

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр
Освітній рівень


Кіберфізична система моніторингу лінійно-протяжних ділянок простору
Назва теми

КвРКІ 190107.01.19.06 ПЗ
Шифр

Галузь знань 12 «Інформаційні технології»
Шифр, назва

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»
Шифр, назва

Освітня програма «Комп'ютерна інженерія та програмування»
Назва

Виконав: студент IV курсу, група K12-19-Г  І. І. Головка
Підпис Ініціали, прізвище

Керівник  О. В. Боровик
Підпис, дата Ініціали, прізвище

Нормоконтролер  С.М. Лисенко
Підпис, дата Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:

Зав. кафедри комп'ютерної
інженерії та інформаційних
систем

 Т.О. Говорущенко
Підпис Ініціали, прізвище

«26» 06 травня 2023 р.

Хмельницький 2023

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кафедра КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Освітній рівень БАКАЛАВР

Галузь знань 12 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Спеціальність 123 КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

Освітня програма «КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Т.О.Говорущенко

“ 11 ” 01 2023 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

Головку Іллі Ігоровичу

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема проекту (роботи) Кіберфізична система моніторингу лінійно-протяжних ділянок простору

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

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

Затверджена наказом ректора університету від 01.03.2023 р. № 5

2. Строк подання студентом проекту (роботи) на кафедру 01.06.2023 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Завдання на кваліфікаційну роботу

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

Кіберфізична система моніторингу лінійно-протяжних ділянок простору та постановка задачі щодо її удосконалення

Проектування системи обробки інформації у кіберфізичній системі моніторингу лінійно-протяжних ділянок простору

Програмно-апаратна реалізація кіберфізичної системи моніторингу лінійно-протяжних ділянок

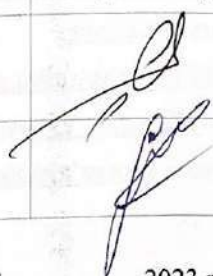

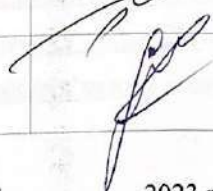

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень) _____

Архітектура ПЗ проекту

Архітектура ПЗ для кіберфізичної системи

Апаратне забезпечення проекту

6. Консультанти розділів дипломного проекту (роботи)

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 « 10 » 01 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН


№з/п	Назва етапів (розділів) дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Вибір напрямку дослідження та узгодження тематики кваліфікаційної роботи з керівником	10.01.2023	виконано
2	Ознайомлення з предметною областю; формулювання мети та задач дослідження; визначення об'єкта та предмета дослідження	01.02.2023	виконано
3	Робота над розділом 1 – дослідження предметної області та постановка задачі	01.03.2023	виконано
4	Робота над розділом 2 – вибір компонентів для проєктування системи моніторингу лінійно-протяжних ділянок простору	20.04.2023	виконано
5	Робота над розділом 3 – проєктування системи моніторингу лінійно-протяжних ділянок	30.04.2023	виконано
6	Оформлення пояснювальної записки згідно вимог	11.05.2023	виконано
7	Попередній захист ВКР	25.05.2023	виконано
8	Захист ВКР на засіданні ЕК	Червень 2023 року	

Студент


Підпис

І. І. Головка
Ініціали, прізвище

Керівник роботи


Підпис

О. В. Боровик
Ініціали, прізвище

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Кіберфізична система моніторингу лінійно-протяжних ділянок».

Автор роботи: Головка Ілля Ігорович.

Керівник роботи: Боровик Олег Васильович.

Пояснювальна записка: 58 с., 33 рис., 3 дод., 45 джерел.

Графічна частина: 3 креслення.

Оптоволоконна система RaySense, КІБЕРФІЗИЧНА СИСТЕМА, Архітектура, МОНІТОРИНГ, БАЗА ДАНИХ.

Метою дипломної роботи є визначення умов та особливостей застосування обладнання оптоволоконної системи RaySense, а також оцінка механізмів обробки інформації у кіберфізичній системі моніторингу лінійно-протяжних ділянок простору з метою забезпечення ефективного виявлення.

Об'єктом дослідження є функціонування моніторингових елементів оптоволоконної системи RaySense.

Предметом дослідження є оцінка режимів застосування моніторингових елементів оптоволоконної системи RaySense.

Під час проведення даного дослідження був використаний метод систематичного огляду літератури для вивчення і аналізу предметної області даного дослідження з текстових джерел інформації.


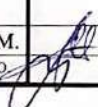

Підпис студента

30.05.2023

Дата

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 КІБЕРФІЗИЧНА СИСТЕМА АДАПТИВНОГО ЗАСТОСУВАННЯ МОНІТОРИНГОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ РОЗВІДУВАЛЬНОГО БПЛА ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ЩОДО ЇЇ УДОСКОНАЛЕННЯ	6
1.1 Аналіз структурних і функціональних особливостей кіберфізичної системи моніторингу лінійно-протяжних ділянок простору .	6
1.2 Аналіз програмно-апаратного забезпечення кіберфізичної системи моніторингу лінійно-протяжних ділянок простору.....	9
1.3 Постановка задачі оцінки механізмів обробки інформації у кіберфізичній системі моніторингу лінійно-протяжних ділянок простору	19
1.4 Висновки	20
2 ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ У КІБЕРФІЗИЧНІЙ СИСТЕМІ МОНІТОРИНГУ ЛІНІЙНО- ПРОТЯЖНИХ ДІЛЯНОК ПРОСТОРУ	21
2.1 Визначення апаратних і програмних підсистем програмно-технічного засобу.....	21
2.2. Визначення способів взаємодії між підсистемами програмно- технічного засобу.....	24
2.3. Опис функціонального призначення основних модулів та інформаційних ресурсів програмно-технічного засобу, їх взаємозв'язок та обмін даними.....	26
2.4 Висновки	46
3 ПРОГРАМНО-АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ КІБЕРФІЗИЧНОЇ СИСТЕМИ АДАПТИВНОГО ЗАСТОСУВАННЯ МОНІТОРИНГОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ РОЗВІДУВАЛЬНОГО БПЛА	48
3.1 Опис реалізації модулів апаратного та програмного забезпечення програмно-технічного засобу	48

КвРКІ 190107.01.19.06 ПЗ				
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата
Виконав.		Головко І.І.		
Перевір.		Говорущенко Т.О.		
Н.контр.		Лисенко С.М.		
Затвер.		Говорущенко Т.О.		26.06
Кіберфізична система моніторингу лінійно-протяжних ділянок простору Пояснювальна записка				
		Літера	Арк.цп	Арк.ціл
		у	2	58
ХНУ КІ2-19-1				

3.2	Опис процесу створення баз даних.	51
3.3	Опис функційних, електричних, принципових схем.....	52
3.5.	Висновки	61
ВИСНОВКИ	62
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	63
ДОДАТОК А	Копія креслення архітектура ПЗ.....	68
ДОДАТОК Б	Копія креслення архітектура КС.....	69
ДОДАТОК В	Копія креслення апаратне забезпечення проєкту	70

					КВРКІ 190107.01.19.06 ПЗ	Арк. 3
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Участь України в міжнародних інтеграційних процесах та глобалізація суспільно-політичних процесів мають значний вплив на національну безпеку та захист національних інтересів. Це посилює потребу в ефективному управлінні різними просторами - повітряним, надводним, підводним і сухопутним - та контролі транспортних потоків. Однак особливо важливими аспектами забезпечення стабільності та безпеки в регіоні є надійний прикордонний контроль та безпека кордонів.

Геополітичне положення України в Центральній та Східній Європі має стратегічне значення. Країна активно впроваджує заходи з удосконалення та реструктуризації своїх національних кордонів для забезпечення надійного управління та безпеки. Важливим кроком є створення інтегрованої системи захисту кордонів, яка передбачає співпрацю різних державних органів, таких як Державна прикордонна служба, Державна митна служба, Міністерство внутрішніх справ, Міністерство закордонних справ та інші відповідні органи влади, згідно з їхніми відповідними мандатами.

Відповідні заходи також включають контроль за транзитом осіб, транспортних засобів і товарів через національні кордони, в тому числі з урахуванням вимог міжнародних норм і стандартів. Інтегроване управління кордонами - це комплексний підхід до забезпечення безпеки та ефективного функціонування національних кордонів в умовах міжнародної інтеграції та глобалізації. Цей підхід спрямований на захист національних інтересів та сприяння співпраці з іншими країнами для забезпечення стабільності та безпеки на регіональному рівні.

Кіберфізичні системи моніторингу є важливою частиною контролю державного кордону України. Ці системи призначені для запобігання і швидкого реагування на різні тривожні події, що сильно впливають на обстановку на кордоні.

					КВРКІ 190107.01.19.06 ПЗ	Арк.
						4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дослідження та розробка кіберфізичної системи моніторингу лінійно-протяжних ділянок простору може включати наступні етапи:

1. Аналіз предметної області: вивчення існуючих методів контролю обстановки на кордоні; вивчення існуючих технологій і рішень; аналіз переваг і недоліків.

2. Визначення вимог до системи: визначення основних функцій, які повинна виконувати система, а також вимог до надійності, точності та ефективності.

3. Апаратне проектування: проектування апаратного забезпечення системи, включаючи датчики температури, елементи керування та мікроконтролери.

4. Програмування мікроконтролерів: розробка програмного забезпечення, яке контролює систему і приймає рішення на основі даних, отриманих від датчиків.

5. Тестування та налагодження: проведення тестів для перевірки працездатності та ефективності системи, виявлення можливих помилок і дефектів та їх виправлення.

6. Впровадження та експлуатація: встановлення на об'єкті, налаштування системи та навчання користувачів, обслуговування та технічна підтримка.

Загалом, розробка подібної кіберфізичної системи може підвищити надійність та ефективність систем оборони державного кордону України та в цілому національну безпеку.

					КВРКІ 190107.01.19.06 ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 КІБЕРФІЗИЧНА СИСТЕМА АДАПТИВНОГО ЗАСТОСУВАННЯ МОНІТОРИНГОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ РОЗВІДУВАЛЬНОГО БПЛА ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ЩОДО ЇЇ УДОСКОНАЛЕННЯ

1.1 Аналіз структурних і функціональних особливостей кіберфізичної системи моніторингу лінійно-протяжних ділянок простору

Кіберфізична система (КС) - це концепція, яка об'єднує інформаційні технології та фізичні об'єкти різних типів, включаючи біологічні та створені людиною сутності, інтегруючи їх обчислювальні ресурси.

Кіберфізична система (КС) є інтеграцією фізичних та кібернетичних компонентів, де фізична складова взаємодіє з кібернетичною складовою, щоб створити єдину систему з покращеними функціями та можливостями. Вона представляє собою об'єднання реального світу фізичних об'єктів, пристроїв та процесів з кібернетичною складовою, яка забезпечує надзвичайну рівновагу між фізичним і віртуальним середовищем.

Кіберфізичні системи використовують сенсори, пристрої збору даних, комунікаційні мережі та аналітичні алгоритми для спостереження, контролю та управління фізичними процесами. Вони здатні збирати реальні дані з фізичних об'єктів, аналізувати ці дані та приймати рішення для оптимізації функціонування системи. КС можуть бути застосовані в різних сферах, включаючи промисловість, транспорт, енергетику, медицину, сільське господарство та багато інших.

Моніторинг відкритого простору - це процес збору, аналізу та інтерпретації даних з відкритих джерел про події, які відбуваються у певному місці. Це може включати в себе відеоспостереження, збір даних зі соціальних мереж, статистику злочинності, звуки та інші дані, які можуть бути корисними для забезпечення безпеки та зменшення ризиків.

Україна розташована в центральній-східній частині Європи і відіграє важливу роль у забезпеченні стабільності та безпеки в цьому регіоні. Країна активно вживає заходів щодо поліпшення та відновлення свого державного

					КВРКІ 190107.01.19.06 ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кордону, створення інтегрованої системи його охорони і забезпечення ефективного пропуску людей, транспортних засобів і вантажів через цей кордон. В рамках Державної цільової правоохоронної програми "Облаштування та реконструкція державного кордону" до 2020 року було визначено необхідність проведення взаємопов'язаних заходів, спрямованих на відновлення, поліпшення та реконструкцію державного кордону. Ці заходи включають створення державної інтегрованої інформаційної системи для моніторингу лінійно-протяжних ділянок простору з метою вчасного виявлення загроз та ефективної реакції на них.

Після початку війни між росією та Україною зросла необхідність швидко реагувати на загрози, а також розвивати міжнародні відносини з усім світом одночасно. Це дало Україні можливість залучати інвестиції від країн Великої сімки та отримувати передові технології у сфері оборони території. Одне з головних завдань Міністерства Оборони України стало моніторинг, контроль і збирання інформації про повітряну, наземну та морську обстановку в глобальному масштабі. Також важливо постійно моніторити простір та збирати інформацію про діяльність потенційного противника та швидко передавати цю інформацію до командних пунктів військ реагування. Основною складовою системи управління силами та використання зброї є підсистема спостереження. Вона дозволяє в реальному або близькому до реального часу вирішувати завдання виявлення і класифікації надводних, підводних і повітряних цілей, а також визначати пріоритетні об'єкти для удару та надавати цілевказівки щодо них. Конфлікти з використанням зброї, такі як ті, що відбулися в Іраку, Югославії та Афганістані, показали, що для відключення систем управління військами противника достатньо вимкнути його засоби спостереження та системи висвітлення обстановки, а також протиповітряну оборону та ракетні комплекси. Тому надзвичайно важливо надійно виявляти і постійно відстежувати сили противника та передавати цільові вказівки своїм силам реагування і системам управління зброєю.

					КВРКІ 190107.01.19.06 ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основою інформаційної системи ВПС є комплексна система захисту та контролю державного кордону. Ця система використовує радіолокаційні пристрої, такі як радари, сенсорні оптичні підсистеми, супутникові системи та модеми для виявлення, відстеження та аналізу руху об'єктів на державному кордоні. Радіолокаційна система здатна працювати в різних режимах, включаючи неперервний моніторинг, виявлення ворожих об'єктів, визначення їхніх координат і швидкості, а також виявлення незвичних або підозрілих дій на кордоні. Повністю весь порядок облаштування системи зображено на рисунку 1.1.

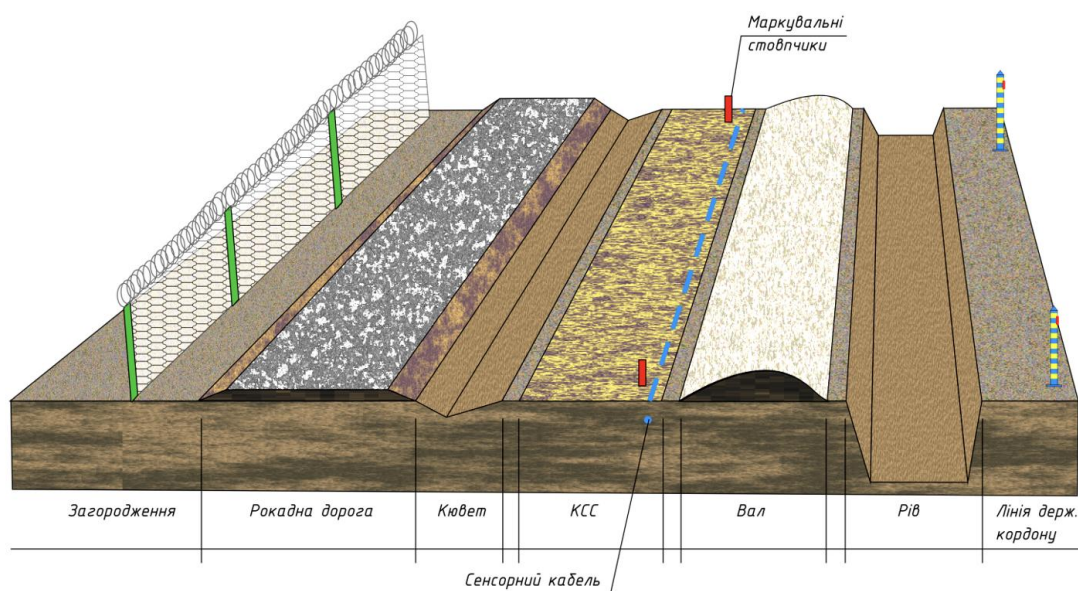


Рисунок 1.1 - Порядок інженерно-технічного облаштування українсько-російського державного кордону

На рівнинних суходільних ділянках – протитранспортний рів, вал, контрольно-слідова смуга, дорога, металеві спостережні вежі (у т. ч. обладнані системами відеоспостереження), вогневі точки в районах спостережних веж, окремі позиції для пересувних бойових модулів, додатково в районах населених пунктів – загороджувальний паркан.

На річкових рівнинних ділянках – загородження типу «Єгоза», контрольно-слідова смуга, дорога, металеві спостережні вежі (у т. ч. обладнані системами

відеоспостереження), вогневі точки в районах спостережних веж. В районах пунктів пропуску через державний кордон – додатково, за дорогою у бік тилу - металевий загороджувальний паркан з системою відеоспостереження, габійні оборонні конструкції. В лісових масивах та на схилах ярів – загородження типу «Єгоза».

