

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

Сурінов Ігор Леонідович

УДК 656.052.1-044.337(043.5)

ДИСЕРТАЦІЯ

**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ НАВІГАЦІЙНОГО ПЛАНУВАННЯ
ШЛЯХУ СУДНА ПІД ЧАС ЛОЦМАНСЬКОГО ПРОВЕДЕННЯ**

Спеціальність 271 – Морський та внутрішній водний транспорт
Галузь знань 27 – Транспорт

Подається на здобуття наукового
ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів
мають посилання на відповідне джерело



(підпис) І. Л. Сурінов

Науковий керівник: **Мальцев Анатолій Сидорович**
доктор технічних наук, професор

Одеса – 2023

Онлайн сервіс створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

ПРОТОКОЛ
створення та перевірки кваліфікованого та удосконаленого електронного підпису

Дата та час: 14:22:48 23.11.2023

Назва файлу з підписом: Дисертація Сурінов.pdf.p7s

Розмір файлу з підписом: 18.1 КБ

Перевірені файли:

Назва файлу без підпису: Дисертація Сурінов.pdf

Розмір файлу без підпису: 110.5 МБ

Результат перевірки підпису: Підпис створено та перевірено успішно. Цілісність даних підтверджено

Підписувач: Сурінов Ігор Леонідович

П.І.Б.: Сурінов Ігор Леонідович

Країна: Україна

РНОКПП: 3548611797

Час підпису (підтверджено кваліфікованою позначкою часу для підпису від Надавача): 15:22:46 23.11.2023

Сертифікат виданий: "Дія". Кваліфікований надавач електронних довірчих послуг

Серійний номер: 382367105294AF9704000000E42ABA00284A6801

Тип носія особистого ключа: ЗНКІ криптомодуль ІІТ Гряда-301

Алгоритм підпису: ДСТУ-4145

Тип підпису: Кваліфікований

Тип контейнера: Підпис та дані в CMS-файлі (CAAdES)

Формат підпису: 3 повними даними ЦСК для перевірки (CAAdES-X Long)

Сертифікат: Кваліфікований

АНОТАЦІЯ

Сурінов І. Л. Удосконалення методики навігаційного планування шляху судна під час лоцманського проведення. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 271 – Морський та внутрішній водний транспорт (галузь знань 27 – Транспорт). – Національний університет «Одеська морська академія», Одеса, 2023.

Ризик опинитися судну у форс-мажорних обставинах, коли діють певні навігаційні обмеження, коли неможлива присутність лоцмана на борту, при безпілотному функціонуванні судна тощо, дедалі існують у сучасному судноплавстві. Міжнародна морська організація (ММО) упорядкувала вимоги щодо планування шляху в рейсовому циклі морського судна. Аналіз інформаційних джерел і реальних планів лоцманського проведення морських суден показує, що найчастіше аварійні ситуації в акваторії порту, або у стиснених умовах плавання, спричинені не тільки помилковими діями операторів ходового містка, а і закладені вже на етапі підготовки процесу управління маневруванням, на етапі його організації – у зв'язку із недостатністю актуальної навігаційної інформації, відсутністю методики урахування інших чинників, що суттєво впливають на безпечне маневрування судна.

Аналіз різноманітних інформаційних джерел доводить про існуючий суттєвий розрив між складністю і можливостями сучасної інформаційно-керуючої техніки, і психологічними обмеженнями оператора як елемента ергатичної системи судна.

Відомо, що використання інноваційних технологій е-навігації стає **актуальним** і пріоритетним напрямком розвитку морського транспорту різного типу і призначення, при цьому сучасна підготовка судноводіїв для роботи, наприклад, на автоматизованих судах нового покоління та використання

новітніх рішень з управління судном надає можливість безпечного проведення судна акваторією порту, проведення його у стиснених умовах плавання, при складному маневруванні.

Для зменшення можливості виникнення аварійних ситуацій під час лоцманського проведення у роботі запропоновано удосконалення методики побудови «Суднового плану лоцманського проведення», створеного за вимогами ММО. Мета удосконалення цього плану спрямована на підвищення рівня безпеки суден під час їх лоцманського проведення.

Для досягнення поставленої мети у роботі удосконалено систему підтримки прийняття рішення (СППР) у частині використання навігаційної системи OpenCPN. Це удосконалення здійснено за допомогою урахування і введення в розрахунки шляхових точок плану маневрених характеристик судна, особливостей геометричного розташування елементів порту, погодних умов плавання, впливу буксирів на процес руху судна, а також удосконалення процедур обміну інформацією між локальними елементами складної системи управління маневруванням (судно – лоцман – капітан буксиру – системи управління рухом судна). Використання запропонованих рішень під час побудови удосконаленого плану здійснюється за допомогою інтегрування до системи OpenCPN створеного додатку – комп'ютерного плагіну, який отримав назву «Path Planning IS».

Верифікація запропонованої методики планування координат шляху траєкторними точками (ТТ) за допомогою шляхових точок (ШТ), включаючи криволінійні ділянки руху, а також управління рухом за ними, проведена імітаційним моделюванням та під час спостережень навігаційними засобами заходу/виходу суден (порт Чорноморськ). Результати моделювання і спостережень показали, що рекомендований удосконаленою методикою шлях судна забезпечує безаварійне його проведення по заданій плановій лінії, яка побудована з урахуванням геометрії порту, існуючих характеристик гальмування і поворотності судна, включаючи планування криволінійних відрізків шляху і відповідає критеріям безпеки судноплавства.

Базуючись на попередніх дослідженнях стану аварійності в портових та припортових водах, **запит практики** обґрунтовується наступним чином: а) необхідність забезпечення зниження аварійності у стиснених умовах плавання; б) необхідність забезпечення зниження впливу людини на управління судном при маневруванні в стиснених умовах; в) необхідність забезпечення можливості автоматизованого управління судном при його русі в стиснених умовах.

Об'єктом дослідження є процеси маневрування морських суден під час лоцманського проведення та руху у стиснених умовах плавання. **Предметом дослідження** є удосконалення методики планування шляху судна під час його лоцманського проведення та в стиснених умовах плавання.

Головним завданням дослідження є розроблення методики, що удосконалює оперативне планування шляху судна траєкторними точками для навігації і контролю його руху в стиснених умовах плавання.

Головне завдання дослідження розділено на три допоміжні науково-технічних задачі.

Перше – розроблення автоматизованого складання (побудови) «Суднового плану лоцманського проведення» у стиснених умовах плавання, придатного для практичної навігації.

Друге – визначення впливу особливостей акваторії порту, буксирів і суден з різноманітними паливними системами і їх характеристик на принципову можливість використання цих додаткових даних при автоматизованій побудові плану лоцманського проведення.

Третє – верифікація удосконаленого «Суднового плану лоцманського проведення» та розробка перспектив подальшого його розвитку і розширеного використання на практиці.

Метою дослідження є забезпечення безпечного маневрування та зниження впливу людського фактору на управління судном в стиснених умовах плавання.

У роботі висунута **наукова гіпотеза**, яка виходить із *можливості* забезпечення безпечного маневрування судна в стиснених умовах плавання, зниження впливу людського фактору на управління судном *за рахунок* використання удосконаленого судового плану лоцманського проведення та автоматизованого планування координат шляху судна.

Сформульовано **наукове положення**, яке визначає, що безпека процесу маневрування у стиснених умовах забезпечується використанням оперативних способів визначення параметрів руху і контролю параметрів процесу управління судном у реальному часі за плановими значеннями руху.

Узагальнений алгоритм виконання дисертації заснований на використанні загальних принципів методології наукових досліджень, що дозволило запропонувати порядок вирішення допоміжних задач, і включає розроблення удосконалених і нових теоретичних моделей планування координат руху, їх верифікацію за натурними випробуваннями, оцінки адекватності запропонованих рішень реальним процесам управління судном.

Показано, що процедура організації інформаційних зв'язків між елементами системи управління маневруванням для безпечного лоцманського проведення у більшості портів включає обмежене використання е-навігаційних елементів. У роботі запропоновано удосконалити систему планування руху судна і процес організації багатооператорного управління складною системою маневрування при обміні інформацією між учасниками процесу маневрування (судно – лоцман – буксири та берегова служба контролю руху).

Отримані результати досліджень пропонується використати для навігації при проходженні суден стисненими водами та акваторією порту при участі лоцмана або без нього, що експериментально доведено і підтверджує їх практичну значущість.

Перше допоміжне завдання – автоматизоване складання «Суднового плану лоцманського проведення», придатного для навігації у стиснених умовах плавання, включає: огляд і аналіз наукових праць з маневрування суден під час проходження акваторією порту; побудову уточненої моделі планування

траєкторії руху центру тяжіння (ЦТ) судна за допомогою матриць траєкторних точок (ТТ) на основі шляхових точок (ШТ) та оперативного контролю руху по ній; розроблення методики навігаційного планування шляху, придатної для подальшого автоматизованого планування при русі суден у стиснених умовах з урахуванням вимог ММО.

Основні елементи запропонованої методики навігаційного планування шляху судна під час лоцманського проведення підтверджені деклараційними патентами України та опубліковані у закордонних наукових виданнях, що індексуються у наукометричних базах *Scopus* та *Web of Science*.

Друге допоміжне завдання – визначення впливу особливостей акваторії порту, буксирів і суден з різноманітними паливними системами на можливість використання при побудові автоматизованого плану лоцманського проведення, вирішується у три етапи:

- проведення аналізу існуючих систем підтримки прийняття рішень у системі *OpenCPN* та розроблення доповнення (плагіну) до функціонування системи *OpenCPN*;
- аналіз процедур маневрування суден (порт Чорноморськ);
- удосконалення навчальної методики навігаційної підготовки команди містка при плануванні і виконанні маневрування при портових морських операціях, включаючи управління їх складними багатооператорними системами.

Вирішення цього завдання доводить, що практичне використання пропонованого плагіну до системи *OpenCPN* підвищує якість функціонування багатооператорної системи управління маневруванням «лоцман – капітан судна – буксирне забезпечення – СУРС»: підвищуються оперативність планування траєкторії руху судна та однозначність команд управління. При цьому доведено, що впровадження розробленого плагіну у систему *OpenCPN* на судна різних типів і в лоцманську службу порту надає можливість знизити ризик виникнення передаварійної ситуації на судні.

Вирішення **третього допоміжного завдання** – верифікація удосконаленого «Суднового плану лоцманського проведення» та розроблення

перспектив подальшого його розвитку, дозволило підтвердити практичну цінність використання удосконаленої методики виконання плану маневрування судна під час морських операціях.

Сукупність отриманих рішень, дозволила не тільки вирішити головне завдання дослідження з розроблення методики, що удосконалює оперативне планування шляху судна траєкторними точками для навігації і контролю його руху в стиснених умовах плавання, а і рекомендувати пропоновану методику для практичного судноводіння в стиснених умовах плавання. Отримані результати підтверджують дієвість удосконаленої методики, доводять можливість проведення судна у стиснених умовах без фізичної присутності лоцмана на борту при подальшому їх розвитку.

Додатково ці твердження доведені натурними випробуваннями у порту Клайпеда (Литва), а також виконанням імітаційного моделювання на тренажерному комплексі НУ «ОМА».

Наукова новизна отриманих результатів дисертації полягає у пропонуванні методики розрахунку координат траєкторії шляху маневрування судна в стиснених умовах плавання за допомогою таблиці шляхових точок, даних про характеристики поворотності судна і геометрії акваторії для маневрування у вигляді матриць траєкторних точок, що дозволяє знизити ризики виникнення аварійних ситуацій через непорозуміння між лоцманом та капітаном судна, підвищити якість контролю за рухом судна, а також організувати безпечне проходження припортовою акваторією, територією порту та фарватером або каналом.

У дослідженні захищаються наступні наукові результати:

– **уперше запропоновано** здійснювати планування координат руху судна, яке відрізняється від відомого рішення використанням додаткової математичної обробки траєкторних точок за таблицями шляхових точок з формулюванням рекомендацій з управління при маневруванні, що у сукупності забезпечує більш безпечне проходження судна у стиснених умовах плавання;

– **удосконалено методику** побудови «Суднового плану лоцманського проведення», яка відрізняється від відомої впровадженням у електронну картографічну навігаційно-інформаційну систему судна додаткового плагіну, використання якого дозволяє урахувати при побудові плану динамічні характеристики судна;

– **удосконалено методику** планування координат траєкторії руху судна при маневруванні у стиснених умовах, яка: 1) ураховує обмін інформацією (лоцман – капітани – СУРС); 2) забезпечує завчасну передачу рекомендованого шляху проходу судна у вигляді уточнених шляхових точок; 3) оброблює та перераховує актуальний маршрут у координати траєкторних точок; 4) ураховує вплив типу палива на можливості маневрування; 5) здійснює контроль за рухом судна за координатами траєкторних точок;

– **отримала подальший розвиток методика** визначення координат судна при його маневруванні у стиснених умовах, яка відрізняється оперативним визначенням допустимого куту зсуву, що дозволяє завчасно скорегувати курс для виходу на лінію заданого безпечного шляху при існуючих погодних умовах.

Практичне значення отриманих результатів полягає у розробленні методики планування координат безпечного шляху слідування судна в стиснених умовах та автоматизованого контролю за маневруванням за маршрутом згідно з рекомендаціями ММО.

Результати дослідження впроваджені:

– у дослідний процес маневрування судном «Nordic Luebeck» під час виходу судна із порту Клайпеда (Литва) без присутності лоцмана на борту судна (акт впровадження від 08.03.2021);

– при розрахунках параметрів циркуляції судна «Nordic Luebeck», залежно від завантаження судна та його швидкості під час виконання маневру (акт впровадження від 15.05.2021);

– під час спостереження, аналізу і систематизації процесів маневрування суден у порту Чорноморськ за період з 07.10.2020 до 03.06.2023 включно (акт впровадження від 03.07.2023);

– на тренажерному комплексі «Центру підготовки та атестації плавскладу» НУ «ОМА», де верифіковано плагін «Path Planning IS» до існуючої системи е-навігації (акт впровадження від 05.07.2023);

– у складову частину звіту за НДР № 0123U101463 кафедри «Управління судном» НУ «ОМА» за 2022-2023 роки за темою «Удосконалення методів управління та експлуатації суден» (акт впровадження від 26.09.2023);

– у навчальну дисципліну «Управління ресурсами навігаційного містка» кафедри «Управління судном» Навчально-наукового інституту навігації НУ «ОМА» (акт впровадження від 27.09.2023) та у вигляді навчального посібника «Маневрування суден під час розходження» (акт впровадження від 14.06.2023).

Ключові слова: *морське судноплавство, безпека навігації, кібер-безпека, енергоефективність суден, система підтримки прийняття рішень, план управління, координати судна, електронна навігація, моделювання, теорія керування, контроль процесу управління, траєкторні точки, рекомендації.*

Основні наукові результати дисертаційних досліджень опубліковані в наступних працях.

Статті у наукових фахових виданнях

1. **Surinov I.** Comparison of emergency situations during ships' navigation under extreme conditions. Науково-технічний збірник «Судноводіння». – 2021. – №32. – С. 103–110.

<https://doi.org/10.31653/2306-5761.32.2021.103-110>, видання кат. Б.

2. **Surinov I., Shemonayev V.** New opportunities for seafarers owing to reduction emission and arising the number of Dual fuel vessels, 2021, IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 915, 012029.

<https://doi.org/10.1088/1755-1315/915/1/012029>, Scopus.

3. **Surinov I.** Algorithms and Calculation Scheme for Planning the Way of Movement of Trajectory Point During Maneuvering for Anchoring / Surinov. // TransNav 2021. – 2021. – № 15. – С. 629–638.

<http://dx.doi.org/10.12716/1001.15.03.18>, **Scopus, Web of Science.**

4. Maltsev A., **Surinov I.** (2021). Improving the navigational preparation of a bridge crew for entering/leaving a port, including activities in case of emergency . Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3(3 (111), 42–57. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.235092>, **Scopus.**

5. **Surinov I.** Formality model of chosen appropriate tug's service by method of balance handling forces / **I. Surinov**, O. Mazur, O. Onishchenko // Water Transport: Collection of scientific works. – 2022. – №3(35). – С. 140 – 152.

<https://doi.org/10.33298/2226-8553.2022.1.35.18>., **видання кат. Б.**

6. **Surinov I.**, Shumilov D.. Cybersecurity of the Processes of Manoeuvring in Confined Waters. TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, Vol. 17, No. 3, pp. 723-732, 2023.

<https://doi.org/10.12716/1001.17.03.25>, **Scopus, Web of Science.**

Публікації, які додатково відображають основні наукові результати

7. **Surinov I.** The way to improve the accuracy of control of maneuvering of the vessel by assessing the abscissa of the center of gravity. Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences VIII (29), Issue:238. – 2020. – Pp. 58-62. <http://dx.doi.org/10.31174/SEND-NT2020-238VIII29-14>.

8. **Surinov I.** Influence of the hydrometeorological mode in the port of Chornomorsk on the safety of navigation. Науково-технічний збірник «Судноводіння». – 2020. – № 30. – С. 124–134. – Режим доступу до ресурсу: <http://dx.doi.org/10.31653/2306-5761.30.2020.124-134>.

9. **Surinov I.** , Shemonayev V., Kazak Y. Information support of operator activity in organizing the tug service. Науково-технічний збірник «Судноводіння». – 2021. – № 32. – С. 95-102. <https://doi.org/10.31653/2306-5761.32.2021.95-102>.

10. **Surinov I.** Studying the impact of proper crew trainings and safety procedure during LNG bunkering. Advanced materials proceedings. – 2023. – Vol. 8, no. 1. – P. 1-7. <https://doi.org/10.5185/amp.2023.5582.1004>.

11. **Surinov I.** Method of ensuring safe planning and control when maneuvering due to enter and leave the port. Science, research, development. Technics and Technology. – 2020. – № 34. – Pp. 51-54.

12. Shemonayev V., **Surinov I.** Ship crew management in emergency on the example of a shipping company. Науково-технічний збірник «Судноводіння». – 2021. – №32. – С. 111-119. <https://doi.org/10.31653/2306-5761.32.2021.111-119>.

Патенти на корисну модель

13. **Патент на корисну модель 150310 UA. МПК G08G 3/02 (2006.01).** Мальцев А. С., Сінюта К. О., **Сурінов І. Л.** Система оперативного динамічного позиціонування судна при маневруванні в стиснених водах. Заявник Мальцев Анатолій Сидорович, Сінюта Катерина Олександрівна, Сурінов Ігор Леонідович. - № u 2021 53064 . заявлено 20/09/2021, опубліковано 23.12.2021 р.

14. **Патент на корисну модель 151907 (51) МПК G08G 3/02 (2006.01).** Система визначення навігаційних ризиків рейсового циклу та управління їх рівнем (Мальцев А. С., **Сурінов І. Л.**, Шумілова К. В.) Заявник Національний університет «Одеська морська академія». – № u 2022 01850; заявлено 01.06.2022; опубліковано 28.09.2022, Бюл. № 39.

15. **Патент на корисну модель МПК B63H25/00 G05D1/00.** Спосіб навігаційної підготовки та управління маневруванням судна при заході/виході з порту (Мальцев А. С., **Сурінов І. Л.**) Заявник Національний університет «Одеська морська академія». – № a202104599; заявлено 09.08.2021; опубліковано 08.12.2021, Бюл. № 49/2021.

Апробаційні публікації

16. **Сурінов І. Л.**, Варбанець Т. В. Гідрометеорологічне забезпечення плавання в Північній Атлантиці в зимовий період. Матеріали науково-технічної конференції «Транспортні технології (морський та річковий флот): інфраструктура, судноплавство, перевезення, автоматизація». – 2017. – С. 64-65.

17. **Сурінов І. Л.**, Костиця О. В. Конвенція із захисту Чорного моря від забруднення. Матеріали науково-технічної конференції «Транспортні технології (морський та річковий флот): інфраструктура, судноплавство, перевезення, автоматизація». – 2017. – С. 67-68.

18. **Сурінов І. Л.**, Костиця О. В. Правове регулювання приходу, стоянки та відходу суден в порту Чорноморськ.. Матеріали науково-технічної конференції «Транспортні технології (морський та річковий флот): інфраструктура, судноплавство, перевезення, автоматизація». – 2018. – С. 44-46.

19. **Сурінов І. Л.**, Мальцев А. С. Аналіз аварійності в морському порту «Чорноморськ». Матеріали науково-технічної конференції «Транспортні технології (морський та річковий флот): інфраструктура, судноплавство, перевезення, автоматизація». – 2019. – С. 146-148.

20. Мальцев А. С., **Сурінов І. Л.** Динамічне позиціонування вісі буру якірною системою платформи способом негативного вектору зсуву. Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті» (MINTT-2020). – 2020. – С. 73-76.

21. **Сурінов І.** Аналіз міжнародних конвенцій з навігаційних операцій. Матеріали науково-технічної конференції «Транспортні технології (морський та річковий флот): інфраструктура, судноплавство, перевезення, автоматизація». – 2020. – С. 86-87.

22. **Сурінов І. Л.** Вплив гідрометеорологічного режиму в порту «Чорноморськ» на безпеку судноплавства. Матеріали науково-технічної конференції «Транспортні технології (морський та річковий флот): інфраструктура, судноплавство, перевезення, автоматизація». – 2020. – С. 88-90.

23. **Surinov I.** Optimization of planning during proceeding to the anchorage using path points. International Conference on Science and Technology «Navigation, Shipping and Technology». – 2021. – №1. – С. 25-29. <http://www.onma.edu.ua/wp-content/uploads/2021/12/ISCT-NST-novyjSformuloj.pdf>.

24. **Surinov I.,** Shemonayev V. Calculation scheme and algorithms for planning the proceeding plan of trajectory point during maneuvering for anchoring. International Conference on Science and Technology «Navigation, Shipping and Technology». – 2021. – №1. – С. 47-51. <http://www.onma.edu.ua/wp-content/uploads/2021/12/ISCT-NST-novyjSformuloj.pdf>.

25. **Surinov I.,** Syrotiuk M.. Marine accidents prevention. Міжнародна науково-технічна конференція «Судноводіння, морські технології та перевезення». – 2021. – С. 69-73.

26. Maltsev A., **Surinov I.,** Shumilova K. Selection of waypoints for planning the ship's voyage cycle. International scientific innovations in human life. Proceedings of the 11th International scientific and practical conference. Cognum Publishing House. Manchester, United Kingdom. – 2022. – С. 230-242. <https://sci-conf.com.ua/xi-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-international-scientific-innovations-in-human-life-11-13-maya-2022-goda-manchester-velikobritaniya-arhiv/>.

27. **Surinov I.** Influence of meteorological factors and sea condition to port facilities. Conference ECSA, № 59. – 2022.

<https://www.estuarinecoastalconference.com/conference-program.html>.

ABSTRACT

Surinov I.L. Improvement of the navigational method of the ship's route planning during pilotage – Qualification scientific work with manuscript rights.

Dissertation for obtaining the scientific degree of Doctor of Philosophy in specialty 271 – “Sea and inland water transport” (field of knowledge 27 – Transport). – National University “Odesa Maritime Academy”, Odesa, 2023.

The risk of being a vessel in force majeure, when there are certain navigation restrictions, when the presence of a pilot on board, with unmanned the vessel, etc., exist in modern navigation. The International Maritime Organization (IMO) has streamlined the requirement regarding of the vessel's voyage planning. However, our review and analysis of literary sources and actual plans for pilotage of marine vessels in different countries of the world on the topic of accidents during pilotage in port waters or in confined waters showed that emergency situations, caused by the actions of individuals, the predominant among which are organizational errors of bridge operators' groups during the preparation of the manoeuvring process and its organization.

Analysis of various information sources also proves the existing significant gap between the complexity and capabilities of modern information-quality technology and the psychological restrictions of the operator as an element of the ergastic system of the vessel.

It is known that the use of innovative technologies of e-navigation becomes a **relevant and priority** area of development of maritime transport of different types and purpose, with the modern preparation of navigators for work, for example, on automated vessels of new generation, and the use of the latest solutions to management of the vessel, provides a safe conduct vessels with a water area of the port, carrying it out in constraint waters, with complex manoeuvring.

In order to reduce the possibility of emergencies during the pilotage conducting in the work, it is proposed to improve the method of preparation a «Vessel pilot passage

plan», created according to the requirements of the IMO. The purpose of improving this plan is aimed at improving the safety of vessels during the pilotage.

In order to achieve the set goal, the Decision Support System (DSS) was improved in the work in terms of the use of the OpenCPN navigation system. This improvement was carried out by taking into account and introducing into the calculations the waypoints of the plan using the maneuvering characteristics of the ship, the peculiarities of the geometric arrangement of the port elements, weather conditions, the impact of tugs on the movement process, as well as a new method of information exchange between local elements of the complex ship maneuvering control systems (Vessel – Pilot – tug captain – Vessel Traffic System (VTS)). The use of the proposed solutions when preparing an improved plan is carried out by integrating the created computer plug-in called «Path Planning IS» into the OpenCPN system.

Verification of the proposed method of planning the coordinates of the path by trajectory points (TP) with the help of waypoints (WP), including curvilinear traffic sections, as well as traffic control after them, was carried out by simulation modeling and during observations by navigational means of inbound/outbound vessels (port of Chornomorsk). The results of simulations and observations showed that the ship's path recommended by the improved methodology ensures its accident-free passage along the given planned line, which is prepared taking into account the geometry of the port, the existing characteristics of braking and turning of the ship, including the planning of curved sections of the path and meets the criteria of navigation safety.

Based on previous studies of the accidents' state in port and near-port waters and analysis of their dynamics, the **request for practice** is substantiated as follows:

1. The need to ensure the reduction of accidents in confined navigation conditions.
2. The need to ensure a reduction in human influence on ship's handling during maneuvering in confined navigation conditions.
3. The need to ensure the possibility of automated control of the vessel during its movement in compressed confined navigation conditions.

The object of the study is the processes of marine vessels maneuvering under pilot control and movement in confined navigation conditions. **The subject of research** is the improvement of the methodology of planning the vessel's route during pilotage and in confined navigation conditions.

The main task is to develop methods of operational planning of the vessel's route for navigation purposes of the trajectory points for navigation and control of its movement in confined navigation conditions.

The main task is divided into three auxiliary tasks:

1. development of automated compilation (construction) of the «Vessel pilot passage plan» in confined navigation conditions, used to navigation;
2. determination of the influence of the features of the port water area, tugboats and vessels with various fuel systems and their characteristics on the principal possibility of using these additional data in the automated construction of the pilotage plan;
3. verification of the improved «Vessel pilot passage plan» and the development of prospects for its further improvement and expanded use in practice.

The purpose of the study is to ensure safe maneuvering and reduce the influence of the human factor on ship control in confined navigation conditions

The proposed **scientific hypothesis**, which is based on the possibility of ensuring safe maneuvering of the vessel in confined navigation conditions, reducing the influence of the human factor on the control of the vessel through the use of an improved vessel plan for pilotage and automated planning of the coordinates of the vessel's route, was confirmed in the dissertation research.

The **scientific position** has been formulated, which determines that the safety of the maneuvering process in confined navigation conditions is ensured by the use of operational methods for determining the movement parameters and controlling the parameters of the ship handling process in real time, according to their planned value.

The generalized algorithm for carrying out scientific research made it possible to propose a procedure for solving auxiliary problems and includes the development of

new theoretical models for planning maneuvering coordinates and their verification during tests in situ to check adequacy.

The information processing procedure between the elements of the maneuvering control system for safe pilotage in many ports does not include the use of E-navigation elements. The paper proposes the optimization of both the planning system itself and the entire process of organizing multi-operator control of a complex maneuvering system during the exchange of information between the maneuvering participants (vessel – Pilot – tugboat and coastal vessel traffic service).

The obtained research results are used for navigation during the passage of the vessel's passage through confined waters and the port water area with or without the participation of a pilot, which was experimentally proven and confirms their practical significance.

The first auxiliary task – development of automated compilation (construction) of the «Vessel pilot passage plan» in confined navigation conditions, used to navigation, includes: a review of scientific works on maneuvering ships while passing through the port's water area; construction of a high-accuracy model for planning the trajectory of the vessel's CG movement using TP matrices by the WP method and operational control of navigation along it using the DSS; development of an automatic algorithm for navigational planning of the route and calculation schemes for computer planning and operational control of navigation along it when entering/exiting in/out of the port in accordance with the requirements of the IMO.

The main elements of the proposed method of navigational planning of the ship's path during pilotage are confirmed by declaratory patents of Ukraine and published in foreign scientific collections with the Scopus and Web of Science indexes.

The second auxiliary task – determination of the influence of the features of the port water area, tugboats and vessels with various fuel systems and their characteristics on the principal possibility of using these additional data in the automated construction of the pilotage plan was carried out in three stages:

- analysis of existing Decision Support Systems in the OpenCPN system, and development of a supplement (plugin) to the functioning of the OpenCPN system;
- analysis of vessel maneuvering procedures (port of Chornomorsk);
- improvement of training methods for navigational training of the bridge team during planning and execution of maneuvering during sea operations of entering and leaving the port, including control of complex multi-operator systems.

Solving this task proves that the practical use of the proposed plug-in to the OpenCPN system increases the quality of operation of the multi-operator maneuvering control system «Pilot – Master – towing support – VTS»: the efficiency of planning the ship's trajectory and the ambiguity of control commands increase. At the same time, it has been proven that the introduction of the developed plug-in into the OpenCPN system for various vessels and the pilotage service of the port provides an opportunity to reduce the risk of a pre-accident situation of the vessel.

The solution of the third auxiliary task – verification of the improved «Vessel pilot passage plan» and the development of prospects for its further improvement and expanded use in practice, made it possible to confirm the developed methodology for the execution of the inverse planning scenario of maneuvering during sea operations of the vessel.

The set of solutions obtained allowed not only to solve the main research task of developing a methodology that improves the operational planning of the ship's route with trajectory points for navigation and control of its movement in confined navigation conditions, but also to recommend the proposed methodology for practical navigation in confined navigation conditions. The obtained results confirm the effectiveness of the improved methodology, prove the possibility of conducting the vessel in c confined navigation conditions without the physical presence of the pilot on board during its further development.

In addition, these statements are proven by field tests in the port of Klaipėda (Lithuania), as well as by simulation simulations at the NUOMA training complex.

The scientific novelty of the dissertation results consists of the development of an electronic function for calculating the trajectory coordinates of the vessel's maneuvering in confined areas of navigation using the WP table, data on the characteristics of turning and the water area geometry for maneuvering in the form of TP matrices, which allows to reduce the risks of accident situations due to misunderstandings between the Pilot and the Master, to improve the quality of control over the maneuvering of the vessel, as well as to organize safe passage through the port water area, the port territory and the fairway or channel.

The following results were achieved in the dissertation research:

- **for the first time**, it is proposed to plan the coordinates of the movement of the vessel, which differs from the known solution by using additional mathematical processing of trajectory points according to waypoint tables with the development of management recommendations during maneuvering, which in total ensures a safer passage of the vessel in confined navigation conditions;
- the **method** of preparation the «Vessel pilot passage plan» **has been improved**, which differs from the known one by introducing an additional plug-in into the ship's electronic cartographic navigation and information system, the use of which allows you to take into account the dynamic characteristics of the vessel when preparing the plan;
- the **method** of planning the coordinates of the vessel's trajectory during maneuvering in confined waters **has been improved**, which: 1) takes into account the exchange of information (pilot – captains – VTS), 2) ensures the early transmission of the recommended passage path of the ship in the form of specified waypoints, 3) processes and lists the actual route in the coordinates of the trajectory points, 4) takes into account the influence of the fuel type on maneuverability; 5) controls the movement of the vessel according to the coordinates of the trajectory points;
- the **method** of determining the ship's coordinates during its maneuvering in confined navigation conditions **received further developed**, which is distinguished by the operational determination of the permissible angle of deviation, which allows to change the course to enter the line of a given safe route under existing weather conditions.

The practical significance of the obtained results lies in the development of methods of planning the coordinates of a safe курс of following the ship in confined conditions and automatic control of maneuvering along the route in accordance with the recommendations of the IMO.

The results of the study were implemented:

- in the process of maneuvering the vessel «Nordic Luebeck» during the departure of the vessel from the port of Klaipėda (Lithuania) without the presence of a pilot on board the vessel (implementation act dated 08.03.2021);
- for calculations of the vessel's circulation parameters depending on the vessel's loading and its speed during the maneuver, including the anchoring of the vessel «Nordic Luebeck» (implementation act dated 05.15.2021);
- during radar monitoring of the navigation of 500 ships to/from berths in the port of Chornomorsk using AIS data through the Marine Traffic program in the period from 07.10.2020 to 03.06.2023, which were analysed and systematized (implementation act dated 03.07.2023);
- at the simulation centre of the NUOMA sub-division – the Institute of Postgraduate Education «Training and Certifying Centre of Seafarers», where the «Path Planning IS» program was successfully verified in November, December 2022 under the leadership of senior lecturer Viktor Pernikosa, the trainees are the NUOMA cadets of the third, fourth and fifth years of education, where 30 experiments were conducted (implementation act dated 05.07.2023);
- in the component part of the report of scientific research work No. DR 0123U101463 of the «Ship Handling» department of NUOMA for 2022-2023 on the topic «Improving the methods of management and operation of ships» (implementation act dated 26.09.2023);
- implemented in the educational discipline «Management of navigation bridge resources» of the «Ship Handling» department of the Educational

and Scientific Institute of Navigation of NUOMA (implementation act dated 27.09.2023).

