

ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ
КАФЕДРА ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ І ТЕХНОЛОГІЙ

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

магістра
(освітній рівень)

на тему: «Розробка веб-платформи моніторингу морських суден в реальному часі»

Виконав: студентка групи 6ПР2

спеціальності

121 - «Інженерія програмного забезпечення»
(шифр і назва спеціальності)

Черчата Христина Романівна

(прізвище та ініціали)

Керівник д.т.н., проф. Шерстюк В.Г.

(прізвище та ініціали)

Рецензент к.т.н. доцент Козел В.М.

(прізвище та ініціали)

Хмельницький - 2025

Херсонський національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет, відділення Інформаційних технологій та дизайну
Кафедра Програмних засобів і технологій
Освітній рівень магістр
(шифр і назва)
Напрямок підготовки ОПП - Програмне забезпечення систем
Спеціальність 121 – Інженерія програмного забезпечення
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ПЗіТ

к.т.н. доц. О.Є. Огнєва

“ ” _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Черчатій Христині Романівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Розробка веб-платформи моніторингу морських суден в реальному часі»

керівник роботи д.т.н., проф. Шерстюк В.Г.,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом вищого навчального закладу від 15.09.2025 р. №417-С

2. Строк подання студентом роботи 15.12.2025

3. Вихідні дані до роботи літературні та періодичні джерела, методи збору та аналізу вимог до програмного забезпечення, методи моделювання та проектування програмного забезпечення

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1) аналіз предметної області та постановка задачі; 2) методи визначення позиції та статусу судна, алгоритми моніторингу судна; 3) проектування веб-платформи; 4) розроблення веб-платформи: а) бекендна частина; б) фронтендна частина.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) 1) діаграми варіантів; 2) діаграми діяльності; 3) структура баз даних; 4) схема архітектури веб-платформи; 5) схема інформаційних потоків в веб-платформі; 6) структура програми; 7) ER-модель

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____ 29.09.2025 _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітки
1.	Отримання завдання	29.09.2025	Виконано
2.	Підбір літератури	05.10.2025	Виконано
3.	Аналіз предметної області	19.10.2025	Виконано
4.	Розробка та обґрунтування завдання	26.10.2025	Виконано
5.	Розробка концептуальної моделі	05.11.2025	Виконано
6.	Розробка алгоритму	12.11.2025	Виконано
7.	Проектування програми	26.11.2025	Виконано
8.	Розробка інтерфейсу програми	30.11.2025	Виконано
9.	Тестування програми	05.12.2025	Виконано
10.	Оформлення пояснювальної записки	10.12.2025	Виконано
11.	Захист кваліфікаційної роботи	15.12.2025	Виконано

Студент _____ Черчата Х.Р.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Шерстюк В.Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 137 сторінок, 59 рисунків, 23 таблиці, 1 додаток, 36 джерел.

Об'єкт дослідження: процеси моніторингу, обробки та візуалізації даних про переміщення морських суден у реальному часі з використанням інформаційних та веб-технологій.

Предмет дослідження: програмні засоби та архітектурні рішення побудови веб-платформ для збору, обробки, аналізу та відображення даних про місцеположення, параметри руху та стан морських суден у реальному часі.

Мета дослідження: розробка та програмна реалізація веб-платформи моніторингу морських суден у реальному часі, яка забезпечує ефективний збір, обробку, зберігання та візуалізацію навігаційних даних з метою підвищення точності, оперативності та зручності контролю морського судноплавства.

Новизна отриманих результатів полягає в удосконаленні підходів до моніторингу морських суден у реальному часі шляхом розробки узагальненої архітектури веб-платформи реального часу для обробки потокових навігаційних даних морських суден, поєднання технологій потокової обробки даних, геоінформаційних сервісів та веб-візуалізації для забезпечення масштабованого та інтерактивного моніторингу.

Практична цінність результатів роботи полягає у можливості використання отриманих результатів для створення та впровадження веб-платформи оперативного моніторингу руху морських суден, підвищення ефективності контролю судноплавства, безпеки навігації та прийняття управлінських рішень.

Перелік ключових слів: BACK-END, FRONT-END, ГЕОІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА, ЗАПЛАНОВАНИЙ МАРШРУТ, МАПА, МАРШРУТ, СУДНО, МОНІТОРИНГ.

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота магістра складається зі вступу, чотирьох розділів, висновку, переліку використаних джерел та додатків.

У кваліфікаційній роботі розглянуто процеси розробки веб-платформи моніторингу морських суден у реальному часі.

Проаналізовано існуючі підходи та програмні рішення у сфері моніторингу судноплавства, визначено їхні переваги та недоліки.