1.2 Аналіз програмно-апаратного забезпечення кіберфізичної системи моніторингу лінійно-протяжних ділянок простору

RaySense. Найбільш перспективною інформаційною за глобальністю охоплення простору і всебічному аналізу обстановки є сенсорна підсистема охорони побудована на базі оптичного сенсорного кабелю «RaySense» виробництва компанії «RBtec». Підсистема дозволяє автоматично виявляти порушників при подоланні ними контрольної смуги. Керування підсистемою здійснюється з командного центру, на який надходять сигнали тривоги. Загальна довжина чутливої зони, що підключається до одного контролера, може бути нарощена до 50 км. Система «RBtec RaySense» дозволяє виявити вторгнення з точністю до 10 м. Ймовірність виявлення становить не менше 95%. Дана система зарекомендувала себе на ізраїльсько-палестинському кордоні. Фізичний вигляд зовні зображено на рисунку 1.2.



Рисунок 1.2 - Маркувальні стовпчики для "RaySense"

					КВРКІ 190107.01.19.06 ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оптоволоконна периметральна система виявлення вторгнень – це ефективний датчик, призначений для захисту великих ділянок та нафтогазових трубопроводів, що розміщується під землею. Система працює в режимі реального часу і має розглядатися як превентивна система моніторингу, оскільки здатна виявляти ранні стадії подій без безпосереднього / фізичного впливу або пошкодження кабелю.

Основну конфігурацію системи зображено на наступній схемі на рисунку 1.3.

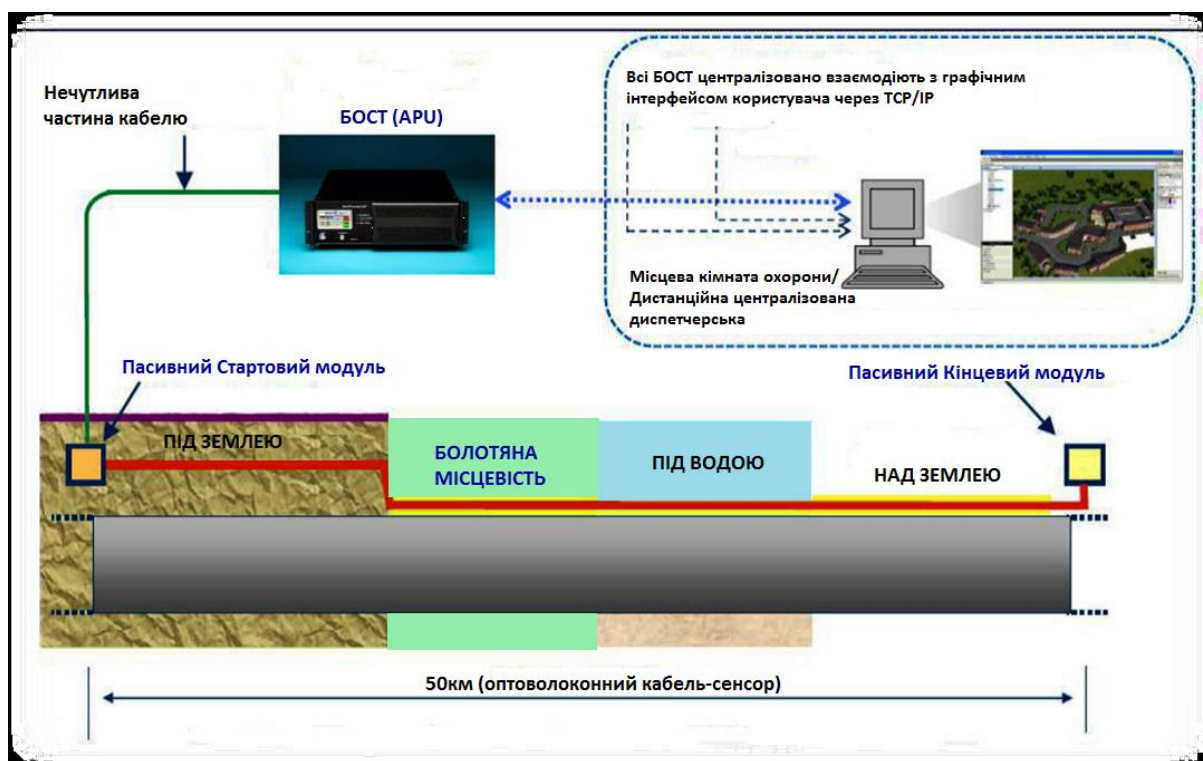


Рисунок 1.3 - Конфігурація підземної системи

Система RaySense використовує власні пасивні оптичні Стартові та Кінцеві модулі для «активації» типового одномодового оптоволоконного кабелю і перетворення його на потужний передавач вібрації. Оптоволоконний кабель стає надзвичайно чутливим до тиску і руху, здатен відчувати найменші вібрації, що передаються через ґрунт або поверхню трубопроводу. Блок обробки сигналів тривоги RaySense (БОСТ) контролює оптичний сигнал і за допомогою складних алгоритмів здатен розрізнати порушників, що перетинають лінію виявлення,

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

витоки, незагрозливі порушення та неприємні випадки. БОСТ виконує автоматизоване оптичне калібрування при включенні електроживлення та під час роботи. Це спрощує налаштування та запобігає зменшенню продуктивності системи з плином часу. БОСТ потребує лише мінімального технічного обслуговування.

Використання оптоволоконного кабелю в якості датчика має певні суттєві переваги:

1. Вздовж захищеного трубопроводу не потрібне живлення.
2. Пасивний оптичний датчик цілком інертний і безпечний для легкозаймистих або вибухонебезпечних хімічних речовин чи середовищ.
3. Оптоволоконний кабель-сенсор невразливий до електромагнітних/радіоперешкод.

Система складається з чотирьох основних елементів:

1. Блок обробки сигналів тривоги (БОСТ) та стандартна комутаційна панель.
 2. Сенсорний кабель на основі одномодового оптоволоконного кабелю.
 3. Стартовий та кінцевий пасивні блоки.
 4. Блоки ізоляторів зони (опціонально) .
- БОСТ RaySense зображено на рис.1.4.

					КВРКІ 190107.01.19.06 ПЗ	Арк. 11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.4 - БОСТ (блок обробки сигналів тривоги)

БОСТ RaySense - це лазерне устаткування класу IIIb, як визначено в ІЕС 60825-1 та CFR 21 підпункт 1. Лазер класу IIIb випромінює достатньо світла, щоб завдати шкоди, якщо промінь потрапляє безпосередньо в око.

Вигляд власне сенсорного кабелю зсередини зображено на рисунку 1.5, а схема позиції в землі на рисунку 1.6.

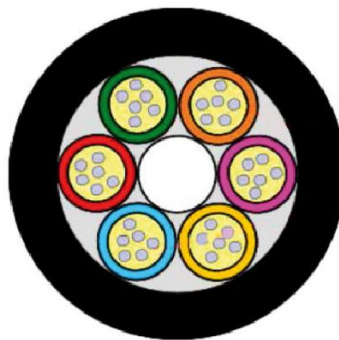


Рисунок 1.5 - Вигляд сенсорного кабелю

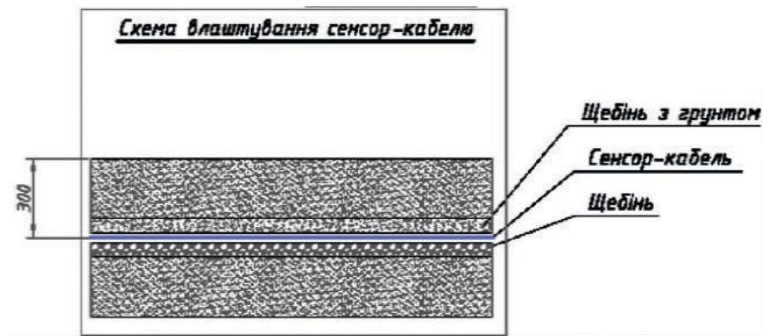


Рисунок 1.6 - Схема влаштування сенсор-кабелю

Мультисенсорна оптична система ZSKA MINI

Мультисенсорна оптична система ZSKA MINI забезпечує дистанційний візуальний контроль за територією в цілодобовому режимі в будь-яких погодних умовах.

Мультисенсорна оптична система «ZSKA MINI» (Польща) являє собою суміщені на одній керованій поворотній платформі камеру видимого спектру та тепловізійну камеру.

Технічні характеристики дозволяють цілодобово та за будь-яких погодних виявляти людину/автомобіль на відстанях 2714м/6765м та розпізнавати на відстанях 905м/2255м.

Роздільна здатність - 640 x 480 пікселів.

Частота оновлення - 25 Гц.

Яскравість/контрастність – автоматична.

Горизонтальний кут огляду - 360°.

Комунікаційні інтерфейси - RS-232, RS-485, TCP/IP.

Діапазон робочих температур - від -32°C до +55°C.

Механічна вібростійкість синусоїдальна 40 м/с - sin 40 м/с² (10-80 Гц).

Рівень захисту - IP67.

Вигляд, власне, оптичної системи зовні та картинку, з якою доводиться працювати подано нижче на рисунках 1.7 та 1.8.



Рисунок 1.7 - Вигляд системи ZSKA MINI



Рисунок 1.8 - Картинка, що створює оптична система ZSKA MINI

Графічно та схематично технічні характеристики оптичної системи подано на рисунках 1.9 та 1.10.

					КВРКІ 190107.01.19.06 ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Цифрові керовані камери відеоспостереження розташовані вздовж державного кордону з середнім інтервалом 500 м.

Камери відеоспостереження дають можливість візуального супроводу об'єкту вздовж підконтрольної лінії кордону.

Характеристики камер та лазерна інфрачервона підсвітка дозволяють вести цілодобове спостереження в автоматичному або ручному режимах.

Роздільна здатність - 1920 x 1080 пікселів.

Частота кадрів - 30 кадрів/с.

Оптичне збільшення - 20х.

Горизонтальний кут огляду - 360°.

Відстань виявлення, вдень - 600 м.

Відстань виявлення, вночі - з лазерною ІЧ-підсвіткою 300 м.

Мінімальний рівень освітлення 0,01 Lux.

Режим "патрулювання" Автоматичний (24/7).

Комунікаційні інтерфейси 100Base-TX, RJ45.

Діапазон робочих температур від -40°C до +55°C.

Механічна вібростійкість - синусоїдальна 40 м/с sin 2 m/c² (10-55 Гц).

Вигляд зовні ІР-камери зображено на рисунку 1.11 нижче.



Рисунок 1.11 - Вигляд камери

Пересувний бойовий модуль. Пересувний бойовий модуль на базі броневих автомобіля «Тритон» призначений для переміщення прикордонних нарядів та їх вогневої підтримки, ведення спостереження за локальними ділянками кордону за допомогою комплексу наземної розвідки «Джеб».

Модуль оснащено мобільним комплексом наземної розвідки і РЕБ "Джеб", що включає РЛС розвідки наземних малошвидкісних низьколітаючих цілей міліметрового діапазону LC111 "Лис", двоканальну телевізійну систему спостереження денного і нічного бачення, тепловізійну систему, лазерний далекомір і систему радіо- і радіотехнічного моніторингу. Антена РЛС комплексу "Джеб" розміщується на підйомній щоглі висотою 4,5 м, з відео - і тепловізійною камерами. Щогла може зніматися і розміщуватися окремо від машини, пульт управління РЛС також може вноситися на відстань до 100 метрів від машини. Автономне опалення та дизель-генератор дають можливість вести приховане спостереження безперервно до 7 діб.

Бойовий модуль дозволяє вести радіолокаційне спостереження на дальність до 6 км одночасно за 10 цілями, проводити їх ідентифікацію за допомогою тепловізора; здійснювати ураження цілей вдень та вночі з встановленої автоматичної крупнокаліберної кулеметної установки в радіусі до 2 км.

Колісна формула - 4x4.

Бойова маса - 11 т.

Двигун – Volvo TAD 620 VE, дизельний, потужність 211 к. с.

Трансмісія - Allison 1000 CP, автоматична.

Максимальна швидкість по шосе - 110 км/год.

Запас ходу - до 700 км.

Балістичний захист корпусу рівня STANAG 4569 Level 2.

Озброєння - дистанційно керований бойовий модуль ОБМ розробки заводу «Ленінська кузня» з 12,7-мм кулеметом НСВТ.

					КВРКІ 190107.01.19.06 ПЗ	Арк. 17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Як виглядає зовні схематично та в реальному масштабі цей бойовий модуль зображено на рисунках 1.12 та 1.13.

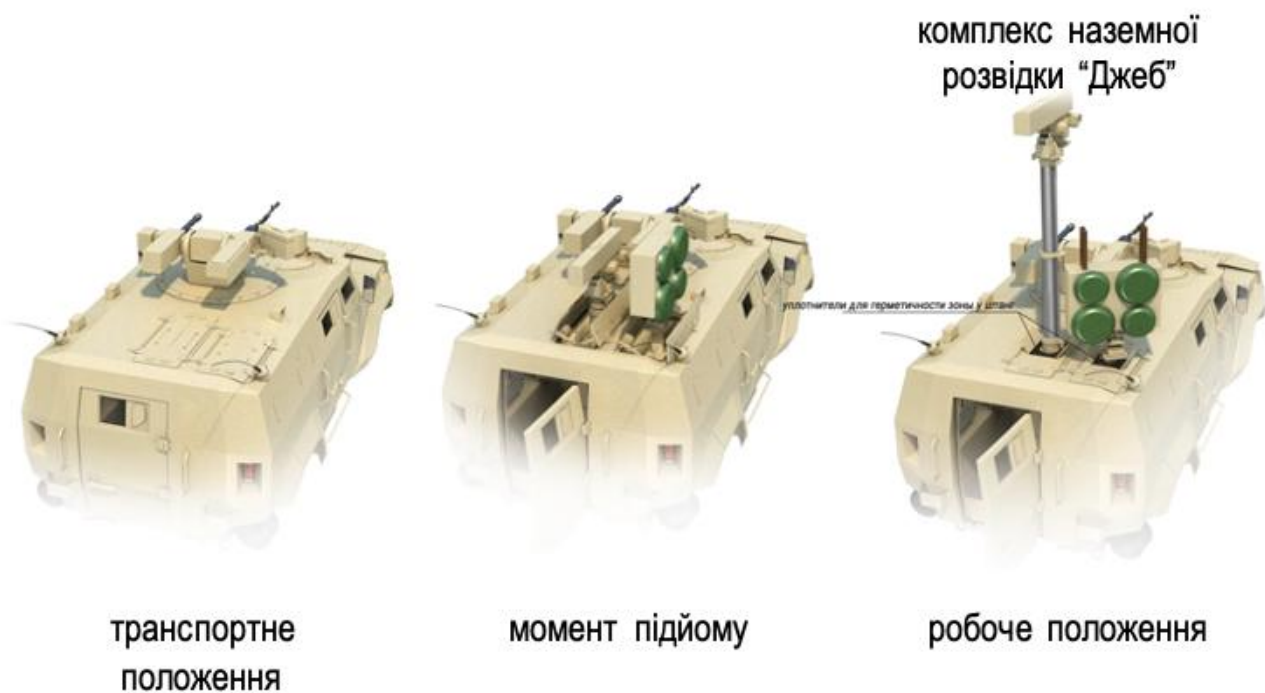


Рисунок 1.12 - Схематичне зображення бойового модуля



Рисунок 1.13 - Бойовий модуль зовні в реальному масштабі

					КвРКІ 190107.01.19.06 ПЗ	Арк. 18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Постановка задачі оцінки механізмів обробки інформації у кіберфізичній системі моніторингу лінійно-протяжних ділянок простору

Задача даної роботи полягає у визначенні умов та особливостей застосування обладнання кіберфізичної системи моніторингу лінійно-протяжних ділянок простору, а також у проведенні оцінки механізмів обробки інформації у кіберфізичній системі для забезпечення достатньої ефективності виявлення об'єктів.

Для розв'язання задачі потрібно вирішити такі часткові завдання:

1) здійснити аналіз структурних і функціональних особливостей кіберфізичної системи адаптивного застосування моніторингових елементів системи RaySense (програмно-технічного засобу);

2) здійснити аналіз програмно-апаратного забезпечення обробки інформації в кіберфізичній системі адаптивного застосування моніторингових елементів системи RaySense;

3) встановити апаратні та програмні підсистеми програмно-технічного засобу;

4) визначити зовнішні функції програмно-технічного засобу;

5) визначити способи взаємодії між підсистемами програмно-технічного засобу;

6) здійснити опис функціонального призначення основних модулів та інформаційних ресурсів програмно-технічного засобу, їх взаємозв'язок та обмін даними;

7) здійснити опис реалізації модулів апаратного та програмного забезпечення програмно-технічного засобу;

8) описати процес створення баз даних;

9) здійснити опис функційних, електричних, принципівих схем;

10) описати реалізацію людино-машинного інтерфейсу;

сформувані інструкції для користувачів.

					КВРКІ 190107.01.19.06 ПЗ	Арк. 19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4 Висновки

У межах розділу 1 проведено детальний аналіз структурних і функціональних характеристик кіберфізичної системи моніторингу лінійно-протяжних ділянок простору. Досліджено програмно-апаратне забезпечення, яке використовується для обробки інформації в цій системі. Було також поставлено задачу оцінки ефективності механізмів обробки інформації у кіберфізичній системі моніторингу лінійно-протяжних ділянок простору.

