності $L_{j(F)}$ у часовий період $\tau_{\text{ПД}}$ по параметру μ_F таксону F .

З урахуванням цього модель умов функціонування ТЗО можна представити у вигляді матриці $U_{F/\mu_F}(L_{j(F)}, \tau_{\text{ПД}})$.

Для формалізації мети та умов функціонування ТЗО вбачається за необхідне сполучення матриць (3.3) і $U_{F/\mu_F}(L_{j(F)}, \tau_{\text{ПД}})$, у результаті якого можна сформувати модель мети та умов функціонування ТЗО у вигляді нової матриці

$$M_{P_H, U_{F/\mu_F}}(L_j, \tau_{\text{ПД}}). \quad (2.4)$$

Аналіз матриць (2.3) і (2.4) вказує на неспівпадання номерів ділянок $j(P)$ та $j(F)$ і нерівнозначність їх протяжностей. Це обумовлює той факт, що в моделі (3.4) $L_j \neq L_{j(P)}$ і $L_j \neq L_{j(F)}$. У новій моделі (3.4) L_j визначається наступним чином.

Таблиця 2.4 – Формалізація умов функціонування ТЗО на просторово-часових інтервалах ділянки відповідальності прикордонного підрозділу

Групи таксонів	Найменування параметрів таксонів	Значення параметрів таксонів											
		τ_{11}	τ_{12}	τ_{21}	...	τ_{42}	τ_{11}	...	τ_{11}	τ_{12}	τ_{21}	...	τ_{42}
1. Рельєф суші	1/1	$u_{1/1}(L_1, \tau_{11})$			..			...					$u_{1/1}(L_{n_{j(F)}}, \tau_{42})$
	1/2	$u_{1/2}(L_1, \tau_{11})$			..			...					$u_{1/2}(L_{n_{j(F)}}, \tau_{42})$

	$1/n_{\mu_1}$	$u_{1/n_{\mu_1}}(L_1, \tau_{11})$			..			...					$u_{1/n_{\mu_1}}(L_{n_{j(F)}}, \tau_{42})$
2. Тип поверхні, “що підстилає” (грунти, гідрографія)	2/1	$u_{2/1}(L_1, \tau_{11})$			..			...					$u_{2/1}(L_{n_{j(F)}}, \tau_{42})$
	2/2	$u_{2/2}(L_1, \tau_{11})$			..			...					$u_{2/2}(L_{n_{j(F)}}, \tau_{42})$

	$2/n_{\mu_2}$	$u_{2/n_{\mu_2}}(L_1, \tau_{11})$			..			...					$u_{2/n_{\mu_2}}(L_{n_{j(F)}}, \tau_{42})$
...	
Метеорологічні елементи	$n_F / 1$	$u_{n_F / 1}(L_1, \tau_{11})$			..			...					$u_{n_F / 1}(L_{n_{j(F)}}, \tau_{42})$
	$n_F / 2$	$u_{n_F / 2}(L_1, \tau_{11})$			..			...					$u_{n_F / 2}(L_{n_{j(F)}}, \tau_{42})$
					
	$n_F / n_{\mu_{n_F}}$	$u_{n_F / n_{\mu_{n_F}}}(L_1, \tau_{11})$			..			...					$u_{n_F / n_{\mu_{n_F}}}(L_{n_{j(F)}}, \tau_{42})$
Ділянки однорідності за геоінформаційними властивостями		L_1					L_2	...	$L_{n_{j(F)}}$				

На вісь L накладаються розбиття $L_{j(P)}$ і $L_{j(F)}$. При цьому всі точки розбиття осі L є точками, що визначають межі нових ділянок однорідності L_j ($j = \overline{1, n_j}$). Отже, модель (2.4) і є формалізованим представленням мети й умов функціонування ТЗО.

Вище наведено методичний підхід формування просторово-часової матриці початкових даних щодо заданого рівня ефективності СТК, а також щодо формалізації умов середовища, в якому будуть діяти її компоненти. Це надає можливість адекватно підійти до обґрунтування інформаційної основи оцінки ефективності СТК.

Така основа полягає в виявленні на підґрунті фізичної суті корисного ефекту ТЗО та його вартісного ресурсу ознаки оптимальності СТК. У свою чергу, остання дозволить розробити науково-методичний апарат визначення раціонального складу та просторово-часового розміщення ТЗО на неоднорідних квазілінійних ділянках відповідальності прикордонних підрозділів.

Ураховуючи різноманіття умов і завдань, що є на ділянці функціонування СТК, при виявленні ознаки оптимальності необхідно врахувати не лише вид критерію ефективності ТЗО, а й вплив на нього зв'язків між компонентами системи. Разом із тим, процес формування СТК та експлуатації її компонентів безпосередньо пов'язаний із витратами, облік яких є невід'ємною складовою техніко-економічної оцінки при порівнянні альтернативних систем (зразків).

Отже, з метою виявлення ознаки оптимальності СТК, перш за все, необхідно формалізувати поняття корисного ефекту, що отримує надсистема від роботи СТК, тобто розробити “інструмент” оцінки ефективності функціонування ТЗО.

Актуальність побудови математичної моделі оцінки ефективності експлуатації ТЗО обумовлена необхідністю, по-перше, визначення фізичної суті результативності функціонування системи вищого рівня (системи технічного контролю – СТК); по-друге, інерційністю процесу формування інтегрованої СТК

та використанням ТЗО прикордонними підрозділами локально, з метою посилення служби прикордонних нарядів.

Впроваджуваний у діяльність правоохоронних органів та силових структур логістичний підхід [21] стає підґрунтям для формалізації інтегрального показника ефективності експлуатації ТЗО у комплексному виді, який забезпечував би об'єктивну оцінку ефективності ТЗО з точки зору їх корисності для системи охорони кордону, враховував би часткові показники якості досліджуваної техніки, а також її відповідність принципам використання.

Тобто логістичний підхід представляє пошук оптимального рішення з точки зору функціональної достатності для забезпечення ефективної діяльності макросистеми при найменших на це затратах [7, 10], що не суперечить згаданому визначенню ефективності, а також відповідає поняттю техніко-економічної оцінки техніки [6]. Такий підхід вимагає чіткої формалізації понять корисного ефекту, затрат та обмежень.

Слід зауважити, що вид критерію ефективності для окремо діючого зразка ТЗО та їх сукупності у складі СТК буде відрізнятися через об'єктивність дії критерію оптимальності за В. Парето, адже логістичний підхід орієнтований на відмову від ізольованого розгляду затрат щодо окремих компонентів досліджуваної системи. Оптимум (ефективна точка) по В. Парето – рішення, що не може бути поліпшене з погляду якого-небудь одного критерію без того, щоб при цьому воно не було б погіршене щодо інших критеріїв [7]. У такому разі, при визначенні доцільності управлінь, застосовують критерій мінімуму суми зазначених затрат, що дозволяє перевірити, чи поліпшує запропоноване рішення по конкретному об'єктові загальний стан системи. Однак у цьому випадку цільова функція вибору оптимальної сукупності ТЗО (при дотриманні решти обмежень) приймає вид

$$Z_{\text{СТК}} = \min_L R_{\text{СТК}} = \min \sum_L R_i, \quad (2.5)$$

а при автономній роботі ТЗО

$$Z_{\text{ТЗО}} = \min_L R_i, \quad (2.6)$$

$R_{\text{СТК}}, R_i$ – затрати, що пов'язані з застосуванням СТК та ТЗО i -го виду відповідно.

З метою формалізації критерію В. Парето у відповідності до особливостей функціонування ТЗО як локально, так і в складі СТК, перш за все, пропонується здійснити декомпозицію системи принципів їх використання (побудови СТК), поданої на Рисунок 2.3, на три підсистеми [9]:

а) принципи, що визначають придатність, стійкість та функціональну достатність ТЗО для використання в конкретних умовах (надамо їм назву специфічних ЧПЯ, позначимо через $Y_C(y_{C1}, y_{C2}, \dots, y_{Cn_p})$);

б) принципи, що визначають корисний ефект, котрий отримує макросистема від функціонування зразка ТЗО, позначимо через W ;

в) принципи, що визначають економічні показники функціонування ТЗО (споживання вартісного ресурсу зразком ТЗО), позначимо через R .

Така декомпозиція стає підґрунтям для формалізації інтегрального показника ефективності експлуатації ТЗО у комплексному виді як сполучення формально представленого показника ефективності та системи обмежень. У такому разі інтегральний показник задовольняє підсистемам принципів а)-в) та є науковою основою для вирішення двох самостійних задач (Рисунок 2.5) [22]: перша – вибір кращого зразка серед альтернативних з метою посилення служби п/н (тобто локального використання ТЗО); друга – використання розробленої моделі оцінки ефективності експлуатації ТЗО з метою синтезу структури СТК.

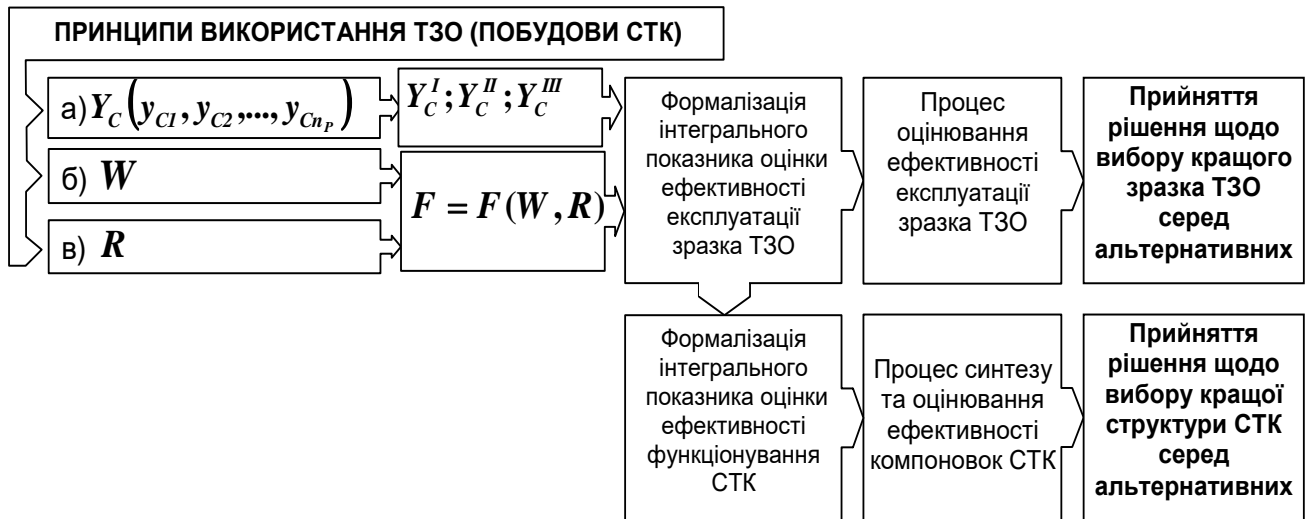


Рисунок 2.5 - Декомпозиція системи принципів побудови СТК

При цьому за допомогою системи обмежень а) передбачається врахувати:

1) наявність необхідних функціональних властивостей ТЗО для забезпечення можливості їх використання в охороні ДК (придатність ТЗО); 2) адаптованість ТЗО до роботи в змінних умовах ділянки відповідальності прикордонного підрозділу (стійкість ТЗО); 3) достатність кількісного складу ТЗО щодо забезпечення вимог системи управління ризиками (функціональна достатність ТЗО). У відповідності до наведених порядкових номерів (1-3) ці групи обмежень будемо умовно називати 1-3-го роду та позначимо через $Y_C^I, Y_C^{II}, Y_C^{III}$.

Отже, на кожному кроці процесу вибору ТЗО породжується множина обмежень. Звідси випливає, що принципи, які визначають ступінь придатності ТЗО до виконання певних завдань, мають різну фізичну сутність, а це, у свою чергу, унеможливорює одночасне врахування їх керуючого впливу.

Тоді підсистему принципів а) можна подати у виді

$$Y_C(y_{C1}, y_{C2}, \dots, y_{Cn_p}) \equiv Y(Y_C^I, Y_C^{II}, Y_C^{III}), \quad (2.7)$$

$$Y_C^{I(II,III)} = Y_C^{I(II,III)}(y_{C1}^{I(II,III)}, y_{C2}^{I(II,III)}, \dots, y_{Cn_p}^{I(II,III)}) \quad (2.8)$$

$y_{c_1}^{I(II,III)}, y_{c_2}^{I(II,III)}, \dots, y_{c_n^{I(II,III)}}^P$ – параметри обмежень відповідно 1-3-ого роду.

З урахуванням останнього, логічно формалізувати представлення умов стійкого (нормального) використання ТЗО у виді

$$Y_{CTZO}^{I(II,III)} \in Y_C^{I(II,III)}, \quad (2.9)$$

$$Y_{CTZO}^{I(II,III)} = Y_{CTZO}^{I(II,III)}(y_{CTZO1}^{I(II,III)}, y_{CTZO2}^{I(II,III)}, \dots, y_{CTZO_n^{I(II,III)}}^P) \quad (2.10)$$

$Y_{CTZO}^{I(II,III)}$ – множина параметрів специфічних ЧПЯ ТЗО відповідно до обмежень 1-3-го роду: Y_{CTZO}^I – показник придатності ТЗО; Y_{CTZO}^{II} – показник стійкості функціонування ТЗО у змінних умовах; Y_{CTZO}^{III} – показник функціональної достатності.

$y_{CTZO1}^{I(II,III)}, y_{CTZO2}^{I(II,III)}, \dots, y_{CTZO_n^{I(II,III)}}^P$ – параметри специфічних ЧПЯ ТЗО, котрі визначають властивості його придатності відповідно до позицій обмежень 1-3-го роду.

Проведемо аналіз фізичної суті та часовий розподіл впливу визначених груп обмежень:

– обмеження 1-го роду – це числові та лінгвістичні характеристики, яким повинні обов'язково відповідати всі ТЗО; дана група обмежень відображає загальний (концептуальний) підхід щодо використання ТЗО (побудови СТК) на ділянці відповідальності підрозділу охорони ДК;

– обмеження 2-го роду – це параметри умов функціонування ТЗО; дана група обмежень являє собою набір характеристик певних ділянок місцевості та їх значень в окремі періоди року та доби, що визначають можливість нормального функціонування ТЗО на конкретних напрямках ділянки відповідальності

підрозділу охорони ДК (матриця $U_{F/\mu_F}(L_{j(F)}, \tau_{ПД})$ табл. 2.3);

– обмеження 3-го роду – це нормативні значення показників виконання завдань, що покладаються на ТЗО; у даному випадку – матриця значень ймовірностей, що містяться в (3.3).

Зазначені групи обмежень через різний характер впливу неможливо врахувати одночасно, а тому їх актуальність виникає лише на певних етапах вибору ТЗО (проектування СТК), як подано у таблиці 2.5.

З урахуванням того, що певний зразок ТЗО задовольняє підсистемі обмежень (3.7), зупинимось на задачі формування критерію ефективності.

Таблиця 2.5 – Порівняльна характеристика обмежень щодо вибору ТЗО

Група обмежень	Характер впливу	Як ураховуються при виборі ТЗО
Обмеження 1-го роду	Стаціонарний, незалежний від часу та простору охорони	При початковому виборі ТЗО з метою автономної роботи для посилення прикордонних нарядів або як потенційних складових СТК
Обмеження 2-го роду	Динамічно-циклічний за часом, динамічно-нерівномірний за простором охорони	При визначенні топології простору та часу нормального функціонування ТЗО на ділянці охорони
Обмеження 3-го роду	Прогнозований, динамічно-стохастичний за часом та простором	При визначенні функціональної достатності видів та кількості ТЗО для вирішення завдань у просторі та часі охорони

Зважаючи на те, що в реалізації сучасної моделі охорони ДК, а саме в частині, що стосується матеріально-технічного забезпечення, важливе місце займають питання мінімізації вартості одиниці корисного ефекту, за доцільне вбачається отримати критерій техніко-економічної ефективності (далі – критерій

ефективності) через відношення формалізованого на підґрунті підсистеми принципів б) показника корисного ефекту (Рисунок 2.5), до формалізованих з підсистеми принципів в) затрат, у вигляді

$$E = \frac{R}{W} \rightarrow \min, \quad (2.11)$$

де E – критерій ефективності функціонування ТЗО, у. од./од. ефекту;

R – показник споживання вартісного ресурсу ТЗО, у. од.;

W – показник корисного ефекту ТЗО, од. ефекту.

Надаючи перевагу виміру ефективності в грошовому еквіваленті, що відповідає критеріям (2.5) і (2.6), будемо використовувати в подальших дослідженнях залежність (2.11).

Проведемо аналіз складових W і R .

У якості показника W корисного ефекту, що отримує система охорони кордону від експлуатації ТЗО ДК, пропонується застосувати величину, що враховує просторово-часову модель ефективного виконання покладених на даний вид техніки завдань [22].

На відміну від існуючих методів дослідження ефективності ТЗО ДК, які дозволяють здійснювати визначення миттєвої або усередненої ефективності, запропонована модель забезпечує відстеження зміни результативності (корисності) експлуатації зразка в будь-який момент протягом терміну його служби в конкретних умовах оточуючого середовища. Така чутливість показника W забезпечується врахуванням зміни його значення в залежності від періоду доби та року, простору функціонування, а також поточного технічного стану зразка.

Таким чином, корисність експлуатації зразка за довільний досліджуваний період t_E буде визначатися інтегральним показником корисного ефекту W , що синтезує в собі миттєвий W_M (у момент часу T_M), добовий W_D (за час T_D) і річний

W_p (за час T_p) корисні ефекти. Крім того, інтегральний показник може слугувати для дослідження ефективності ТЗО ДК в окремі періоди охорони ДК. Останнє може використовуватись з метою обґрунтування рішення на використання ТЗО в охороні ДК при відпрацюванні наказу на охорону кордону начальником органу охорони ДК.

Отже, за миттєвий корисний ефект приймемо величину W_M , яка являє собою відношення протяжності l квазілінійної ділянки ДК до загальної протяжності L ділянки ДК, що охороняється прикордонним підрозділом, за умови, що зразок відповідає закладеним у (3.10) обмеженням. При цьому, врахування рівня функціональної достатності ($Y_{\text{СТЗО}}^{\text{III}}$) здійснюється шляхом фіксування значення величини l лише в тому випадку, якщо ймовірність виявлення правопорушника зразком ТЗО знаходиться на рівні, не нижче заданого (нормативного). Тобто

$$W_M = W_M^{T_M} = \frac{l(T_M)}{L}, \text{ де } T_M \in [0; 24], \quad (2.12)$$

при
$$l(T_M) = \begin{cases} l(T_M), & \text{якщо } l(T_M) \leq L, \\ L, & \text{в іншому випадку,} \end{cases}$$

$$l(T_M) \neq 0, \quad L \neq 0,$$

$$Y_{\text{СТЗО}}^{\text{I}} \in Y_{\text{C}}^{\text{I}}, \quad Y_{\text{СТЗО}}^{\text{II}} \in Y_{\text{C}}^{\text{II}}, \quad (Y_{\text{СТЗО}}^{\text{III}} \in Y_{\text{C}}^{\text{III}}) \equiv (P \geq P_H),$$

Де P – значення ймовірності виявлення правопорушника за допомогою ТЗО;

$l(T_M)$ – протяжність рубежу виявлення правопорушника за допомогою зразка

ТЗО на момент часу T_M .

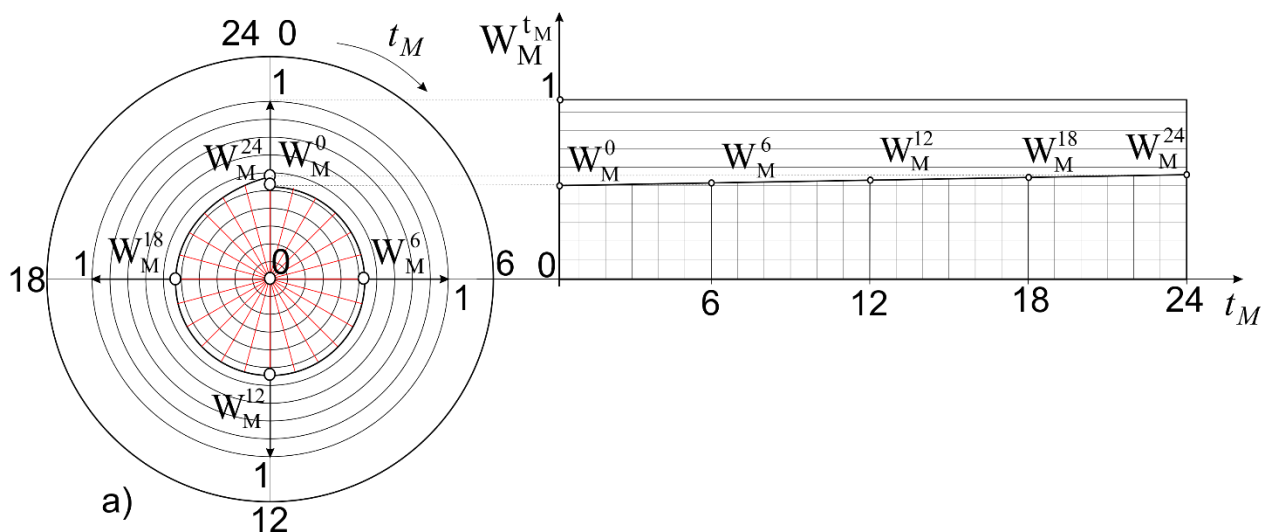
Слід зауважити, що ймовірність хибного спрацювання (величину, зворотну P) враховано в множині обмежень $Y_{\text{с ТЗО}}^I \in Y_c^I$.

Тоді величину добового корисного ефекту від експлуатації ТЗО ДК можна представити як

$$W_D = W_D^{T_D} = \int_0^{24} W_M^{T_M} dT_M, \text{ де } T_D \in [1; 365]. \quad (2.13)$$

З геометричної точки зору вираз (2.13) являє собою заштриховану фігуру (Рисунок 2.6), яка утворюється добовими значеннями W_M , і наочно відображає накопичування результативності (корисності) експлуатації зразка за добу з прив'язкою до конкретних умов використання, а також поточного технічного стану ТЗО ДК.

На Рисунок 2.6 наведена графічна інтерпретація добового корисного ефекту W_D зразка ТЗО ДК, що функціонує цілодобово (наприклад, сигналізаційного засобу охорони, тепловізора, радіолокаційної станції), та того, функціонування якого залежить від інтенсивності освітлення (камери відеостеження, оптичного або оптико-електронного засобу спостереження).