Запропоновано архітектуру веб-платформи, що забезпечує збір, обробку, зберігання та візуалізацію навігаційних даних морських суден у реальному часі. Реалізовано програмний прототип платформи з використанням сучасних веб-технологій та геоінформаційних сервісів.

Поєднання технологій потокової обробки даних, геоінформаційних сервісів та веб-візуалізації забезпечує масштабованість та інтерактивність веб-платформи. Застосування оптимізованих методів оновлення геопросторових даних у браузері забезпечує мінімальну затримку відображення.

Отримані результати можуть бути використані для підвищення ефективності контролю судноплавства, безпеки навігації та прийняття управлінських рішень, подальшого розширення функціональності за допомогою модулів прогнозування маршрутів, виявлення аномалій руху, інтеграції з аналітичними модулями тощо.

ABSTRACT

The master's thesis consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of sources and appendices.

The thesis considers the processes of developing a web platform for real-time monitoring of sea vessels.

Existing approaches and software solutions in the field of shipping monitoring are analyzed, their advantages and disadvantages are identified.

A web platform architecture is proposed that provides real-time collection, processing, storage and visualization of navigation data of sea vessels. A software prototype of the platform is implemented using modern web technologies and geoinformation services.

The combination of data streaming technologies, geoinformation services and web visualization ensures scalability and interactivity of the web platform. The use of optimized methods for updating geospatial data in the browser ensures minimal display delay.

The results obtained can be used to improve the efficiency of shipping control, navigation safety and management decision-making, further expand functionality using route prediction modules, detection of traffic anomalies, integration with analytical modules, etc.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	10
ВСТУП.....	11
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ І ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ	Помилка! Закладку не визначено.
1.1. Загальна характеристика задачі моніторингу морських суден.....	Помилка! Закладку не визначено.
1.2. Основні джерела навігаційних даних морських суден....	Помилка! Закладку не визначено.
1.2.1. Супутникові навігаційні системи	Помилка! Закладку не визначено.
1.2.2. Автоматична ідентифікаційна система (AIS).....	Помилка! Закладку не визначено.
1.2.3. Допоміжні джерела даних.....	Помилка! Закладку не визначено.
1.3. Архітектурні підходи до побудови систем моніторингу.	Помилка! Закладку не визначено.
1.3.1. Клієнт-серверна архітектура.....	Помилка! Закладку не визначено.
1.3.2. Мікросервісна архітектура.....	Помилка! Закладку не визначено.
1.3.3. Архітектури реального часу	Помилка! Закладку не визначено.
1.4. Методи передачі та обробки потокових даних.....	Помилка! Закладку не визначено.
1.4.1. REST API.....	Помилка! Закладку не визначено.
1.4.2. WebSocket та Server-Sent Events	Помилка! Закладку не визначено.
1.4.3. Черги повідомлень та брокери подій.	Помилка! Закладку не визначено.
1.5. Геоінформаційні системи та візуалізація просторових даних.....	Помилка! Закладку не визначено.
1.5.1. Електронні навігаційні карти.....	Помилка! Закладку не визначено.
1.5.2. Веб-картографічні сервіси	Помилка! Закладку не визначено.
1.5.3. Оптимізація відображення великої кількості об'єктів	Помилка! Закладку не визначено.

1.6. Аналіз існуючих програмних платформ моніторингу **Помилка! Закладку не визначено.**

1.6.1. Комерційні рішення **Помилка! Закладку не визначено.**

1.6.2. Відкриті та дослідницькі платформи. **Помилка! Закладку не визначено.**

1.6.3. Порівняльний аналіз **Помилка! Закладку не визначено.**

1.7. Висновки до розділу **Помилка! Закладку не визначено.**

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ПОЗИЦІЇ ТА СТАТУСУ

СУДНА.....**Помилка! Закладку не визначено.**

2.1. Супутникова навігація **Помилка! Закладку не визначено.**

2.1.1. ГАЛІЛЕО..... **Помилка! Закладку не визначено.**

2.1.2. Бейдоу **Помилка! Закладку не визначено.**

2.1.3. GPS (NAVSTAR) **Помилка! Закладку не визначено.**

2.1.4. Проблеми систем супутникової навігації..... **Помилка! Закладку не визначено.**

2.1.5. LBS **Помилка! Закладку не визначено.**

2.1.6. RTK..... **Помилка! Закладку не визначено.**

2.2. АІС **Помилка! Закладку не визначено.**

2.3. ЕКНІС та датчики позиції **Помилка! Закладку не визначено.**

2.4. Алгоритми прокладання і моніторингу маршрутів **Помилка! Закладку не визначено.**