Під час аналізу структурних і функціональних особливостей системи моніторингу, дослідники розглянули її складові частини та взаємозв'язки між ними. Було виявлено, які функції виконує кожна компонента системи та як вони взаємодіють між собою. Такий аналіз дозволяє зрозуміти, як система працює в цілому та які можуть бути можливі вразливості чи обмеження.

Аналіз програмно-апаратного забезпечення обробки інформації в системі моніторингу включав вивчення використовуваних алгоритмів, методів обробки даних та інструментів аналізу. Було досліджено, які технології використовуються для збору, передачі та обробки інформації, а також які апаратні засоби забезпечують функціонування системи. Це дозволило отримати уявлення про потужності та можливості системи та визначити переваги та обмеження, які вона може мати.

Постановка задачі оцінки механізмів обробки інформації у системі моніторингу передбачала визначення критеріїв та методів для оцінки ефективності різних аспектів системи. Це може включати швидкодію, точність, надійність та інші параметри обробки даних. Така оцінка допомагає визначити потенційні проблеми або області для поліпшення в системі моніторингу та розробити стратегії для оптимізації роботи системи.

					КВРКІ 190107.01.19.06 ПЗ	Арк. 20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ У КІБЕРФІЗИЧНІЙ СИСТЕМІ МОНІТОРИНГУ ЛІНІЙНО-ПРОТЯЖНИХ ДІЛЯНОК ПРОСТОРУ

2.1 Визначення апаратних і програмних підсистем програмно-технічного засобу

Аналіз, який був проведений вище, дозволяє визначити такі підсистеми програмно-технічного засобу:

- блок обробки сигналів тривоги RaySense;
- сенсорний кабель на основі одномодового оптоволоконного кабелю для прокладання безпосередньо у ґрунті;
- система управління Vidalert;
- стартовий та кінцевий пасивні оптичні модулі;
- пасивні оптичні модулі ізоляції.

Блок обробки сигналів тривоги (БОСТ / АРУ) - це повністю автоматизована сенсорна платформа. БОСТ автоматично регулює температуру та інтенсивність лазерного випромінювання і приймача, а також виконує періодичне оптичне калібрування системи. Це робить установку простою та легкою і запобігає людським помилкам. Під час роботи БОСТ автоматично коригується і відкалібровується. Це дозволяє БОСТ компенсувати повільні зміни у властивостях оптоволоконного кабелю від зміни погодних умов або зсувів землі, що з часом може вплинути на характеристики датчика. Це дозволяє системі працювати з максимальною продуктивністю без необхідності рутинного ручного калібрування.

БОСТ – прилад стійкий до навколишнього середовища з низьким споживанням енергії, не потребує кондиціонованих стійок. Його висота – 3U, тому він вписується в будь-яку стандартну 19-дюймову промислову стійку.

Сенсорний кабель на основі одномодового оптоволоконного кабелю для прокладання безпосередньо у ґрунті.

					КВРКІ 190107.01.19.06 ПЗ	Арк. 21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

RaySense використовує 3 одномодові жили оптичного волокна з будь-якого оптоволоконного кабелю, залишаючи решту жил для додаткових застосувань, наприклад, передачі даних про роботу приладів (SCADA), систем відеоспостереження CCTV або традиційних цілей комунікації.

Сенсорний кабель з унікальною структурою забезпечує підвищену та рівномірну чутливість і міцність, незважаючи на різноманітні земельні та екологічні умови вздовж маршруту кабелю. Кабель спеціально розроблений для прокладання безпосередньо у ґрунті, його міцна конструкція включає захист від комах, гризунів та інших дрібних ссавців. Схематично зобразили сенсорний кабель нижче на рисунку 2.1.

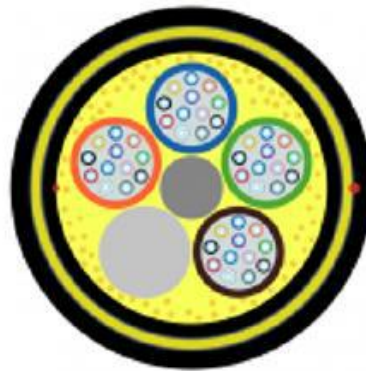


Рисунок 2.1 - Сенсорний кабель

Пасивні оптичні Стартові та Кінцеві модулі. Кожна система RaySense постачається з пасивним оптичним Стартовим модулем та пасивним оптичним Кінцевим модулем. Слід відзначити, що вони постачаються у підбраному комплекті. Ці власні пасивні оптичні модулі «активують» оптоволоконний кабель, перетворюючи звичайний одномодовий кабель на потужний датчик встановлення вібрації.

Всередині сенсорного кабелю слід обрати три волокна, які використовуватимуться як чутливе волокно. Ці волокна мають бути зрошені зі Стартовим та Кінцевим модулями, щоб зробити оптоволоконний кабель між модулями чутливим до тиску, руху та вібрації.

Оптичні волокна/кабелі між БОСТ та Стартовим модулем абсолютно нечутливі, що дозволяє встановлювати БОСТ в зручному місці, неподалік від початку трубопроводу, що охороняється.

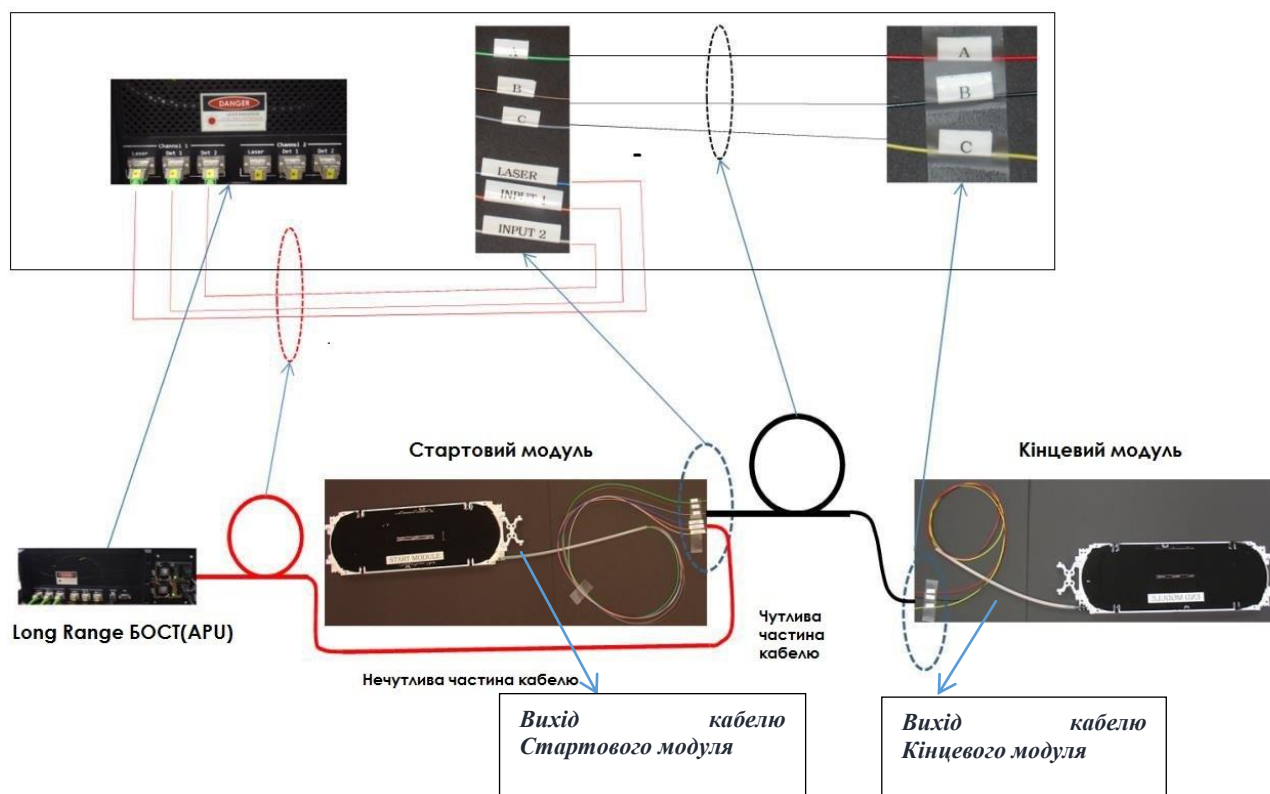


Рисунок 2.2 - Схема підключення через різні модулі

Пасивні модулі оптичної ізоляції. Блоки зональної ізоляції використовуються за двох різних умов:

1. Конкретна ділянка / область кабелю має бути ізольована від інших ділянок кабелю для чіткої демаркації цієї області для більш високої / низької чутливості або для ефективного шунтування області від сигналу тривоги.

2. Окрема ділянка певного кабелю (тобто, на перетинах доріг, на переправах через річки, ділянки кабелю встановлені або підвішені над землею, у районах з нестабільними схилами, на переїздах під охороною і т. ін.) має відносно невелику довжину (<100 м) і вимагає спеціальної демаркації для того, щоб запрограмувати певні параметри сигналу тривоги.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Після того, як певну частину кабелю обрано для демаркації (наприклад, на переправі через річку), пару модулів Блоку зональної ізоляції слід встановити на початку та у кінці секції. Модулі Блоку зональної ізоляції мають чотири відрізки оптоволоконна у монтажній оболонці. Два відрізки призначені для вхідних волокон, два – для вихідних волокон. Два вимірювальних волокна всередині кабелю-сенсору мають бути зрощені (сплавлені) з двома відповідними волокнами у Блоках зональної ізоляції.

Після завершення робіт, кабель слід протестувати за допомогою рефлектометра, щоб переконатися, що втрати у місцях зрощування цих модулів не перевищують 0,2 дБ і немає помітних віддзеркалень. Тест з рефлектометром має підтвердити, що додаткові 100 м волокна були додані Блоком зональної ізоляції. Будь-який план включення Блоків зональної ізоляції до установки має враховувати вплив системи на 11 дБ ресурсе оптичної потужності.

2.2. Визначення способів взаємодії між підсистемами програмно-технічного засобу.

Для успішної реалізації завдань моніторингу лінійно-протяжних ділянок простору та взаємодії з отриманими даними в реальному масштабі часу на державному кордоні України бортове обладнання нашої кіберфізичної системи має містити в своєму складі:

- оптоволоконну систему RaySense;
- супутникову навігаційну систему (ГЛОНАСС / GPS);
- пристрої радіолінії видової і телеметричної інформації;
- прилади командно-навігаційної радіолінії з антенно-фідерним пристроєм;
- апаратуру обміну командною інформацією;
- апаратуру інформаційного обміну;
- бортовий обчислювач;

					КВРКІ 190107.01.19.06 ПЗ	Арк. 24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- пристрій зберігання видової інформації.

Загальні вимоги до бортової апаратури:

- простота реалізації та відкритість архітектури обчислювальних засобів;
- незалежність програмних засобів від апаратних платформ, що використовується;
- орієнтація на широке використання комерційних технологій;
- уніфікованість мережі передачі даних;
- стандартизація конструкції;
- високий рівень надійності та стійкості до механічних впливів.

Для моніторингу, налаштування і тестування Системи безпеки RaySense потрібен комп'ютер під управлінням доданого Клієнтського програмного забезпечення. Конфігурація RaySense використовується для встановлення та налаштування системи RaySense. Програмне забезпечення GuardUI використовується для моніторингу системи та звітності, попередження і сигналів тривоги у той час, коли система активна.

Комп'ютер, що використовує Клієнтське програмне забезпечення, має бути підключений безпосередньо або через мережу до серверу. IP-адреса Сервера має бути відома, щоб підключитися до Конфігурації або програмного забезпечення GuardUI. Щоб дізнатися IP-адресу сервера, просто увійдіть на сервер, використовуючи надані ім'я користувача та пароль. Відкрийте командний рядок і введіть «ipconfig», потім натисніть «Enter». Збережіть відображувану IP-адресу для майбутнього використання. Ця IP адреса необхідна для підключення будь-яких клієнтів або для віддаленого доступу до сервера.

Зібрана система на стійці має мати вигляд, схожий на той, що показаний на рис.2.3.

Складові комп'ютера-сервера: мережевий перемикач, комутаційна панель 1U SC APC на 12 портів, БОСТ RaySense 3U 2 шт., монітор.

					КВРКІ 190107.01.19.06 ПЗ	Арк. 25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.3 - Комп'ютер-сервер RaySense

2.3. Опис функціонального призначення основних модулів та інформаційних ресурсів програмно-технічного засобу, їх взаємозв'язок та обмін даними

Принцип роботи системи включає такі етапи: клієнтська частина системи, яка складається з оптоволоконного кабелю RaySense, обробляє потокові дані і виявляє потенційно підозрілі об'єкти. Вона також отримує телеметричні дані, такі як GPS-координати, кути ризикання тощо. Після цього, ці дані надсилаються на серверну частину системи.

Серверна частина системи дозволяє оператору переглядати об'єкти, які були виявлені RaySense.

Зазначений опис відображає загальний принцип роботи системи. Врахуйте, що конкретні системи можуть мати свої унікальні особливості та функціонал, які не враховані в цьому узагальненому описі. Безпосередньо принцип роботи зобразили в схемах на рисунках 2.4 та 2.5.

					КВРКІ 190107.01.19.06 ПЗ	Арк. 26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обов'язково замінити виділену секцію IP-адресою Сервера, яку користувач отримав раніше.

Якщо клієнт працюватиме на комп'ютері-сервері, ви можете просто ввести «localhost» (робоча станція, на якій працює користувач).

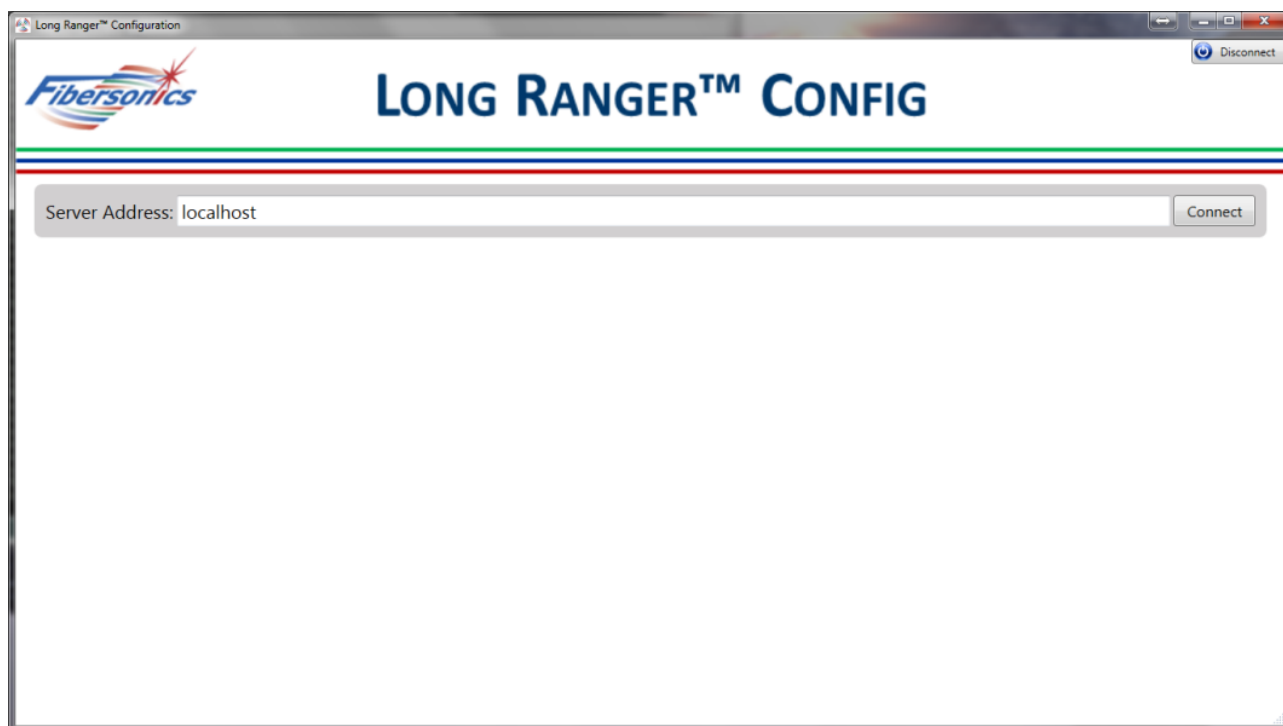


Рисунок 2.6 - Конфігурація програмного забезпечення RaySense – Екран підключення

Після підключення до сервера, програмне забезпечення Конфігурація RaySense відкриє загальну інформаційну сторінку, як показано на рис.2.7. На кожній сторінці ліворуч є панель навігації, щоб користувач міг легко орієнтуватися між різними сторінками. У центрі сторінки зголовного меню відображається журнал сигналів тривоги, помилкових сигналів та фронтальний РК- дисплей БОСТ. Корисну діагностичну інформацію, наприклад, час безвідмовної роботи БОСТ, температура лазера та кількість не виправлених помилок, можна знайти на правій бічній панелі.