- and in the form of a training manual «Maneuvering vessels during collision avoidance» (implementation act dated 14.06.2023).

Key words: *maritime shipping, safety of navigation, cyber-security, energy efficiency of ships, decision support system, management plan, ship coordinates, e-navigation, modeling, control theory, steering process control, trajectory points, recommendations.*

The main scientific results of dissertation research are published in the following works:

Articles in specialized scientific publications

1. **Surinov I.** Comparison of emergency situations during ships' navigation under extreme conditions / I. Surinov // Scientific and technical proceedings «Navigation». – 2021. – №32. – Pp. 103–110. <https://doi.org/10.31653/2306-5761.32.2021.103-110>.

2. **Surinov I., Shemonayev V.** New opportunities for seafarers owing to reduction emission and arising the number of Dual fuel vessels, 2021, IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 915, 012029. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/915/1/012029>, **Scopus**.

3. **Surinov I.** Algorithms and Calculation Scheme for Planning the Way of Movement of Trajectory Point During Maneuvering for Anchoring / Surinov. // TransNav 2021. – 2021. – № 15. – Pp. 629–638. <http://dx.doi.org/10.12716/1001.15.03.18>, **Scopus, Web of Science**.

4. Maltsev A., **Surinov I.** (2021). Improving the navigational preparation of a bridge crew for entering/leaving a port, including activities in case of emergency .

Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3(3 (111), 42–57.
<https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.235092>, **Scopus**.

5. **Surinov I.** Formality model of chosen appropriate tug's service by method of balance handling forces / **I. Surinov**, O. Mazur, O. Onishchenko // Water Transport: Collection of scientific works. – 2022. – №3(35). – Pp. 140 – 152.
<https://doi.org/10.33298/2226-8553.2022.1.35.18>.

6. **Surinov I.**, Shumilov D.. Cybersecurity of the Processes of Manoeuvring in Confined Waters. TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, Vol. 17, No. 3, pp. 723-732, 2023.
<https://doi.org/10.12716/1001.17.03.25>, **Scopus**, **Web of Science**.

Publications that additionally reflect the main scientific results

7. **Surinov I.** The way to improve the accuracy of control of maneuvering of the vessel by assessing the abscissa of the center of gravity. Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences VIII (29), Issue:238. – 2020. – Pp. 58-62.
<http://dx.doi.org/10.31174/SEND-NT2020-238VIII29-14>.

8. **Surinov I.** Influence of the hydrometeorological mode in the port of Chornomorsk on the safety of navigation / I. Surinov. // Scientific and technical proceedings «Navigation». – 2020. – №30. – Pp. 124–134. – Available at:
<http://dx.doi.org/10.31653/2306-5761.30.2020.124-134>.

9. **Surinov I.** Information support of operator activity in organizing the tug service / I. Surinov, V. Shemonayev, Y. Kazak. // Scientific and technical proceedings «Navigation». – 2021. – №32. – Pp. 95–102. <https://doi.org/10.31653/2306-5761.32.2021.95-102>.

10. **Surinov I.** Studying the impact of proper crew trainings and safety procedure during LNG bunkering. Advanced materials proceedings. – 2023. – Vol. 8, no. 1. – P. 1-7. <https://doi.org/10.5185/amp.2023.5582.1004>.

11. **Surinov I.** Method of ensuring safe planning and control when maneuvering due to enter and leave the port. Science, research, development. Technics and Technology. – 2020. – № 34. – Pp. 51-54.

12. Shemonayev V. Ship crew management in emergency on the example of a shipping company / V. Shemonayev, I. Surinov. // Scientific and technical proceedings “Navigation”. – 2021. – №32. – Pp. 111–119. <https://doi.org/10.31653/2306-5761.32.2021.111-119>.

List of patents that protect scientific innovation

13. **Patent 150310 UA. MIIK G08G 3/02 (2006.01).** Maltsev A., Sinyuta K., Surinov I. System of operational dynamic positioning of the vessel when maneuvering in confined waters. The applicants: Maltsev A., Sinyuta K., **Surinov I.** - № u 2021 53064 . stated 20/09/2021, published 23.12.2021.

14. **Patent 151907 (51) MIIK G08G 3/02 (2006.01).** The system for determining the navigational risks of the voyage cycle and control their level. / Maltsev A., **Surinov I.**, Shumilova K. The applicant: National University «Odessa Maritime Academy». – № u 2022 01850; stated 01.06.2022; published 28.09.2022, Bul. № 39.

15. **Patent for an invention MIIK B63H25/00 G05D1/00.** The method of navigation preparation and ship maneuvering control when entering/exiting into/from the port. / Maltsev A., **Surinov I.** The applicant: National University «Odessa Maritime Academy». – № a202104599; stated 09.08.2021; published 08.12.2021, Bul. № 49/2021.

Approbation of dissertation materials

16. **Surinov I.** Hydrometeorological support for navigation in the North Atlantic in winter / I. Surinov, T. Varbanets. // Materials of the scientific and technical conference «Transport technologies (sea and river fleet): infrastructure, shipping, transportation, automation». – 2017. – Pp. 64–65.

17. **Surinov I.** Convention on the protection of the Black Sea from pollution / I. Surinov, O. Kostyrya. // Materials of the scientific and technical conference «Transport technologies (sea and river fleet): infrastructure, shipping, transportation, automation». – 2017. – P. 67–68.

18. **Surinov I.** Legal regulation of the arrival, berthing and departure of ships in the port of Chornomorsk / I. Surinov, O. Kostyrya. // Materials of the scientific and technical conference «Transport technologies (sea and river fleet): infrastructure, shipping, transportation, automation». – 2018. – P. 44–46.

19. **Surinov I.** Accident analysis in the seaport of Chornomorsk / I. Surinov, A. Maltsev. // Materials of the scientific and technical conference «Transport technologies (sea and river fleet): infrastructure, shipping, transportation, automation». – 2019. – P. 146–148.

20. Maltsev A. Dynamic positioning of the drill axis by the anchor system of the platform using the negative deviation vector method / **I. Surinov**, A. Maltsev. // Materials of the XII International scientific and practical conference «Modern information and innovative technologies in transport» (MINTT-2020). – 2020. – P. 73–76.

21. **Surinov I.** Analysis of international conventions on navigational operations / I. Surinov. // Materials of the scientific and technical conference «Transport technologies (sea and river fleet): infrastructure, shipping, transportation, automation». – 2020. – P. 86–87.

22. **Surinov I.** The influence of the hydrometeorological regime in the seaport of Chornomorsk on the safety of navigation / I. Surinov. // Materials of the scientific and technical conference “Transport technologies (sea and river fleet): infrastructure, shipping, transportation, automation”. – 2020. – Pp. 88–90.

23. **Surinov I.** Optimization of planning during proceeding to the anchorage using path points. International Conference on Science and Technology «Navigation, Shipping and Technology». – 2021. – №1. – C. 25-29. <http://www.onma.edu.ua/wp-content/uploads/2021/12/ISCT-NST-novyjSformuloj.pdf>.

24. **Surinov I.**, Shemonayev V. Calculation scheme and algorithms for planning the proceeding plan of trajectory point during maneuvering for anchoring. International Conference on Science and Technology «Navigation, Shipping and Technology». – 2021. – №1. – С. 47-51. <http://www.onma.edu.ua/wp-content/uploads/2021/12/ISCT-NST-novyjSformuloj.pdf>.

25. **Surinov I.** Marine accidents prevention / I. Surinov, M. Syrotiuk. // International Scientific and Technical Conference “Navigation, Marine Technologies and Transportation”. – 2021. – P. 69–73.

26. Maltsev A., **Surinov I.**, Shumilova K. Selection of waypoints for planning the ship's voyage cycle. International scientific innovations in human life. Proceedings of the 11th International scientific and practical conference. Cognum Publishing House. Manchester, United Kingdom. – 2022. – С. 230-242. <https://sci-conf.com.ua/xi-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-international-scientific-innovations-in-human-life-11-13-maya-2022-goda-manchester-velikobritaniya-arhiv/>.

27. **Surinov I.** Influence of meteorological factors and sea condition to port facilities. Conference ECSA, № 59. – 2022. <https://www.estuarinecoastalconference.com/conference-program.html>.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК ПРИЙНЯТИХ СКОРОЧЕНЬ	30
ВСТУП	32
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ НАУКОВИХ РОБІТ З МАНЕВРУВАННЯ СУДЕН АКВАТОРІЄЮ ПОРТУ	40
1.1. Аналіз аварійності при маневруванні акваторією порту	40
1.2. Аналіз способів попередження аварійних випадків в припортовій акваторії	47
1.3. Аналіз наукових робіт з організації безпечного заходу і виходу з порту	52
Висновки за розділом 1.....	65
РОЗДІЛ 2. ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДОЛОГІЇ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРИ УДОСКНАЛЕНІ МЕТОДИКИ І АВТОМАТИЗОВАНОМУ ПЛАНУВАННІ ТРАЄКТОРІЇ РУХУ СУДЕН	68
2.1. Вибір напрямку наукових досліджень	68
2.2. Обґрунтування вибору напрямку дослідження	71
2.3. Визначення мети дослідження і розробка технологічної карти	75
Висновки за розділом 2	84
РОЗДІЛ 3. НАВІГАЦІЙНЕ ПЛАНУВАННЯ ШЛЯХУ СУДНА ПІД ЧАС ЛОЦМАНСЬКОГО ПРОВЕДЕННЯ У ВИГЛЯДІ ПЛАГІНУ ДО СППР	88
3.1. Аналіз гідрометеорологічних умов в порту Чорноморськ	88
3.2. Аналіз результатів спостереження за рухом суден в порту Чорноморськ для визначення рекомендованих ліній по заходу та виходу з порту	101
3.3. Планування координат траєкторних точок удосконаленого «Суднового плану лоцманського проведення»	110
3.4. Визначення матриці планових координат траєкторних точок при маневруванні акваторією порту	115

3.5. Верифікація удосконалення методики автоматизованого розрахунку координат заходу/виходу із порту	127
Висновки за розділом 3	136
РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА УДОСКОНАЛЕНОЇ СУДНОВОЇ НАВІГАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПЛАНУВАННЯ ШЛЯХУ ПРИ ЗАХОДІ/ВИХОДІ ІЗ ПОРТУ	138
4.1. Вплив особливостей акваторії порту, характеристик поворотності судна та параметрів його маневрування	138
4.2. Можливості використання плагіну «Path Planning IS» на суднах з дуальною паливною системою	142
4.3. Формування алгоритму організації безпечного проходження судна в акваторії порту згідно з вимогами ММО	144
4.4. Побудова вдосконаленої навігаційної системи планування шляху судна з урахуванням буксирного забезпечення	148
Висновки за розділом 4	155
РОЗДІЛ 5. ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПЛАГІНУ ДО СППР ПРИ АВТОМАТИЗОВАНОМУ ПЛАНУВАННІ КООРДИНАТ	157
5.1. Алгоритм роботи плагіну «Path Planning IS» до СППР при побудові матриці траєкторних точок	157
5.2. Інтеграція комп'ютерного плагіну «Path Planning IS» в СППР та економічна складова проєкту	160
5.3. Верифікація роботи плагіну за допомогою навігаційного тренажеру	164
5.4. Розробка рекомендацій по складанню суднового плану за допомогою удосконаленої методики лоцманського проведення	170
Висновки за розділом 5	173
ВИСНОВКИ	175
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	178
ДОДАТОК А	200

	29
ДОДАТОК Б	204
ДОДАТОК В	213
ДОДАТОК Г	273
ДОДАТОК Д	317
ДОДАТОК Е	329
ДОДАТОК Ж	348
ДОДАТОК З	393
ДОДАТОК И	399
ДОДАТОК К	406

ПЕРЕЛІК ПРИЙНЯТИХ СКОРОЧЕНЬ

AIS – Automatic identification system / Автономна ідентифікаційна система

ATON – Aids to Navigation / Засоби навігації

DGPS – Differential Global Positioning System / Диференційна Глобальна Система Позиціонування

ECDIS – Electronic Chart Display and Information System / Система відображення електронних карт та інформації

EMCIP – European Marine Casualty Information Platform / Європейська інформаційна платформа морських аварій

EMSA – European Maritime Safety Agency / Європейське агентство морської безпеки

ETA – estimated time of arrival / Розрахунковий час прибуття

GPS – Global Positioning System / Глобальна система позиціонування

IALA – International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities / Міжнародна асоціація морських засобів навігації та маячних служб

ILO – International Labour Office / Міжнародне бюро праці

INS – Information Service / Інформаційна служба

LL – Lessons Learned / Вивчені уроки

LPS – Local port service / Служба місцевого порту

MAIB – Marine Accident Investigation Branch / Відділення з розслідування морських аварій

MAS – Maritime assistance service / Служба допомоги на морі

MS – Maritime Services / Морські служби

MSC – Maritime Safety Committee / Комітет з безпеки на морі

MSI – Maritime safety information / Інформація про безпеку на морі

NAS – Navigational assistance service / Служба навігаційної допомоги

OpenCPN – програмне забезпечення для побудови морських карт та навігаційне програмне забезпечення для використання в процесі або як інструмент планування

SAR – Search and rescue / Пошук і порятунок

SIP – Strategy Implementation Plan / План реалізації стратегії

TMAS – Telemedical assistance service / Служба телемедичної допомоги

TOS – Traffic organization service / Служба організації руху на морі

VTs – Vessel traffic service / Служба руху суден

ВООЗ – Всесвітня організація охорони здоров'я

МКУБ – Міжнародний кодекс з управління безпечною експлуатацією суден і попередженням забруднення

ММО – Міжнародна Морська Організація

МППЗС – 72/2016 – Конвенція про Міжнародні правила запобігання зіткненню суден на морі 1972 року

Плагін – додаток, незалежно скомпільований програмний модуль, що динамічно підключається до основної програми OpenCPN, призначений для розширення або використання її можливостей

ПП – полюс повороту

РЛС – радіолокаційна станція

СКП – середньоквадратична похибка

СППР – система підтримки прийняття рішень

СУРС – система управління рухом судна

ТТ – траєкторна точка

ЦТ – центр тяжіння

ЦУ – центр управління

ШТ – шляхова точка

ВСТУП

Актуальність теми. Згідно з аналізом аварійності суден встановлено, що найбільш небезпечними ділянками є проходження суднами акваторії порту (69,3 % від усіх аварій за 2017 – 2023 роки), а існуючі форми «Pilot Passage Plan» не можуть бути використані для навігації. В Україні щорічно виходить звіт Державної служби морського та річкового транспорту (Морської адміністрації), де висвітлюються усі аварійні ситуації на морському транспорті. Порівнюючи останні п'ять років (2018-2022), можна зробити висновки, що аварійні події на морському та річковому транспорті в Україні мають тенденцію до зменшення. Однак, більш вірогідно, що такі зміни зумовлені різким зменшенням кількості суден, які заходили до морських портів України через військовий стан.

Актуальність вирішення завдань, спрямованих на підвищення безпеки судноплавства у стиснених умовах, підтверджується ускладненням навігаційних рішень під час пандемії COVID-19. У цей час лоцмани не могли вільно підійматись на судна, що приводило до затримок у доставці, а інколи до зіпсування вантажів. Існує безліч завдань практичної навігації, де необхідно вирішувати задачі маневрування у складних умовах, у тому числі при функціонуванні безпілотних суден. Наприклад, для запобігання у подальшому аналогічних ситуацій, пов'язаних з пандемією, необхідно провести аналіз усіх можливих методик організації безпечного проходження судна припортовою акваторією та під час заходу/виходу із порту, коли підйом лоцмана на борт судна неможливий, що є дуже складною задачею. Таким чином актуальним є розроблення методик автоматизованого планування безпечного шляху та управління маневруванням по ньому при русі судна у стиснених умовах.

Вивченням питань, які співпадають з темою дослідження, займались як зарубіжні вчені, з яких основним представниками є Abhijit S., Çakır E., Fitriadhy A., Guze S., Huang Y., Jie Zhang, Kang L., Kasm O., Olba X. B., Park S., Paulauskas V., Perera L. P., Quy M. N., Rolf J., Skóra K., Solveig A. T., Toma A., Weintrit A., Wu B. та Wu L., так і вітчизняні науковці. Основними представниками різних

напрямків досліджень за темою маневрування і лоцманського проведення є: Алексійчук Б. М., Баранов Г. Л., Бень А. П., Бурмака І. О., Волков О. М., Ворохобін І. І., Гаврілюк Г. В., Голіков В. В., Єгоров Г. В., Казак Ю., Калініченко Є. В., Колесников А. А., Мальцев А. С., Норкіна О. Н., Омельченко Т. Ю., Северін В. В., Соколенко В. І., Спешілов В. М., Товстокорий О. Н. та багато інших.

Аналіз наукових джерел цих науковців, у яких розглядаються питання управління маневруванням за різними точками зору, різними практичними застосуваннями і науковими школами, підтверджує важливість участі портових буксирів у системі організації безпечного управління маневруванням складних систем, які складаються із декількох суден. Однак, буксирне забезпечення потребує удосконалення, особливо під час обміну інформацією між усіма учасниками процесу маневрування. Дослідження щодо впливу кожної складової командного управління дозволять визначити шляхи удосконалення роботи і використання портових буксирів, наприклад, при швартуванні.

Нагальна потреба у розроблені інноваційних методик, використання яких дозволяє підвищити рівень безпеки під час маневрування суден у складних умовах за рахунок покращення процесів управління, підвищення оперативності та точності їх виконання, у тому числі під час лоцманського проведення суден, є для сьогодення **актуальним** та затребуваним практикою.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційне дослідження виконувалося відповідно до положень Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року, схваленої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30 травня 2018 р. № 430-р, згідно з Указом Президента України №722/2019 «Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року». А також у рамках планів наукових досліджень за держбюджетною темою Національного університету «Одеська морська академія» ДР 0123U101463 кафедри «Управління судном» НУОМА за 2022-2024 роки за темою «Удосконалення методів управління та експлуатації суден», у якій здобувачем виконано параграф 5.2 «Інтеграція комп'ютерного плагіну «Path

Planning IS» в системі підтримки прийняття рішень та економічна складова рентабельності проєкту».

Мета і завдання досліджень. Метою дослідження є забезпечення безпечного маневрування та зниження впливу людського фактору на управління судном в стиснених умовах плавання.

Наукова гіпотеза виходить із *можливості* забезпечення безпечного маневрування судна в стиснених умовах плавання, зниження впливу людського фактору на управління судном *за рахунок* використання удосконаленого судового плану лоцманського проведення та автоматизованого планування координат шляху судна.

Головним завданням є розробка методики, що удосконалює оперативне планування шляху судна траєкторними точками для навігації і контролю його руху в стиснених умовах плавання.

Головне завдання розділено на три допоміжні задачі:

1. розроблення автоматизованого складання (побудови) «Суднового плану лоцманського проведення» у стиснених умовах плавання, придатного для практичної навігації;
2. визначення впливу особливостей акваторії порту, буксирів і суден з різноманітними паливними системами і їх характеристик на принципову можливість використання цих додаткових даних при автоматизованій побудові плану лоцманського проведення;
3. верифікація удосконаленого «Суднового плану лоцманського проведення» та розробка перспектив подальшого його розвитку і розширеного використання на практиці.

Об'єктом дослідження є процеси маневрування морських суден під час лоцманського проведення та руху у стиснених умовах плавання.

Предметом дослідження є удосконалення методики планування шляху судна під час його лоцманського проведення та в стиснених умовах плавання.

Методи дослідження. Для вирішення головного і допоміжних завдань використані добре відомі і загальноприйняті методи: дедукції, при здійсненні

інформаційного пошуку; системного аналізу, для визначення тематики дослідження та побудови технологічної карти дослідження; спостережень, під час аналізу гідрометеорологічних умов в порту Чорноморськ; статистичної обробки даних, під час аналізу проведення суден; регресійного аналізу, для побудови рекомендованих Лоцманських планів до кожного причалу в порту Чорноморськ; програмування і моделювання, для розробки плагіну «Path Planning IS» та проведення імітаційного моделювання на тренажерному комплексі; активного і пасивного експерименту, під час проведення натурних випробувань в порту Клайпеда; узагальнення при розробці рекомендацій для подальшого використання запропонованих рішень.

Наукова новизна отриманих у дисертації результатів полягає у розробленні методики розрахунку координат траєкторії шляху маневрування судна в стиснених районах плавання за допомогою таблиці шляхових точок, даних про характеристики поворотності судна і геометрії акваторії для маневрування у вигляді матриць траєкторних точок, що дозволяє знизити ризики виникнення аварійної ситуації через непорозуміння між лоцманом та капітаном судна, підвищити якість контролю руху судна, підвищити рівень безпеки проходження припортовою акваторією, територією порту, фарватером, каналом тощо.

У дисертаційному дослідженні досягнуті наступні результати:

– **уперше запропоновано** здійснювати планування координат руху судна, яке відрізняється від відомого рішення використанням додаткової математичної обробки траєкторних точок за таблицями шляхових точок з формулюванням рекомендацій з управління при маневруванні, що у сукупності забезпечує більш безпечне проходження судна у стиснених умовах плавання;

– **удосконалено методику** побудови «Суднового плану лоцманського проведення», яка відрізняється від відомої впровадженням у електронну картографічну навігаційно-інформаційну систему судна додаткового плагіну, використання якого дозволяє урахувати при побудові плану динамічні характеристики судна;

– **удосконалено методику** планування координат траєкторії руху судна при маневруванні у стиснених умовах, яка: 1) ураховує обмін інформацією (лоцман – капітани – СУРС); 2) забезпечує завчасну передачу рекомендованого шляху проходу судна у вигляді уточнених шляхових точок; 3) оброблює та перераховує актуальний маршрут у координати траєкторних точок; 4) ураховує вплив типу палива на можливості маневрування; 5) здійснює контроль за рухом судна за координатами траєкторних точок;

– **отримала подальший розвиток методика** визначення координат судна при його маневруванні у стиснених умовах, яка відрізняється оперативним визначенням допустимого куту зсуву, що дозволяє завчасно скорегувати курс для виходу на лінію заданого безпечного шляху при існуючих погодних умовах.

Практичне значення отриманих результатів полягає розробленні методики планування координат безпечного шляху слідування судна в стиснених умовах та автоматизованого контролю за маневруванням за маршрутом згідно з рекомендаціями ММО. Одне із практичних застосувань отриманих наукових результатів дає змогу підвищити рівень порозуміння капітана судна про умови слідування портовою акваторією і лоцмана, про маневрені характеристики судна.

У дисертаційному дослідженні відображені та підтверджені отримані здобувачем **програмні результати освітньо-наукової програми НУОМА**, що викладена на офіційному сайті університету, а саме: знання та розуміння методології наукового пізнання; досвід застосування Етичного кодексу вченого України; набуття передового досвіду проведення наукових досліджень; участь у широких дискусіях та обговореннях; всебічна обізнаність щодо актуальних досліджень у сфері експлуатації морських та річкових суден; уміння обирати та ефективно використовувати теоретичні та практичні інструменти досліджень у сфері морського та річкового транспорту; прогнозування наслідків прийняття рішень у галузі морського та річкового транспорту.

Результати дослідження впроваджені:

– у дослідний процес маневрування судном «Nordic Luebeck» під час виходу судна із порту Клайпеда (Литва) без присутності лоцмана на борту судна (акт впровадження від 08.03.2021);

– при розрахунках параметрів циркуляції судна «Nordic Luebeck», залежно від завантаження судна та його швидкості під час виконання маневру (акт впровадження від 15.05.2021);

– під час спостереження, аналізу і систематизації процесів маневрування суден у порту Чорноморськ за період з 07.10.2020 до 03.06.2023 включно (акт впровадження від 03.07.2023);

– на тренажерному комплексі «Центру підготовки та атестації плавскладу» НУ «ОМА», де верифіковано плагін «Path Planning IS» до існуючої системи е-навігації (акт впровадження від 05.07.2023);

– у складову частину звіту за НДР № 0123U101463 кафедри «Управління судном» НУОМА за 2022-2023 роки за темою «Удосконалення методів управління та експлуатації суден» (акт впровадження від 26.09.2023);

– у навчальну дисципліну «Управління ресурсами навігаційного містка» кафедри «Управління судном» Навчально-наукового інституту навігації НУОМА (акт впровадження від 27.09.2023) та у вигляді навчального посібника «Маневрування суден під час розходження» (акт впровадження від 14.06.2023).

Особистий внесок здобувача. Дослідження і низка наукових праць проведені і виконані здобувачем самостійно. Самостійно проведено інформаційний пошук, аналіз літературних джерел, гідрометеорологічних умов в порту Чорноморськ, аналіз траєкторій руху суден, розроблені лоцманські плани для усіх причалів в порту Чорноморськ, створено плагін «Path Planning IS» до електронної навігаційної системи судна, який буде «Судновий план лоцманського проведення», одноосібно проведені натурні спостереження на судні, апробовано функціонування плагіну на навігаційному тренажері, а також розроблені відповідні рекомендації для подальшого розвитку і використання основних наукових результатів.

Аспірантом виконано **27** наукових праць, серед яких 4 входять до складу наукометричної бази Scopus. Роботи [46, 90, 111, 112, 130, 131, 162, 163] виконані одноосібно. Серед робіт, які виконані у співавторстві, автору належать наступні ідеї та розробки: [52] – організації плану роботи буксирної команди під час допомоги судну у маневруванні; [89] – розробка алгоритму роботи плагіну по визначенню ТТ для конкретного судна; [110] – гідрометеорологічне забезпечення судноплавства в зимовий період; [126] – опис розвитку маневрених характеристик судна; [127] – правове регулювання приходу, стоянки та відходу суден в порту Чорноморськ; [128] – аналіз аварійності в порту Чорноморськ; [129] – аналіз реалізації проєкту днопоглиблення акваторії морського порту Чорноморськ; [132] – розробка алгоритму побудови ТТ для постановки на якір; [151] – використання дуальної паливної системи при маневруванні в стиснених умовах; [152] – необхідності удосконалення процедур безпеки бункерування суден газом; [153] – визначення необхідної точності для обсервації місця судна; [154] – аналіз аварійності в портових водах; [155] – система вибору буксирного забезпечення методом балансу зовнішніх чинників; [161] – організація роботи команди містка під час аварійних ситуацій в порту; [165] – розробка прикладу використання Суднового лоцманського плану; [167] – організація кібербезпеки під час використання плагіну «Path Planning IS».

Апробація результатів дисертації. Основні результати за темою дисертаційного дослідження доповідались та обговорювались на Міжнародних та Всеукраїнських наукових конференціях та проєктах, зокрема:

- Науково-технічних конференцій «Транспортні технології (морський та річковий флот): інфраструктура, судноплавство, перевезення, автоматизація» (Одеса, 2017-2020 рр.);
- XII Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті» (MINTT-2020) (Херсон, 27-29 травня 2020р.);
- Society for Cultural and Scientific Progress in Central and Eastern Europe (Будапешт, 30 вересня 2020р.);

- Diamond trading tour: Science, research, development. Technics and Technology (Париж, 30-31 жовтня 2020р.);
- TransNav 2021 (Гдиня, 16-18 червня 2021р.);
- I International Conference on Science and Technology «Navigation, Shipping and Technology» (Одеса, 18-19 листопада 2021р.);
- International scientific innovations in human life. Proceedings of the 11th International scientific and practical conference (Манчестер, 11-13 травня 2021р.);
- Конкурс Одеської міської ради «Кращий інноваційний проєкт» (номінація «Краща інноваційна ідея» (проєкт «Покращення показників роботи порту методом нормування часу портових операцій для збільшення товарообігу в країні»), де отримав диплом Одеської міської ради, грудень 2021 р.);
- ECSA 59 (Сан-Себастьян, 5-8 вересня 2022р.);
- TransNav 2023 (Гдиня, 21-23 червня 2023р.).

Публікації. За темою дисертаційного дослідження було опубліковано **27 наукових статей**, з яких 2 – у наукових виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України; 4 – у виданнях, включених до наукометричної бази Scopus; 6 – в інших іноземних та вітчизняних виданнях (4 – у наукових журналах та 2 – у збірці матеріалів наукових конференцій); 15 – у збірках за матеріалами міжнародних конференцій; **3 – патенти на корисну модель.**

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається із розширеної анотації, переліку прийнятих скорочень, вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг роботи складає 409 сторінок, з них 146 сторінок основного тексту, 32 рисунки, 26 таблиць, перелік використаних джерел з 171 найменування на 22 сторінках, 10 додатків на 210 сторінках.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ НАУКОВИХ РОБІТ З МАНЕВРУВАННЯ СУДЕН АКВАТОРІЄЮ ПОРТУ

1.1. Аналіз аварійності при маневруванні акваторією порту

Безпека мореплавання є найважливішою умовою організації ефективної експлуатації морського судна, використання всіх його морехідних якостей. Морські порти вимагають особливої уваги до безпеки судноплавства, що визначено у рекомендаціях ММО – планувати траєкторію руху під час рейсового циклу від причалу порту відходу до причалу порту приходу. Аналіз аварійних випадків при заході/виході із порту підтверджує той факт, що вони відбуваються через недбалість персоналу та неналежне або відсутнє планування координат шляху заходу та виходу із порту.

Залежно від місця виникнення морських аварій, їх можна розподілити так: у портових водах – 69,3 %; припортових водах (12 м. миль) – 13 %; у відкритому морі – 17,7 % [1]. У портових водах причинами аварій є: посадка на мілину; втрата контролю управління над маневруванням; пошкодження судна та головного двигуна; втрата стійкості; затоплення; пожежі та вибухи. Найчастіше аварії відбуваються саме при русі в порту і припортовій акваторії, оскільки капітан не завжди має оперативну інформацію, а лоцман до приходу на судно не володіє у достатньому обсязі даними про експлуатаційні та маневрені характеристики судна. Після аналізу наявних форм «Pilot Passage Plan», які лоцман передає капітану після прибуття на навігаційний місток, можна зробити висновок: вони не можуть бути використані для навігації.

Основними причинами аварій при заході та виході з порту можна вважати: помилки команди містка під час підготовки до управління маневруванням судна при заході/виході із порту; недостатня точність планування координат руху судна, відсутність судового плану лоцманського проведення, що може розглядатися, як недостатня підготовка судна до портових операцій та

відсутність належної технічної підготовки механізмів та обладнання портових суден, які мають забезпечувати рух судна в портових водах.

З метою запобігання аваріям та інцидентам на морі Комітет з безпеки ММО прийняв у 2008 р. Резолюцію MSC.255(84) та розробив "Кодекс міжнародних стандартів та рекомендованої практики розслідування аварії або інциденту на морі" [2]. Завданням Кодексу є забезпечення того, щоб держави застосовували загальний підхід під час проведення розслідувань аварій та інцидентів на морі.

У роботі [3] наведено аналіз аварійних ситуацій в Україні з 2013 до 2019 року включно та зроблено висновки, що незалежно від щорічних коливань статистичних даних аварійності, загальний її стан на водному транспорті в Україні продовжує залишатися на високому рівні. 67 % аварій від загального числа за 2019 рік відбувалося саме під час заходу/виходу із акваторії порту. Основними причинами аварій були саме організаційні, які включають неналежне несення вахтової служби, неврахування маневрених характеристик судна, порушення правил МППЗС – 72/2016 [4]).

Варто зазначити, що середня кількість аварій у портах з року в рік незначно змінює свої показники. Основною причиною такої тенденції є відсутність: урахування лоцманом маневрених характеристик судна при первісному плануванні заходу; суднового плану лоцманського проведення, який повинен бути підготовлений заздалегідь на судні [5].

У роботі [6] зазначено, що найчастішими випадками аварій у порту є зіткнення та втрата контролю за управлінням судна. За останні роки збільшилась кількість аварій під час швартування. Однак даний аналіз не визначає, які саме дії були виконані невірно, або зовсім не виконані для забезпечення безпечного швартування.

У статті [7] проведено аналіз 3174 аварій, що сталися у 2019 році. Якщо розподілити аварії по районах їх походження, то ситуації, що відбуваються під час швартування, посядуть друге місце, а під час заходу до порту – третє. Найменше аварійних ситуацій відбувалося під час виходу з порту. Таким чином,

найнебезпечнішими моментами для судноводія є захід у порт та швартування. Аналізуючи аварійні події за рік, бажано окремо розглядати каботажні судна. Зазвичай, за участю саме цієї категорії суден, трапляється третина з числа усіх аварій.