РОЗДІЛ 3. ПРОЄКТУВАННЯ ВЕБ-ПЛАТФОРМИ..... **Помилка! Закладку не визначено.**

3.1. Проєктування системи..... **Помилка! Закладку не визначено.**

3.1.1. Етап концептуального проєктування. **Помилка! Закладку не визначено.**

3.1.2. Етап логічного проєктування..... **Помилка! Закладку не визначено.**

3.1.3. Етап фізичного проєктування..... **Помилка! Закладку не визначено.**

3.2. Проєктування бази даних **Помилка! Закладку не визначено.**

3.2.1. Етап концептуального проєктування. **Помилка! Закладку не визначено.**

3.2.2. Етап логічного проектування	Помилка! Закладку не визначено.
РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА ВЕБ-ПЛАТФОРМИ..	Помилка! Закладку не визначено.
4.1. Розроблення веб-застосунку	Помилка! Закладку не визначено.
4.1.1. Головна сторінка та навігація	Помилка! Закладку не визначено.
4.1.2. Моніторинг суден та карта.....	Помилка! Закладку не визначено.
4.1.3. Калькулятор витрат палива	Помилка! Закладку не визначено.
4.1.4. Аналітична панель (Dashboard).....	Помилка! Закладку не визначено.
4.1.5. Звіти та статистика	Помилка! Закладку не визначено.
4.1.5. Комунікація та взаємодія команди	Помилка! Закладку не визначено.
4.1.6. Значення платформи для екіпажу та менеджменту.....	Помилка! Закладку не визначено.
4.2. Розроблення бекенду.....	Помилка! Закладку не визначено.
4.2.1. Опис бекендної частини	Помилка! Закладку не визначено.
4.2.2. Опис API та реалізація на FastAPI	Помилка! Закладку не визначено.
4.2.3. Запуск бекендної частини	Помилка! Закладку не визначено.
4.3.1. Загальна архітектура програмного забезпечення ..	Помилка! Закладку не визначено.
4.3.2. Опис фронтендної частини	Помилка! Закладку не визначено.
4.3.3. Запуск фронтендної частини	Помилка! Закладку не визначено.
4.4. Функціонування веб-платформи	Помилка! Закладку не визначено.
ВИСНОВКИ	Помилка! Закладку не визначено.
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	Помилка! Закладку не визначено.
ДОДАТОК А. ТЕКСТ ПРОГРАМИ	Помилка! Закладку не визначено.

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

AI - Штучний інтелект (Artificial Intelligence).

GPS – система супутникового геопозиціонування.

AIS – автоматична ідентифікаційна система.

ЕКНІС – електронна картографічна навігаційна інформаційна система

ЕНК – електронна навігаційна карта

DL - Глибоке навчання (Deep Learning).

ML - Машинне навчання (Machine Learning).

ROI - Область інтересу (Region of Interest).

ВСТУП

Сучасне життя людини неможливо уявити без судноплавства.

Водним транспортом перевозиться більшість вантажів по всьому світу, а також здійснюється велика кількість пасажирських перевезень. Велику роль судноплавство грає і в риболовстві.

Сьогодні безпека, як і раніше, є головною турботою для судновласників та судноплавних компаній. Не зважаючи на те, що водний транспорт володіє якостями, які визначають його здатність безпечно здійснювати плавання за будь-якого стану моря та будь-якої погоди, а також забезпечують «живучість» у разі пошкодження, потрапляння судна в шторм є вкрай небезпечним та небажаним, тому дуже важливою задачею є зменшення цього ризику.

Крім цього, існує низка економічних факторів, пов'язаних з маршрутизацією суден. Вибір маршруту, що уникає штормів, сильних підводних течій та й просто злив та високих хвиль може доставити судно до місця призначення набагато швидше, заощадивши час та паливо.

Сучасна морська галузь характеризується високим рівнем інтенсивності судноплавства, зростанням обсягів морських перевезень та підвищеними вимогами до безпеки навігації. В умовах глобалізації логістичних процесів та цифровізації транспортної інфраструктури особливої актуальності набувають інформаційні системи, здатні забезпечувати оперативний моніторинг руху морських суден у реальному часі.

Ефективний контроль за місцеположенням, швидкістю, курсом та станом морських суден є важливим чинником запобігання аварійним ситуаціям, оптимізації маршрутів, зменшення витрат пального та підвищення рівня безпеки мореплавства. Існуючі системи моніторингу, зокрема ті, що базуються на використанні автоматичної ідентифікаційної системи (AIS), часто мають

обмеження щодо масштабованості, гнучкості налаштування або доступності для широкого кола користувачів.

Використання веб-технологій для створення платформ моніторингу морських суден у реальному часі дозволяє забезпечити кросплатформеність, інтерактивну візуалізацію геопросторових даних, а також зручний доступ до інформації незалежно від місця розташування користувача. Поєднання веб-архітектур, потокової обробки даних та геоінформаційних сервісів відкриває нові можливості для побудови сучасних систем управління морським рухом.