					КВРКІ 190107.01.19.06 ПЗ	Арк. 28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

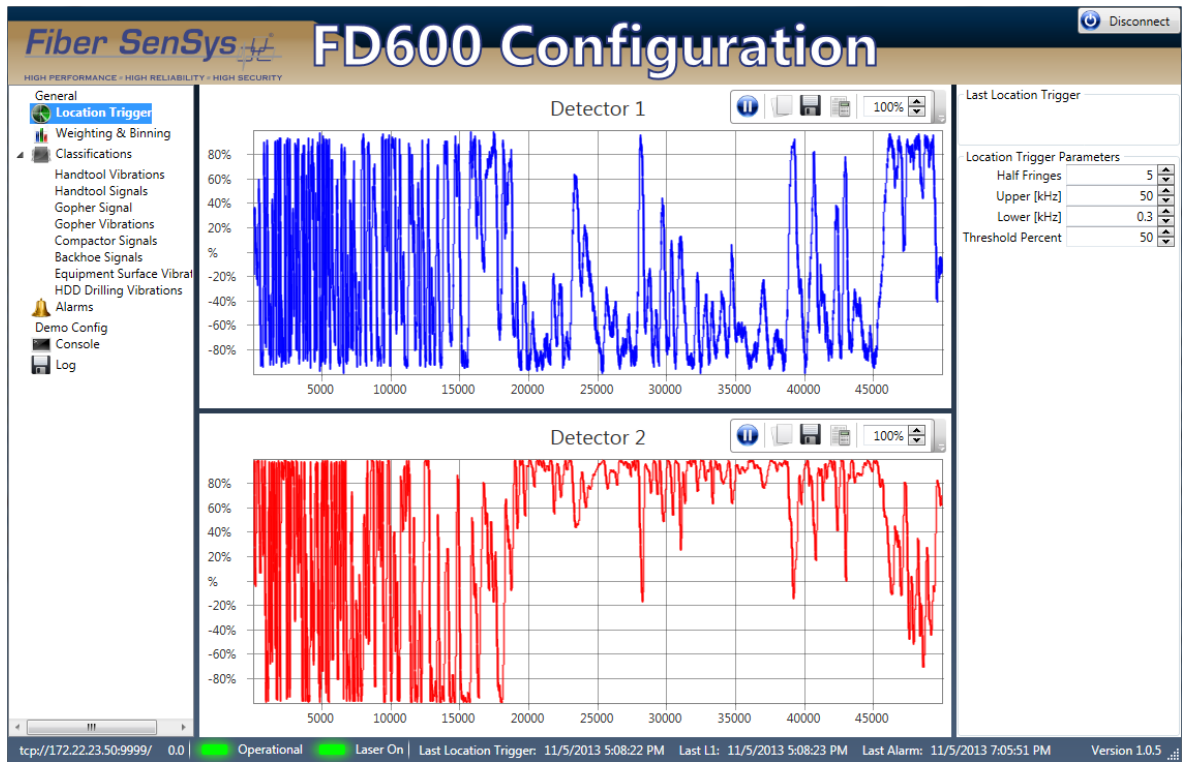


Рисунок 2.8 - Конфігурація програмного забезпечення RAYSENSE – Сторінка тригера

Пороговий відсоток – встановлює відсоток порогу визначення місцезнаходження вторгнень.

Ці значення мають встановлюватися кваліфікованим фахівцем під час введення в експлуатацію.

Натискання на «Зважування та Біннінг (сортування)» (Weighting & Binning) у панелі навігації (зліва) відкриває сторінку Зважування та Біннінгу, як показано на рис.2.9.

Ця сторінка відображає останню форму хвиль тригера (Location trigger) та результати алгоритму біннінгу розташування, виконаного RaySense. Права панель відображає налаштування кабелю та біннінгу. Ці параметри слід встановити для точного визначення місця вторгнення уздовж кабелю.

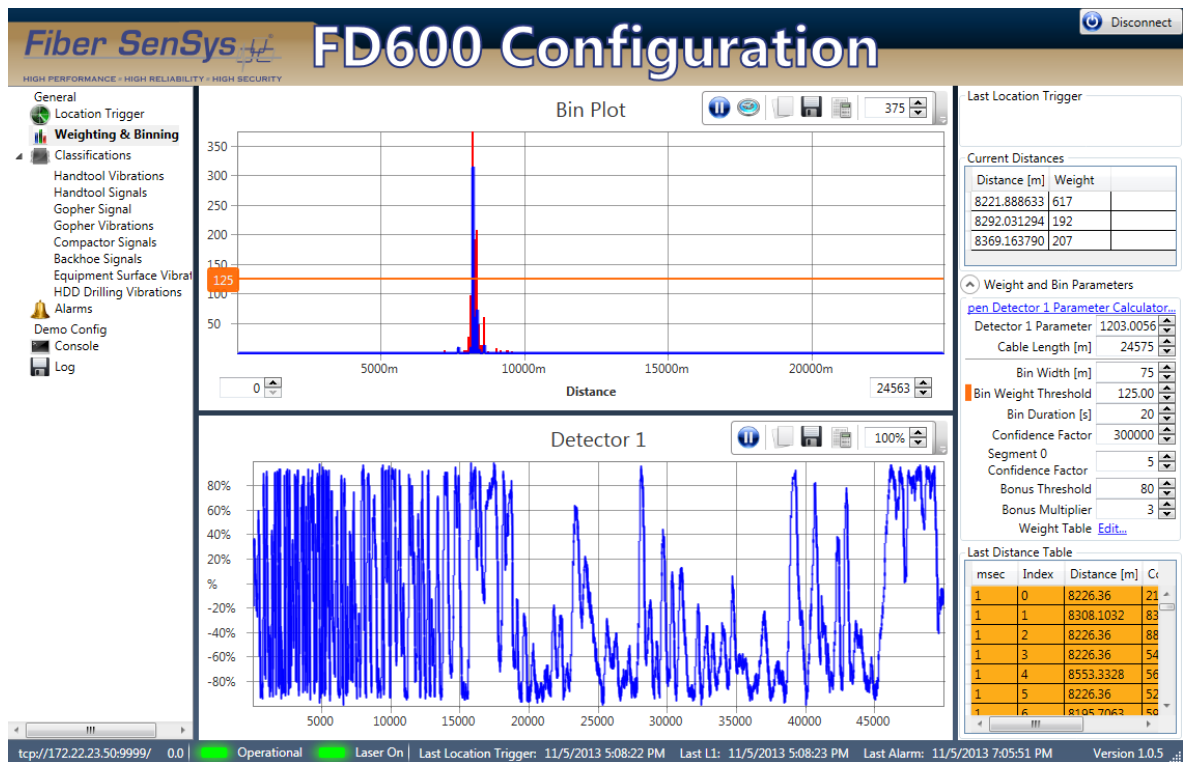


Рисунок 2.9 - Конфігурація програмного забезпечення RAYSENSE – Сторінка «Зважування та Біннінг (сортування)»

Натискання на посилання з написом «Відкрити калькулятор параметрів Детектора 1...» відкриває Калькулятор параметрів Детектора 1, як показано на рис.2.10.

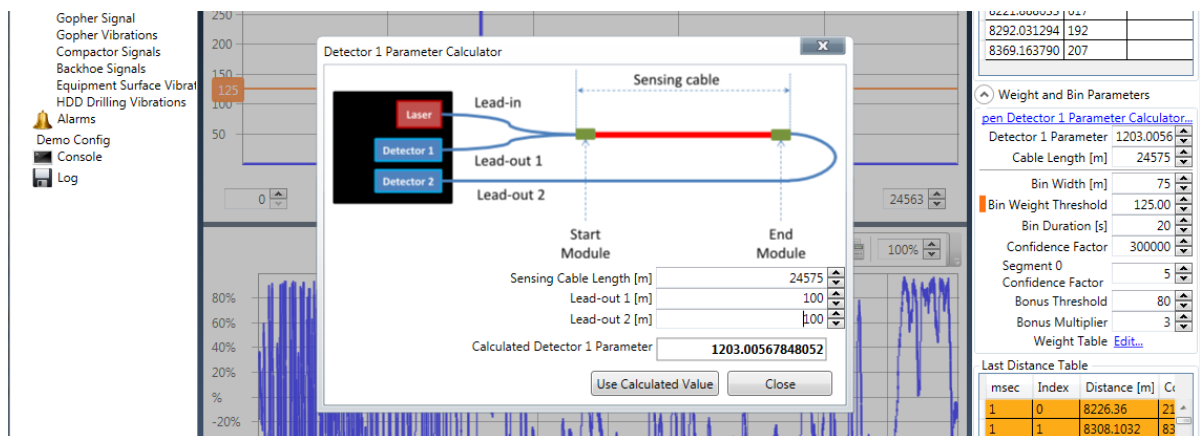


Рисунок 2.10 - Конфігураційне програмне забезпечення RAYSENSE – Калькулятор параметрів Детектора 1

Не можна забувати натискати кнопку «Зберегти конфігурацію», інакше жодну зміну не буде надано до БОСТ. Параметри алгоритму біннінгу для тригера визначення місцезнаходження вторгнень має коригувати, налаштовувати та перевіряти кваліфікований фахівець під час введення в експлуатацію.

Натискання на «Класифікації» (Classifications) у панелі навігації (зліва) відкриває сторінку класифікацій, як показано на рис.2.12.

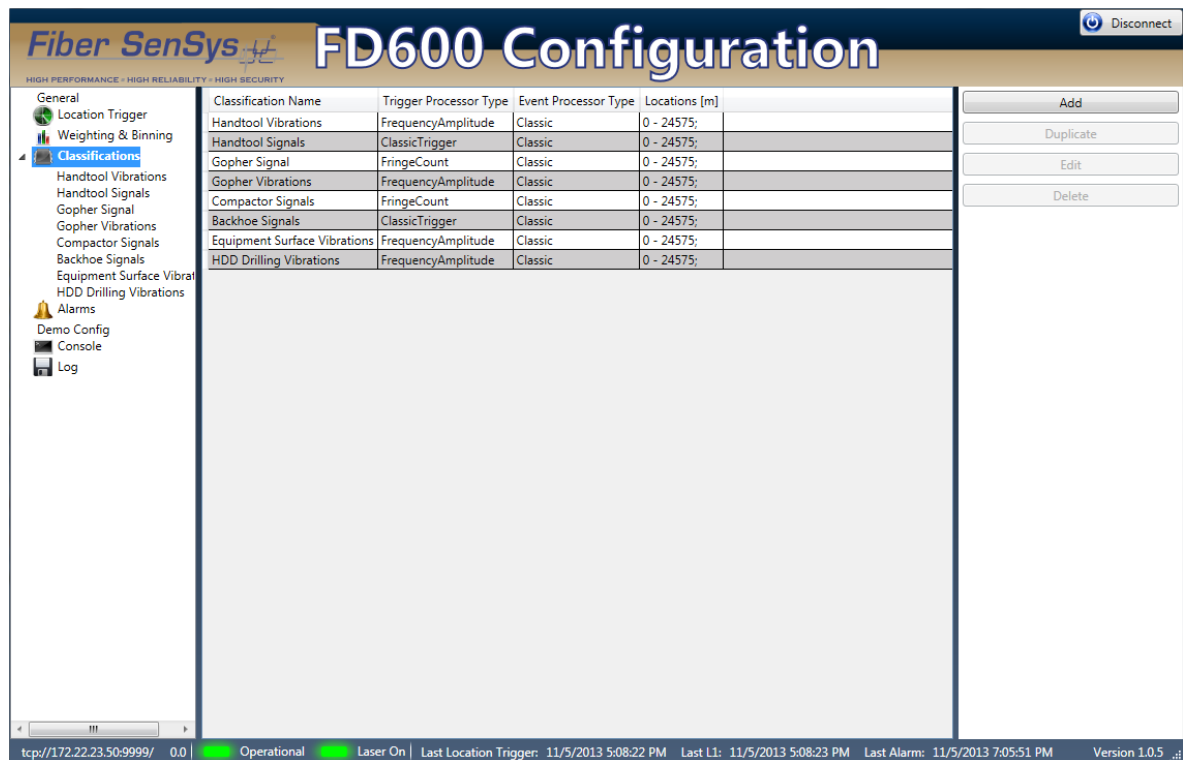


Рисунок 2.12 - Конфігурація програмного забезпечення RAYSENSE – Сторінка «Класифікації»

Класифікації - це процесори сигналів, які можна налаштовувати. Вони створюють тригери, коли виявлено конкретний тип сигналу вторгнення. Правильне налаштування цих класифікацій дозволяє RaySense виявляти витoki, ігноруючи незагрозливі випадки та перешкоди.

Класифікації це підмножина уніфікованих алгоритмів RaySense, яку описано в наступному розділі, «Уніфіковані алгоритми RaySense».

Система RaySense постачається з налаштуваннями за замовчуванням та задалегідь визначеними класифікаціями. Список класифікацій має коригувати, налаштовувати і перевіряти кваліфікований фахівець під час введення в експлуатацію.

Натискання на «Сигнали тривоги» (Alarms) в панелі навігації (зліва) відкриває сторінку «Сигнали тривоги», як показано на рис.2.13.



Рисунок 2.13 - Конфігурація програмного забезпечення RAYSENSE – Сторінка «Сигнали тривоги»

Ця сторінка дозволяє програмувати аварійні сигнали, сигнали тривоги та попередження для системи. Аварійні сигнали та попередження - це логічні послідовні з'єднання класифікацій. Сигнали тривоги/попередження створюються залежно від типів очікуваних загроз. Сигнали тривоги/попередження мають встановлюватися, випробовуватися і налаштовуватися кваліфікованим фахівцем під час введення в експлуатацію.

Аварійні сигнали та попередження - це підмножина архітектури Уніфікованих алгоритмів RaySense, яку описано в наступному розділі, «Уніфіковані алгоритми RaySense».

Система RaySense постачається з налаштуваннями за замовчуванням та заздалегідь визначеними аварійними сигналами та попередженнями. Список сигналів тривоги/попереджень має коригувати, налаштовувати і перевіряти кваліфікований фахівець під час введення в експлуатацію.

Складний новий набір алгоритмів виявлення і класифікації (Уніфіковані алгоритми) було додано до системи RaySense. Вони використовують ефективну обробку сигналів та складний статистичний аналіз даних.

Уніфіковані алгоритми RaySense забезпечують революційний підхід до автоматизованої обробки сигналів в режимі реального часу за допомогою багатопараметричних, хронологічних, частотних та геолокаційних алгоритмів виявлення, побудованих навколо інтелектуальної платформи розпізнавання шаблонів та структур. Отже, система RaySense досягає високої ймовірності виявлення та має низький рівень помилкових аварійних та попереджувальних сигналів.

Long RaySense - це інтерферометричний датчик далекого контролю, який ідентифікує характеристики вібрацій потенційних порушників та визначає їхні позиції. Продуктивність системи тісно пов'язана з чутливістю і пропускнуою здатністю елементів апаратного/вбудованого ПО, а також аналітичними можливостями алгоритмів, які аналізують сигнал датчика і визначають місця перебування і природу вторгнень; даний розділ описує високорівневу структуру цих алгоритмів.

Уніфіковані алгоритми RaySense (УА/UA) - це структурований, багаторівневий підхід до класифікації подій, сигналів небезпеки та попереджень, що складається з алгоритмів, які розглядають постановочні дані послідовно, застосовуючи параметри та алгоритми, визначені користувачем, які максимізують

ймовірність виявлення (ЙВ/PD) за одночасної мінімізації відсотку помилкових сигналів тривоги (ПСТ/NAR).

Такий багаторівневий підхід має чотири типи процесорів:

1. Тригер.
2. Подія.
3. Класифікація.
4. Тривога.

Кожен тип процесора має вхідні дані, застосовує логічні правила до цих даних, а потім виводить дані. Тригерні процесори використовують вихідні дані датчиків як вхідні, а потім вихідні дані використовуються процесорами подій. Процесори подій виводять дані для класифікаційних процесорів, які передають дані до процесорів сигналів тривоги.

Тригерні процесори забезпечують графічний інтерфейс користувача (ГІК/GUI), який допоможе користувачам обрати відповідні параметри налаштування. Користувачі можуть обрати один з чотирьох типів тригерних процесорів: два використовують дані часової полоси, а ще два використовують дані частотної області.

Ці тригерні процесори генерують вихід відповідно до користувацьких умов. Наприклад, користувач може визначити налаштування параметрів тригерного процесора, який виводить дані, коли трапляється певна кількість смуг в діапазоні частот, вказаному користувачем. Або вони можуть обрати тригерний процесор, який виводить дані, коли спектр частотної області перевищує певний поріг, у межах певного діапазону частот.

Дивись рисунок 2.14 з прикладами двох типів тригерів.

Верхня частина рисунка: процесор підрахунку інференційних смуг.