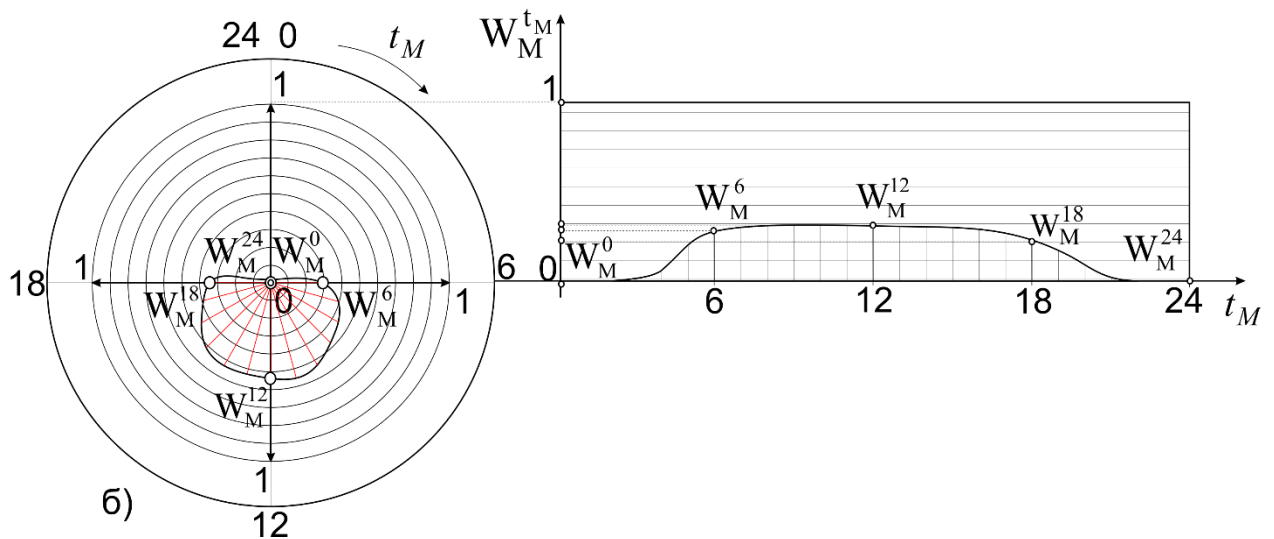


Рисунок 2.6 – Графічна інтерпретація добового корисного ефекту від експлуатації зразка ТЗО ДК:

а – що функціонує цілодобово; б – функціонування котрого залежить від інтенсивності освітлення; $W_M^0, W_M^6, W_M^{12}, W_M^{18}, W_M^{24}$ – значення показника W_M станом на 0, 6, 12, 18, 24-ту год. відповідно

З урахуванням залежностей (2.12) і (2.13), річний корисний ефект W_P від експлуатації зразка може бути визначений як сума добових значень показника W_D протягом року (Рисунок 2.7), тобто

$$W_P = W_P^{T_P} = \int_1^{365} W_D^{T_D} dT_D, \text{ де } T_P \in [1; T_c]. \quad (2.14)$$

де T_c – нормативний термін служби ТЗО, роки.

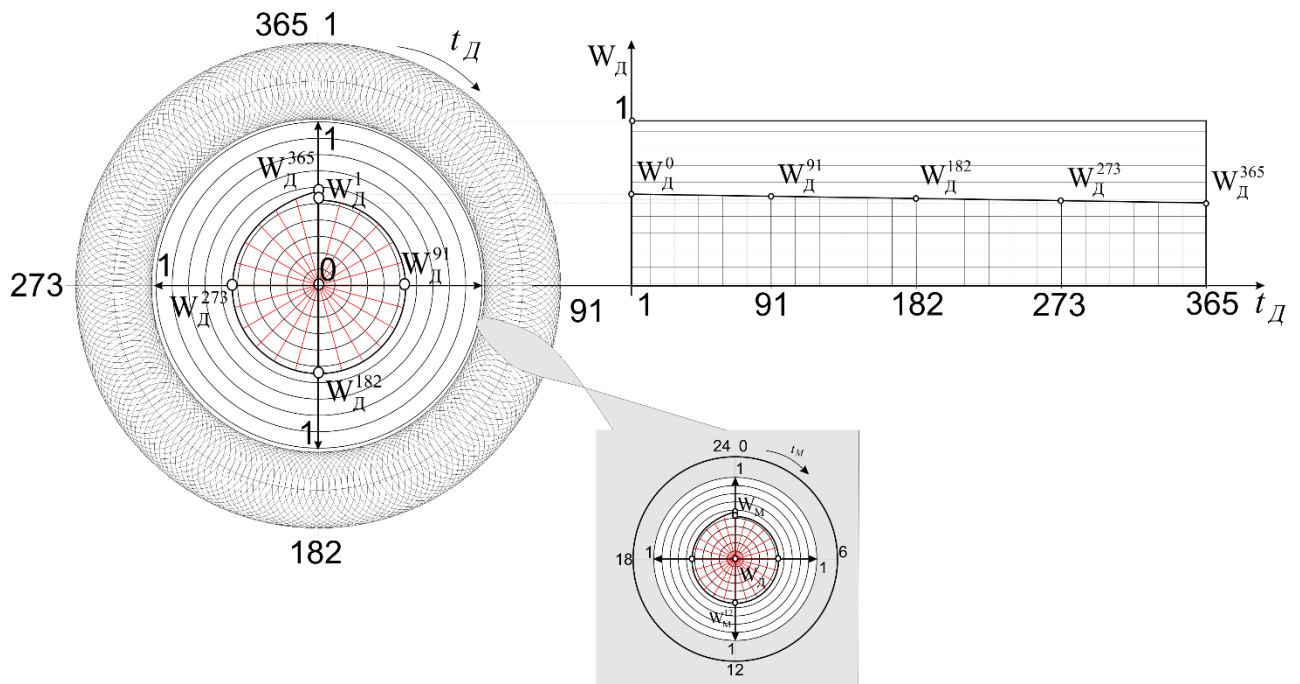


Рисунок 2.7. Графічна інтерпретація річного корисного ефекту від експлуатації зразка ТЗО ДК, що функціонує цілодобово:

$W_D^1, W_D^{91}, W_D^{182}, W_D^{273}, W_D^{365}$ – значення показника W_D станом на 1, 91, 182, 273, 365-й день року, відповідно

Тоді показник корисного ефекту W зразка ТЗО за період експлуатації протягом T_C , матиме вигляд

$$W = \int_0^{T_C} W_P^{T_P} dt_E \quad (2.15)$$

Величину інтегрального показника корисного ефекту W за певний період експлуатації t_E зразка ТЗО ДК можна оцінити з графічної моделі, що подана на Рисунок 2.8.

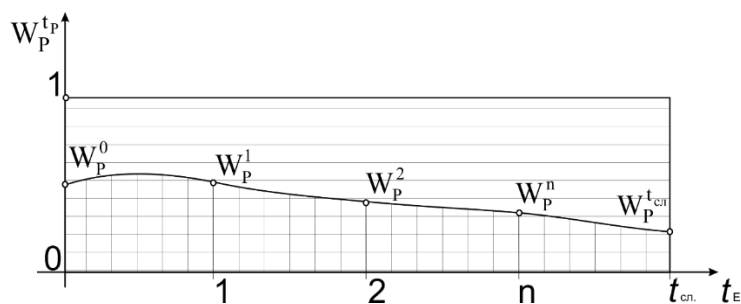


Рисунок 2.8 - Графічна інтерпретація інтегрального показника корисного ефекту за період експлуатації зразка ТЗО ДК:

$W_P^0, W_P^1, W_P^2, W_P^n, W_P^{t_{cn}}$ – значення показника W_P за 0, 1, 2, n -й,

T_C -й (останній) рік експлуатації, відповідно;

t_E – роки експлуатації ТЗОК, $0 \leq t_E \leq T_C$

Отже, наведений підхід щодо визначення інтегрального показника W забезпечує врахування просторово-часової моделі експлуатації зразка ТЗО ДК і його технічного стану.

Проведемо ряд перетворень з метою отримання розрахункової форми формули (3.15). У загальному випадку без урахування зміни показника W_M миттєвого корисного ефекту протягом доби, а часу t_{KD} добового корисного функціонування протягом року, значення показника корисного ефекту протягом терміну служби ТЗО логічно отримати з залежності

$$W = W_M \cdot t_{KD} \cdot T_P \cdot T_C \quad (2.16)$$

Показник W_M може змінюватися в залежності від протяжності рубежу охорони зразка та фактичної ймовірності виявлення правопорушника в той чи інший період доби (наприклад, вплив освітленості на ймовірність виявлення характерний для телевізійних, оптичних, оптико-електронних, світлотехнічних засобів тощо), а також періоду року у зв'язку зі зміною тривалості світлого та

темного часу доби, щільності ґрунту, наявності трав'яного або снігового покриву тощо (останнє, зокрема, характерне для сигналізаційних засобів). Дані фактори можна врахувати застосуванням обґрунтованого в п. 3.2.1 ІЧД.

З урахуванням фізичної суті ІЧД та залежності (2.12), формула (2.16) набуде виду

$$W = T_C \cdot \frac{T_P}{\varepsilon} \cdot \sum_{\tau=1}^{\varepsilon} \left(\frac{l_{\tau}}{L} \cdot t_{\text{КД}\tau} \right) = T_C \cdot \frac{T_P}{8} \cdot \sum_{I=1}^8 \left(\frac{l_I}{L} \cdot t_{\text{КД}I} \right) = t_{\text{КС}} \cdot \frac{l_I}{L}, \quad (2.17)$$

де ε – кількість ІЧД в році;

$t_{\text{КС}}$ – час корисного функціонування ТЗО протягом терміну служби, год.

Значення $t_{\text{КС}}$ можна знайти, якщо відоме значення коефіцієнту технічного використання $K_{\text{ТВ}}$ [5] для даного виду техніки:

$$t_{\text{КС}} = t_C \cdot K_{\text{ТВ}} = 8760 T_C \cdot K_{\text{ТВ}}, \quad (2.18)$$

де

t_C – термін служби зразка ТЗО за призначенням, год;

T_C – термін служби зразка ТЗО за призначенням, років;

8760 – число, що визначає кількість годин у році, год,

або, якщо значення $K_{\text{ТВ}}$ невідоме,

$$t_{\text{КС}} = T_C \cdot t_{\text{КР}} = T_C \cdot t_B \cdot n_{\text{ц}}, \quad (2.19)$$

де

– середній річний час використання зразка ТЗО за призначенням, год;

е

– середній час безперервної роботи зразка ТЗО, год;

– кількість циклів безперервної роботи зразка ТЗО протягом року.

Величину n_u пропонується знаходити за формулою

$$n_u = \frac{8760}{t_B + t_\Gamma}, \quad (2.20)$$

де

t_Γ – середній час приведення зразка ТЗО у стан готовності до використання за призначенням (включає час, потрібний для проведення заходів технічної експлуатації, транспортування тощо), год.

З урахуванням останніх перетворень, формулу (3.11) можна подати у виді

$$E = \frac{R}{t_{KC} \cdot \frac{l}{L}} = \frac{R}{t_{KC}} \cdot \frac{L}{l}. \quad (2.21)$$

Принципово, що величина R/t_{KC} є приведеною до часу набутою вартістю B_{Pr} корисного функціонування ТЗО (контролю рубежу l), у.од./год.

Разом із тим, при здійсненні переходу до класичного (“знаменник-чисельник”) виду дробі, відношення L/l може перекрити зміст формули, адже, якщо l/L відображає відносну частку прикриття ділянки відповідальності одним зразком, то L/l визначає кількісний склад ТЗО одного виду для прикриття ділянки L . Некоректність полягає у тому, що значення останнього відношення не завжди може бути цілим. Для запобігання помилки, введемо позначення

$$\frac{L}{l} = k_{\min},$$

або

$$k_{\min} = \begin{cases} \left[\frac{L}{l} \right], & \text{при } \left\{ \frac{L}{l} \right\} = 0, \\ \left[\frac{L}{l} \right] + 1, & \text{при } \left\{ \frac{L}{l} \right\} \neq 0, \end{cases} \quad (2.22)$$

за умови, що $L \neq 0, l \neq 0$.

У (2.22) у квадратних дужках $[\cdot]$ позначено ціла частина, а у фігурних $\{\cdot\}$ – дробову частину дійсного числа.

З урахуванням цього інтегральний показник ефективності експлуатації ТЗО набуде вигляду

$$E = \frac{R}{t_{КС}} \cdot k_{\min} \quad (2.23)$$

де k_{\min} визначається з (2.22), а $t_{КС}$ - з (2.18) або (2.19) в залежності від наявності інформації про значення коефіцієнта технічного використання $K_{ТВ}$ ТЗО.

У виразі (2.23) не відображено специфічних вартісних особливостей функціонування ТЗО. Цьому аспекту приділена увага нижче.

2.2 Модель вартісного ресурсу функціонування компонентів системи

Забезпечення експлуатації ТЗО є завданням однієї з складових системи технічного забезпечення ДПСУ – підсистеми ІТЗ, а це, у свою чергу, дозволяє вважати, що використання ТЗО за фізичною суттю є споживанням технічного ресурсу, який закладений у виріб на стадіях проектування, конструювання та виготовлення [15]. Споживання технічного ресурсу зразком ТЗО безпосередньо пов'язане із споживанням різного роду інших ресурсів ДПСУ, необхідних для забезпечення їх експлуатації. У ряді випадків обсяг споживаних ресурсів вимірюється натуральними показниками (наприклад, для забезпечення експлуатації стаціонарної радіолокаційної станції потрібна певна кількість електричної енергії, матеріалів на обладнання поста технічного спостереження, обслуговуючого персоналу й ін.), однак найбільш зручною одиницею вимірювання споживаних ресурсів є грошові одиниці. Це дозволяє звести до єдиного еквівалента споживання різнорідних ресурсів, який характеризує загальне споживання вартісного ресурсу (ВР). Це означає, що й модель споживання технічного ресурсу можна також виразити у вартісному еквіваленті.

Значний термін і висока вартість розробки ТЗО та впровадження їх в оперативно-службову діяльність ДПСУ тривалий час були визначальними факторами при проведенні розрахунків техніко-економічної ефективності цієї техніки. Даний факт демонструється залежністю, яка може бути подана у вигляді:

$R = r_{ТЗО} + E_n \cdot K$, де $r_{ТЗО}$ – закупівельна (початкова) вартість зразка, грн.; E_n – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень ($E_n = 0,15$); K – питомі капітальні вкладення у виробництво, грн.

Але у сучасних умовах, коли кошти на розробку індивідуальних замовлень виділяються вкрай обмежено, а ринок насичений різноманітними за принципами дії та тактико-технічними характеристиками ТЗО, для ДПСУ стає актуальним питання не розробки, а обґрунтування вимог та вибору техніки, що відповідає встановленим вимогам при мінімально можливих затратах. У зв'язку із цим,

визначення показника R для ТЗО, що не відносяться до спецзамовлень, доцільно проводити без урахування затрат, пов'язаних із процесами розробки та виробництва, а лише з урахуванням тих, що характеризують саме закупівлю та експлуатацію ТЗО у прикордонних підрозділах.

Отже, при побудові моделі споживання вартісного ресурсу ТЗО, що перебувають на балансі ДПСУ, невирішеним і актуальним залишається завдання щодо всебічного та правильного врахування затрат, які складають набуту вартість зразка від моменту його закупівлі й до утилізації.

З цією метою необхідно вирішити наступні завдання:

1) на основі проведення аналізу статей затрат, необхідних для забезпечення закупівлі та експлуатації ТЗО, що перебувають на балансі ДПСУ, побудувати загальну модель їх вартісного ресурсу;

2) визначити вид та зміст економічних показників, що будуть використовуватися при дослідженні поточного та узагальненого рівня ефективності існуючих і перспективних ТЗО в підрозділах охорони ДК.

Інтерпретуючи термін “експлуатація” [5] у відношенні ТЗО, отримаємо, що експлуатація ТЗО – це стадія їх життєвого циклу з моменту прийняття від заводу-виробника чи ремонтного підприємства до списання, що містить у собі сукупність заходів із введення в експлуатацію, використання за призначенням, підтримання в постійній готовності до використання (проведення профілактико-відновлювальних заходів (ПВЗ), а також зберігання, транспортування та списання.

Таким чином, загальна модель споживання ВР, що відображає набуту вартість ТЗО, буде складатися із тих статей, що найбільш повно відображають всі процеси закупівлі та експлуатації ТЗО у фінансовому відношенні [6]. Сукупність зазначених затрат умовно можна поділити на три групи: разові R_1 ; ті, що пропорційні часу експлуатації R_2 ; ті, що прогресивно збільшуються з часом експлуатації R_3 . Виходячи з зазначеного, загальна модель ВР ТЗО, що перебувають на балансі ДПСУ набуде вигляду, що подана на Рисунок 2.9.



Рисунок 2.9 – Модель вартісного ресурсу (утворення набутої вартості) ТЗО ДК

Виходячи з цього, в загальному випадку показник R буде представлений сукупністю різнорідних затрат за минулий або планований періоди експлуатації ТЗО у наступному вигляді:

$$R = R_1 + R_2 + R_3, \quad (2.24)$$

а його поточне значення на момент часу t_E ($t_E = 0, 1, 2, \dots, T_C$ років) складе [12]

$$R(t_E) = R_1(t_E) + R_2(t_E) + R_3(t_E) = R_1 + \vartheta_2 \cdot t_E + \vartheta_3 \cdot t_E^\alpha, \quad (2.25)$$

де $R(t_E)$ – обсяг споживання ВР при експлуатації ТЗО з плином часу (набута вартість ТЗО за період t_E знаходження його на балансі ДПСУ), у. од.;

ϑ_2, ϑ_3 - затрати за перший рік експлуатації (у. од.) ТЗО, відповідно ті, що пропорційні терміну експлуатації, і ті, що залежно від терміну експлуатації прогресивно збільшуються за степеневим законом розподілу з деяким параметром

α . Останній характеризує функціональну залежність між терміном експлуатації та інтенсивністю збільшення затрат.

Проведений у роботі [15] аналіз ресурсів, що були витрачені на забезпечення експлуатації ТЗО у прикордонних підрозділах за останні 10 років, дозволив узагальнити перелік основних статей затрат та розподілити їх за відповідними групами затрат наступним чином (див. табл. 2.6).

Таблиця 2.6 - Загальний перелік статей затрат, що складають набуту вартість ТЗО ДК

Група затрат	Найменування статті затрат	Позначення
R_1	Закупівля нового зразка	$r_{ТЗО}$
	Додаткова підготовка персоналу, у т. ч.: - для використання за призначенням; - для проведення ПВЗ.	$r_{ППЕ}$ $r_{ППТОР}$
	Капітальне будівництво об'єктів для забезпечення функціонування, зберігання та проведення ПВЗ ТЗО.	$r_{КБ}$
	Введення в експлуатацію, у т. ч.: - транспортування ТЗО у підрозділах охорони ДК; - приведення у готовність до використання (розконсервування, монтаж).	$r_{ТРПОДК}$ $r_{Г}$
	Списання, у тому числі: - організація і проведення демонтажу;	$r_{Дем}$

	<ul style="list-style-type: none"> - усунення негативних наслідків екологічного характеру; - усунення негативних наслідків естетичного характеру; - утилізація (припускаємо, що вартість утилізації може бути також від'ємною, якщо від реалізації ТЗО отримано прибуток). 	$r_{Еко}$ $r_{Ест}$ $r_{У}$
R_2	Використання енергетичних ресурсів (споживання електричної енергії, паливо-мастильних матеріалів, води, спеціальних та інших рідин тощо).	$r_{ЕнР}$
	Утримання персоналу, у т. ч.: <ul style="list-style-type: none"> - для використання за призначенням; - для проведення ПВЗ. 	$r_{УПЕ}$ $r_{УПТОР}$
	Транспортування до місць несення служби прикордонних нарядів.	$r_{Тр}$
	Постановка на зберігання та утримання в даному режимі.	$r_{Зб}$
R_3	Проведення технічних обслуговувань.	$r_{ТО}$
	Проведення планових ремонтів.	$r_{ПР}$
	Усунення збитків, що можуть бути спричинені в результаті раптових відмов ТЗО.	$r_{Відм}$

Разом із тим, процес планування споживання ВР носить імовірнісний характер через неможливість прогнозування достовірної стадії ТЗО на

досліджуваному експлуатаційному періоді. Тому затрати на забезпечення i -ї статті у планованому періоді будуть визначатися через відповідні ймовірності P_{ji} , де j - номер групи статей затрат, $J = \{1; 2; 3\}$.

Такий підхід дозволив обґрунтувати аналітичні залежності (табл. 3.7), що надають можливість досліджувати процес споживання ВР зразків, які перебувають на оснащенні ДПСУ, а також і тих, що відносяться до категорії перспективних. Обґрунтування залежностей наведено в роботі [12].

Слід зазначити, що номенклатура статей, котрі включені до груп показників R_1 та R_2 будуть різними у залежності від класів, типів і способів експлуатації досліджуваних ТЗО ДК. Разом із тим, ТЗО ДК є виробами, що відновлюються. Це дає можливість застосовувати положення теорії надійності з метою виявлення тенденції зміни їх поточного стану, а відтак – й визначення закону розподілу витрати ВР у залежності від терміну експлуатації.

Графічна інтерпретація типових залежностей собівартості корисного ефекту

W від часу експлуатації ТЗО $\frac{R}{W}(t_E)$, а також окремо за параметрами R_1, R_2, R_3 ($\frac{R_1}{W}(t_E), \frac{R_2}{W}(t_E), \frac{R_3}{W}(t_E)$) буде мати вигляд, що поданий на Рисунок 2.10.