У роботі [8] розглянуто питання про співвідношення віку лоцмана та його компетентності на прикладі портів Кореї. Зроблено висновок, що при перевищенні лоцманом віку у 55 років утричі збільшується ризик настання аварійної ситуації. Проте у роботі не викладено доцільного обґрунтування, чому саме цей вік взято за початок аналізу впливу на аварійність суден. На нашу думку, слід враховувати і досвід роботи, адже при керуванні лоцманським проведенням судна лоцмани з невеликим стажем також мають підвищену ймовірність щодо допущення помилок та неврахування певних чинників. Тому розробка вдосконаленої методики навігаційного планування шляху судна є особливо актуальною при прийомі на борт лоцмана, як з великим стажем роботи, але старшого за віком (вплив вікових особливостей людини), так і лоцмана з початковим досвідом роботи у певному порту [9, 10].

Згідно звіту Державної служби морського та річкового транспорту (Морської адміністрації), кількість аварій на морському та річковому транспорті України, у тому числі з маломірними та малими суднами, за підсумками 2020 року, становила 43 події, що на 43 % перевищує підсумковий показник 2019 року [11]. У той же час кількість загиблих і зниклих безвісти внаслідок аварійних подій зменшилася на 12 осіб (на 60 %). Кількість травмованих зменшилась також на 12 осіб (на 75 %). За даними Морської адміністрації, на морському транспорті сталося 20 пригод без загиблих, зниклих безвісти та травмованих; на річковому транспорті – 15, у яких одна людина загинула та одна – травмована; з маломірними суднами – 8, під час яких п'ятеро людей загинули, двоє – зникли безвісти та троє – травмовані [11, 12]. Дані статистичного аналізу за 2020 рік свідчать, що аварійність на морському флоті в Україні залишається на високому рівні (рис. 1.1). У зв'язку з чим розробка удосконалених методік управління судном та належна підготовки команди суднового містка є актуальною науково-

технічною і організаційною задачею, оскільки її вирішення дозволить зменшити ризики виникнення аварійних ситуацій.

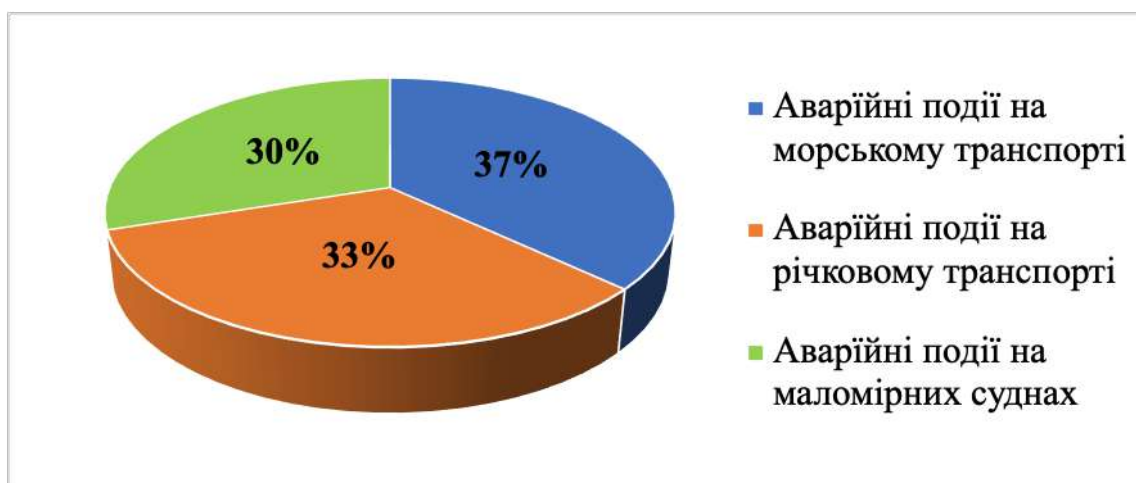


Рис. 1.1. Відсоткове співвідношення аварійних подій в Україні з 2019 по 2022 роки

Порівнюючи дані за останні п'ять років (2018 – 2022), можна зробити висновки, що аварійні події на морському та річному транспорті в Україні мають тенденцію до зменшення (рис. 1.2). Найбільша кількість аварій відбулася у 2019 році. Це опосередковано свідчить про погіршення загальної підготовки екіпажу до дій під час аварійної ситуації [11, 14]. Для того, щоб попередити виникнення аварійної події, необхідно не допускати передаварійний стан, що можливо завдяки удосконаленню алгоритму проведення судна та підготовки операторів навігаційного містка до організації проведення.

Значне зростання аварійних подій на водному транспорті протягом 2019 року (у порівнянні з 2018 роком) обумовлено тим, що 2018 рік був перехідним періодом, коли була створена та почала працювати Морська адміністрація (Морська адміністрація була створена та почала функціонування з 22.08.2018). У цей час тільки почала створюватися система активного виявлення, обліку, аналізу та контролю за виникненням аварійних подій. Вона повноцінно запрацювала тільки наприкінці січня 2019 року, коли був створений та почав видавати статистичні відомості про виникнення та розслідування причин

аварійних подій сектор інформації кожної держави про аварійні ділянки в зоні їх відповідальності. Такі дані включають вид аварійного випадку, причини та наслідки і пропозиції з його попередження.

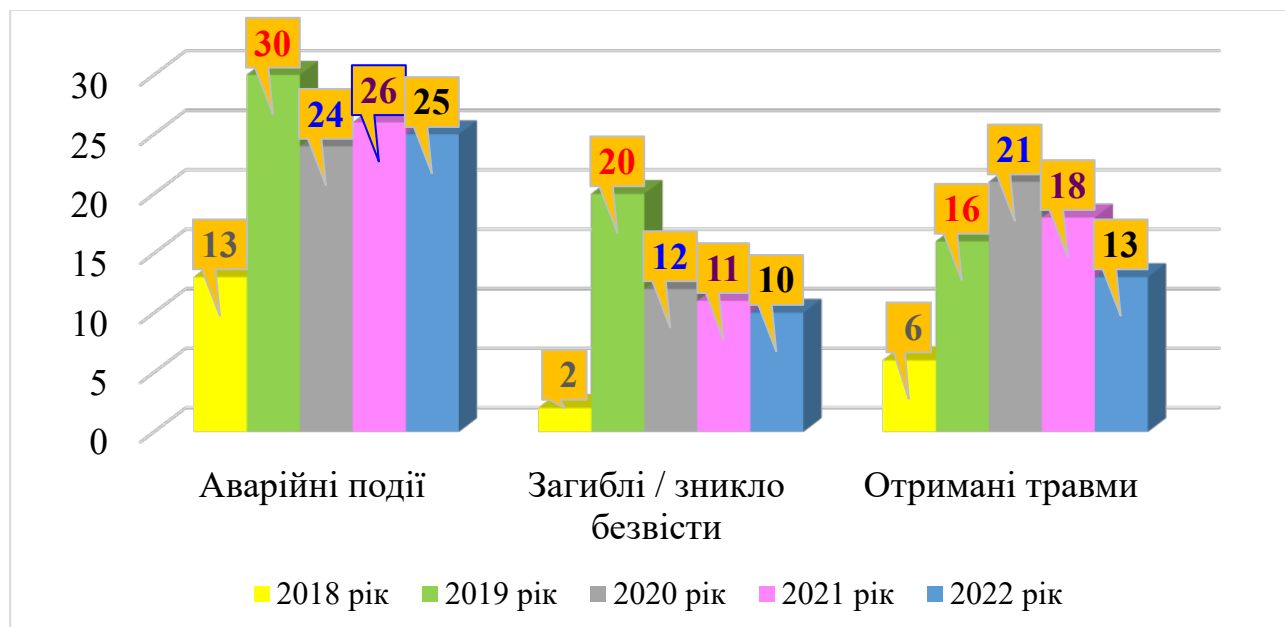


Рис. 1.2. Порівняльний аналіз кількості аварійних подій на морському та річному транспорті в Україні з 2018 по 2022 роки

Аналізуючи ситуацію у світі та базуючись на звіті *European Maritime Safety Agency (EMSA)* [15], яка опублікувала свій щорічний огляд морських аварій з 2019 по 2022 роки, повідомляється про загальну кількість у 3174 аварій та інцидентів при заході/виході суден із портів. За останні 5 років середня кількість морських аварій або інцидентів, зареєстрованих в *European Marine Casualty Information Platform (EMCIP)*, становить 3239. Кількість дуже серйозних жертв залишається стабільною протягом останніх п'яти років. З них 33,9 % складають аварії, які стались в акваторії порту [16]. Виконання на належному рівні заходів та виходів суден з порту має велике значення для зменшення аварійності на морі. Тому розроблення і використання рекомендацій зі складання удосконаленого суднового плану при лоцманському проведенні суден мають важливе значення для організації безпечного судноплавства.

Аналізуючи аварійні події, які трапляються з судном у портовій акваторії, необхідно брати до уваги вплив людського фактору, який складає 62 % згідно [17]. Marine Accident Investigation Branch (MAIB) два рази на рік випускає огляд нових аварійних подій, які трапились у світовому судноплавстві. Цей дайджест із безпеки привертає увагу морської спільноти, адже надає практичні уроки та висновки, отримані у результаті розслідування причин недавніх аварій та інцидентів. Meta Safety Digest – аналіз причин таких випадків та розробка рекомендацій по запобіганню повторення подібних аварій у майбутньому. Але у статті [17] не доводиться чи встановлюється провина учасників аварій, а також не визначена їх відповідальність.

У статтях [18, 19] приведені статистика втрат суден різного типу і висвітлюються проблеми, пов'язані з поширенням на території багатьох країн респіраторної хвороби COVID-19, кліматом, безпекою та технологіями виконання маневрування для морського сектору.

Багато змін відбулось у 2020 році, коли через пандемію коронавірусної хвороби COVID-19 лоцмани не могли заходити на борт судна, а корегували його рух через лоцманську валізу, яку доставляли лоцманським катером. Саме тоді кількість аварійних пригод під час заходу і виходу збільшилась.

MAIB також кожен день на своєму сайті оновлює аварійні пригоди, які трапились у світовому океані [20]. Це дає змогу проаналізувати, які саме причини мають найбільший вплив на виникнення передаварійного стану. Аналізуючи статистику, можна помітити, що саме судноводії і капітан одноосібно несуть відповідальність за безпечний захід та вихід з порту. Для цього дуже важливим є врахування геометрії акваторії порту, характеристик повороткості судна та параметрів його маневрування при удосконаленому плануванні шляху, визначення необхідного буксирного забезпечення та постійний контроль проходження за маршрутом.

За результатами проведеного аналізу випадків аварійних подій при маневруванні під час заходу та виходу з порту, що трапилися з 2018 до 2023 року включно, визначимо найчастіші причини їх виникнення:

1. Неврахування капітанами та командним складом суден рекомендації «доброї морської практики» та маневрених елементів судна, а також невиконанням вимог підпунктів 1.2.2, 1.4, пунктів 6.5 та 8.2 резолюції ІМО А.741 (18) (Міжнародний кодекс з управління безпечною експлуатацією суден і попередженням забруднення, МКУБ), щодо несення вахтової служби та забезпечення ефективної підготовки екіпажу до дій в аварійних ситуаціях, а також своєчасних та адекватних дій для забезпечення безаварійного плавання судна [21].

2. Відсутність належного планування координат руху при підготовці до заходу/виходу із порту і нехтування вимогами ММО про необхідність планування шляху в рейсовому циклі від причалу порту відходу до причалу порту приходу.

3. Незадовільна позачергова підготовка судна, у тому числі технічна, для плавання в обмежених умовах акваторії порту.

4. Порушення судноводіями «Правил судноплавства на внутрішніх водних шляхах України» (наказ Міністерства транспорту України від 16.02.2004 № 91 [22]);

5. Незабезпечення належної організації несення вахтової служби на ходовому містку та виконання командним складом та екіпажем судна правил технічного обслуговування та експлуатації головних, допоміжних двигунів, рульового та якорного пристрою судна, які забезпечують безпечне маневрування.

6. Недотримання капітанами суден та морськими лоцманами вимог Обов'язкових постанов по морських портах та відповідних Правил плавання щодо використання буксирного забезпечення, а також порядку виконання правил радіозв'язку;

7. Незадовільна підготовка екіпажу судна до дій в позаштатних ситуаціях. Також капітанами суден не враховується, у повній мірі, маневрені елементи судна та рівень оцінки ризику в обмежених умовах плавання на аварійно небезпечних ділянках рейсового циклу, визначених інженерним способом (акваторії портів, канали згідно з резолюцією ММО А.741(18).

8. Відсутність у судноводіїв необхідних навичок управління судном, а також відповідних дій в екстрених ситуаціях, які визначаються звичайною морською практикою.

1.2. Аналіз способів попередження аварійних випадків в припортовій акваторії

Безумовно, кожна аварійна подія на судні має бути ретельно вивчена, після чого робляться висновки про можливі дії задля запобігання аналогічного інциденту. Перелік заходів, які вживаються у таких випадках, згідно рекомендацій ММО, повинен видаватися у так званих Lessons Learned (LL). Найсерйознішими наслідками, для яких вживаються посилені запобіжні заходи, є смертельні випадки і травмування членів екіпажу. ММО випустила спеціальні правила про те, як саме має складатися кожен LL за різних аварійних подій [23].

У свою чергу, Protection and Indemnity Club також розробив правила для попередження передаварійного стану на судні. Серія відео, які можна знайти на їх офіційній сторінці, розповідає про інциденти, пов'язані з травмами, забрудненням, претензіями щодо вантажу та навігації – усього Клубом зібрано понад тисячі претензій упродовж п'ятдесятилітнього дослідження проблеми запобігання втрат і ризиків [24]. Підкріплені каталогом письмових прикладів, ці відео виявляють ключові уроки, засвоєння яких допомагає членам екіпажів уникнути подібних інцидентів. Таким чином, засвідчується, що кожна аварійна пригода не залишається без розслідування. Способів попередження аварійних випадків може бути багато, тому потрібно згрупувати їх у вигляді чек-листу, який буде у вільному доступі для командного складу судна.

У 2020 році за даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) у багатьох регіонах світу, на території 188 країн, зареєстровано спалах тяжкої респіраторної хвороби COVID-19 та 11.03.2020 р. ВООЗ проголошено пандемію, яка в тому числі паралізувала і морські перевезення, а згодом внесла свої корективи до організації безпеки на борту суден. Існує гіпотеза, що через

ситуацію з пандемією, яка вимагала здійснення в морській галузі низки додаткових заходів з безпеки, посилення певних вимог до організації морських перевезень, було уповільнено, а у деяких випадках призупинено процес втілення новітніх технологій для підвищення енергоефективності суден. У той же час заходи із зниження викиду вуглецю із суден (декарбонізація) також позбулися свого пріоритетного значення для зацікавлених сторін у період пандемії. З метою перевірки даної гіпотези, провівши огляд літератури та використовуючи моделі бар'єрів розповсюдження хвороби, кордони енергоефективності були переглянуті через призму пандемії COVID-19 [25]. Створена фокус-група оцінила вплив пандемії на ці бар'єри, та було виявлено вразливість енергоефективності судноплавства, у результаті чого більшість вимог була посилена. Узагальнюючи, можна стверджувати, що пандемія є також одним з факторів, які впливають на формування LL. Отже, зважаючи на докорінні зміни життя, у тому числі й умов судноплавства, у період пандемії коронавірусу, що охопила увесь світ, можна стверджувати про актуальність проблеми забезпечення безпеки заходу/виходу суден з порту та підтвердження рішень.

Виконавчий відділ охорони здоров'я та безпеки надав підтримку Port Skills and Safety у створенні посібника, який спрямований на ознайомлення з організацією роботи порту при взаємодії судна й адміністрації порту [26]. В ньому міститься порядок підготовки та реалізації портових і морських планів на випадок надзвичайних ситуацій.

Відкриття акваторії внутрішнього порту або водного шляху після стихійного лиха або спричиненого людиною аварійного випадку є складним завданням для держави, в якій сталася така подія, і містить в собі широкий спектр змінних параметрів, які потребують координації зусиль міжнародної спільноти. Багато департаментів й організацій на всіх рівнях управління роботою відіграють певну роль у відновленні роботи портів і водних шляхів після закінчення стихійного лиха. Повноваження та процедури, які вони використовують для виконання цього складного завдання, викладені в багатьох законах та окремо розроблених протоколах і планах. Саме для цього існує розроблений документ

Maritime Emergency Response Guide [27]. Він є результатом спільних зусиль восьми федеральних департаментів і відомств країн учасників ММО, а також основних програм Адміністрацій морських портів, які підтримують реагування на морі. Дані рекомендації розроблено як довідковий посібник для фахівців, які беруть участь у рятувальних операціях при надзвичайних ситуаціях. Він служить базою формування алгоритму організації безпечного проходження судна в акваторії порту згідно з вимогами ММО.

У свою чергу, *International Labour Office* (ILO) також розробив Кодекс з прийняття дій для забезпечення безаварійного проходження акваторій портів [28]. Експерти вважають, що кодекс практики містить рекомендації, які мають велике значення для держав-членів ІЛО, однак він не є юридично обов'язковим документом. Практичні рекомендації, які містяться в ньому, призначені для тих, хто відповідає за безпеку та здоров'я на борту судна. Мета даного кодексу полягає у тому, щоб надати рекомендації судновласникам і морякам, а також усім зацікавленим особам у розробленні необхідних положень та алгоритмів з уникнення аварійних ситуацій як у державному, так і в приватному секторах.

Одним із способів попередження аварійних випадків в припортовій акваторії є удосконалення планування шляху переходу [29, 30]. У статті [29] отримано процедуру розрахунку моментів часу початку та закінчення повороту судна з урахуванням параметрів його поворотності. Для опису обертального руху вибрано диференціальне рівняння третього порядку, що характеризує зміну курсу судна залежно від кута перекладки руля. Однак, у статті не розроблено алгоритм для визначення вибору кута перекладки руля.

У роботі [30] розглянуто навігаційний інформаційно-аналітичний комплекс «Планування траєкторії», який містить способи та методики розроблення заданого алгоритму функціонування системи управління судном у вигляді траєкторних точок та автоматичного контролю над процесом переміщення траєкторіями руху, включаючи криволінійні ділянки, з урахуванням характеристик поворотності. Запропоноване рішення дає новий напрямок для організації безпечного плавання суден у прибережних водах та

дозволяє проводити високоточне планування руху. Недоліком праці є відсутність розрахунку переведення отриманих координат антени на центр тяжіння судна. Адже рух судна контролюється саме точкою центру тяжіння. Це питання вирішується за допомогою перерахунку координат супутникової антени на центр тяжіння.

Наступним, важливим кроком, необхідним для організації безпечного проходження акваторією портів, є використання системи підтримки прийняття рішень [31] при управлінні у стиснених умовах плавання. Вважається, що найважливішим є системи: розрахунків маневрених характеристик судна, планування заданого шляху судна траєкторними точками; обрання кількості буксирів для безпечного маневрування; оцінки полюсу повороту і його впливу на управління судном; перерахунку координат супутникової антени на центр тяжіння; контролю зміщення центру ваги судна від лінії заданого шляху; оцінки ширини маневреного зміщення.

Ще одним кроком, необхідними для безпечного маневрування суден в портових водах, є забезпечення належного обміну інформацією між судном і лоцманом. Судна, що заходять або виходять з порту, повинні мати вільний доступ до інформації про лоцманські послуги. Інформація така, як місцеві правила, контакти, повідомлення, способи посадки, місце посадки, обмеження або процедури замовлення лоцманів. Все це має бути доступна за допомогою електронних засобів.

У дисертації нами пропонується організація обміну інформацією між судном і лоцманською станцією заздалегідь. Співробітник лоцманської станції (агент) повинен відправити на судно попередній план лоцманського проведення до певного причалу. Для цього рекомендується використовувати заздалегідь підготовлений та погоджений з морською гідрографією план постановки до причалу або виходу від нього для можливих типів суден. У свою чергу капітан (або штурман) повинен перенести за допомогою електронного носія дані координати в інтегрований плагін розрахунку траєкторних точок на Electronic Chart Display and Information System (ECDIS). У даному плагіну попередньо

встановлені маневрені характеристики даного судна. Після обробки цієї інформації, на дисплеї ECDIS судна показується високоточний план проведення, який включає рекомендовані кути перекладки руля і точку початку гальмування. Згодом, під час підйому на борт лоцмана, здійснюється узгодження деталей проводки та подальший контроль проходження плану заходу/виходу із порту. Цей алгоритм наведено на рис. 1.3. (Л – лоцманська станція, С – судно, Б – буксирне забезпечення, Ш – швартова бригада).

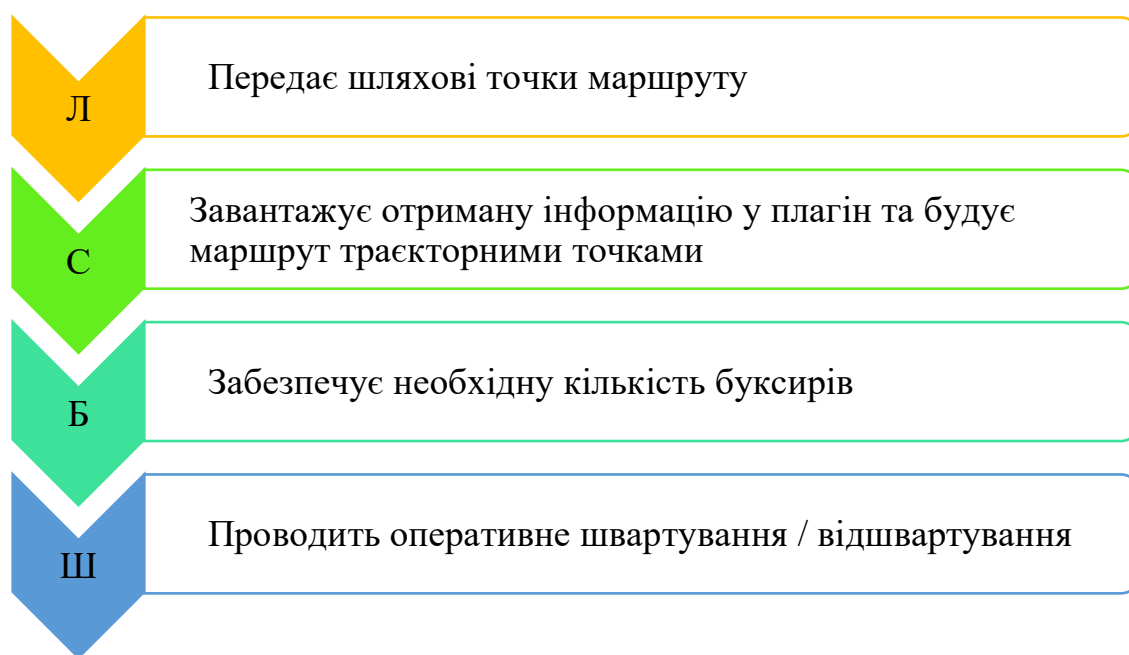


Рис. 1.3. Алгоритм організації безпечного проходження судном акваторії порту

Для зменшення аварійних інцидентів використовується система підтримки прийняття рішення щодо вибору безпечної кількості буксирів. А для високоточного планування використовується спеціальний алгоритм розрахунку буксирної проводки та віддачі команд на буксири.

Буксирне забезпечення є невід'ємною частиною організації безпечного проходження судном акваторією порту. Слід зазначити, що окремою частиною аналізу факторів, що спричиняють аварійні ситуації в акваторії порту, є аварії при проведенні буксирних операцій [30]. Некомпетентність екіпажу через погану підготовку до швартування спостерігається більш ніж у 75–80 % аварій та

інцидентів при буксируванні і може розглядатися, як сильний негативний фактор [32–35]. Відсутність завчасного планування процесу буксирування є ще одним фактором, що з причинює близько 80% аварій та інцидентів із суднами через помилки, допущені під час підготовки процесів буксирування [32, 35–37]. Недостатня практика під час буксирування та недостатні знання про маневрені якості великих морських суден спостерігаються у більш ніж 40 % аварій та інцидентів, що відбуваються під час проведення буксирних робіт [30].

Аналіз розглянутих літературних джерел підтверджує, що у морській галузі в достатній мірі розроблено інструкцій, положень, способів попередження аварійних випадків в припортовій акваторії, в надзвичайних ситуаціях, спричинених різноманітними факторами. Але слід зазначити, що вони на даний час не завжди відповідають сучасним вимогам, як приклад можна навести зміни, які були введені під час пандемії COVID-19. Тому, розроблення в дисертації алгоритму організації безпечного проходження судна акваторією порту є актуальним та відповідає вимогам сучасних нормативних документів ММО.

1.3. Аналіз наукових робіт з організації безпечного заходу і виходу з порту

Завдання дослідження організації лоцманської проведення судна – важлива частина аналізу виконання рейсового циклу, адже кількість аварійних подій у порту за статистичними даними і досі перевищує кількість аварій суден у морі. Аналіз причин цих подій був наведений у роботі [38]. Проаналізовано аварійні події, пов'язані із віком лоцмана, оскільки реакція на швидкі зміни зовнішніх факторів із віком слабшає. У цій роботі вказується, що основною причиною аварій у портах є залучення до проведення суден лоцманів старше 65–68 років (хоча у роботі [8] говориться вже про вік у 50 років). На нашу думку, не можна робити висновків про аварійність, посилаючись лише на вік людини. Вважаємо, що залишилися не вирішеними питання комунікаційного та психологічного характеру щодо усунення причин можливих аварійних ситуацій.

У зв'язку з цим необхідне спрощення комунікації між лоцманом і капітаном. Це не лише допоможе лоцману своєчасно реагувати на можливі зміни зовнішніх факторів, а й зменшить ризик їх виникнення.

У роботі [39] повідомляється про дослідження, спрямоване на перевірку надійності та валідності пропонованого інструменту комп'ютерної оцінки характеристик для оцінки морського лоцманського проведення. Як правило, усі лоцмани проходять підготовку на комп'ютерних тренажерах навігаційного містка.

Проведений експеримент продемонстрував потенціал формування навичок вищої надійності щодо оцінки ефективності підготовки на морських тренажерах, особливо з оцінки технічних навичок. Паралельно це також підтвердило відсутність надійності, пов'язаної з використанням традиційних засобів оцінки, що дозволяє рекомендувати подальші дослідження та розробку засобів оцінки процесу формування навичок на морських тренажерах. Варіантом подолання відповідних труднощів може бути введення в програму комп'ютерної підготовки автоматичного планування маршруту за допомогою ТТ. Це дозволить підвищити оперативність і безпеку процесу управління судном.

У статті [40] досліджується проблема планування лоцманського проведення суден. Основний акцент зроблено не лише на безпеку проведення суден, а й на розподіл робочих змін лоцманів та складанні графіків роботи лоцманів на кожну зміну для проведення суден. Результати цього дослідження показали, що алгоритм організації режиму роботи відповідає стандартній моделі лінійного змішаного програмування. Але недоліком зазначеного методу є неврахування проблеми дій лоцманів при виникненні аварійних ситуацій та їх взаємодії з екіпажем судна. Тому складання та застосування алгоритму дій учасників проведення під час аварійних ситуацій, який допоможе знизити ризик непорозуміння при їх виникненні, є наразі актуальним та необхідним етапом організації лоцманського проведення судна.

Наступним за своєю значимістю питанням планування процесу руху є вирішення проблеми планування криволінійних ділянок шляху траєкторними точками (ТТ) [41] по шляховим точкам (ШТ).

Основними способами підвищення точності, крім застосування супутникової системи у диференціальному режимі, є: необхідність розрахунку впливу вітру на рух судна [42]; визначення абсцис полюсу повороту (ПП) [43, 44]; перерахунок координат антени супутникової системи на центр тяжіння (ЦТ) [45]; визначення абсциси положення ЦТ судна [46]; розрахунок ширини маневреного зміщення у роботі під час руху прямолінійними ділянками шляху [47].

Забезпечення готовності до взаємодії в аварійних ситуаціях регламентується розділом 8 МКУБ. При цьому в контексті МКУБ передбачається тільки виявлення можливих ризиків, потенційних аварійних ситуацій та окреслено загальні рекомендації з їх попередження, або ліквідації наслідків у разі, якщо такі ситуації матимуть місце.

Питання управління судном під час аварійної ситуації докладно нормоване у «Міжнародному Кодексі з управління безпечною експлуатацією суден та запобіганню забруднення моря з суден» (МКУБ) [21]. Під час руху судна при заході/виході з порту екіпаж зайнятий виконанням обов'язків щодо організації безпечного руху у стиснутих водах. Однак у разі виникнення аварійної події потрібна спеціальна програма та алгоритм підготовки до дій. Саме на цьому етапі можливі ситуації, що призводять до втрати управління або пошкодження судна, вантажу, обладнання або іншого майна, забруднення навколишнього середовища, а також загибелі або травматизму людей. Але наразі таких рекомендацій не розроблено.

Незважаючи на те, що існують навігаційні системи виконання окремих етапів підготовки планового шляху та безпечного управління по ньому, однак питання комплексної навігаційної підготовки ходового містка судна до управління при заході/виході з порту, включаючи дії під час передаварійного стану, не знайшли конкретного вираження у жодному з нормативних документів.

Зазначимо, що значна доля наукових робіт щодо організації безпечного проходження судном акваторії порту аналізує ризики виникнення та аварійні ситуації за участю буксирів. Основні ризики в портах, на які вказують автори досліджень, можна розподілити наступним чином: низький рівень підготовки буксирів та знань портового персоналу; вплив людського фактору у цілому; неякісне обслуговування портових буксирів; непорозуміння під час взаємодії між усіма сторонами виконання буксирних операцій під час заходу/виходу з порту, а також участі у швартовних операціях (наприклад, якщо екіпаж судна, портовий лоцман і капітани буксирів спілкуються різними мовами); несправне або застаріле буксирне обладнання; відсутність належної техніки безпеки при роботі з буксирними кінцями [48-51]. Згідно з дослідженням, проведеним в Індії у 2021 році [50], основним фактором ризику під час лоцманського проведення з використанням буксирів є неналежна підготовка екіпажу буксирного судна (рис. 1.4).

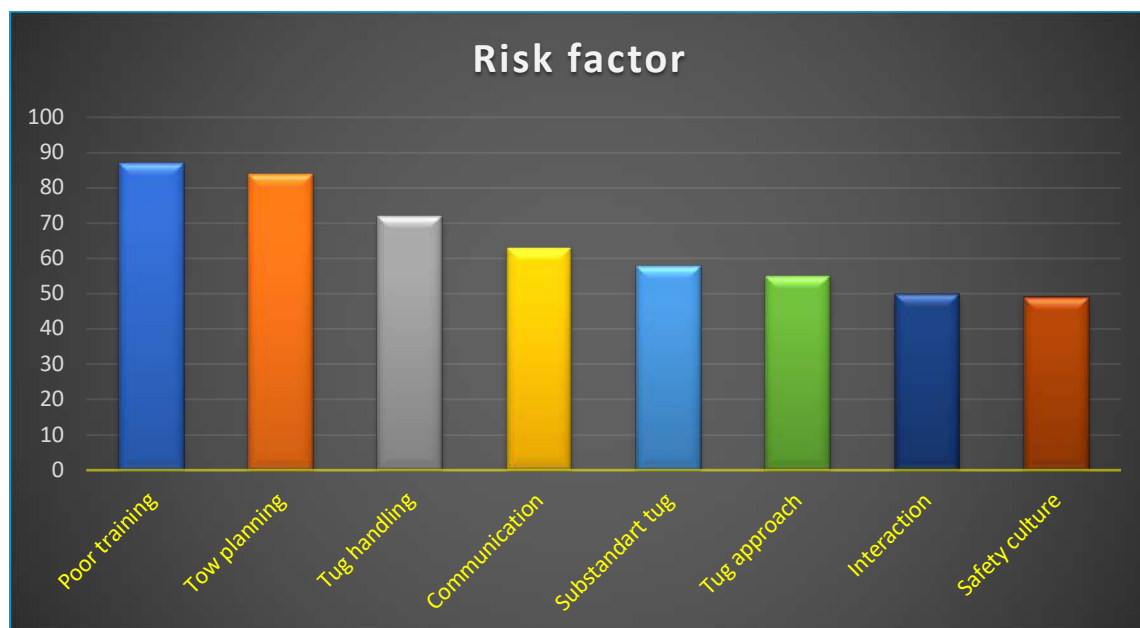


Рис. 1.4. Фактори ризику та їх частота виникнення в портах, відсотки

Щоб почати процес маневрування важливо мати заздалегідь підготовлений графік (план) маневрування, призначений для судна, що здійснює захід в порт, з врахуванням всіх зовнішніх факторів: вітер, прилив, середня осадка і стан диференту судна, надводний борт, а також орієнтуватися в навігаційних

обладнаннях портової акваторії. У зв'язку з цим, надзвичайно важливим є розуміння організації взаємодії роботи буксирів і руху судна, детальний розгляд якої приведено в статті [52]. Він включає аналіз існуючих методів підготовки планування до маневрування; удосконалення організації управління роботою буксирів; організація роботи екіпажу містка при багатооператорному управлінні та при відмові двигуна судна [49, 53-55]. Однак у статті не представлено вирішення цих проблем.