Нижня частина рисунка: процесор діапазону частот на основі порогового рівня

					КВРКІ 190107.01.19.06 ПЗ	Арк. 36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

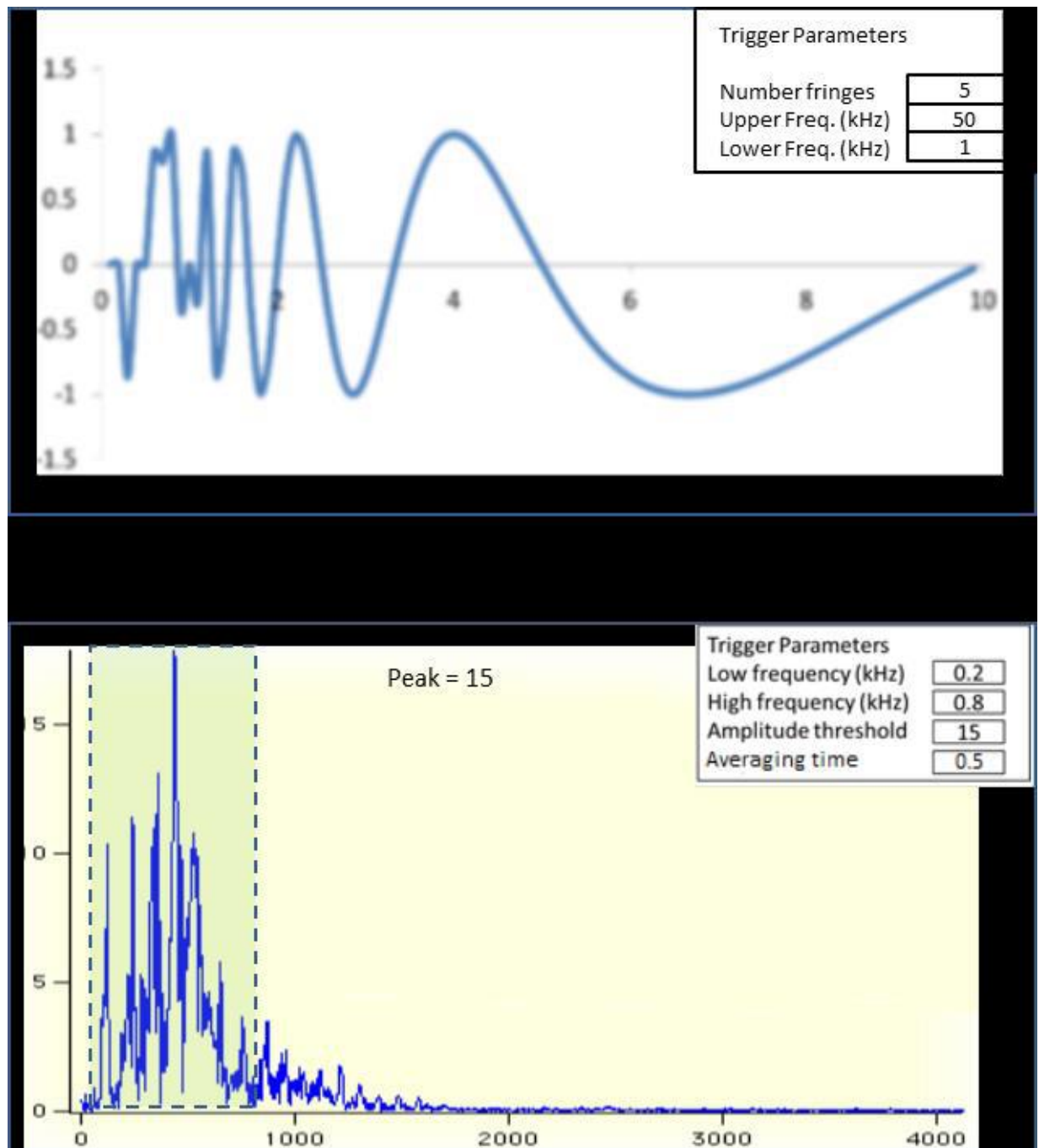


Рисунок 2.14 - Приклади двох тригерних процесорів.

Дані тригерного процесора аналізуються за допомогою процесорів подій. Є два типи процесорів подій – ті, які розглядають закономірності у поодиноких виходах з тригерних процесорів, та ті, які розглядають схеми груп виходів з тригерних процесорів. На рис.2.15 показано схематичне зображення процесора подій, який розглядає окремі виходи з тригерних процесорів. Цей процесор подій може використовуватися, наприклад, для виявлення людини, яка копає лопатою

чи працює киркою. Програмуючи це процесор подій, користувач може вказати тригерний процесор підрахування інтерференційних смуг, а потім встановити значення маски часу на 0,5 секунд, значення вікна – на 3 секунди, та встановити рахунок на чотири або п'ять. Якщо процесор подій налаштовано таким чином, людина, яка копає безпосередньо біля датчика, буде помічена після четвертого або п'ятого удару по землі.

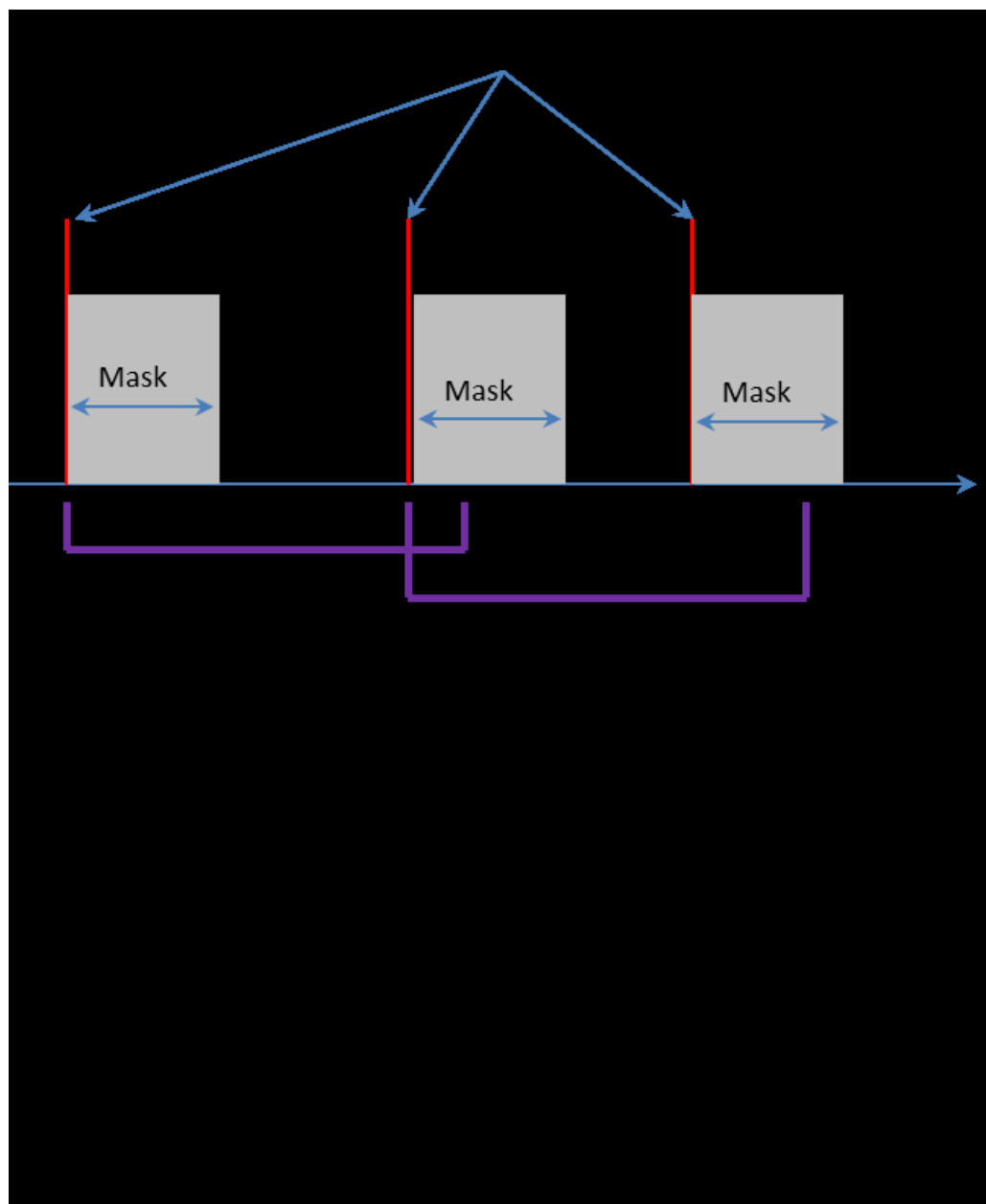


Рисунок 2.15 - Процесор подій, який шукає схеми поодиноких виходів з тригерного процесора

Класифікаційні процесори використовують вихідні дані процесорів подій на додаток до місця, щоб забезпечити класифікацію порушників, як показано на рис.2.16. Класифікаційні процесори також зважають на час вихідних даних для того, щоб сигнальні дані, що використовуються в класифікації, збігалися у часі.

В інтерфейсі користувача класифікаційного процесора оператор визначає наступне:

1. Назва класифікаційного процесора
2. Діапазон розташування для класифікаційного процесора
3. Процесор подій
 - а. Це процесор подій, що використовується класифікаційним процесором.
4. Тригерний процесор
 - а. Це тригерний процесор, що використовується процесором подій, що використовується класифікаційним процесором

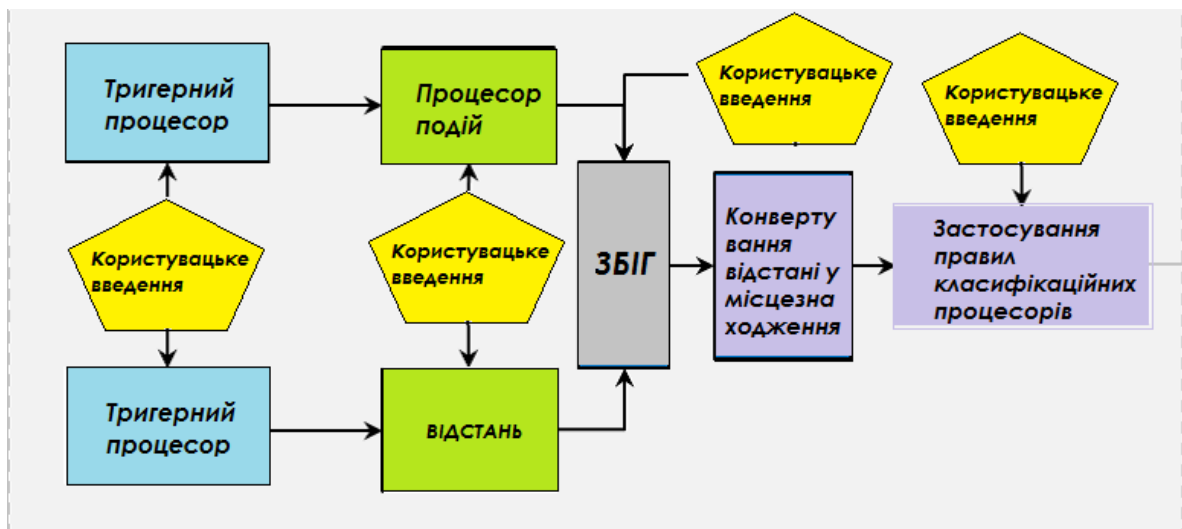


Рисунок 2.16 - Класифікаційні процесори використовують інформацію з тригерних процесорів, процесорів розташування і процесорів подій для того, щоб надати класифікацію

Користувач може визначити (практично) необмежену кількість класифікаційних процесорів, кожен з яких матиме власні тригерні процесори та

процесори подій і відповідатиме за власні діапазони розташування. Можливість визначення місця розташування має значення, тому що часто параметри потребують налаштування для урахування особливостей місцевості та ґрунтових умов. Різні класифікаційні процесори також цілком незалежні. Це означає, що декілька класифікаційних процесорів можуть використовувати один основний тригер або процесори подій, з або без різних параметрів, налаштованих користувачем; користувач має повну гнучкість щодо побудови кожного класифікаційного процесора.

Спрацювання тригера відбувається дуже швидко. Протягом декількох десятків мілісекунд БОСТ RaySense «дізнається», що відбулася якась подія чи помічено певний рух.

Завдання класифікації подій займає більше часу. Залежно від того, як користувач програмує різні класифікаційні процесори, може знадобитися 15 секунд чи більше, щоб розібратися в запрограмованих класифікаціях і визначити (наприклад), що порушник це людина, яка копає лопатою, а це вантажівка, що перетинає міст неподалік. Це частина розпізнавання образів та структур архітектури.

Процесор сповіщення тривоги додає ще один рівень гнучкості та контролю, дозволяючи користувачам визначити умови, які призводять до появи сигналу тривоги або просто попередження. Сигнали тривоги та попередження можливі за умови випадкового збігу класифікаційних процесорів, що визначаються користувачем і відносин, які існують між цими процесорами. Наприклад, користувач може визначити процесор сигналу тривоги, який генерує попередження, якщо два класифікаційних процесори виявляють загрозу, але генерує сигнал тривоги, якщо ці ж два класифікаційних процесори, а також третій процесор, виявлять загрозу. Рисунок 2.17 показує процес в схематичній формі, а рис.2.18 ілюструє макет користувальницького інтерфейсу RAYSENSE RaySense, що показує екран в процесі створення/налаштування класифікаційного процесора.

					КВРКІ 190107.01.19.06 ПЗ	Арк. 40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

має ймовірність виявлення об'єктів на рівні 98% і ймовірність генерації помилкової тривоги на рівні 10% на тиждень. Індивідуально, кожен класифікатор має занадто великий рівень помилкових тривог. Однак, за допомогою АІ ми можемо програмно створити систему сигналів тривоги, яка використовує обидва класифікатори у логічній конфігурації "AND". В цій конфігурації сигнал тривоги буде генеруватися тільки в разі, якщо обидва класифікатори одночасно генерують сигнал тривоги.

Ймовірність виявлення для системи сигналів тривоги є добутком ймовірностей виявлення для обох класифікаторів: $0,98 * 0,98 = 0,96$, або 96%. Це достатньо висока ймовірність виявлення. Ймовірність того, що система сигналів тривоги генерує помилкову тривогу, становить $0,1 * 0,1 = 0,01$, або 1%. Отже, хоча рівень ймовірності виявлення в системі сигналів тривоги відрізняється лише на 2% від будь-якого з окремих класифікаторів, комбінований рівень помилкових тривог зменшується у 10 разів. Таким чином, застосування АІ для комбінування результатів класифікації дозволяє підвищити ефективність системи, зменшити помилкові тривоги та підвищити рівень виявлення об'єктів.

Для підвищення ефективності можна використовувати додаткові процесори перевірки та класифікації. Наприклад, розглянемо ситуацію, коли ділянка трубопроводу часто руйнується. Третій процесор класифікації можна налаштувати на виявлення випадкових імпульсів. Цей процесор класифікації можна інтегрувати в систему сигналізації, використовуючи логічне НЕ для ділянок, де часто трапляються руйнування. Таким чином, якщо перші два процесори класифікації виявлять порушення, але ділянка не пов'язана з зоною обвалу, система сигналізації згенерує тривогу. Однак для зони просідання тривога спрацьовує, якщо перші два процесори класифікації виявляють порушення, а процесор класифікації, призначений для виявлення просідання, не спрацьовує. Таким чином, додаткові процесори класифікації та логічні конфігурації можуть бути використані для вдосконалення системи сигналізації та більш точного

					КВРКІ 190107.01.19.06 ПЗ	Арк. 42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виявлення порушень на трубопроводі. Це забезпечує більш надійну та безпечну роботу системи та зменшує ймовірність хибних тривог.

Алгоритми частотної області форми сигналу є дуже корисними інструментами. Щоб краще зрозуміти, як вони працюють, розглянемо наступний приклад. Припустімо, що ви намагаєтеся визначити напрямок буріння і розробили процесор класифікації, який використовує алгоритм запуску за кількістю смуг. Однак ви помічаєте, що це виявлення не є послідовним, оскільки напрямок буріння рідко створює смугу, що перевищує (або наближається) до 2π радіанної деформації волоконно-оптичного датчика. Однак алгоритми формування сигналу в частотній області є більш чутливими, оскільки вони не покладаються на цей поріг 2π . Крім того, частотні алгоритми сигналізації можуть вибірково спрацьовувати на основі акустичної енергії в певному частотному діапазоні. Під час обертання горизонтальної бурової установки вона намагається генерувати акустичні сигнали в передбачуваному діапазоні частот. Тому, якщо система виявляє акустичну енергію, характерну для обладнання для горизонтально-направленого буріння, в певному частотному діапазоні вище визначеного користувачем порогу, тригери генерації сигналів в частотній області можуть бути використані для сигналізації про вторгнення. Таким чином, алгоритми генерації сигналів у частотній області дозволяють ефективно виявляти та аналізувати акустичну енергію, що генерується під час горизонтально-направленого буріння. Це покращує якість і безпеку процесу буріння завдяки підвищенню чутливості і точності виявлення.

Алгоритми класифікації, які використовують тригери для генерації сигналів у частотній області, мають важливу особливість - високу здатність виявляти сигнали, що виникають від типових джерел хибних тривог. Такі події часто пов'язані з ефектами широкого характеру, як показано на рисунку 2.19. Таким чином, алгоритми сигналізації в частотній області ідеально підходять для виявлення таких загроз, як спрямоване буріння.