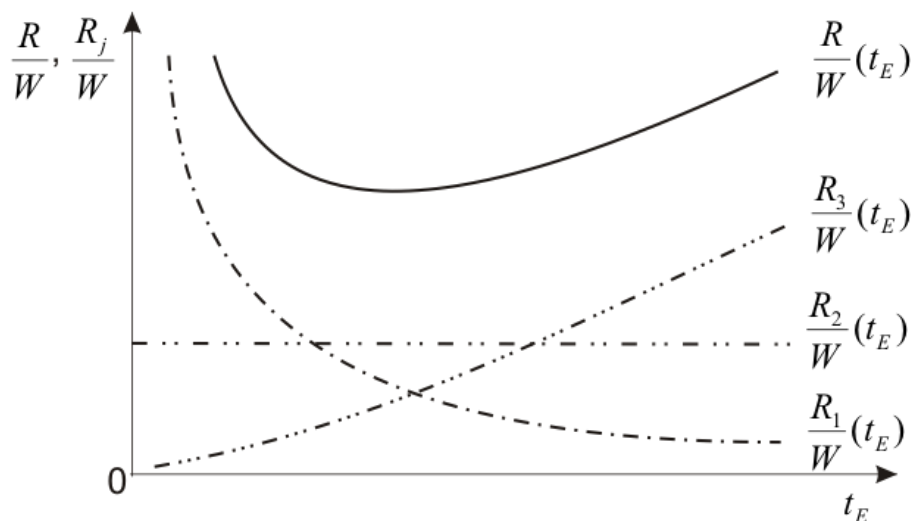


Рисунок 2.10. Графік змінення собівартості корисного ефекту від терміну експлуатації ТЗО ДК

Таблиця 2.7 - Формалізація показників набутої вартості ТЗО ДК

па рат	Гру пат	Кількі сть статей затрат у групі	Аналітичні залежності споживання ВР R_j та їх складові r_{ji}		
			статист ичні за період експлуатації	прогнозован і за період експлуатації	на момент часу t_E
1	2	3	4	5	
R_1	k_1	$R_1 = \sum_{i=1}^{k_1} r_{1i}$	$R_1(T_C) = \sum_{i=1}^{k_1} (r_{1i} \cdot P_{1i})$	$R_1(t_E) = \sum_{i=1}^{k_1} r_{1i}$	
		$R_{1i} \in \{r_{ТЗО}, r_{ППЕ}, r_{ППТОР}, r_{КБ}, r_{ТРПОДК}, r_{Г}, r_{Дем}, r_{ЕКО}, r_{Ест}, r_{У}, r_{У}\}$			
R_2	k_2	$R_2 = \sum_{i=1}^{k_2} r_{2i}$	$R_2(T_C) = \sum_{i=1}^{k_2} (r_{2i} \cdot P_{2i})$	$B_2(t_E) = \sum_{i=1}^{k_2} (e_{2i} \cdot t_{Ei})$	
		$R_{2i} \in \{r_{ЕНР}, r_{УПЕ}, r_{УПТОР}, r_{ЗБ}, r_{Тр}\}$ $e_{2i} \in \{e_{ЕНР}, e_{УПЕ}, e_{УПТОР}, e_{ЗБ}, e_{Тр}\}$			
R_3	k_3	$R_3 = \sum_{i=1}^{k_3} r_{3i}$	$R_3(T_C) = \sum_{i=1}^{k_3} (r_{3i} \cdot P_{3i})$	$R_3(t_E) = \sum_{i=1}^{k_3} (e_{3i} \cdot t_{Ei}^\alpha)$	
		$r_{3i} \in \{r_{ТО}, r_{ПР}, r_{Відм}\}$ $e_{3i} \in \{e_{ТО}, e_{ПР}, e_{Відм}\}$			

Прогресуючий характер кривої R_3/W обумовлений наступним. Проведення ПВЗ спрямоване на запобігання та усунення негативних наслідків відмов. Разом із тим, повне відновлення технічного ресурсу будь-якого виробу неможливе й він відновлюється частково [8]. З плином часу для відновлення технічного ресурсу виникає необхідність проведення робіт із збільшеним обсягом технологічних операцій і витратою необхідних запасних частин, інструментів, матеріалів тощо, що, в свою чергу, призводить до прискорення споживання ВР. Крім того, витрати ВР при раптовому виході ТЗО із ладу будуть пов'язані з усуненням негативних

наслідків, масштаби яких також збільшуються з плином часу перебування ТЗО в експлуатації.

Після проведення розрахунків значень набутої вартості за формулами (2.24), (2.25) та аналітичними залежностями, наведеними у табл. 2.7, можна визначити коефіцієнт експлуатаційних затрат ($K_{EЗ}$), який характеризує збільшення вартості зразка ТЗО, що пов'язане з необхідністю його утримання у працездатному стані. Тобто величина $K_{EЗ}$ показує, у скільки разів збільшується початкова вартість ТЗО ДК в процесі його експлуатації [18].

Звідси,

$$K_{EЗ} = R / r_{ТЗО}, \quad K_{EЗ}(t_E) = R(t_E) / r_{ТЗО}. \quad (2.26)$$

Показник $K_{EЗ}$ не є сталою величиною, його числові значення змінюються відповідно до тривалості експлуатації ТЗО, що для засобів, прийнятих для укомплектування прикордонних підрозділів, відображено на Рисунок 2.11.

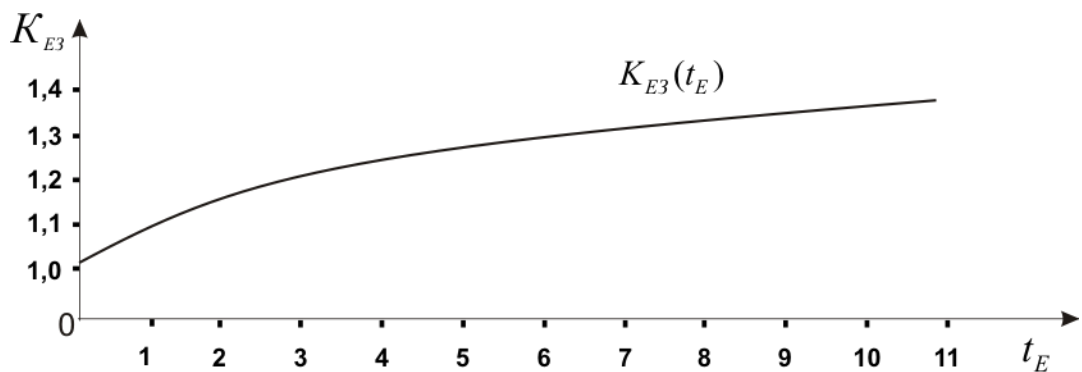


Рисунок 2.11 - Динаміка зміни значень коефіцієнта експлуатаційних затрат ТЗО ДК

Таким чином, розрахунок значень і прогнозування тенденції зміни величини $K_{EЗ}$ для номенклатурного переліку ТЗО надає можливість кількісно оцінити

прийняту систему технічної експлуатації техніки, доцільність обраного режиму використання за призначенням та прогнозувати можливі обсяги ВР, тобто

$$R = K_{E3} \cdot r_{T3O} \quad (2.27)$$

Дослідження, що були проведені в роботі [15], дозволили виявити наближене значення величини K_{E3} для ТЗО ДК. Воно складає 1,225. Тоді

$$R \approx 1,225r_{T3O} \quad (2.28)$$

Отже, проведений аналіз затрат, необхідних для забезпечення закупівлі та експлуатації ТЗО, дозволив побудувати модель споживання ВР даним видом техніки протягом часу знаходження на балансі ДПСУ. З моделі ВР ТЗО слідує, що в якості економічного показника доцільно використовувати набуту вартість ТЗО, або її поточне значення $R(t^E)$, що визначають через сукупність статей затрат за допомогою обґрунтованих залежностей (2.24) та (2.25), наведених у табл. 2.7 формул або через величину K_{E3} (2.27), (2.28).

Описана вище вартісна складова інформаційної основи оцінки ефективності експлуатації зразка ТЗО ДК дозволяє здійснити формалізоване представлення фізичної суті критерію ефективності як окремих зразків, так і СТК загалом.

Розглянемо критерій ефективності системи. Відмінність між інтегральним показником ефективності експлуатації окремих зразків ТЗО та критерієм ефективності СТК полягає в області їх застосування. Інтегральний показник ефективності експлуатації зразків застосовують для порівняння засобів з метою їх вибору для локального застосування або посилення служби окремих прикордонних нарядів. Критерій ефективності СТК необхідний для оцінки різних структур СТК з метою визначення складу та просторово-часового розміщення її базових елементів, тобто для синтезу раціональної структури системи.

Як було зазначено вище (п. 3.2.1), у відповідності до впроваджуваної в оперативно-службову діяльність прикордонного відомства системи управління ризиками, показникам ефективності функціонування підсистем охорони кордону призначаються певні значення, що дозволяють робити висновок про виконання ними операцій із ймовірністю, не нижче заданої (що відповідає певному ризику). Такий підхід дозволяє визначати доцільний (функціонально достатній та придатний) кількісний і якісний склад СТК.

Стійкість СТК полягає у забезпеченні її нормальної роботи в змінних умовах середовища функціонування, адже наявність множини геоінформаційних характеристик породжує складну функціональну залежність ефективності реалізації закладених у зразки потенційних можливостей.

Логістичний підхід обумовлює пошук Парето-оптимального рішення організації СТК з метою забезпечення ефективної діяльності макросистеми при найменших на це затратах.

Напрямки забезпечення відповідності СТК зазначеним вимогам можна виявити дослідженням таких системних властивостей, як емерджентність і неадитивність, що набуті при синтезі її структури. За допомогою декількох найпростіших прикладів обґрунтуємо можливі шляхи оптимізації структури СТК щодо врахування системних властивостей.

Емерджентність полягає у набутті системою принципово нових властивостей.

Приклад 2.1. Якщо бінокль може використовуватися лише вдень, а прилад нічного бачення – вночі, то їх сукупне функціонування на одному напрямку забезпечить цілодобове прикриття даного напрямку.

Приклад 2.2. Якщо сигналізаційний прилад (СП) прикриває просіку, а радіолокаційна станція контролює водну поверхню, то при комплексному їх використанні система вважатиметься такою, що здатна прикрити й радіонепрозору ділянку, й водну поверхню.

Наслідок 2.1. Не потрібно намагатися задовольнити принцип гомеостазису тільки шляхом універсалізації окремих зразків – можливо, краще рішення полягає

в адаптованому підборі зразків за місцями та часом нормального функціонування. І в випадку універсалізації, і при адаптивному використанні ТЗО, системою виконується вимога стійкості, але остаточне рішення визначається на основі логістичного підходу.

Неадитивність полягає у функціонально залежній зміні числових значень існуючих параметрів.

Приклад 2.3. Припустимо, на певному локальному напрямку протяжністю 5 км нормативне значення ймовірності виявлення правопорушника складає 0,7, а наявності є лише два СП з протяжністю рубежу охорони 6 км та ймовірністю виявлення 0,5. Тоді ешелоноване використання сигналізаційних приладів на даному напрямку за правилами теорії ймовірності для незалежних подій складе $1 - (1 - 0,5)^2 = 0,75$.

Наслідок 2.2. Вимогу щодо функціональної достатності потрібно задовольняти для структури СТК у цілому, а не ставити обмеження на її окремі компоненти.

Приклад 2.4. Припустимо, властивості трьох СП (СП-1, СП-2, СП-3) є ідентичними, за виключенням: протяжність рубежу охорони відповідно складає 6, 4 та 0,8 км, а приведена до години набута вартість 6, 4 та 1,8 у. од./год. За зовнішніми умовами (або фактичною потребою) СП можна застосувати лише для прикриття рубежу 1000 м. Тоді найбільш доцільно за показником приведеної до часу вартості вибрати СП-3, незважаючи на найбільшу приведену вартість одиниці прикриття ним квазілінійної ділянки (1; 1; 2,25 у. од./год·км), адже даний показник буде концентрувати своє значення лише на ділянці, яку потрібно прикрити.

Наслідок 2.3. Реалізація потенційно закладених у зразок властивостей залежить від умов його безпосереднього застосування та зв'язків з іншими зразками. При визначенні кількості зразків ТЗО слід дотримуватися правил цілочисельного ділення.

Приклад 2.5. Приведена до часу набута вартість години функціонування камери відеостеження складає 1 у. од., час корисного функціонування визначається тривалістю світлого часу доби. Година функціонування тепловізорного приладу

(ТВП) на цьому ж рубежі, що може працювати цілодобово (лише з зупинкою на проведення заходів технічної експлуатації) складає 10 у. од. При цьому можливий варіант використання камери відеостеження вдень, а ТВП – вночі, але питання щодо доцільності збільшення терміну служби ТВП за рахунок зменшення його добового напруження потребує додаткового дослідження, адже приведена до години набута вартість такої структури може мати як більше, так і менше відносно ТВП значення. При цьому слід звернути увагу на характер поведінки функції готовності ТВП та знаходження компромісного рішення між надмірним збільшенням його терміну служби та технічним станом.

Наслідок 2.4. Системні властивості, що обумовлюються комплексним використанням ТЗО, не виключають можливості проведення внутрішньосистемної оптимізації.

Таким чином, процес синтезу структури СТК виявляється структурно-параметричним, а тому остаточний висновок щодо оптимальності структури слід робити після всебічного дослідження системних і внутрішньосистемних властивостей, при обов'язковому врахуванні стаціонарних і динамічних за простором і часом обмежень, що задаються надсистемою та середовищем функціонування системи.

Отже, застосування логістичного підходу, об'єктивність системних властивостей СТК та унікальність просторово-часової топології умов використання обумовлюють доцільність прийняття рішень щодо вибору її компонентів, зважаючи на вплив кожного з факторів на ефективність ТЗО, і кожного ТЗО – щодо результативності функціонування системи в цілому. З урахуванням цього можна зробити висновок про багатокритеріальність задачі побудови раціональної СТК.

З метою її зведення до однокритеріальної, проведемо ряд перетворень критерію оцінки ефективності експлуатації ТЗО, наведеного у роботі [17].

Для ідентифікації видів ТЗО введемо індекс $i = \overline{1, m}$. Тоді з урахуванням того, що для ТЗО i -го виду показник корисного ефекту W_i є інтегральною величиною,

яка інтегрується за часом корисного функціонування протягом терміну служби, а диференційне його значення визначається відношенням протяжності рубежу, що контролюється за допомогою зразка даного виду в конкретних умовах, до протяжності рубежу охорони прикордонного підрозділу, інтегральний показник ефективності експлуатації ТЗО можна подати у виді

$$E_i = \frac{R_i}{t_{KCi}} \cdot \frac{L}{l_{i\{j,\tau\}}}, \quad (2.29)$$

де R_i – набута вартість ТЗО i -го виду, грн. (згідно [3, 4, 23]);

t_{KCi} – тривалість корисного функціонування ТЗО протягом терміну служби, год;

$l_{i\{j,\tau\}}$ – середнє значення протяжності рубежу прикриття ТЗО i -го виду для умов $\{j,\tau\}$ протягом року, км,

або

$$E_{\text{СТК } i} = B_{\text{Ппр } i} \cdot n_{i\tau \text{ min}}. \quad (2.30)$$

де $E_{\text{СТК } i}$ – ефективність СТК з ТЗО i -го виду, у.од/год,

Таким чином, за допомогою проведених перетворень критерій E можна інтерпретувати як вартість години контролю рубежу L за допомогою сукупності ЗВ i -го виду.

Однак, найбільш ймовірно, що через неоднорідність ділянки L до складу структури СТК будуть входити ТЗО не одного, а декількох видів i в різній кількості. Тоді, якщо множину ТЗО, що входить до складу СТК, представити видами та кількістю зразків в кожному виді, отримаємо критерій ефективності системи у наступному вигляді:

$$E_{\text{СТК}} = \sum_{i=1}^{m_i} \sum_{k_i=1}^{n_i} B_{\text{Пр } i/k_i} \rightarrow \min, \quad (2.31)$$

$$Y_{ci}^I \sim Y_c^I, \quad (2.32)$$

$$u_{F/\mu_F;\{j,\tau\}} \in (u'_{F/\mu_F;i} \div u''_{F/\mu_F;i}), \quad (2.33)$$

$$P_{C\{j,\tau\}} \geq P_{H\{j,\tau\}}, \quad (2.34)$$

де

$E_{\text{СТК}}$ – ефективність СТК, у. од./год;

$B_{\text{Пр } i/k_i}$ – приведена до години набута вартість корисного функціонування k_i -го зразка (екземпляру) ($k_i = \overline{1, n_i}$) ТЗО i -го виду ($i = \overline{1, m_i}$) – потенційного компонента СТК, у. од./год;

$Y_{ci}^I \sim Y_c^I$ – умова відповідності специфічних ЧПЯ ТЗО i -го виду множині принципів побудови СТК;

$u_{F/\mu_F;\{j,\tau\}}$ – значення μ_F -го параметру ($\mu_F = \overline{1, n_{\mu_F}}$) F -го таксону ($F = \overline{1, n_F}$) умов середовища функціонування;

$u'_{F/\mu_F;i}, u''_{F/\mu_F;i}$ – нижня та верхня границі діапазону значень μ_F -го параметру F -го таксону умов нормального функціонування ТЗО i -го виду;

$P_{Cj\tau}, P_{Hj\tau}$ – розрахункове для СТК та нормативне значення ймовірності виявлення правопорушників у j -х просторових та τ -х часових координатах.

Вираз (2.32) відображає умову функціональної придатності видів ТЗО, (2.33) визначає просторово-часові інтервали стійкої роботи ТЗО, (2.34) – умову функціональної достатності СТК.

Таким чином, оптимізація СТК повинна проводитися за ознакою (2.31) з урахуванням умов (2.32)-(2.34).

2.3 Розробка структури досліджуваної системи

Наступним етапом системного аналізу є побудова моделі системи.

Модель є представленням реального об'єкту, системи або поняття в деякій формі, відмінною від форми їх реального існування.

На цьому етапі відбувається генерування альтернатив, тобто ідей та можливих шляхів досягнення визначеної мети з використанням формальних і неформальних методів системного аналізу. Генерування альтернатив є творчим процесом, і його результати залежать як від повноти інформації зібраної на першому етапі так і від рівня професійної підготовки експертів, які виконують побудову моделей.

Основою створення як формальних так і неформальних моделей є з'ясування структури системи, а саме основних її елементів і частин, а також зв'язків між ними, що реалізують відносини між елементами, компонентами, підсистемами і системами вцілому. На цьому етапі визначають тип моделі.

Розробка системи: Спроектуйте структуру системи, яка враховує потреби і технічні можливості. Вона повинна включати розташування моніторингових елементів, зв'язок між ними, методи аналізу даних тощо.

1. Моніторингові елементи такі:

– Камери спостереження. Розташовані на стратегічних точках, щоб забезпечити оптимальне охоплення місцевості. Вони можуть бути різних типів, включаючи високоякісні відеокамери та теплові камери для нічного спостереження.

- Сенсори руху і датчики середовища. Доповнюють камери для виявлення руху, вимірювання параметрів середовища, таких як температура, вологість, та інші.

- Мережеві пристрої. Використовуються для збору та передачі даних з моніторингових елементів до центральної системи.

2. Зв'язок між елементами:

- Бездротова мережа дозволяє моніторинговим елементам комунікувати між собою та передавати дані до центральної системи без необхідності проводів. Це може бути здійснене за допомогою Wi-Fi, Bluetooth або інших бездротових технологій залежно від потреб і можливостей.

3. Центральна система:

- Сервер для зберігання та обробки даних. Приймає дані від моніторингових елементів, зберігає їх та здійснює аналіз для виявлення подій або відхилень в місцевості.

- Програмне забезпечення для аналізу даних. Використовується для обробки і аналізу великих обсягів даних, отриманих від моніторингових елементів. Може включати алгоритми виявлення руху, обробки зображень, машинного навчання тощо.

- Інтерфейс користувача. Дозволяє операторам взаємодіяти з системою, переглядати поточний стан місцевості, отримувати сповіщення про виявлені події та керувати параметрами системи.

4. Живлення і забезпечення безпеки:

- Живлення. Надає живлення для моніторингових елементів, може бути забезпечене за допомогою мережі електроживлення або альтернативних джерел енергії, таких як сонячні панелі або акумулятори.

- Захист від несанкціонованого доступу. Застосування методів шифрування та аутентифікації для захисту передачі та зберігання даних, а також фізичний захист моніторингових елементів від вандалізму та крадіжок.

5. Методи аналізу даних. Машинне навчання та штучний інтелект.

Використовуються для автоматизованого виявлення аномалій або паттернів у

зібраних даних, що допомагає забезпечити ефективний моніторинг та реакцію на події.

6. Управління та моніторинг системи. Система керування та моніторингу: Вона відповідає за керування всіма аспектами системи, включаючи розгортання, налагодження, діагностику та управління. Ця система може включати в себе віддалене керування через веб-інтерфейс або мобільний додаток, а також можливість моніторингу стану системи в реальному часі.

7. Реакція на події. Система сповіщень та реагування відповідає за виявлення та класифікацію подій, які виникають на місцевості. Після виявлення події система може автоматично сповістити відповідні служби (наприклад, поліцію, пожежників або екстрену медичну допомогу) та операторів системи для подальшої реакції.

8. Забезпечення приватності та безпеки даних:

– Шифрування даних: Всі дані, які передаються та зберігаються в системі, повинні бути зашифровані для захисту від несанкціонованого доступу.

– Автентифікація та авторизація: Система повинна мати механізми для перевірки ідентичності користувачів та контролю доступу до функцій та даних системи.

– Фізична безпека: Моніторингові елементи повинні бути захищені від фізичного впливу, такого як вандалізм або крадіжки. Це може включати в себе встановлення моніторингових елементів у захищених корпусах або монтаж їх на високих висотах, щоб ускладнити доступ до них.

9. Постійне вдосконалення та адаптація:

– Збір зворотного зв'язку. Запровадження механізмів для збору відгуків від користувачів та операторів системи для подальшого вдосконалення та оптимізації функціональності та продуктивності системи.

– Оновлення програмного забезпечення та обладнання. Регулярне оновлення програмного забезпечення та обладнання системи для забезпечення високої ефективності та безпеки.

2.4 Вибір апаратних засобів досліджуваної системи

Вибір апаратних засобів для досліджуваної системи спостереження за квазилійною місцевістю України є критично важливим завданням, яке значно впливає на її функціональні можливості, продуктивність та вартість. При виборі апаратних засобів необхідно враховувати низку факторів, таких як:

- **Обсяг даних.** Система повинна мати можливість обробляти великі обсяги даних з різних датчиків, таких як супутникові зображення, наземні датчики та аерофотознімки.
- **Швидкість обробки даних.** Система повинна мати можливість обробляти дані в режимі реального часу або близькому до нього, щоб забезпечити своєчасне надання інформації користувачам.
- **Точність даних.** Система повинна забезпечувати високу точність даних, щоб користувачі могли бути впевнені в надійності інформації.
- **Вартість.** Апаратні засоби повинні бути економічно вигідними, щоб система була доступною для користувачів.

2.5 Рекомендації щодо вибору апаратних засобів

На основі вищезазначених факторів, рекомендується використовувати наступні компоненти апаратних засобів для досліджуваної системи спостереження за квазилійною місцевістю України:

- **Сервери.** Використання високопродуктивних серверів з багатоядерними процесорами та великим об'ємом оперативної пам'яті для забезпечення швидкої обробки даних. Розгортання розподіленої системи серверів для масштабування системи та обробки більших обсягів даних.
- **Системи зберігання даних.** Застосування систем зберігання даних з високою пропускною здатністю та надійністю для зберігання великих обсягів даних з датчиків. Використання розподілених систем зберігання даних, таких як Hadoop або Serph, для масштабування системи та підвищення доступності даних.

