

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр  
Освітній рівень

Підсистема обробки даних в кіберфізичній системі моніторингу надводної  
обстановки регіонального управління морської охорони  
Назва теми

КвРКІ. 190104.19.01.05 ПЗ  
Шифр

Галузь знань 12 «Інформаційні технології»  
Шифр, назва

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»  
Шифр, назва

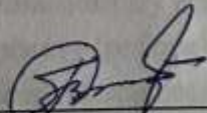
Освітня програма «Комп'ютерна інженерія та програмування»  
Назва

Виконав: студент IV курсу, група KI2-19-1

  
Підпис

М. О. Величко  
Ініціали, прізвище

Керівник

  
Підпис, дата

О.В. Боровик  
Ініціали, прізвище

Нормоконтролер

  
Підпис, дата

С.М. Лисенко  
Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:

Зав. кафедри комп'ютерної  
інженерії та інформаційних  
систем

  
Підпис

Т.О. Говорущенко

Ініціали, прізвище

« 9 » червня 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 2023р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

Величко Максиму Олександровичу

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема проекту (роботи) Підсистема обробки даних в кіберфізичній системі моніторингу надводної обстановки регіонального управління морської охорони

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 09.06.2023 р.

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

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

Кіберфізична система моніторингу надводної обстановки регіонального управління морської охорони та постановка задачі дослідження

Проектування підсистеми обробки інформації у кіберфізичній системі моніторингу надводної обстановки регіонального управління морської охорони

Програмно-апаратна реалізація підсистеми обробки інформації у кіберфізичній системі моніторингу надводної обстановки регіонального управління морської охорони

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

Кіберфізична система "Надводна обстановка"

Алгоритм роботи підсистеми обробки даних

Структурна схема компонентів кіберфізичної системи моніторингу надводної обстановки з підсистемою обробки даних

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		

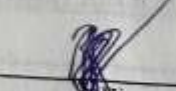
7. Дата видачі завдання « 11 » 01 2023 р.

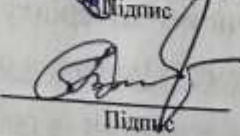
**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№з/п	Назва етапів (розділів) дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітки
1	Вибір напрямку дослідження та узгодження тематики кваліфікаційної роботи з керівником	11.01.2023	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 – аналіз відомих кіберфізичних систем за темою дослідження; постановка задачі	01.03.2023	виконано
4	Робота над розділом 2 – проектування програмного забезпечення підсистеми	01.04.2023	виконано
5	Робота над розділом 3 – програмно-апаратна реалізація підсистеми	30.04.2023	виконано
6	Оформлення пояснювальної записки згідно вимог	24.05.2023	виконано
7	Попередній захист ВКР	26.05.2023	виконано
8	Захист ВКР на засіданні ЕК	Червень 2023 року	

Студент

Керівник проекту (роботи)

  
Підпис

  
Підпис

М. О. Величко  
Ініціали, прізвище

О. В. Боровик  
Ініціали, прізвище

№  
р  
я  
д  
к  
а

1

2

3

4

№ р я д к а	Ф о р м а т	Позначення	Найменування	К і л л и с т і в		П р и м і т к а
				№ с к з		
			Текстові документи			
1		КвРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Пояснювальна записка	58		
			Графічні матеріали			
2		КвРКІ 190104.19.01.05 Е8	Кіберфізична система	1		
			«Надводна обстановка»			
3		КвРКІ 190104.19.01.05 Е8	Алгоритм роботи	1		
			підсистеми обробки даних			
4		КвРКІ 190104.19.01.05 Е8	Структурна схема	1		
			компонентів кіберфізичної			
			системи моніторингу			
			надводної обстановки з			
			підсистемою обробки			
			даних			

КвРКІ 190104.19.01.05 ВП

Зм	Арк	№ докум	Підпис	Дата
Розробив		Величко		
Перевір.		Боровик		
Н. контр.		Лисенко		
Затв.		Говорушченко		09.06

Відомість проекту

Літера	Аркуш	Аркульв
У	1	1

ХНУ, КІ2-19-1

Тема кваліфікаційної роботи: «Підсистема обробки даних в кіберфізичній системі моніторингу надводної обстановки регіонального управління морської охорони».

Автор роботи: Величко Максим Олександрович.

Керівник роботи: Боровик Олег Васильович.

Пояснювальна записка: 58 с., 32 рис., 4 табл., 3 дод., 63 джерела.

Графічна частина: презентаційні слайди, графічні креслення.

**МЕТОД, МАРШРУТ, СИСТЕМА ВИСВІТЛЕННЯ НАДВОДНОЇ ОБСТАНОВКИ, ЕТАЛОННИЙ.**

Метою роботи є вдосконалення підсистеми обробки даних в кіберфізичній системі моніторингу надводної обстановки регіонального управління морської охорони.

Об'єктом дослідження є процес обробки даних у системі висвітлення надводної обстановки.

Предметом дослідження є методи обробки даних у системі висвітлення надводної обстановки.

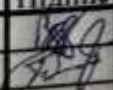

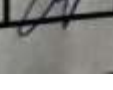

Практична значимість полягає у тому, що реалізована підсистема обробки даних може бути впроваджена в компоненти ІТС морської охорони «Гарт-12».

  
Підпис студента

8 серпня 2023  
Дата

## ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ .....	4
ВСТУП.....	5
1 КІБЕРФІЗИЧНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ НАДВОДНОЇ ОБСТАНОВКИ РЕГІОНАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ МОРСЬКОЇ ОХОРОНИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ .....	7
1.1 Аналіз структурних і функціональних особливостей кіберфізичної системи моніторингу надводної обстановки регіонального управління морської охорони .....	7
1.2 Аналіз програмно-апаратного забезпечення кіберфізичної системи моніторингу надводної обстановки регіонального управління морської охорони .....	13
1.3 Постановка задачі оцінки механізмів обробки інформації у кіберфізичній системі моніторингу надводної обстановки регіонального управління морської охорони.....	20
1.4 Висновки .....	21
2 ПРОЄКТУВАННЯ ПІДСИСТЕМИ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ У КІБЕРФІЗИЧНІЙ СИСТЕМІ МОНІТОРИНГУ НАДВОДНОЇ ОБСТАНОВКИ РЕГІОНАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ МОРСЬКОЇ ОХОРОНИ.....	22
2.1. Визначення апаратних і програмних підсистем програмно-технічного засобу .....	22
2.2. Визначення зовнішніх функцій програмно-технічного засобу .....	27
2.3. Визначення способів взаємодії між підсистемами програмно-технічного засобу.....	28
2.4. Опис функціонального призначення основних модулів та інформаційних ресурсів програмно-технічного засобу, їх взаємозв'язок та обмін даними .....	37

<b>КВРКІ 190104.19.01.05 ПЗ</b>									
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Підсистема обробки даних в кіберфізичній системі моніторингу надводної обстановки регіонального управління морської охорони	Літера	Аркуш	Аркушів	
Розроб.		Величко М.О.						2	58
Перевір.		Боровик О.В.							
Н. Контр.		Лисенко С.М.							
Затвер.		Говорушенко Г.О.		09.06					
						ХНУ, К12-19-1			

2.5 Висновки.....	39
3 ПРОГРАМНО-АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ ПІДСИСТЕМИ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ У КІБЕРФІЗИЧНІЙ СИСТЕМІ МОНІТОРИНГУ НАДВОДНОЇ ОБСТАНОВКИ РЕГІОНАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ МОРСЬКОЇ ОХОРОНИ .....	40
3.1 Опис середовища та мови програмування для реалізації програмно-технічного засобу.....	40
3.2 Опис реалізації модулів апаратного та програмного забезпечення програмно-технічного засобу.....	42
3.3 Опис процесу створення баз даних.....	47
3.4 Опис реалізації людино-машинного інтерфейсу.....	52
3.5 Інструкції для користувачів .....	56
3.6 Висновки.....	60
ВИСНОВКИ.....	61
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	63
ДОДАТОК А Копія креслення «Кіберфізична система "Надводна обстановка"».	71
ДОДАТОК Б Копія креслення «Алгоритм роботи підсистеми обробки даних» ...	72
ДОДАТОК В Копія креслення «Структурна схема компонентів кіберфізичної системи моніторингу надводної обстановки з підсистемою обробки даних».....	73

					КвРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

АІС – автоматична ідентифікаційна система

БД – база даних

ІТС – інформаційно-телекомунікаційна система

КС – кіберфізична система

ПЗ – програмне забезпечення

СВНО – система висвітлення надводної обстановки

					КвРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВСТУП

Інформація є дуже важливим ресурсом, адже хто володіє нею той володіє світом. Тому, державі для надійної охорони власних територій важливо володіти інформацією про всі події, що відбуваються по обидва боки державного кордону, щоб швидко та правильно оцінювати ситуацію та реагувати на неї.

Для забезпечення контролю та моніторингу морського кордону України потрібно опрацьовувати великі об'єми даних, які в даному випадку будуть надходити від системи висвітлення надводної обстановки. Це завдання може вирішити підсистема обробки даних, ефективність якої залежить від її швидкодії, достовірності та повноти висвітлення інформації про морську обстановку.

Завдяки використанню в підсистемі ефективних методів обробки даних державні правоохоронні та виконавчі органи можуть якісно виконувати контроль ситуації на морській поверхні.

Тому актуальність роботи в основі якої лежить інформаційно-телекомунікаційна система морської охорони «Гарт-12» підтверджується стратегією національної безпеки акваторії Чорного моря. Вона передбачає створення ефективної системи спостереження, що стосується поліпшення системи моніторингу і контролювання, яка відповідає б світовим стандартам та потребам.

Метою роботи є вдосконалення підсистеми обробки даних в кіберфізичній системі моніторингу надводної обстановки регіонального управління морської охорони шляхом застосування методики обробки даних.

Об'єктом дослідження є процес обробки даних в підсистемі. Предметом дослідження є методи обробки даних в підсистемі.

Для досягнення поставленої мети потрібно розв'язати такі основні задачі:

- дослідження кіберфізичної системи моніторингу надводної обстановки;
- аналіз існуючих методів обробки та аналізу інформації;
- аналіз підсистеми та процесів інформаційної обробки даних в системі висвітлення надводної обстановки;
- проектування програмного забезпечення підсистеми обробки даних;

					КвРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– програмна реалізація підсистеми обробки даних.

Практична значимість отриманих результатів полягає у вдосконаленні підсистеми обробки даних про надводну обстановку шляхом застосування методики обробки даних.

					КвРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

# 1 КІБЕРФІЗИЧНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ НАДВОДНОЇ ОБСТАНОВКИ РЕГІОНАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ МОРСЬКОЇ ОХОРОНИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Аналіз структурних і функціональних особливостей кіберфізичної системи моніторингу надводної обстановки регіонального управління морської охорони

У зв'язку з тим, що Україна є морською державою, на її морських кордонах виникають проблеми не лише на внутрішньому рівні, а й на загальносвітовому. А кордон історично слугував показником внутрішньої і зовнішньої політики держави.

Однією з головних цілей України є забезпечення надійного контролю, моніторингу та захисту її значного морського кордону в Чорному та Азовському морях, а також великої акваторії виключної морської економічної зони. Завдання є першорядним, оскільки важливо забезпечити безпеку та охорону цих стратегічно важливих об'єктів.

У результаті значного збільшення діяльності держав у світовому океані, було встановлено принцип свободи відкритого моря та відмовлення від територіальних претензій на морський простір поза межами територіальних вод. Незважаючи на це, у світовій історії міжнародного права присутні дуже суперечливі підходи для питань розмежування морських кордонів, більша частина яких тривалий час залишаються не визначеними у правовому відношенні.

Наявність низки зовнішньополітичних та економічних факторів значно впливає на правові питання на морському регіоні. Одним з основних чинників нестабільності у цьому регіоні є невирішеність питання щодо поділу акваторії між Україною та Росією, а також наявність територіальних претензій деяких країн причорноморського басейну.

Належна охорона морського кордону потребує уваги до різних факторів, таких як: режим плавання військових кораблів та суден, різноманітна господарська, промислова та інша діяльність на узбережжі та морі, економічна та соціально-

					КьРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

політична обстановка в країні, збільшення нелегальної міграції та контрабандної діяльності через територію України, а також можливості виявлення та затримання правопорушників на морі.

Можливість ефективного вирішення вищезазначеного завдання значно збільшується, якщо використовуються сучасні радіоелектронні засоби, що дозволяють ефективно висвітлювати надводну обстановку. А також пости технічного спостереження, що мають бути оснащені інтелектуальними технічними засобами, які забезпечують моніторинг, обробку та передавання інформації [12].

Для досягнення якісно нового рівня інформаційного забезпечення морської діяльності в Україні та ефективної координації спостереження за акваторією Чорного моря, необхідно вирішити цілий комплекс складних проблем техніко-технологічного та організаційного характеру. Це включає розробку нових базових засобів і також удосконалення вже існуючих, використання світового рівня інформаційних технологій та підходів [45], нарощення інформаційного потенціалу системи та впровадження її як робочого інструментарію для інформаційної підтримки планування і здійснення дій, що відповідають поточному та очікуваному стану обстановки в Чорному морі. Інтеграція усіх державних інформаційних ресурсів про обстановку в Чорному морі в рамках єдиної системи спостереження є ключовим фактором для забезпечення в Україні якісного нового рівня інформаційного забезпечення морської діяльності.

Відсутність стандартизованих форматів для зберігання результатів проведених спостережень у відомчих базах даних ускладнює можливості їх використання в рамках єдиної системи моніторингу.

Необхідність вдосконалення системи спостереження за акваторією Чорного моря спричиняється зовнішньополітичним курсом України для інтеграції з Європою та визнається в стратегічних документах. Стратегія національної безпеки акваторії Чорного моря передбачає створення ефективної системи спостереження, що стосується поліпшення системи моніторингу і контролювання, яка відповідала б світовим стандартам та потребам.

Для захисту морських прикордонних просторів використовується співпраця Морської охорони Державної прикордонної служби України з Міністерством

					КьРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

оборони України та іншими правоохоронними та виконавчими органами, які мають свою діяльність на морі.

Згідно зі статтею 7 Закону України «Про основи національної безпеки України», національні інтереси та безпека України з моря можуть бути під загрозою через наступні проблеми:

- незаконне ввезення зброї, вибухових речовин та інших небезпечних речовин;
- поширення зброї масового ураження та засобів її доставки;
- використання морських портів для незаконного переміщення товарів та вантажів через державний кордон;
- незаконна міграція та міжнародний тероризм;
- браконьєрство;
- виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру;
- погіршення екологічного стану водних басейнів та транскордонні забруднення;
- неконтрольоване ввезення в Україну екологічно небезпечних технологій, речовин та матеріалів, а також трансгенних рослин і збудників хвороб, що можуть бути небезпечними для людей, тварин та рослин.

Для успішного виконання вищезазначеного завдання, персонал Держприкордонслужби перейняв досвід своїх колег з берегової охорони та прикордонних відомств європейських країн, зокрема з Береговою охороною Туреччини, Прикордонною вартою Польщі, Прикордонною поліцією Румунії та Болгарії.

Починаючи з 2006 року, почалася практична реалізація створення сучасної інтегрованої системи охорони морської ділянки державного кордону та суверенних прав України в її виключній (морській) економічній зоні [49].

Отже, з метою ефективного керування діями сил Морської охорони було створено систему оперативно-інформаційних центрів Морської охорони, що складалася з 9 підрозділів.

					КвРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Завдяки технічному оснащенню та можливостям цих підрозділів Морської охорони можна швидко та обґрунтовано приймати рішення про захист територіальних вод України та її виключної (морської) економічної зони з урахуванням різних видів інформації, таких як:

- фактичну надводну обстановку, яка надходить з різних джерел (постів технічного спостереження, чергових кораблів і катерів, прикордонної авіації, взаємодійних структур, суміжних країн та інших);
- підозрілі судна, небезпечні для плавання райони та зони рибного промислу;
- розміщення причалів та базування на них українських рибопромислових суден і маломірних плавзасобів;
- метеообстановку, штормову готовність та події на морі.

Під час реформування системи управління Державної прикордонної служби України, вертикаль оперативно-інформаційних центрів Морської охорони була інтегрована в центри управління службою на відповідному рівні.

Одночасно через ці центри здійснюється взаємний обмін інформацією із заінтересованими міністерствами і відомствами України в рамках Форуму Чорноморського співробітництва.

На території виключної (морської) економічної зони здійснюється ефективний контроль та запобігання протиправним діям за допомогою спеціального угруповання, що отримує випереджувальну інформацію від різних джерел, таких як оперативно-розшукові підрозділи та капітани українських суден. Підрозділи постійно співпрацюють з постами технічного спостереження, прикордонною авіацією та правоохоронними органами й органами виконавчої влади, які здійснюють діяльність на морі. У разі потреби, до кризових районів висилаються підготовлені резерви.

Державна прикордонна служба України, маючи на меті підвищення ефективності охорони морських і річкових ділянок державного кордону, створила та вдосконалює систему контролю за морськими та річковими ділянками державного кордону та виключної (морської) економічної зони шляхом вдосконалення і розвитку підсистеми «Надводна обстановка» в рамках

					КвРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



об'єкти та явища на морській поверхні. Отримана інформація транслюється до центрального пункту керування, де проходить обробка та аналіз цих даних.

Узагальнення та обробка інформації про надводну обстановку, отриману від усіх джерел, здійснюється відповідною підсистемою Центрального сховища даних Адміністрації Держприкордонслужби (рисунок 1.2) і далі тиражується для органів управління всіх рівнів з використанням цифрових електронних карт.



Рисунок 1.2 – Топологія підсистеми «Надводна обстановка»

Підсистема «Надводної обстановки» також має можливість передачі отриманої інформації до інших користувачів системи, таких як кораблі та прикордонні служби. Це дозволяє швидко реагувати на можливі загрози та небезпеки в морській зоні та забезпечувати ефективне керування діями для запобігання негативних наслідків.

Застосування підсистеми «Надводної обстановки» дозволяє покращити ефективність контролю за морською зоною, забезпечувати безпеку судноплавства та прикордонного контролю, а також зменшувати ризики природних катастроф та інших небезпек.

## 1.2 Аналіз програмно-апаратного забезпечення кіберфізичної системи моніторингу надводної обстановки регіонального управління морської охорони

У систем висвітлення надводної обстановки основою побудови виступає модель C4ISR. C4ISR (Command, Control, Computers, Communications, Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance) – «команда, контроль, комп'ютери, комунікації (C4), відомості, спостереження та розвідка» [39]. Це загальна схема, що була розроблена для стандартизації і діяльності всіх підрозділів, що входять у відомство, оборонним відомством США. Модель C4ISR на сьогодні використовується країнами, що являються членами НАТО, Китаєм та країнами південного сходу майже у всіх інформаційно-телекомунікаційних системах військового та правоохоронного призначення [7].

Конгрес США разом із воєнним командуванням розглядає весь світовий океан як територію для виконання власної політичної чи воєнної діяльності. З цього випливає, що одним із перших завдань по важливості для Міністерства Оборони США є постійне спостереження, контроль і отримання інформації про морську обстановку у масштабі всієї планети, виконання постійного моніторингу на океанічному просторі й здобуття інформації про активність сил імовірного противника та своєчасне її доставлення відповідним силам реагування на командні пункти.

Підсистема спостереження є основним елементом у системі керування силами й використання зброї, що дозволяє вирішувати задачу виявлення та класифікації підводних, повітряних та надводних цілей, а також визначити першочергові об'єкти удару та видавати цілевказівки по ним у близькому до реального або реальному масштабі часу.