Аналіз наукової літератури доводить важливість ролі портових буксирів в системі організації безпечного управління маневруванням у портах. Транспортно-логістичні системи, що функціонують у сучасній морській галузі, продовжують роботу в напрямку пошуків сталого розвитку використання буксирного забезпечення [54-58].

Метою багатьох наукових робіт є ранжування суден, які заходять і виходять із обмеженого каналу, який складається із великої кількості басейнів, що дозволяє організувати безпечні і енергоощадні схеми планування руху для кожного судна. У цих дослідженнях, на основі аналізу характеристик закритого каналу в портах, запропоновано загальну структуру обмеженого каналу в багатопортових басейнах та визначено ключові зони конфлікту руху суден [59-62]. Основним недоліком цих робіт є те, що вони не враховують можливість функціонування одночасно декількох буксирів для безпечного маневрування кожного із суден, залежно від його розташування на каналі [63].

Важливе значення у практиці приділяється професійним знанням та досвіду працівників, що задіяні в організації безпечного використання буксирів у портах. Ці питання вивчали багато дослідників і розглядали їх як одну з ключових умов безаварійного виконання буксирних операцій при швартуваннях [48, 50, 51, 61, 64-67].

Слід зазначити, що конфігурація портів і зони маневрування суден в усіх портах різні [65, 68]. Основними факторами, що впливають на безперервне використання портових буксирів, є: види маневрових операцій, що виконуються суднами, та ефективність допомоги буксирів. Важливо звести до мінімуму

маневри в акваторії порту, які в основному залежать від якості планування координат траєкторії руху, особливо криволінійних траєкторій, які враховують характеристики поворотності [48].

Більша частина аварій у морській галузі спричинена людським фактором. Одним із заходів щодо зменшення людського фактору є впровадження концепції електронної навігації відповідно до плану впровадження стратегії ММО – Strategy Implementation Plan (SIP) [69, 70]. Для досягнення цих цілей запровадження навігаційних електронних приладів є предметом підтримки операторів судна і берега. Близько 50 % нещасних випадків, що трапляються на морі, пов'язані саме з недоліками у навігації, а це значить, що проблема продовжує існувати і для її вирішення необхідне ще більш детальніше та систематизоване удосконалення управління рухом судна. У зв'язку із скороченням кількості членів екіпажу їх відповідальність за безпечну та ефективну навігацію зростає. Тому правильно організована оперативна е-навігаційна підтримка на етапі виконання маневрів в акваторії порту значно зменшить навантаження на екіпаж і підвищить безпеку судноплавства [71].

Комітет з безпеки на морі (Maritime Safety Committee (MSC) на своїй 101-ій сесії (з 5 по 14 червня 2019 року) схвалив керівництво щодо визначення та узгодженості форматів і структур морських послуг (Maritime Services (MS) у контексті електронної навігації та погодився консолідувати описи MS та розглядати їх разом з усіма залученими міжнародними організаціями та зацікавленими державами-членами з метою узгодженості надання та обміну морською інформацією та даними [72]. Початкові описи MS в контексті електронної навігації, які були підготовлені Підкомітетом з навігації, зв'язку, пошуку та рятування, були схвалені MSC на його шостій сесії (16-25 січня 2019 року) [73]. У таблиці 1.1 представлена інформація про всі портфолію MS.

Портфоліо морських послуг та відповідальні постачальники

MSs No.	Identified Services	Identified Responsible Service Provider
1	Vessel traffic service (VTS) information service (INS)	VTS authority
2	Navigational assistance service (NAS)	VTS authority
3	Traffic organization service (TOS)	VTS authority
4	Local port service (LPS)	Local port/harbor authority
5	Maritime safety information (MSI) service	National competent authority
6	Pilotage service	Pilotage authority/pilot organization
7	Tug service	National competent authority; local port/harbor authority; private tug service company
8	Vessel shore reporting	National competent authority and appointed service providers
9	Telemedical assistance service (TMAS)	National health organization/dedicated health organization
10	Maritime assistance service (MAS)	Coastal/port authority/organization
11	Nautical chart service	National hydrographic authority/organization
12	Nautical publications service	National hydrographic authority/organization
13	Ice navigation service	National competent authority organization
14	Meteorological INS	National meteorological authority public institutions
15	Real-time hydrographic and environmental INS	National hydrographic and meteorological authorities
16	Search and rescue (SAR) service	SAR (Search and Rescue) authorities

Зміст MS розроблявся різними міжнародними організаціями, і тому координація між ними є пріоритетом для узгодженості формату, обсягу, відображення на борту, структури та систем зв'язку, які використовуються для передачі інформації в електронному вигляді [74]. Хоча роботу над змістом MS наразі проводить Міжнародна асоціація морських навігаційних засобів і маякових органів (IALA), Секретаріат ММО вважає, що групі з узгодження

моделювання даних слід доручити оптимізувати та удосконалити процедуру розроблення стандартів [75], що в свою чергу надало б можливість розробити «загальне керівництво». Зазначимо, що воно не повинно визначати детальний зміст конкретного MS, а покликано поліпшити умови розвитку галузі електронної навігації та подолати бар'єри у сфері обміну морською інформацією та даними [76, 77].

У жовтні 2019 року було введено ряд вимог щодо застосування системи електронної навігації, які описані в статті [78]. Автори аналізують обмін інформацією про поточні та майбутні події, пов'язані з початковими описами подій у сфері морських послуг у контексті електронної навігації (MSC.1 / CIRC.1610), а також вивчають можливості кращого співробітництва між координаційними органами домену, зокрема у зв'язку з подальшою роботою з узгодження послуг. Однак не було проведено критичного аналізу даної угоди між ММО та IALA.

Результати статистичних досліджень аварій за участю суден свідчать про збільшення їх числа в районах обмеженого доступу, у тому числі збільшилися посадки на мілину. У статті [79] представлені цілі, обсяги, юридична основа та етапи процесу планування рейсу. Недоліком роботи є неврахування людського фактору під час управління судном.

Системи підтримки прийняття рішень повинні також враховувати заходи в порти, де можлива льодове проведення. У роботі [80] пропонується підсистема СППР, яка дозволяє підвищити безпеку льодової навігації шляхом своєчасного оновлювання та врахування метеорологічних і океанографічних прогнозів.

Оцінку ймовірності ризику можливих надзвичайних подій, які можуть виникнути через недостатнє співвідношення осадки із глибиною, слід враховувати для запобігання торкання судном до бровки каналу, як це продемонстровано авторами [81]. У цій статті розглядається визначення ймовірності пошкодження корпусу судна при просіданні, однак не наведений статистичний аналіз, заснований на відповідних формулах, що не дозволяє говорити про точність даного методу.

З розвитком сучасних інноваційних технологій в морській індустрії невід'ємною частиною СППР стає електронна навігація (е-навігація). Це дозволяє спростити роботу судноводія і скоротити його час на обробку даних. Одним із прикладів такої системи є прилад, основна задача якого полягає в організації безпеки плавання в стиснених умовах для мінімального використання стандартних засобів навігації, про який йдеться в статті [82]. Його дія знижує потенційні погрішності, які залежать від людського фактору. Концепція, представлена у статті [82], полягає в можливості переходу від теоретичного представлення е-навігації у практичне застосування на судах. Цей прилад дозволяє відмовитися від традиційних Aids to Navigation (ATONiv). Недоліком пропозиції є залежність системи від зовнішніх факторів, які судноводії не можуть контролювати, таких, як своєчасне забезпечення оновленої інформації та низька точність визначення положення ATONiv без використання DGPS.

Для забезпечення повноцінної роботи е-навігації необхідно стандартизувати і структурувати портфоліо морської сфери обслуговування. Цим питанням займаються національні морські адміністрації, які надали пропозиції [83] в ММО. Однак слід зазначити, що досить мало досліджень на тему лоцманських послуг, а їх попередній опис недостатній, особливо в частині оперативної інформації, у якій вказана лише обмежена основна лоцманська інформація, що не завжди надає можливість сформулювати актуальний стан та використати е-навігацію. З цієї причини у роботі [84] об'єднані існуючі морські технічні засоби і майбутній напрям розвитку. Основна увага приділена фактичним потребам лоцманської служби, а також розглянуто надання лоцманських послуг з точки зору інновацій та практичності. Авторами приведена схема передачі інформації для лоцмана (рис. 1.5) для організації безпечного проходу акваторією порту. Всі ці параметри можна систематизувати не тільки за допомогою е-навігації, але і за допомогою СППР. Слід підкреслити, що необхідним є використання попереднього удосконаленого обміну інформацією між лоцманом і судном та постійний оперативний контроль

параметрів руху з видачою рішень по корекції лоцманського плану у реальному часі.

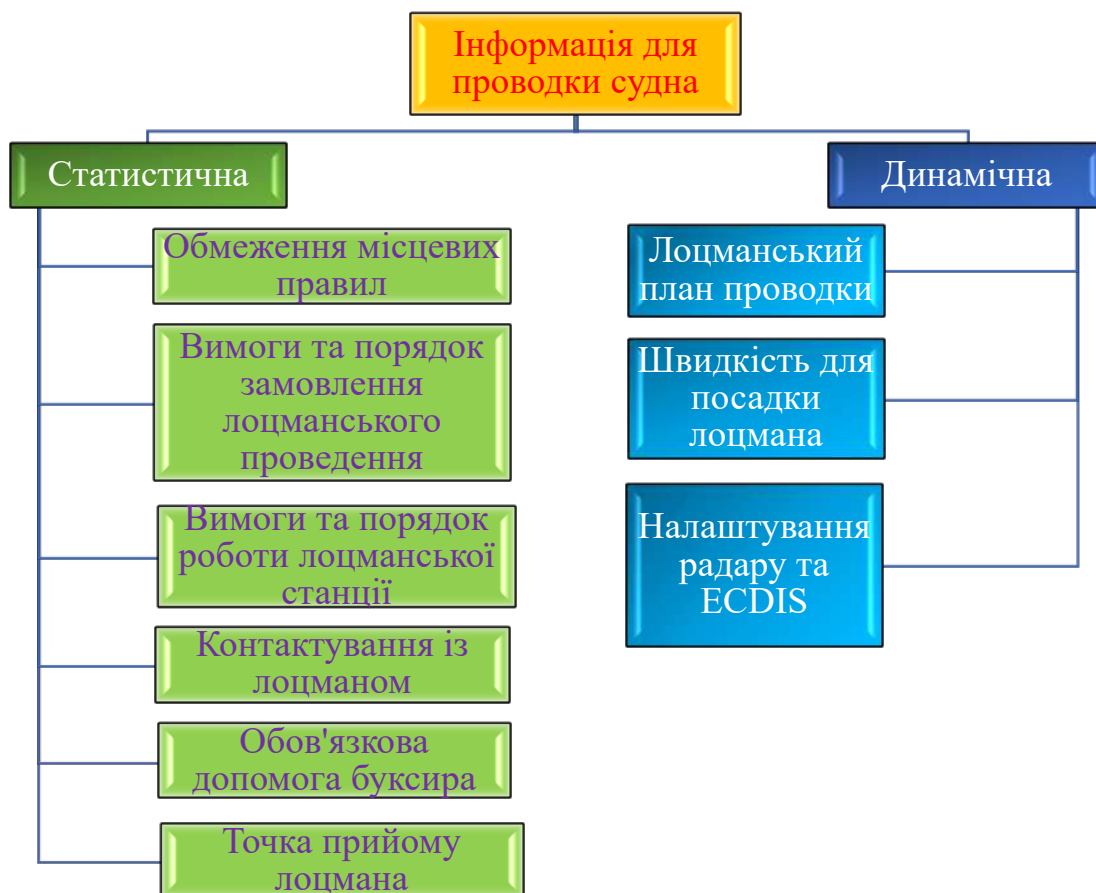


Рис. 1.5. Схема обробки інформації для безпечного лоцманського проведення

В статті [85] запропонована ідея, яка полягає у тому, що судно може пройти по найкоротшому маршруту до призначеної точки при обмеженні власного мінімального радіусу повороту. Однак такі фактори, як острова, мілини, особливі зони, інші судна й океанські течії при плануванні шляху переходу не враховувалися.

У роботі [86] авторами отримана математична модель гідродинамічних характеристик судна з простими виразами для гідродинамічних постійних коефіцієнтів. Ця модель охоплює весь діапазон змін куту дрейфу і повністю узгоджується з існуючими поліноміальними та нелінійними тригонометричними

моделями, а також з експериментальними даними. Проте така модель не може бути використана при автономному керуванні судном.

У роботі [87] показано, що можна отримати різновидність щільності розподілу похибок отриманих координат судна за допомогою ортогональних поліномів Ерміта. Результати цього дослідження показали, що нормована щільність і її ортогональне розташування практично однакові. Але застосування цієї теорії можливо лише для попереднього розрахунку радіальної середньої квадратичної похибки у СППР.

Крім зовнішніх факторів, які впливають на управління судном за заданим маршрутом, існують також внутрішні фактори. Одним із таких є похибка куту перекладки пера руля. В роботі [88] розглянута оцінка векторної похибки, яка виникає в результаті повороту судна, та показано, що величина векторної похибки залежить від математичної моделі, яка описує поворотність судна. При цьому в роботі [89] визначені рекомендовані кути перекладки руля при різних значеннях кутів поворотів. Прикладом планування шляху може служити розроблений навігаційний інформаційно-аналітичний комплекс «Планування траєкторії шляху за допомогою матриці шляхових точок» [90]. Недоліком даної системи є відсутність врахування впливу зовнішніх факторів при плануванні шляху. Це вимагає використання додаткових підсистем, які дозволяють покращити точність планування шляхів, а також забезпечити контроль слідування судна під час управління за ними.

У дослідженні [91] описана методика проведення, яка заснована на якісному аналізі руху з детальним діалогом з оператором буксира і лоцманом, та запропонована оптимальна схема регламентації взаємозв'язку між сферами обслуговування.

У роботі [92] наведено методи розрахунку та оцінки необхідної кількості портових буксирів та тягового зусилля на основі сил та моментів, що діють на судно. Результати дослідження показали, що кваліфікація капітанів суден та портових лоцманів може впливати на використання портових буксирів. Однак, у роботі не зроблено аналіз оцінки ризиків невірної визначення буксирного

зусилля. З цієї причини використання удосконалених СППР актуальні для зменшення впливу людського фактору на взаємодію буксиру і судна.

Сучасні інноваційні методи керування та широкий спектр використання цифрових технологій у різних сферах економіки дедалі сприяють застосуванню інтегрованих та автоматизованих систем управління морськими суднами. У роботі [93] описано використання морських послуг, які стали прикладами узгодженості судноплавної системи в частині лоцманських та буксирних послуг. Проте, стаття не включає опис необхідної логіки взаємодії «капітан судна – лоцман – капітан буксира – берегові служби».

Заключним, але не менш важливим фактором, що впливає на роботу систем планування шляху, є чек-лист дій під час аварійних ситуацій [89]. Проте не варто не враховувати екстрені ситуації, які можуть статися, коли судно пришвартоване біля причалу. Певні аварійні ситуації, що можуть статися в порту, вимагають від екіпажів суден застосування особливих запобіжних заходів, наприклад, коли виникає необхідність залишити акваторію порту в найкоротший термін.

У роботі [94] система планування траєкторії в стиснених умовах і контролю руху по ній містить методики розробки заданого алгоритму функціонування системи управління судном та контролю за процесом переміщення траєкторіями руху, включаючи криволінійні. Однак дана система не визначає точку, в якій слід починати зниження швидкості руху для безпечного проходження акваторії порту.

У статті [95] розглядаються зміни рівня акваторій портів північно-західної частини Чорного моря у сучасний кліматичний період. Недоліком статті є відсутність статистичних даних для аналізу гідрологічного режиму порту північно-західної частини Чорного моря. У статті [96] показана необхідність організації безпеки буксирування суден, як у портових водах, так і у прибережному плаванні. У роботі [97] отримано процедуру розрахунку моменту часу початку та закінчення повороту судна за допомогою переміщення його

криволінійної траєкторії. Модель вимагає доопрацювання з урахуванням СППР перерахунку координат супутникової антени на ЦТ.

У дослідженні [98] розглянуто два істотні фактори, що впливають на формування векторної похибки повороту судна, якими є похибки перекладки пера руля і моменту початку маневру повороту судна. Однак слід також враховувати похибку при зміні абсциси ПП при повороті, що приведено в дисертації С. Мальцева [99]. У статті [100] запропоновано процедуру формування щільності бокового відхилення судна від програмної траєкторії руху, виходячи з двомірної щільності векторної траєкторної похибки. Дані результати необхідно використати при удосконаленні методик проведення суден.

Висновки за розділом 1

На підставі проведеного аналізу наукових літературних джерел з проблеми безпечного заходу/виходу суден із порту можна зробити наступні висновки.

1. Аналіз попередніх робіт і вивчення проблем маневрування в обмеженій акваторії дозволив зробити висновок про необхідність подальшого удосконалення етапів планування шляху та контролю переміщення по ньому з прийняттям до уваги заздалегідь виконаного обміну інформацією між судном і лоцманом, а також підтримкою оперативного зв'язку з капітанами буксирів.

2. Для вдосконалення процедур безпечного проведення суден необхідне удосконалення методики обрання кількості буксирів при швартуванні. Проблема організації управління та оптимізації дій портових буксирів та лоцманських катерів при швартуванні є актуальною і потребує подальших досліджень і удосконалення.

3. Зменшення витрат на використання портових буксирів та лоцманських катерів може бути оптимізація (за критеріями мінімізації втрат, безпеки) використання портових буксирів та лоцманських катерів взагалі. Необхідним, чинником є удосконалення процедур планування маневрування буксирів при підході до судна.

4. Необхідно виконати дослідження впливу кваліфікації команди ходового містка судна, буксиру та портових лоцманів на управління маневруванням судна у районах портів. Подальші дослідження щодо впливу кожної складової командного управління дозволять визначити шляхи оптимізації за заданими критеріями використання портових буксирів та лоцманських катерів при швартуванні.

5. Як результат досліджень, пов'язаних з оглядом та аналізом літературних джерел, у яких вивчається та висвітлюється проблема організації безпечного маневрування під час заходу та виходу суден з порту, встановлюється:

- більшість аварій у світових портах, пов'язані з наступним. З відсутністю даних про маневрені характеристики судна при плануванні координат руху в

припортових та портових акваторіях; з відмовою суднового персоналу від планування координат руху; відсутністю приладів для планування криволінійних траєкторій; використання лоцманом суб'єктивних знань щодо району проведення та дії капітана щодо делегування лоцману управління маневруванням;

- причинами аварій у більшості розслідуваних випадків є: відсутність належного моніторингу координат положення судна; недостатня взаємодія на містку капітана та лоцмана через відсутність оперативної інформації лоцмана про особливості поточної навігаційної обстановки; відсутність якісного контролю параметрів руху судна; відсутність належних процедур контролю маневрування з використанням СППР;

- при аналізі аварійних подій, які трапляються з судном у портовій акваторії, необхідно брати до уваги вплив людського фактору, який складає 62 %, згідно даних МАІВ.

6. Із аналізу аварійності («Стан безпеки судноплавства та аварійності на водному транспорті в Україні») протягом декількох років, можна зробити висновок, що найбільша кількість загиблих та травмованих осіб виникає під час аварійних подій, що відбуваються з маломірними (малими) суднами. Слід зазначити, що значне зниження аварійності на морському та внутрішньому водному транспорті пов'язане також із тимчасовим припиненням судноплавства у територіальному морі та на внутрішніх водних шляхах України через військову агресію проти України.

7. Найважливішими у попередженні аварійних випадків в припортовій акваторії є система: розрахунків маневрених характеристик судна; якісного планування заданого шляху судна траєкторними точками; вибору кількості буксирів для безпечного маневрування; оцінки полюсу повороту і його вплив на управління судном; перерахунок координат супутникової антени на центр тяжіння; контролю зміщення центру тяжіння судна від лінії заданого шляху; оцінки ширини маневреного зміщення.

8. Практичне застосування СППР на судні має високу ефективність лише при дотриманні низки важливих вимог, зумовлених, з одного боку, особливостями функціонування безпосередньо СППР, а з іншого – процесами прийняття рішень судноводієм.

За темою даного Розділу опубліковані наукові праці [46, 52, 89, 90] і отримано патент [170].

РОЗДІЛ 2

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДОЛОГІЇ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРИ УДОСКОНАЛЕНІ МЕТОДИКИ І АВТОМАТИЗОВАНОМУ ПЛАНУВАННІ ТРАЄКТОРІЇ РУХУ СУДЕН

2.1. Вибір напрямку наукових досліджень

Як відомо, рейс – це закінчений виробничий цикл транспортної роботи судна з перевезення (переміщення) вантажів, пасажирів або об'єктів, що буксируються, між заданими портами [101]. Розробка плану рейсового циклу, а також безпосередній та безперервний контроль при його виконанні за переміщенням судна безпечним плановим шляхом, мають визначальне значення для забезпечення охорони людського життя на морі, безпечного та ефективного переходу за маршрутом та захисту морського середовища.

Резолюція ММО (А.893(21) від 25.11.1999) рекомендує, щоб загальне керівництво з підготовки та планування рейсу виконував капітан особисто [102]. Вона містить також попередження, про обов'язок лоцмана виконувати безпечне проведення на всіх ділянках переходу після прибуття на судно; капітан та його помічники зобов'язані організувати безпечне плавання судна протягом заходу/виходу із порту, незалежно від перебування лоцмана на борту [103].

Для всіх етапів рейсового циклу судна існують рекомендації у вигляді резолюцій та конвенцій щодо виконання планування для відповідних рейсу. Проте, наприклад в існуючих рекомендаціях зі складання «Pilot Passage Plan», немає основного елемента - регламенту, який би зобов'язував лоцманів розробляти навігаційний план заходу та виходу з порту. Зміст «Pilot Passage Plan» включає лише організаційно-розпорядчий план заходу/виходу судна у/із порту, на якому стоїть позначка «Не використовувати для навігації».

Якщо розглядати Резолюцію ММО А.893(21) як методику, план дій судноводія, то можна визначити, що Резолюція надає лише основні вимоги до планування рейсового циклу судна [103]. Вона носить лише рекомендаційний

характер щодо відрізка шляху від приймання лоцмана до причалу і від причалу до висадки лоцмана. Виконаний аналіз літературних джерел (Розділ 1) показав, що основні документи для планування кожного відрізка шляху з циклу містять достатню кількість інформації для його забезпечення, за винятком відрізків руху в порту. Безумовно, що виникає практична необхідність у розробці вдосконалених рекомендацій (методик) із підготовки судового навігаційного плану заходу та виходу з порту, який включає план заходу та виходу судна, виконання маневрування, використання СППР щодо управління судном під час маневрування.

У НУОМА проводяться дослідження та розробки принципів, методів і методик лоцманського проведення у різних експлуатаційних умовах. Так, у кандидатській дисертації Ворохобіна І. І. детально наведена процедура синтезу процесів формування плану лоцманського проведення суден [104]. Ця процедура синтезу і методика доповнені у кандидатській дисертації Соколенка В. І. [105]. Однак, робота [105] не надає можливості отримання електронного (сценарного) плану лоцманського проведення, оскільки це виходить за межі вирішуваних наукових завдань.

Таким чином, постає наступна науково-технічна проблема: розвиток теоретичних та практичних основ удосконалення лоцманського проведення з високими показниками рівня безпеки не можливий в рамках застосування існуючої методики і алгоритму планування шляху проходження в стиснених умовах для різних типів суден.

Визначені науково-технічні протиріччя при вирішенні означеної науково-технічної проблеми полягають у наступному.

1. В існуючих роботах вітчизняних вчених (Ворохобіна І. І., Соколенка В. І., Мальцева А. С., Бурмаки І. О. та інших) розроблені методики лоцманського проведення, однак, ці методики можливо лише обмежено застосовувати на суднах, наприклад з автономним управлінням і тільки при подальшому їх теоретичному розвитку та удосконаленні.

2. Традиційна практика лоцманського проведення спирається на експертні (суб'єктивні) знання лоцманом акваторії порту, а капітаном – об'єктивних маневрених характеристик судна, однак, існуючі методики не дозволяють автоматичне врахування особливостей портової акваторії, різноманітної (наприклад, дуальної) паливної системи суден та вплив буксирів.

3. Необхідність покращення економічних показників роботи порту, забезпечення належної безпеки на судні та роботи портових служб, використання традиційних практик планування рейсового циклу судна та відсутність урахування сучасних тенденцій розвитку автоматизованого управління судном.

Спроба зменшити вплив людини на аварійність за рахунок автоматизації виконання окремих функцій не виключає оператора зі сфери управління, а призводить до ще тіснішого зв'язку з пристроями та системами. Вирішальним впливом його функцій на процес управління стало виокремлення людини-оператора (ЛО) від об'єктів управління. Таким чином судноводій став взаємодіяти зі інформаційними моделями і це призвело до того, що судноводії управляють маневруванням судна за показниками приладів та індикаторів, що в свою чергу збільшило вимоги до їх психофізіологічних функцій і можливостей.

Таким чином, безпеку управління маневруванням можна підвищити також за рахунок підвищення рівня інформованості судноводія про параметри процесу, оперативності та швидкодії систем обробки інформації.

Нагальна потреба розроблення інноваційних та практично значущих для сьогодення методик, використання яких покращують якість процесів управління судном, підтверджує актуальність проведення дослідження.

Безпека проходження ділянок від прийому лоцмана до швартування біля причалу, відхід і перехід до місця висадки лоцмана забезпечується функціонуванням СППР та належним плануванням координат траєкторних точок. Воно виконується згідно шляхових точок, вибраних відповідно геометрії акваторії для безпечного руху, маневрених характеристик судна та належного

планування координат переходу траєкторними точками, включаючи криволінійні відрізки.

Таким чином, для автоматичного розрахунку плану лоцманського проведення необхідно розробити і використати комп'ютерний плагін до існуючих систем навігації, який урахує масиви вхідних даних про координати ШТ, характеристики повороткості й інші, а результати розрахунку оформлювати у вигляді матриці координат заходу/виходу у/із порту. Пропонована методика повинна забезпечити завчасну передачу рекомендованого шляху проходу судна з лоцманом у вигляді «Суднового плану лоцманського проведення», який містить таблицю ШТ, таблицю координат даного маршруту на судні у вигляді таблиці матриць ТТ, вибору кількості та плану розстановки супроводу буксирів та контролю за координатами слідування судна плановою траєкторією з використанням СППР.

2.2. Обґрунтування вибору напрямку дослідження

У ході дослідження і його представленні до захисту використались принципи формалізації (В. А. Голіков, О. А. Онищенко) і структуризації.

Дослідження:

- базується на запиті практики, спрямованому на розв'язання науково-прикладної проблеми, що пов'язана з вдосконаленням системи планування шляху переходу та експлуатації річкового та морського транспорту;
- визначає мету, наукові протиріччя та наукову гіпотезу;
- формалізує головне та допоміжні наукові завдання, які допомагають розв'язати визначену прикладну наукову проблему;
- виявляє наукове значення та практичну цінність закінченого дослідження з подальшим формулюванням наукових результатів.

При цьому головним використаним методологічним принципом дослідження є його спрямування на запобігання однобічності під час визначення

особливостей маневрування в портовій акваторії та обов'язкове врахування всіх суттєвих чинників [103].

Одним із методів, що сприяють розв'язанню прикладних науково-дослідних завдань, є метод експертних оцінок. Основне призначення методу експертних оцінок – це визначення індивідуальних точок зору експертів і формування на їх основі єдиного рішення. Метод експертних оцінок – це організаційні, логічні і математико-статистичні процедури, які спрямовані на отримання від фахівців інформації, її аналіз та узагальнення для підготовки і прийняття ефективних рішень.

Систематизація методу експертних оцінок проводиться на основі двох класифікаційних ознак: опитування експертів з приводу планування і управління маневруванням в рейсовому циклі; оцінювання результатів маневрування згідно розробленого плану (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Класифікація методів експертної оцінки

З огляду на існуючі методи і підходи до розв'язання наукових та науково-прикладних завдань, вибір напрямку наукового дослідження заснований на проведеній експертній оцінці можливих варіантів вирішення наукової проблеми, зокрема – розробка методики оперативного планування шляху судна траєкторними точками для навігації і контролю його руху в стиснених умовах за

критеріями: а) актуальність; б) наукова новизна; в) економічна ефективність; г) можливість використання в умовах судна і берегових підрозділах; д) відповідність основним напрямкам наукової спеціальності і наукових тем університету.

ММО упорядкувала вимогу щодо планування шляху руху в рейсовому циклі морського судна від причалу порту заходу до причалу порту приходу. Однак, виконаний у Розділі 1 огляд та аналіз літературних джерел на тему аварійності під час проходження портовою акваторією або каналу показує, що аварії відбуваються внаслідок дій окремих осіб, переважаючими в яких є організаційні помилки групи операторів ходового містка при підготовці процесу управління маневруванням і його виконання. При цьому наголошується про розрив між складністю сучасної техніки і психологічними можливостями людини оператора, як елемента складної людино-машинної системи. Статистичний аналіз причин аварійності морських суден під час маневрування в припортових і портових водах показав, що 10 % аварій відбувається внаслідок впливу зовнішніх факторів, близько 15 % є наслідком технічної їх недосконалості і раптової відмови суднового устаткування, а біля 75 % належать до «людського чинника» незалежно від причини аварії.

Для досягнення поставленої цілі, підвищення швидкодії та оперативності отримання необхідних параметрів маневрування, необхідно розмістити три компоненти в єдиній системі обміну інформації у вигляді введення додаткових ліній прямого, зворотного та локального зв'язку і використання "доброї морської практики", що представляють собою сукупність використання сучасних засобів навігації, належного удосконалення обміну інформацією між елементами системи і параметрами процесу маневрування під час лоцманського проведення. Таким чином, параметри процесу маневрування під час лоцманського проведення, при розширеному трактуванні предмету дослідження, представляють собою:

а) сукупність використання сучасних засобів навігації,

- б) належне удосконалення обміну інформацією між елементами системи у вигляді введення додаткових ліній прямого, зворотного та локального зв'язку,
- в) використання правил "доброї морської практики".

У дослідженні всі ці три компоненти запропоновано розмістити у єдину систему взаємодії у вигляді плагіну до існуючої СППР, що відповідає визначеному і сформульованому об'єкту дослідження (процеси маневрування морських суден під час лоцманського проведення).

Економічна доцільність проведених досліджень визначається тим, що впровадження удосконаленої методики (використання у навігаційній СППР пропонованого плагіну під назвою «Path Planning IS») планування руху судна в акваторіях порту дозволить знизити витрати на проведення судна акваторією порту.

По-перше, у форсмажорних випадках, коли лоцман може, не піднімаючись на судно, керувати та контролювати за судновим лоцманським планом захід та вихід судна з порту (прикладом може служити період обмежень під час пандемії, викликаною захворюванням на COVID-19, коли на судні були інфіковані члени екіпажу).

По-друге, з розвитком сучасних інноваційних технологій та впровадженням процедур автоматизації виконання операцій на містку, дозволить капітанам самостійно приймати рішення щодо вибору траєкторії руху судна при заході-виході у/з порту в стандартних умовах, уникаючи фатальних помилок, викликаних, зокрема, «людським фактором». Це дасть змогу поступово знижувати витрати на використання лоцманського катеру та оплату роботи лоцманів.

Напрямок досліджень відповідає профілю наукової роботи колективу кафедри управління судном і пов'язаний з науковими програмами, планами і темами досліджень Національного університету «Одеська морська академія». Кафедра управління судном протягом останніх 20 років веде дослідження з визначення маневрених характеристик морських суден; вдосконалення методів управління процесом їх руху в натурних умовах; з розроблення основ теорії

планування маневрів; імітаційного моделювання різного роду маневрових операцій і розробленні тренажерів для формування навичок з управління суднами, у межах цих досліджень проведено особисте дослідження, результати якого представлені у даній дисертації.

Таким чином, з огляду на отримані нові наукові результати, інструментарій, об'єкт і предмет дослідження, слід визначити, що дисертаційна робота відповідає спеціальності 271 – Морський та внутрішній водний транспорт та визначеним у освітньо-науковій програмі підготовки аспірантів компетенціям.

2.3. Визначення мети дослідження і розробка технологічної карти

Базуючись на дослідженнях попередників та наукової школи НУОМА, запит практики обґрунтовується необхідністю забезпечення

- зниження аварійності у стиснених умовах плавання;
- зниження впливу «людського фактору» на якість управління суднами при їх маневруванні в стиснених умовах;
- автоматизованого управління суднами різного типу при їх русі в стиснених умовах.