					КВРКІ 190107.01.19.06 ПЗ	Арк. 43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ці алгоритми можуть розрізнити справжні і хибні сигнали на основі характеристик частотного спектра. Вони демонструють високу чутливість у широкому діапазоні частот, що відповідає типовим ефектам спрямованого буріння. Ця особливість дозволяє ефективно виявляти цільові сигнали і відокремлювати їх від шуму і спотворень.

Використання алгоритмів обробки сигналів у частотній області забезпечує надійне виявлення загроз і підвищує безпеку та ефективність процесу похило-скерованого буріння. Ці алгоритми є потужним інструментом для реалізації високопродуктивних систем моніторингу та управління, спрямованих на запобігання потенційним аварійним ситуаціям і захист ресурсів.

В результаті, практична і настроювана комбінація аналітичних інструментів, таких як алгоритми запуску в частотній області з тригерними процесорами, процесорами подій, процесорами класифікації і процесорами тривоги, може значно підвищити загальний рівень точності виявлення тривоги і ймовірність їхнього виявлення. Інтегруючи ці інструменти в чудовий користувацький інтерфейс і використовуючи уніфіковані алгоритми, RaySense може досягти показників виявлення хибних тривоги і запобігання хибним тривогам, які відповідають світовим стандартам.

Таке поєднання різних інструментів аналізу створює надійну та ефективну систему, яка може ефективно виявляти тривоги та швидко реагувати на них. Алгоритми частотного аналізу можна використовувати для виявлення характерних сигналів, які можуть бути пов'язані з потенційними несправностями. Це дає змогу виявити потенційні проблеми системи та вжити заходів до того, як вони стануть критичними.

Система використовує різні типи процесорів, такі як тригерні процесори, процесори подій, процесори класифікації та процесори тривоги, щоб забезпечити точну і швидку реакцію на виявлені сигнали. Тригерні процесори фіксують і обробляють сигнали в режимі реального часу і запускають відповідні

контрзаходи. Процесори подій реагують на конкретні події і можуть запускати тривоги, коли це необхідно.

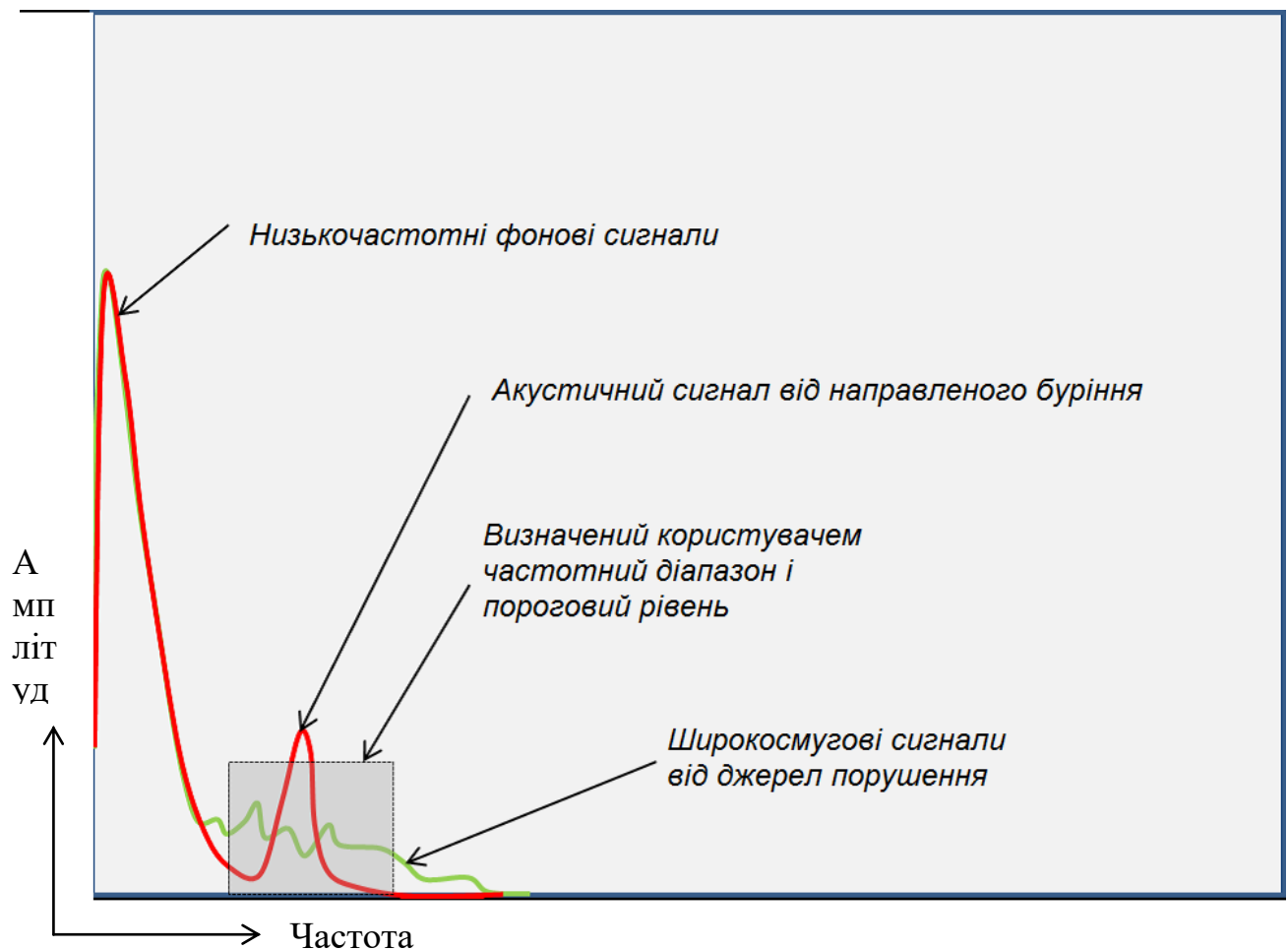


Рисунок 2.19 - Алгоритм запуску частотної області використовується для виявлення і класифікації установок горизонтально-направленого буріння

Процесори класифікації аналізують вхідні дані, щоб визначити, чи належать вони до певного класу, і допомагають виявити аномалії. Процесори тривоги активуються при виявленні певного сигналу та ініціюють відповідні дії для негайного реагування.

Таке комплексне використання інструментів аналізу та процесорів у системах моніторингу знижує ризик хибних тривог і забезпечує швидке та точне реагування на потенційні проблеми.

Система також пропонує інтуїтивно зрозумілий і зручний для користувача інтерфейс, який спрощує процес конфігурації та управління. Завдяки цьому,

навіть користувачі з обмеженим досвідом з легкістю зможуть налаштувати систему та керувати нею.

RaySense використовує уніфіковані алгоритми, які гарантують цілісність системи та високу ефективність, незалежно від умов та типів використовуваних датчиків. Це означає, що система буде надійно функціонувати і забезпечувати надійне виявлення та попередження надзвичайних ситуацій, незалежно від специфічних умов роботи.

Одна з головних переваг системи RaySense полягає в тому, що вона відповідає найвищим міжнародним стандартам у сфері виявлення та попередження надзвичайних ситуацій. Це підтверджує, що система є надійною, безпечною і відповідає найвимогливішим нормам і вимогам в цій галузі. Застосування RaySense дозволяє впевнено працювати з важливими завданнями в сфері безпеки та реагувати на потенційні небезпеки з високою ефективністю.

2.4 Висновки

У межах розділу 2 проведено детальне визначення апаратних і програмних підсистем програмно-технічного засобу. Дослідники аналізували складові частини програмно-технічного засобу і визначили, які апаратні та програмні компоненти використовуються для його функціонування. Це дозволяє зрозуміти, які ресурси потрібні для роботи програмно-технічного засобу та як вони взаємодіють між собою.

Описуючи зовнішні функції програмно-технічного засобу, дослідники визначили, які операції та можливості надає цей засіб користувачу або іншим системам. Це може включати взаємодію з іншими програмами, обробку вхідних даних, виведення результатів та інші важливі функції, які виконує програмно-технічний засіб.

У дослідженні також було визначено способи взаємодії між підсистемами програмно-технічного засобу. Це включає аналіз комунікаційних каналів,

					КвРКІ 190107.01.19.06 ПЗ	Арк. 46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

протоколів передачі даних та інших засобів обміну інформацією між підсистемами. Встановлення ефективних способів взаємодії допомагає забезпечити правильну передачу даних та оптимізувати роботу програмно-технічного засобу.

Функціональне призначення основних модулів та інформаційних ресурсів програмно-технічного засобу було детально описано в дослідженні. Дослідники проаналізували, які завдання виконують ці модулі та ресурси, як вони взаємодіють між собою та які дані обмінюються між ними. Це дозволяє отримати чітку картину функціональної структури програмно-технічного засобу і зрозуміти, як він працює.

					КВРКІ 190107.01.19.06 ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ПРОГРАМНО-АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ КІБЕРФІЗИЧНОЇ СИСТЕМИ АДАПТИВНОГО ЗАСТОСУВАННЯ МОНІТОРИНГОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ РОЗВІДУВАЛЬНОГО БПЛА

3.1 Опис реалізації модулів апаратного та програмного забезпечення програмно-технічного засобу

Програмне забезпечення є ефективним інструментом для управління RaySense, формування та коригування завдань, а також отримання та аналізу даних від програмно-технічного засобу і його навантаження. Деякі переваги програмного забезпечення для RaySense систем включають:

- Інтуїтивно зрозумілий та зручний інтерфейс користувача.
- Встановлення програмного забезпечення на робочих станціях операторів.
- Функції програмного забезпечення включають побудову й моделювання місцевості, моніторинг стану засобу, взаємодію з апаратурою та навантаженням, відображення даних телеметрії та багато іншого.
- Кінцева обробка даних та налаштування користувача.

Засоби розробки програмного забезпечення є спеціальними системами програмування, які надають програмістам необхідні інструменти для автоматичної генерації машинного коду. Вони дозволяють розробляти програми на різних мовах програмування і використовуються професіоналами в галузі програмування для створення програм, які виконують різноманітні завдання і функції. Застосування програмного забезпечення в системі RaySense сприяє покращенню управління, збільшенню продуктивності та забезпечує операторам зручні та потужні інструменти для досягнення своїх цілей.

VisualStudio використовується для розробки кіберфізичних систем, які освітлюють лінійно витягнуті області простору. Цей програмний інструментарій, розроблений компанією Microsoft, є потужним середовищем розробки додатків з широким спектром можливостей. Visual Studio пропонує розробникам широкий спектр можливостей для створення різних типів програмних продуктів.

					КВРКІ 190107.01.19.06 ПЗ	Арк. 48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Наприклад, можна розробляти консольні додатки, які взаємодіють з користувачами через командний рядок. Крім того, Visual Studio також підтримує розробку GUI-додатків, забезпечуючи зручний спосіб взаємодії з користувачами за допомогою кнопок, меню, форм та інших елементів. Середовище також дозволяє створювати веб-додатки, які запускаються у веб-браузері і надають функціональність через веб-інтерфейс.

Використання Visual Studio в процесі розробки кіберфізичної системи дозволяє розробникам ефективно використовувати інструменти розробки, що надаються цим середовищем, такі як редактори автозавершення коду, відладчики та інструменти рефакторингу коду. Це підвищує ефективність розробки та уможливорює швидке створення високоякісних програмних рішень.

Враховуючи широкі функціональні можливості Visual Studio та зручний інтерфейс, це середовище є фундаментальним інструментом для розробки кіберфізичної системи, надаючи розробникам всі необхідні інструменти для створення надійних та інноваційних додатків.

Visual Studio надає можливість розробляти програми для різних платформ, включаючи мобільну Windows, настільні комп'ютери та експериментальні середовища, такі як Microsoft HoloLens. Це означає, що розробники можуть створювати додатки, оптимізовані для конкретних платформ і пристроїв, щоб забезпечити найкращу продуктивність і зручність для користувачів.

Окрім платформи Windows, Visual Studio також підтримує розробку додатків для пристроїв iOS, надаючи більше можливостей для розробників, зацікавлених у популярній мобільній платформі Apple. Visual Studio також має можливість створювати веб-додатки, які працюють у хмарі. Це дає розробникам зручний спосіб створювати і розгортати додатки, які використовують хмарні сервіси для зберігання даних і виконання обчислень.

Одним з основних інструментів Visual Studio є редактор коду, який підтримує автозавершення та рефакторинг коду. Це дозволяє розробникам писати

					КВРКІ 190107.01.19.06 ПЗ	Арк. 49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

програмний код швидше і з меншою кількістю помилок, що полегшує внесення змін і поліпшень як під час розробки, так і після випуску продукту.

Visual Studio також має інші важливі інструменти, які полегшують розробку програмного забезпечення. Наприклад, є конструктор форм для створення графічних інтерфейсів, який дозволяє візуально створювати і налаштовувати розташування елементів у вашому додатку. Також є конструктор класів, який допомагає створювати і редагувати класи та їх залежності, і діаграма бази даних для візуального моделювання структури і взаємозв'язків між таблицями бази даних.

Завдяки цим засобам Visual Studio надає розробникам потужний набір інструментів для спрощення процесу розробки додатків і створення функціональних, ефективних і зручних для користувача додатків для різних платформ і пристроїв.

Visual Studio підтримує різні мови програмування, такі як Visual C#, Visual Basic, Visual F#, Visual C++, Python і багато інших. Це означає, що розробники можуть вибрати мову програмування, яка найкраще відповідає їх потребам та впевненості, і розробляти програмні продукти на основі цих мов. Воно також надає інструменти для розробки програмних продуктів для різних платформ, включаючи Android та iOS. Щоб розширити можливості середовища Visual Studio, можна підключити додаткову функціональність, яка кодується у вигляді VSPackage. Це дозволяє розробникам використовувати додаткові інструменти, бібліотеки та функції, які розширюють функціональність Visual Studio залежно від їх потреб.

Visual Studio також надає різноманітні сервіси для полегшення роботи з проектами та рішеннями. Ці сервіси включають перелік проектів та рішень, керування вікнами та функціональністю користувацького інтерфейсу, а також можливість реєстрації VSPackages.

Усі ці служби взаємодіють та координуються між собою завдяки інтегрованій середовищу розробки (IDE) Visual Studio. Інтерфейс розробки Visual

					КВРКІ 190107.01.19.06 ПЗ	Арк. 50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Studio використовує COM (Component Object Model) для доступу до VSPackages, що забезпечує їх взаємодію та розширення функціональності. Крім того, розробники можуть створювати власні пакети, щоб розширити можливості Visual Studio та відповідати своїм унікальним потребам.

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.

3.2 Опис процесу створення баз даних.

На основі створеної фізичної моделі генеруємо базу даних в MS SQL Server 2008(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. Отримуємо згенеровану базу даних в середовищі MS SQL Server 2008. Вигляд схеми даних наведений нижче на рисунку 3.1.

					КВРКІ 190107.01.19.06 ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

чином, пристрої системи кіберфізичного моніторингу виконують функцію збору та аналізу даних, а оператор приймає рішення на основі цих даних, сприяючи ефективній роботі системи та оптимізації процесу управління.

Для того, щоб своєчасно реагувати на мінливі обставини і надавати інформацію іншим користувачам з обмеженим доступом, використовується комплексний підхід, наприклад, отримання інформації від інших установ через інтернет-ресурси, узагальнення, створення архівів і створення міжвідомчих морських центрів. Нижче наведені деякі з найбільш поширених підходів.

Інтернет-ресурси можна використовувати для отримання необхідної інформації від різних організацій, забезпечуючи при цьому актуальність і повноту даних. Зібрана інформація узагальнюється для отримання повної картини ситуації. Отримані дані зберігаються в архіві для подальшого доступу та використання.

Основною метою міжвідомчого морського центру є забезпечення централізованого доступу до інформації та обмін інформацією між різними міністерствами. Центр діє як центральний вузол, де інформація збирається, обробляється і розподіляється відповідно до визначених прав доступу. Це забезпечує своєчасне та ефективне надання необхідної інформації, врахування потреб різних користувачів, а також безпеку та конфіденційність даних.