Фундаментом в інформаційній системі військово-морських сил (ВМС) є комплекс систем спостереження, зв'язку і управління, які об'єднані на програмному і апаратному рівні. Комплекс складається із систем корабельного, космічного, авіаційного, та берегового спостереження, які своїми засобами зобов'язані забезпечити виявлення усіх об'єктів, що перебувають на морі у будь-

					КьРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

який момент часу, визначити їх склад, висвітлити їх курс та швидкість, класифікувати, а також визначити національну приналежність.

Найперспективнішою інформаційною системою за критерієм глобальності охоплення простору та різносторонньому аналізу обстановки є об'єднана система спостереження ITSS (Integrated Tactical Surveillance System). ITSS була розроблена на основі наявних систем спостереження, але з умовою, що вони не припиняли своє функціонування.

Об'єднана система спостереження ВМС США створена за принципом районування, це означає, що у кожному регіональному центрі концентрується інформація відносно свого району за який він відповідає. До ITSS надходить інформація від великої кількості засобів спостереження, що дозволяє будь-яким компонентам, які входять до цієї системи використовувати відомості із бази даних. Якщо узагальнити вигляд системи, то вона складається із корабельних і берегових (авіаційних та космічних) ланок.

Для збирання, обробки та представлення даних про ситуацію використовуються потужні та швидкодіючі комп'ютерні системи, які працюють в спеціальній телекомунікаційній мережі.

Інформація з усіх видів джерел після проходження обробки в автоматичному режимі направляється в сервери, що спеціалізовані під системи збору, обробки й розподілу даних NTDS (Navy Tactical Data System) [51]. Літаки та вертольоти, що входять до складу авіації Військово-Морських Сил і Військово-Повітряних Сил та обладнані системами NTDS і ATDS (Air Tactical Data System) передають свою інформацію про виявлення цілей безпосередньо на бойові інформаційні пости (БПи) кораблів.

Наступним шляхом удосконалення системи для автоматичного обміну інформації стало запровадження більш швидкодіючої та з більшою пропускнуою спроможністю системи розподілу й передачі даних JTIDS (Joint Tactical Information Distribution System), яка виступає єдиною для усіх видів Збройних Сил.

Джерелами інформації для інформаційної системи про морську обстановку є:

- засоби спостереження авіації, у тому числі безпілотні літальні апарати;
- корабельні засоби спостереження;

					КвРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

- засоби спостереження й розвідки космічних апаратів;
- інформація від інших джерел.

З початку середини 1950-х років почали розроблятися космічні засоби спостереження та розвідки. З того часу до сьогодні було створено кілька поколінь штучних супутників Землі, що використовуються для фото-, радіо- та радіотехнічної розвідки [3].

Супутникова система забезпечує постійний нагляд за світовим океаном незалежно від погодних умов і дозволяє вести спостереження за діяльністю корабельних з'єднань та окремих кораблів, а також передавати цілевказівку ударним силам.

На наступних етапах удосконалення системи здійснювалось за такими двома програмами як:

- об'єднаної тактичної системи розподілу інформації JTIDS;
- супутникової системи зв'язку FLTSATCOM.

З метою забезпечення автоматичного обміну інформацією обов'язково необхідно залучати радіолінію передачі даних системи «Link», модифікації якої залежать від призначення кораблів та авіації [60].

Система спостереження й управління ВМС Швеції «Стіна».

Створення системи «Стіна» проводилось за регіональним принципом, що дозволяє охопити все узбережжя Швеції. Її основна мета - забезпечити спостереження, автоматизований обмін інформацією та керування силами в оперативній зоні. В цей час розгортається нова система «9CSI 600 Стіна», яка розроблена компанією «Philippa electronic industrier». Загальна структура система спостереження «Стіна» зображена на рисунку 1.3.

У системи наявні два регіональні центри, що керують постами спостереження. Вона також характеризується високою швидкістю передачі інформації та високим рівнем автоматизації процесів виявлення, обробки, передачі інформації та видачі цілевказань.

Основу «9CSI 600 Стіна» складають:

- засоби телекомунікації;
- командні центри;

					КьРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



На десятому посту була встановлена сучасна загоризонтна радіолокаційна станція типу RASS C, яка може виявляти судна на відстань до 130 морських миль. Крім цього, цей пост додатково обладнаний оптико-електронними засобами спостереження типу JANUS, інфрачервоними системами спостереження типу GABBIANO ISAR T-200C, а також засобами охорони та контролю.

У майбутньому планується встановити ще 3 аналогічні пости з загоризонтною радіолокаційною станцією типу RASS C на найбільш ризикованих напрямках. Це дозволить зменшити загальну кількість постів спостереження з 10 до 8.

Важливо зазначити, що всі засоби обладнання, які використовуються для спостереження за надводною обстановкою, є виключно італійського виробництва.

Крім цього, уздовж всього узбережжя Італії розташовані берегові станції системи AIS, які належать ВМС Італії та силам берегової оборони. Ці станції забезпечують повний контроль над судноплавством у прибережній зоні.

Контроль надводної обстановки на загальнонаціональному рівні здійснюють ВМС, берегова охорона, митна та державна поліція, а також карабінери. Усі ці організації мають свої відповідальності та сфери компетенції. Маючи на меті отримання всієї інформації про ситуацію на морі впроваджується проект під назвою «Система міжвідомчого інтегрованого морського нагляду», або SIIMS, за короткими ініціалами.

Основним завданням даного проекту є установа ефективних механізмів співпраці та забезпечення зв'язку між усіма державними структурами, які відповідають за контроль діяльності на морі, за допомогою єдиного міжвідомчого центру SIIMS.

На сьогоднішній день у рамках системи SIIMS активно працюють ВМС, прикордонна служба та берегова охорона. Крім того, SIIMS відіграє важливу роль у здійсненні моніторингу та захисту навколишнього середовища, економічної експлуатації морського дна та проведенні підводних археологічних робіт.

В Румунії проблему моніторингу надводної обстановки успішно вирішено завдяки створенню Комплексної системи спостереження, розвідки та контролю

					КьРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

руху в Чорному морі (SCOMAR). Ця система є основним технічним складником Інтегрованої системи безпеки на річкових та морських ділянках кордонів Румунії.

Завдання системи SCOMAR:

- висвітлення надводної обстановки в районі румунського чорноморського узбережжя і в басейні Чорного моря;
- знаходження низько пролітаючих повітряних цілей;
- контроль повітряного руху;
- контролювання радіоефіру;
- контроль мінної обстановки;
- моніторинг підводної обстановки;
- оптико-електронне спостереження;
- висвітлення хімічної, ядерної та бактеріологічної обстановки;
- розрізняти «свій-чужий»;
- забезпечення командування Морськими Силами в режимі реального часу потрібними даними про ситуацію, включаючи застосування зброї;
- виконання дезінформаційних заходів;
- накопичення, обробка та використання інформації про постійну (тимчасову) дислокацію та діяльність ВМС країн Чорноморського регіону, а також облік інших військових і спеціальних дій у Чорному морі.

Система SCOMAR має наступні основні характеристики: складання з модульних мобільних автономних комплексів (постів), що взаємодіють через радіорелейні, радіозв'язки та дротові; безперервне спостереження; вона має підвищену роздільну здатність для виявлення цілей радіолокаційними засобами; наявність засобів захисту від активних і пасивних перешкод, а також може протидіяти технічним засобам розвідки противника; має засоби захисту від ЗМУ (засоби маскування установок); технічне обладнання системи має підвищену стійкість до високої температури та вологості повітря.

Основною ціллю випуску "C4ISR Architecture Framework v.2.0" Міністерством оборони США була стандартизація та інтеграція систем оборонного характеру для їх ефективної роботи в єдиному інформаційному середовищі.

					КьРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Створення концепції інтероперабельності, яка передбачає взаємодію апаратних та програмних засобів різних виробників, стало основою для інтеграції систем різних стратегічних та тактичних рівнів, що належать як до Департаменту внутрішньої безпеки, так і до Міністерства оборони США.

У об'єднаних системах Європейського Союзу спостерігається аналогічна тенденція до застосування мережево-центричного підходу, який зображено на рисунку 1.4. У цьому підході розвинуті системи, що вже належать окремим членам союзу і здатні автономно обробляти інформацію та надавати підтримку у прийнятті управлінських рішень, інтегруються у великі системи.

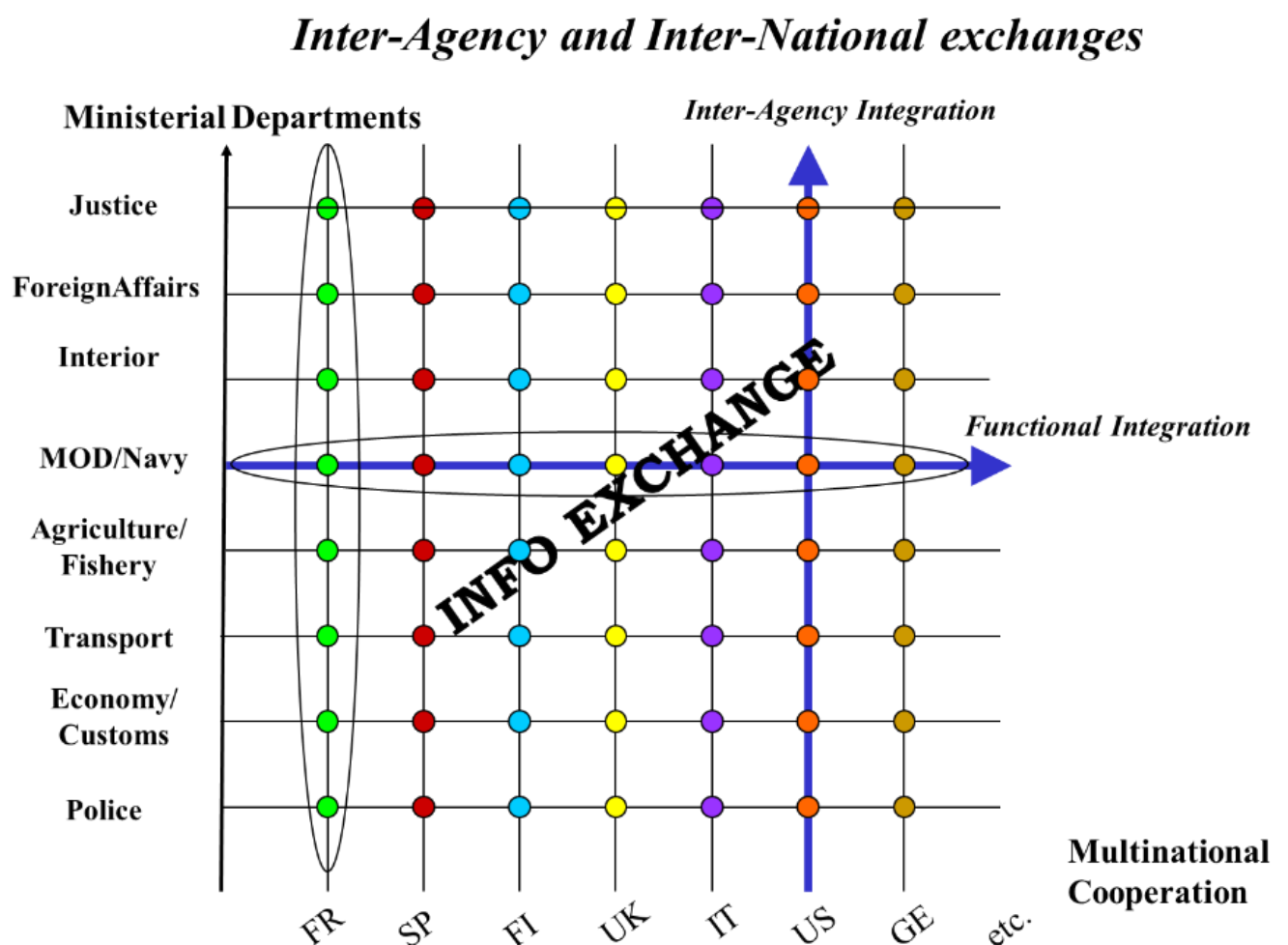


Рисунок 1.4 – Мережецентричний підхід до об'єднання інформаційних систем країн членів ЄС [7]

### 1.3 Постановка задачі оцінки механізмів обробки інформації у кіберфізичній системі моніторингу надводної обстановки регіонального управління морської охорони

На цю мить через експоненційний розвиток комп'ютерної техніки та технологій упродовж останніх 50 років обчислювана потужність досягла величезних об'ємів та швидкостей. І разом з цим збільшувались об'єми даних, які потрібно обраховувати та аналізувати. І чим більше інформації буде оброблено, тим точнішим буде результат, але для цього потрібно правильно вказати важливі дані які потрібно враховувати, щоб на основі результатів приймати правильні рішення. Тому у сфері охорони кордону інформаційна складова є найважливішою. В Україні інформаційна складова реалізована за допомогою інтегрованої інформаційно-телекомунікаційної системи (ІТС) «Гарт».

Через різні аспекти та особливості у роботі підрозділів Держприкордонслужби України виникає потреба поділу інформації відповідно до її географічної прив'язки по місцевості для окремих інформаційно-телекомунікаційних систем. Для збору та забезпечення інформації про цілі на морі використовується інформаційно-телекомунікаційна система надводної охорони «Гарт-12».

На момент початку 2023 року ІТС «Гарт-12» використовувалась тільки для моніторингу поверхневої обстановки Азово-Чорноморській акваторії, хоча і залишаються доступними механізми отримання інформації по конкретному судні, такі як: поточне положення, порти відправлення та призначення, тип вантажу тощо. Якщо вибрати судно у системі висвітлення надводної обстановки, то можна спостерігати як система відображає його попередні точки маршруту, які отримуються через певні дискретні моменти часу, а сам маршрут візуалізується методом лінійної апроксимації (точки маршруту з'єднуються прямими).

Але навіть з доступом до такої інформації, що надає система висвітлення надводної обстановки, її аналіз для виявлення порушень кордону та потенційних загроз стає складним завданням навіть для експертів [14].

					КвРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Завдання кваліфікаційної роботи полягає у дослідженні особливостей підсистеми обробки даних і виконання оцінювання методів обробки інформації в підсистемі обробки даних кіберфізичної системи моніторингу надводної обстановки для забезпечення оптимальної ефективності порівняння маршруту з еталонним зразком.

В свою чергу для виконання поставленої задачі потрібно розв'язати такі часткові завдання:

- провести дослідження структурної і функціональної частини кіберфізичної системи моніторингу надводної обстановки (ПТЗ);
- проаналізувати програмно-апаратне забезпечення обробки даних у кіберфізичній системі моніторингу надводної обстановки;
- визначити і описати програмні підсистеми та способи взаємодії між підсистемами програмно-технічного засобу;
- визначити основний зовнішній функціонал програмно-технічного засобу;
- виконати опис основних модулів та їх призначення за основними функціями, як вони взаємодіють та обмінюються даними;
- виконати опис реалізації модулів програмно-технічного засобу;
- виконати опис реалізації бази даних;
- виконати опис реалізованого людино-машинного інтерфейсу;
- передбачити інструкцію по програмно-технічному засобу.

#### 1.4 Висновки

У цьому розділі було розглянуто основні аспекти кіберфізичної системи моніторингу надводної обстановки. Висвітлено причини створення такої системи з її перевагами та проблемами. Також було досліджено наявні методи та інструменти для контролю за рухом суден, способи реалізації системи моніторингу надводної обстановки України, США, Швеції, Італії, Румунії. І виконана постановка задачі оцінки механізмів обробки інформації у кіберфізичній системі моніторингу надводної обстановки регіонального управління морської охорони.

					КвРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

## 2 ПРОЄКТУВАННЯ ПІДСИСТЕМИ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ У КІБЕРФІЗИЧНІЙ СИСТЕМІ МОНІТОРИНГУ НАДВОДНОЇ ОБСТАНОВКИ РЕГІОНАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ МОРСЬКОЇ ОХОРОНИ

2.1. Визначення апаратних і програмних підсистем програмно-технічного засобу

Апаратна підсистема – це компоненти, які складаються на апаратному рівні і виконують специфічні функції в межах більшої системи. Вона може включати в себе фізичні пристрої, електронні компоненти, мікросхеми, сенсори, з'єднувальні кабелі та інші апаратні засоби.

Підсистема може бути частиною комп'ютера, мобільного пристрою, системи управління, вбудованої системи або будь-якого іншого технічного пристрою. Вона зазвичай має взаємодію з програмним забезпеченням для забезпечення правильного функціонування системи в цілому.

Важливим аспектом апаратної підсистеми є її сумісність з іншими компонентами системи, швидкість обробки і передачі даних, надійність і продуктивність. Апаратна підсистема може бути оновлена або модернізована для поліпшення функцій і продуктивності всієї системи.

Програмна підсистема – це частина комп'ютерної системи, яка включає в себе програмне забезпечення (програми) і відповідає за виконання певних функцій або надання певних послуг. Вона може включати в себе операційну систему, драйвери пристроїв, бібліотеки, інструменти розробки, програми застосувань та інші компоненти програмного забезпечення.

Програмна підсистема забезпечує взаємодію між апаратною підсистемою та користувачем або іншими програмними компонентами системи. Вона виконує інструкції і обробляє дані, що надходять від користувача або інших джерел, і забезпечує правильну роботу всієї системи.

Ключовими характеристиками програмної підсистеми є її функціональність, ефективність, надійність, безпека і сумісність з іншими компонентами системи. Програмна підсистема може бути розроблена самостійно або використовувати

					КьРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

зовнішні програмні компоненти, бібліотеки або фреймворки для покращення розробки та функціональності системи.

Система автоматичної ідентифікації складається з апаратних і програмних засобів, які можна розмістити в адміністративній будівлі регіонального центру, та автоматизованих берегових станцій. Система АІС складається з таких апаратних складових:

- УКХ-передавач, який генерує та передає радіохвилі в діапазоні ультракоротких хвиль (UHF) та зображений на рисунку 2.1. Ультракороткі хвилі мають діапазон частот від 300 мегагерц (МГц) до 3 гігагерц (ГГц) і використовуються для бездротового передавання інформації;
- УКХ-приймач призначений для отримання та декодування радіосигналів у діапазоні ультракоротких хвиль (UHF) та зображений на рисунку 2.1;
- приймач GPS призначений для отримання сигналів від супутникової системи навігації і визначення своєї географічної координати (широти, довготи, висоти) та часу та зображений на рисунку 2.1;
- модулятор/демодулятор, вони використовуються в комунікаційних системах для передачі та отримання сигналів та зображені на рисунку 2.2. Вони взаємодіють з сигналами для їхнього перетворення від аналогової або цифрової форми до форми, придатної для передачі чи обробки;
- контролер на основі мікропроцесора;
- техніка для введення/виведення інформації на елементі управління, що зображена на рисунку 2.3;
- сервер бази даних.

					КвРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23



Рисунок 2.1 – Апаратні складові АІС (УКХ-передавач та УКХ-приймач, приймач GPS)



Рисунок 2.2 – Апаратні складові АІС (модулятор/демодулятор)



Рисунок 2.3 – Апаратні складові АІС (обладнання введення/виведення інформації)

Базовий принцип роботи полягає у прийманні і передачі сповіщень через УКХ-радіо. Через те, що передавач АІС працює на довгих хвилях, на відміну від радарів, це дозволяє здійснювати обмін інформацією як на прямих відрізках, так і на місцевості з перешкодами у вигляді малих об'єктів, і навіть при несприятливих погодинних умовах.