– Мережеве обладнання. Застосування високошвидкісного мережевого обладнання для забезпечення швидкої передачі даних між датчиками, серверами та користувачами. Використання віртуальних локальних мереж (VLAN) для сегментації мережі та підвищення безпеки.

– Спеціалізовані апаратні прискорювачі. Застосування графічних процесорів (GPU) або польових програмованих вентильних масивів (FPGA) для прискорення обчислень, пов'язаних з обробкою зображень та аналізом даних.

2.6 Висновки з розділу

Розроблений метод визначення ефективності застосування моніторингових елементів КФС ОЕС дозволяє оцінити їхню здатність виявляти та відстежувати рухомі об'єкти з заданою точністю та ймовірністю. Цей метод може бути використаний для оптимізації конфігурації КФС ОЕС та підвищення її ефективності.

3 АЛГОРИТМИ ТА ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПОТОКІВ У ДОСЛІДЖУВАНІЙ СИСТЕМІ

3.1 Обробка інформаційних потоків

Кіберфізична система оптико-електронного спостереження за квазілінійною ділянкою місцевості генерує великі обсяги інформаційних потоків з різних датчиків. Ці потоки даних містять цінну інформацію про об'єкти та події, що відбуваються на цій ділянці. Для ефективного використання КФС та отримання максимально корисної інформації, інформаційні потоки повинні бути ретельно оброблені та проаналізовані.

3.1.1 Алгоритми обробки інформаційних потоків

Для обробки інформаційних потоків КФС оптико-електронного спостереження можуть бути використані різні алгоритми, які поділяються на три основні групи:

1. Обробка зображень:

– Сегментація зображень: Розбивка зображення на окремі сегменти, що відповідають певним об'єктам або структурам. Це може бути досягнуто за допомогою методів, таких як порогове значення, регіонне зростання, або машинне навчання.

– Розпізнавання об'єктів: Автоматичне визначення та класифікація об'єктів на зображенні. Цей процес може використовувати такі методи, як шаблони, статистичні моделі, або нейронні мережі.

– Відстеження об'єктів: Слідкування за рухом та поведінкою об'єктів протягом певного проміжку часу. Це може бути досягнуто за допомогою методів, таких як фільтрація Калмана, або алгоритми асоціації об'єктів.

2. Обробка сигналів:

- Фільтрація сигналів: Застосування алгоритмів для видалення шуму та інших перешкод з сигналів, отриманих з датчиків. Це може бути досягнуто за допомогою методів, таких як фільтри низьких частот, або фільтри Калмана.
- Виявлення цілей: Виявлення та локалізація об'єктів, що представляють інтерес, на основі сигналів датчиків. Це може бути досягнуто за допомогою методів, таких як виявлення сигналу, або алгоритми постійної помилкової тривоги.
- Відстеження цілей: Слідкування за рухом та поведінкою цілей протягом певного проміжку часу. Це може бути досягнуто за допомогою методів, таких як фільтрація Калмана, або алгоритми множинних цілей.
- Оцінка параметрів цілей: Визначення таких параметрів цілей, як швидкість, курс, розмір та форма. Це може бути досягнуто за допомогою методів, таких як оцінка траєкторії, або кінематична оцінка.
- Відеоспостереження: Використання камер для зйомки відеозображення квазілінійної ділянки місцевості.
- Обробка зображень: Застосування алгоритмів комп'ютерного зору для виявлення та виділення об'єктів, що рухаються, з відеозображення.
- Відстеження: Використання алгоритмів відстеження для відстеження об'єктів, що рухаються, протягом часу.
- Аналіз даних: Використання методів аналізу даних для отримання інформації про рух об'єктів, їх швидкість, траєкторію тощо.

3. Алгоритми обробки зображень. Алгоритми обробки зображень використовуються для виявлення та виділення об'єктів, що рухаються, з відеозображення. Існує декілька різних методів, які можуть використовуватися для цього, включаючи:

- Метод порогового значення. Цей метод використовує порогове значення яскравості для виявлення об'єктів, що рухаються, на відеозображенні.
- Метод фонарного фону. Цей метод використовує модель фонового зображення для виявлення змін у зображенні, які можуть бути спричинені рухомими об'єктами.

- Метод оптичного потоку. Цей метод використовує алгоритми оптичного потоку для відстеження руху пікселів на відеозображенні.

- Метод глибокого навчання. Цей метод використовує нейронні мережі для виявлення та відстеження об'єктів на відеозображенні.

Вибір методу обробки зображень залежить від конкретного завдання та умов спостереження.

4. Алгоритми відстеження. Алгоритми відстеження використовуються для відстеження об'єктів, що рухаються, протягом часу. Існує декілька різних методів, які можуть використовуватися для цього, включаючи:

- Метод Калмана: Цей метод використовує фільтр Калмана для відстеження об'єктів, що рухаються, з лінійною траєкторією.

- Метод множинних гіпотез: Цей метод використовує множинні гіпотези про траєкторію об'єкта, що рухається, для його відстеження.

- Метод кореляції зразків: Цей метод використовує кореляцію зразків для відстеження об'єктів, що рухаються, на основі їх зовнішнього вигляду.

- Метод глибокого навчання: Цей метод використовує нейронні мережі для відстеження об'єктів на відеозображенні.

Вибір методу відстеження залежить від конкретного завдання та умов спостереження.

Алгоритми аналізу даних використовуються для отримання інформації про рух об'єктів, їх швидкість, траєкторію тощо. Після того, як об'єкти були виявлені та відстежені на відео, необхідно проаналізувати отримані дані для отримання корисної інформації. Деякі з методів аналізу даних, що використовуються в цьому контексті, включають:

- Аналіз траєкторії. Аналіз траєкторії руху об'єкта може допомогти визначити його призначення, наприклад, відрізнити транспортний засіб від тварини.

- Аналіз швидкості. Аналіз швидкості руху об'єкта може допомогти виявити порушення правил дорожнього руху або підозрілу активність.

- Класифікація об'єктів: Застосування алгоритмів машинного навчання для класифікації об'єктів за типами (автомобіль, мотоцикл, людина тощо).

- Підрахунок об'єктів. Підрахунок кількості об'єктів, що рухаються по ділянці за певний період часу.

- Кореляційний аналіз. Виявлення зв'язків між рухом різних об'єктів.

Окрім основних алгоритмів обробки зображень, відстеження та аналізу даних, існує ряд додаткових алгоритмів та методів, що можуть використовуватися для покращення продуктивності системи КДОС. Деякі з них включають:

- Калібрування камери: Корекція спотворень зображення, отриманого камерою, для забезпечення точних вимірювань.

- Компенсація руху камери: Якщо камера рухається (наприклад, на поворотному пристрої), необхідно компенсувати цей рух для стабілізації зображення.

- Фільтрація шумів: Застосування фільтрів для видалення шумів з відеозображення, які можуть перешкоджати виявленню об'єктів.

- Трек-менеджмент: Управління треками (траєкторіями) об'єктів, що відстежуються. Це включає об'єднання треків, що обірвалися, видалення помилкових треків та забезпечення узгодженості даних відстеження.

- Розпізнавання об'єктів: Використання алгоритмів комп'ютерного зору для розпізнавання типів об'єктів (наприклад, марка автомобіля, номерний знак тощо). Це потребує більшої обчислювальної потужності, ніж звичайна класифікація, але може забезпечити більш детальну інформацію.

- Інтеграція з іншими системами: Система КДОС може бути інтегрована з іншими системами для забезпечення комплексного рішення для моніторингу. Наприклад, з системами автоматичного розпізнавання номерних знаків (ANPR) для ідентифікації транспортних засобів або з геоінформаційними системами (GIS) для візуалізації даних про рух об'єктів на карті.

3.1.2 Оцінка продуктивності алгоритмів

Оцінка продуктивності алгоритмів обробки інформаційних потоків КДОС є важливим етапом розробки та експлуатації системи. Для оцінки використовують такі показники:

- Точність виявлення. Частка коректно виявлених об'єктів, що рухаються.
- Похибка відстеження. Середня відстань між фактичною та оціненою траєкторією руху об'єкта.
- Частота втрачених треків. Кількість випадків, коли система втрачає слід за об'єктом, що рухається.
- Швидкість обробки відеопотоку. Час, необхідний для обробки одного кадру відеозображення.
- Розробники прагнуть мінімізувати похибки та втрати треків, а також максимізувати точність виявлення та швидкість обробки відео.

3.1.3 Перспективи розвитку алгоритмів КДОС

Галузь алгоритмів обробки інформаційних потоків КДОС активно розвивається. Деякі з перспективних напрямків розвитку включають:

- Застосування штучного інтелекту. Впровадження більш складних моделей штучного інтелекту для покращення виявлення, класифікації та відстеження об'єктів.
- Підвищення стійкості до перешкод. Розробка алгоритмів, більш стійких до складних умов спостереження, таких як погане освітлення, зміна погоди та захараченість фону.
- Аналіз поведінки об'єктів. Використання аналізу поведінки для виявлення підозрілих дій, таких як зупинка транспортного засобу в забороненому місці або рух людини проти потоку.

– Багатокамерні системи. Розробка алгоритмів для спільної роботи декількох камер, що дозволить відстежувати рух об'єктів на більшій площі та з підвищеною точністю.

З розвитком цих напрямків, технологія КДОС ставатиме ще більш ефективною та матиме ширше застосування в різних галузях.

3.2 Технологія обробки інформаційних потоків оптико-електронного спостереження за квазілінійною ділянкою місцевості

Основні етапи технології:

1. Прийом та первинна обробка зображень. Зображення з оптико-електронних датчиків приймаються та оцифровуються. Застосовуються методи корекції геометрії та освітлення для покращення якості зображення. Виконується шумозаглушення та фільтрація для видалення перешкод.

2. Виявлення об'єктів. Застосовуються методи детектування країв та сегментації зображення для виділення потенційних об'єктів. Виконуються алгоритми фільтрації за розміром, формою та рухом для відсіювання помилкових тривог.

3. Відстеження об'єктів. Застосовуються методи відстеження об'єктів, такі як фільтр Калмана або алгоритми на основі багатоканального відповідності, для відстеження руху об'єктів у часі. Виконуються алгоритми прогнозування траєкторії для передбачення майбутнього розташування об'єктів.

4. Класифікація об'єктів. Застосовуються методи машинного навчання, такі як підтримка векторів або нейронні мережі, для класифікації об'єктів за їх типом (наприклад, люди, транспортні засоби, тварини). Використовуються характеристики об'єктів, такі як форма, розмір, текстура та рух, для навчання моделей класифікації.

5. Візуалізація та аналіз результатів. Відображаються відстежені об'єкти та їх класифікація на карті або зображенні. Застосовуються методи аналізу даних для виявлення закономірностей та тенденцій у русі об'єктів.

Переваги використання цієї технології:

- Підвищення рівня безпеки та охорони за допомогою своєчасного виявлення та відстеження підозрілих об'єктів.
- Покращення моніторингу та контролю за рухом на квазілінійних ділянках місцевості, таких як дороги, трубопроводи, лінії електропередач.
- Збір даних про рух та поведінку об'єктів для аналізу та прийняття рішень.

Застосування технології:

- Система відеоспостереження за кордоном та прикордонними зонами.
- Моніторинг транспортних потоків на дорогах та автомагістралях.
- Контроль за переміщенням тварин у дикій природі.
- Виявлення та відстеження порушників на трубопроводах та лініях електропередач.

Ця технологія ґрунтується на наступних принципах:

- Відеоспостереження. Використання камер для зйомки відеозображення квазілінійної ділянки місцевості.
- Обробка зображень. Застосування алгоритмів комп'ютерного зору для виявлення та виділення об'єктів, що рухаються, з відеозображення.
- Відстеження. Використання алгоритмів відстеження для відстеження об'єктів, що рухаються, протягом часу.
- Аналіз даних. Використання методів аналізу даних для отримання інформації про рух об'єктів, їх швидкість, траєкторію тощо.

Існує декілька різних методів обробки інформаційних потоків оптико-електронного спостереження за квазілінійною ділянкою місцевості.

Найпоширеніші методи включають:

Метод порогового значення: Цей метод використовує порогове значення яскравості для виявлення об'єктів, що рухаються, на відеозображенні.

- Метод фонарного фону. Цей метод використовує модель фонового зображення для виявлення змін у зображенні, які можуть бути спричинені рухомими об'єктами.

- Метод оптичного потоку. Цей метод використовує алгоритми оптичного потоку для відстеження руху пікселів на відеозображенні.

- Метод глибокого навчання. Цей метод використовує нейронні мережі для виявлення та відстеження об'єктів на відеозображенні.

Вибір методу обробки інформаційних потоків залежить від конкретного завдання та умов спостереження.

Переваги технології обробки інформаційних потоків оптико-електронного спостереження за квазілінійною ділянкою місцевості:

- Автоматизація. Ця технологія може автоматично виявляти та відстежувати об'єкти, що рухаються, без необхідності втручання людини.

- Точність. Ця технологія може забезпечити високу точність виявлення та відстеження об'єктів.

- Ефективність. Ця технологія може обробляти великі обсяги відеоданих в режимі реального часу.

- Гнучкість. Ця технологія може бути адаптована до різних завдань та умов спостереження.

Недоліки технології обробки інформаційних потоків оптико-електронного спостереження за квазілінійною ділянкою місцевості:

- Вартість. Ця технологія може бути дорогою, особливо при використанні складних алгоритмів та обладнання.

- Складність. Ця технологія може бути складною у реалізації та експлуатації.

- Залежність від умов освітлення. Ця технологія може бути залежною від умов освітлення, що може призвести до зниження точності виявлення та відстеження об'єктів.

Загалом, технологія обробки інформаційних потоків оптико-електронного спостереження за квазілінійною ділянкою місцевості є потужним інструментом для автоматичного виявлення та відстеження об'єктів. Вона має широкий спектр застосувань у різних галузях і постійно розвивається.

Очікується, що в майбутньому ця технологія матиме такі тенденції розвитку:

- Збільшення точності. Алгоритми комп'ютерного зору та методи аналізу даних будуть удосконалені, що призведе до підвищення точності виявлення та відстеження об'єктів.
- Покращення стійкості до перешкод. Технологія стане більш стійкою до перешкод, таких як зміни освітлення, погодні умови та шуми в зображенні.
- Зниження вартості. З розвитком технологій вартість обладнання та програмного забезпечення знизиться, що зробить цю технологію більш доступною.
- Розширення сфери застосування. Технологія знайде застосування в нових сферах, таких як автономні транспортні засоби, робототехніка та віртуальна реальність.

Розвиток цієї технології відкриває широкі можливості для автоматичного моніторингу та аналізу даних про рухомі об'єкти, що може сприяти підвищенню безпеки, ефективності та продуктивності в різних галузях.

Додаткові аспекти технології обробки інформаційних потоків оптико-електронного спостереження за квазілінійною ділянкою місцевості:

Технологію можна інтегрувати з іншими системами, такими як системи відеоспостереження, системи керування транспортом та системами аналізу даних. Це дозволить створювати комплексні рішення для моніторингу та аналізу ситуації на контрольованій ділянці. Наприклад, дані про рух об'єктів можуть передаватися до системи керування транспортом для оптимізації потоків або до системи безпеки для спрацювання сигналізації у разі виявлення підозрілої активності.

Класифікація об'єктів. Сучасні системи можуть не тільки виявляти та відстежувати об'єкти, але й класифікувати їх за типами. Наприклад, система може розрізняти автомобілі, мотоцикли, велосипедистів та пішоходів. Це дозволяє отримувати більш детальну інформацію про рух на контрольованій ділянці та використовувати її для вирішення конкретних задач. Наприклад, система моніторингу дорожнього руху може класифікувати транспортні засоби для підрахунку трафіку окремо для різних типів або система охорони кордону може класифікувати об'єкти для визначення потенційних порушників.

Використання 3D-технологій. Деякі системи використовують 3D-технології для отримання додаткової інформації про об'єкти. Наприклад, система може використовувати стереокамери для визначення відстані до об'єкта. Це дозволяє отримувати більш повне уявлення про ситуацію на контрольованій ділянці та підвищує точність аналізу. Наприклад, система моніторингу безпеки може використовувати 3D-дані для визначення типу транспортного засобу та його габаритів.

Виклики та проблеми. Одним із головних викликів є забезпечення конфіденційності. Відеоспостереження може порушувати конфіденційність людей, які потрапляють в кадр. Тому важливо розробляти та використовувати системи, які відповідають вимогам законодавства щодо захисту персональних даних.

Іншим викликом є вплив погодних умов. Сніг, туман та інші погодні явища можуть знизити ефективність роботи системи. Тому важливо розробляти алгоритми, які стійкі до впливу погодних умов.

Штучний інтелект (ШІ) відіграватиме дедалі важливішу роль у розвитку цієї технології. ШІ-алгоритми можуть використовуватися для аналізу відеоданих, виявлення аномалій, прогнозування траєкторій руху об'єктів тощо.

Розвиток комп'ютерного зору дозволить системам більш точно класифікувати та розпізнавати об'єкти. Наприклад, системи зможуть розпізнавати конкретні транспортні засоби або людей.

З розвитком технологій бездротового зв'язку та Інтернету речей (IoT) стане можливим створювати масштабніші системи моніторингу, які охоплюватимуть великі території.

Розвиток технології обробки інформаційних потоків оптико-електронного спостереження за квазілінійною ділянкою місцевості відкриває широкі можливості для автоматичного моніторингу та аналізу даних про рухомі об'єкти. Застосування цієї технології може суттєво підвищити ефективність роботи в багатьох галузях.

Калібрування та налаштування. Для забезпечення оптимальної роботи системи необхідне її правильне калібрування та налаштування. Це може включати

калібрування камери для коригування спотворень зображення та забезпечення точності вимірювань.

Налаштування алгоритмів виявлення та відстеження. Для налаштування параметрів системи під конкретні умови спостереження, такі як тип об'єктів, що цікавлять, та умови освітлення.

Застосування цієї технології необхідно здійснювати з дотриманням правових та етичних норм. Це може включати:

- Забезпечення конфіденційності: Необхідно вжити заходів для захисту конфіденційності осіб, які потрапляють в поле зору камер.
- Отримання дозволів: Можливо, знадобиться отримати дозволи від відповідних органів влади на використання камер відеоспостереження.
- Зберігання даних: Необхідно дотримуватися законодавства щодо зберігання відеоданих.

Активно ведуться дослідження для покращення технології обробки інформаційних потоків оптико-електронного спостереження за квазілінійною ділянкою місцевості. Дослідження зосереджені на таких напрямках, як:

- Розробка нових алгоритмів комп'ютерного зору для більш точного виявлення та класифікації об'єктів.
- Застосування штучного інтелекту для аналізу відеоданих та отримання більш корисної інформації.
- Збільшення стійкості системи до складних умов спостереження.

Нові тенденції та перспективи розвитку технології обробки інформаційних потоків оптико-електронного спостереження за квазілінійною ділянкою місцевості (КДОС).

Технологія КДОС постійно розвивається, завдяки появі нових алгоритмів, методів та технологій. Деякі з найцікавіших нових тенденцій та перспектив розвитку КДОС включають:

1. Глибоке навчання. Застосування нейронних мереж для виявлення, відстеження та класифікації об'єктів з більшою точністю та ефективністю. Розробка нових алгоритмів глибокого навчання, спеціально адаптованих до завдань КДОС,

наприклад, для виявлення аномалій в русі об'єктів або для розпізнавання осіб. Використання глибокого навчання для інтеграції КДОС з іншими системами, наприклад, з системами аналізу настроїв або системами розпізнавання мови.

2. 3D-сенсори та комп'ютерний зір. Застосування 3D-камер та датчиків глибини для отримання більш детальної інформації про об'єкти, що рухаються, та їх оточення. Розробка нових алгоритмів комп'ютерного зору для 3D-даних, що дозволяють вимірювати розміри, форму та швидкість об'єктів з більшою точністю. Використання 3D-сенсорів для відстеження об'єктів у складних умовах, наприклад, вночі або при поганій видимості.

3. Розподілені системи та хмарні обчислення. Розробка розподілених систем КДОС, які можуть масштабуватися для моніторингу великих територій або для роботи з великими обсягами даних.

Використання хмарних обчислень для зберігання та обробки даних КДОС, що робить систему більш доступною та гнучкою.

Застосування розподілених систем та хмарних обчислень для співпраці між різними системами КДОС, що може покращити загальну ефективність моніторингу.

4. Інтеграція з IoT (Інтернет речей). Підключення камер та датчиків КДОС до мереж IoT для збору та обміну даними з іншими пристроями.

Використання даних IoT для покращення роботи системи КДОС, наприклад, для прогнозування руху об'єктів або для виявлення потенційних загроз.

Розробка нових алгоритмів та методів для аналізу даних IoT та КДОС, що може призвести до нових відкриттів та інновацій.

5. Кібербезпека та захист даних. Забезпечення кібербезпеки систем КДОС від кібератак, які можуть призвести до втрати даних або пошкодження системи. Захист даних, зібраних системами КДОС, від несанкціонованого доступу та використання.

Розробка нових методів та технологій для забезпечення конфіденційності та цілісності даних КДОС.

6. Етичні та правові аспекти. Вирішення етичних та правових питань, пов'язаних з використанням систем КДОС, таких як питання конфіденційності та

права на приватне життя. Розробка чітких правил та норм для використання систем КДОС, щоб запобігти їх зловживанню.

7. Забезпечення прозорості та підзвітності систем КДОС перед суспільством. Ці нові тенденції та перспективи розвитку КДОС відкривають нові можливості для використання цієї технології в різних галузях. Зростання обчислювальної потужності, поява нових алгоритмів та методів, а також інтеграція з іншими технологіями роблять КДОС все більш потужним та ефективним інструментом для моніторингу та аналізу інформаційних потоків. Ця область постійно розвивається, і з'являються нові ідеї та концепції. Ось декілька додаткових думок щодо майбутнього розвитку технології КДОС:

8. Когнітивні системи. Інтеграція когнітивних моделей та методів штучного інтелекту в систему КДОС може дозволити їй не тільки виявляти та відстежувати об'єкти, але й розуміти їх поведінку та наміри. Це може бути корисним для прогнозування потенційних загроз або для розробки більш ефективних стратегій моніторингу.

9. Віртуальна та доповнена реальність (VR/AR). Використання VR/AR технологій для візуалізації даних КДОС та управління системою. Наприклад, оператори можуть використовувати VR-гарнітуру для перегляду відеозображення з камер КДОС у режимі реального часу та взаємодії з віртуальними об'єктами для керування системою.

10. Квантові обчислення. Хоча квантові обчислення ще перебувають на ранній стадії розвитку, їх потенційне застосування в сфері обробки зображень та аналізу даних може значно вплинути на КДОС. Квантові комп'ютери можуть бути здатні обробляти великі обсяги даних КДОС значно швидше, ніж класичні комп'ютери, що відкриває двері для нових алгоритмів та методів аналізу.