Аналіз робіт з розслідування аварійних випадків під час лоцманського супроводу (Розділ 1) показав, що основними причинами аварій при заході та виході з порту можна вважати: помилки команди містка в управлінні судном, низький рівень навігаційної підготовки капітана судна до заходу/виходу в/із порту та відсутність навігаційного судового плану, відсутність позачергової підготовки та перевірки судових механізмів та обладнання, недостатній контроль адміністрації судновласників до питань виконання вимог МКУБ.

На основі узагальненої мети дослідження (забезпечення безпечного маневрування та зниження впливу людського фактору на управління судном в стиснених умовах), сформульована наукова гіпотеза, яка виходить із того, що забезпечення безпечного маневрування судна в стиснених умовах, зниження впливу людського фактору на управління судном, побудова удосконаленого

суднового плану лоцманського проведення здійснено за допомогою використання автоматизованого планування координат шляху судна.

Проблемним науковим завданням є розробка оперативного планування шляху судна траєкторними точками для навігації і контролю його руху в стиснених умовах. Це забезпечує формулювання наукового положення, яке визначає, що безпека процесу маневрування у стиснених умовах забезпечується використанням оперативних способів визначення параметрів руху і контролю параметрів процесу управління судном в реальному часі за плановими значеннями.

Головне завдання, що дозволяє вирішити означену проблему за допомогою методу декомпозиції, розділено на допоміжні задачі: а) автоматизованого складання «Суднового плану лоцманського проведення» у стиснених умовах, придатного для навігації; б) визначення впливу особливостей акваторії порту, буксирів і суден з різноманітними паливними системами на можливість використання при побудові автоматизованого плану лоцманського проведення; в) верифікація розробленого автоматизованого «Суднового плану лоцманського проведення» та розробка перспектив подальшого розвитку.

Згідно методу декомпозиції, пропонується вирішення першого допоміжного завдання також розділити на етапи: а) аналіз наукових робіт з маневрування суден під час проходження акваторією порту; б) визначення абсциси ЦТ та побудова моделі траєкторії руху ЦТ судна за допомогою матриць ТТ; в) пропонування і розробка алгоритму автоматизованої побудови навігаційного планування шляху при заході/виході в/з порту згідно вимог ММО.

Вирішення другого допоміжного завдання виконано, також згідно методу декомпозиції: а) провести аналіз існуючих СППР та розробити необхідні доповнення до функціонування СППР; в) проаналізувати рух суден у порту Чорноморськ; г) розробити методику навігаційної підготовки команди містка при плануванні і виконанні маневрування під час морських операцій заходу і виходу із порту.

Попередній аналіз існуючої системи забезпечення даних про маневрені характеристики суден, підтвердив взаємозв'язок між параметрами підхідного каналу та пропускною здатністю для різних типів суден, на яких може бути встановлено доповнення СППР у вигляді плагіну. Достовірна інформація про технічні дані підхідного каналу або фарватеру повинна також враховуватися, як і маневрені характеристики судна для планування безпечного проходу.

Для його обліку в СППР «Планування шляху» пропонується використовувати курсовий метод з відхиленням, який компенсує сумарний вектор зносу, не враховуючи при цьому характер сил, від яких він був отриманий, повертаючи ЦТ судна на початковий плановий шлях. Використання навігаційного інформаційно-аналітичного комплексу «Планування траєкторії руху судна за допомогою матриць ТТ» під час лоцманського та буксирного проведення забезпечує підвищення безпеки проходження каналом або фарватером. Відсутність одного з критеріїв призведе до порушення балансу системи, що, у свою чергу, викликає зниження рівня безпеки плавання.

Вирішення третього допоміжного завдання виконує верифікацію й узагальнення прийнятих рішень при автоматизованій розробці плану маневрування при морських операціях судна у стиснених умовах, що в комплексі з іншими допоміжними завданнями дозволить вирішити головне завдання дослідження. Верифікація основних етапів дослідження попередньо здійснена за допомогою натурних випробувань:

- у порту Клайпеда (Литва), які довели можливість проведення судна без фізичної присутності лоцману на борту;
- на навігаційному тренажері комплексу Національного університету «Одеська морська академія», де судноводії віртуально виконали 15 заходів та 15 виходів з портів Гонконгу та Сан-Франциску, проливу Ла-Манш.

При розв'язанні кожного допоміжного завдання отримані відповідні наукові результати. Розв'язання головного завдання дисертаційного дослідження виконано синтезом наукових результатів, отриманих із вирішення допоміжних завдань.

Узагальнена структура послідовності виконання наукового дослідження та його технологічна карта дозволили після вирішення трьох допоміжних задач виконати розробку нових і удосконалених моделей.

У процесі виконання дисертаційного дослідження застосовувалась формула «апріорні знання – застосування наукових методів дослідження – нове знання». Дослідження містить нове вирішення поставленого завдання. Гіпотеза фактично розцінюється, як сполучна ланка між наявними знаннями і знаннями, набутими в результаті дослідження.

У роботі запропоновано удосконалення як самої системи планування, так і всього процесу комунікації багатооператорного управління при обміні інформацією між учасниками управління маневруванням: капітаном – лоцманом – буксиром та береговою службою контролю руху. Процедура організації інформаційних зв'язків між елементами системи управління маневруванням для безпечної лоцманського проведення в більшості портів не включає використання е-навігаційних елементів. Методологічне забезпечення даного дослідження приведено у технологічній карті, яка зображена на рис. 2.2. Вона представляє собою реалізацію системного підходу до послідовності визначення проблеми і організації її вирішення.

Таким чином, рішення головного завдання включає розробку алгоритмів, розрахункових методик і плагіну до СППР для оперативного планування координат шляху ТТ та управління по їх значенню рухом згідно карти процесу маневрування при виконанні морських операцій по заходу і виходу в/із порту, маневрування у стиснених умовах руху. Отримані результати дають змогу покращити існуючі СППР та удосконалити лоцманське проведення, знизивши ризик виникнення аварійної ситуації. Розроблені рекомендації пропонується впровадити не тільки в портах України, а й на світовому рівні.

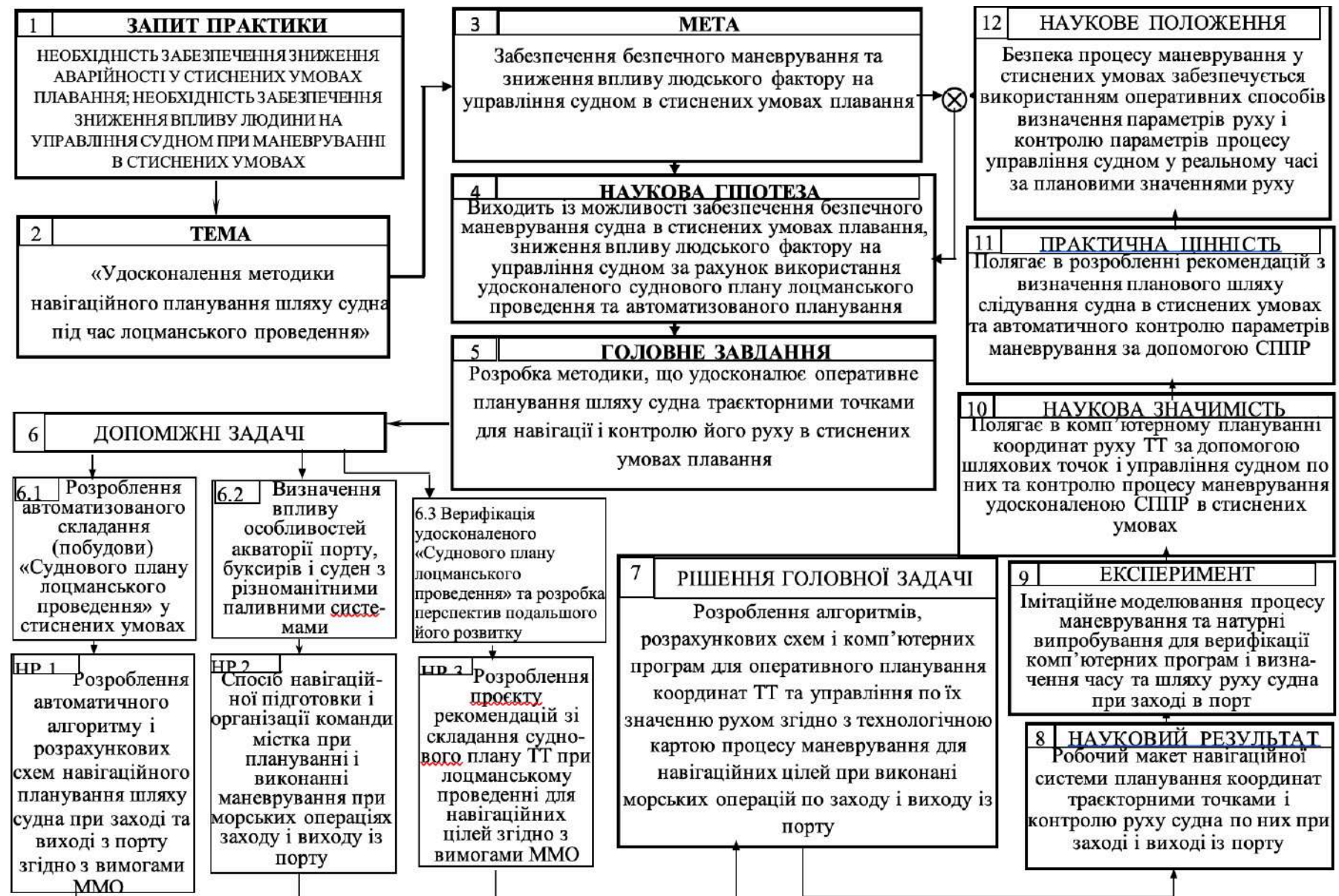


Рис. 2.2. Технологічна карта дисертаційного дослідження

Таким чином, технологічна карта дисертаційного дослідження доводить актуальність вибору теми та розробки удосконаленої методики складання суднового лоцманського плану і рекомендацій для її використання. Оптимізація за заданими критеріями (безпеки, енергозбереження, екології тощо) навігаційної системи автоматизованого планування шляху судна в акваторії порту та в стиснених умовах плавання це майбутнє судноводіння, що надасть змогу знизити витрати на лоцманське проведення та може бути імплементована на судах «нового покоління» з частковою або повною автономністю.

2.4. Принципи проведення експериментальної частини дослідження

Загальна організація експериментальних досліджень включає в себе побудову моделі об'єкта, планування і проведення експерименту, виключення або облік випадкових дій довкілля, аналіз отриманих результатів з оцінкою похибок та їх сукупного впливу на результати вимірювання, перевірку прийнятності результатів та їх інтерпретація, представлення отриманих даних в упорядкованому та візуальному вигляді [106].

Побудова та формування математичної моделі за натурним спостереженням процесу маневрування під час руху судна при заході в порт виконувались на базі попередніх досліджень по розрахунку координат шляху ТТ судна, використання СППР при організації лоцманського проведення.

Експерименти базуються на моделі вже розроблених математичних описів руху судна на криволінійних відрізках за допомогою ТТ. Випробування проводяться для визначення часу проходження акваторією порту та побудови суднового лоцманського плану для кожного причалу, що розроблюється уперше і не має аналогів. Швидкість тривалості процесу управління та нестача часу для отримання коректної інформації про параметри процесу руху вимагає попередньої підготовки до дій команди містка в екстремальних умовах та використання СППР, при відмові засобів забезпечення руху та маневрування.

Ефективність процесу управління судном у різних умовах плавання забезпечується виконанням скоординованого командного управління всіх учасників процесу маневрування. Зростання ефективності маневрування та безпечності його виконання організується за рахунок використання трьохоператорного управління, що призводить до поєднання навігаційної інформації від берегових джерел, суднових навігаційних систем та лоцмана на борту судна.

Однак, особливість суднової системи управління полягає у тому, що відповідальність за ухвалені рішення покладено на капітана. Це обґрунтовує рекомендацію капітану особисто планувати «Судновий план лоцманського проведення» і готуватися до управління командою містка самостійно за будь-яких умов, розглядаючи інформацію з берега та від лоцмана, як додаткову та допоміжну.

При ручному плануванні й управлінні поворотом необхідні вихідні дані судноводій визначає самостійно, враховуючи характеристики і параметри повороткості судна до початку маневру. Вони включають: координати точок початку і кінця повороту; кут повороту; кут перекладки руля; початковий курс; кінцевий курс; пеленги і відстані до помітних орієнтирів в ці моменти. Контроль повороту полягає у визначенні місця судна в моменти його початку та закінчення. Рух на криволінійній траєкторії не контролюється через те, що визначення місця займає тривалий час, і така інформація запізнюється на момент прийняття рішення з управління. Для здійснення контролю за положенням судна при повороті використано у експериментах метод ТТ, який представлений у вигляді криволінійних матриць з кроком 5 – 10 градусів. Також узято до уваги удосконалений розрахунок плану проходу судна акваторією порту при вибраних ШТ на геодезичних лініях, чи рівновіддаленою від навігаційних небезпек, з розрахунком по них траєкторних [89].

Основною перевагою методики планування шляху руху судна за таблицею ШТ розрахунком координат ТТ за кутом перекладки руля для криволінійних траєкторій є представлення шляху у вигляді суми лінійних матриць координат

прямолінійними і криволінійними ділянками і автоматизованого оперативного контролю параметрів руху [89]. Запропоноване удосконалення методики використовується як основа побудови маршруту та контролю прямування судна у існуючих СППР. Також ця удосконала методика побудови шляху є важливою під час підготовки плану шляху заходу і виходу судна, оскільки знижує ризик непорозуміння між капітаном і лоцманом під час навігаційного проведення, а також знижує ризик виникнення аварійних подій через управління ресурсами навігаційного містка.

Детальний алгоритм (Розділи 3-4) і розрахунки, дозволили розробити доповнення до існуючої СППР у вигляді плагіну («Path Planning IS»), який дозволяє автоматично розраховувати матриці координат заходу/виходу із порту за таблицями ШТ у вигляді суми матриць ТТ відрізків шляху прямолінійних і криволінійних ділянок.

Для верифікації розробленого плагіну (див. Додатки), виконано ряд наступних експериментів, результати яких які можуть бути використані на практиці.

Для верифікації удосконаленої методики, реалізованої у вигляді методики комп'ютерного плагіну було виконано наступне:

1. Проведено аналіз гідрометеорологічних факторів в порту Чорноморськ. Проаналізовані усі «Журнали спостережень» за метеорологічними явищами з 2013 по 2023 роки, а також Кадастри морських портів України за цей же період. Натурні спостереження проводились в гідрометеорологічному центрі порту Чорноморськ, який на сьогодні вважається центральним в Україні.

2. Виконано 500 спостережень шляху руху суден по акваторії порту Чорноморськ береговою РЛС, з яких 200 виходів та 300 заходів. Спостереження проводились з 07.10.2020 по 03.06.2023 роки на базі додатку Marine Traffic.

3. Виконано верифікацію роботи плагіну «Path Planning IS» на судні «Nordic Luebeck» під час виходу з порту Клайпеди, Литва 08.03.2021. Судно потрапило під дію обмежень, викликаних пандемією COVID-19: серед членів екіпажу були інфіковані, тому лоцман не міг знаходитися на борту. Береговою

службою прийнято рішення покласти вихід судна з порту на капітана. В свою чергу капітан судна, вивчивши запропонований алгоритм розрахунку ТТ для побудови маршруту та контролю проходу по ньому, використав його для проведення судна акваторією порту, що підтверджено актом впровадження.

4. Апробовано проходження суден на тренажері в НУОМА судноводії з використанням суднового лоцманського плану проведення. Було виконано 30 експериментів, а саме: 5 заходів до порту Гонконг, 5 виходів з порту Гонконг, 5 заходів до порту Сан-Франциско, 5 виходів з порту Сан-Франциско, 5 проходів проливу Ла-Манш із заходу на схід і 5 проходів проливу Ла-Манш зі сходу на захід. Експерименти підтвердили наочність використання матриць ТТ для плавання в стиснених умовах.

Отже, натурні спостереження дозволили виконати верифікацію розробленої методики у вигляді комп'ютерного плагіну, підтвердили спроможність її використання в портах України та підготовки рекомендацій ММО для перегляду Резолюції [102]. Використання суднового лоцманського плану, який базується на матрицях ТТ, є необхідним для сучасного судноплавства та призначено для застосовування у портах з великим навантаженням.

Висновки за розділом 2

У другому розділі обґрунтовується вибір напрямку досліджень та загальна методика проведення дисертаційного дослідження, визначаються методи вирішення задач та їх порівняльні оцінки. Описуються основні тенденції, закономірності, методи розрахунків, гіпотези, що розглядаються, дії і характеристики використаних програм, інструментальних методів і методик, оцінки похибок вимірювань, а також тренажерне забезпечення, що верифікує наведені методології наукового дослідження для організації автоматичного планування траєкторії руху і безпечного маневрування при заході/виході в/із порту.

1. Запропонований та обґрунтований в Розділі 2.1 метод якісного обміну інформацією в портовій сфері обслуговування та оптимізація як самої системи планування, так і всього процесу комунікації багатооператорного управління між її учасниками: судном – лоцманом – буксиром та службою контролю руху – є інноваційною, новаторською та включає процедуру обробки інформації для безпечної лоцманського проведення в багатьох портах з використанням е-навігаційних елементів, що підтверджує актуальність дисертаційного дослідження.

2. При виборі **напрямку наукового дослідження** використані емпіричні та теоретичні методи. Ознайомились з основними науково-дослідними роботами, що виконуються науковими закладами на тему маневрування в порту; проаналізували сучасні напрями досліджень науковців; ознайомились з уже захищеними в даній галузі дисертаційними роботами; визначили актуальність обраного напрямку дослідження та опрацювали сучасні наукові розробки в даній галузі; детально ознайомились з науковими роботами з обраного напрямку дослідження та з новітніми отриманими науковими результатами.

3. **Метою** дослідження є забезпечення безпечного маневрування та зниження впливу людського фактору на управління судном в стиснених умовах. Вона узагальнює запропоновану нами **наукову гіпотезу** яка стверджує, що

забезпечення безпечного маневрування в стиснених умовах, зниження впливу людського фактору на управління судном, побудова удосконаленого судового плану лоцманського проведення здійснено за допомогою автоматизованого планування координат шляху.

4. Головним завданням є розробка оперативного планування шляху судна ТТ для навігації і контролю його руху в стиснених умовах. Для його досягнення було поставлено та вирішено три допоміжні задачі, науковими результатами яких є:

- 1) розробка автоматичного алгоритму і розрахункових схем навігаційного планування шляху судна при заході та виході з порту відповідно до вимог ММО;
- 2) спосіб навігаційної підготовки і організації команди містка при плануванні і виконанні маневрування при морських операціях заходу і виходу із порту з використанням буксирного забезпечення;
- 3) розробка для ММО проєкту рекомендацій з використання запропонованого судового плану ТТ при лоцманському проведенні для навігації.

Рішенням головного завдання є розробка алгоритмів, розрахункових схем і комп'ютерного плагіну для планування координат руху ТТ та управління по їх значенню згідно з технологічною картою процесу маневрування для навігації при виконанні морських операцій по заходу і виходу із порту.

5. При розробці технологічної карти наукового дослідження використано системний підхід, згідно з яким для вирішення основного завдання здійснено його розбиття на допоміжні, результати вирішення яких використовуються при синтезі системи управління маневруванням.

6. Отримані результати підтверджуються виконаними наступними експериментами:

- 1) аналізом гідрометеорологічних факторів в порту Чорноморськ;
- 2) верифікацією роботи комп'ютерного плагіну «Path Planning IS» під час 500 спостережень руху суден при заході/виході в акваторії порту Чорноморськ;
- 3) верифікацією роботи комп'ютерного плагіну «Path Planning IS» на судні «Nordic Luebeck» під час виходу судна з порту Клайпеди, Литва 08.03.2021;

4) виконанням судноводії 30 задач на тренажері в НУ «ОМА» з використанням плагіну «Path Planning IS».

Отримані результати дозволяють підвищити точність планування управління рухом та автоматизувати процес підготовки заданого алгоритму управління маневруванням судна, оперативно виконувати підготовку рейсового циклу та контролювати проходження по ТТ за допомогою СППР. Плагін «Path Planning IS» може бути використано на суднах, які заходять як в порти України, так й інших світових держав. Розроблені рекомендації для ММО пропонуються для розгляду на Асамблеї та для впровадження правок до Резолюції [102].

Поставлені та досягнуті цілі дисертаційного дослідження відповідають **програмним результатам (ПР) освітньо-наукової програми** на здобуття ступеня доктора філософії, що визначають: знання та розуміння методології наукового пізнання, уміння сформулювати актуальне наукове завдання, визначити мету та задачі дослідження та знайти шляхи їх розв'язання (ПР1 освітньої програми НУОМА); знання та розуміння загальних принципів Етичного кодексу вченого України та досвід їх застосування у науковій та викладацькій діяльності (ПР2); набуття передового досвіду проведення наукових досліджень, уміння обирати та ефективно використовувати теоретичні та практичні інструменти досліджень, уміння аналізувати результати діяльності та обирати адекватні та найбільш ефективні шляхи вирішення дослідження проблем (ПР4); досвід участі у широких наукових дискусіях та обговореннях, підготовку публікацій за результатами власних досліджень у наукових виданнях, спроможність до наукової комунікації та наукового спілкування в усній та письмовій формі (ПР6); всебічна обізнаність щодо актуальних досліджень у сфері експлуатації морських та річкових суден, сучасних джерел інформації та інших наукових ресурсів які є релевантними для використання у дослідженнях у сфері морського та річкового транспорту (ПР8); уміння обирати та ефективно використовувати теоретичні та практичні інструменти досліджень у сфері морського та річкового транспорту (ПР9); знання, розуміння та уміння забезпечувати виконання міжнародних вимог щодо особистої та соціальної безпеки під час експлуатації та наукових

досліджень на річковому та морському транспорті, прогнозування наслідків прийняття рішень у галузі морського та річкового транспорту (ПР11).

Результати, описані у розділі, висвітлені у публікації [89] та підтверджуються патентом [169].

РОЗДІЛ 3

НАВІГАЦІЙНЕ ПЛАНУВАННЯ ШЛЯХУ СУДНА ПІД ЧАС ЛОЦМАНСЬКОГО ПРОВЕДЕННЯ У ВИГЛІДІ ПЛАГІНУ ДО СППР

У розділі наводяться основні результати, послідовність дій та методика вирішення у межах другого наукового завдання, яке сформульовано, як необхідність визначення впливу основних особливостей і умов судноплавства у акваторіях портів, буксирів і суден з різноманітними паливними системами і їх характеристик на принципову можливість використання цих додаткових даних при автоматизованій побудові плану лоцманського проведення.

3.1. Аналіз гідрометеорологічних умов роботи порту Чорноморськ

При проектуванні підхідних каналів і самої акваторії порту великий вплив на процес руху суден і їх маневрування мають гідрометеорологічні фактори і стан моря. Інформація про погоду завжди залишається важливим фактором для безпечної та ефективної роботи морських галузей економіки, особливо транспорту та рибальської промисловості. Тож суднам, під час заходу/виходу у порт, необхідно чітко врахувати всі можливі ризики з боку навколишнього середовища. Сьогодні порти повинні мати достовірну інформацію про погодні умови у своїй акваторії та оновлювати її для безпечного проходу та швартування суден. З цією метою проведено аналіз гідрометеорологічних умов роботи порту Чорноморськ за період 2013-2023 років.

На початковому етапі проаналізовано низку наукових статей із зазначеної тематики. У [107] представлено індекс стійкості порту, який враховує всі зацікавлені сторони для визначення рівня операційної стійкості портових процесів переміщення суден. Індекс перевірено у зовнішньому порту Ла-Корунья (Галісія), обраному через його особливо несприятливі умови та тому, що в Іспанії вплив зміни клімату, ймовірно, буде особливо згубним. Результати

аналізу показують, що загальний індекс стійкості цього порту до зовнішніх впливів становить 52 %, а його інфраструктура, об'єкти та робоче середовище особливо чутливі до викликів зміни клімату. Аналіз різних факторів стійкості дозволяє операторам портів зосередити свої дії на тих факторах, які мають найбільший вплив на стійкість. Це має призвести до кращого врахування погодних умов на технічну ефективність роботи порту, коли зменшується кількість використання ресурсів і більш ефективних планів на випадок надзвичайних ситуацій. У дослідженні [108] аналізується вплив двох погодних змінних (швидкості вітру та висоти хвилі) на продуктивність порту. Зокрема, для оцінки впливу вітру та хвиль на технічну ефективність іспанських портів використовувався підхід стохастичної вихідної функції відстані. Вплив вітру та хвиль, а також амплітуди припливів оцінювали за допомогою аналізу результатів імітаційного моделювання на тренажері. Вони підтверджують значний вплив погодних умов на технічну ефективність порту, коли зменшується кількість оброблених суден. Статті [109, 110] містять критичний огляд літератури щодо прийнятих рішень для зниження гідрометеорологічного ризику та визначають поточні недоліки в знаннях і перспективи майбутніх досліджень.

Для одного з етапів побудови у дисертації «Суднового плану лоцманського проведення» запропоновано удосконалення методики навігаційного планування шляху із лоцманом, ілюстрація якого наведена на рис. 3.1. Данні етапи дозволяють отримати придатний для навігації план проходу судна акваторією порту або в вузлах.

У зимовий період північно-західна частина Чорного моря знаходиться під дією відрогу Сибірського антициклону з його північно-східними холодними вітрами, що спричиняють значні похолодання. А в теплу пору року північно-західна частина Чорного моря знаходиться під впливом Азорського антициклону, що приносить стійку погоду з високою температурою і низькою вологістю. Велику повторюваність має і циклонічний характер погоди, частіше в холодну пору року, коли південно-західні та західні циклони приносять із собою тепле та вологе морське повітря.

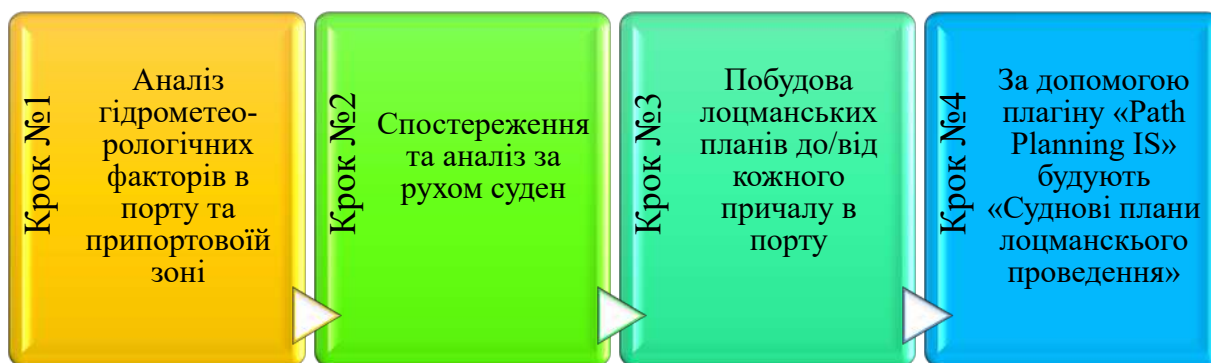


Рис. 3.1. Удосконалена методика лоцманського проведення

Вітровий режим у районі порту Чорноморськ, як видно з рис. 3.2, характеризується переважанням вітрів, що діють по осях північ-південь (повторюваністю 15-20 %) [111].

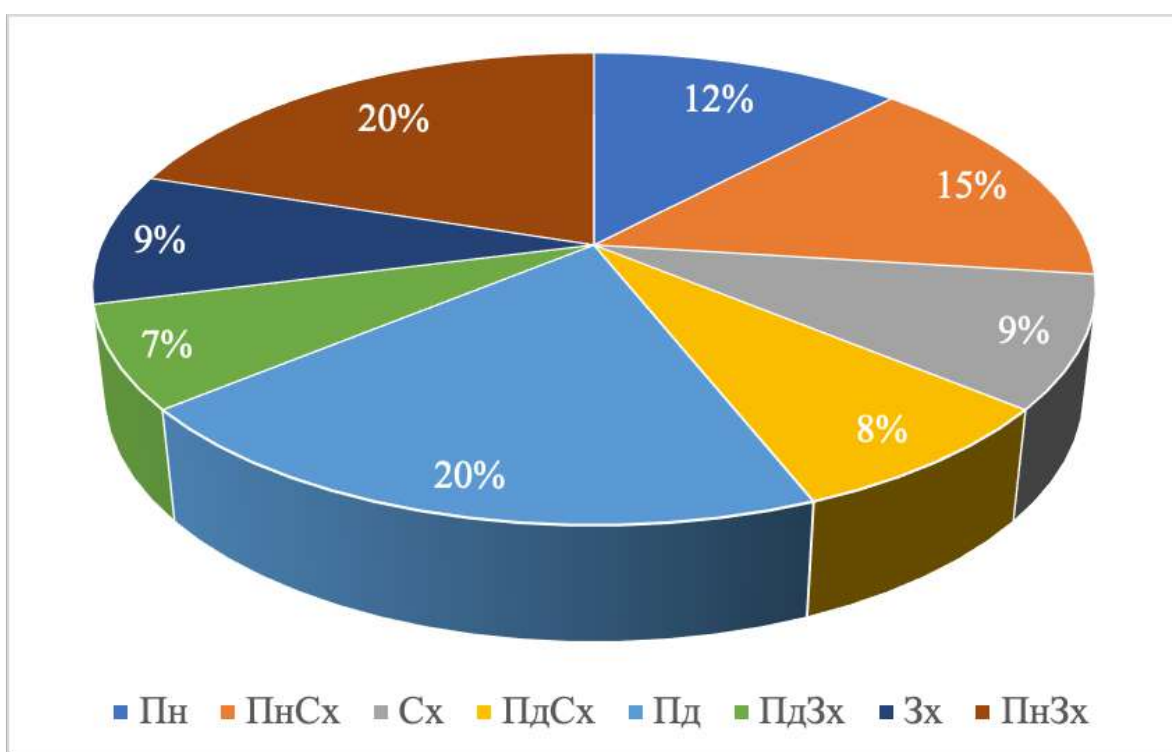


Рис. 3.2. Річний напрямок та повторюваність вітрів

Взимку переважають вітри північних румбів (53%). Повторюваності штормових вітрів розподілені майже рівномірно (рис. А.1, додаток А).

У весняний період переважають вітри ПнСх, Пд і ПнЗх румбів, сумарна повторюваність яких становить 68 %. Серед штормових вітрів найбільшу повторюваність мають північні та північно-східні вітри (рис. А.2, додаток А).

Літо характеризується найбільшою повторюваністю південних вітрів, південно-західних та північно-західних вітрів (55 %). Серед штормових вітрів найбільшу повторюваність мають вітри цих напрямків (рис. А.3, додаток А).

Восени переважають вітри північно-східних, східних та північно-західних напрямків (61 %). Серед штормових вітрів найбільшу повторюваність мають північні, південні та південно-східні напрямки (рис. А.4, додаток А).

У районі порту Чорноморськ до вітрів хвиленебезпечних напрямів відносяться вітри південної чверті. З цих вітрів найбільшу повторюваність мають південно-західні вітри, проте найбільшу повторюваність серед штормових вітрів мають вітри південно-східного напрямку (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Середня швидкість вітрів хвиленебезпечних напрямів

Пора року	Напрямок	Швидкість вітру, м/с	
		Менше 5	5-10
Зима	ПдСх	2,38	5
	Пд	2,63	8
	ПдЗх	1,5	7
Весна	ПдСх	3	-
	Пд	2,34	6,5
	ПдЗх	2,75	-
Літо	ПдСх	2,42	5
	Пд	2,34	-
	ПдЗх	2,52	-
Осінь	ПдСх	2,5	8
	Пд	2,78	5,9
	ПдЗх	2,25	-

Повторюваність вітрів берегових напрямів становить 12-20 %, південних румбів (морських напрямів) – 8-20 %. Найменшу повторюваність мають вітри

вздовж берегових напрямів (західні та східні) – 9 %. Характеристики розподілу сильних вітрів у районі порту Чорноморськ наведені у табл. 3.2 [112].

Таблиця 3.2

Розподіл характеристик штормових вітрів (>15 м/с)

Градації швидкостей	Напрямок								Разом
	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗх	
15-16	9,3	14,4	8,7	2,9	7,3	4	2,2	8,9	57,7
17-18	3,5	5,7	3,1	1	1,4	1	0,7	4,3	20,7
19-20	2,8	4,4	2,6	0,7	0,9	0,7	0,3	2,3	14,7
21-23	0,35	1,5	0,8	0,1	0,2	-	-	0,3	3,25
24-26	0,35	0,6	0,9	0,1	0,2	0,1	0,1	0,4	2,75
27-28	0,1	-	-	-	-	-	-	0,1	0,2
29-30	0,1	-	0,2	0,1	-	-	-	0,3	0,7
Разом	16,5	26,6	16,3	4,9	10	5,8	3,3	16,6	100

Найбільшу повторюваність мають вітри північно-східної чверті, із штормових вітрів найбільш небезпечні східні вітри. Безперервна тривалість штормових вітрів північних румбів може перевищувати дві доби і досягати 55-60 год. Розрахункові швидкості вітру, прийняті в районі порту Чорноморськ, представлені в табл. 3.3. Швидкості вітру 2 % забезпеченості становлять 26-27 м/с (відповідно, південного та північно-західного напрямків). Швидкість вітру повторюваністю один раз на 20 років становить 33 м/с. Максимальна швидкість вітру, зафіксована у районі порту Чорноморськ – 35-37 м/с [114].