Сповіщення АІС можуть містити:

- інформацію, що ідентифікує об'єкт;
- інформацію про стан об'єкта, отриману автоматично з елементів керування об'єктом а також з певного радіонавігаційного обладнання;
- інформацію від Глобальної навігаційної супутникової системи про часові та географічні координати;
- інформацію, що введена вручну персоналом, що обслуговує об'єкт.

					КвРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Робота базової чи мобільної АІС-станції має точну синхронізацію з часом UTC з похибкою не більше 10 мкс від вбудованого приймача Глобальної навігаційної супутникової системи ГЛОНАСС/GPS. Для передачі інформації використовуються неперервно повторювані кадри, кожен з яких триває 1 хвилину і розділяється на 2 250 часових слотів (інтервали), що тривають 26,67 мс. Текстові повідомлення передаються з використанням 6-бітових ASCII-кодів.

Повідомлення у системі АІС структуруються поділом інформації на статичну, динамічну та додаткову і інтервали передачі повідомлень представлено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Інтервали передавання повідомлень

Вид інформації	Інтервал передавання
Статична	Кожні 6 хв, при зміні даних і на вимогу
Динамічна	Залежно від швидкості судна та курсу від 2 с до 3 хв
Інформація про рейс	Кожні 6 хв, при зміні даних і на вимогу
Повідомлення щодо безпеки мореплавства	За необхідності

Ідентифікаційна система створюється для підвищення рівня безпеки мореплавства, ефективності управління судноплавством та експлуатації систем керування рухом суден, захист навколишнього середовища, а також забезпечення виконання наступних функцій:

- запобігання зіткнень в режимі «судно-судно»;
- надання компетентним береговим службам інформації про судно та вантажі;
- керування рухом суден в режимі «судно-берег»;
- моніторинг та стеження за суднами, а також участь у пошуково-рятувальних операціях (SAR).

Якщо розглядати кіберфізичну систему моніторингу надводної обстановки то вона складається з таких основних елементів отримання інформації:

- пости спостереження з телекомунікаційними антенами передачі даних;
- камер спостереження;
- рухомі прикордонні наряди;
- прикордонні наряди від сусідніх підрозділів;
- малі прикордонні катери;
- тактична група катерів 23 ЗМО;
- МБАК Р-177 АК «Лубни» і МБАК Р-178 АК «Кременчуг».

На рисунку 2.4 зображено як виглядає схема розташування джерел інформації кіберфізичної системи моніторингу надводної обстановки.



Рисунок 2.4 – Кіберфізична система моніторингу надводної обстановки

Зібрану інформацію кіберфізична система моніторингу надводної обстановки буде передавати на сервери з базою даних.

## 2.2. Визначення зовнішніх функцій програмно-технічного засобу

Підсистема обробки даних в кіберфізичній системі моніторингу надводної обстановки регіонального управління морської охорони повинна буде виконувати наступні функції:

- отримувати із бази даних інформацію про маршрути суден та еталонні зразки маршрутів;
- можливість обирати різні маршрути для аналізу;
- висвітлювати обраний маршрут на електронній карті;
- виконувати порівняльний аналіз досліджуваного маршруту з еталонним;
- визначати відстань відхилення досліджуваного маршруту від еталонного;
- оцінка ступеня відхилення траєкторії досліджуваного маршруту від еталонного.

## 2.3. Визначення способів взаємодії між підсистемами програмно-технічного засобу

Існує кілька способів взаємодії між підсистемами програмно-технічного засобу. Основні з них:

- міжпроцесова комунікація;
- сервісна орієнтована архітектура;
- шина повідомлень;
- виклик методів.

Для визначення способів взаємодії між підсистемами потрібно розібратись як інформаційно-телекомунікаційна система морської охорони «Гарт-12» обробляє інформацію.

У базі даних ІТС «Гарт-12» інформація про рух суден зберігається у вигляді впорядкованих координатних точок, що записуються через певні дискретні відрізки часу.

					КвРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

За допомогою рисунку 2.5 можна отримати уявлення про вигляд маршруту суден з точками у дискретні відрізки часу.

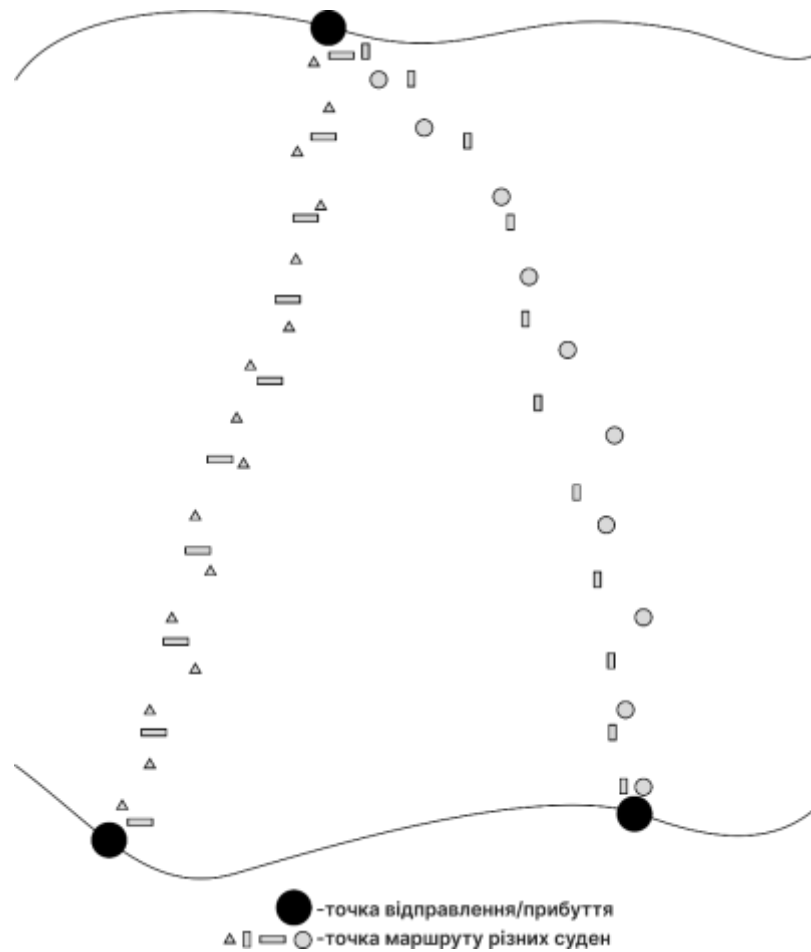


Рисунок 2.5 – Схематичне зображення інформації про положення різних суден у ІТС «Гарт-12»

Координати точок місцезнаходження певного судна можна об'єднати у впорядковану множину, так званий кортеж:

$$S_i = \{(x_1, y_1), \dots, (x_{k_i}, y_{k_i})\}, \quad (2.1)$$

де  $k_i$  – потужність множини  $S_i$ .

Потрібно уточнити, що для різних суден потужності відповідних множин переважно будуть різні. І ця різниця навіть у ситуації, коли різні судна рухались по одному маршруту між фіксованими точками відправлення та прибуття може бути досить вагомою. Це залежить переважно від швидкості судна та непередбачених подій.

					КвРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Нехай є заданий еталонний маршрут і маршрут певного судна у вигляді множин  $S_1$  і  $S_2$  відповідно як і у множині (2.1).

У дослідженні [1] введено метрику  $R(S_1, S_2)$  для оцінки ступеня подібності маршрутів.

Через те, що окремі відліки отримали в різний час, то для порівняння двох маршрутів запропоновано зробити відновлення (з'єднання точок множини  $S_1$  у неперервний маршрут) маршруту за допомогою лінійної апроксимації, що зображено на рисунку 2.6. А далі шукати середнє відхилення точок, що належать множині  $S_2$ .

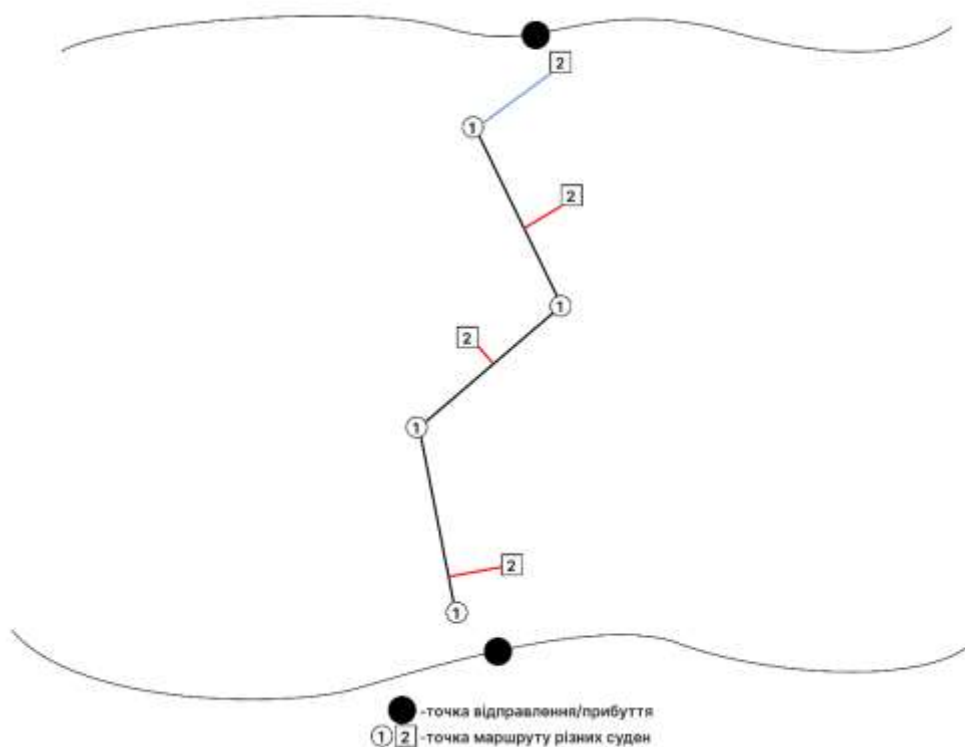


Рисунок 2.6 – Спосіб визначення ступеня схожості маршрутів з використанням метрики

Тоді метрику  $R(S_1, S_2)$  для маршрутів, що описуються такими множинами точок як  $S_1$  та  $S_2$  можна визначити за формулою:

$$R(S_1, S_2) = \frac{\sum_{j=1}^{k_2} R_{minj}}{k_2}, \quad (2.2)$$

де  $R_{minj}$  є найменшою відстанню, що вимірюється від  $j$ -тої точки множини  $S_2$  до відновленого першого маршруту, а саме до деякого найближчого  $i$ -го сегменту маршруту, який сполучає точки  $(x_i, y_i)$  і  $(x_{i+1}, y_{i+1})$  множини  $S_1$ , а  $k_2$  це кількість точок що належать до другого маршруту.

Для того, щоб знайти координати  $(x, y)$  точки  $i$ -го сегменту апроксимованого першого маршруту, що сполучає точку  $(x_i, y_i)$  з точкою  $(x_{i+1}, y_{i+1})$ , та є проекцією  $j$ -ї точки множини  $S_2$ , можна використати такі формули:

$$\begin{aligned} x &= \frac{y_j * k_j + x_j - b_i * k_i}{1 + k_i^2}, \\ y &= k_i * x + b_i, \end{aligned} \quad (2.3)$$

де  $k_i, b_i$  – параметри лінійного рівняння прямої, яким описується  $i$ -й сегмент, що сполучає точки  $(x_i, y_i)$  і  $(x_{i+1}, y_{i+1})$  множини  $S_1$ . Для того щоб знайти ці параметри можна скористатися рівнянням прямої, що проходить через дві точки.

Виходячи з цього формула для визначення найменшої відстані набуває такого вигляду:

$$R_{minj} = \sqrt{\left(x_j - \frac{y_j * k_i + x_j - b_i * k_i}{1 + k_i^2}\right)^2 + \left(y_j - k_j * \frac{y_j * k_i + x_j - b_i * k_i}{1 + k_i^2} - b_i\right)^2}. \quad (2.4)$$

Але ця формула може бути застосована лише при умові, що від  $j$ -ї точки множини  $S_2$  можна провести перпендикуляр до певного  $i$ -го відрізка апроксимованого маршруту  $S_1$ . На рисунку 2.5 цей перпендикуляр зображено відрізками червоного кольору.

Коли ця умова не виконується, тобто значення  $x$ , яке отримали з формули (2.3) розташовується не в діапазоні  $[x_i, x_{i+1}]$ , то значення  $R_{minj}$  запропоновано знайти через найкоротшу відстань від кінців відрізка певного  $i$ -го сегменту множини  $S_1$  (точки  $(x_i, y_i)$  і  $(x_{i+1}, y_{i+1})$ ) до  $j$ -ї точки множини  $S_2$ . На рисунку 2.5 цю відстань зображено відрізком блакитного кольору.

Враховуючи ці дві умови отримуємо таку формулу:

					КВРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_{minj} = \begin{cases} \sqrt{\left(x_j - \frac{y_j * k_i + x_j - b_i * k_i}{1 + k_i^2}\right)^2 + \left(y_j - k_j * \frac{y_j * k_i + x_j - b_i * k_i}{1 + k_i^2} - b_i\right)^2}, & x \in [x_i, x_{i+1}], \\ \min\{\sqrt{(x_j - x_i)^2 + (y_j - y_i)^2}, \sqrt{(x_j - x_{i+1})^2 + (y_j - y_{i+1})^2}\}, & x \notin [x_i, x_{i+1}]. \end{cases} \quad (2.5)$$

Загалом, поетапне використання формул (2.2), (2.3), (2.5) дозволяє визначити середнє значення відхилення досліджуваного маршруту від еталонного та окреслює підхід до обчислень метрикою  $R(S_1, S_2)$ .

Спираючись на дослідження [48] потрібно підкреслити той факт, що значення метрики  $R$ , що дозволяє розрахувати рівень схожості двох маршрутів, буде змінюватись залежно від порядку розташування аргументів. Тобто значення метрики  $R(S_1, S_2)$  відрізняється від метрики  $R(S_2, S_1)$  а метрика (2.2), в свою чергу, не є комутативною. Пояснення полягає у тому, що існують ситуації, де точки другого маршруту розташовуються близько до апроксимованого сегмента першого маршруту, але при апроксимації другого маршруту точки першого маршруту знаходяться на більшій дистанції до апроксимованих сегментів другого маршруту. Ситуація, де відсутня комутативність зображена на рисунку 2.7.

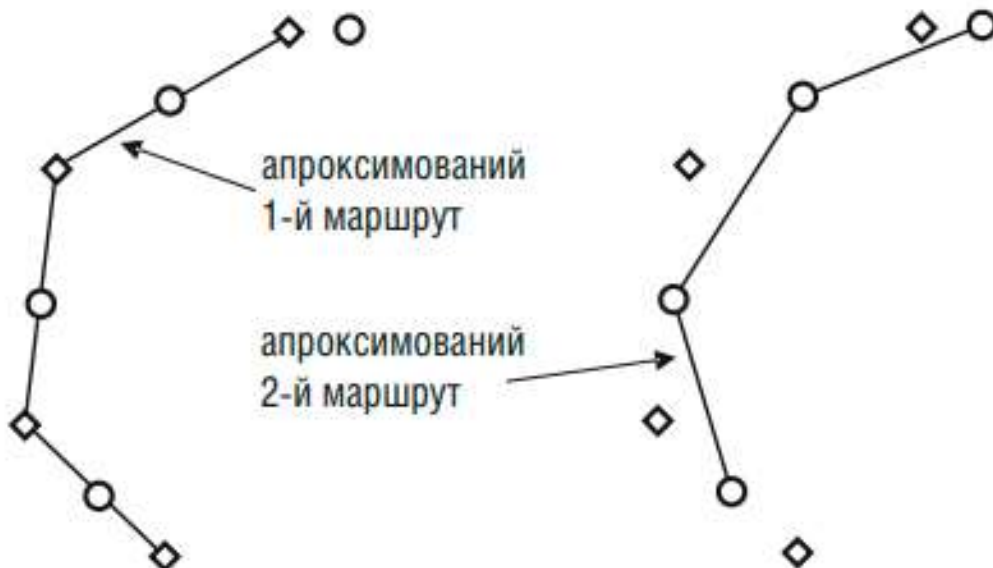


Рисунок 2.7 – Випадок відсутності комутативності метрики (2.2)

Щоб визначити метрику  $R(S_2, S_1)$  необхідно повторити алгоритм дій виконаний для метрики  $R(S_1, S_2)$ .

Спочатку, через те, що окремі відліки отримали в різний час, то для порівняння двох маршрутів запропоновано зробити відновлення (з'єднання точок множини  $S_2$  у неперервний маршрут) маршруту за допомогою лінійної апроксимації, що зображено на рисунку 2.8. А далі шукати середнє відхилення точок, що належать множині  $S_1$ .

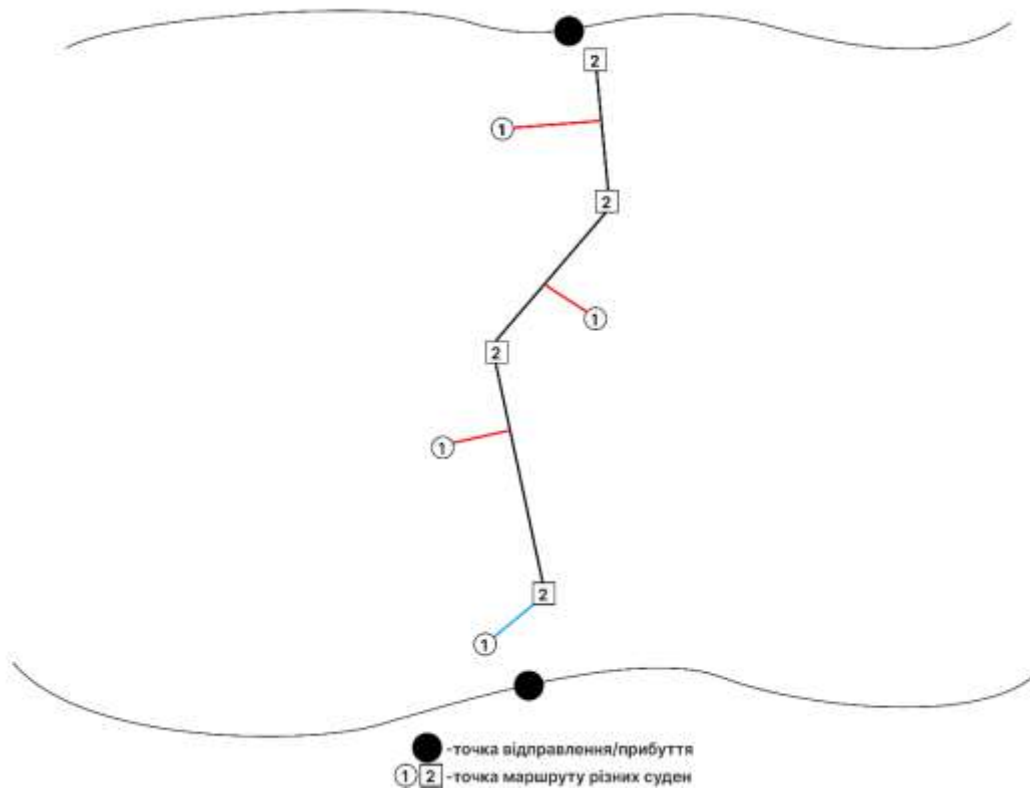


Рисунок 2.8 – Спосіб визначення ступеня схожості маршрутів з використанням метрики

Тоді метрику  $R(S_2, S_1)$  для маршрутів, що описуються такими множинами точок як  $S_2$  та  $S_1$  можна визначити за формулою:

$$R(S_2, S_1) = \frac{\sum_{j=1}^{k_1} R_{minj}}{k_1}, \quad (2.6)$$

де  $R_{minj}$  є найменшою відстанню, що вимірюється від  $j$ -тої точки множини  $S_1$  до відновленого другого маршруту, а саме до деякого найближчого  $i$ -го сегменту

					КВРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

маршруту, який сполучає точки  $(x_i, y_i)$  і  $(x_{i+1}, y_{i+1})$  множини  $S_2$ , а  $k_l$  це кількість точок що належать до другого маршруту.