11. Біомімікрія. Запозичення принципів та моделей з живої природи для розробки нових алгоритмів комп'ютерного зору та відстеження об'єктів. Наприклад, можна вивчати, як хижаки відстежують свою здобич, щоб розробити більш ефективні алгоритми відстеження об'єктів у КДОС.

12 Персоналізація. Розробка систем КДОС, які можуть адаптуватися до конкретних потреб користувачів та умов спостереження. Наприклад, система може автоматично налаштовувати свої алгоритми виявлення об'єктів залежно від типу об'єктів, які потрібно відстежувати, або погодних умов.

Звісно, розвиток цих технологій потребує часу та інвестицій, але потенційні можливості, які вони відкривають, є значними. Впровадження нових підходів та інтеграція з іншими технологіями дозволить КДОС стати ще більш потужним інструментом для автоматичного моніторингу, аналізу та розуміння того, що відбувається вздовж лінійних об'єктів.

3.3 Проектування програмного забезпечення досліджуваної системи

Розглянемо аналіз вимог. Ретельний аналіз вимог є першим і ключовим кроком. Це включає в себе розуміння характеристик місцевості, яку потрібно спостерігати, а також технічних обмежень та вимог до системи. Згідно з положеннями теорії роботи з цими засобами та вимог до системи керування, можна визначити такі завдання для даних трьох складових:

1. Забезпечення вимог до якісного зображення на тепловізорі та СОЕС.
2. Стабілізація сигналу радіолокаційної системи.
3. Забезпечення безперервної подачі даних на апарат.

Система управління вежею в загальному вигляді має бути комбіновано-автоматичною, що забезпечуватиме управління через зворотний канал радіозв'язку.

Розробка алгоритмів обробки зображень: Для аналізу отриманих зображень необхідно розробити алгоритми обробки зображень, які можуть виявляти об'єкти і аналізувати їх рух. Розробка інтерфейсної частини програмного забезпечення для НС є типовою задачею і вирішується із використанням стандартних засобів. У випадку АС, що описується, йде використання бібліотеки PyQT. Основою автоматичної частини АС, що описується, є методи цифрової обробки зображень, зокрема методи комп'ютерного бачення.

У випадку використання сімейства Linux прийнятим варіантом, що відповідає вказаним вимогам, є мова програмування Python. Розробка програмної реалізації методів як правило є трудомісткою задачею, тому замість самостійної розробки є сенс використовувати відповідні програмні бібліотеки.

Бібліотека OpenCV використовується для аналізу інформації, в якій реалізовано значну кількість методів комп'ютерного зору. Як показує практика, через те, що бібліотека OpenCV з відкритим кодом, це дає взаємний контроль розробників і як наслідок підвищення якості роботи, зменшення кількості помилок і зменшення наявності так званих програмних закладок.

Антенa і НС передають між собою дані різного за значенням характеру, тому виникає необхідність розробки протоколу їх передачі.

Дана задача є типовою протокол розроблюється на етапі проектування та реалізується (і, за необхідності, модифікується) на наступному етапі.

Крім цього, виникає задача коректного прийому даних. Прийнятним варіантом для її вирішення є використання протоколу TCP/IP; у випадку використання Wi-Fi та ОС Linux на ОК та НС така можливість є за замовчанням, у випадку використання деяких інших каналів можливо використання сторонніх бібліотек.

Щодо виявлення підозрілих об'єктів, для перевірки принципової можливості розробки АС в якості автоматичної частини системи використовується спрощений алгоритм пошуку підозрілих об'єктів на відео та фото з камери вбудованої на верхівці вежі.

Даний алгоритм є достатньо якісним: з 10 відеокадрів, що містять підозрілий об'єкт, на 8–9 кадрах він детектується коректно. Кількість неправильних спрацювань, в середньому 3–4 на кадр є прийнятною для використання алгоритму в якості частини напівавтоматичної системи. Швидкість роботи до 10 кадрів/сек при виконанні на процесорі архітектури x86_64, може бути достатньою для деяких практичних задач.

Визначення координат та даних області бачення РЛС та цільових об'єктів є задачею самої системи (рисунок 3).

Дві антени складають систему, кожна з яких здатна охоплювати сектор 120 градусів за азимутом. Вертикальний кут охоплення від 3 до 85 градусів. РЛС, встановлена на щоглі, монтується на вищці та керується тактичним комп'ютерним блоком, комп'ютером, який використовує спеціальне операційне меню, представлене на моніторі, з укриття, розташованого поблизу самої вишки.

Основними характеристиками РЛС є зона огляду, роздільна здатність, експлуатаційна надійність, заводо захищеність, тактичні дані, термін служби, кількість обслуговуючого персоналу тощо.

Зона огляду РЛС обмежується максимальною й мінімальною дальністю дії та секторами огляду в горизонтальній і вертикальній площинах.

Роздільна здатність РЛС характеризує можливість роздільного спостереження цілей, які відрізняються значенням однієї з координат або швидкістю руху.

Принцип роботи системи в цілому такий (рисунок 3.1.).

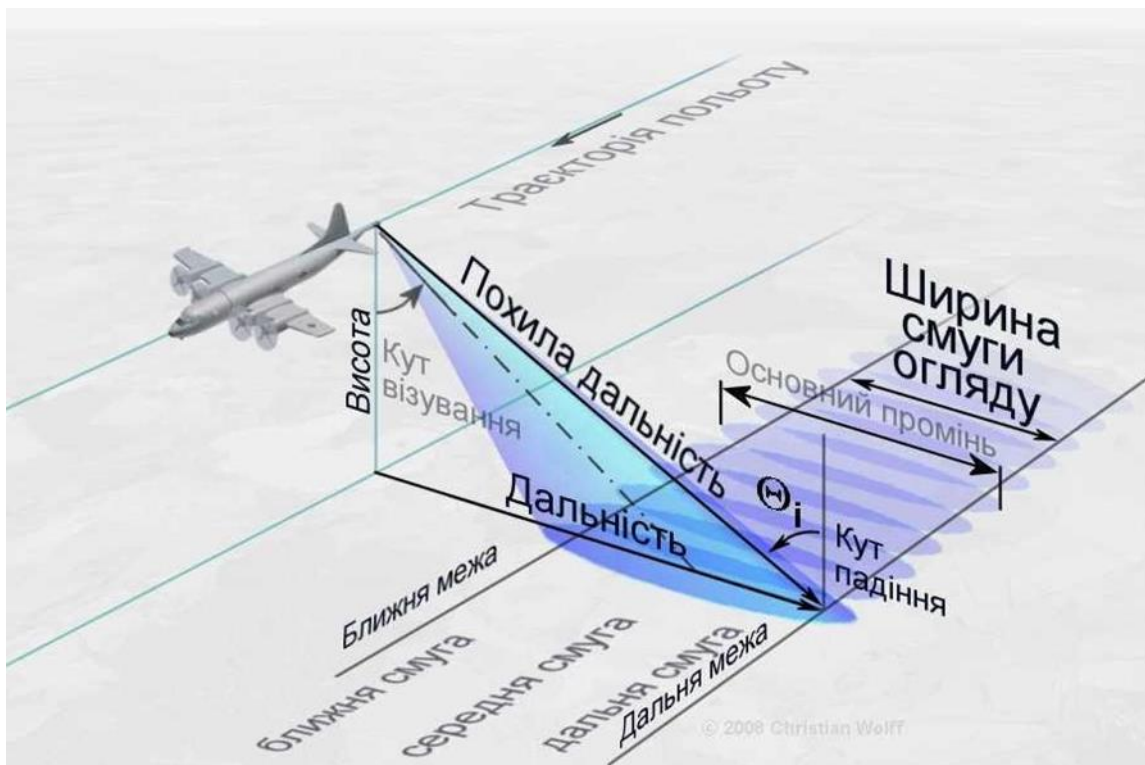


Рисунок 3.1 – Визначення координат та даних області бачення РЛС

У цивільній авіації метод активної відповіді використовується дуже широко, оскільки в відповідний сигнал може бути внесено багато додаткової корисної інформації (висота польоту, обумовлена бортовим висотоміром більш точно, ніж наземними РЛС, відомості про кількість пального, номер літака і т. д.), необхідної, щоб контролювати повітряний рух (КПР), особливо при використанні автоматизованих систем (АС КПР).

Основним джерелом інформації про повітряну обстановку в системах УПР є імпульсні РЛС. При цьому для КПР по трасах застосовуються РЛС з дальністю 350-450 км, а в районі аеропортів з дальністю 100-200 км. так як використовувані РЛС,

як правило, двокоординатні (дальність, азимут), то третя координата транслюється по « вторинному» каналу (РЛС з активною відповіддю). Система, що включає РЛС з пасивним і активним відповідями і пристрій трансляції радіолокаційної інформації по радіоканалу або по кабелю на пульт управління, іменується радіолокаційним комплексом (рис.3.2).

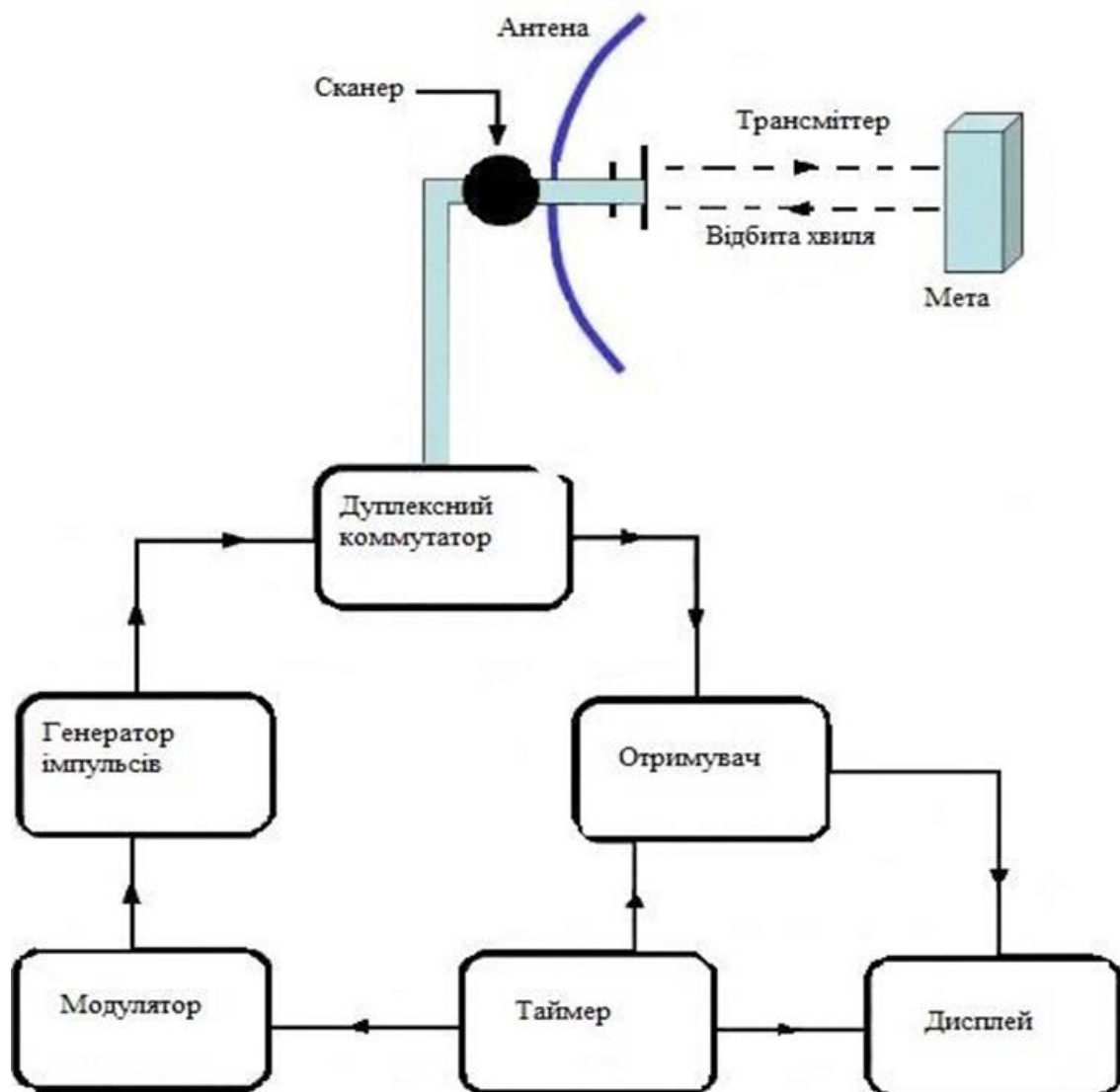


Рисунок 3.2 – Принцип роботи системи

Особливістю системи є той факт, що передача даних з сканера/антени на ЦС відбувається не постійно, а з періодичністю. Метою такого рішення є зниження

ймовірності радіопеленгу при наявності можливої обробки отримуваних даних в режимі реального часу.

3.4 Проектування інтерфейсу користувача

При проектуванні інтерфейсу користувача (ІК) для системи обробки зображень важливо враховувати потреби та можливості користувачів. ІК повинен бути простим у використанні, інтуїтивно зрозумілим та ефективним. Він повинен надавати користувачам доступ до всіх необхідних функцій без зайвої складності.

Ось кілька ключових моментів, які слід врахувати при проектуванні ІК для системи обробки зображень:

- Користувачі. Хто буде використовувати систему? Які їхні знання та досвід роботи з комп'ютером?
- Завдання. Які завдання користувачі повинні виконувати за допомогою системи?
- Функції. Які функції повинні бути доступні користувачам?
- Простота використання. ІК повинен бути простим у використанні та інтуїтивно зрозумілим. Користувачі повинні легко знаходити потрібні їм функції та розуміти, як їх використовувати.
- Ефективність. ІК повинен бути ефективним, щоб користувачі могли виконувати свої завдання швидко та легко.
- Естетика. ІК повинен бути приємним для очей і естетично привабливим.

Ось кілька конкретних рекомендацій щодо проектування ІК для системи обробки зображень.

- Необхідно використовувати чіткі та лаконічні позначки. Позначки на кнопках, меню та інших елементах керування повинні бути чіткими та лаконічними. Користувачі повинні легко розуміти, що робить кожен елемент керування.

- Використовуйте візуальні підказки. Візуальні підказки, такі як значки та піктограми, можуть допомогти користувачам знаходити потрібні їм функції та розуміти, як їх використовувати.

- Забезпечте зворотний зв'язок: Система повинна надавати користувачам зворотний зв'язок про їхні дії. Це може бути зроблено за допомогою візуальних підказок, звукових сигналів або текстових повідомлень.

- Зробіть ІК налаштовуваним. Користувачі повинні мати можливість налаштовувати ІК відповідно до своїх потреб і вподобань. Це може включати можливість змінювати розкладку ІК, розмір шрифту та інші параметри.

Проведіть тестування користувачів: Важливо провести тестування користувачів ІК, щоб переконатися, що він простий у використанні та відповідає потребам користувачів.

3.5 Розробка алгоритмів обробки зображень

Алгоритми обробки зображень використовуються для маніпулювання та аналізу зображень. Вони використовуються в широкому спектрі застосувань, включаючи медичну візуалізацію, супутникове зображення та комп'ютерний зір.

Деякі поширені типи алгоритмів обробки зображень включають:

- Фільтрація. Фільтрування використовується для покращення якості зображення або видалення шуму.

- Сегментація. Сегментація використовується для розбиття зображення на окремі об'єкти або області.

- Розпізнавання об'єктів. Розпізнавання об'єктів використовується для ідентифікації об'єктів у зображенні.

- Класифікація зображень. Класифікація зображень використовується для присвоєння зображенням категорій.

- Тестування. Результати тестування показали адекватність ЦС, подальші дослідження повинні бути спрямовані на розробку відповідного програмно-апаратного комплексу для застосування в реальних умовах для

вирішення реальних задач, пов'язаних із пошуком на відео/фото об'єктів, що представляють інтерес.

Програмне забезпечення самої системи вдало продумано, вона складається з антени/сканера, та модуля, який виконує пов'язані з ним завдання, зв'язок з наземними станціями, обробка даних з камер та датчиків, планування і окремий програмний продукт або використання готових модулів.

Передача даних з сканера на ЦС за допомогою приладів передачі даних на модуль. Апаратна частина складається з цільовим обладнанням вежі, у випадку задачі, є відео/фото камера, та пристрій для обробки даних.

3.4 Висновки

Технологія КДОС є потужним інструментом для автоматичного моніторингу, аналізу та розуміння того, що відбувається вздовж лінійних об'єктів. Її застосування може знайти широке застосування в різних галузях. Постійний розвиток нових алгоритмів, методів та технологій робить КДОС все більш ефективним та доступним інструментом.

4. ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНА СИСТЕМА ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПОТОКІВ

4.1 Опис середовища розробки програмно-технічної системи

Середовище розробки програмно-технічної системи (ПТС) - це набір інструментів, який використовується розробниками для створення, тестування і налагодження програм та системного програмного забезпечення. Основні компоненти середовища розробки включають інтегроване середовище розробки (IDE), компілятори, відлагоджувачі, системи контролю версій, інструменти для автоматизації тестування та документації, а також бібліотеки та фреймворки.

Інтегрована розробка (IDE) зазвичай включає в себе текстовий редактор з підсвічуванням синтаксису, автоматичним доповненням коду та іншими корисними функціями. IDE може також містити в собі інструменти для управління проектом, відлагодження коду та профілювання його продуктивності.

Програмне забезпечення:

- Мова програмування: C++, Python.
- Фреймворки: Qt, OpenCV.
- Інструменти розробки: Visual Studio Code, Qt Creator, Spyder.

Апаратне забезпечення:

- Комп'ютер з процесором Intel Core i7 або аналогічним.
- Відеокарта з підтримкою CUDA.
- Камери спостереження з PTZ-функціями.
- Мережеве обладнання для передачі даних.

Вимоги до середовища розробки. Середовище розробки ПТС для спостереження за квазилійною місцевістю України має відповідати таким системним вимогам:

- Підтримка різних джерел даних. ПТС повинна мати можливість працювати з різними джерелами даних, такими як супутникові зображення, дані радарів, дані GPS та дані з датчиків.

- Можливість аналізу даних. ПТС повинна мати можливість аналізувати дані з різних джерел для виявлення закономірностей та аномалій.
- Візуалізація даних. ПТС повинна мати можливість візуалізувати дані на картах, графіках та інших типах діаграм.
- Масштабованість. ПТС повинна бути масштабованою, щоб вона могла працювати на великих територіях.
- Безпека. ПТС повинна бути безпечною, щоб захистити конфіденційність даних.

Можливі інструменти та технології. Для розробки ПТС для спостереження за квазилійною місцевістю України можна використовувати такі інструменти та технології:

- Платформи геопросторового аналізу: ArcGIS, QGIS, GeoServer.
- Бібліотеки обробки даних: TensorFlow, PyTorch, scikit-learn.
- Інструменти візуалізації даних: Matplotlib, Seaborn, Plotly.
- Хмарні платформи: Amazon Web Services, Microsoft Azure, Google Cloud Platform.

Опис середовища розробки ПТС може використовуватися різними зацікавленими сторонами, включаючи:

- Команду розробників ПТС.
- Замовників ПТС.
- Користувачів ПТС.
- Персонал з експлуатації та технічного обслуговування ПТС.
- Організації з контролю якості.
- Організації з аудиту.

Опис середовища розробки програмно-технічної системи (ПТС) – це документ, який описує середовище, в якому розробляється та тестується ПТС. Він включає в себе інформацію про наступне:

- Апаратне забезпечення. Тип комп'ютера, операційна система, інші апаратні компоненти, необхідні для розробки та тестування ПТС.

- Програмне забезпечення. Компілятори, інтерпретатори, інструменти розробки, бібліотеки та інші програмні компоненти, необхідні для розробки та тестування ПТС.
- Мережеве середовище. Тип мережі, протоколи зв'язку, інші мережеві компоненти, необхідні для розробки та тестування ПТС.
- Інструменти документування. Інструменти, які використовуються для документування ПТС, такі як редактори текстів, інструменти UML, генератори звітів.
- Процеси розробки. Процеси, які використовуються для розробки ПТС, такі як каскадна модель, модель агільної розробки, модель спіральної розробки.
- Процеси тестування: Процеси, які використовуються для тестування ПТС, такі як чорне тестування, біле тестування, тестування на основі ризиків.
- Системи керування конфігурацією. Системи, які використовуються для керування конфігурацією ПТС, такі як CVS, Subversion, Git.
- Інструменти відстеження помилок. Інструменти, які використовуються для відстеження помилок у ПТС, такі як Jira, Bugzilla, MantisBT.

Опис середовища розробки ПТС є важливим документом, який використовується розробниками, тестувальниками та іншими зацікавленими сторонами для розуміння середовища, в якому розробляється та тестується ПТС. Він може допомогти уникнути проблем під час розробки та тестування ПТС, а також покращити якість ПТС.

4.2 Програмна реалізація обробки інформаційних потоків у досліджуваній програмно-технічній системі

Програмна реалізація обробки інформаційних потоків у досліджуваній програмно-технічній системі (ПТС) є ключовим аспектом її функціональності та ефективності. Використання правильних алгоритмів та структур даних може значно покращити продуктивність та надійність системи.

Для обробки інформаційних потоків у ПТС можуть бути використані наступні алгоритми:

1. Обробка зображень:

- Сегментація зображень. Розбивка зображення на окремі сегменти, що відповідають певним об'єктам або структурам.
- Розпізнавання об'єктів. Автоматичне визначення та класифікація об'єктів на зображенні.
- Відстеження об'єктів. Слідкування за рухом та поведінкою об'єктів протягом певного проміжку часу.
- Виявлення аномалій. Виявлення незвичайних або несподіваних подій на зображенні.

2. Обробка сигналів:

- Фільтрація сигналів. Застосування алгоритмів для видалення шуму та інших перешкод з сигналів, отриманих з датчиків.
- Виявлення цілей. Виявлення та локалізація об'єктів, що представляють інтерес, на основі сигналів датчиків.
- Відстеження цілей. Слідкування за рухом та поведінкою цілей протягом певного проміжку часу.
- Оцінка параметрів цілей. Визначення таких параметрів цілей, як швидкість, курс, розмір та форма.

3. Аналіз даних:

- Статистичний аналіз. Виявлення статистичних закономірностей та залежностей у даних з датчиків.
- Машинне навчання. Застосування алгоритмів машинного навчання для автоматичного виявлення складних закономірностей та прогнозування подій.
- Аналіз даних великих обсягів. Обробка та аналіз великих обсягів даних з датчиків, використовуючи розподілені алгоритми та системи.