Таблиця 3.3

Розрахункові швидкості вітру, м/с

Забезпеченість	Напрямок							
	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗх
2%	25	24	21	20	26	20,5	25,5	27
4%	24	23	20	19	25	19,5	24,5	26

Аналіз температурного режиму проведено на підставі даних про температурний режим у районі порту Чорноморськ за період 2013-2023 рр. Середньорічна температура – 12,0 °С. Найбільш спекотні місяці – липень - серпень: середня температура близько 24,1°С, максимальна – 33,5 °С, абсолютний максимум – 39,7 °С. Найбільш холодні місяці – січень-лютий: середня температура порядку мінус 1 °С, мінімальна – мінус 14,1 °С, абсолютний мінімум – мінус 15,7 °С. Дані про розподіл температури повітря наведено в табл. 3.4.

Таблиця 3.4

Температурний режим повітря в порту Чорноморськ за 2013 – 2023 рр.

Місяць	Середня, °С	Максимум, °С	Мінімум, °С
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Січень	1,3	10	-9,3
Лютий	0,7	10,3	-14,1
Березень	1,4	17,8	-11,5
Квітень	12,3	23,2	3,4
Травень	18,6	28,4	10,1
Червень	22,1	30,5	13,7
Липень	23	32,5	15,7
Серпень	25,3	33,5	18
Вересень	18,5	33,1	3,5
Жовтень	14,1	21,1	3,2
Листопад	4,9	14,7	-5,5
Грудень	1,3	9	-9,1
Рік	12	33,5	-14,1

Абсолютний добовий максимум спостерігався у січні, і становив 49,6 мм. Середньорічна кількість опадів – 526 мм, середньомісячна – 44 мм. Найбільше днів у році з опадами до 10 мм/добу – 6, з опадами понад 20 мм/добу – 2. Дані про розподіл опадів наведено на рис. 3.3 і А.5 (Додаток А).

У середньому за рік спостерігається близько 12 днів із туманами, максимальна кількість днів із туманами – 18.



Рис. 3.3. Добовий максимум опадів в мм

Аналіз даних спостереження показав, що розподіл туманів за сезонами змінилося за останні роки (рис. 3.4).



Рис. 3.4. Відсоткове співвідношення днів із туманами залежно від сезонів

Зараз, через зміну клімату, найбільша кількість днів із туманами припадає на весну (70 %). У цей час можливі тривалі тумани, що продовжуються кілька діб. Найбільша тривалість туманів (понад 30 год) спостерігається з лютого до

березня. Найбільша тривалість – 141 годину (лютий). У теплий період максимальна тривалість туманів не перевищує 4 години.

Добовий розподіл туманів характеризується їх переважанням у нічний та ранковий період часу. Дані про розподіл туманів наведено у табл. 3.5 [112].

Максимальна дальність видимості вбирається у 35 км (1 Еміль) і спостерігається лише у літній період. Характерна також зміна дальності видимості протягом доби за сезонами. У весняно-літній період максимальна метеорологічна дальність видимості протягом доби спостерігалася у другій половині дня, мінімальна – вранці, в осінньо-зимовий період – у нічний час.

Таблиця 3.5

Тривалість туманів на території порту Чорноморськ протягом року

Місяць	Середня тривалість туманів, год	Найбільша тривалість туманів, год
Січень	37	109
Лютий	71	141
Березень	56	128
Квітень	14	25
Травень	5	12
Червень	2	10
Липень	0	0
Серпень	1	1
Вересень	1	4
Жовтень	14	55
Листопад	12	24
Грудень	37	84

В осінньо-зимовий період середня дальність видимості зменшується, у зв'язку із збільшенням повторюваності серпанку та туману. Особливе значення у цьому має процес ширяння, що виникає при негативних температурах повітря і при сильних (понад 15м/с) північних вітрах. У табл. 3.6 наведено результати

статистичної обробки даних спостережень за метеорологічною дальністю видимості в порту Чорноморськ.

Таблиця 3.6

Повторюваність метеорологічної дальності видимості

Дальність видимості		Сезон				Рік
Бал	Км	Осінь	Зима	Весна	Літо	
0	0 - 0,05	4	0,9	-	-	1,6
1	0,05 - 0,2	1	2,5	1,1	-	1,5
2	0,2 - 0,5	1	2,9	2,7	-	1,9
3	0,5 - 1,0	1	1,2	1,1	0,3	1
4	1,0 - 2,0	7	3,6	0,8	-	3,4
5	2,0 - 4,0	27	23,8	7,9	1	17,8
6	4,0 - 10,0	42	51,9	49,9	33,9	45,5
7	10,0 - 20,0	13	13,3	36,2	61,3	26,8
8	20,0 - 50,0	-	-	0,3	1,7	0,3

За останні 20 років спостерігалось, в середньому, 6 днів із завірюхами на рік. Число днів із хуртовинами коливається від 4 до 15 днів на рік. Найбільше протягом місяця число днів із завірюхами (9 днів) спостерігалось у грудні 1996р. У січні-лютому буває, в середньому, по 2-4 дні з хуртовиною. Зараз найчастіше хуртовини спостерігаються у березні. Середня тривалість хуртовин (табл. 3.7) в році за період з січня по березень становила 14 годин, при чому найбільша кількість хуртовин у березні, максимальна тривалість – 13 годин.

Таблиця 3.7

Тривалість хуртовин на території порту Чорноморськ

Місяць	Середнє	Максимум
Січень	1	2
Лютий	6	10
Березень	7	13

Середня безперервна тривалість грози становить 2,5 години (рис. 3.5, а). 48 % усіх гроз триває менше години, 41% – 1-3 години, 11% – від 3 до 6 годин. Найчастіше грози спостерігаються у другій половині дня. Максимальна кількість днів із грозами припадає на літній період (рис. 3.5, б).



а)



б)

Рис. 3.5. Середня (а) та максимальна (б) кількість днів з грозами

Рівень «0» режиму порту слід розглядати у двох районах – безпосередньо в порту Чорноморськ та поблизу села Бурлача Балка. Позначка «0» порту вважається однаковою і становить 1,67 м. Раніше використовувалася Балтійська система, в якій портовий 0 складав 5,0 м.

Найбільші коливання рівня моря мають згінно-нагінний характер. Амплітуда коливань рівня біля берегів міста Чорноморська складає 111 см; біля берегів села Бурлача Балка – 130 см. Максимальний рівень Чорноморська становить 487 см, Бурлачої Балки – 546 см; мінімальний у Чорноморську – 427 см, а у Бурлачій Балці – 416 см. Середньорічне значення рівня біля вод Чорноморська становить 487 см, а Бурлачої Балки – 486 см [112].

Зважаючи на мілководдя Сухого лиману (найбільша глибина 16 м) та невеликі розміри акваторії (довжина ковшу 2 км), умови для розвитку хвилювання в ньому обмежені. За розрахунками Чорноморського НДІ проєктна висота хвилі, яка може розвиватися на акваторії порту складає 1,1 м. За даними моделювання, отримано, що найбільша хвиля, яка може зайти в лиман, має висоту 1,0 м.

Найбільш часто повторюється хвилювання Пн та Пд напрямків (повторюваність хвиль становить 22-26 %). Однак у зв'язку з тим, що основна складова хвилювання північних румбів представлена хвилюванням менше 1 балу, найбільш хвиленебезпечними напрямками є південна чверть – південь, південний схід, південний захід, а також схід. Найбільші хвилі формуються, як правило, при південно-східних і південних штормах (повторюваність висот хвиль понад 2,0м становить 0,01 %). Дані повторюваності висот хвиль у районі порту Чорноморськ наведено у табл. 3.8.

Таблиця 3.8

Повторюваність висот хвиль у %

Висота хвилі, м	Напрям							
	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗх
Менш 0.25	9,4	4,6	5,2	2,3	13,9	1,7	8,7	10,5
0.3 - 0.5	11,7	5,5	5,5	1,1	11,6	0,4	0,7	3,5
0.6 - 1.0	0,4	0,6	1	0	0,4	0	0	0,1
1.1 - 1.5	0	0	1,1	0	0	0	0	0
1.6 - 2.0	0,2	0,1	0	0	0	0	0	0
Сума	21,7	10,8	12,8	3,4	25,8	2	9,4	14,1

При штормах південних румбів висоти хвиль можуть сягати 1,5 м. Максимальні параметри хвиль за даними спостережень представлені на рис. 3.6, а та 3.6, б. Найбільші висоти хвиль спостерігаються від ПдСх та ПнСх напрямків та становлять 1,8 м. Максимальний період хвилі – 4,7 с. Такі шторми спостерігаються переважно в осінньо-зимовий період, коли повторюваність штормового хвилювання в 5 разів більша, ніж у теплий. Тривалість таких штормів може становити кілька діб.

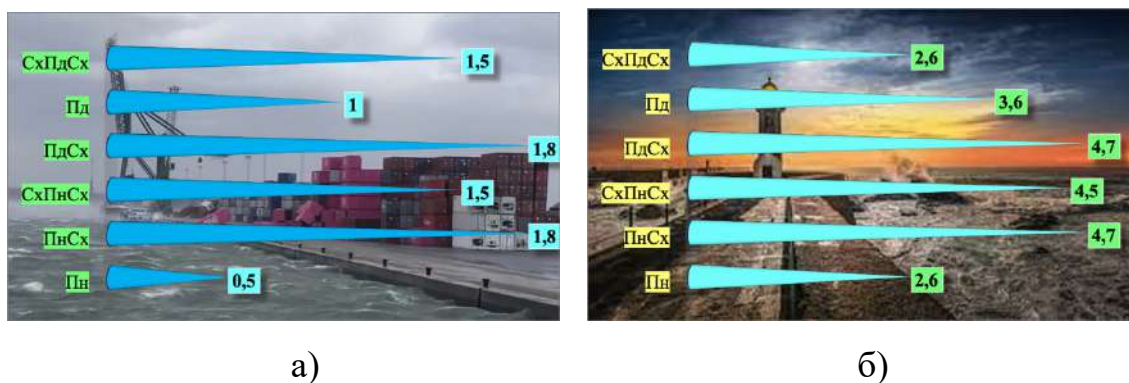


Рис. 3.6. Максимальні висоти в м (а) та період в с (б) хвиль

Розподіл хвилювання по місяцях представлено на рис. 3.7. Найбільші висоти хвиль спостерігаються у грудні та квітні (максимум – 1,8 м). Найменші з максимальних висоти хвиль спостерігаються в літній період з травня по серпень (0,5 м) [112].

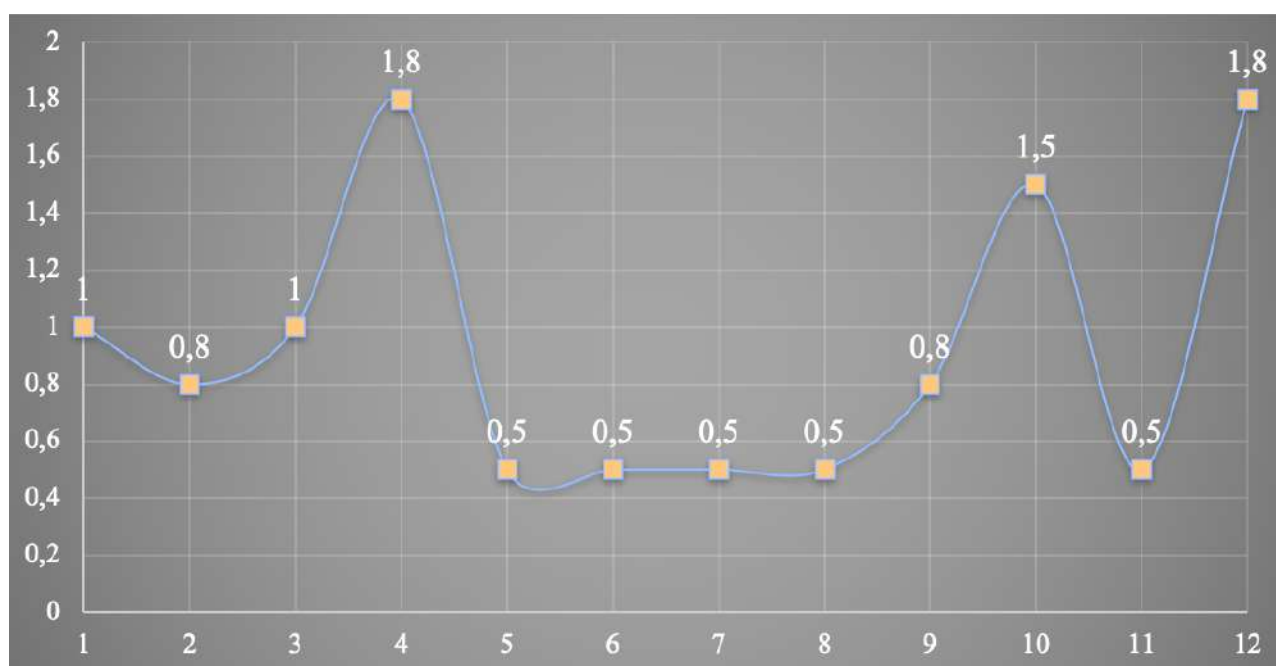


Рис. 3.7. Річний розподіл максимальних висот хвиль

Аналіз температурного режиму вод проводився на підставі даних у районі порту Чорноморськ за період 2013-2023 р.р. Середня температура води становить 13,0 °С, максимальна - у серпні та становила 26,4 °С, мінімальна - у лютому та становила 0,7°С. Зміна температури води в Сухому лимані схильна

як до періодичних, так і неперіодичних коливань. Періодичні коливання пов'язані з річним та добовим перебігом температури повітря і чітко виражені як у теплу, так і в холодну пору року. Відмінність лише у величині амплітуди. Максимальні значення солоності води можуть спостерігатися у різні місяці і навіть сезони року, мінімальні – частіше за березень, квітень і листопад. Найчастіше різкі коливання солоності відбуваються внаслідок згінно-нагінних явищ. Низька солоність пояснюється припливом розпреснених вод із Дніпро-Бузького та Дунайського басейнів.

Досліджуваний район характеризується невеликою солоністю. У зв'язку з тим, що солоність біля берегів міста Чорноморська та в районі поромної переправи відрізняється, далі наведено дані для кожної акваторії, оскільки ці дані є дуже важливими для завантаження судна. Середнє значення солоності у порту Чорноморськ становить 13,14 проміле, а у поромної переправи – 16,45 ‰. Максимальне значення солоності спостерігалось в березні і склало 16,66 ‰ біля берегів Чорноморська та 17,83 ‰ поблизу поромної переправи. Найменша солоність спостерігалася у грудні та становила 9,58 ‰ в акваторії Чорноморська та 9,39 ‰ в акваторії поромної переправи.

Льодовий режим Сухого лиману й узмор'я дуже нестійкий і обумовлений загальними умовами льодоутворення північно-західної частини Чорного моря.

Залежно від взаємодії напряму та сили вітру з температурою повітря льодова обстановка протягом однієї зими може змінюватись кілька разів. Лід може з'являтися, змінювати свої форми і зникати у будь-який день зимового періоду на узмор'ї та в I та II ковшах Сухого лиману.

Безумовно, виробнича діяльність порту значною мірою залежить від стану погоди і моря, бо несприятливі метеорологічні явища знижують ефективність робіт, можуть утворити загрозу безпеці їх проведення. Різні явища погоди та моря по-різному впливають на роботу порту. Аналіз доводить, що найбільш несприятливо на роботі порту позначається посилення вітру румбів від ПнСх до Пд. При посиленні вітру до 12-14 м/с, а хвилювання до 1,3м утрудняється

швартування та проведення суден по акваторії порту здійснюється лише з дозволу Капітана порту.

Вітер 14-17 м/с і більше на будь-яких румбах є небезпечним для портальних кранів, тому робота їх припиняється. За вітру 14-17 м/с припиняється робота з навалочними вантажами. За вітру 17-21 м/с припиняються всі роботи в порту, крім допоміжних. Особливо небезпечними вважаються вітри та шквали за середньої швидкості 25 м/с.

При хвилюванні на акваторії порту 1,3 м і більше не можна буксирувати судна, проводити посадку та висадку з суден та катерів на зовнішньому рейді.

Зміни рівня води небезпеки для роботи в порту не надають. Тумани ускладнюють рух суден акваторією порту і підходи до нього та викликають загрозу аварійних пригод при проведенні суден каналом.

Ожеледиця ускладнює рух наземного транспорту, малої механізації, ускладнює вантажно-розвантажувальні роботи, виникає небезпека нещасних випадків, при зледенінні підкранових колій утруднюється робота портальних кранів. Сильна ожеледиця може призвести до пошкодження ліній електропередач.

Результати цього аналізу використані у розробці сценарного плану заходу та виходу суден у порту Чорноморськ, що наведено в подальших розділах дисертації.

3.2. Аналіз результатів спостереження за рухом суден в порту Чорноморськ для визначення рекомендованих ліній по заходу та виходу з порту

Маючи інформацію про гідрометеорологічні умови роботи портів, обравши тип аналізу суден, вибравши джерело надання інформації (AIS) та програму, через яку буде проходити аналіз (Marine Traffic), проведено спостереження руху маневрування суден навігаційними приладами порту

Чорноморськ та побудовано криволінійні траєкторії постановки до причалів та відхід від них.

У даному розділі наведено детальний аналіз заходів до причалів 21, 25, 26 та 27 і виходів від причалів 3, 14 та FP1 в порту Чорноморськ. Усі інші причали представлені в Додатках.

У статті [122] представлено огляд літератури щодо візуалізації та аналізу даних траєкторії судна. Проте, цей огляд не виключає наступної обробки інформації. Використовуючи, як базовий, запропонований у [122], алгоритм аналізу руху маневрування судна, нами були проведені спостереження в порту Чорноморськ, що наведені у цьому розділі.

З 07.10.2020 по 03.06.2023 проведено спостереження 300 заходів суден до порту Чорноморськ. А з 24.03.2021 по 21.04.2023 виконано аналіз 200 виходів від причалів та проходження суден акваторією порту. Кожен причал має свій особливості та призначений для певного типу вантажу. Однак, є причали багатофункціональні, де можлива постановка різних типів суден, кожне з яких, також, має свої маневрені якості. Від цього залежить характер вибору маневру. Тому, доцільно почати з аналізу типу суден, які швартувались до кожного причалу, де важливе значення має водотоннажність. У таблицях В.1 додатка В і Г.1 додатка Г наведено типи 500 суден, відповідно до кожного причалу.

Статистичні дані про типи суден біля причалів на основі аналізу 300 заходів суден наведені в табл. В.1, додаток В. Швартування балкерів переважає біля причалів №1, №3, №4, №5, №6, №11, №12, №14, №15, №16, №17; генеральних вантажів – біля причалів №2, №4, №7, №10, №18, №19, №20, №22, №FP7, №FP4, №FP3, №FP2, №FP1; танкерів – біля причалів №21, №25; суден типу Ro-Ro – біля причалів №26, №27, №28, №FP6; контейнеровозів – біля причалів №FP9, №FP8; газозовів – біля причалу №29 (рис. В.1, додаток В).

Проаналізувавши траєкторії та маневри 200 суден (табл. Г.1, додаток Г), які відходили від причалів, можна зробити висновки про те, що типи суден біля причалів схожі за статистикою з аналізом заходів (окрім відсоткових значень), проте є невеликі розбіжності: біля причалу №2 переважали балкери, біля причалу

№6 – генеральні вантажі, біля причалів №10 і №22 – балкери, біля причалу №FP7 – контейнеровози (рис. Г.1, додаток Г).

Наступним кроком є аналіз часу, витраченого для проходження від лоцманської станції до причалу та від причалу до лоцманської станції. Цей маршрут включає в себе прохід підхідним каналом та слідування басейнами порту. Нижче наведено середній час, витрачений на заходи та виходи до кожного з причалів та від них. Отримавши такі дані, можна планувати та організовувати безпечний трафік слідування суден в портовій акваторії. Зважаючи на те, що за умов, регламентованих портом Чорноморськ, прохід каналом дозволено лише в одному напрямку, то дані про витрачений час є актуальними та мають бути враховані при складанні графіку лоцманського проведення суден.

Згідно з аналізом 300 заходів суден до порту, витрачений час на проходження підхідним каналом та басейном порту становить (табл. В.2, додаток В): для причалів №1 – №17 в середньому 25 хвилин; для причалів №18 – №22 в середньому 35 хвилин; для причалів №25 – №28 в середньому 43 хвилини; для причалів №FP9 – №FP4 в середньому 24 хвилин; для причалів №FP3 – №29 в середньому 20 хвилин (рис. В.2, додаток В).

Середній час, який необхідний для проходження двох ділянок під час виходу з порту для кожного з причалів має наступний вигляд (табл. Г.2, додаток Г): для причалів №1 – №11 в середньому 21 хвилин; для причалів №12 – №18 в середньому 38 хвилин; для причалів №19 – №22 в середньому 33 хвилин; для причалів №25 – №28 в середньому 25 хвилин; для причалів №FP9 – №FP7 в середньому 30 хвилин; для причалів №FP6 – №FP1 в середньому 16 хвилин (рис. Г.2, додаток Г).

Важливим фактором, який впливає на швидкість проходження каналом, є погодні умови. Детальний аналіз їх було зроблено у попередньому параграфі 3.1. Проте, слід враховувати середню силу вітру та його напрямок під час швартування при заходах та виходах суден.

Під час заходу/виходу суден до/від порту фіксували наступні середньостатистичні значення показників анемометрів, які наведені в табл. В.2 і рис. В.3., додаток В та табл. Г.2 і рис. Г.3, додаток Г.

Слід зазначити, що наступним етапом статистичного аналізу, який необхідно здійснити для побудови рекомендованих лоцманських шляхів заходів/виходів, є врахування борту швартування судна до причалу.

На базі аналізу 300 заходів (табл. В.2, додаток В), зроблено аналіз борту швартування біля причалу: переважна більшість суден була пришвартована правим бортом біля причалів №4, №6, №11, №12, №18, №20 – №22, №27, №FP9 – №FP7, №FP4 – №FP1; а лівим бортом біля причалів №1 – №3, №5, №7 – №10, №14 – №17, №19, №25, №26, №28, №FP6, №29 (рис. В.4, додаток В).

Аналіз 200 виходів від причалів показав (табл. Г.2, додаток Г), що судна були пришвартовані наступним чином: більшість суден була ошвартована правим бортом біля причалів №4, №6, №10 – №12, №17 – №19, №21, №22, №27, №FP9 – №FP7, №FP3, №FP1; лівим бортом біля причалів №1 – №3, №5 – №7, №14 – №16, №20, №25, №26, №28, №FP6 (рис. Г.4, додаток Г).

Варто зазначити, що на тривалість лоцманського проведення головним чином впливає швидкість судна. За цієї умови було проаналізовано швидкості 500 суден в точках, знятих через кожні 0,2 кбт. Такі дані дуже об'ємні. З цієї причин в Додатках буде показано лише приклади заходів до Причалів №21, №25, №26 і №27 та виходів від Причалів №3, №14 і № FP1.

Згідно з обов'язковими постановами по морському порту Чорноморськ, швидкість руху суден вхідним каналом не повинна перевищувати 6 вузлів. Середня швидкість заходу суден до кожного з причалів наводиться в табл. В.3, додаток В. Середня швидкість виходу суден від кожного з причалів приведена в табл. Г.3, додаток Г. Судна під часу заходу не перевищують регламент постанов щодо швидкості руху. Однак, під час виходу від причалів 26, 28 та FP6 судна слідували із середньою швидкістю вище за 6 вуз.

Після виконання статистичного аналізу зібраних даних для п'ятисот суден, можна приступати до планування координат траєкторій руху акваторією порту.

Для цього координати точок, які ми знімали через кожні 0,2 кбт в акваторії порту, заносимо до плагіну «Path Planning IS» для кожного судна та кожного причалу окремо. Після цього із переліку обираємо кожний причал окремо і натискаємо контрольний елемент «Draw at Chart». Плагін будує усі криволінійні лінії шляху для вибраного нами причалу. Отримані рисунки представлені в додатках. Нижче ми детально розглянемо у вигляді прикладу лише 4 заходи та 3 виходи. Усі інші коротко охарактеризуємо.

На рис. В.5 – В.21, додатку В наведені маршрути заходів до причалів. Лінії шляху носять єдиний характер.

Причал №21 цікавий тим, що для заходу до нього необхідно огинати острів. Згідно до рекомендованої лінії шляху гідрографією порту, це слід робити зі східної сторони острова Дамбовий (табл. В.4, додаток В). Однак, як бачимо з аналізу 7 заходів (рис. 3.8), має місце виключення, коли судно підійшло до причалу лівим бортом та огидало острів із західної частини. Проте бажано швартування до даного причалу виконувати правим бортом. Тому судно Usichem можна вважати як виключення.

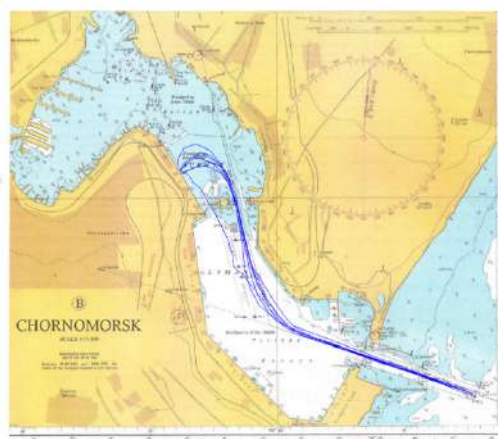


Рис. 3.8. Траєкторії руху суден під час заходу до причалу №21 (7 суден)

До причалу №22 можливий захід з обох сторін обходу острова Дамбовий (рис. В.22, додаток В). Вибір варіанту залежить від борту швартування. Відповідно до статистичного аналізу, частіше використовується правий борт (80 %), коли судна огинають острів зі Сходу.

Причал № 25 (рис. 3.9) цікавий тим, що він знаходиться біля поромної переправи, що обмежує спосіб швартування до причалу. З цієї причини підхід відбувається лише лівим бортом (табл. В.5, додаток В). Однак судна можуть огинати острів як зі Сходу, так і з Заходу. Це залежить від осадки. Судна з більшою ніж 9 м осадкою вибирають західний прохід, з меншою – східний. Тому доцільно будувати ШТ для двох випадків.

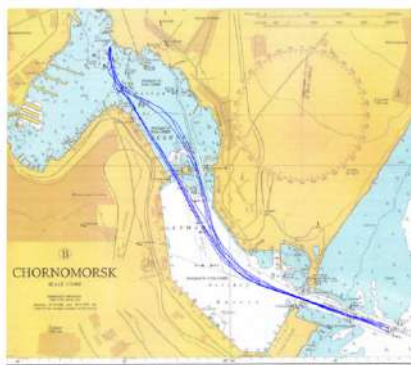


Рис. 3.9. Траєкторії руху суден під час заходу до Причалу №25 (8 суден)

Причали №26 і №27 характерні своїм положенням по обидва боки на одній виступній береговій лінії (рис. 3.10 а та 3.10, б). Вони використовуються для суден типу Ro-Ro. Судна, які заходять до причалу №26 огинають острів із Заходу, а до причалу №27 – зі Сходу (табл. В.6 і В.7, додаток В). Не зважаючи на можливі виключення з правил, як бачимо на рис.10, рекомендовані ШТ будемо будувати згідно до описаного вище принципу.



а)



б)

Рис. 3.10. Траєкторії руху суден під час заходу до причалу №26 (а) (10 суден) і причалу №27 (б) (11 суден)

На рис. В.23 – В.32, додатку В наведені маршрути заходів до причалів. Лінії шляху носять єдиний характер.

Виходи від причалу №1 (рис. Г.5, додаток Г) носять хаотичний характер, оскільки немає стандартного плану по відходу, через що кожен капітан та лоцман приймають різні рішення щодо маршруту руху суден. Характеризуючи причал №2 (рис. Г.6, додаток Г), можна описати різні типи розворотів через тоннажність суден, однак лінії шляху носять єдиний характер у вигляді рекомендованого маршруту.

Координати руху 5 суден під час виходу від причалу №3 наведені в табл. Г.4, додатку Г. Залежно від розмірів, кожне судно починало свій рух точки ЦТ в різних координатах. Проте, криволінійні траєкторії мають єдиний характер (рис. 3.11). Зазвичай судна пришвартовані лівим бортом. Для їх відшвартування використовуються буксири, які відтягують судно до рекомендованої лінії шляху проходу підхідним каналом. Після чого судна виконують розворот та беруть курс $108,5^\circ$ на точку здачі лоцмана.



Рис. 3.11. Траєкторії руху суден під час виходу від причалу №3 (5 суден)

Траєкторії руху виходу від причалу №4 (рис. Г.7, додаток Г) залежать від розмірів судна, але мають єдиний характер: для великотоннажних необхідно більше водного простору. Причали №5, №6, №7, №10, №11 і №12 (рис. Г.8 – Г.13, додаток Г) мають стабільні лінії маршруту.

На прикладі причалу №14 можна зробити висновки, що кількість знятих точок має вплив. На рис. Г.14, додатку Г наведені лінії шляху, де для одного судна було використано лише 5 ТТ. На рис. Г.15, додатку Г показано маршрут слідування для суден с достатньою кількістю зібраних ТТ.

У табл. Г.5, додатку Г наведені координати точок шляхів виходу від причалу №15. На рис. 3.12 представлено накладені одна на одну лінії проходу. Можна зробити висновок, що рекомендовані точки руху залежать від ширини акваторії маневрування. Однак, вони мають єдиний характер. Судна були пришвартовані лівим бортом. Для відходу їм необхідно за допомогою буксирів відійти від причалу. Після чого із середньою швидкістю 3,9 вузлів вони виконують перекладку руля на правий борт, та виходять на рекомендовану лінію шляху.

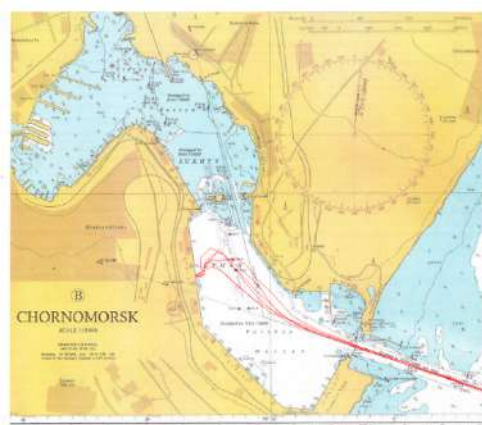


Рис. 3.12. Траєкторії руху суден під час виходу від Причалу №15 (13 суден)

На рис. Г.16 – Г.31, додатку Г наведені маршрути виходів від причалів. Лінії шляху носять єдиний характер.

Розберемо більш детально приклад виходу від причалу №FP1 (рис. 3.13). Тут можна виділити 3 випадки. Перший – судна малого тоннажу (табл. Г.6, додатку Г) відходять за допомогою підрулюючих пристроїв на відстань в 0,9 кбт в західному напрямку та розвертаються на місці через правий борт, щоб вийти на рекомендовану лінію шляху.

Для суден більших розмірів, таких як Immensity та Nikolas III, необхідно більше акваторії для повороту. Тому вони рухаються в Північно-Західному напрямку за допомогою буксирів, щоб надалі плавно повернути через лівий борт та вийти на рекомендований маршрут. Як було описано вище, судна частіше пришвартовані біля цього причалу правим бортом (83 %), однак є випадки, коли треба відходити, будучи пришвартованим лівим бортом. На рис. 3.13 показана така траєкторія руху.

Відшвартування у цьому випадку має наступні дії: необхідно віджати судно від причалу за допомогою носового шпрингу та слідувати у Південно-східному напрямі для виходу на лінію підхідного каналу.

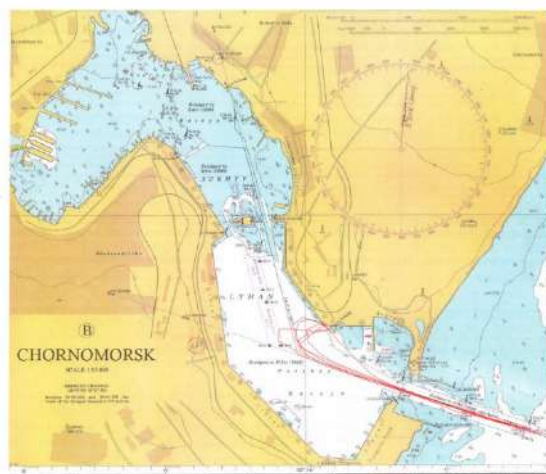


Рис. 3.13. Траєкторії руху суден під час виходу від Причалу №FP1 (6 суден)

Підсумовуючи, слід сказати, що аналіз 500 натурних спостережень показав, що майже всі лінії маршруту мають стабільний характер. Залежно від розмірів та маневрених характеристик судна відбувається різниця під час поворотів. Однак, слідування за рекомендованими лініями шляху є однаковими для всіх.