Для того, щоб знайти координати  $(x, y)$  точки  $i$ -го сегменту апроксимованого другого маршруту, що сполучає точку  $(x_i, y_i)$  з точкою  $(x_{i+1}, y_{i+1})$ , та є проекцією  $j$ -ї точки множини  $S_1$ , можна знову використати формулу (2.3), але не пропустити важливий момент, що  $k_i, b_i$  – параметри лінійного рівняння прямої, яким описується  $i$ -й сегмент, що сполучає точки  $(x_i, y_i)$  і  $(x_{i+1}, y_{i+1})$  множини  $S_2$ .

Значення  $R_{minj}$  можна знайти використавши формулу (2.4) при умові, що від  $j$ -ї точки множини  $S_1$  можна провести перпендикуляр до певного  $i$ -го відрізка апроксимованого маршруту  $S_2$ . На рисунку 2.7 цей перпендикуляр зображено відрізками червоного кольору.

Коли ця умова не виконується, тобто значення  $x$ , яке отримали з формули (2.3) розташовується не в діапазоні  $[x_i, x_{i+1}]$ , то значення  $R_{minj}$  запропоновано знайти через найкоротшу відстань від кінців відрізка певного  $i$ -го сегменту множини  $S_2$  (точки  $(x_i, y_i)$  і  $(x_{i+1}, y_{i+1})$ ) до  $j$ -ї точки множини  $S_1$ . На рисунку 2.7 цю відстань зображено відрізком блакитного кольору.

І на завершення  $R_{minj}$  можна зйти використавши формулу (2.5).

У дослідженні [48] автори провели аналіз комутативності таких двох метрик з вхідними даними і отримали підтвердження того, що значення  $R(S_1, S_2)$  не комутативне значенню  $R(S_2, S_1)$ . Це стало стимулом для того, щоб сформувати нову метрику, що буде задовольняти умову комутативності.

Була запропонована нова метрика, а точніше вдосконалення метрики  $R$ :

$$R^k(S_1, S_2) = \min (R(S_1, S_2), R(S_2, S_1)). \quad (2.7)$$

Потім розглядалися приклади для обчислення метрикою (2.7) з використанням різноманітних варіантів маршрутів, у яких поетапно зменшувалась схожість двох маршрутів.

Результати досліджень дали зрозуміти, що метрика (2.7) проявила комутативність у визначенні рівня схожості маршрутів, однак при збільшенні відстані між маршрутами в результаті отримували невелику різницю.

					КвРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Наступним етапом стає задача оцінки ризиків відхилення судна від еталонного маршруту або порушення прикордонного законодавства морського кордону. Для цього було підібрано два фактори. Оцінювання ризиків буде розраховуватись відношенням факторів ризику до порогового рівня  $r_p$ , який буде визначатися на основі оцінок експертів.

Перший фактором, який буде впливати на оцінку, стає усереднене віддалення досліджуваного маршруту  $S_2$  від еталонного маршруту  $S_1$ , що обраховується формулами (2.2) і (2.5). Тоді відношення відстані відхилення до порогового рівня позначається як:

$$O_1 = \frac{R(S_1, S_2)}{r_p}. \quad (2.8)$$

Другий фактор буде оцінювати максимальне відхилення досліджуваного маршруту  $S_2$  від еталонного маршруту  $S_1$ . Він також буде розраховуватись як відношення максимального відхилення до порогового рівня:

$$O_2 = \frac{\max(\min(R_{minj}))}{r_p}. \quad (2.9)$$

Спираючись на дослідження [30] роботи експертів по виявленню небезпеки порушення прикордонного законодавства у якій аналізувалися дані системи моніторингу надводної обстановки було сформульовано три рівні ризику (високий, середній і низький) та визначені критерії для їх класифікації. Для низького рівня небезпеки критерії такі:  $O_1 < 0,5$  і  $O_2 < 0,8$ . Для високого рівня небезпеки критерії такі:  $O_1 > 0,75$  і  $O_2 > 0,9$ . І середній рівень небезпеки в усіх інших випадках.

Використовуючи приведені критерії небезпеки порушення прикордонного законодавства можна скласти для них логічні вирази, що представленні у таблиці 2.2.

					КвРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2 – Логічні вирази для встановлення рівня небезпеки

Ризик	Логічний вираз
Низький	$(O_1 < 0,5) \cap (O_2 < 0,8)$
Середній	$\overline{O_1 > 0,75} \cap \overline{O_2 > 0,9} \cap (\overline{O_1 < 0,5} \cup \overline{O_2 < 0,8})$
Високий	$(O_1 > 0,75) \cup (O_2 > 0,9)$

Аналізуючи викладений вище матеріал можна сказати, що підхід аналізу даних в інформаційно-телекомунікаційній системі морської охорони «Гарт-12» запропонований у роботі [1] дієвий і використовуючи його дійсно можна проаналізувати дані маршрутів суден та оцінити чи є присутні ризики порушення законодавства, чи аномалії руху, але у ньому присутні моменти, що можуть так чи інакше впливати на правдивість отриманих результатів тим самим знижувати ефективність підсистеми обробки даних в кіберфізичній системі моніторингу надводної обстановки регіонального управління морської охорони. Основні фактори, що впливають на правдивість результатів:

- вибір саме лінійної апроксимації не був підтверджений дослідженням з порівнянням результатів інших видів апроксимації, наприклад нелінійної апроксимації, і найбільше питань виникає у ситуації, коли точки досліджуваних маршрутів значно віддалені між собою та фіксувалися в різні дискретні моменти часу;
- скільки координатних точок  $k_1$   $k_2$ , що належать маршрутам  $S_1$  і  $S_2$ , потрібно для забезпечення оптимального рівня точності результатів розрахованих за метрикою (2.2) чи (2.7);
- введення метрики (2.7) для забезпечення комутативності потребує додаткового дослідження для обґрунтування вибору цієї метрики в порівнянні з іншими варіантами, що також би задовільнили умову комутативності та видавали точні результати;

- використання відношення запропонованих критеріїв до визначеного експертною оцінкою порогового рівня (2.8) і (2.9) може бути недостатнім для точного вираховування степеню небезпеки можливих маршрутів, а також отриманий експертною оцінкою пороговий рівень може бути не найкращим варіантом.

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

Для початку потрібно вказати основні модулі програмно технічного засобу, до числа таких можна віднести:

- модуль інтерфейсу користувача;
- модуль отримання еталонних маршрутів;
- модуль отримання маршрутів суден;
- модуль аналізу маршрутів;
- модуль оцінки ризику порушення прикордонного законодавства;
- модуль зв'язку програми та бази даних;
- модуль звітності.

Модуль інтерфейсу користувача буде передбачати показ акваторії Чорного моря на електронній карті. Користувач, що буде взаємодіяти з програмно-технічним засобом зможе вибрати потрібний еталонний маршрут і маршрут який потрібно дослідити. Будуть виводитись дані про місця відправлення і прибуття судна. Тоді користувач зможе проаналізувати маршрут і отримати результати про відстань відхилення судна від еталонного маршруту та оцінку рівня небезпеки відхилення з можливістю збереження результатів аналізу.

Модуль отримання еталонних маршрутів буде забезпечувати функціонал виведення списку еталонних маршрутів, що зберігаються в базі даних, та буде відображати обраний еталонний маршрут на електронній карті у вигляді неперервної прямої з координатних точок.

Модуль отримання маршрутів суден забезпечувати функціонал виведення списку маршрутів, що зберігаються в базі даних, в залежності від того який

					КьРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

еталонний маршрут був обраний, та буде відображати обраний із доступних маршрутів на електронній карті у вигляді неперервної прямої з координатних точок визначених у дискретні моменти часу.

Модуль аналізу маршрутів буде розраховувати відстань від досліджуваного маршруту до еталонного описаним вище методом за допомогою формул (2.2-2.5) і (2.7) та виводитись в результатах аналізу.

Модуль оцінки ризику порушення прикордонного законодавства буде розраховувати за описаними формулами (2.8-2.9) та логічним виразом, де за трирівневою системою оцінки буде визначатися критичність відхилення від еталонного маршруту.

Модуль зв'язку програми та бази даних має на меті забезпечити взаємодію між цими двома компонентами системи. Модуль зв'язку відповідає за встановлення з'єднання між програмою і базою даних. Це включає в себе автентифікацію та авторизацію, передачу параметрів підключення і налагодження комунікації між програмою і базою даних. Модуль зв'язку забезпечує можливість виконання запитів до бази даних з програми. Він перетворює запити, сформовані програмою, у відповідні команди для бази даних і передає їх на виконання. Це може включати створення, оновлення, видалення або вибірку даних з бази даних згідно з вимогами програми. Модуль зв'язку отримує результати запитів з бази даних і передає їх назад у програму. Він може виконувати обробку даних, фільтрацію, сортування або агрегацію, щоб забезпечити потрібний формат даних для програми. Також він може виявляти та обробляти помилки, якщо вони виникають під час взаємодії з базою даних. В цілому, модуль зв'язку програми та бази даних відповідає за забезпечення ефективної і безпечної комунікації між ними, а також за обробку та передачу даних між ними відповідно до логіки програми і структури бази даних.

Модуль звітності буде відповідати за формування звіту на основі зібраних даних аналізу. Це забезпечить можливість подальшої передачі проаналізованих даних у центральне відділення об'єднаної системи висвітлення інформації.

					КьРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

## 2.5 Висновки

Отже, у даному розділі було визначено, які можуть бути апаратно-програмні підсистеми в системі висвітлення надводної обстановки. Досліджено апаратну інфраструктуру, а саме середовище в якому планується розгортання програмно-технічного засобу.

Розглянуто архітектуру програмно-технічного засобу. І розкрито залежності та способи взаємодії між різними програмними компонентами в межах програмно-технічного засобу і визначено, які дані або інструкції передаються між модулями.

Також розкрито, які функції буде виконувати програмно-технічний засіб підсистеми обробки даних системи моніторингу надводної обстановки.

Широко описано як підсистема буде взаємодіяти з інформацією про надводну обстановку з використанням запропонованих методів і їх обґрунтуванням. Проаналізувавши недоліки підсистеми обробки даних можна дійти висновку, що для ефективного виконання поставленого завдання потрібно проводити додаткові дослідження з використанням різних підходів, їх порівнянням та визначенням їх достовірності.

І описано основні модулі підсистеми обробки даних системи моніторингу надводної обстановки. Вказавши функціональне призначення для кожного модуля та способи їх взаємодії та обмін даними.

					КвРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

### 3 ПРОГРАМНО-АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ ПІДСИСТЕМИ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ У КІБЕРФІЗИЧНІЙ СИСТЕМІ МОНІТОРИНГУ НАДВОДНОЇ ОБСТАНОВКИ РЕГІОНАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ МОРСЬКОЇ ОХОРОНИ

3.1 Опис середовища та мови програмування для реалізації програмно-технічного засобу

Для реалізації підсистеми обробки даних в кіберфізичній системі моніторингу надводної обстановки в якості середовища розробки було обрано Microsoft Visual Studio. Visual Studio – це інтегроване середовище розробки (IDE), створене компанією Microsoft. Воно надає широкий набір інструментів і сервісів для створення програмного забезпечення для різних платформ, включаючи Windows, Android, iOS та веб-програмування.

Visual Studio пропонує широкий спектр функцій і можливостей, включаючи:

- редагування коду: Visual Studio надає потужний редактор коду з функціями, такими як IntelliSense, автодоповнення коду, навігація по коду та інструменти рефакторингу. Воно підтримує різні мови програмування, такі як C#, C++, Python, JavaScript та інші;
- відлагодження: Інтегроване середовище містить потужний засіб відлагодження, який дозволяє розробникам знаходити та виправляти проблеми в своєму коді. Воно підтримує точки зупинки, поетапне виконання коду, перегляд змінних та інші можливості відлагодження;
- інтегровані інструменти та сервіси: Visual Studio інтегрується з різними інструментами розробки та сервісами, такими як системи контролю версій (наприклад, Git), менеджери пакетів (наприклад, NuGet) та хмарні сервіси для розробки та розгортання програмного забезпечення;
- розширення: Visual Studio підтримує систему розширень, яка дозволяє розробникам додавати нові функціональні можливості та інструменти до свого робочого оточення.

					КвРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Visual Studio доступний у різних версіях, таких як Visual Studio Community (безкоштовна версія для некомерційного використання), Visual Studio Professional (комерційна версія з додатковими функціями) та Visual Studio Enterprise (розширена комерційна версія з ще більшим набором інструментів та сервісів).

В якості мови програмування було обрано C#. Вона є об'єктно-орієнтованою мовою програмування, розробленою компанією Microsoft. Вона була випущена в 2000 році як основна мова для розробки програмного забезпечення під платформу Microsoft .NET.

Основні особливості C#:

об'єктно-орієнтованість: C# базується на об'єктно-орієнтованому підході до програмування, що дозволяє створювати класи, об'єкти, спадкування, поліморфізм та інші концепції ООП.

- типізація: C# є сильно типізованою мовою, що означає, що змінні мають визначений тип, а операції змінних залежать від їх типів;
- керування пам'яттю: C# використовує автоматичне управління пам'яттю, що означає, що розподіл і звільнення пам'яті для об'єктів відбувається автоматично, без прямого втручання програміста;
- платформа .NET: C# є основною мовою програмування платформи .NET, що надає розширений набір бібліотек і сервісів для розробки різноманітних додатків, включаючи веб-додатки, настільні програми, мобільні додатки та служби хмарного розміщення;
- підтримка розробки в Visual Studio: C# розробляється головним чином для використання в середовищі Visual Studio, що надає розширені інструменти, редактор коду, відлагодження та інші функції для ефективної розробки на цій мові.

C# є досить популярною мовою програмування, особливо в сфері розробки додатків під платформу Windows та веб-розробки на базі .NET. Вона має широку спільноту розробників та розширений екосистему інструментів та бібліотек для підтримки різних видів проектів.

В якості інтерфейсу програмного забезпечення було обрано Windows Forms. Windows Forms (або WinForms) є одним із способів розробки графічного

					КвРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

інтерфейсу користувача (GUI) для додатків у середовищі Windows, використовуючи мову програмування C# або іншу мову, яка підтримує .NET Framework. Windows Forms надає набір класів та компонентів для створення вікон, кнопок, текстових полів, списків, меню, та інших елементів інтерфейсу користувача.

#### Основні особливості Windows Forms:

- радіус дії: Windows Forms дозволяє створювати додатки для операційних систем Windows. Це означає, що розроблені додатки можуть працювати на різних версіях Windows, починаючи з Windows XP і вище;
- перетворення Windows-контролів: Windows Forms використовує нативні елементи управління операційної системи Windows. Це дозволяє створювати додатки з нативним виглядом, що інтегрується з рештою системи;
- розміщення і управління контролами: Windows Forms надає можливості для розміщення різних елементів управління на формі, їх позиціонування, керування розміром і макетом. Воно також має розширені можливості для обробки подій контролів;
- відлагодження та профілювання: Visual Studio, розширене середовище розробки, надає потужні інструменти для відлагодження і профілювання додатків, розроблених на базі Windows Forms. Це дозволяє виявляти й усувати помилки, а також оптимізувати продуктивність додатків.

### 3.2 Опис реалізації модулів апаратного та програмного забезпечення програмно-технічного засобу

Для розробки підсистеми обробки даних ПЗ було складено блок-схему алгоритму роботи підсистеми обробки даних кіберфізичної системи моніторингу надводної обстановки, яка представлена на рисунку 3.1. Вона є графічним

					КвРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

зображенням послідовності операцій, які виконуються в процесі обробки даних та надає вам можливість візуально розуміти та аналізувати логіку роботи підсистеми.

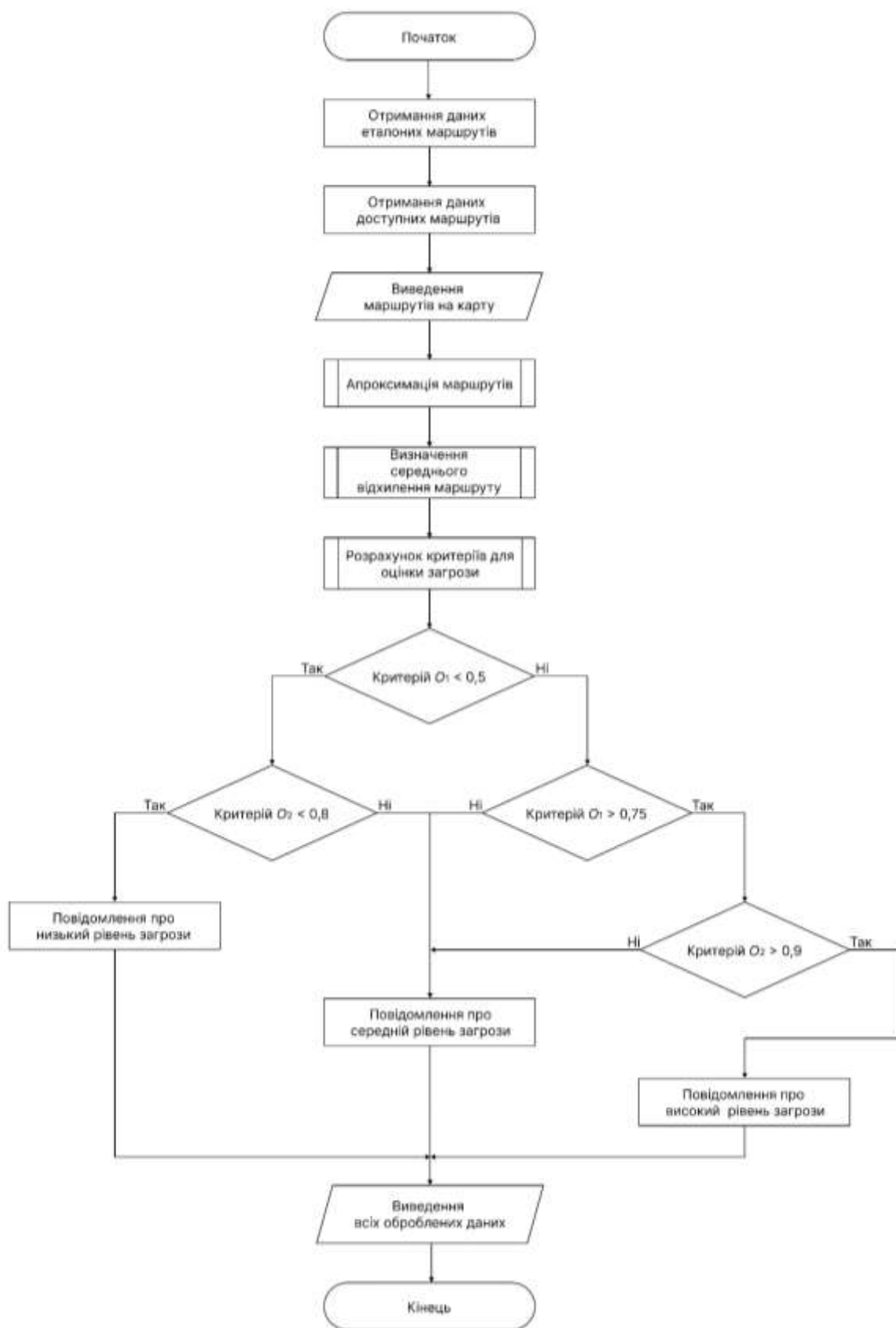


Рисунок 3.1 – Блок-схему алгоритму роботи підсистеми обробки даних

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Загалом блок-схема може використовуватися для внесення змін в алгоритм обробки даних. Вона дає можливість виокремити та аналізувати окремі етапи алгоритму, зробити зміни в їх послідовності або додати нові елементи. За допомогою блок-схеми ви можете виявити помилки або неузгодженості в алгоритмі роботи підсистеми обробки даних. Вона дозволяє провести перевірку логічних помилок, таких як неправильна послідовність операцій, незадовільні умови або пропущені кроки.