Для зберігання та обробки інформаційних потоків у ПТС можуть бути використані наступні структури даних:

- Массиви. Массиви є простими структурами даних, які можуть зберігати однотипні дані.
- Списки. Списки є динамічними структурами даних, які можуть зберігати елементи різного типу.
- Словники. Словники є структурами даних, які можуть зберігати пари ключ-значення.
- Графи. Графи є структурами даних, які можуть представляти зв'язки між об'єктами.
- Бази даних. Бази даних є системами для зберігання та управління великими обсягами даних.

Наступний приклад демонструє, як можна використовувати алгоритм сегментації зображень для виділення об'єктів на зображенні:

```
import cv2
# Завантаження зображення
image = cv2.imread('image.jpg')
# Перетворення зображення в grayscale
gray_image = cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
# Застосування алгоритму сегментації
_, thresh = cv2.threshold(gray_image, 127, 255, cv2.THRESH_BINARY)
# Виявлення контурів
contours, _ =
```

Програмна реалізація обробки інформаційних потоків у досліджуваній програмно-технічній системі (ПТС) залежить від конкретної архітектури та функціоналу ПТС.

Однак, загалом, можна виділити такі основні етапи:

- Збір даних. Дані збираються з різних джерел, таких як датчики, файли, бази даних, мережеві інтерфейси тощо.
- Підготовка даних. Дані очищаються, фільтруються та перетворюються до формату, зручного для подальшої обробки.

- Аналіз даних. Дані аналізуються з метою виявлення закономірностей, трендів та аномалій.
- Візуалізація даних. Результати аналізу даних візуалізуються у вигляді графіків, діаграм, таблиць тощо.
- Прийняття рішень. На основі результатів аналізу даних приймаються рішення щодо подальших дій.

Для реалізації цих етапів можуть використовуватися різні програмні інструменти та бібліотеки.

Наприклад: для збору даних: можна використовувати такі бібліотеки, як pandas (Python), numpy (Python), Matlab тощо.

Для підготовки даних: можна використовувати такі бібліотеки, як scikit-learn (Python), KNIME тощо.

Для аналізу даних: можна використовувати такі бібліотеки, як scikit-learn (Python), R, SPSS тощо.

Для візуалізації даних: можна використовувати такі бібліотеки, як matplotlib (Python), ggplot2 (R), Tableau тощо.

Важливо зазначити, що це лише деякі з багатьох доступних програмних інструментів та бібліотек.

Для оцінки ефективності програмної реалізації обробки інформаційних потоків у ПТС можуть використовуватися різні метрики, такі як:

- Продуктивність: час, необхідний для обробки даних.
- Точність: ступінь відповідності результатів аналізу даних дійсності.
- Надійність: здатність ПТС працювати без збоїв.
- Масштабованість: здатність ПТС обробляти більші обсяги даних.

Програмна реалізація обробки інформаційних потоків у досліджуваній програмно-технічній системі (ПТС) залежить від конкретної архітектури та функціоналу ПТС.

Однак, загалом, можна виділити такі основні етапи:

- Збір даних. Дані збираються з різних джерел, таких як датчики, файли, бази даних, мережеві інтерфейси тощо.

- Підготовка даних. Дані очищаються, фільтруються та перетворюються до формату, зручного для подальшої обробки.
- Аналіз даних. Дані аналізуються з метою виявлення закономірностей, трендів та аномалій.
- Візуалізація даних. Результати аналізу даних візуалізуються у вигляді графіків, діаграм, таблиць тощо.
- Прийняття рішень. На основі результатів аналізу даних приймаються рішення щодо подальших дій.

Для реалізації цих етапів можуть використовуватися різні програмні інструменти та бібліотеки.

Наприклад, для збору даних: можна використовувати такі бібліотеки, як pandas (Python), numpy (Python), Matlab тощо.

Для підготовки даних: можна використовувати такі бібліотеки, як scikit-learn (Python), KNIME тощо.

Для аналізу даних: можна використовувати такі бібліотеки, як scikit-learn (Python), R, SPSS тощо.

Для візуалізації даних: можна використовувати такі бібліотеки, як matplotlib (Python), ggplot2 (R), Tableau тощо.

Важливо зазначити, що це лише деякі з багатьох доступних програмних інструментів та бібліотек.

Наступний код демонструє приклад того, як можна реалізувати спостереження за квазилінійною місцевістю:

```
Python
```

```
import numpy as np
```

```
def observe_quasi_linear_terrain(data):
```

```
    # Обробка даних з датчиків
```

```
    processed_data = preprocess_sensor_data(data)
```

```
    # Формування інформаційних потоків
```

```
    information_flows = extract_information_flows(processed_data)
```

```
    # Аналіз інформаційних потоків
```

```

decisions = analyze_information_flows(information_flows)
# Виконання дій
execute_decisions(decisions)
def preprocess_sensor_data(data):
    # ...
def extract_information_flows(data):
    # ...
def analyze_information_flows(flows):
    # ...
def execute_decisions(decisions):
    # ...
content_copy

```

Цей код є лише прикладом і може бути модифікований відповідно до конкретних вимог ПТС.

Важливо зазначити, що програмна реалізація обробки інформаційних потоків - це лише один з аспектів розробки ПТС. Також важливо враховувати такі фактори, як апаратне забезпечення, мережеві протоколи та інтерфейси користувача.

Програмне забезпечення це ефективний інструмент управлінню вежею, в якій знаходяться складові описані вище, за допомогою програмного забезпечення можна керувати антеною, яка ловить радіочастоти, керувати камерами спостереження та ідентифікувати об'єкти в нічну пору за допомогою тепловізора.

Розглянемо переваги програмного забезпечення для вежі:

Програмне забезпечення дозволяє візуалізувати та аналізувати всі характеристики даних трьох приладів.

Інтерфейс програмного забезпечення максимально зручний та зрозумілий для користувача. Програмне забезпечення встановлюється на робочих місцях операторів у вежах.

Засоби розробки програмного забезпечення, це системи програмування, які включають в себе програмні засоби, необхідні для автоматичної побудови машинного коду. Вони є інструментами для програмістів, та дозволяють

розробляти програми на різних мовах програмування. До складу засобів розробки програмного забезпечення входять наступні програми:

1. Асемблери - комп'ютерні програми, що здійснюють перетворення програми у формі вихідного тексту на мові асемблера в машинні команди у вигляді об'єктного коду.

2. Транслятори - програми, виконують трансляцію програми; компілятори - програми, що переводять текст програми на мові високого рівня в еквівалентну програму на машинній мові.

3. Інтерпретатори - програми, що аналізують команди або оператори програми і тут же виконують їх.

4. Компоновщики (редактори зв'язків) - програми, які виробляють компоновку - приймають на вхід один або кілька об'єктних модулів і збирають по ним здійснений модуль.

5. Препроцесори вихідних текстів - це комп'ютерні програми, що приймають дані на вході, і видають дані, призначені для входу іншої програми, наприклад такий, як компілятор.

6. Спеціалізовані редактори вихідних текстів - програми, необхідні для створення і редагування вихідного коду програм. Спеціалізований редактор вихідних текстів може бути окремим додатком або вбудованим в інтегроване середовище розробки та ін.

Машинно-орієнтовані мови відносяться до мов програмування низького рівня - програмування на них найбільш трудомістким, але дозволяє створювати оптимальні програми, які максимально враховують функціонально-структурні особливості конкретного комп'ютера.

Програми на цих мовах, при інших рівних умовах, будуть більш короткими і швидкими. Крім того, знання основ програмування на машинноорієнтованій мові дозволяє спеціалісту докладним чином розібратися з архітектурою комп'ютера. Більшість команд машинно-орієнтованих мов при трансляції (перекладі) на машинний (двійковий) мова генерують одну машинну команду.

Таблиця 4.1 - Операційні клавіші модуля

Кнопка та означення	Визначення	Пояснення функції
F1 TRGBNK	TRGBNK	Банк даних відстежування
F7	PLOTS	Планшет – ВКЛ/ ВИКЛ
F8	TRAILS	Маршрут – ВКЛ/ВИКЛ
F9	TX	Передавачик- ВКЛ/ВИКЛ
F10	SYMBS	Символи – ВКЛ/ВИКЛ
F11	MAP	Карта – ВКЛ/ВИКЛ
F12	CLTR	Первинна Р/К
R	OSC	Напівавтоматичний скан
F	STT	Відстежування цілі
S	AIM	Приціл
Y	SECTOR	Сектор
A	ZIN	Наближення
Z	ZOUT	Видалення
N	AUD N/W	Аудіо вузьке/широке
+	VOL+	Збільшення гучності
-	VLO-	Зменшення гучності

Процедурно-орієнтовані і проблемно-орієнтовані мови відносяться до мов високого рівня, що використовують макрокоманди.

Макрокоманда при трансляції генерує багато машинних команд (для процедурно-орієнтованого мови це співвідношення в середньому "1 до десятка

машинних команд", а для проблемно-орієнтованого - "1 до сотень машинних команд".

Процедурно-орієнтовані мови програмування є самими використовуваними (Basic, Visual Basic, Pascal, Borland Delphi, C та ін.). У цьому випадку програміст повинен описувати всю процедуру вирішення завдання, тоді як проблемно-орієнтовані мови (їх називають також непроцедурного) дозволяють лише формально ідентифікувати проблему і вказати склад, структури представлення і формати вхідний і вихідний інформації для завдання.

Ці продукти дозволяють розробляти як консольні програми, так і програми з графічним інтерфейсом, в тому числі з підтримкою технології Windows Forms, а також веб-сайти, вебзастосунки, веб-служби як в рідному, так і в керованому кодах для всіх платформ, що підтримуються Microsoft Windows, Windows CE, .NET Framework, .NET Compact Framework та Microsoft Silverlight.

Середовище розробки Visual Studio C складається з таких основних компонентів:

1. Редактори, що дозволяють набирати і модифікувати вихідні коди програми.
2. Компілятор, що виконує компіляцію кодів програми (на цьому етапі відсіваються і виправляються всі синтаксичні помилки).
3. Відладчик, що допомагає виправити логічні помилки і змусити програму працювати так, як ви хочете.
4. Visual-інструменти (майстра), за допомогою яких можна легко створювати Windows-додатки.

Щоб скористатися можливостями будь-якого з цих компонентів, достатньо просто вибрати команду з розкритого меню і задати налаштування в діалоговому вікні.

Це значно спрощує процес реалізації складних проектів, оскільки немає необхідності вивчати і застосовувати безліч не зовсім зрозумілих командних рядків.

Опис процесу створення баз даних та створення функційних, електричних, принципних схем

Логічна модель даних використовується для визначення структури елементів даних і встановлення зв'язків між ними.

Логічна модель даних додає додаткову інформацію до елементів концептуальної моделі даних.

Перевага використання логічної моделі даних полягає в тому, що вона забезпечує фундамент для створення основи для фізичної моделі.

Однак структура моделювання залишається загальною. Логічно-фізична модель даних побудована за допомогою CASE-засобу AllFusion ERWin Data Modeler (рисунок 4.1).

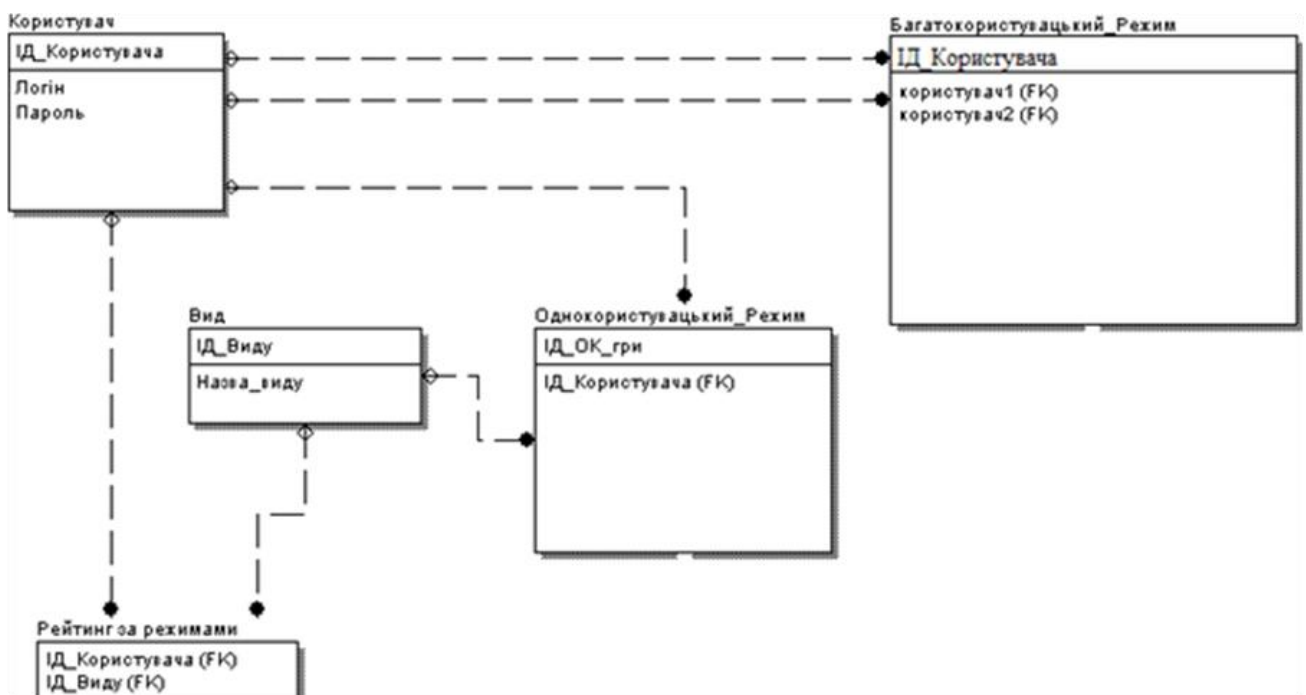


Рисунок 4.1 – Фізична модель бази даних

На основі створеної фізичної моделі генеруємо базу даних в MS SQL Server (Tools/Forward Engineer/Schema Generation), перед цим створивши порожню базу даних.

Генерація структури БД на основі створеного SQL коду відбувається після натиснення кнопки Generate. Діалог зв'язку з БД і виконання SQL коду відбувається в результаті натиснення кнопки Connect.

Однією з характерних рис традиційного моніторингу є наявність різних інструментів моніторингу, кожен з яких має певне призначення та створює накопичені метричні дані.

Централізувавши всі ваші показники на одній платформі моніторингу та спостереження, ваша організація отримує узгоджену структуру показників для команд і служб. Ви демократизуєте свої дані, щоб будь-хто міг негайно отримати доступ до цих даних у будь-який час і використовувати їх у спосіб, який співвідноситься з іншими частинами вашого бізнесу, усуваючи труднощі бар'єри, пов'язані із застарілими інструментами моніторингу.

Отримуємо згенеровану базу даних в середовищі MS SQL Server (рисунок 4.2).

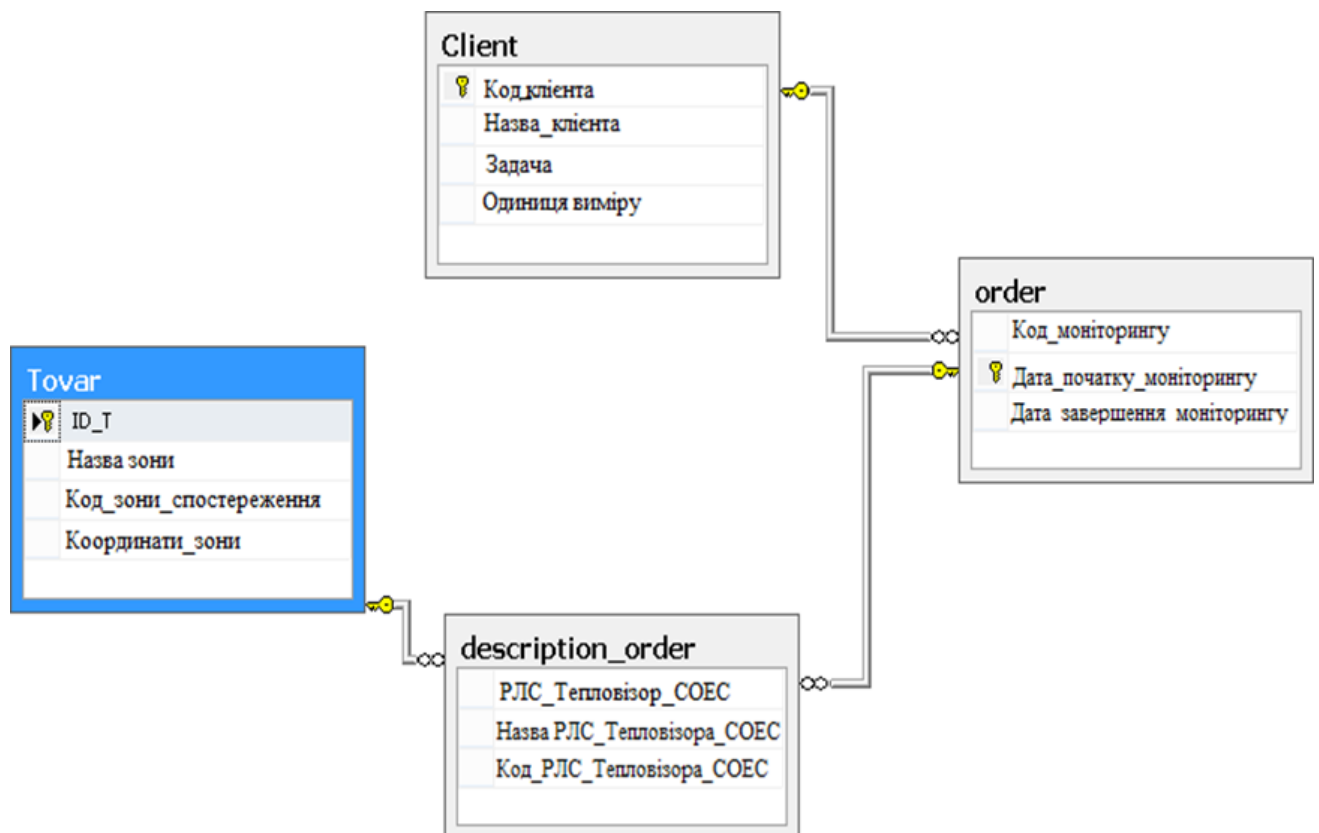


Рисунок 4.2 – Схема бази даних у MS SQL Server

Сучасні системи моніторингу являють собою складні комп'ютеризовані комплекси з системами вбудованого діагностування та контролю об'єктів з можливістю передачі даної інформації до оператора або групи операторів, що стежать за оперативною ситуацією.

Це мозаїчне середовище, де не вистачає узгоджених стандартів і процесів, і, як наслідок, немає можливості чітко та злагоджено обмінюватися інформацією між різними командами всередині організації.

Наявність різнорідних інструментів часто потребує більших витрат і ресурсів, а знання того, як ними користуватися, можуть належати лише кільком людям.

Це не тільки створює потенціал для серйозних збоїв, якщо люди залишають організацію, але й заважає командам в ІТ- організації самостійно знаходити відповіді.

Наприклад, інженер, відповідальний за моніторинг продуктивності додатків, не може отримати необхідну інформацію про стан мережі, не покладаючись на те, щоб хтось із цієї команди її отримав, що призводить до збільшення часу для таких важливих завдань, як усунення несправностей.

На стратегічному рівні неможливо отримати всебічне та консолідоване уявлення про стан і продуктивність систем, які лежать в основі бізнесу.

Централізована платформа, яка послідовно представляє та корелює всі дані в режимі реального часу, консолідує зусилля з моніторингу в усіх командах в організації та дає змогу бізнесу отримати максимальну віддачу від своїх зусиль моніторингу.

Найкращою практикою сьогодні є « контролювати все», а не лише зразки. Вам потрібна повна спостережуваність усієї вашої інфраструктури та всіх ваших показників. Це не тільки допоможе пришвидшити вирішення проблем, але коли ви зіберете ці показники, ваші команди зможуть отримати додаткову цінність для бізнесу в цьому морі даних.

Але для точного моніторингу всього потрібна вбудована здатність безперервно агрегувати ВСІ метрики з інфраструктури на вимогу з надзвичайно високою деталізацією, що може становити мільйони вимірювань за секунду.

Для цього потрібна платформа, яка може працювати в масштабі, тобто не повинно бути жодного компромісу щодо продуктивності, незалежно від розміру середовища інфраструктури чи обсягу даних, зібраних для виконання аналітики в режимі реального часу.

Традиційний моніторинг не був створений для обробки такого типу масштабу, тому він обробляє дані таким чином, що призводить до неточного аналізу.

Візьмемо, наприклад, затримку SLO – лише виділену як критичну характеристику сучасного моніторингу.

Традиційні інструменти зведуть усі вимірювання затримки до одного числа – середньої затримки протягом довільно визначеного часового вікна, як правило, хвилини.

Це може призвести до надзвичайно неточних SLO затримок, що в кінцевому підсумку може коштувати організаціям значні гроші та ресурси.

У Circonus ми збираємо всі вихідні дані та зберігаємо вимірювання затримки як OpenHistograms. Це дозволяє клієнтам агрегувати мільйони вимірювань затримки за секунду, щоб вони могли точно розрахувати SLO.

На основі даної інформації оператор приймає рішення про можливість подальшого використання даних апаратів. Дослідження показують, що перспективним підходом до аналізу можливих збоїв у функціонуванні є математичне моделювання процесів в загальному просторі.

Функціональна схема РЛС із складним фазоманіпульованим сигналом, прийом та передача здійснюються на одну антену, тому ключі передавача та приймача працюють у протифазі, коли передається сигнал – прийом не можливий, і навпаки.

Скважність сигналу при такій побудові РЛС не може бути меншою за двійку. Так як прийом ведеться тільки в проміжках між передачею сигналу, то можливе спотворення прийнятого сигналу через комутацію приймання/передача.

Приймач побудований за супергетеродинною схемою. Формування складного сигналу здійснюватиметься на проміжній частоті.

Застосування складного сигналу дозволяє отримати малу пікову потужність випромінювання порівняно з імпульсною станцією того ж енергопотенціалу, і як наслідок – це призводить до технологічних переваг, а саме, з'являється можливість використання напівпровідникового підсилювача потужності з високим ККД, великим терміном служби та низькими напругами живлення.

Порівняно просто отримати когерентний прийом та обробку сигналу великої тривалості, тому що немає необхідності як формувачі сигналу великої потужності використовувати автогенераторні прилади (наприклад магнетрони).