На закінчення зазначимо, що в порту Чорноморськ є лише 2 рекомендовані маршрутні лінії. Це не дає змогу отримати лоцманський план, придатний для навігації. Зважаючи на здійснений аналіз та систематизацію даних на основі отриманих спостережень, розроблення рекомендованих ШТ заходів/виходів до/від кожного причалу є актуальним та може бути використано за аналогією в

інших морських портах, про що свідчать проведені експерименти на морських тренажерах.

Методику вибору ШТ до причалів описано далі.

3.3. Планування координат траєкторних точок удосконаленого «Суднового плану лоцманського проведення»

Лоцманське проведення на сьогоднішній день не передбачає використання систематизованих планів проведення, придатних до використання в навігації на конкретному судні. Лоцмани мають лише рекомендовані лінії шляху проходження акваторією порту, єдині для всіх суден. З цієї причини управління судном у стиснених умовах порту проводиться покладаючись лише на досвід лоцмана та знання характеристик судна капітаном.

У роботі [123] виконано детальний аналіз аварійності при швартуванні в портах з лоцманом на борту. Цей аналіз, хоч і є лише статистичним, був використаний для розроблення «Суднового плану лоцманського проведення». У статті [124] обґрунтовано основні параметри та особливості використання багатофункціонального лоцманського судна. Однак, можна передбачити, що економічна доцільність виконаного дисертаційного дослідження після впровадження плагіну «Path Planning IS» до СППР дозволить зменшити витрати в частині використання лоцманських катерів, які не будуть задіяні під час заходу/виходу суден в/із порту.

У дослідженні [125] наведені результати оцінювання ймовірності проведення судна стисненим маршрутом за двома моделями, що використовують двомірну щільність розподілу векторної похибки судна і щільність похибки його бічного відхилення. Незважаючи на те, що натурних спостережень проведено не було, вважаємо, що можна використовувати отримані результати для обчислення.

Для планування координат ТТ «Суднового плану лоцманського проведення» заходу/виходу із порту для навігації по ШТ необхідно побудувати

рекомендовані лінії маршруту до/від кожного причалу. На базі отриманих спостережень та аналізу гідрометеорологічних чинників визначаємо ШТ, які будуть придатні для управління судном.

Як приклад, опишемо заходи до причалів №21, №25, №26 і №27 та виходи від причалів №3, №14 та №FP1. Усі інші ШТ для суден наведено в табл. В.8, додатку В та в табл. Г.7, додатку Г.

Підходити до причалу №21 бажано, проходячи острів Дамбовий зі Сходу. Тоді судно буде пришвартовуватись правим бортом. ШТ для заходу наведені в табл. 3.9.

Таблиця 3.9

ШТ для заходу суден до причалу №21

ШТ	Широта	Довгота	Рисунок
1	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
2	46°19'17,49"N	030°39'51,89"E	
3	46°20'19,16"N	030°39'28,74"E	
4	46°20'8,94"N	030°39'7,5"E	

Для заходів до причалу №25 розроблено 2 варіанти проходження акваторією порту: через Східну частину острова Дамбовий та через Західну частину острова. В табл. 3.10 наведені варіанти ШТ для кожного із заходів судна.

Таблиця 3.10

ШТ для заходу суден до причалу №25

ШТ	Широта	Довгота	Рисунок
1	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
2	46°19'17,54"N	030°39'51,86"E	
3	46°20'12,87"N	030°39'31,23"E	
4	46°20'14,81"N	030°39'7,87"E	
5	46°20'32,59"N	030°38'52,55"E	
6	46°20'51,51"N	030°38'42,89"E	

Причал №3 має єдину системну складову для виходів суден. Тому для усіх випадків будуюмо усереднені лінії відходу та знімаємо ШТ (табл. 3.12).

Таблиця 3.12

ШТ для виходу суден від причалу №3

ШТ	Широта	Довгота	Рисунок
1	46°18'47,81"N	030°40'10,83"E	
2	46°19'2,64"N	030°39'53,85"E	
3	46°19'16,47"N	030°39'56,86"E	
4	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	

Для виходу від причалу №14 розроблено два варіанти (табл. 3.13): 14.1 – для суден, які були пришвартовані лівим бортом; 14.2 – для суден, які були пришвартовані правим бортом.

Таблиця 3.13

ШТ для виходу суден від причалу №14

ШТ	Широта	Довгота	Рисунок
1	46°19'24,86"N	030°39'20,73"E	
2	46°19'36,65"N	030°39'26,58"E	
3	46°19'37,17"N	030°39'44,58"E	
4	46°19'17,77"N	030°39'51,8"E	
5	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
1	46°19'24,86"N	030°39'20,73"E	
2	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	

Наступним кроком методики є розроблення «Суднового плану лоцманського проведення» проходу акваторією порту.

3.4. Визначення матриці планових координат траєкторних точок при маневруванні акваторією порту

У зв'язку з відсутністю на судах даних у форматі файлу csv про маневрені характеристики, виконати планування траєкторії шляху заходу/виходу із порту з точністю, яка необхідна для безпечного управління в даний час, не представляється можливим. Відсутність необхідних даних не дозволяє аналітично планувати координати криволінійних ділянок шляху, що потребує виділити цю проблему у якості основної. Маючи відомості про гідрометеорологічні умови в акваторії порту і маневрені характеристики судна можна розробити схему автоматичного визначення матриці планових координат для навігації, як того вимагають рекомендації ММО, для кожного причалу.

Рішення зазначеної проблеми – забезпечення в ECDIS даними у форматі файлу csv про маневрені властивості судна можливе шляхом внесення необхідних параметрів маневрених та гальмівних характеристик судна, для всіх режимів використання головної силової установки та кутів перекладки руля у вантажу і в баласті та представлення у формі е-таблиць. Для збереження необхідних даних про маневрені характеристики необхідна таблиця даних про шляхи та час гальмування для стану у вантажі і в баласті для всіх режимів роботи головної силової установки, яка розміщується на одному аркуші формату A4 (табл. Б.1 – Б.2, додаток Б).

Дані про характеристики керованості містять дані про геометричні характеристики поворотності, зону нестійкості, часу затримки повороту і характеристики отримування для стану у вантажу і баласті.

Таким чином, зазначеної вище інформації достатньо для отримання необхідних даних у формі е-таблиць. Для кожного випадку повороту та

визначення дистанції гальмування використовуються дані поточного руху судна (курс та швидкість).

Наступним за своєю значимістю завданням планування процесу руху є вирішення завдання планування криволінійних ділянок шляху ТТ.

Суть методики представлення шляху ТТ полягає у уточненому розрахунку координат заданих точок по планових ШТ прямолінійного шляху і характеристиках повороткості для обраного кута перекладки руля та подання їх у вигляді криволінійної матриці координат повороту.

При цьому, алгоритм розрахунку наступний: за координатами вибраних судноводієм безпечних ШТ, назначених на геодезичних лініях карти чи рівновіддалених від навігаційних небезпек, складають їх таблицю і визначають курси із попередньої в наступну. Потім визначають кут повороту і обирають кут перекладки руля. По координатах ШТ і характеристиках повороткості, методом відрізків, визначають точку початку і закінчення повороту; за координатами точки початку повороту, також методом відрізків, розраховують координати ТТ через 3° , 5° або 10° , у залежності від куту повороту; далі формують матрицю координат ТТ повороту в даній ШТ, яка починається з моменту початку перекладки руля, потім ТТ і точки закінчення циркуляції.

Надалі розраховують координати точок прямолінійної траєкторії від початкової першої точки до початку повороту і формують масив ТТ у вигляді першої матриці шляху. Розрахунок точок виконують за формулами до п'ятого знаку хвилини і наступним округленням до чотирьох. Така точність необхідна у зв'язку з малою відстанню між точками, які визначають положення ЦТ, і високою точністю визначення місця судна супутниковими системами в диференціальному режимі, коли радіальна середньоквадратична похибка (СКП) досягає значення ± 2 м.

Для формування матриць не точки всього переходу утворюють масиви шляхових матриць і матриць ТТ повороту для всіх ШТ у наступному порядку:

$$M_{01}, M_{п12}, M_{12}, M_{п23}, M_{23} \dots M_{п(i+1)}, M_{i(i+1)}, \dots M_{п(m-1)m}, M_{(m-1)m},$$

де M_{01} – матриця координат першої ділянки від початкової 0-ої ТТ до точки подачі команди на перекладку руля;

$M_{п12}$ – матриця координат першого повороту з першої ШТ у другу від початку $H_{ц1}$ до кінця $K_{ц1}$ криволінійного відрізка;

$M_{п12}, M_{п23}, M_{пi(i+1)}, M_{п(m-1)m}$ – матриці відрізків поворотів;

$M_{12}, M_{23}, M_{i(i+1)}, M_{i(i+1)}$ – матриці ТТ прямолінійних відрізків.

Після розрахунку планових координат ТТ вони будуть оптимальними, оскільки отримані для маневрених властивостей конкретного судна із запасом керуючих впливів і безпечні щодо навігаційних небезпек.

Завданням гарантованого безпечного управління процесом руху буде необхідність провести ЦТ судна по лінії заданого шляху з урахуванням фактичної ширини маневреного зміщення, контролю місця судна високоточними приладами і використанням існуючих СППР для своєчасного коригування виникаючих відхилень параметрів маневрування. При цьому необхідно враховувати характерні точки судна, які визначають точність визначення його місця і ширину маневреного зміщення.

До їх складу входять: центр управління (ЦУ) – точка на містку судна, де знаходиться судноводій, який оцінює окомірно стан судна щодо знаків навігаційної обстановки; ПП; ЦТ; крайні характерні точки – носові лівого борту ($H_{л}$), носові правого борту ($H_{п}$), кормові лівого борту ($K_{л}$) і кормові правого борту ($K_{п}$); довжина судна між перпендикулярами ($L_{\perp}$); максимальна довжина судна (L_{max}).

Для прикладу наведено швартування судна «Safmarine Nuba», шлях заходу якого заплановано за допомогою матриці ТТ, до причалу Fishing Port 8 в порту Чорноморськ.

1. Згідно з рекомендаціями гідрографії та метеорологічними умовами вибираються координати рекомендованого шляху заходу судна до причалу в порту Чорноморськ. Для цих координат за допомогою формул (3.1 – 3.5) розраховують курси, якими буде слідувати судно (IK), кути поворотів (Θ) та дистанцію між шляховими точками (S) (табл. 3.15).

$$IK = \arctg(\sin|PD| \div (\tg(\varphi_k)\sin(\varphi_n) - \sin(\varphi_n)\cos(PD))), \quad (3.1)$$

де IK – істиний курс, яким слідує судно в кінцеву точку;

PD – різниця довгот;

φ_n – широта початкової точки;

φ_k – широта кінцевої точки.

$$PD = \lambda_k - \lambda_n, \quad (3.2)$$

де λ_k – довгота кінцевої точки;

λ_n – довгота початкової точки.

$$\Theta = IK_i - IK_{i-1}, \quad (3.3)$$

де Θ – кут повороту.

$$S = PШ / \cos IK, \quad (3.4)$$

де S – дистанція між шляховими точками.

$$PШ = \varphi_k - \varphi_n. \quad (3.5)$$

Таблиця 3.15

Розрахунок кутів повороту

№	Координати точок	S, кбт	IK, °	Θ, °
0	$\phi = 46^{\circ}18,93' N$; $\lambda = 30^{\circ}41,58' E$	-	-	-
1	$\phi = 46^{\circ}19,30' N$; $\lambda = 30^{\circ}39,95' E$	11,9	288,5	57,2
2	$\phi = 46^{\circ}19,71' N$; $\lambda = 30^{\circ}39,80' E$	4,4	345,7	35,1
3	$\phi = 46^{\circ}19,83' N$; $\lambda = 30^{\circ}39,86' E$	1,3	020,8	-

2. Знаходять кути перекладки руля (табл. 3.16) для кожного повороту відповідно до умови (3.6).

$$\delta = \begin{cases} 5^{\circ} & \text{при } \Delta\theta \text{ менше } 30^{\circ} \\ 10^{\circ} & \text{при } \Delta\theta = 30^{\circ} - 60^{\circ} \\ 15^{\circ} & \text{при } \Delta\theta \text{ більше } 60^{\circ}. \end{cases} \quad (3.6)$$

Вибір кутів перекладки руля

№	Координати точок	S, кбт	IK, °	Θ, °	δ, °
0	$\phi = 46^{\circ}18,93' N ; \lambda = 30^{\circ}41,58' E$	-	-	-	-
1	$\phi = 46^{\circ}19,30' N ; \lambda = 30^{\circ}39,95' E$	11,9	288,5	57,2	10
2	$\phi = 46^{\circ}19,71' N ; \lambda = 30^{\circ}39,80' E$	4,4	345,7	35,1	10
3	$\phi = 46^{\circ}19,83' N ; \lambda = 30^{\circ}39,86' E$	1,3	020,8	-	-

3. За допомогою формул (3.7 – 3.8) розраховують відстані від ШТ до початку МП та кінця МК повороту. Для точності розрахунків, пропонуємо залишати 6 знаків після коми (табл. 3.17).

$$МП = l_1 - D_T/2 + D_T/2 \times \operatorname{tg}(\Theta/2), \quad (3.7)$$

де l_1 – зсув судна при циркуляції;

D_T – тактичний діаметр циркуляції.

$$МК = l_2 \times \operatorname{tg}(\Theta/2) \quad (3.8)$$

де l_2 – пряме зміщення.

Таблиця 3.17

Розрахунок відрізків початку та кінця поворотів

№	Координати точок	МП, кбт	МК, кбт
0	$\phi = 46^{\circ}18,93' N ; \lambda = 30^{\circ}41,58' E$	-	-
1	$\phi = 46^{\circ}19,30' N ; \lambda = 30^{\circ}39,95' E$	2,76	2,04
2	$\phi = 46^{\circ}19,71' N ; \lambda = 30^{\circ}39,80' E$	1,92	1,18
3	$\phi = 46^{\circ}19,83' N ; \lambda = 30^{\circ}39,86' E$	-	-

4. Для кожного повороту необхідно розрахувати відрізки через кожні 10° за допомогою формул (3.7 – 3.8), де кут повороту буде приймати значення 10° , 20° , 30° , ..., Θ (табл. 3.18).

Елементи повороту 1 у вигляді відрізків

Кут	10°	20°	30°	40°	50°	57,2°
МН	1,081958	1,408883	1,746053	2,099410	2,476012	2,7167
МК	0,328082	0,661226	1,004809	1,364888	1,748653	1,9939

5. Отримані дані у вигляді відрізків необхідно перевести в географічні координати (табл. 3.19). Це можливо зробити за допомогою формул (3.9 – 3.13).

$$РШ_i = МП_i \times \cos K_i, \quad (3.9)$$

де i – кут повороту через кожні 10°;

K_i – курс, яким судно слідує у наступну точку.

$$РД_i = РМЧ_i \times \operatorname{tg} K_i, \quad (3.10)$$

де $РМЧ_i$ – різниця меридіональних частин для кожного відрізка повороту.

$$РМЧ_i = 3437,75 \times \ln[\operatorname{tg}(45^\circ + \varphi_2/2) \div \operatorname{tg}(45^\circ + \varphi_1/2)], \quad (3.11)$$

де φ_1 – широта початкової точки повороту;

φ_2 – широта кінцевої точки повороту.

Таблиця 3.19

Розрахунок РД та РШ для елементів першого повороту

Точка	РМЧ	РШ	РД
П ₁	0,0256986943	0,0008620186	0,0007680530
К ₁₁	-0,0277517357	0,0011814509	0,0004646576
К ₁₂	0,2161891852	0,0013069137	0,0024707914
К ₁₃	0,0000697370	0,0013077164	0,0000005609
К ₁₄	-0,0092482262	0,0012012705	0,0000515211
К ₁₅	-0,0169069564	0,0010066730	0,0000605439
К ₁	0,0804058409	0,0019321305	0,0001863199

$$\varphi_n = \varphi_m + \text{РШ}_i, \quad (3.12)$$

де φ_n – широта траєкторної точки при $n \in (\Pi_1, K_{11}, K_{12}, \dots, K_1, \Pi_2, K_{21}, K_{22}, \dots, K_2, \dots, \Pi_k, K_{k1}, K_{k2}, \dots, K_k)$, коли k – точка перетину шляхових ліній на карті; $01, 02, \dots, 0\eta, 11, 12, \dots, 1\eta, \dots, \zeta 1, \zeta 2, \dots, \zeta\eta$, коли η – кількість траєкторних точок на прямій шляховій лінії, ζ – номер шляхової точки);

φ_m – широта точки перетину шляхових ліній.

$$\lambda_n = \lambda_m + \text{РД}_i, \quad (3.13)$$

де λ_n – довгота траєкторної точки при $n \in (\Pi_1, K_{11}, K_{12}, \dots, K_1, \Pi_2, K_{21}, K_{22}, \dots, K_2, \dots, \Pi_k, K_{k1}, K_{k2}, \dots, K_k)$, коли k – точка перетину шляхових ліній на карті; $01, 02, \dots, 0\eta, 11, 12, \dots, 1\eta, \dots, \zeta 1, \zeta 2, \dots, \zeta\eta$, коли η – кількість траєкторних точок на прямій шляховій лінії, ζ – номер шляхової точки);

λ_m – довгота точки перетину шляхових ліній.

За отриманими координатами будуємо матриці ТТ повороту через кожні 10° (табл. Б.3 – Б.4, додаток Б).

6. Використовуючи формули (3.10 – 3.13) знаходимо координати прямолінійних ділянок шляху судна через кожні 0,2 кбт. Розрахунок різниці широт знаходиться за наступною формулою:

$$\text{РШ}_i = \beta \times \cos K_i, \quad (3.14)$$

де $\beta \in (2, 4, 6, \dots, l+1)$ – крок для розрахунку.

Отримані результати зводимо у матриці прямолінійних ділянок шляху (табл. Б.5 – Б.7, додаток Б).

7. Розраховуємо матрицю гальмівного шляху. За умови, що швидкість судна під час підходу до причали не повинна перевищувати 6 вузлів, вибираємо з таблиці гальмівних характеристик (табл. Б.2, додаток Б) необхідне положення ручки телеграфу та довжину гальмівного шляху $S_{\text{гш}}$. За допомогою формул (3.15 – 3.19) знаходимо координати початку гальмування та зводимо їх у матрицю (табл. 3.15).

$$PШ_{гш} = S_{гш} \times \cos K_i, \quad (3.15)$$

де $PШ_{гш}$ – різниця широт між кінцевою точкою та точкою початку гальмування.

$$PД_{гш} = PMЧ_{гш} \times \tg K_i, \quad (3.16)$$

де $PД_{гш}$ – різниця довгот між кінцевою точкою та точкою початку гальмування;

$PMЧ_{гш}$ – різниця меридіональних частин між кінцевою точкою та точкою початку гальмування.

$$PMЧ_{гш} = 3437,75 \times \ln[\tg(45^\circ + \varphi_k/2) \div \tg(45^\circ + \varphi_{гш}/2)], \quad (3.17)$$

де $\varphi_{гш}$ – широта точки початку гальмування.

$$\varphi_{гш} = \varphi_k + PШ_{гш}, \quad (3.18)$$

$$\lambda_{гш} = \lambda_k + PД_{гш}, \quad (3.19)$$

Таблиця 3.15

Матриця гальмівного шляху

$M_{гш}$	$\varphi_{гш}$	46°18,43880' N	$\lambda_{гш}$	30°46,2675' E
----------	----------------	----------------	----------------	---------------

8. Розіб'ємо шлях траєкторними точками на прямолінійні ділянки (l_k – довжина від точки початку руху до початку повороту) та криволінійними ($l_{k\zeta}$ – довжина від початку до кінця повороту). Нехай l – це маршрут руху:

$$l = \bigcup_{k=1}^n (l_k + l_{k\zeta}), \quad (3.20)$$

9. Введемо характеристичну функції ділянок:

$$\Theta(l_k) = \begin{cases} 1, & \text{коли судно проходить ділянку } l_k \\ 0, & \text{коли судно не проходить ділянку } l_k \end{cases} \quad (3.21)$$

$$\Theta(l_{k\zeta}) = \begin{cases} 1, & \text{коли судно проходить ділянку } l_{k\zeta} \\ 0, & \text{коли судно не проходить ділянку } l_{k\zeta} \end{cases} \quad (3.22)$$

9. Матриця координат ТТ заходу судна буде мати наступний вигляд:

$$M = \sum_{k=1}^n (M_k \theta(l_k) + M_{k\zeta} \theta(l_{k\zeta})). \quad (3.23)$$

Результати цього дослідження були практично застосовані при натурному експерименті за допомогою комп'ютерного моделювання під час заходу судна Safmarine Nuba завдовжки 210,5м до причалу Fishing Port 8, схема маневрування якого наведена на рис. 3.14.

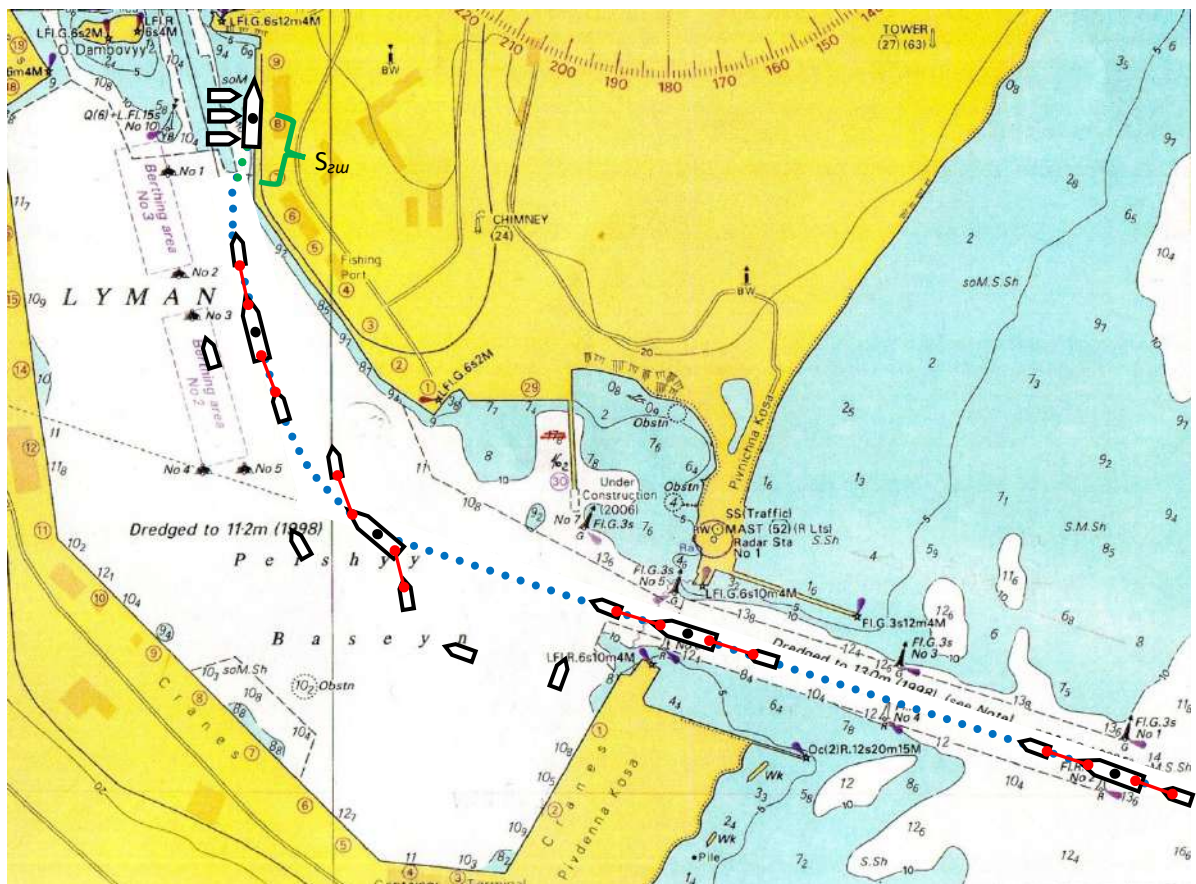


Рис. 3.14. «Судновий план лоцманського проведення» до причалу

Штриховою лінією зображено траєкторію руху ЦТ. Для використання буксирного забезпечення було сформовано ордер, що складається з двох буксирів та одного допоміжного.

При цьому потужність носового та кормового буксирів дорівнювала 3200 кВт (4350 к.с.). Швартовні кінці рекомендується подавати через центральні

клюзи. Кормовий буксир зменшуватиме нищпорення при русі постійним курсом і допомагатиме при виконанні поворотів, а також для гальмування при відмові головних двигунів. Таким чином можна зменшити ризик посадки на брівку. Враховуючи розміри судна, що знаходяться в граничних співвідношеннях з параметрами каналу та операційної акваторії, рекомендується використовувати страхувальний буксир супроводу, потужність якого може бути дещо меншою за основні.

Після закладу кормового та носового буксирного кінців їх довжина встановлюється близько 50 м. Через обмеженість судна розмірами, осадкою та параметрами судноплавного каналу буксири допомагають утримувати судно на осі фарватеру, а при необхідності гасять інерцію. Буксир супроводу переходить у частину міделю та готується до роботи для притискання до причалу.

Технологічна схема швартування буде наступною. На підході до першої пари буїв «1» та «2» підхідного каналу лоцман повинен бути на борту, і судно має прямувати з маневреною швидкістю, згідно з правилами порту близько 6 вузлів. Буксирні кінці повинні бути прийняті через носову та кормову клюзи максимально наближені до діаметральної площини.

Для заходу суден у морський порт Чорноморськ та виходу із нього використовується підхідний канал порту, який має ширину 160 м, довжину 1400 м та глибину 14,5 м. Глибина біля причалу згідно з паспортом акваторії становить 11 м та є достатньою для виконання гальмування до повної зупинки, розвороту на зворотний курс з використанням буксирів та маневрування під час швартування.

Результати розрахунку можна подати у вигляді алгоритму функціонування системи управління, що містить розрахунок координат ТТ для заходу та виходу судна в/з порту та представлених у вигляді матриці координат прямолінійних та криволінійних ділянок шляху (див. рис. 3.15).

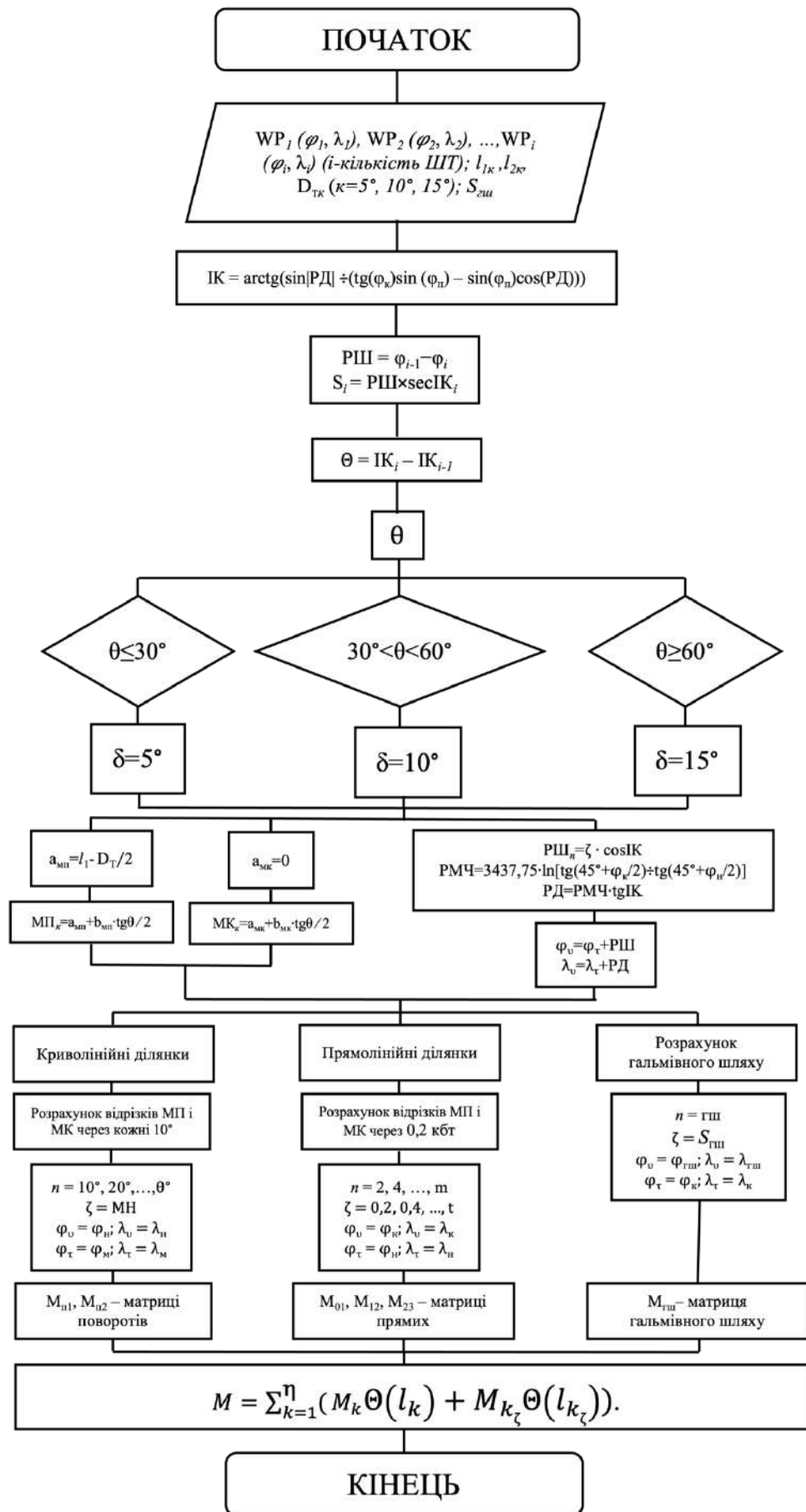


Рис. 3.15. Запропонований алгоритм розрахнку координат ТТ і формування їх сумарної матриці

Після підходу до місця швартування починається притискання судна до причалу та регулювання позиції судна. Мінімальна схема використання швартовних кінців, що рекомендується, становить по три поздовжніх і по два шпринги з бака і корми. Після обтиснення швартовних кінців буксири можуть бути вільні, і швартування вважатиметься закінченим.

Аналіз результатів імітаційного моделювання постановки судна до причалу Fishing Port 8 в порту Чорноморськ, дає змогу зробити наступні висновки.

1. Результати підготовки плану заходу подаються як сума лінійних матриць окремих ділянок, включаючи криволінійні. Крім того, окремо визначаються координати точок початку гальмування біля причалу, перекладки руля при виконанні поворотів у ШТ, закінчення поворотів та кутів перекладки руля в кожній з них. Визначення гальмівного шляху дозволить своєчасно зупинити рух судна роботою машини середнім заднім ходом та безпечно закінчити швартування. До цього часу відсутнє представлення аналітичного розрахунку початку гальмування. Лоцмани покладалися лише на свій практичний досвід.

2. Розроблений алгоритм планування постановки судна до причалу базується на рекомендованих лініях гідрографією та з урахуванням гідрометеорологічних умов в порту та дозволяє виконати вимоги ММО при плануванні рейсового циклу від причалу до причалу. Для удосконалення вибору ШТ необхідно провести натурні іспити та визначити усереднені лінії для кожного причалу. Планування координат ТТ суднового лоцманського плану заходу/виходу із порту для навігації по шляхових точках засновано на верифікації запропонованої моделі спостереження руху 500 суден акваторією порту.

3. «Судновий план лоцманського проведення» дозволяє забезпечити підвищення рівня навігаційної безпеки багатооператорного управління маневруванням судна під час спільної роботи лоцмана і капітанів.

3.5. Верифікація удосконаленої методики автоматизованого розрахунку координат заходу/виходу із порту

Верифікація удосконаленої методики автоматизованого розрахунку координат заходу/виходу із порту у ведеться на основі функціонування комп'ютерного плагіну. Під час проведення лоцман лише надає навігаційні послуги з рекомендацій по проходженню акваторією порту. Офіційно судном повинен керувати капітан. Лоцман передає капітану план проведення судна, який є загальним для всіх типів суден і не використовується для навігації. З цієї причини такий план не можливо використовувати в повній мірі для управління маневруванням на кожному окремому судні, оскільки всі вони мають різні маневрені характеристики. Певні маневрені характеристики, від яких залежать координати криволінійних ТТ, різняться на кожному окремо взятому судні [126]. Перед тим як приступити до побудови ТТ, необхідно вивчити правове регулювання приходу, стоянки та відходу суден (приклад - порт Чорноморськ, Україна) [127]. Також для визначення координат безпечних ТТ, було проведено аналіз аварійності в морському порту Чорноморськ [128].