У процесі виконання роботи було побудовано структурну схему кіберфізичної системи моніторингу надводної обстановки, для якої розробляється програмно-технічний засіб підсистеми обробки даних. В основу якої, було взято акваторію Чорного моря, де курсують патрулі морської охорони, розташовані пости спостереження за морською поверхнею, а також установлені камери, що відслідковують пересування на воді. Структурна схема компонентів кіберфізичної системи моніторингу надводної обстановки з підсистемою обробки даних представлена на рисунку 3.2.

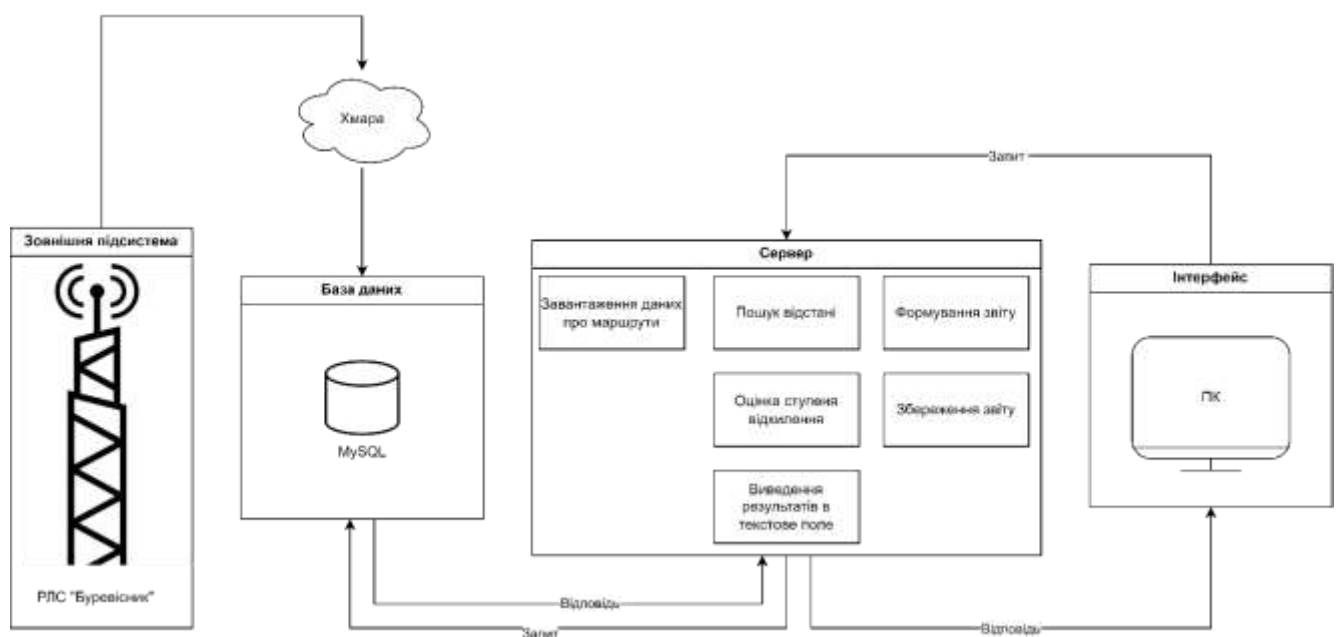


Рисунок 3.2 – Структурна схема компонентів кіберфізичної системи моніторингу надводної обстановки з підсистемою обробки даних

Для візуалізації структури підсистеми обробки даних створено діаграму класів. Вона є одним з найбільш популярних видів діаграм в об'єктно-орієнтованому моделюванні. Діаграма показує класи, їх атрибути (змінні) та методи (функції), а також взаємозв'язки між класами. Також допомагає створювати об'єктну модель системи, яка включає класи, їх взаємозв'язки та структуру даних. Вона служить основою для подальшої розробки і реалізації системи. Проєкт Data містить класи для роботи з БД та запитами (рисунком 3.3). Деталі роботи проєкту описані в розділі 3.3.

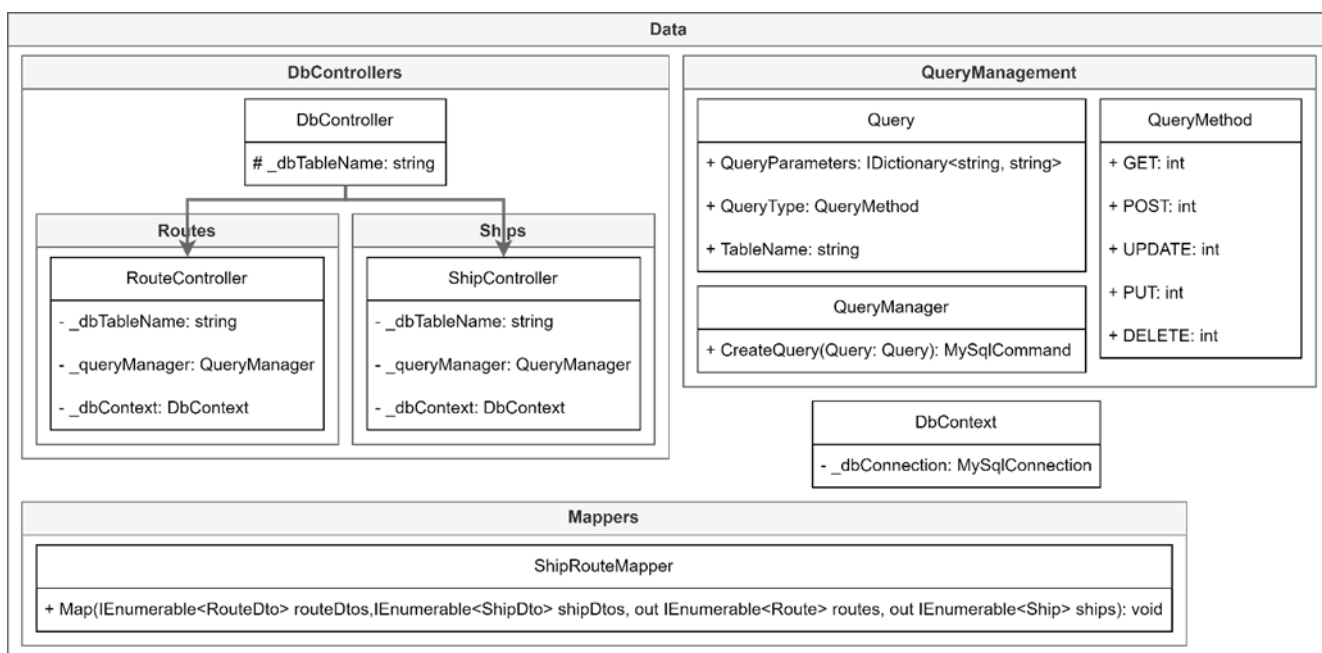


Рисунок 3.3 – Діаграма класів проєкту Data

Отримання даних з БД відбувається шляхом формування об'єктів передачі даних, класи яких містяться в проєкті DataModels (рисунком 3.4).

Проєкт CommonStructures (рисунком 3.5) містить загальновикористовувані класи з даними для обробки основним циклом програми. Створено додатковий шар абстракцій для отримання позиції та кольору точки шляхом заміни класів з простору імен System.Drawing на власні, що дає змогу змінювати програмний інтерфейс, який реалізує візуалізацію точок на мапі. Класи проєкту не прив'язані до графічного представлення і можуть бути передані для розрахунків незалежно від інтерфейсу.

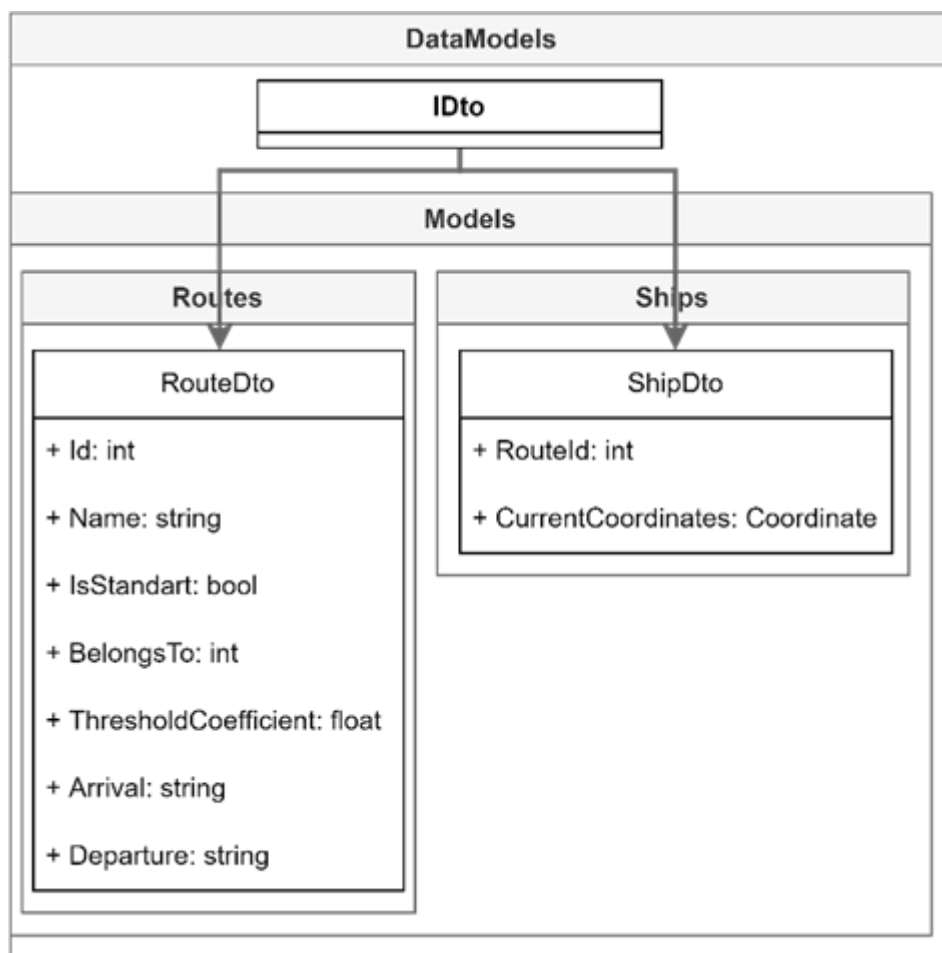


Рисунок 3.4 – Діаграма класів проєкту DataModels

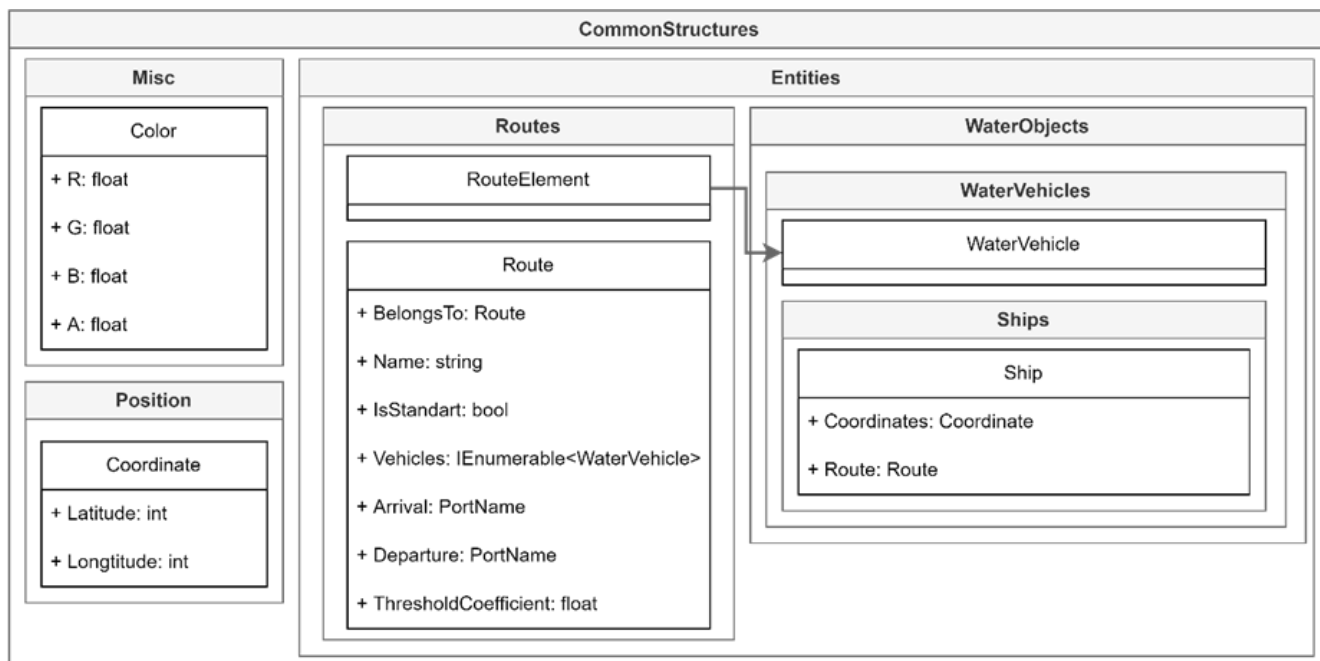


Рисунок 3.5 – Діаграма класів проєкту CommonStructures

Core є головним проєктом (рисунок 3.6) і містить основну логіку розрахунків, інтерфейс, представлений вікном WinForms, а також класи з даними для графічного представлення маршрутів та точок.

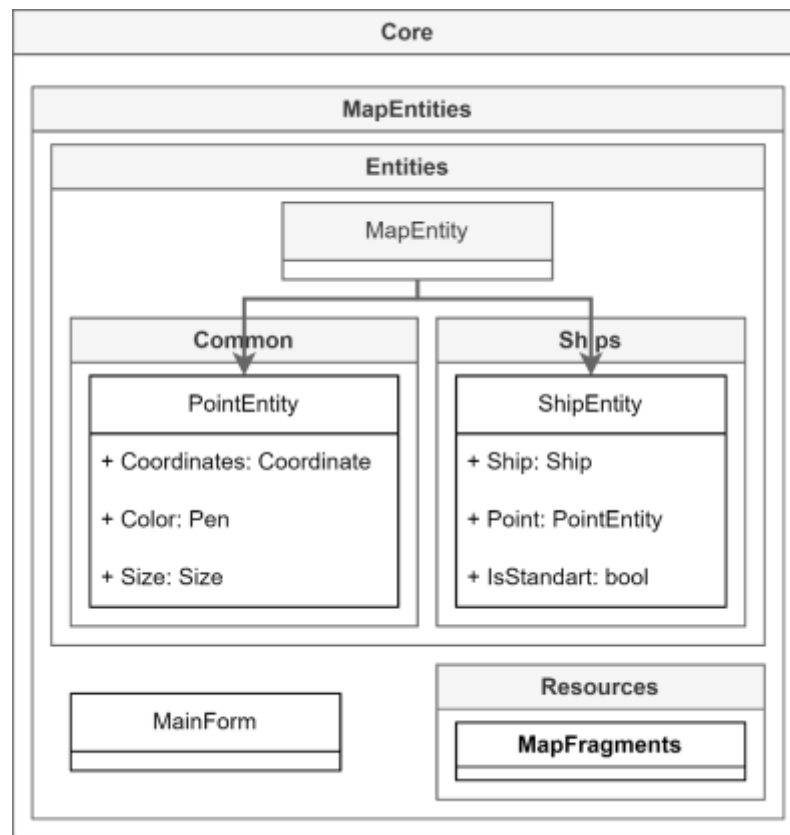


Рисунок 3.6 – Діаграма класів проєкту Core

### 3.3 Опис процесу створення баз даних

У проєктуванні проводилась робота з СУБД MySQL. MySQL - це система управління базами даних (СУБД), яка надає ефективні засоби для зберігання, управління та доступу до великих обсягів даних. Вона є однією з найпопулярніших СУБД у світі і використовується в багатьох веб-додатках та програмних рішеннях.

Першим кроком до інтеграції бази даних до проєкту є її підключення. На платформі .NET мовою C# підключення БД до програмної реалізації було виконано таким чином:

- 1) створення рядка підключення до бази даних в файлі налаштувань проєкту;
- 2) читання рядка підключення за допомогою менеджера конфігурацій;

3) створення нового екземпляру класу MySqlConnection.

Рядок підключення до БД системи моніторингу надводної обстановки складається з наступних елементів:

- datasource – посилання на базу даних;
- port – порт бази даних;
- username – ім'я користувача під яким здійснюється автентифікація;
- password – пароль користувача.

Рядок підключення в файлі конфігурацій проекту Visual Studio повинен відповідати структурі, представленій псевдокодом далі:

```
<connectionStrings>
  <addname="ConnectionString"
connectionString="datasource=127.0.0.1; port=3306;
username=root; password=;"/>
  <!-- ... -->
</connectionStrings>
```

Менеджер налаштувань проекту ConfigurationManager – надає доступ до файлів конфігурації для клієнтських застосунків.

Файл конфігурацій проекту VS – файл з розширенням \*.xml, який надає змогу працювати з параметрами застосунку, до прикладу підтримка кількох моніторів, підтримка високої роздільної здатності тощо.

MySqlConnection – об'єкт з'єднання з базою даних. Надає стандартні CRUD-операції. Застосування цього класу в реалізації кіберфізичної системи відбувалось шляхом створення екземпляру MySqlCommand, що містить текст SQL-скрипта, який необхідно виконати.

Для виконання SQL-скриптів попередньо необхідно відкрити з'єднання з базою даних:

```
_dbConnection.Open();
```

База даних SQL надає стандартний CRUD-функціонал. Читання записів з бази даних відбувається шляхом виклику методів контролерів сутностей з якими необхідно виконати операцію.

					КьРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

MySqlDataReader читає різні типи даних в залежності від викликаного методу. Якщо тип даних, який намагається прочитати MySqlDataReader не співпадає з типом даних, використаним в БД відповідного об'єкта виникне помилка.

Виконання команди SQL відбувається за викликом наступного методу:

```
cmd.ExecuteNonQuery()
```

Після завершення робіт з'єднання слід закрити викликом методу:

```
_dbConnection.Close();
```

Для реалізації модуля взаємодії з базою даних було створено окремий проєкт рішення Visual Studio під назвою Data. Він містить компоненти для взаємодії з базою даних, формування запитів до бази даних, контролери сутностей і картограф даних.

Основний клас проєкту DbContext, який представляє контекст бази даних і надає функціонал для здійснення операцій в БД, з якою було створено та відкрито з'єднання. Також, клас містить ініціалізатор початкових значень та розгортку структури бази даних, які виконуються SQL-скриптом.