Створення системи моніторингу дасть можливість:

- отримання оперативної інформації про обстановку на лінійно-протяжних ділянках у майже реальному часі. Це дозволить операторам швидко отримувати актуальні дані про події та зміни, що відбуваються у моніторингових зонах. Часова близькість до реального масштабу дозволить приймати швидкі та обґрунтовані рішення;
- забезпечення оперативного забезпечення оборони кордону, пунктів базування ЗС України, місць стоянки військової техніки та районів видобутку корисних копалин. Система моніторингу надасть можливість вчасно виявляти

загрози, незаконні перетини кордону або небажані події військового характеру, що дозволить оперативно реагувати та забезпечувати безпеку військових об'єктів;

- посилення охорони державного кордону України. Завдяки системі моніторингу буде забезпечено постійний контроль над кордоною смугою та вчасне виявлення порушень. Це сприятиме запобіганню незаконним перетинам, контрабанді та іншим порушенням кордону;

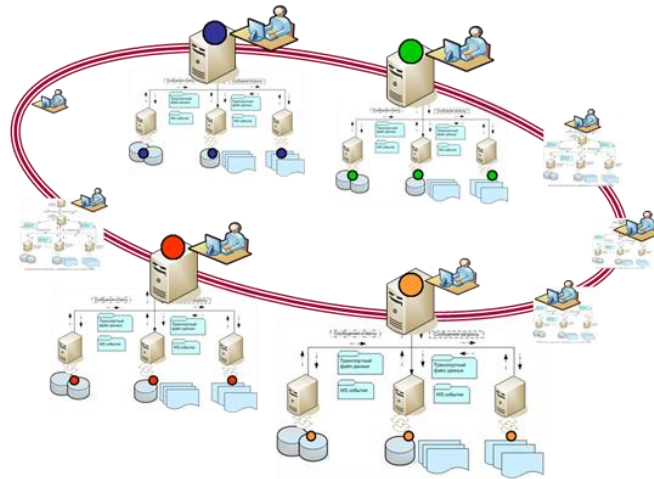
- моніторинг наземної обстановки та виявлення аномальних явищ та техногенних катастроф. Система моніторингу дозволить операторам відстежувати стан навколишнього середовища, виявляти небезпечні ситуації та приймати відповідні заходи для запобігання екологічним катастрофам;

- координація проведення пошуково-рятувальних операцій. За допомогою системи моніторингу будуть забезпечені точні координати подій та швидкий доступ до інформації про потенційно небезпечні області.

Схематично систему та її функціонування зображено на рисунку 3.2.

					КВРКІ 190107.01.19.06 ПЗ	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Наскрізна схема функціонування ЄССА



Метадані

- ✓ Збір і завантаження
- ✓ Синхронізація між вузлами
- ✓ Консолідація

Обмін даними

- ✓ Повідомлення з події
- ✓ Уніфікація даних у загальний формат
- ✓ Доставка даних у задану точку

Обробка даних

- ✓ Злиття, агрегація і розрахунки
- ✓ Подання Карта-Графік-Таблиця і публікація
- ✓ ГІС-подання та публікація

Обслуговування

- ✓ Єдина політика доступу до ресурсів
- ✓ Доступ до будь-яких ресурсів через будь-який портал
- ✓ Довідкові, інформаційні та прикладні послуги

Рисунок 3.2 - Система висвітлення даних з моніторингу ділянки

Портал ЄССА є центральним входом до системи, який надає обслуговування користувачів шляхом надання інформації і підтримки автоматизованих робочих місць (АРМ) для користувачів та технологічних АРМ. Також він включає підсистему адміністрування і керування користувачами.

Головними функціями порталу є:

- забезпечення доступу до інформації про системи спостережень, метаданих, додатків та інших інформаційних ресурсів;
- надання можливості користувачам шукати дані за географічним, часовим і іншими критеріями, візуалізувати їх і копіювати на свій комп'ютер у режимі "запит-відповідь";
- передача інформації користувачам шляхом надсилання посилань на отримані ресурси, наприклад, повідомлення про надходження штормових попереджень.

На основі розробленої функціональної схеми та вибору функціональних блоків пропонується наступна електрична принципова схема основних електронних елементів на рисунку 3.3 нижче.

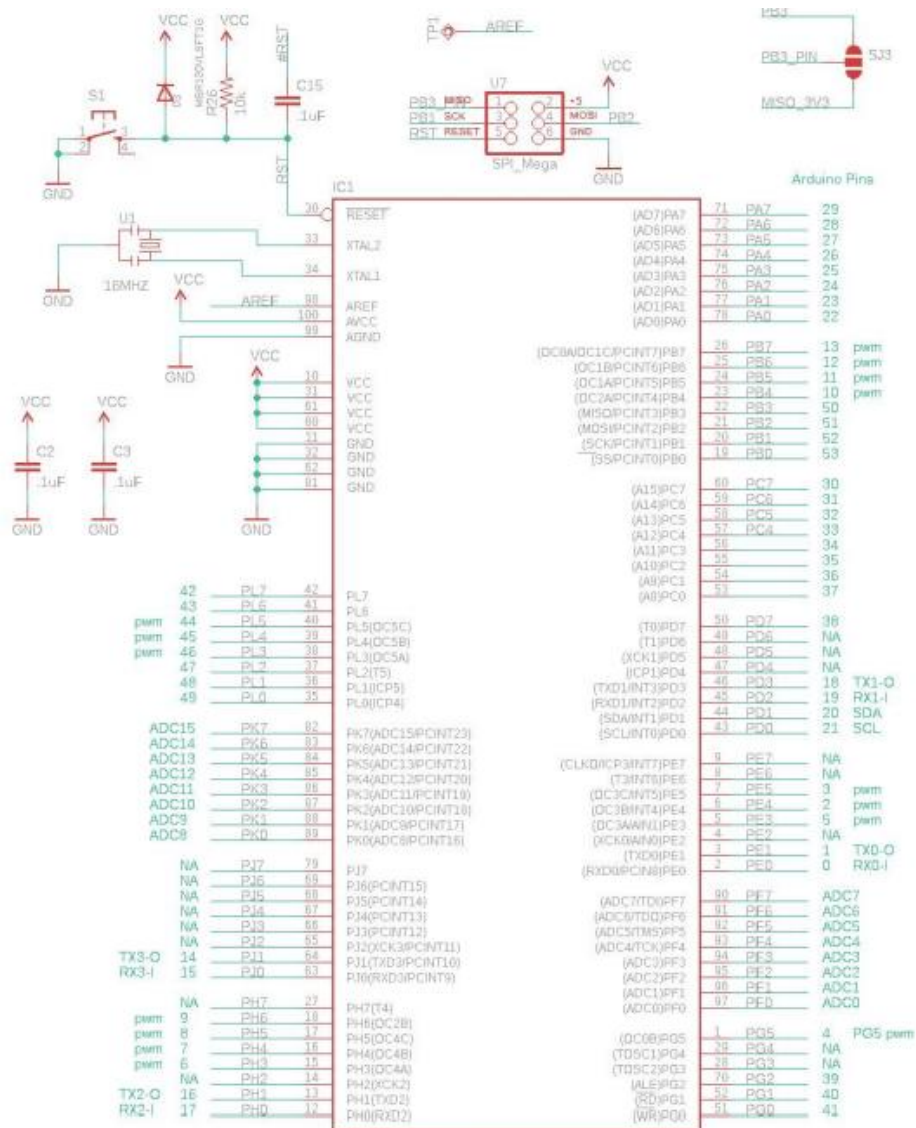


Рисунок 3.3 - Схема електрична принципова основного контролера, його підключень та обв'язки.

3.4 Опис реалізації людино-машинного інтерфейсу

Людино-машинні інтерфейси (ЛМІ) включають в себе широкий спектр інструментів і технологій, які забезпечують взаємодію між користувачами і комп'ютерними системами. Основна мета ЛМІ - забезпечити просту, ефективну і природну взаємодію.

ЛМІ фокусується на створенні інтуїтивно зрозумілих, простих у використанні інтерфейсів, які дозволяють користувачам ефективно взаємодіяти зі складними технологіями. Сюди входять графічні інтерфейси користувача, віртуальні помічники, голосові команди, управління жестами та інші інструменти введення, які дозволяють людям комфортно взаємодіяти з комп'ютерними системами.

Важливим аспектом ЛМІ є забезпечення відповідності фізичним і когнітивним здібностям людини. Інтерфейси повинні бути орієнтовані на те, як людина сприймає і обробляє інформацію, щоб максимізувати комфорт і продуктивність взаємодії. Крім того, досягнення в галузі штучного інтелекту, машинного навчання і технологій розпізнавання мови відкривають нові можливості для ЛМІ. Наприклад, системи розпізнавання мови можуть перетворювати голосові команди користувача на реальні кроки, а віртуальні помічники можуть надавати персоналізовану інформацію та підтримку.

Все це сприяє створенню зручних інтерфейсів, які гарантують відповідну та ефективну взаємодію між людиною та комп'ютерними системами. Такі інтерфейси допомагають зменшити навантаження на користувача, спрощують процес використання технологій і забезпечують більш природний і приємний користувацький досвід.

Графічний інтерфейс користувача (GUI) є одним з основних підходів до реалізації людино-машинного інтерфейсу (ЛМІ). Цей інтерфейс забезпечує візуальне представлення інформації і дозволяє користувачеві взаємодіяти з комп'ютерною системою за допомогою різних елементів керування, таких як кнопки, прапорці та смуги прокрутки. Це створює зручний та інтуїтивно зрозумілий спосіб взаємодії з різними функціями системи. Графічні інтерфейси використовуються для створення візуально привабливого інтерфейсу, який робить систему легкою для розуміння і навігації. Користувачі можуть легко виконувати такі дії, як натискання кнопок, вибір пунктів меню або перетягування об'єктів за допомогою різних пристроїв введення, таких як миша, клавіатура або сенсорний

екран. Графічні інтерфейси забезпечують інтерактивність і спрощують використання складних функцій. Важлива інформація відображається у вигляді графічних елементів, що відповідають реальним об'єктам або абстрактним поняттям. Це дозволяє користувачам швидко орієнтуватися в системі і легко виконувати необхідні дії.

Крім того, графічний інтерфейс дозволяє користувачам створювати інтуїтивно зрозумілі дизайни, які враховують стандарти і прийняті уявлення про взаємодію з інтерфейсом. Це скорочує час, необхідний для навчання користувачів, і дозволяє їм комфортно користуватися системою.

Загалом, графічні інтерфейси користувача є потужним інструментом, який спрощує взаємодію між користувачем і комп'ютерною системою та забезпечує зручність, ефективність і доступність під час використання.

Останніми роками з'явилися нові технології в галузі ЛМІ, які відкривають широкі можливості для розширення способів взаємодії. Одним з інноваційних підходів є голосові інтерфейси, які дозволяють користувачам спілкуватися з системами за допомогою голосових команд. Використовуючи технології розпізнавання мови і перетворення тексту в мову, комп'ютери можуть розуміти усні інструкції людини і надавати відповіді у вигляді тексту або голосу.

Мовленнєві інтерфейси відкривають нові перспективи для комфортної та природної взаємодії з комп'ютерними системами. Користувачі можуть легко виконувати завдання, просто промовляючи інструкції або запити. Це особливо корисно в ситуаціях, коли недоцільно або неможливо використовувати руки або зір, наприклад, при керуванні автомобілем або виконанні фізичної роботи. Розпізнавання мови дозволяє комп'ютеру розуміти слова і речення, які ви вимовляєте. Це включає аналіз мовлення, ідентифікацію слів і фраз, розпізнавання та інтерпретацію голосових команд. Таким чином, користувачі можуть висловлювати свої наміри та вимоги і виконувати дії безпосередньо за допомогою мови.

					КВРКІ 190107.01.19.06 ПЗ	Арк.
						58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Крім того, синтез мовлення дозволяє комп'ютерам генерувати мовні відповіді, які можуть бути прочитані комп'ютерами та іншими пристроями. Це дозволяє представляти інформацію користувачеві у вигляді аудіозапису, що особливо корисно для людей з вадами зору або при отриманні усних інструкцій під час роботи.

Мовленнєві інтерфейси використовуються в різноманітних додатках, таких як персональні асистенти, автоматизовані системи управління та автомобільні системи. Мовленнєві інтерфейси розширюють функціональність ЛМІ, надаючи нові способи взаємодії з комп'ютерними системами і роблять використання технологій у повсякденному житті користувачів більш комфортним та ефективним.

Ще одним цікавим прикладом розвитку ЛМІ є сенсорний інтерфейс, який широко використовується в сенсорних пристроях, таких як смартфони та планшети. Ці інтерфейси пропонують користувачам різноманітні способи взаємодії з системою за допомогою дотиків до екрану, жестів або інтеграції з різними датчиками, такими як акселерометри та гіроскопи.

Сенсорні інтерфейси змінили спосіб взаємодії з технологіями. Замість того, щоб використовувати клавіатуру або мишу, користувачі можуть виконувати дії, вибирати елементи і навіть набирати текст, просто торкаючись екрану. Такі жести, як свайп, піднімання і стискання, дозволяють користувачам швидше переміщатися по інтерфейсу і виконувати дії більш швидко і природно.

Крім того, пристрої з сенсорним екраном використовують різні датчики для виявлення руху та орієнтації пристрою. Наприклад, акселерометри визначають прискорення, гіроскопи відстежують обертання, а силові сенсорні датчики реагують на тиск. Ці дані можуть бути використані для виконання різних функцій, таких як автоматичне обертання екрану або ігрові ефекти, що реагують на рухи користувача.

Сенсорні інтерфейси роблять взаємодію з технологіями більш інтуїтивною та наближеною до мови тіла. Користувачі відчувають більший контроль і

присутність у цифровому середовищі, а їх використання стає більш природним і приємним. Сенсорні інтерфейси пропонують нові можливості для творчого самовираження, спілкування та взаємодії з навколишнім світом.

Ще одним унікальним аспектом у реалізації ЛМІ є використання віртуальної реальності (VR) та доповненої реальності (AR). Ці технології дозволяють створювати захоплюючий досвід, де користувачі можуть взаємодіяти з віртуальними об'єктами та середовищами.

У віртуальній реальності (VR) користувачі використовують спеціалізовані пристрої, такі як VR-шоломи або контролери руху, щоб зануритися у повне віртуальне середовище, де вони можуть бачити і сприймати віртуальний світ. Ці пристрої дозволяють користувачам взаємодіяти з віртуальним середовищем, контролювати свої рухи, виконувати дії та відчувати ефект занурення, ніби вони перебувають в іншому світі.

Доповнена реальність (AR) дозволяє накладати віртуальні об'єкти на реальний світ і доповнювати їх за допомогою спеціалізованих пристроїв, таких як смартфони або AR-шоломи. Користувачі можуть бачити віртуальні об'єкти в реальному середовищі і взаємодіяти з ними, наприклад, маніпулюючи ними за допомогою жестів рук або голосових команд. Ця технологія прокладає шлях для багатьох застосувань, від ігор та розважальних програм до освіти, дизайну та медицини.

VR і AR пропонують користувачам новий рівень взаємодії з комп'ютерними системами, дозволяючи їм бачити, чути і відчувати віртуальний контент, який існує поряд з реальним світом. Ці технології створюють безмежні можливості для візуалізації даних, освіти, виробництва та багатьох інших галузей; VR і AR роблять ЛМІ більш захоплюючими та цікавими для користувачів і розширюють їхні можливості взаємодії з цифровим світом.

В загальному, реалізація ЛМІ включає в себе використання різноманітних технологій, що дозволяють користувачам взаємодіяти з комп'ютерною системою зручним і ефективним способом. Цей напрям постійно розвивається, і ми можемо

					КВРКІ 190107.01.19.06 ПЗ	Арк. 60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

очікувати більше інноваційних рішень у майбутньому. У даному випадку застосовується графічний інтерфейс (GUI), оскільки це є зручнішим і менш складним способом взаємодії з програмним забезпеченням.

3.5. Висновки

У межах розділу 3 проведено детальний опис реалізації модулів апаратного та програмного забезпечення програмно-технічного засобу. В цьому описі було розглянуто кожен модуль окремо, включаючи його функціональність, архітектуру та способи взаємодії з іншими модулями системи. Крім того, були розкриті електричні та принципові схеми, які використовуються в програмно-технічному засобі, що дозволяє отримати розуміння процесу його реалізації.

Окрім цього, в рамках розділу 3 було детально описано процес створення баз даних для програмно-технічного засобу. Було розглянуто вимоги до баз даних, проведений аналіз структури і зв'язків даних, а також описано процес моделювання та розробки баз даних. Цей опис допомагає зрозуміти, як дані організовані і зберігаються в системі, що є важливим аспектом її функціонування.

Також у розділі 3 було проведено детальний опис реалізації людинно-машинного інтерфейсу програмно-технічного засобу. Були розглянуті основні функції і можливості інтерфейсу, його дизайн, взаємодія з користувачем та навігаційні можливості. Це дозволяє зрозуміти, як користувачі взаємодіють з системою і як забезпечується зручність та ефективність цієї взаємодії.

					КВРКІ 190107.01.19.06 ПЗ	Арк.
						61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В ході виконання дипломної роботи виконані такі завдання:

1. Проаналізовано системи висвітлення прикордонної обстановки та отримано основні напрямки вдосконалення моніторингової системи.
 2. Розкрито існуючі підходи до обробки просторових даних про прикордонну обстановку.
 3. Досліджено існуючі джерела інформації про прикордонну обстановку та проведено їх класифікацію.
 4. Визначено як саме покращується моніторинг лінійно-протяжних ділянок на кордоні за допомогою оптоволоконних систем.
 5. Проведено моделювання системи обробки даних про обстановку на лінійно-протяжних ділянках простору.
- Як результат, вдосконалено підходи до обробки просторових даних про надводну обстановку в умовах роботи із різними типами джерел інформації та невизначеностями що виникають при цьому.