Для придушення паразитного сигналу, обумовленого відсутністю симетричності модулятора, до виходу синхронного детектора підключався низькочастотний фільтр- пробка 5, налаштований частоту $f_{\text{П}} = f_{\text{м}} / N = 1360 / 4 = 340$ Гц, де $f_{\text{м}}$ - частота модуляції, N - число лопатей модулятора.

Відеосигнал з виходу синхронного детектора через фільтр-пробку подавався на підсилювач запису 9.

Останній був ламповий підсилювач постійного струму з корекцією передавального коефіцієнта за рахунок вольт-амперних характеристик діодів, що включаються в ланцюг зворотного зв'язку.

Термограма, створена елементами детектора, перетворюється в електричні імпульси.

Імпульси надсилаються до блока обробки сигналів, друкованої плати зі спеціальною мікросхемою, яка перетворює інформацію від елементів у дані для дисплея.

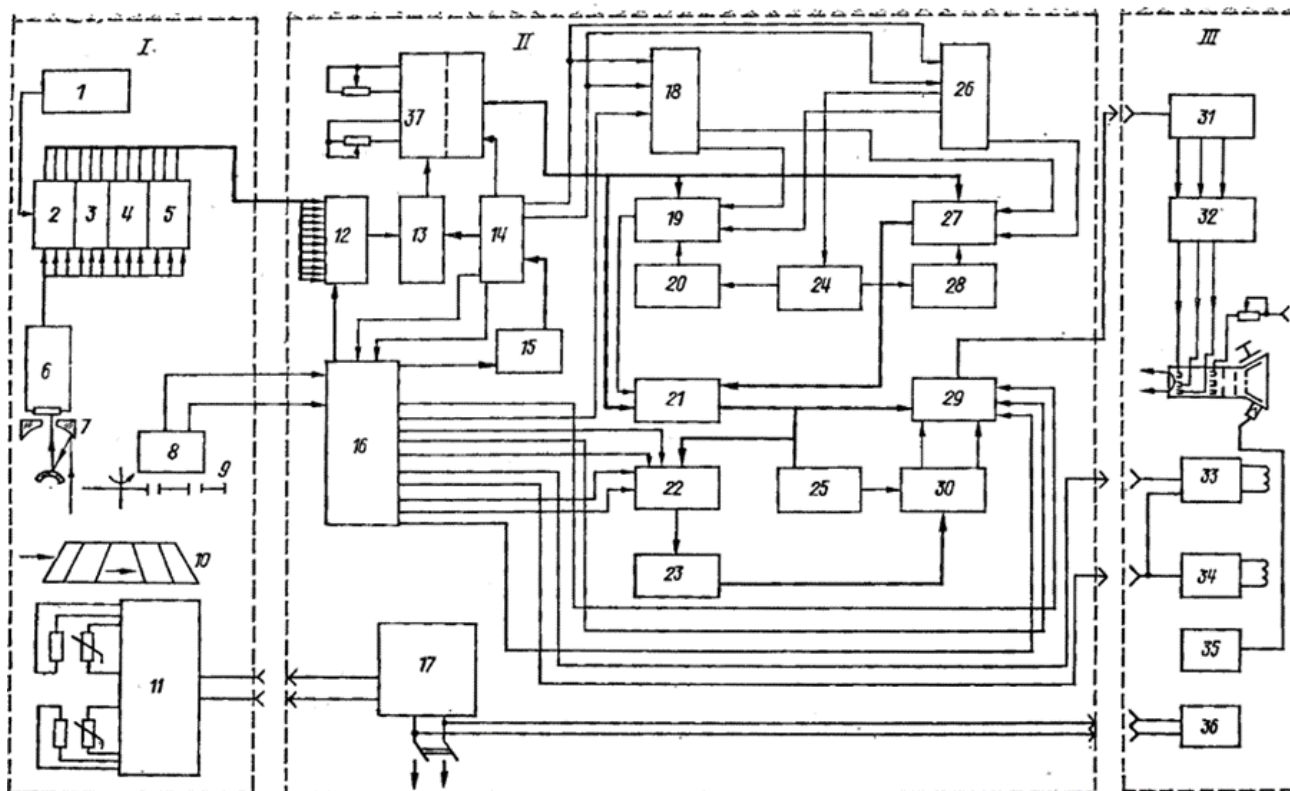


Рисунок 4.3 – Функціональна схема роботи тепловізора

Поєднання цих імпульсів від кожного елемента створює образ.

Теплове зображення, сформоване таким чином, представляє тепловий сигнатур автомобільного компонента, який розглядається. Калібрування тепловізійної системи дозволяє значно покращити результати.

На рисунку 4.3 зображена функціональна схема роботи тепловізора, електромеханічний блок реєстрації 14 синхронізується з дзеркалом 16, що сканує, за допомогою датчика фазування 17. На рисунку 4.4 зображений алгоритм роботи Радіолокаційної системи.

Алгоритм працює так. Спочатку система сканує простір та запам'ятовує кут і відстань на яких знаходиться ціль – це буде першим проходом радару. Тепер при наступних проходах алгоритм буде знаходити різницю для кожного кута і таким чином зможемо фіксувати нові об'єкти.

Для слідкування за виявленим об'єктом, потрібно рахувати кількість точок, що знаходяться поруч, на графіку це буде деяка область, яку сканує локаційний

пристрій. За ціль можна брати область більшу за певний розмір - це одразу відфільтрує всі шуми та перешкоди.

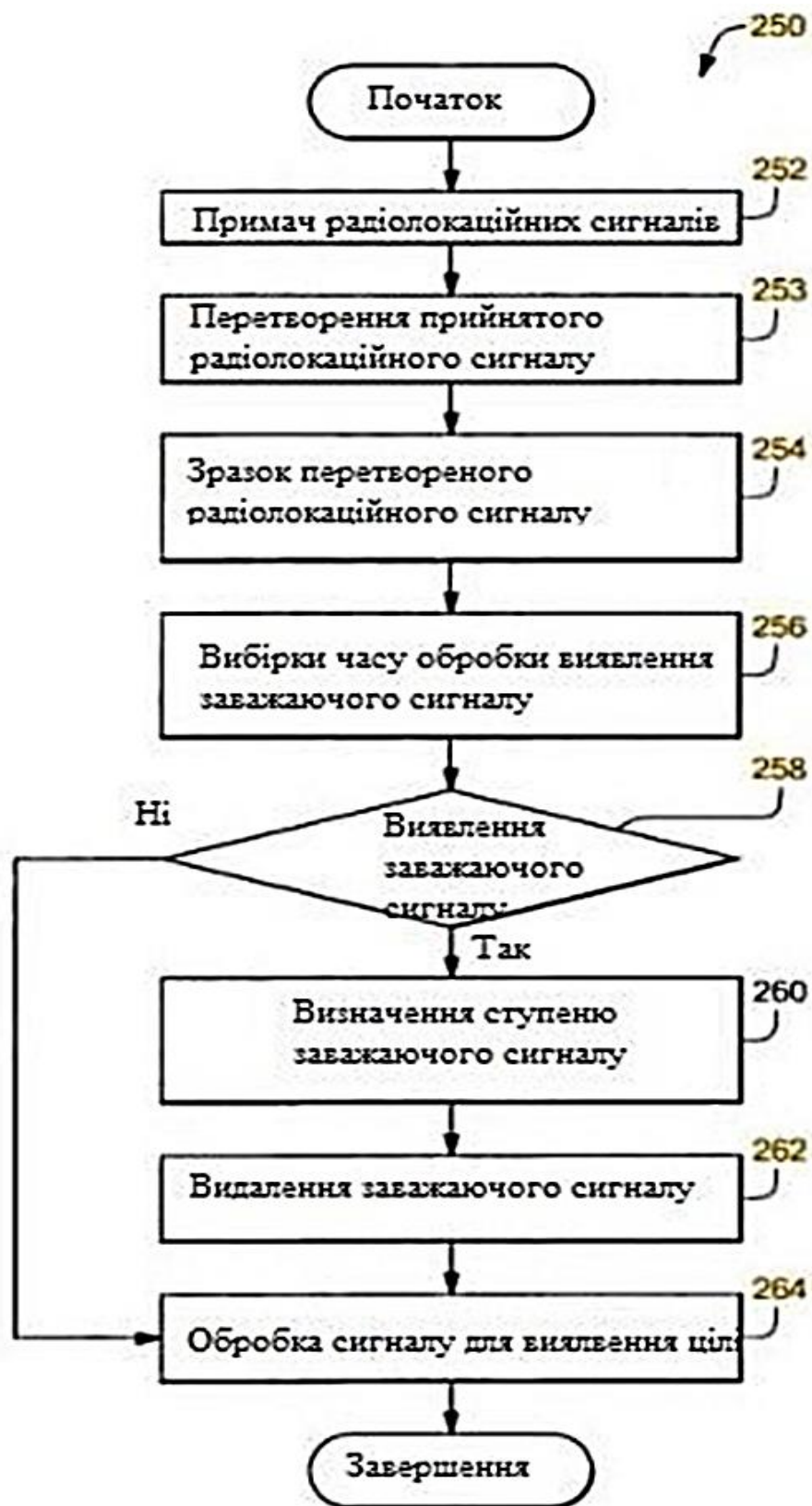


Рисунок 4.4 – Алгоритм роботи РЛС

4.3 Висновок

Програмно-технічна система (ПТС) для спостереження за квазілінійною місцевістю України може допомогти органам влади, надаючи їм інформацію про те, що відбувається на цих територіях. ПТС може використовуватися для моніторингу руху людей та транспортних засобів, відстеження вирубки лісів та виявлення інших видів незаконної діяльності.

Важливо також враховувати такі фактори, як апаратне забезпечення, мережеві протоколи та інтерфейси користувача.

Загалом, ПТС для спостереження за квазілінійною місцевістю України може бути цінним інструментом для органів влади для забезпечення безпеки та захисту своїх громадян.

Програмне забезпечення РЛС 2129 являється додатком на базі Windows 10, яке включає в себе полегшений інтерфейс користувача. Програмне забезпечення може працювати в двох основних режимах:

1. В робочому режимі ТКБ.
2. В режимі тренажера ТКБ.

ВИСНОВКИ

У роботі за результатами виконаних теоретичних та практичних досліджень було удосконалено метод обробки інформаційних потоків у досліджуваній програмно-технічній системі.

В ході написання першого розділу дипломної роботи було проведено досліджено предметну область, останні дослідження у сфері передачі даних, проаналізовано наявні методи та засоби вдосконалення передачі даних та сформовано задачі на дипломну роботу.

В ході написання другого розділу було розглянуто запропоновані концепції, моделі та методи вирішення поставлених задач. Запропоновані концепції, моделі та методи було описано та обґрунтовано необхідність їх застосування.

В ході написання третього розділу дипломної роботи було проведено дослідження та аналіз вимог до програмного засобу. Пізніше було розроблено структуру програмного засобу та спроектовано структуру даних. Також було проаналізовано та обрано засоби, необхідні для програмної реалізації розроблених методів та моделей.

В ході написання четвертого розділу дипломної роботи було описане середовище розробки програмно-технічної системи та програмна реалізація обробки інформаційних потоків у досліджуваній програмно-технічній системі.

На основі розробленого методу визначення ефективності застосування моніторингових елементів КФС ОЕС за квазілінійною ділянкою місцевості була розроблена архітектура та компоненти програмного забезпечення

Результати перевірки та тестування програмної системи підтверджують її працездатність.

Згідно з результатами досліджень було опубліковано тези у Всеукраїнська науково-практична Інтернет-конференція

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. W. K. Pratt, Image segmentation, *Digital image processing*, pp. 579.622, 2007, URL: <https://doi.org/10.1002/9780470097434.ch17>.
2. T. Harrison, M. Strohmeyer, Commercial Space Remote Sensing and Its Role in National Security. *Center for Strategic & International Studies*, June 2022, URL: https://csis.website.prod.s3.amazonaws.com/s3fs/public/publication/220202_Harrison_Commercial_Space.pdf?VgV9.43i5ZGs8JDAYDtZ0KNbkEnXpH21.
3. War from above: Russia's invasion of Ukraine in satellite photos, June 2022, URL: <https://www.reuters.com/news/picture/war.from.above.russias.invasion.of.ukrai.idUSRTS6D2Q3>.
4. H. Khudov, O. Makoveichuk, I. Butko, M. Butko, V. Khudolei and S. Kukhtyk, The development of a management decision-making method based on the analysis of information from space observation systems, *Eastern.European Journal of Enterprise Technologies*, vol. 6, no. 9 (120), pp. 59.69, December 2022, URL: <https://doi.org/10.15587/1729.4061.2022.269027>.
5. I. Ruban, H. Khudov, O. Makoveichuk, V. Khudov, T. Kalimulin, S. Glukhov et al., Methods of UAVs images segmentation based on k.means and a genetic algorithm, *Eastern.European Journal of Enterprise Technologies*, vol. 4, no. 9 (118), pp. 30.40, August 2022, URL: <https://doi.org/10.15587/1729.4061.2022.263387>.
6. L. Tao and K.N. Asoke, Image Segmentation for Medical Analysis, *Image Segmentation: Principles Techniques and Applications*, pp. 199.227, September 2022, URL: <https://doi.org/10.1002/9781119859048.ch9>.
7. J. Xing, R. Sieber and M. Kalacska, The challenges of image segmentation in big remotely sensed imagery data, *Annals of GIS*, vol. 20, no. 4, pp. 233.244, May 2014, URL: <https://doi.org/10.1080/19475683.2014.938774>.
8. V. V. D. Shah, Image Processing and its Military Applications, *Defence Science Journal*, vol. 37, no. 4, pp. 457.468, October 1987.
9. S. Dubey, S. Vijay and A. Pratibha, Review of image segmentation using clustering

- methods, *International Journal of Applied Engineering Research*, 2018. vol. 13, no. 5, pp. 2484.2489.
10. J. Mota and M. Mascarenhas, A review on different methods of image segmentation, *International Journal of Creative Research Thoughts (IJCRT)*, vol. 8, no. 7, pp. 5245.5250, 2020.
 11. L. Grady, Random walks for image segmentation, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 28, no. 11, pp. 1768.1783, 2006.
 12. R. Harle and M. Joshi, Review on image segmentation methods, *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*, vol. 3, no. 4, pp. 722.726, 2014.
 13. H. V. Khudov, T. M. Kalimulin, I. A. Khizhnyak, H. V. Misiuk and O. V. Serdiuk, Analiz osnovnykh vidomykh metodiv sehmentuvannia pry tematychnii obrobtisi vydovykh zobrazhen, [Analysis of the main known methods of segmentation in thematic processing of visual images] *Information Processing Systems*, no. 4 (171), pp. 83.90, URL: <https://doi.org/10.30748/soi.2022.171.09>.
 14. W. A. Mustafa et al., Overview of segmentation X-ray medical images using image processing technique, *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1529, 2020, URL: <https://doi.org/10.1088/1742.6596/1529/4/042017>.
 15. U. Goyushova, Algorithms for finding non-intersecting roads on images, *Advanced Information Systems*, vol. 7, no. 2, pp. 5.8, 2023, URL: <https://doi.org/10.20998/2522.9052.2023.2.01>.
 16. E. Cherrat, R. Alaoui and H. Bouzahir, Improving of fingerprint segmentation images based on K-means and DBSCAN clustering, *International Journal of Electrical & Computer Engineering*, vol. 9, no. 4, pp. 2425.2432, 2019, URL: <https://doi.org/10.11591/ijece.v9i4>.
 17. Y. Kortli, M. Jridi, A. Al Falou and M. Atri, Face recognition systems: A Survey, *Sensors*, vol. 20, no. 2, pp. 1.36, 2020, URL: <https://doi.org/10.3390/s20020342>.
 18. O. D. Trier and A. K. Jain, Goal-directed evaluation of binarization methods, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 17, no. 12, pp. 1191.1201, December 1995, URL: <https://doi.org/10.1109/34.476511>.

- 19.I. Ruban, H. Khudov, O. Makoveichuk, I. Butko, S. Glukhov, I. Khizhnyak, et al., Application of the Particle Swarm Algorithm to the Task of Image Segmentation for Remote Sensing of the Earth, IoT Based Control Networks and Intelligent Systems *Lecture Notes in Networks and Systems*: book series, vol. 528, pp. 573.585, 2023, URL: https://doi.org/10.1007/978.981.19.5845.8_40.
- 20.H. Khudov, O. Makoveichuk, I. Khizhnyak, O. Oleksenko, Y. Khazhanets, Y. Solomonenko et al., Devising a method for segmenting complex structured images acquired from space observation systems based on the particle swarm algorithm, *Eastern.European Journal of Enterprise Technologies*, vol. 2, no. 9 (116), pp. 6.13, 2022, URL: <https://doi.org/10.15587/1729.4061.2022.255203>.
- 21.V. Gorokhovatskyi, O. Peredrii, I. Tvoroshenko and T. Markov, Distance matrix for a set of structural description components as a tool for image classifier creating, *Advanced Information Systems*, vol. 7, no. 1, pp. 5.13, 2023, URL: <https://doi.org/10.20998/2522.9052.2023.1.01>.
- 22.H. Khudov, O. Makoveichuk, V. Khudov, V. Maliuha, A. Andriienko, Y. Tertyshnik et al., Devising a method for segmenting images acquired from space optical and electronic observation systems based on the Sine.Cosine algorithm, *Eastern.European Journal of Enterprise Technologies*, vol. 5, no. 9(119), pp. 17.24, 2022, URL: <https://doi.org/10.15587/1729.4061.2022.265775>.
- 23.Y. Jamileh, Image binarization using Otsu thresholding algorithm, October 2011.
- 24.Satellite Imagery, June 2023, URL: <https://www.maxar.com/products/satellite.imagery>.
- 25.C. Qinglin, Q. Letu and Y. Pei, Performance analysis of Otsu.based thresholding algorithms: a comparative study, *Journal of Sensors*, vol. 2021, October 2021, URL: <https://doi.org/10.1155/2021/4896853>.
- 26.N. Otsu, A threshold selection method from gray.level histograms, *IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics*, vol. 9, no. 1, pp. 62.66, January 1979, URL: <https://doi.org/10.1109/TSMC.1979.4310076>.
- 27.V. Lishchenko, T. Kalimulin, I. Khizhnyak and H. Khudov, The method of the organization coordinated work for air surveillance in MIMO radar, *Proceedings of*

International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics UkrMiCo, 2018, URL: <https://doi.org/doi:10.1109/UkrMiCo43733.2018.9047560>.

28. Городнов В. П. Моделювання бойових дій військ (сил) протиповітряної оборони та інформаційне забезпечення процесів управління ними (теорія, практика, історія розвитку). Монографія. Харків: ХВУ, 2004. 408 с.
29. ДСТУ 2860 – 94. Надійність техніки. Терміни та визначення; Чин. від 01.01.96. К.: Держстандарт України, 1996. 92 с.
30. Кальченко А.Г. Основи логістики. Знання, КОО, 1999. 228 с.
31. Купрієнко Д. А. Концептуальні основи науково.методичного апарату оцінки ефективності системи технічного контролю відділу прикордонної служби / Д. А. Купрієнко. *Зб. наук. пр. Нац. акад. Держ. прикордон. служби України ім. Б. Хмельницького* / за ред. В. О. Балашова. Хмельницький : НАДПСУ , 2007. № 39, ч. II. С. 43–45.
32. Купрієнко Д. А. Логістика – черговий етап розвитку системи матеріально.технічного забезпечення оперативно.службової діяльності силових структур / В. А. Сівак, Д. А. Купрієнко, С. Б. Головня . *Зб. наук. пр. Нац. акад. Держ. прикордон. служби України ім. Б. Хмельницького* / за ред. В. О. Балашова. – Хмельницький : НАДПСУ, 2007. № 37 , ч. II. С. 27–30.
33. Боровик О. В., Купрієнко Д. А. Методика синтезу системи технічного контролю державного кордону в умовах однорідності параметрів середовища функціонування. *Зб. наук. пр. “Труди академії”* / за ред. І. С. Руснака. К. : НАОУ, 2007. №7 (80). С. 186–194.
34. Купрієнко Д. А., Лисий М. І., Науменко І. Ю. Модель вартісного ресурсу технічних засобів охорони, що перебувають на балансі Державної прикордонної служби України. *Вісник Хмельницького нац. ун.ту*. Тех. наук. Хмельницький : ХНУ , 2007. № 6. Т. 1. С. 207–212.
35. Лантвойт О.Б. Перспективи розвитку технічних засобів охорони кордону. *Наук. вісник ДПС*, 2003. № 5. С. 48–51.
36. Обґрунтування вимог до структури технічних засобів системи

- інженерно.технічного контролю за сухопутними ділянками кордону: Звіт про НДР (проміжн.) : 208.0118 А/ Нац. акад. Держ. прикордон. служби України; кер. Лисий М. І. Хмельницький, 2008. 56 с. Викон.: Купрієнко Д. А., Андросук О. С., Кириленко В. А. 97– 99 с.
- 37.Опрацювання навчального посібника “Застосування технічних засобів охорони кордону на ділянці прикордонної застави”: звіт про виконання НДР (заключ.): 097–0047 К “Компас” / Наук. досл. ін.т. Держ. прикордон. служби України; кер. Шинкарук О. М. Хмельницький, 1998. 02 с. Викон.: Дем’янюк С. М., Лисий М. І. Бібліогр.: 102 с.
- 38.Розпорядження КМУ від 27.10.2010 р. № 2031.р Про схвалення Концепції інтегрованого управління кордонами [електронний ресурс] . 2010. – режим доступу 29.03.2012 : <http://zakon.nau.ua/doc/?code=2031.2010.%F0>.
- 39.Системи управління якістю. Основні положення та словник (ISO 9000:2000, IDT). ДСТУ ISO 9000–2001 (Видано ISO в 2000): Видання офіційне. – К.: Держстандарт України, 2001. – 26 с.
- 40.Указ Президента України від 19.06.06 № 546/2006 Про Концепцію розвитку Державної прикордонної служби України на період до 2015 року – К.: АДПСУ, 2006 р. – 42 с.
- 41.Шишолін П. А. Зміст та сутність нової моделі охорони кордону / П. А. Шишолін . Наук. вісник ДПС / за ред. О. В. Богуша. – Хмельницький: НАДПСУ, 2003. – № 4. – С. 24–28.
- 42.Купрієнко Д. А., Боровик О. В. Структурний синтез динамічних систем із квазілінійним і часовим розподіленням компонентів: Монографія. Хмельницький: Видавництво НАДПСУ, 2015. 348 с.
- 43.Боровик О. В., Дармороз М. М. Основні аспекти обґрунтування доцільності удосконалення системи оптико.електронного спостереження . *Матеріали XII Міжнародної науково.практичної конференції (25 листопада 2016 року)*
- 44.Військова освіта і наука: сьогодення та майбутнє К.: ВІКНУ, 2016. С. 29.
- 45.Боровик О. В. Оцінка ефективності функціонування системи оптико.електронного спостереження. *Радіоелектроніка, інформати. ка, управління.*

2017. № 2 (41). – C. 93–99.
46. Berry G. Real Time programming: Special purpose or general purpose languages . *Information Processing*. 1989. v.89. p. 11.17.
 47. Lee E.A. Embedded Software /Advances in Computers, M. Zelkowitz, ed. .Academic Press, London, 2002. V.56. 29p.
 48. Maciel P., Barros E., Rosenstiel W. A Petri Net Model for Hardware/Software Codesign. *Design Automation for Embedded Systems*. 1999. №4. P. 243–310.
 49. Eles p., Kuchinski K. Peng Z. System Synthesis with VHDL. Kluwer Academic Pub. 1998. 370 p.
 50. LIN B. Efficient compilation of process.based concurrent programs without run.time scheduling. *Proceedings of Design, Automation, and Test in Europe (DATE) (Paris)*, 1998. –p.211–217.
 51. Gilles Kahn G. The semantics of a simple language for parallel programming . In Proc. IFIP Congress74. *North.Holland Pub. Comp*. 1974. p 471–475.
 52. Buck J.T. Scheduling Dynamic Dataflow Graphs with Bounded Memory using the Token Flow Model. PhD thesis. – University of California, Berkeley. 1993. 177p.
 53. Caspi E. Design Automation for Streaming Systems. PhD thesis. – University of California, Berkeley. 2005. 281p.
 54. Lee E., Sangiovanni.Vincentelli A. A framework for comparing models of computation. *IEEE Trans. on Computed.Aided Design for Integrated Circuits and Systems*. V17.1998. №12. p.1217–1229.
 55. Edwards S., Lavagno L., Lee E.A., Sangiovanni.Vincenelli A. Design Embedded Systems: Formal Models, Validation, and Synthesis .Proc. IEEE. V85. N3. 1997. – p.366.390.
 56. Lee E. A. and Ha S. Scheduling Strategies for Multiprocessor Real.Time DSP . Proc. of IEEE GLOBECOM, Nov. 1989. p.1279.1284.
 57. Camposano, R., Saunders, L.F., Tabet, R.M. VHDL as Input for High.Level Synthesis . *IEEE Design & Test of Computers*.1991.March. p.43.49.
 58. IEEE Standard For Verilog Register Transfer Level Synthesis (IEEE Std 1364.1 – 2002). – IEEE. –NY. – 2002. –100p.