Запити до БД формуються за допомогою класу Query, що містить параметри запиту, основні HTTP-типи запиту, такі як GET, POST та інші, а також ім'я таблиці над якою здійснюється операція. Клас QueryManager відповідає за генерацію стандартних SQL-запитів (CRUD) з підтримкою передачі власних параметрів, що спрощує читання програмного коду.

Допоміжний проєкт DataModels відноситься до структур для роботи з базою даних і містить об'єкти передачі даних (DTO) головних сутностей системи. Такий механізм передачі даних дозволяє отримувати лише необхідну для конкретного випадку інформацію про об'єкти, а також дозволяє об'єднувати їх між собою для спрощення передачі даних.

					КьРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Основні сутності та зв'язки між ними в структурі бази даних зображено на рисунку 3.7.

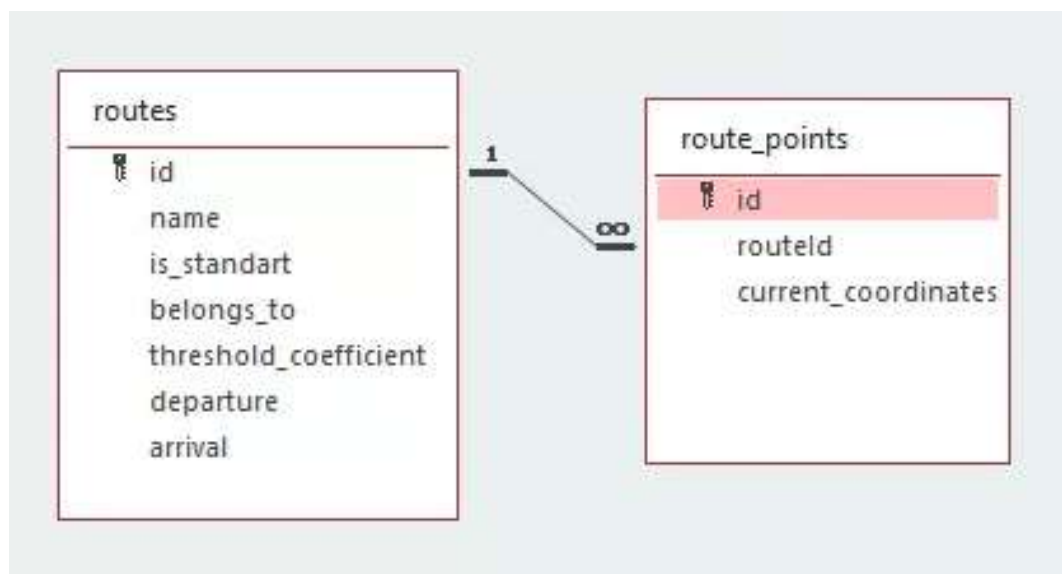


Рисунок 3.7 – Даталогічна модель бази даних

Таблиця 3.1 «routes» призначена для збереження даних про маршрути.

Таблиця 3.1 – Атрибути таблиці «routes»

№ з/п	Назва атрибуту	Тип даних	Опис
1.	id	INT	Первинний ключ
2.	name	VARCHAR	Найменування маршруту
3.	is_standart	TINYINT	Визначення чи цей маршрут є еталонним
4.	belongs_to	INT	Визначення належності маршруту до еталонного
5.	threshold_coefficient	FLOAT	Коефіцієнт порогового рівня
6.	departure	VARCHAR	Місце відправлення судна
7.	arrival	VARCHAR	Місце прибуття судна



### 3.4 Опис реалізації людино-машинного інтерфейсу

Приклади інтерфейсу реалізованої кіберфізичної системи наочно демонструють процес роботи з програмою. Інтерфейс складається з таких основних елементів керування:

- списки, що містять перелік маршрутів та точок, що їм належать;
- кнопки, які містять ключовий для системи функціонал для обробки даних;
- діалогові вікна для виведення повідомлень про помилку чи успіх користувачу (рисунок 3.8);
- поля з додатковою інформацією про порт відбуття та прибуття;
- вивід інформації про результати обчислень в текстове поле.

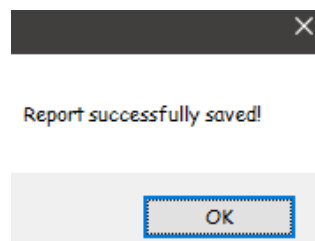


Рисунок 3.8 – Приклад діалогового вікна, що інформує про успішне збереження звіту

Мапу (рисунок 3.9) було створено з використанням компоненту PictureBox.

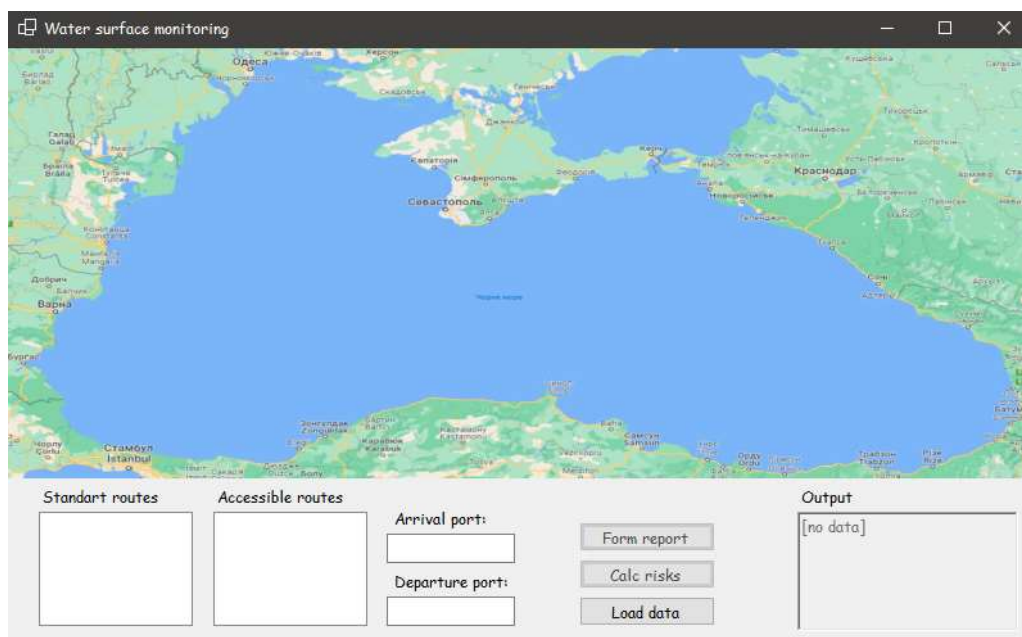


Рисунок 3.9 – Інтерфейс програмно-технічного застосування

Оскільки зображення мапи може мати різні властивості, пов'язані з автоматичним визначенням розмірів, зображення було розташовано всередині компонента Panel, що надало змогу застосовувати будь-яке значення властивості AutoSize не зашкодивши решті інтерфейсу.

Для надання можливості створювання власних графічних позначок на мапі необхідно здійснити підписку на подію Paint елемента PictureBox. Подія Paint елемента PictureBox відбувається, коли потрібно перефарбувати вміст цього елемента на формі.

Далі наведено псевдокод, що описує послідовність виконання методів всередині MapContainer\_Paint:

```
Application.DoEvents();
UpdateMapContainer();
DrawRoutes();
MapContainer.Invalidate();
```

Далі потрібно визначити контекст візуалізації. Для цього було створено новий екземпляр класу Graphics використовуючи статичний метод FromImage, який дає змогу створювати графічні елементи на поверхні вказаного зображення. Він надає методи для малювання ліній, прямокутників, еліпсів, тексту та інших графічних об'єктів.

Для оновлення зображення та знищення створених графічних елементів в окрему змінну додано копію оригінального зображення без додаткової графіки, яка замальовує неактуальні дані на початку циклу процесу візуалізації:

```
private void ClearMap()
{
    _renderingContext.DrawImage(_imgOrigin, 0, 0);
}
```

Контекст візуалізації необхідно правильно обробити при виході з застосунку. Так, необхідно при спрацюванні події MapContainer\_Disposed викликати метод Dispose для контексту візуалізації.

					КьРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Основний потік обробки даних, що підлягають візуалізації проводиться всередині методу DrawEntities, в якому відбираються об'єкти для відображення. Кожен такий елемент унаслідується від спільного загального класу MapEntity, що містить інтерфейс, в якому зазначено необхідність у власній реалізації методу Draw, який відповідає безпосередньо за малювання об'єкта на мапі.

Результат роботи програми зображено на рисунку 3.10.

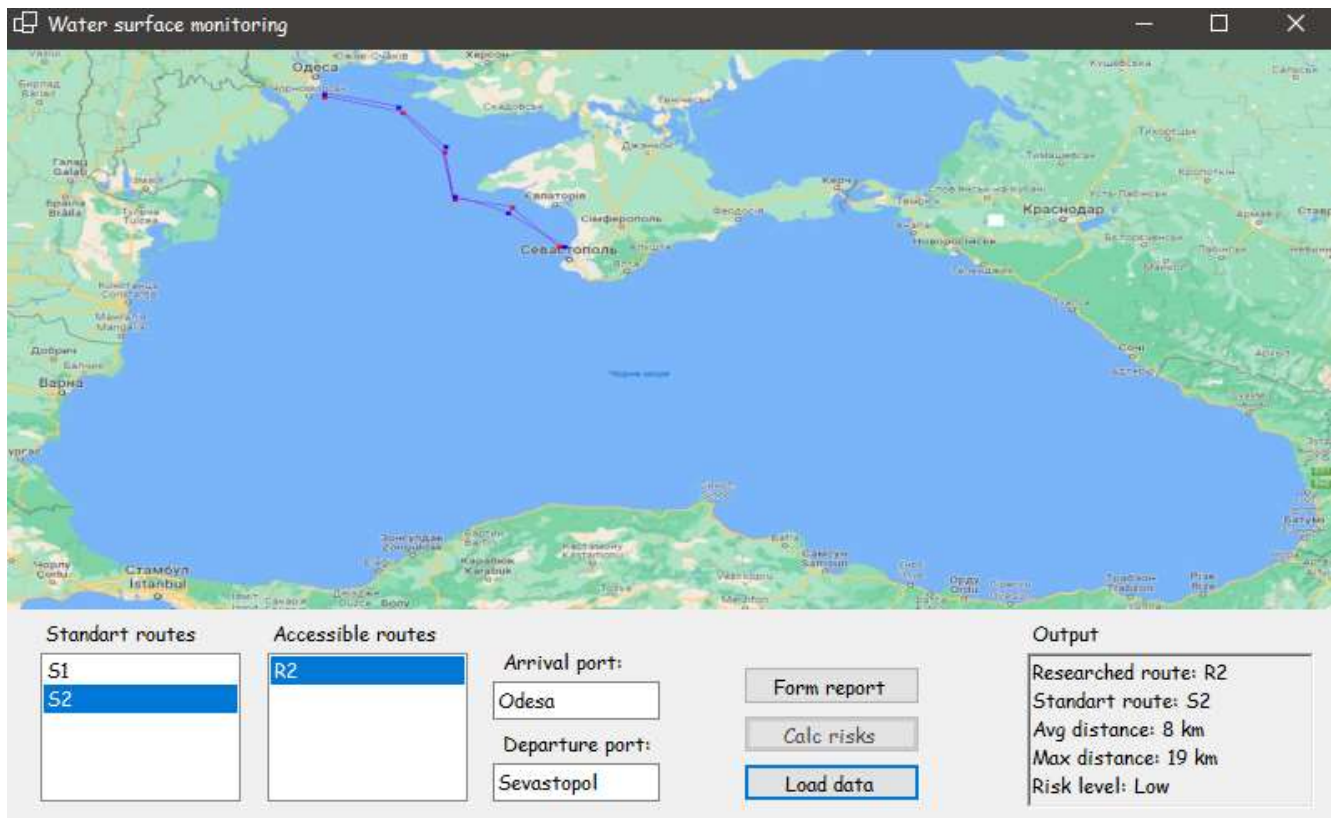
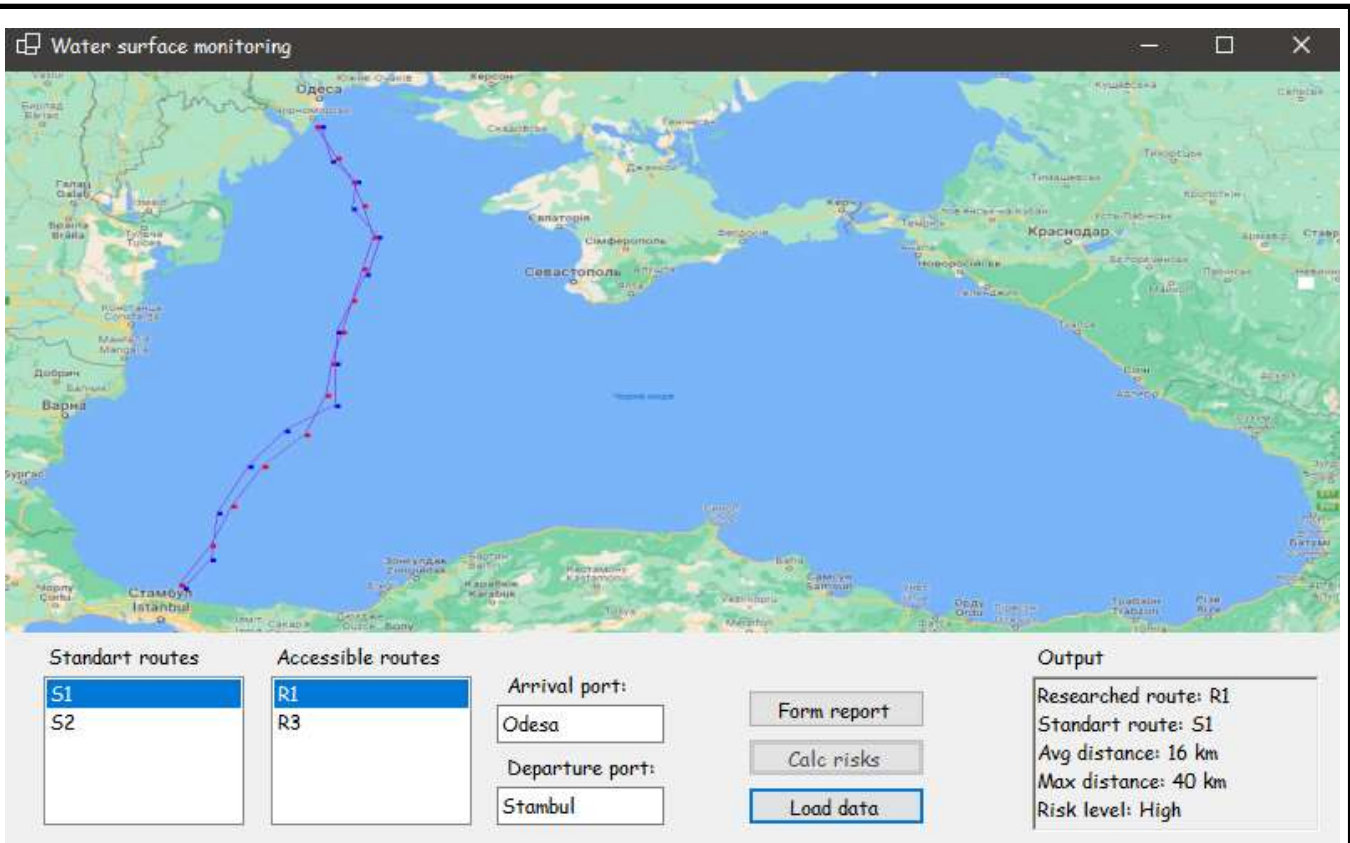


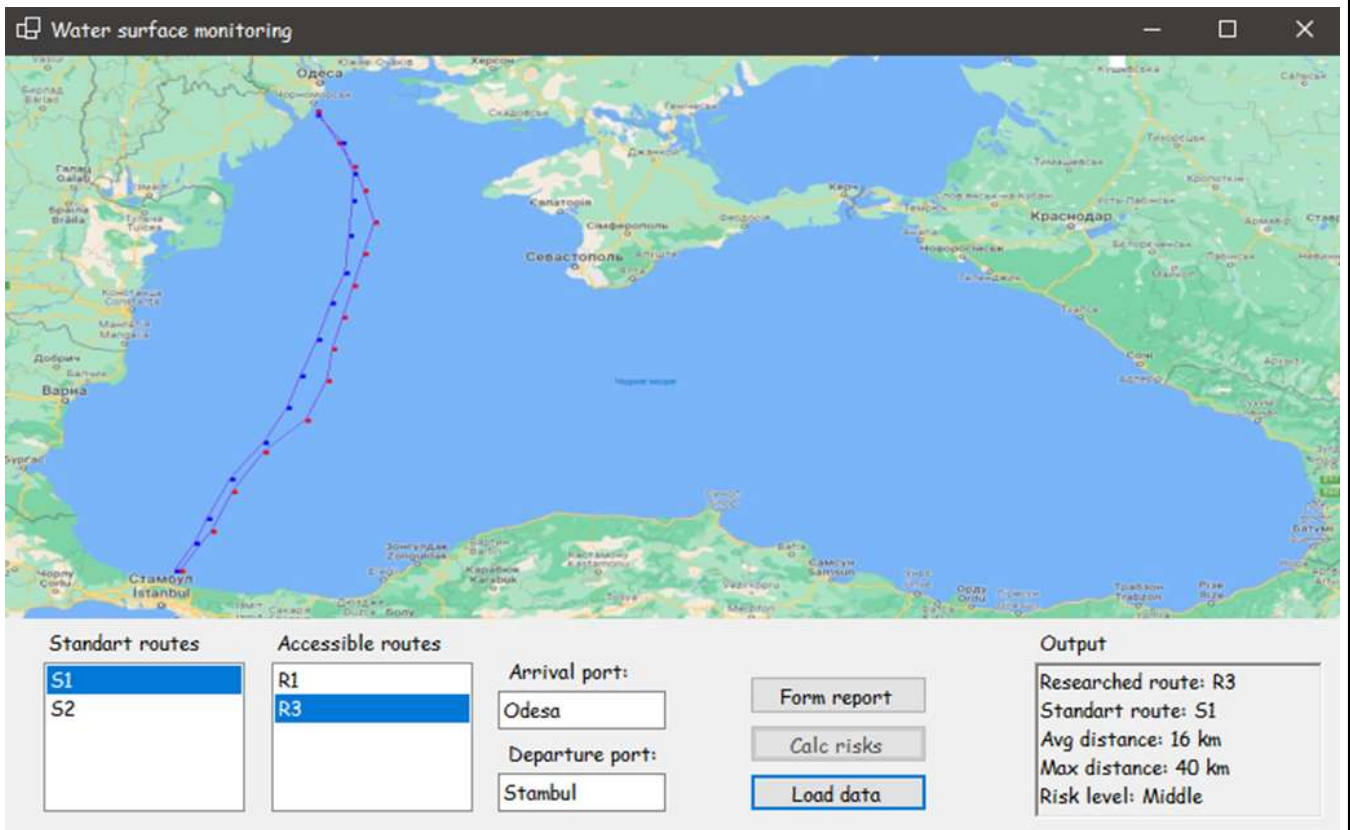
Рисунок 3.10 – Результат роботи підсистеми обробки даних

За цим результатом видно, що для даного маршруту судна було визначено його середнє та максимальнє відхилення від еталонного маршруту, і оцінено рівень потенційної загрози порушення прикордонного законодавства або аномальнїсть руху судна, що може бути спричинене наприклад збройним нападом або технічними неполадками.