Актуальність даної роботи зумовлена потребою у розробці ефективної, масштабованої та зручної веб-платформи моніторингу морських суден у реальному часі, яка може бути використана в диспетчерських службах, портовій інфраструктурі, логістичних компаніях та навчальному процесі.

Таким чином, процес планування маршруту судна є чи не найважливішим. Цей процес потребує прокладення маршруту за допомогою створення шляхових точок на мапі, розрахунку швидкості судна (на основі необхідного часу прибуття) або часу прибуття (використовуючи надані швидкості), часу, коли судно повинно дістатися кожної шляхової точки, координат у різних форматах, дистанції до попередньої та наступної шляхової точки у морських милях, курсу до наступної шляхової точки, а також відстані, отримання погодних даних для маршруту та прийняття остаточного рішення на основі розрахунків та отриманих погодних даних.

Не менш важливим є і процес моніторингу морських суден, що здійснюється в реальному часі.

Моніторинг морських суден – це відстеження їхнього розташування та стану за допомогою систем GPS, AIS та телематичних датчиків для контролю маршруту, витрат палива, стану двигунів, вантажів та екіпажу в реальному часі, що допомагає оптимізувати логістику, зменшувати витрати та підвищувати

безпеку перевезень, для чого використовують онлайн-сервіси типу MarineTraffic, VesselFinder чи Wialon.

Моніторинг дозволяє контролювати:

- точне місцезнаходження, визначаючи позиції судна в реальному часі;
- оптимальність маршрутів, контроль простоїв у портах;
- контроль за бункеруванням, точний облік витрат палива;
- відкриття контейнерів, рівень рідини, відеоспостереження;
- стан судна та екіпажу, роботу двигунів, систем судна.

Системи моніторингу адаптовані для річкового та морського флоту, допомагають судновласникам та операторам підвищувати дисципліну екіпажу, знижувати витрати та ефективно керувати флотом.

Отже, процеси планування маршруту та моніторингу суден є об'ємними та досить складними, потребують уважності та значної кількості часу, тому автоматизація цих процесів є актуальною.

Об'єкт дослідження: процеси моніторингу, обробки та візуалізації даних про переміщення морських суден у реальному часі з використанням інформаційних та веб-технологій.

Предмет дослідження: програмні засоби та архітектурні рішення побудови веб-платформ для збору, обробки, аналізу та відображення даних про місцеположення, параметри руху та стан морських суден у реальному часі.

Мета дослідження: розробка та програмна реалізація веб-платформи моніторингу морських суден у реальному часі, яка забезпечує ефективний збір, обробку, зберігання та візуалізацію навігаційних даних з метою підвищення точності, оперативності та зручності контролю морського судноплавства.

Для досягнення поставленої мети в роботі необхідно розв'язати такі завдання:

- проаналізувати предметну область моніторингу морських суден у реальному часі та існуючі програмні рішення;

- дослідити сучасні методи та технології збору навігаційних даних морських суден (зокрема системи AIS);
- обґрунтувати вибір архітектури та технологічного стеку веб-платформи моніторингу;
- розробити архітектуру веб-платформи для обробки та візуалізації даних у реальному часі;
- реалізувати програмний прототип веб-платформи моніторингу морських суден;
- забезпечити інтеграцію геоінформаційних сервісів для відображення руху суден на електронній карті;
- провести тестування та оцінювання ефективності роботи розробленої веб-платформи.

Новизна кваліфікаційної роботи полягає у вдосконаленні підходів до моніторингу морських суден у реальному часі шляхом:

- розробки узагальненої архітектури веб-платформи реального часу для обробки поточкових навігаційних даних морських суден;
- поєднання технологій потокової обробки даних, геоінформаційних сервісів та веб-візуалізації для забезпечення масштабованого та інтерактивного моніторингу;
- застосування оптимізованих методів оновлення геопросторових даних у браузері з мінімальною затримкою;
- удосконалення способів інтеграції зовнішніх джерел навігаційних даних (зокрема AIS) у веб-орієнтовані системи реального часу.

Практичне значення роботи полягає у можливості використання отриманих результатів для:

- створення та впровадження веб-платформи оперативного моніторингу руху морських суден;

- підвищення ефективності контролю судноплавства, безпеки навігації та прийняття управлінських рішень;
- використання розробленого програмного забезпечення як основи для подальшого розширення функціональності (прогнозування маршрутів, виявлення аномалій руху, інтеграції з аналітичними модулями);
- застосування результатів роботи у навчальному процесі під час підготовки фахівців з інформаційних технологій та транспортних систем.