59. Buck J.T. Scheduling Dynamic Dataflow Graphs with Bounded Memory using the Token Flow Model. PhD thesis. – University of California, Berkeley. 1993. 177p.
60. Edward A. Lee E.A. Recurrences, Iteration, and Conditionals in Statically Scheduled Block Diagram Languages / *VLSI Signal Processing III*, R.W. Brodersen and H. S. Moscovitz, ed.s. IEEE Press, New York, 1988..p.330.340.
61. Lee E.A., and Messerschmitt D.G. Static scheduling of synchronous dataflow programs for digital signal processing. *IEEE Transactions on Computers*, vol. C–36 .1987.№1, .p. 24–35.
62. Bilsen G., Engels M., Lauwereins R., Peperstraete J. Cyclo.static dataflow .*IEEE Trans. on Signal Processing*. –V44. –1996. №2. – p.397–408.
63. Buck. J.T. Static scheduling and code generation from dynamic dataflow graphs with integer.valued control streams. *Proc.28.th Asilomar Conf. on Signals, Systems, and Computers*, 1994, Nov. V1. p. 508.513. 53.
64. Edward A. Lee. E.A. Consistency in Dataflow Graphs. *IEEE Trans. on Parallel and Distributed Systems*, vol. 2, no. 2, April.

ДОДАТОК А
(обов'язковий)

ТЕЗИ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького
Черкаський інститут банківської справи
Чорноморський державний університет імені Петра Могили

*Всеукраїнська науково-практична
Інтернет-конференція*

**Автоматизація та комп'ютерно-
інтегровані технології у виробництві
та освіті: стан, досягнення,
перспективи розвитку**

11-17 березня 2024 року

м. Черкаси

ЩОДО АКТУАЛЬНОСТІ ЗАДАЧІ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ КІБЕРФІЗИЧНИХ СИСТЕМ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННОГО СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА КВАЗІЛІНІЙНОЮ ДІЛЯНКОЮ МІСЦЕВОСТІ

У сучасних умовах ефективна охорона ряду об'єктів (кордону, периметрів приміщень і території тощо) неможлива без застосування систем інженерно-технічного контролю (СІТК). Побудова СІТК передбачає комплексне використання новітніх технічних засобів спостереження (тепловізійного обладнання, радіолокаційних станцій, відеокамер тощо) і сучасного телекомунікаційного обладнання. Одним із прикладів комплексного використання нових зразків техніки при побудові СІТК є система оптико-електронного спостереження (СОЕС), ефективне функціонування якої залежить від досконалості її структурної та функціональної побудови. У роботах [1-3] показано, що потенційні можливості СОЕС на даний час не реалізовані повною мірою. Пошук шляхів раціоналізації функціонування СОЕС передбачає проведення системного аналізу різних аспектів її будови та застосування.

Щодо складу досліджуваної системи.

Досліджувані кіберфізичні СОЕС за квазілінійною ділянкою місцевості, як правило, складаються з п'яти основних елементів: сенсори - збирають інформацію про навколишню місцевість; обчислювальна апаратура - обробляє, аналізує та інтерпретує зібрану інформацію; системи зв'язку - передає дані та керує системою;

електропостачання - забезпечує живлення всіх елементів; відображення та інтерфейси.

Технічні та технологічні характеристики цих елементів, зокрема такі як роздільна здатність, чутливість, потужність, дальність засвітки, точність вимірювань та інші параметри, визначають загальну продуктивність і здатність системи надавати необхідну інформацію для спостереження та контролю за квазілінійною ділянкою.

Щодо функціонування елементів досліджуваної системи.

Удосконалення функціонування досліджуваної системи вимагає розуміння механізмів функціонування кожного елемента системи.

Щодо досвіду застосування досліджуваних систем.

При застосуванні досліджуваних систем виявлено як позитивні, так і негативні аспекти.

Позитивні аспекти застосування:

1. Підвищення безпеки.
2. Підвищення продуктивності.
3. Покращення прийняття рішень.
4. Зменшення людського впливу.

Негативні аспекти застосування:

1. Значні витрати на обладнання та обслуговування.
2. Спроби обходу системи. Зловмисники можуть намагатися обійти систему або порушити її безпеку, що вимагає посилення кіберзахисту.

3. Проблеми з приватністю та збереженням даних. Збір та збереження великої кількості даних може породжувати проблему забезпечення конфіденційності.

4. Слабкі місця в системі. Наявні слабкі місця в системі можуть бути використані для атак або витоку даних.

Загальний досвід застосування кіберфізичних СОЕС за квазілінійною ділянкою місцевості свідчить про їхню ефективність і важливість для забезпечення безпеки. Однак важливим є завдання мінімізації негативних аспектів застосування систем.

З урахуванням наведеного актуальності набуває задача підвищення ефективності функціонування кіберфізичних СОЕС за квазілінійною ділянкою місцевості на основі врахування описаних структурних і функціональних аспектів, а також позитивних і негативних аспектів їх застосування.

ДОДАТОК Б (обов'язковий)

ПРЕЗЕНТАЦІЯ

Хмельницький національний університет
Факультет інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

**Тема «Метод визначення ефективності застосування
моніторингових елементів кіберфізичної системи оптико-
електронного спостереження за квазілінійною ділянкою
місцевості»**

Виконав: студент 2 курсу, група КІ2м -22-2: Мазур С.А

Керівник: доктор техн. наук, професор : Боровик О.В.



Охорона кордону: Технічні засоби спостереження

Охорона кордону є однією з найважливіших складових національної безпеки кожної країни. Завданням органів охорони кордону є не лише запобігання нелегальному перетину кордону та контрабанді, але й захист від терористичних загроз, незаконного обігу зброї та наркотиків. Одним з ключових елементів системи охорони кордону є використання технічних засобів, таких як радари, відеоспостереження, теплові камери та інші.

Мета роботи

Метою кваліфікаційної роботи магістра є розробка методу визначення ефективності застосування моніторингових елементів КФС ОЕС за квазілінійною ділянкою місцевості..

Наукова новизна

Набула подальшого розвитку інформаційна технологія обробки інформаційних потоків у досліджуваній програмно-технічній системі.

На основі розробленого методу оцінки ефективності використання елементів моніторингу КФС ОЕС на квазілінійній ділянці місцевості була розроблена архітектура та частини програмного забезпечення.

Постановка задачі

Метою даного завдання є розробка методу визначення ефективності застосування моніторингових елементів кіберфізичної системи оптико-електронного спостереження за квазілінійною ділянкою місцевості.

Наведені моделі структурного синтезу мають композиційний характер. Це означає, що вони можуть описувати тільки дозволені комбінації елементів, які були отримані відповідно до правил композиції конкретної узагальної структури. У результаті розглянутих моделей можуть бути отримані як «нежиттєздатні», нереальні варіанти, так і рішення, захищені патентами, які обмежено застосовними.

Можливості синтезованого об'єкта обмежені. Вони можуть бути технічними, фізичними, технологічними або гуманітарними. Наприклад, маса, габаритні розміри, виконавчі розміри, компонентний склад, потенційні структури синтезованого об'єкта тощо можуть бути обмежені. Обмеження стосуються наявності прототипів, аналогів і патентної чистоти варіанта. Особливі умови та обмеження дозволяють визначити клас синтезованого об'єкта.

Об'єкт та Предмет дослідження

Об'єктом дослідження є кіберфізична система (КФС) оптико-електронного спостереження (ОЕС) за квазілінійною ділянкою місцевості. КФС ОЕС призначена для автоматизованого збору та обробки даних про динамічні об'єкти, які переміщуються вздовж цієї ділянки.

Предметом дослідження є метод оцінки ефективності функціонування КФС ОЕС.

Практична значимість

Практична значимість полягає в забезпеченні можливості удосконалення механізмів виявлення порушників режиму кордону.

Метод може бути використаний для вирішення наступних практичних задач:

1. Оптимізація роботи КФС ОЕС, що використовуються для охорони кордонів, трубопроводів та інших квазілінійних об'єктів.
2. Підвищення ймовірності виявлення порушників, контрабанди та інших незаконних дій.
3. Зменшення кількості помилкових тривог, що економить ресурси та час.
4. Підвищення загальної ефективності роботи КФС ОЕС.

Порівняльна оцінка методів

Критерій	Аналітичний метод	Моделювальний метод	Експериментальний метод
Точність	Висока	Висока	Середня
Комплексність	Висока	Висока	Середня
Простота використання	Низька	Середня	Висока
Витрати	Низькі	Високі	Високі

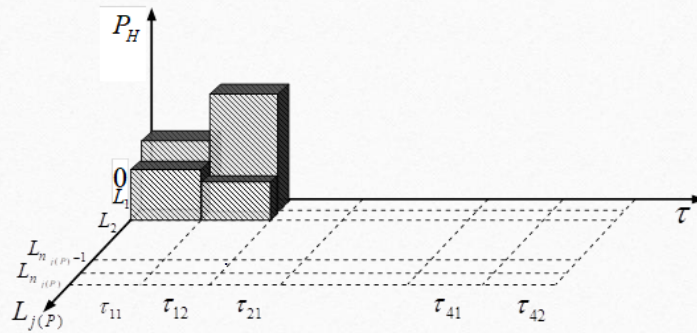


Рисунок 2.4 - Область визначення функції P_H на ділянці відповідальності підрозділу охорони кордону

Тоді мета функціонування сукупності ТЗО визначається як виконання ними ряду операцій з виявлення правопорушників на протяжності ділянки відповідальності прикордонного підрозділу протягом періодів з ефективністю для кожного з елементів матриці (2.3).

$$P_H = \begin{pmatrix} f(L_1, \tau_{11}) & f(L_1, \tau_{12}) & f(L_1, \tau_{21}) & \dots & f(L_1, \tau_{42}) \\ f(L_2, \tau_{11}) & f(L_2, \tau_{12}) & f(L_2, \tau_{21}) & \dots & f(L_2, \tau_{42}) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ f(L_{n(p)}, \tau_{11}) & f(L_{n(p)}, \tau_{12}) & f(L_{n(p)}, \tau_{21}) & \dots & f(L_{n(p)}, \tau_{42}) \end{pmatrix}^{(2,3)}$$

Рекомендації щодо вибору апаратних засобів

На основі вищезазначених факторів, рекомендується використовувати наступні компоненти апаратних засобів для досліджуваної системи спостереження за квазілінійною місцевістю України:

- Сервери. Використання високопродуктивних серверів з багатоядерними процесорами та великим об'ємом оперативної пам'яті для забезпечення швидкої обробки даних. Розгортання розподіленої системи серверів для масштабування системи та обробки більших обсягів даних.
- Системи зберігання даних. Застосування систем зберігання даних з високою пропускну здатністю та надійністю для зберігання великих обсягів даних з датчиків. Використання розподілених систем зберігання даних, таких як Hadoop або Ceph, для масштабування системи та підвищення доступності даних.
- Мережеве обладнання. Застосування високошвидкісного мережевого обладнання для забезпечення швидкої передачі даних між датчиками, серверами та користувачами. Використання віртуальних локальних мереж (VLAN) для сегментації мережі та підвищення безпеки.
- Спеціалізовані апаратні прискорювачі. Застосування графічних процесорів (GPU) або польових програмованих вентильних масивів (FPGA) для прискорення обчислень, пов'язаних з обробкою зображень та аналізом даних.

Кіберфізичні системи оптико-електронного спостереження

Сенсори

Основним завданням сенсорів є збір інформації про навколишнє середовище. У КФС оптико-електронного спостереження можуть використовуватися різні типи сенсорів, такі як відеокамери, тепловізори, лідари та радары.

Обчислювальна апаратура

Обчислювальна апаратура обробляє, аналізує та інтерпретує зібрану інформацію. Вона відіграє ключову роль у функціонуванні КФС.

Системи зв'язку

Системи зв'язку передають дані та керують системою. Вони забезпечують обмін інформацією між різними компонентами КФС.

Ефективність КФС оптико-електронного спостереження

1 Підвищення безпеки

Використання КФС оптико-електронного спостереження дозволяє підвищити рівень безпеки за рахунок своєчасного виявлення та реагування на загрози.

2 Підвищення продуктивності

Автоматизація процесів спостереження та аналізу даних підвищує продуктивність роботи.

3 Покращення прийняття рішень

Отримання достовірної та своєчасної інформації дозволяє приймати більш обґрунтовані рішення.

4 Зменшення людського впливу

Автоматизація знижує навантаження на персонал та зменшує вплив людського фактору.

Недоліки використання КФС оптико-електронного спостереження

Значні витрати

Впровадження та експлуатація КФС оптико-електронного спостереження вимагає значних фінансових ресурсів.

Спроби обходу системи

Зловмисники можуть намагатися обійти систему або порушити її безпеку, що вимагає посилення кіберзахисту.

Проблеми з приватністю

Збір та збереження великої кількості даних може породжувати проблему забезпечення конфіденційності.

Слабкі місця в системі

Наявні слабкі місця в системі можуть бути використані для атак або витоку даних.

Оптимізація структури КФС оптико-електронного спостереження

Аналіз місцевості

Вивчення особливостей квазілінійної ділянки місцевості, на якій встановлюється система, є важливим етапом оптимізації її структури.

Розміщення компонентів

Визначення найбільш ефективного розташування компонентів системи на основі аналізу місцевості та можливостей обладнання.

1

2

Вибір обладнання

Підбір оптимального набору сенсорів, обчислювальної техніки та систем зв'язку з урахуванням характеристик місцевості.

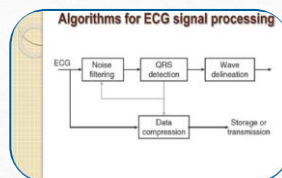
3

Алгоритми обробки інформаційних потоків



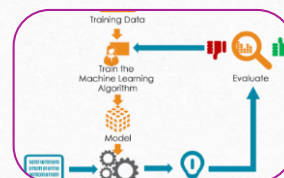
Обробка зображень

Алгоритми сегментації, розпізнавання об'єктів та відстеження руху застосовуються для аналізу відеозображень.



Обробка сигналів

Алгоритми фільтрації, виявлення цілей та оцінки параметрів використовуються для аналізу даних з різних сенсорів.



Аналіз даних

Статистичні методи, машинне навчання та аналіз великих даних дозволяють виявляти закономірності та тенденції.

Технологія обробки інформаційних потоків



Відеоспостереження

Використання камер для зйомки відеозображення квазілінійної ділянки місцевості.



Обробка зображень

Застосування алгоритмів комп'ютерного зору для виявлення та виділення об'єктів, що рухаються.



Відстеження

Використання алгоритмів відстеження для слідування за рухом об'єктів протягом часу.



Аналіз даних

Застосування методів аналізу даних для отримання інформації про рух об'єктів, їх швидкість, траєкторію тощо.

Перспективи розвитку технології КДОС

Глибоке навчання

Застосування нейронних мереж для підвищення точності виявлення, відстеження та класифікації об'єктів.

3D-сенсори та комп'ютерний зір

Використання 3Dкамер та датчиків глибини для отримання більш детальної інформації про об'єкти.

Розподілені системи та хмарні обчислення

Розробка масштабованих систем КДОС з використанням хмарних технологій.

Інтеграція з IoT

Підключення КДОС до мереж Інтернету речей для обміну даними та підвищення ефективності.

Дякую за увагу

Ім'я користувача:
Кафедра **KI**

Дата перевірки:
23.05.2024 09:13:27 EEST

Дата звіту:
23.05.2024 09:20:15 EEST

ID перевірки:
1016275557

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

ID користувача:
100005591

Назва документа: **Мазур_Метод визначення ефективності застосування моніторингових елементів**

Кількість сторінок: **113** Кількість слів: **21129** Кількість символів: **165918** Розмір файлу: **2.67 MB** ID файлу: **1016066709**

9.31% Схожість

Найбільша схожість: **4.22%** з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: **1015102605**)

8.2% Джерела з Інтернету

204

Сторінка **115**

5.64% Джерела з Бібліотеки

87

Сторінка **117**

0% Цитат

Не знайдено жодних цитат

Посилання

1

Сторінка **117**

0% Вилучень

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальне співпадіння з одним документом 3.0%

Словники перевірки: en_US, ru_RU, ua_UA. Помилки в документах: 8%

ID: 126947 Назва: МКР Метод визначення ефективності застосування моніторингових елементів аберфідичної системи оптико-електронного спостереження за квазілінійною ділянкою місцевості Додано в БД: 2024-05-23 Автор: Мазур С.А. Керівник: Борвиш О.В. Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний об'єм по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	134988	1113	5889 (4%)	57 (5%)

Джерело плагіату

ID	Опис	Навність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Мазур Сергій Анатолійович

Тема: Метод визначення ефективності застосування моніторингових елементів кіберфізичної системи оптико-електронного спостереження за квазілінійною ділянкою місцевості

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Обсяг кваліфікаційної роботи:

Кількість сторінок записки 113

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: Метою кваліфікаційної роботи магістра є розробка методу визначення ефективності застосування моніторингових елементів КФС ОЕС за квазілінійною ділянкою місцевості.

2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню: Робота повністю відповідає поставленому завданню.

3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: Проведено огляд різних методів. Кожен метод має свою переваги та недоліки, які потрібно враховувати при виборі оптимального рішення для конкретної системи. Набула подальшого розвитку інформаційна технологія обробки інформаційних потоків у досліджуваній програмно-технічній системі.

На основі розробленого методу оцінки ефективності використання елементів моніторингу КФС ОЕС на квазілінійній ділянці місцевості була розроблена архітектура та частини програмного забезпечення.

Практична значимість полягає в забезпеченні можливості удосконалення механізмів виявлення порушників режиму кордону.

4. Позитивні сторони роботи: отримання наукової новизни

5. Негативні сторони роботи: *Недостатньо уваги приділено Аналіз предметної області*

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: _____

7. Відгук про роботу в цілому: Робота виконана на невисокому рівні


8. Інші зауваження: _____

9. Оцінка дипломної роботи: Розглянувши позитивні та негативні сторони представленої кваліфікаційної роботи вважаю, що робота заслуговує оцінки «задовільно» 3.00 (E)

Рецензент (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи) _____

Бедрашова Леонід Федорович, зав. кафедрою ІТБ
ХНУ

"24" травня 2024 р.

 (підпис)

Завідувачу кафедри КІС
д-р.техн.наук, проф. Говорушенко Т. О.

Мазура Сергія Анатолійовича

ПІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 2 курсу, групи КІ2М-22-2

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про систему забезпечення академічної доброчесності у Хмельницькому національному університеті» від 01.07.2022. згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений (а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на плагіат оповіщений(а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

23 травня 2024 року

РІШЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМІСІЇ
КАФЕДРИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованою системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: «Метод визначення ефективності застосування моніторингових елементів кіберфізичної системи оптико-електронного спостереження за квазілінійною ділянкою місцевості»

Автор: Мазур Сергій Анатолійович

Спеціальність: 123 – Комп'ютерна інженерія

Освітня програма: освітньо-наукова

Науковий керівник: Боровик О.В. доктор техн. наук, професор

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Робота приймається до захисту.	відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої та електронної версії роботи.	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укріплення запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	

Підтвердження:

Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом, оскільки:

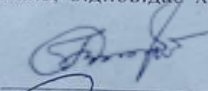
- 1) усі запозичення фрагментарні, або мають належним чином оформлені посилання;
- 2) окремі виявлені збіги є загальноживими фразами або виразами, про що свідчить посилання системи на збіг з джерелами на один фрагмент речення;
- 3) в якості запозичень в окремих місцях системою зафіксовано послідовності чотирьохрозрядних двійкових кодів, які є вхідними даними до великої кількості задач і не можуть розглядатися як об'єкт авторських прав і, відповідно, їх порушення;
- 4) всі зафіксовані системою ознаки модифікації тексту відносяться до комбінування латинських символів зі україномовними скороченнями індексів в формулах, що не є модифікацією тексту.

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів/ідентичності/схожості Unicheck, складає 9.31% і адресується до 291 першоджерела; та системою Anti-Plagiarism складає 3%, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру наукового дослідження і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

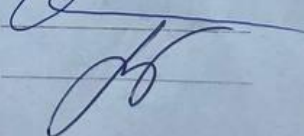
Керівник роботи

Гарант ОП

Завідувач кафедри КІС


О. В. Боровик


О. С. Савенко


Т. О. Говорущенко