Далі проведено тестування маршрутів з різним відхиленням від еталонного маршруту. Результати тестування зображено на рисунку 3.11.



a)



б)

Рисунок 3.11 – Результати тестування різного відхилення маршруту

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

### 3.5 Інструкції для користувачів

Інструкція для користувача програмно-технічного засобу є важливим документом, який надає детальну інформацію користувачам про використання цього засобу. Вона допомагає новим користувачам ознайомитися з програмним засобом і навчитися його використовувати, пояснює основні функції, операції і процеси, які можуть здатися складними без належного пояснення.

Інструкція може включати інформацію про правила безпеки і заходи обережності, пов'язані з використанням програмного засобу. Це особливо важливо для програмних засобів, які працюють з чутливими даними або ці дані мають високу цінність і повинні зберігатися в конфіденціальній. Інтерфейс програмно-технічного засобу підсистеми обробки даних в кіберфізичній системі моніторингу надводної обстановки зображено на рисунку 3.4.

Підсистема обробки даних кіберфізичної системи моніторингу надводної обстановки створена для акваторії Чорного моря, тому виводиться електронна карта з акваторією Чорного моря. Акваторія Чорного моря є важливою територією, що межує з кількома країнами Європи та Азії. Чорне море є важливим транспортним шляхом, через який проходить багато вантажних суден, зокрема нафтових танкерів і контейнеровозів. Також море є рибальським регіоном, а в районі узбережжя розташовані курортні міста, які приваблюють туристів. Чорне море також стикається з різними екологічними проблемами, включаючи забруднення води, зниження рівня біорізноманіття, надмірне ловлення риби та незаконний промисел. Також проблеми можуть виникати через конфлікти між країнами, які ділять прилеглі води. Протяжність морського кордону України становить приблизно 2 782 кілометри. Тому підсистема обробки даних стає дуже важливим інструментом, що дозволить ефективно спостерігати, аналізувати та контролювати морські території держави.

На рисунку 3.12 зображено список доступних в базі даних кіберфізичної системи моніторингу надводної обстановки еталонних маршрутів по яким будуть порівнюватися досліджувані маршрути.

					КьРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

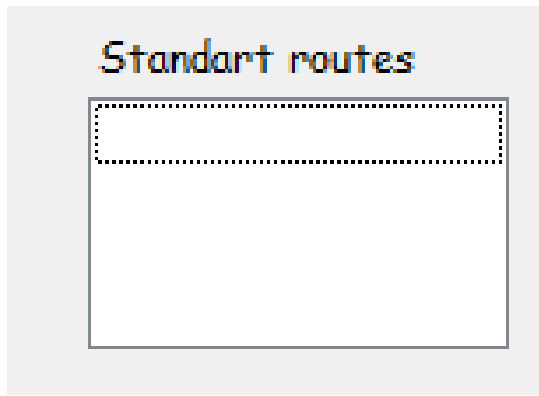


Рисунок 3.12 – Елемент вибору еталонного маршруту

Далі йде список маршрутів суден, що зображено на рисунку 3.13. Маршрути суден занесені в базу даних кіберфізичної системи моніторингу надводної обстановки. Важливо відмітити, що кожен еталонний маршрут має різні маршрути суден, які можна дослідити.

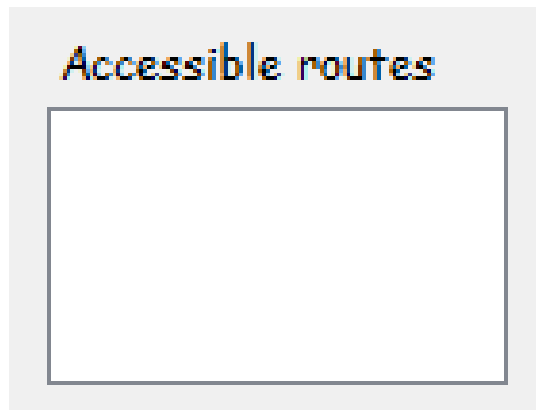


Рисунок 3.13 – Елемент вибору досліджуваного маршруту

Наступною частиною інтерфейсу програмно-технічного засобу є поле, де виводиться порт з якого відправилось судно. Його можна побачити на рисунку 3.14.

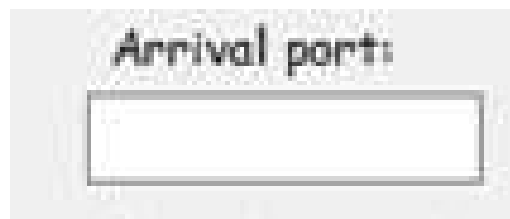


Рисунок 3.14 – Поле виведення місця відправлення судна

					КьРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

І також є аналогічне поле, де виводиться порт, але вже місця призначення судна. Це поле зображено на рисунку 3.15.

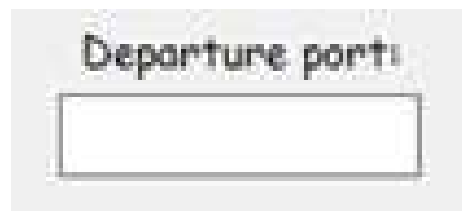


Рисунок 3.15 – Поле виведення місця прибуття судна

На рисунку 3.16 зображено кнопку «Load data», яка викликає функцію, що витягує дані з бази даних про доступні еталонні маршрути та прив'язані до них маршрути суден.

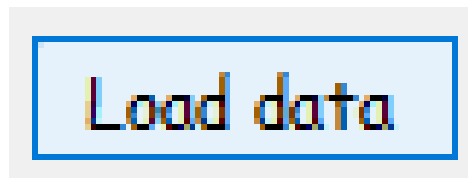


Рисунок 3.16 – Кнопка для виведення даних маршрутів

Кнопка «Calc risks» (рисунок 3.17) виконує розрахунки середнього віддалення, максимального віддалення та оцінки загрози порушення прикордонного законодавства по описаним методам.

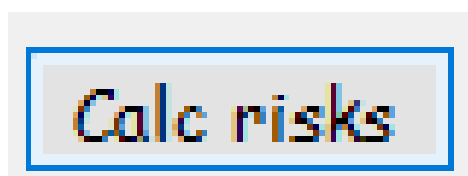


Рисунок 3.17 – Кнопка для розрахунку даних маршрутів

І після розрахунків інформація про то, який маршрут аналізувався, який маршрут був еталонним, яка середня та максимальна відстань досліджуваного маршруту від еталонного виводиться у спеціальному полі, що зображене на рисунку 3.18.



Рисунок 3.18 – Поле виведення результатів аналізу маршруту

Отриманий результат аналізу можна за допомогою кнопки «Form report», що зображена на рисунку 3.19, сформувати у звіт.



Рисунок 3.19 – Кнопка для формування звіту

Загалом, вікно програми після виконання алгоритму аналізу та обробки даних набуде вигляду як на рисунку 3.20.

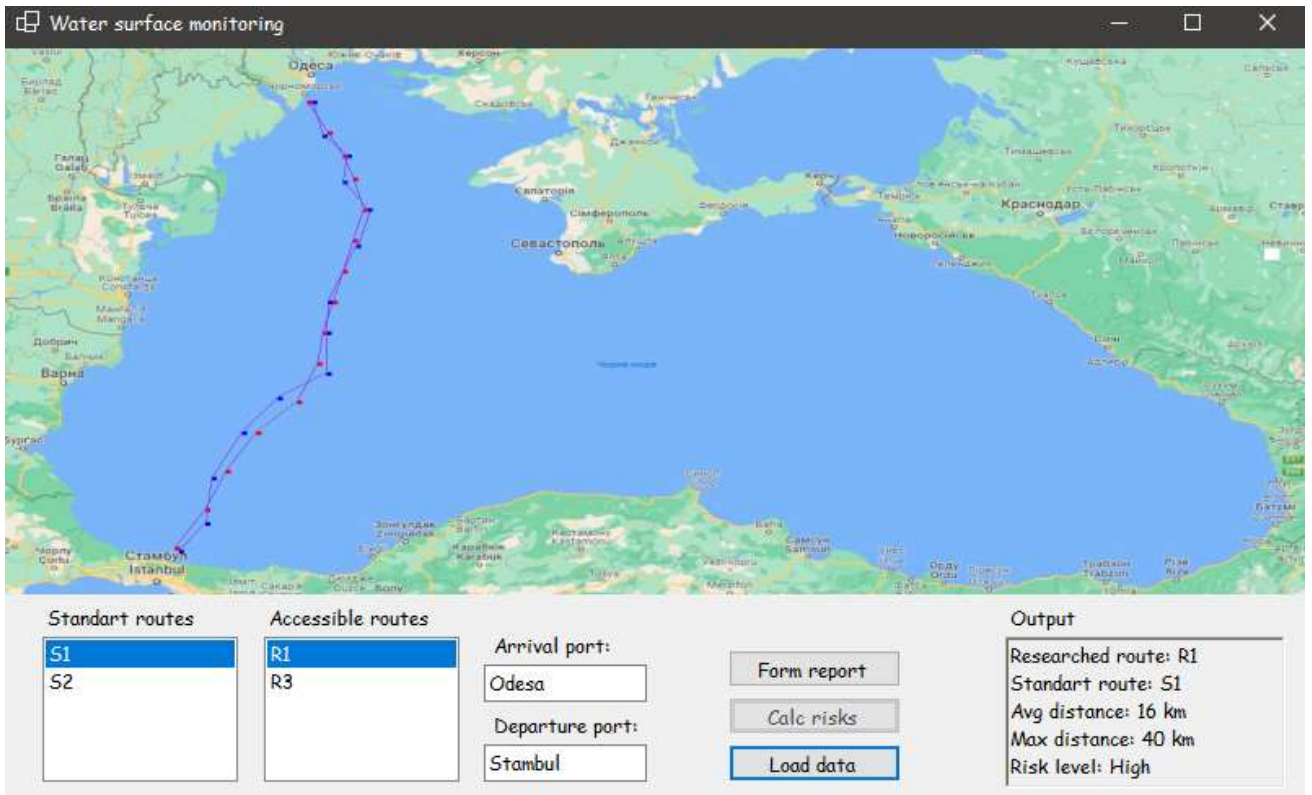


Рисунок 3.20 – Вікно підсистеми обробки даних після завершення аналізу та обрахунків

В підсумку детальний опис інтерфейсу забезпечить користувача необхідною інформацією в повному об'ємі та допоможе уникнути неправильного розуміння та неправильного використання програмно-технічного засобу.

### 3.6 Висновки

В цьому розділі було описано вибір середовища та мови програмування. Побудовано блок-схему алгоритму роботи підсистеми обробки інформації. Описано процес створення, налаштування та підключення бази даних підсистеми обробки даних. Описано основні елементи людино-машинного інтерфейсу та їх взаємозв'язок. Обговорено основні інструкції для користувача підсистеми обробки даних в кіберфізичній системі моніторингу надводної обстановки.

					КвРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

## ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі результатом проведених теоретичних і практичних досліджень стала розробка підсистеми обробки даних для кіберфізичної системи моніторингу надводної обстановки регіонального управління морської охорони на основі запропонованих методів обробки даних.

У першому розділі було проведено аналіз наявної кіберфізичної системи моніторингу надводної обстановки України та варіанти реалізованих систем інших країн. Досліджено структуру цих систем та способи обміну інформацією. Також була виконана постановка задачі для поетапного виконання роботи.

У другому розділі було проведено проектування підсистеми обробки даних кіберфізичної системи моніторингу надводної обстановки. Було визначено основні апаратні і програмні підсистеми програмно-технічного засобу. Описано які зовнішні функції повинен виконувати програмно-технічний засіб. Далі був розглянутий і детально описаний метод обробки інформації про поточний маршрут суден. А також описано метод оцінки ризику відхилення від маршруту на основі результатів порівняння. Визначено основні модулі програмно-технічного засобу. Описано їх функціональне призначення, який в них взаємозв'язок та як відбувається обмін даними.

У третьому розділі було виконано програмно-апаратну реалізацію підсистеми обробки даних. Описано вибір середовища та мови програмування. Було описано реалізацію модулів програмно-апаратного забезпечення, процес створення, налаштування та підключення бази даних підсистеми обробки даних, її структуру та властивості. Описано основні елементи людино-машинного інтерфейсу та їх взаємозв'язок. Обговорено основні інструкції для користувача підсистеми обробки даних в кіберфізичній системі моніторингу надводної обстановки. Подальше дослідження може бути направлене на розширення функціональних можливостей підсистеми під вимоги регіонального управління морської охорони для забезпечення багатофункціональності та універсальності підсистеми.

					КвРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

По результату виконання кваліфікаційної роботи можна зробити висновок, що спроектована та реалізована підсистема обробки даних працює правильно та задовольняє усі вимоги поставленої задачі.

					КвРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Боровик О. В., Рачок Р. В., Мазур В. Ю. Визначення підходів до просторового аналізу даних в інформаційно-телекомунікаційній системі морської охорони «Гарт-12». *Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України. Сер.: Військові та технічні науки*. 2018. № 1(75). С. 134–143.
2. Єлезаров О. П., Масік І. П. Синтез методу оцінки ступеня небезпеки ситуацій під час руху судна. *Системи обробки інформації*. 2019. № 2(157). С. 140–145. URL: <https://doi.org/10.30748/soi.2019.157.20>.
3. Інформаційне забезпечення для моніторингу та управління рухом суден з використанням даних супутникової навігації / А. В. Горбань та ін. *Vodnij transport*. 2021. № 1(32). С. 114–127. URL: <https://doi.org/10.33298/2226-8553.2021.1.32.12>.
4. Казак Ю. В. Розробка способу урахування траєкторної похибки повороту судна при оцінці безпеки судноводіння. С. 8–52.
5. Коновець В. І., Смиринська Н. Б. Організація інформаційної взаємодії з перспективними береговими радар-сенсорами системи висвітлення надводної обстановки. *Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил*. 2021. № 2(68). С. 45–54. URL: <https://doi.org/10.30748/zhups.2021.68.06>.
6. Коновець В. І., Смиринська Н. Б. Шляхи підвищення проінформованості про морську обстановку за рахунок інтеграції корабельних навігаційних РЛС в систему висвітлення надводної обстановки. *Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил*. 2020. № 4(66), С. 71–78. URL: <https://doi.org/10.30748/zhups.2020.66.10>.
7. Мазур В. Ю., Алієв Р. В. Аналіз систем висвітлення надводної обстановки морських держав. *Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил*. 2018. № 1(55). С. 116–121. URL: <https://doi.org/10.30748/zhups.2018.55.16>.

					КВРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

8. Мазур В. Ю., Боровик О. В. Методичні основи оцінки ефективності функціонування єдиної системи висвітлення надводної обстановки на морській ділянці. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2018. № 2(31). С. 182–189. URL: <https://doi.org/10.30748/nitps.2018.31.24>.

9. Мазур В. Ю., Боровик О. В., Рачок Р. В. Метод розкриття невизначеності в задачах протидії двох сторін у контексті функціонування системи висвітлення надводної обстановки. *Системи озброєння і військова техніка*. 2018. № 2(54). С. 37–44. URL: <https://doi.org/10.30748/soivt.2018.54.05>.

10. Мазур В. Ю., Боровик О. В. Функціональний аналіз варіантів створення єдиної системи висвітлення надводної обстановки на морській (річковій) ділянці в контексті забезпечення прикордонної безпеки. *Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України. Сер.: Військові та технічні науки*. 2017. Т. 74, № 4. С. 158–175.

11. Мазур В. Ю., Купрієнко Д. А., Левицький М. В. Загальна модель створення, функціонування та розбудови системи висвітлення надводної обстановки в різних умовах. *Системи озброєння і військова техніка*. 2018. № 1(53). С. 168–174. URL: <https://doi.org/10.30748/soivt.2018.53.24>.

12. Методичні основи формування концепції розбудови системи висвітлення надводної обстановки на морській (річковій) ділянці в контексті забезпечення прикордонної безпеки. *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*. 2017. Т. 30, № 3. С. 137–145.

13. Нейромережева модель прогнозування параметрів руху судна в системі формування надводної обстановки ближньої морської зони / О. О. Аросланкін та ін. *Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил*. 2021. № 3(69). С. 116–125. URL: <https://doi.org/10.30748/zhups.2021.69.15>.

14. Рачок Р. В., Боровик О. В., Мазур В. Ю. Методика виявлення часових аномалій руху суден на основі даних інформаційно-телекомунікаційної системи морської охорони «Гарт-12» у системі висвітлення надводної обстановки. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2018. № 3(32). С. 128–134. URL: <https://doi.org/10.30748/nitps.2018.32.17>.

					КьРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

15. Тихонов І. В. Методологічні основи поліергатичного забезпечення навігації та управління рухом водних транспортних засобів (цільова технологія безпеки): дис. ... д-ра техн. наук: 05.22.13. Київ, 2018. 314 с. URL: <http://er.nau.edu.ua/handle/NAU/36795>.

16. Удосконалена модель розпізнавання рівня небезпеки ситуацій та її застосування при дослідженні функціонування системи охорони кордону / О. В. Боровик та ін. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2020. № 2(39), С. 108–120. URL: <https://doi.org/10.30748/nitps.2020.39.13>.

17. Фролов С. М., Сидоренко О. В. Безекіпажні морські роботизовані системи (комплекси) для висвітлення обстановки в Азовському морі. *Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень НУОУ імені Івана Черняхівського*. 2020. № 3-67. С. 110–114. URL: <https://doi.org/10.33099/2304-2745/2019-3-67/110-114>.

18. Чайковський І. В. Основні принципи побудови системи математичного забезпечення задач контролю і аналізу роботи флоту. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. 2019. № 3. С. 212–215. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/VSUNU\\_2019\\_3\\_37](http://nbuv.gov.ua/UJRN/VSUNU_2019_3_37).

19. A data mining method to extract traffic network for maritime transport management / Z. Liu та ін. *Ocean & Coastal Management*. 2023. Т. 239. С. 106622. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2023.106622>.

20. Alizadeh D., Alesheikh A. A., Sharif M. Prediction of vessels locations and maritime traffic using similarity measurement of trajectory. *Annals of GIS*. 2020. С. 1–12. URL: <https://doi.org/10.1080/19475683.2020.1840434>.

21. A Maritime Traffic Network Mining Method Based on Massive Trajectory Data / Y. Rong та ін. *Electronics*. 2022. Т. 11, № 7. С. 987. URL: <https://doi.org/10.3390/electronics11070987>.

22. An Efficient Feature Augmentation and LSTM-Based Method to Predict Maritime Traffic Conditions / E. Lee та ін. *Applied Sciences*. 2023. Т. 13, № 4. С. 2556. URL: <https://doi.org/10.3390/app13042556>.

23. A preliminary study on an optical system for nautical and maritime traffic monitoring / S. D. Pizzo та ін. *2021 International Workshop on Metrology for the Sea*;

					КьРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

*Learning to Measure Sea Health Parameters (MetroSea)*, м. Reggio Calabria, Italy, 4–6 жовт. 2021 р. 2021. URL: <https://doi.org/10.1109/metrosea52177.2021.9611575>.

24. A Study on Grid-Cell-Type Maritime Traffic Distribution Analysis Based on AIS Data for Establishing a Coastal Maritime Transportation Network / H.-S. Kim та ін. *Journal of Marine Science and Engineering*. 2023. Т. 11, № 2. С. 354. URL: <https://doi.org/10.3390/jmse11020354>.