					КвРКІ 190107.01.19.06 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. ДСТУ 42.28-2:1999. Санітарні норми мікроклімату. [Чинний від 1999-01-01]. Вид. офіц. Київ, 1999. 32 с. (Інформація та документація).
2. Lea, Perry. Internet of Things for Architects: Architecting IoT solutions by implementing sensors, communication infrastructure, edge computing, analytics, and security. Packt Publishing Ltd, 2018.
3. Hassan, Qusay F. Internet of Things A to Z: technologies and applications. John Wiley & Sons, 2018.
4. Gupta, B. B., Quamara, M.. An overview of Internet of Things (IoT): Architectural aspects, challenges, and protocols. Concurrency and Computation: Practice and Experience, 32(21), e4946, 2020.
5. Dey, N., Hassanien, A. E., Bhatt, C., Ashour, A., Satapathy, S. C. (Eds.). Internet of Things and big data analytics toward next-generation intelligence. Berlin:: Springer, 2018.
6. Cheruvu, S., Kumar, A., Smith, N., Wheeler, D. M. Demystifying Internet of Things security: successful iot device/edge and platform security deployment. Springer Nature, 2020, p. 488.
7. Chen, Xiaoming. Massive access for cellular Internet of Things theory and technique. Springer, 2019.
8. Bhattacharjee, S. Practical Industrial Internet of Things security: A practitioner's guide to securing connected industries. Packt Publishing Ltd, 2018.
9. Вацлавська В. С., Vatslavska V. S. Медичні кіберфізичні системи: огляд та сучасні підходи до побудови : master's thesis. 2020. URL: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/34107> (дата звернення: 08.06.2023).
10. Langstraat P., Mazor S. Guide to VHDL. Springer, 2013.
11. Cheng Albert M. K. The Past, Present and Future of Cyber-Physical Systems: A Focus on Models. EECS Department, University of California, Berkeley, CA 94720-1770, USA, 2015. 15 p.

					КВРКІ 190107.01.19.06 ПЗ	Арк. 63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12. Гнатчук Є.Р., Кустовський Р.С. Кіберфізична система діагностування стану здоров'я. *АПКН-2021* : тези доповіді конференції, ХНУ. 2021.

13. Suryn W. Software quality engineering. A practitioner's approach / Suryn W. Publisher: Wiley-IEEE Computer Society Pr, 2014. 208 p.

14. Мельник А. О. Кіберфізичні системи: багаторівнева організація та проектування. Київ : Магнолія 2006, 2020. 238 с.

15. Cyber-Physical Systems / C. Brecher et al. Taylor & Francis Group, 2020. 570 p.

16. Жук Ю.В., Кучерявенко О.С. Кіберфізичні системи: огляд, принципи та виклики. 15-те вид. Харків, 2018.

17. Кіберфізична система. URL: <https://www.wik.ua.nina.az/%D0%9A%D1%96%D0%B1%D0%B5%D1%80%D1%84%D1%96%D0%B7%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0.html> (дата звернення: 13.05.2023).

18. What are cyber-physical systems? URL: <https://www.rmit.edu.au/news/c4de/what-are-cyber-physical-systems#:~:text=Cyber%2Dphysical%20systems%20generally%20combine,communication%2C%20control%20or%20computing3> (дата звернення: 16.05.2023).

19. Air flow monitors. URL: https://www.spluss.de/en/air-quality-and-flow/?gclid=CjwKCAjw-IWkBhBTEiwA2exyO_KC5GLg2vIDTmsqlZFOd9Jma-FQHcGINTZVucsMMcTdvuwFRhCjOhoCH9QQA vD_BwE (дата звернення: 16.05.2023).

20. Мельник А. О. Кіберфізичні системи: багаторівнева організація та проектування. Київ : Магнолія 2006, 2020. 238 с.

21. Cyber-physical systems for environmental monitoring. URL: <https://ts2.space/en/the-potential-of-cyber-physical-systems-for-environmental-monitoring-and-management/> (дата звернення: 18.05.2023).

22. Cyber-physical system for real time urban air quality monitoring. URL: https://www.researchgate.net/publication/345718173_MegaSense_Cyber-

					КВРКІ 190107.01.19.06 ПЗ	Арк. 64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

[Physical System for Real-time Urban Air Quality Monitoring](#) (дата звернення: 23.05.2023).

23. Gerlach G., Oelbner W. Carbon Dioxide Sensing: Fundamentals, Principles, and Applications. 6th ed. Los Angeles, 2019. 422 p.

24. Ambient air monitoring. URL: https://www.ortelium.com/modules?gclid=CjwKCAjw-IWkBhBTEiwA2exyO75scHh6afkNVW2nBAqqR33g5-CMLEiIOSGdeOfgFA5GJPvsPcR39RoCebUQAvD_BwE#sensor-module (дата

звернення: 24.05.2023).

25. Measuring and Mapping Air Quality Using Cyber-physical Systems and Mobile Computing Technologies. URL: <https://www.mdpi.com/1424-8220/20/3/720> (дата звернення: 28.05.2023).

26. Klein M., Rajkumar R., Niz D. d. Cyber-Physical Systems. Pearson Education, Limited, 2016.

27. Li Y. Cyber-Physical Microgrids. Cham : Springer International Publishing, 2022. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-80724-5> (date of access: 29.05.2023).

28. Bresnick J. Data Governance Key to Hospital's Natural Language Query Project. URL: <https://healthitanalytics.com/news/data-governance-key-to-hospitals-natural-language-query-project>. (дата звернення: 15.05.2023).

29. Semwal T., Iqbal F. Cyber-Physical Systems. Boca Raton : CRC Press, 2021. URL: <https://doi.org/10.1201/9781003186380> (date of access: 29.05.2023).

30. Роль кіберфізичних систем у реагуванні на катастрофи та відновленні. URL: <https://ts2.space/uk/%D1%80%D0%BE%D0%BB%D1%8C-%D0%BA%D1%96%D0%B1%D0%B5%D1%80%D1%84%D1%96%D0%B7%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D1%85-%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC-%D1%83-%D1%80%D0%B5%D0%B0%D0%B3%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD/> (дата звернення: 29.05.2023).

					КВРКІ 190107.01.19.06 ПЗ	Арк. 65
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

31. Yick J., Biswanath M., Dipak, G. Wireless sensor network survey: *Comput. Netw*, 2018, 52, 2292–2330. Системи моніторингу якості повітря. URL: <http://chemengine.kpi.ua/article/view/254161> (дата звернення: 04.06.2023).

32. Martinez B., Monton M., Vilajosana I., and Prades J. D. The Power of Models. *Modeling Power Consumption for IoT Devices*. vol. 15, no. 10, pp. 5777–5789, Oct 2015.

33. Martseniuk V.P. Pro model kiber-fizychnoi systemy z atakamy stanu ta vymiriuvan na osnovi stokhastychnykh riznytsevykhrivnian. *Zakhyst informatsii*, 2019, Tom 21. № 1. С. 5–12.

34. IEEE, Standard VHDL Language Reference Manual. Standard 1076-1993, New York, NY: IEEE, 1993.

35. Horvath I., Gerritsen B.H.M. Cyber-Physical Systems. *Concepts, technologies and implementation principles, Proceedings of TMCE 2012* / Eds. by I. Horvath, Z. Rusak, A. Albers, M. Behrendt, 2012. P. 19-36.

36. ПЛМ ПЛІС. Курс лекцій. URL: <http://www.studfiles.ua/preview/5863387/> (дата звернення: 15.05.2023).

37. DE1-SoC: Мануал користувача. URL: https://courses.cs.washington.edu/courses/cse467/15wi/docs/DE1_SoC_User_Manual.pdf (дата звернення 09.05.2021).

38. Romankevich, A.M., Romankevich, V.A. Diagnosis of multiprocessor systems under failure of more than half processors. *Autom Remote Control*, 2017, № 78. С. 1614–1618.

39. What is Cyber Physical System? URL: <https://matics.live/glossary/cyber-physical-system/> (дата звернення: 01.06.2023).

40. Donath U., Schwarz P. VHDL – Teil 2: Anwendungsaspekte (VHDL – Part 2: Application Aspects). *Automatisierungstechnik*, 2002, Vol. 50, no. 10/2002. URL: <https://doi.org/10.1524/auto.2002.50.10.a25> (date of access: 01.06.2023).

41. Hildebrandt P. W. Air Pollution Monitoring. *HortScience*, 1970, Vol. 5, no. 4. P. 243–244. URL: <https://doi.org/10.21273/hortsci.5.4.243> (date of access: 01.06.2023).

					КВРКІ 190107.01.19.06 ПЗ	Арк. 66
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

42. Shi L. Analysis and design of secure cyber-physical systems. *Control Theory and Technology*. 2014. Vol. 12, no. 4. P. 413–414. URL: <https://doi.org/10.1007/s11768-014-4187-7> (date of access: 01.06.2023).

43. Belabbas M. A., Chen X. Optimal sensor design for secure cyber-physical systems. *IFAC-PapersOnLine*, 2019, Vol. 52, no. 20. P. 387–390. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.12.186> (date of access: 01.06.2023).

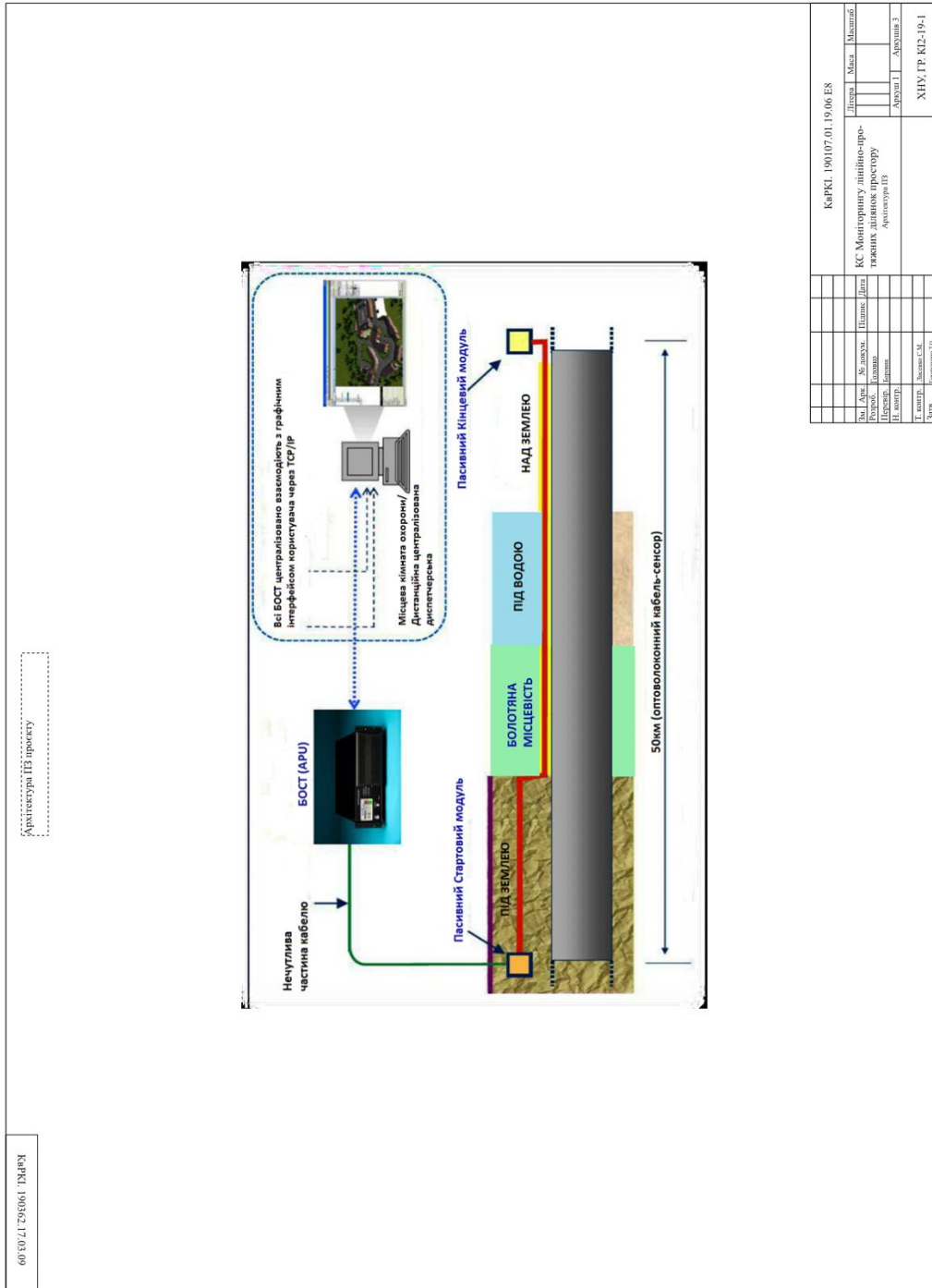
44. Applied Cyber-Physical Systems / S. C. Suh et al. Springer London, Limited, 2013. 253 p.

45. Cyber-physical systems: A secure perspective. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7138763> (дата звернення 01.06.2023).

					КВРКІ 190107.01.19.06 ПЗ	Арк.
						67
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток А (обов'язковий)

Копія креслення «Архітектура ПЗ проекту»



Картка: 190107.01.17.03.00



Ім'я користувача:
Кафедра КІ

Дата перевірки:
09.06.2023 08:50:43 EEST

Дата звіту:
09.06.2023 08:54:39 EEST

ID перевірки:
1015519465

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

ID користувача:
100005591

Назва документа: Головка_Кіберфізична система моніторингу лінійно-протяжних ділянок простору

Кількість сторінок: 69 Кількість слів: 8227 Кількість символів: 66894 Розмір файлу: 9.62 MB ID файлу: 1015173977

27.9% Схожість

Найбільша схожість: 8.62% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1015132131)

17.3% Джерела з Інтернету 710 Сторінка 71

19.1% Джерела з Бібліотеки 107 Сторінка 77

0.39% Цитат

Цитати 3 Сторінка 78

Не знайдено жодних посилань

0% Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи 3

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальне співпадіння з одним документом 7.0%

Словники перевірки: en_US, ru_RU, ua_UA. Помилки в документах: 10%

ID: 115347 Назва: БКР Кіберфізична система моніторингу лінійно-протяжних ділянок простору Додано в БД: 2023-06-09 Автора: І. І. Головка Керівники: О. В. Боровик Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	57735	480	7947 (14%)	83 (17%)

Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Головко Ілля Ігорович

Тема: Кіберфізична система моніторингу лінійно-протяжних ділянок простору

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Обсяг кваліфікаційної роботи:

Кількість листів креслень 3 Кількість сторінок записки 58

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: Метою кваліфікаційної роботи є розробка кіберфізичної системи моніторингу лінійно-протяжних ділянок простору.

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: У першому розділі кваліфікаційної роботи було детально розглянуто організацію державного кордону України. Проведений аналіз літературних джерел дозволив з'ясувати, що низька якість обладнання кордону є серйозною проблемою, яка має негативний вплив на державну безпеку. У другому розділі кваліфікаційної роботи було проведено детальне дослідження та аналіз різних аспектів кіберфізичної системи моніторингу лінійно-протяжних ділянок простору. Було розглянуто класифікацію та порівняння різних типів датчиків, їх призначення та область використання. Також було розроблено структурну схему системи та описано принципи її дії. В третьому розділі була проведена програмно-апаратна реалізація кіберфізичної системи моніторингу лінійно-протяжних ділянок. Було створено апаратну модель програмного забезпечення.

4. Позитивні сторони роботи: висока практична цінність роботи.

5. Негативні сторони роботи: недостатня увага моделюванню схеми системи в середовищі Quartus II.

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: Пояснювальна записка оформлена коректно, згідно діючих стандартів оформлення документації.

7. Відгук про роботу в цілому: Робота виконана на належному науково-технічному рівні.


8. Інші зауваження: немає

9. Оцінка дипломної роботи: 3,00/E

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

Яшишвілі О.М., доцент кафедри ІТТЗ
Хмельницького національного університету

"26" червня 2023 р.

 (підпис)

Завідувачу кафедри КПС
д-р.техн.наук, проф. Говорущенко Т. О.

Головка Іллі Ігоровича

ПІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 2 курсу, групи К12-19-1

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.

22 квітня 2023 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, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Кіберфізична система моніторингу лінійно-протяжних ділянок простору

Автор: Головко Ілля Ігорович

Спеціальність: 126 – Комп'ютерна інженерія

Освітня програма: освітньо-професійна

Науковий керівник: Боровик Олег Васильович, д.т.н, 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:

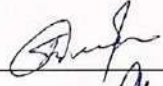
- 1) запозичення розміщені в розділах аналізу існуючих аналогів та прототипів, які не описують безпосередньо авторське дослідження і не стосуються результатів роботи;
- 2) усі запозичення фрагментарні, або мають належним чином оформленні посилання;
- 3) окремі виявлені збіги є загальноживаними фразами або виразами, про що свідчить посилання системи на збіг з 10-40 джерелами на один фрагмент речення;
- 4) в якості запозичень в окремих місцях системою зафіксовано послідовності чотирьохрозрядних двійкових кодів, які є входними даними до великої кількості задач і не можуть розглядатися як об'єкт авторських прав і, відповідно, їх порушення;
- 5) всі зафіксовані системою ознаки модифікації тексту відносяться до комбінування латинських символів зі україномовними скороченнями індексів в формулах, що не є модифікацією тексту. (Тут текст можна і треба модифікувати)

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів/ідентичності/схожості, складає 6.26% і адресується до 401 першоджерела, 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

_____ С.М. Лисенко

_____ Т. О. Говорущенко