25. A Study on Improvement of Maritime Traffic Analysis Using Shape Format Data for Maritime Autonomous Surface Ships. *Journal of the Korean Society of Marine Environment and Safety*. 2022. Т. 28, № 6. С. 992–1001. URL: <https://doi.org/10.7837/kosomes.2022.28.6.992>.

26. Bao L., Le Y. A Spatial Big Data Framework for Maritime Traffic Data. *2018 3rd International Conference on Computational Intelligence and Applications (ICCIA)*, м. Hong Kong, Hong Kong, 28–30 лип. 2018 р. 2018. URL: <https://doi.org/10.1109/iccia.2018.00054>.

27. Blue Port Traffic Monitoring via 3D InSAR Radar Imaging System. *Radar Imaging for Maritime Observation*. Boca Raton, FL : Taylor & Francis, 2016. | Series: Signal and, 2018. С. 351–374. URL: <https://doi.org/10.1201/9781315374253-21>.

28. Borovyk O., Borovyk D., Kostelna T. On the necessity of improving the method of clusterization of vessel routes as a procedural module of the automated data production processing system in sun. *Computer Systems and Information Technologies*. 2020. Т. 2, № 2. С. 38–46. URL: <https://doi.org/10.31891/csit-2020-2-6>.

29. Borovyk O. V., Borovyk D. O. Peculiarities of setting the value of the metric applicable to identify the similarity of vessel routes in the lighting system. *Collection of scientific works of the Military Institute of Kyiv National Taras Shevchenko University*. 2021. № 70. С. 21–41. URL: <https://doi.org/10.17721/2519-481x/2021/70-03>.

30. Borovyk O. V., Rachok R. V., Mazur V. Y. Методика виявлення просторових аномалій руху суден та її використання при оцінюванні ризиків у системі морської охорони «Гарт-12». *Наука і оборона*. 2019. Т. 3, № 2. С. 65–69. URL: <https://doi.org/10.33099/2618-1614-2018-3-2-65-69>.

					КьРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

31. C# docs - get started, tutorials, reference. *Microsoft Learn: Build skills that open doors in your career*. URL: <https://learn.microsoft.com/uk-ua/dotnet/csharp/> (дата звернення: 25.05.2023).
32. C# Programming Language / A. Hejlsberg та ін. Pearson Education, Limited.
33. Create a Windows Forms app with C# - Visual Studio (Windows). *Microsoft Learn: Build skills that open doors in your career*. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/visualstudio/ide/create-csharp-winform-visual-studio> (дата звернення: 25.05.2023).
34. C# Tutorial (C Sharp). *W3Schools Online Web Tutorials*. URL: <https://www.w3schools.com/cs/index.php> (дата звернення: 25.05.2023).
35. Extracting Maritime Traffic Networks from AIS Data Using Evolutionary Algorithm / D. Filipiak та ін. *Business & Information Systems Engineering*. 2020. Т. 62, № 5. С. 435–450. URL: <https://doi.org/10.1007/s12599-020-00661-0>.
36. Fernandez Arguedas V., Pallotta G., Vespe M. Maritime Traffic Networks: From Historical Positioning Data to Unsupervised Maritime Traffic Monitoring. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*. 2018. Т. 19, № 3. С. 722–732. URL: <https://doi.org/10.1109/tits.2017.2699635>.
37. Gang J., Guo X. A Methods of Operational Effectiveness for C4ISR System Based on System Dynamics Analysis. *2018 International Conference on Information Systems and Computer Aided Education (ICISCAE)*, м. Changchun, China, 6–8 лип. 2018 р. 2018. URL: <https://doi.org/10.1109/iciscae.2018.8666837>.
38. Gladkih I., Kapochkina M. Physico-statistical modeling of the hydrodynamic field of the ship on the basis of hydrodynamic calculations. *Bulletin of the National Technical University «KhPI» Series: New solutions in modern technologies*. 2018. № 9(1285). С. 98–105. URL: <https://doi.org/10.20998/2413-4295.2018.09.14>.
39. He H. An executable modeling and analyzing approach to C4ISR architecture. *Journal of Systems Engineering and Electronics*. 2020. С. 109–117. URL: <https://doi.org/10.21629/jsee.2020.01.12>.
40. Improving maritime traffic surveillance in inland waterways using the robust fusion of AIS and visual data / J. Qu та ін. *Ocean Engineering*. 2023. Т. 275. С. 114198. URL: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2023.114198>.

					КВРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

41. Jeong M.-G., Lee E.-B., Lee M. An Adaptive Route Plan Technique with Risk Contour for Autonomous Navigation of Surface Vehicles. *OCEANS 2018 MTS/IEEE Charleston*, м. Charleston, SC, 22–25 жовт. 2018 р. 2018. URL: <https://doi.org/10.1109/oceans.2018.8604638>.

42. Koo H., Chae J., Kim W. Design and Experiment of Satellite-Terrestrial Integrated Gateway with Dynamic Traffic Steering Capabilities for Maritime Communication. *Sensors*. 2023. Т. 23, № 3. С. 1201. URL: <https://doi.org/10.3390/s23031201>.

43. Kosiakovskiy A., Mytsenko I., Roenko A. Complex radar system for surface situation control and navigation. *RADIOFIZIKA I ELEKTRONIKA*. 2019. Т. 24, № 4. С. 30–34. URL: <https://doi.org/10.15407/rej2019.04.030>.

44. Lei B., Mingchao D. A distance-based trajectory outlier detection method on maritime traffic data. *2018 4th International Conference on Control, Automation and Robotics (ICCAR)*, м. Auckland, 20–23 квіт. 2018 р. 2018. URL: <https://doi.org/10.1109/iccar.2018.8384697>.

45. Li C., Li T., Huang Q. Research Status and Prospect for Maritime Object Monitoring Technology. *Journal of Physics: Conference Series*. 2019. Т. 1288. С. 012064. URL: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1288/1/012064>.

46. Maritime Traffic Data Visualization: A Brief Review / K. Wang та ін. *2019 IEEE 4th International Conference on Big Data Analytics (ICBDA)*, м. Suzhou, China, 15–18 берез. 2019 р. 2019. URL: <https://doi.org/10.1109/icbda.2019.8713227>.

47. Mazur V. Y., Vorovyk O. V. Концепція розбудови єдиної системи висвітлення надводної обстановки на морській (річковій) ділянці в контексті забезпечення прикордонної безпеки. *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*. 2018. Т. 1, № 31. С. 137–142. URL: <https://doi.org/10.33099/2311-7249/2018-31-1-137-142>.

48. Mazur V. Y., Vorovyk O. V., Rachok R. V. Метод кластеризації маршрутів суден в системі висвітлення надводної обстановки. *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*. 2018. Т. 32, № 2. С. 87–92. URL: <https://doi.org/10.33099/2311-7249/2018-32-2-87-92>.

					КьРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

49. Melinchuk N. GART global automated information system in the sphere of defence of state boundary of ukraine and slovakia. *Visnyk of the Lviv University. Series International Relations*. 2018. № 44. URL: <https://doi.org/10.30970/vir.2018.44.0.9450>.

50. Multiple Ornstein–Uhlenbeck Processes for Maritime Traffic Graph Representation / P. Coscia та ін. *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*. 2018. Т. 54, № 5. С. 2158–2170. URL: <https://doi.org/10.1109/taes.2018.2808098>.

51. NTDS technology still widely used across Navy platforms worldwide - Military Embedded Systems. *Military Embedded Systems*. URL: <https://militaryembedded.com/comms/communications/ntds-navy-platforms-worldwide> (дата звернення: 25.05.2023).

52. Operational Effectiveness Evaluation of Maritime C4ISR System Based on System Dynamics / S. Ouyang та ін. *2018 37th Chinese Control Conference (CCC)*, м. Wuhan, 25–27 лип. 2018 р. 2018. URL: <https://doi.org/10.23919/chicc.2018.8482897>.

53. Park J., Kim S. Maritime Anomaly Detection Based on VAE-CUSUM Monitoring System. *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*. 2020. Т. 46, № 4. С. 432–442. URL: <https://doi.org/10.7232/jkiie.2020.46.4.432>.

54. Real-time Destination and ETA Prediction for Maritime Traffic / O. Bodunov та ін. *DEBS '18: The 12th ACM International Conference on Distributed and Event-based Systems*, м. Hamilton New Zealand. New York, NY, USA, 2018. URL: <https://doi.org/10.1145/3210284.3220502>.

55. Real-Time Maritime Traffic Anomaly Detection Based on Sensors and History Data Embedding / J. Venskus та ін. *Sensors*. 2019. Т. 19, № 17. С. 3782. URL: <https://doi.org/10.3390/s19173782>.

56. Rong H., Teixeira A. P., Soares C. G. Spatial-temporal analysis of ship traffic in Azores based on AIS data. *Developments in Maritime Technology and Engineering*. London, 2021. С. 185–191. URL: <https://doi.org/10.1201/9781003216582-20>.

					КьРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

57. Securing Maritime Traffic Management / D. P. F. Moller та ін. *2018 IEEE International Conference on Electro/Information Technology (EIT)*, м. Rochester, MI, 3–5 трав. 2018 р. 2018. URL: <https://doi.org/10.1109/eit.2018.8500147>.

58. Shapiro H., Aroslankin O., Postnikov Y. Формування інформаційної моделі надводної обстановки для автоматизації процесів судноводіння. *Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць*. 2021. Т. 3, № 65. С. 37–41. URL: <https://doi.org/10.26906/sunz.2021.3.037>.

59. Ship tracking for maritime traffic management via a data quality control supported framework / X. Chen та ін. *Multimedia Tools and Applications*. 2022. Т. 81, № 5. С. 7239–7252. URL: <https://doi.org/10.1007/s11042-022-11951-y>.

60. Suryana J., Candra D. Implementation of Link-16 based Tactical Data Link System Using Software-Defined Radio. *2019 International Conference on Electrical Engineering and Informatics (ICEEI)*, м. Bandung, Indonesia, 9–10 лип. 2019 р. 2019. URL: <https://doi.org/10.1109/iceei47359.2019.8988856>.

61. Teixeira A. P., Guedes Soares C. Risk of Maritime Traffic in Coastal Waters. *ASME 2018 37th International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering*, м. Madrid, Spain, 17–22 черв. 2018 р. 2018. URL: <https://doi.org/10.1115/omae2018-77312>.

62. Vorokhobin I. I. Impact of the cross-track error distribution law on safe navigation in narrow waters. *Shipping & Navigation*. 2020. Т. 30, № 1. С. 58–66. URL: <https://doi.org/10.31653/2306-5761.30.2020.58-66>.

63. Стратегія розвитку Державної прикордонної служби: Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 23 листопада 2015 р. № 1189-р.

					КьРКІ 190104.19.01.05 ПЗ	Анк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

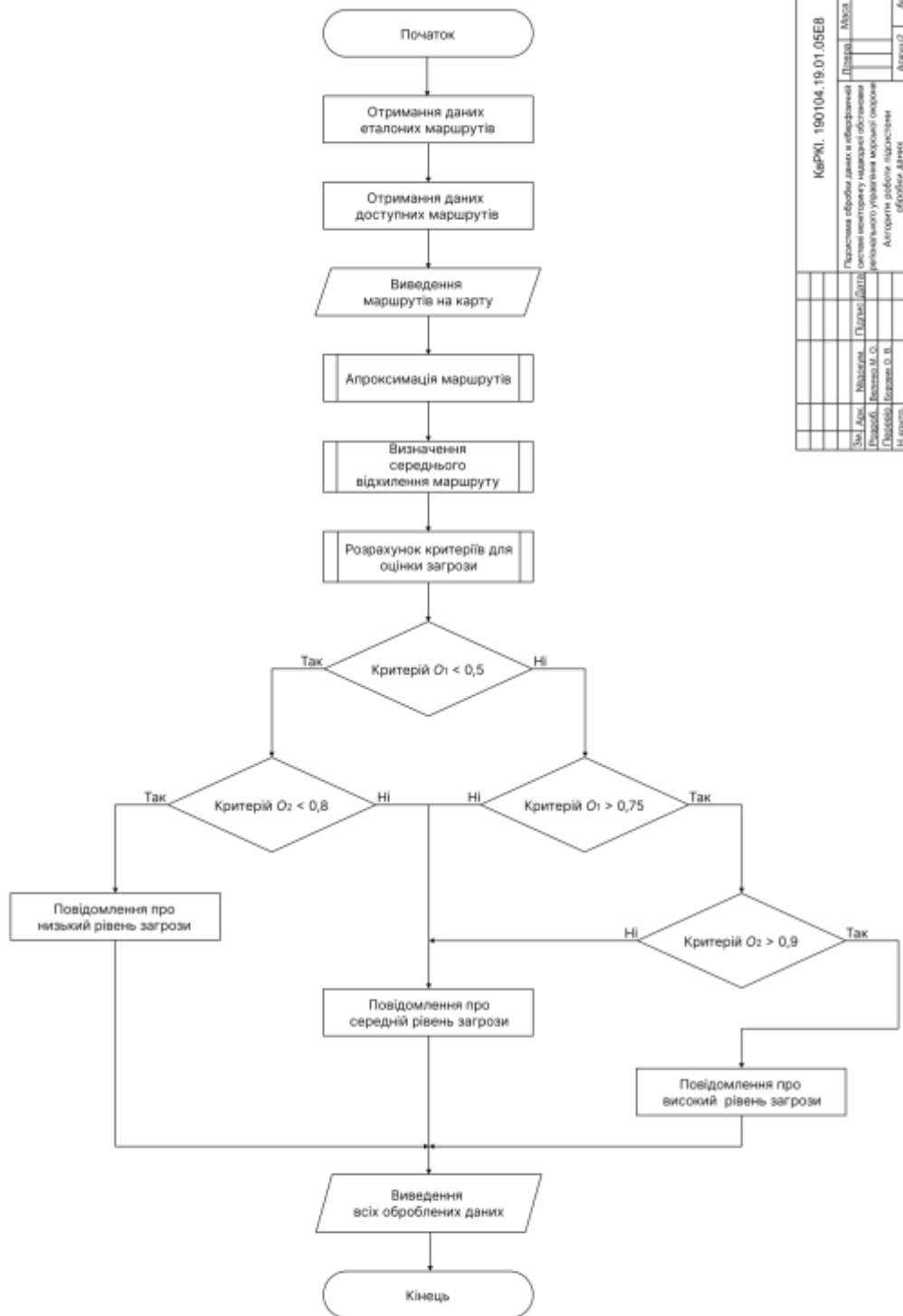


# ДОДАТОК Б

(обов'язковий)

Копія креслення «Алгоритм роботи підсистеми обробки даних»

Алгоритм роботи підсистеми обробки даних



КерПКІ - 190104.19.01.05ЕВ		Ділянка	Місяць	Місяць/рік
Сім. Адр.	Місяць/рік	Підпис	Датум	
Розроб.	Висновок	М.П.	М.П.	
Проєктант	Висновок	М.П.	М.П.	
Н.контр.	Висновок	М.П.	М.П.	
Т.контр.	Висновок	М.П.	М.П.	
Зам.	Висновок	М.П.	М.П.	

Підсистема обробки даних в об'єднаній системі моніторингу надзвичайних обставин регіонального управління морським обороною  
 Алгоритм роботи підсистеми обробки даних  
 ХНУ, ГР КІЗ-19-1

КерПКІ - 190104.19.01.05



Ім'я користувача:  
Кафедра КІ

ID перевірки:  
1015519419

Дата перевірки:  
09.06.2023 08:39:21 EEST

Тип перевірки:  
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:  
09.06.2023 08:39:56 EEST

ID користувача:  
100005591

Назва документа: Антиплагіат Величко

Кількість сторінок: 85 Кількість слів: 12188 Кількість символів: 95943 Розмір файлу: 5.34 MB ID файлу: 1015173921

## 6.13% Схожість

Найбільша схожість: 3.02% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1015132131)

3.42% Джерела з Інтернету 196 ..... Сторінка 87

4.7% Джерела з Бібліотеки 103 ..... Сторінка 89

## 0.12% Цитат

Цитати 4 ..... Сторінка 90

Посилання 1 ..... Сторінка 90

## 0% Вилучень

Немає вилучених джерел

## Модифікації

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

Замінені символи 10

# Anti-Plagiarism v-15.257

**Максимальне співпадіння з одним документом 2.0%**

Словники перевірки: en\_US, ru\_RU, ua\_UA. **Помилки в документах: 12%**

ID: 115346 Назва: БКР Підсистема обробки даних в кіберфізичній системі моніторингу надводної обстановки регіонального управління морської охорони Додано в БД: 2023-06-09 Автора: М. О. Величко Керівники: О.В. Боровик Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	81127	685	2145 (3%)	27 (4%)

### Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Величко Максим Олександрович

Тема: Підсистема обробки даних в кіберфізичній системі моніторингу надводної обстановки регіонального управління морської охорони

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 вдосконалення підсистеми обробки даних в кіберфізичній системі моніторингу надводної обстановки регіонального управління морської охорони.

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 було розглянуто основні аспекти кіберфізичної системи моніторингу надводної обстановки. Висвітлено причини створення такої системи з її перевагами та проблемами.

У другому розділі було визначено, які можуть бути апаратно-програмні підсистеми в системі висвітлення надводної обстановки. Досліджено апаратну інфраструктуру, а саме середовище в якому планується розгортання програмнотехнічного засобу. Розглянуто архітектуру програмно-технічного засобу. І розкрито залежності та способи взаємодії між різними програмними компонентами в межах програмнотехнічного засобу і визначено, які дані або інструкції передаються між модулями.

В третьому розділі було описано вибір середовища та мови програмування. Побудовано блок-схему алгоритму роботи підсистеми обробки інформації. Описано процес створення, налаштування та підключення бази даних підсистеми обробки даних. Описано основні елементи людино-машинного інтерфейсу та їх взаємозв'язок.

Обговорено основні інструкції для користувача підсистеми обробки даних в кіберфізичній системі моніторингу надводної обстановки.

4. Позитивні сторони роботи: висока практична цінність роботи.

5. Негативні сторони роботи: недостатня увага опису програм-конкурентів та їх можливостям.

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: \_\_\_\_\_

9. Оцінка дипломної роботи: відмінно

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

Гурман Іван Васильович доцент кафедри ІТІЗ

“ 8 ” червня 2023 р.

І.В. Гурман (підпис)

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

Величко Максима Олександровича

ПІБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 4 курсу, групи КІ2-19-1

### 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 травня 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: Підсистема обробки даних в кіберфізичній системі моніторингу надводної обстановки регіонального управління морської охорони

Автор: Величко Максим Олександрович

Спеціальність: 123 – Компютерна 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:

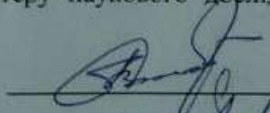
- 1) запозичення розміщені в розділах аналізу існуючих аналогів та прототипів, які не описують безпосередньо авторське дослідження і не стосуються результатів роботи;
- 2) усі запозичення фрагментарні, або мають належним чином оформленні посилання;
- 3) окремі виявлені збіги є загальноживаними фразами 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 вхідними 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.

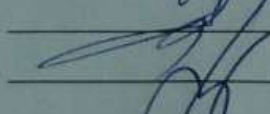
Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів/ідентичності/схожості, складає 6.13% і адресується до 299 першоджерела, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру наукового дослідження і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

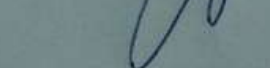
Керівник роботи

Гарант ОП

Завідувач кафедри КІІС

  
О. В. Боровик

  
С. М. Лисенко

  
Т. О. Говорущенко