З 2017 по 2019 роки поводилася реалізація проєкту днопоглиблення акваторії морського порту Чорноморськ, що дало змогу приймати судна більших розмірів [129]. Для того, щоб отримати «Судновий план лоцманського проведення», придатний для навігації, необхідно лоцманський план модифікувати шляхом визначення ШТ і завантаження їх до плагіну «Path Planning IS», який розрахує ТТ та нанесе координати маршруту слідування, що описано у [130-132].

У попередньому розділі отримано лоцманські плани заходів/виходів до/від кожного причалу в порту Чорноморськ. Дані у вигляді ШТ надсилаються на судно, де інтегровано плагін «Path Planning IS», на базі алгоритму (рис. 3.9) розраховує ТТ для кожного судна окремо. Для прикладу, наведемо ТТ для заходу та виходу, де використовуються судна, тип яких був переважаючим біля вказаних причалів та які вже фактично були пришвартовані.

Розглянемо приклад побудови ТТ для судна «Wisco Adventure» під час заходу до причалу №21 (табл. В.9, додаток В). З рис. В.33, додаток В видно, що судно плавно огинає острів Дамбовий, роблячи перекладку руля на 15°. Після чого прижимається до причалу правим бортом за допомогою буксирів.

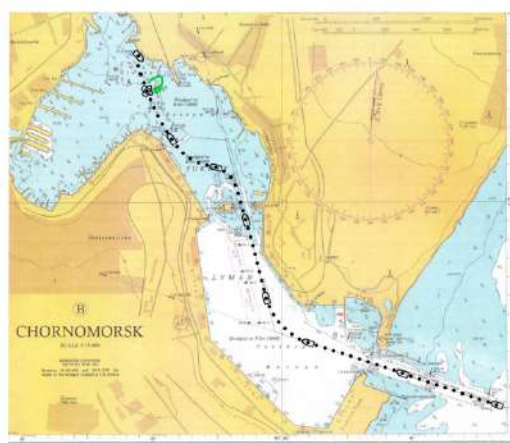
Для причалу №25 розглянемо 2 варіанти ТТ: у табл 3.16 варіант 1, де судно огинає острів Дамбовий із Заходу, а у варіанті 2 представлені ТТ для обходу острова зі Сходу. Для першого прикладу було взято судно «Bomar Mars», для якого розраховані відповідні ТТ (рис. 3.16 (а)). Для другого варіанту (рис. 3.16 (б)) обрано судно «Med Antarctic», де було використано його фактичне слідування.

Таблиця 3.16

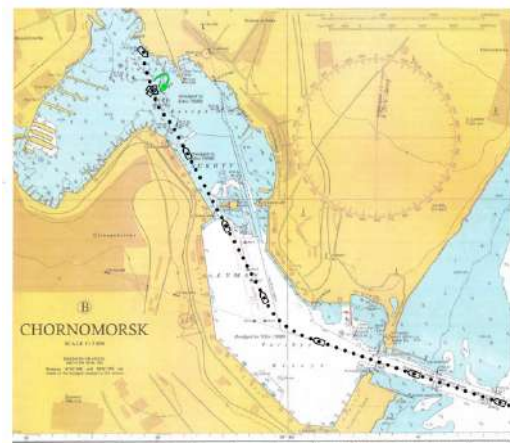
ТТ заходу суден «Bomar Mars» та «Med Antarctic» до Причалу №25

Варіант 1 – Судно «Bomar Mars»				Варіант 2 – Судно «Med Antarctic»			
<i>ТТ</i>	<i>Довгота</i>	<i>Широта</i>	<i>Курс</i>	<i>ТТ</i>	<i>Довгота</i>	<i>Широта</i>	<i>Курс</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
0	46,314861°N	30,693172°E	0	0	46,314861°N	30,693172°E	0
1	46,315390°N	30,690892°E	288,5°	1	46,315390°N	30,690892°E	288,5°
2	46,315920°N	30,688612°E	288,5°	2	46,315918°N	30,688612°E	288,5°
3	46,316449°N	30,686332°E	288,5°	3	46,316447°N	30,686331°E	288,5°
4	46,316978°N	30,684052°E	288,5°	4	46,316975°N	30,684051°E	288,5°
5	46,317508°N	30,681772°E	288,5°	5	46,317504°N	30,681771°E	288,5°
6	46,318037°N	30,679492°E	288,5°	6	46,318033°N	30,679490°E	288,5°
7	46,318566°N	30,677212°E	288,5°	7	46,318561°N	30,677210°E	288,5°
8	46,319095°N	30,674932°E	288,5°	8	46,319090°N	30,674929°E	288,5°
9	46,320079°N	30,670694°E	288,5°	9	46,319618°N	30,672649°E	288,5°
10	46,320887°N	30,667602°E	290,7°	10	46,320351°N	30,669489°E	288,5°
11	46,321444°N	30,666360°E	302,9°	11	46,321117°N	30,666509°E	290,4°
12	46,322137°N	30,665269°E	312,5°	12	46,321610°N	30,665356°E	301,7°
13	46,322946°N	30,664359°E	322,1°	13	46,322218°N	30,664325°E	310,4°
14	46,323850°N	30,663657°E	331,7°	14	46,322929°N	30,663440°E	319,2°
15	46,324823°N	30,663181°E	341,3°	15	46,323726°N	30,662721°E	328,0°
16	46,326436°N	30,662580°E	345,5°	16	46,325196°N	30,661591°E	332,0°
17	46,328049°N	30,661978°E	345,5°	17	46,326667°N	30,660460°E	332,0°
18	46,329663°N	30,661377°E	345,5°	18	46,328137°N	30,659330°E	332,0°
19	46,332649°N	30,660263°E	345,5°	19	46,329608°N	30,658199°E	332,0°

1	2	3	4	1	2	3	4
20	46,334698°N	30,659404°E	343,8°	20	46,331078°N	30,657068°E	332,0°
21	46,335355°N	30,658875°E	330,9°	21	46,332549°N	30,655938°E	332,0°
22	46,335940°N	30,658193°E	321,1°	22	46,334019°N	30,654807°E	332,0°
23	46,336436°N	30,657377°E	311,3°	23	46,335490°N	30,653676°E	332,0°
24	46,336830°N	30,656452°E	301,5°	24	46,336961°N	30,652546°E	332,0°
25	46,337108°N	30,655445°E	291,8°	25	46,338814°N	30,651120°E	332,0°
26	46,337265°N	30,654384°E	282,0°	26	46,340464°N	30,649785°E	330,7°
27	46,336938°N	30,658320°E	280,8°	27	46,341195°N	30,649025°E	324,2°
28	46,337272°N	30,655172°E	278,7°	28	46,340272°N	30,650071°E	141,9°
29	46,337595°N	30,653895°E	290,0°	29	46,342080°N	30,648165°E	323,9°
30	46,338049°N	30,652704°E	298,9°	30	46,343188°N	30,647335°E	332,6°
31	46,338625°N	30,651627°E	307,7°	31	46,344359°N	30,646710°E	339,7°
32	46,339308°N	30,650690°E	316,5°	32	46,345951°N	30,646000°E	342,9°
33	46,340083°N	30,649915°E	325,3°	33	46,347642°N	30,645247°E	342,9°
34	46,340679°N	30,649401°E	329,2°				
35	46,342426°N	30,647982°E	330,6°				
36	46,343365°N	30,647431°E	337,9°				
37	46,344936°N	30,646629°E	340,5°				
38	46,347642°N	30,645247°E	340,5°				



а)



б)

Рис. 3.16. Маршрут слідування судна «Botar Mars» (а) та судна «Med Antarctic» під час заходу до причалу №25

Як слідує з параграфу 3.4, розглянуті причали №26 і №27 дуже схожі між собою. Вони обидва використовуються для суден типів Ro-Ro. Для причалу №26

було взято судно «Vilnius», яке частіше туди заходило, та побудовано відповідні ТТ (табл. В.10 і рис. В.34 (а), додаток В). Для причалу №27 експериментально використаємо судно «Kaunas». В табл. В.10, додаток В представлені ТТ для даного судна, а на рис. рис. В.34 (б), додаток В наведено маршрут слідування.

У випадку виходу від причалу №3 ТТ руху судна утворюють єдину криву (рис Г.32, додаток Г), яка формується на підставі близького розташування ШТ та великого тактичного діаметру циркуляції судна. ТТ, представлені в табл. Г.8, додаток Г, розраховані з використанням характеристик розгону судна «Levantes» під час відходу від причалу. Для виходу судно може не використовувати буксири, а відійти на носовому шпрингу. Однак, під час притискного вітру мінімум один буксир повинен бути задіяний.

Причал №14 має два варіанти відходу. В табл. Г.9, додаток Г наведені ТТ для судна «Seapower», яке було ошвартоване лівим бортом. На рис. Г.33, додаток Г видно, що ТТ формують синусоїду для плавного відходу судна без участі буксирів. Повороти відбуваються за допомогою переключок руля в певних ТТ. Другий варіант (табл. Г.10, додаток Г) – відхід від причалу №14, коли судно «Frontier Leader» ошвартоване правим бортом. Відтягнувшись від причалу на носовому шпрингу, судно повинно слідувати прямим курсом зразу на вихід з каналу (рис. Г.34, додаток Г).

Розглянемо три випадки побудови ТТ для причалу №FP1. Перший: судно малих розмірів пришвартовано правим бортом. ТТ будуються так (табл. 3.17), щоб судно «Immensity» відійшло від причалу за допомогою буксирів, зробило поворот через правий борт та вийшло на заданий курс (рис. 3.17).

Таблиця 3.17

ТТ виходу судна «Immensity» від Причалу №FP1

ТТ	Довгота	Широта	Курс
1	2	3	4
0	46,323775°N	30,668486°E	0
1	46,325147°N	30,669851°E	034,6°

1	2	3	4
2	46,327176°N	30,671869°E	034,6°
3	46,325396°N	30,670207°E	212,9°
4	46,324703°N	30,669839°E	200,2°
5	46,323977°N	30,669643°E	190,6°
6	46,323239°N	30,669625°E	181,0°
7	46,322509°N	30,669784°E	171,4°
8	46,321808°N	30,670117°E	161,8°
9	46,321155°N	30,670613°E	152,2°
10	46,320569°N	30,671258°E	142,6°
11	46,320066°N	30,672035°E	133,1°
12	46,319660°N	30,672920°E	123,5°
13	46,319362°N	30,673889°E	114,0°
14	46,318830°N	30,676167°E	108,6°
15	46,318298°N	30,678446°E	108,6°
16	46,317766°N	30,680725°E	108,6°
17	46,317234°N	30,683004°E	108,6°
18	46,316703°N	30,685283°E	108,6°
19	46,316171°N	30,687561°E	108,6°
20	46,315639°N	30,689840°E	108,6°
21	46,314861°N	30,689516°E	108,6°

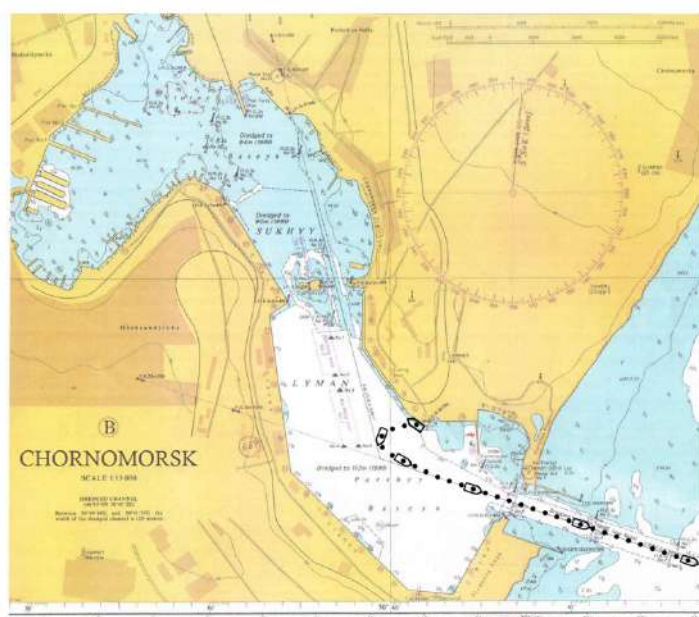


Рис. 3.17. Маршрут слідування судна «Immensity» під час виходу від причалу № FPI

Другий: крупнотонажне судно пришвартовано правим бортом. Для судна «Nikolas III» необхідний великий радіус циркуляції (табл. 3.18). Розворот відбувається через лівий борт (рис. 3.18).

Таблиця 3.18

ТТ виходу судна «Nikolas III» від причалу №FP1

<i>ТТ</i>	<i>Довгота</i>	<i>Широта</i>	<i>Курс</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
0	46,323775°N	30,668486°E	0
1	46,323297°N	30,670790°E	106,7°
2	46,322819°N	30,673094°E	106,7°
3	46,322232°N	30,675919°E	106,7°
4	46,322778°N	30,672998°E	285,1°
5	46,322813°N	30,671967°E	272,7°
6	46,322731°N	30,670942°E	263,5°
7	46,322536°N	30,669949°E	254,2°
8	46,322233°N	30,669015°E	244,9°
9	46,321829°N	30,668165°E	235,6°
10	46,321336°N	30,667419°E	226,3°
11	46,320767°N	30,666799°E	217,1°
12	46,320136°N	30,666319°E	207,8°
13	46,319461°N	30,665992°E	198,5°
14	46,318759°N	30,665826°E	189,3°
15	46,318049°N	30,665825°E	180,1°
16	46,317350°N	30,665987°E	170,9°
17	46,318963°N	30,665384°E	345,5°
18	46,320575°N	30,664781°E	345,5°
19	46,322188°N	30,664178°E	345,5°
20	46,323801°N	30,663575°E	345,5°
21	46,325974°N	30,662762°E	345,5°
22	46,323781°N	30,663710°E	163,3°
23	46,322884°N	30,664425°E	151,1°
24	46,322082°N	30,665345°E	141,5°
25	46,321397°N	30,666447°E	131,9°
26	46,320848°N	30,667698°E	122,3°
27	46,320452°N	30,669065°E	112,7°
28	46,319923°N	30,671346°E	108,6°
29	46,319394°N	30,673626°E	108,6°

1	2	3	4
30	46,318865°N	30,675906°E	108,6°
31	46,318336°N	30,678187°E	108,6°
32	46,317808°N	30,680467°E	108,6°
33	46,317279°N	30,682747°E	108,6°
34	46,316750°N	30,685027°E	108,6°
35	46,316221°N	30,687308°E	108,6°
36	46,315692°N	30,689588°E	108,6°
37	46,314861°N	30,689516°E	108,6°

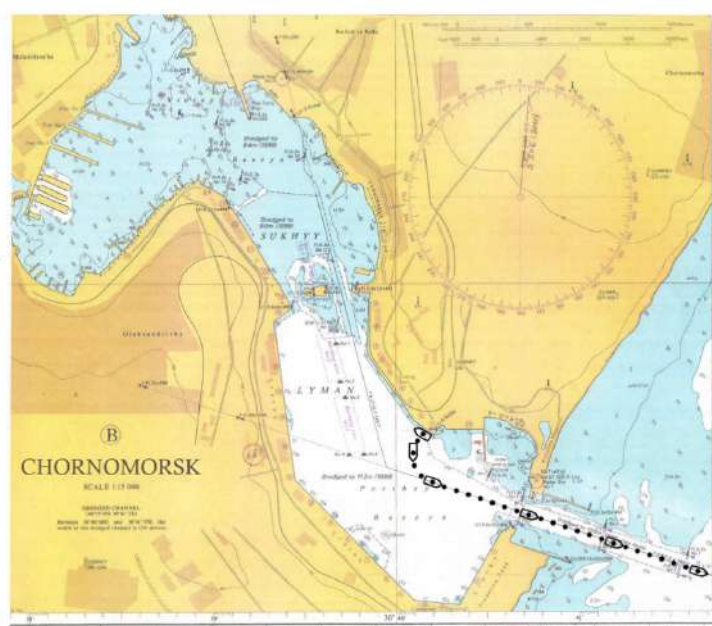


Рис. 3.18. Маршрут слідування судна «Nikolas III» під час виходу від причалу № FPI

Третій: судно будь-яких розмірів пришвартоване лівим бортом. На прикладі судна «Dilek» отримали ТТ (табл. 3.19), які плавно входять до заданого курсу підхідного каналу. Поворот руля досягає 5° на лівий борт (рис. 3.19).

ТТ виходу судна «Dilek» від причалу №FPI

ТТ	Довгота	Широта	Курс
0	46,323775°N	30,668486°E	0
1	46,321849°N	30,670997°E	137,9°
2	46,319916°N	30,673815°E	134,7°
3	46,318963°N	30,675948°E	122,8°
4	46,318282°N	30,678290°E	112,8°
5	46,317757°N	30,680573°E	108,6°
6	46,317233°N	30,682855°E	108,6°
7	46,316708°N	30,685137°E	108,6°
8	46,316184°N	30,687419°E	108,6°
9	46,315659°N	30,689702°E	108,6°
10	46,314861°N	30,689516°E	108,6°

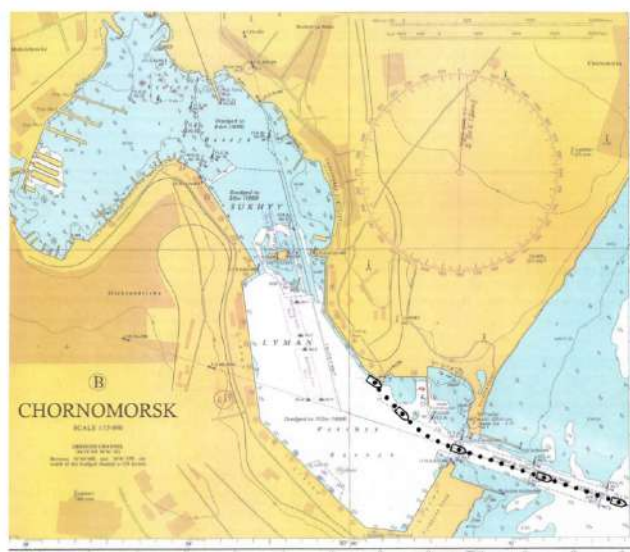


Рис. 3.19. Маршрут слідування судна «Dilek» під час виходу від причалу № FPI

Отже, ми отримали готові «Суднові плани лоцманського проведення», які придатні для навігації. У наступних розділах дисертації описані успішні верифікації роботи плагіну «Path Planning IS». Для побудови ТТ заходів/виходів необхідні лише дані ШТ від лоцманської служби, маневрені характеристики судна та інтегрований в ECDIS плагін «Path Planning IS». Результати апробацій, наведених в даному параграфі доцільно використовувати під час маневрування

в портах України в якості нормативного документу порту для підготовки лоцманської служби до безпечного проведення суден. Це дозволить виконати вимогу ММО по плануванню переходу від причалу порту відходу до причалу порту приходу.

Висновки за розділом 3

1. Аналіз гідрометеорологічних факторів в порту Чорноморськ з 2013 по 2023 р.р., на базі якого виявлено зміну погодних умов за останні 10 років у вітровому та температурному режимах, дозволив отримати результати впливу зовнішніх факторів на рух судна акваторією порту та став першою складовою роботи з побудови «Суднового плану лоцманського проведення».

2. Виконаний аналіз 500 спостережень шляху руху суден по акваторії порту Чорноморськ береговою РЛС, з яких 200 виходів та 300 заходів. Спостереження проводились з 07.10.2020 по 03.06.2023 на базі додатку Marine Traffic. Визначено: типи суден біля причалів; аналіз часу витраченого для проходження від лоцманської станції до причалу та від причалу до виходу із порту; середньостатистичні значення вітрового впливу; визначено середню швидкість заходу/виходу суден від кожного причалу та встановлено дотримання суднами допустимої максимальної швидкості згідно з постановами по порту. Враховано вибір борту швартування судна біля причалу.

3. На основі аналізу заходу суден до порту Чорноморськ, рекомендацій гідрографії та визначених гідрометеорологічних умов роботи, побудовано удосконалені лоцманські плани проведення, придатні до навігаційного використання для заходу та виходу до/від кожного причалу у вигляді таблиць ШТ.

4. Алгоритми автоматичного визначення матриці планових координат ТТ методом шляхових точок при заході/виході судна в/із порту наведено у алгоритмі функціонування системи управління у вигляді розрахунку координат ТТ для заходу та виходу судна з порту. Дані представлені у вигляді матриць координат прямолінійних та криволінійних ділянок шляху. Розроблений алгоритм планування постановки судна до причалу, при виборі шляхових точок, базується на рекомендованих лініях безпечного шляху нанесених гідрографією, розташованих рівновіддалено від навігаційних небезпек, та враховує

гідрометеорологічні умови в порту, що дозволяє виконати вимоги ММО при плануванні рейсового циклу від причалу до причалу.

5. Верифікація прикладів «Суднових планів лоцманського проведення» для трьох заходів та трьох виходів від різних причалів в порту Чорноморськ для шести різних типів суден підтвердила вірність прийнятих рішень. Шляхом аналізу погодних умов, спостереженням за проходженням 500 суден, розробкою Лоцманських планів до/від причалів, отримані придатні для практичного використання на різних типах суден таблиці ШТ, які в навігації потрібно ввести в комп'ютерний плагін «Path Planning IS» даного судна для отримання «Суднового плану лоцманського проведення».

6. Доведено, що основною перевагою методики планування шляху руху судна по таблиці ШТ шляхом розрахунку ТТ по куту перекладки руля для криволінійних траєкторій є представлення шляху у вигляді суми лінійних матриць координат прямолінійних і криволінійних ділянок і оперативного контролю параметрів руху по них. Запропонована методика використовується як основа побудови маршруту та контролю пересування судна в СППР [113-116]. Також ця методика побудови шляху є актуальною для використання під час підготовки «Суднового плану лоцманського проведення», оскільки знижує ризик непорозуміння між капітаном і лоцманом під час навігаційного проведення, а також ризик виникнення аварійних подій при управлінні ресурсами навігаційного містка [114-121].

Основні результати розділу опубліковані в наукових працях [110, 111, 112, 126-132].

РОЗДІЛ 4

РОЗРОБКА УДОСКОНАЛЕНОЇ СУДНОВОЇ НАВІГАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПЛАНУВАННЯ ШЛЯХУ ПРИ ЗАХОДІ/ВИХОДІ ІЗ ПОРТУ

4.1. Вплив особливостей акваторії порту, характеристик повороткості судна та параметрів його маневрування

Розвиток економічно успішного порту – це безперервний процес, що залежить від змін як у світовій торгівлі, так і на ринках морських перевезень, а також від сучасних тенденцій у практиці судноплавства та вантажно-розвантажувальних робіт. Тому адміністраціям портів необхідно передбачати попит, а також прогнозувати кількість товарів, які можуть пройти через порт, та судна, які будуть використовуватись найближчими роками. Під час проектування портів зазвичай прагнуть оптимізувати економіку всього транспортного ланцюга, включаючи прийнятну віддачу від інвестицій у портову інфраструктуру та обладнання, дотримуючись при цьому екологічних критеріїв [139].

Зупинимось на основних моментах, що спонукають здійснювати зміну геометрії акваторії порту, використовуючи підхідні канали для проходження суден більших розмірів, ніж заплановані проектом. Одним із них є ініціатива з боку місцевого керівництва регіону щодо виконання робіт з поглиблення або розширення каналів для підвищення економічних показників порту [140, 141].

Слід зазначити, що проблему впливу залежності маневрених характеристик суден від розмірів підхідного каналу та масштабів акваторії порту було висвітлено у багатьох наукових роботах [142-148], де отримані аналітичні вирази для векторних погрішностей кожного з впливових факторів, розглянуто основні проблеми, що призводять до підвищення ефективності роботи підприємств портів у посткризовий період. Одним із шляхів підвищення рентабельності морських портів є інтенсивний розвиток існуючих інвестиційних проєктів та впровадження нових у короткі терміни.

Важливою задачею всіх учасників транспортного ланцюга для сталої роботи порту – є уникнення додаткових навантажень на конструкцію каналу та мінімізація часу перебування суден в порту, незалежно від їх розмірів (тенденція до заходу в порти суден великого розміру зростає). Для досягнення такої мети необхідно:

- звести до мінімуму час проходження суден підхідним каналом;
- забезпечити доступність заходів та виходів суден на всіх стадіях проходження акваторії порту, за будь-якої погоди або, принаймні, мінімізувати обмеження.

Основними критеріями каналу та пов'язаних з ним районів плавання є безпека маневрів та морських операцій руху. Уряд країни, адміністрація порту або власник/оператор терміналу визначають бажану вантажопідйомність, що дозволяє визначити розмір акваторії порту, а також інші вимоги до її конфігурації. Завдання проєктувальника полягає в тому, щоб перетворити ці основні критерії на остаточний проєкт, який зазвичай є результатом декількох ітерацій, за погодженням з власником/адміністрацією порту/інженерами. Після того, як критерії безпеки встановлені, можна розглянути альтернативи для визначення найбільш відповідного рішення для даного випадку, при тому розумінні, що будь-яка альтернатива повинна відповідати раніше визначеним факторам безпеки. Також, на цьому етапі необхідно оцінити критерії каналу з погляду можливих змін розмірів суден та типів вантажів у майбутньому.

При проходженні каналу необхідно завжди порівнювати розміри каналу та маневрені характеристики судна, які бажано виконувати в електронному варіанті [89]. При проєктуванні каналу його власник повинен прорахувати всі можливі типи суден та їх максимальні розміри з метою проєктування належних параметрів каналу.

Якщо кліренс занадто низький, хвилі занадто високі, течія занадто сильна, швидкість вітру занадто велика, швидкість судна занадто низька або видимість занадто погана, судну може загрожувати небезпека. Лоцман може виявитися не

в змозі безпечно управляти судном, буксирні операції можуть бути порушені або швартування може бути неможливим.

Обмеження швидкості руху судна, як мінімальні, так і максимальні, вважаються експлуатаційними обмеженнями. У деяких випадках припливно-відливні явища та обмеження швидкості можуть взаємодіяти, наприклад, коли судно проходить довгим каналом під час відливу.

Різні ділянки шляху, або ділянки каналу, можуть мати різні умови експлуатації, що обмежують його рух. Залежно від цих умов для кожної ділянки можуть бути отримані різні горизонтальні та вертикальні розміри, з різними вимогами до буксирів та засобів навігаційного обладнання. Це може негативно позначитися на доступності та ефективності каналу. Невизначеність у роботі каналів можна розділити на чотири різні групи (рис. 4.1).



Рис. 4.1. Невизначеність у роботі каналу

Експлуатаційні регламенти є невід'ємною частиною правильного проектування каналу. Вони повинні розроблятися за активної співпраці операторів і моряків (наприклад, лоцманів) та охоплювати всі типи передбачуваних подій з метою управління ризиками в допустимих межах.

Ще одним фактором під час проектування каналу є погодні умови. Необхідно враховувати зміни, які можуть статися в умовах навколишнього середовища в результаті пропонованої конструкції фарватеру та будь-яких

відрізків шляху для маневрування. Вплив вітру та течії особливо важливий при розрахунку параметрів каналу, через розширення маневрової полоси судна за рахунок вітрового дрейфу та зсуву від течії (рис. 4.2).



Рис. 4.2. Чинники, що впливають на проходження судном каналу

З урахуванням вищенаведеної інформації можна зробити висновки про безпосередній взаємозв'язок між параметрами підхідного каналу та пропускнуою спроможністю для різних типів суден, на яких має бути встановлена СППР «Планування шляху».

Також протягом усього підхідного шляху повинні бути достатньо встановлені засоби для навігації. У свою чергу судноводій, орієнтуючись по АТОН, може додатково контролювати на екрані ECDIS безпечне слідування (враховуючи, що навігаційний інформаційно-аналітичний комплекс «Планування траєкторії шляху за допомогою матриць ТТ» працює справно).

Гідрометеорологічні умови є важливим фактором при проходженні у вузькості, оскільки утворюють кут знесення судна, що може досягати значних величин.

Для його обліку в СППР «Планування шляху» пропонується використовувати курсовий метод з відхиленням, який компенсує сумарний вектор зносу, не враховуючи при цьому від яких сил він був отриманий, повертаючи на початковий курс судна.



Рис. 4.3. Взаємозв'язки між параметрами портової акваторії для безпечного маневрування та СППР «Планування шляху»

Використання навігаційного інформаційно-аналітичного комплексу «Path Planning IS» при лоцманському та буксирному проведенні підвищує рівень безпеки проходження каналом або фарватером за рахунок врахування більшої, актуальної на час проходження, інформації. Відсутність одного з критеріїв оцінки бічного зсуву призведе до порушення балансу системи, що, в свою чергу, спричинить зниження рівня безпеки плавання в цілому.

4.2. Можливості використання плагіну «Path Planning IS» до СППР на суднах з дуальною паливною системою

На сьогодні всі судноплавні компанії в усьому світі зобов'язуються виконувати необхідні дії для захисту навколишнього середовища від забруднення. У свою чергу ММО розробила низку документів, які супроводжують впровадження екологічно чистого транспорту. З цієї причини кожна компанія розробляє нові технології для зменшення викидів забруднюючих

речовин у навколишнє середовище, а також приділяє увагу підготовці моряків з цих питань на спеціалізованих курсах.

Пакет заходів нового розділу 4 Додатку VI MARPOL під назвою «Положення про енергоефективність для суден» для заходів зі скорочення експлуатації та нових суден складається з двох основних заходів [149]:

1. Індекс енергоефективності дизайну (EEDI).

Він вимагає відповідності нових суден мінімальним обов'язковим рівням енергоефективності, які з часом підвищуються через різні фази.

2. План енергоефективності судна (SEEMP).

Він встановлює механізм для судновласників, який забезпечує підвищення енергоефективності нових існуючих суден за допомогою таких операційних заходів, як диферент, погодний маршрут, оптимізація осадки, оптимізація швидкості тощо.

Крім того, ММО наполягає на скороченні викидів парникових газів від міжнародних судноплавних перевезень і, що є найбільш терміновим, прагне якнайшвидше припинити їх у цьому столітті [150].

Тенденція використання таких суден збільшується з кожним роком, що описано в статті [151]. Однак, практичне використання газу як палива під час проходження акваторією порту, з урахуванням використання плагіну «Path Planning IS», майже не можливо.

Кваліфікований екіпаж має важливе значення для опанування нових технологій на судах. Через це судноплавство вимагає хорошої освіти молодого покоління та належної підготовки існуючого екіпажу, щоб відповідати вимогам ринку через зміну технологій у наступному десятилітті. Зосереджено увагу на попиті на підготовлену морську робочу силу в динамічних економіках в результаті швидкого розвитку судноплавства та більш широкої індустрії судноплавства. Аналізуючи етапи розвитку судноплавства, промислова революція принесла з собою вимоги до нових навичок, що неминуче призвело до створення нових класів моряків і, отже, нового поділу праці. Механічний/електромеханічний рушій змінив не тільки засоби, за допомогою

яких судно переміщувалося з одного місця в інше, він також змінив роль «моряків», чийх навичок раніше було достатньо, щоб здійснити цей процес.

ІТ-інфраструктура судна оптимізується для зберігання, отримання та обробки даних у режимі реального часу. Завдяки підтримці комунікаційних технологій архівні дані можна зберігати як на борту судна, так і на березі. Крім того, когнітивні системи діятимуть як сховище даних. Ці системи інтегруватимуть обробку природної мови в машинне навчання, щоб запропонувати інтуїтивно зрозумілий інтерфейс між людиною та машиною.

На сьогоднішній день найпоширенішим типом обміну інформацією між суднами та СУРС є електронні файли. Дослідження цього оновлення показує, що це дуже зручно для всіх частин багатооператорного управління. ІТ-технології забезпечують новий етап спілкування для моряків. Також така система спростить вивчення машинної обробки [152].

4.3. Формування алгоритму організації безпечного проходження судна в акваторії порту згідно з вимогами ММО

Одним із найважливіших етапів рейсового циклу судна є захід та відхід у/з порту. Традиційно, для організації безпечної навігації, до роботи команди ходового містка під час зазначених операцій залучають морських лоцманів - експертів з знаннями оперативної навігаційної інформації порту і припортової акваторії, а також використовують систему управління рухом судна (СУРС). Слід зазначити, що останнім часом сучасні наукові роботи морських інститутів в цій галузі присвячені оцінці ризиків лоцманських операцій (на основі висновків експертів, даних AIS, звітів про аварії тощо). Це дозволяє визначити наступні етапи при маневруванні судна у стиснених умовах:

- а) належний вибір безпечних ШТ і складання їх таблиці;
- б) уточнене планування координат руху ТТ з урахуванням геометрії шляху, маневрених характеристик та ризиків (навігаційних, кібернетичних тощо);

в) використання автоматизованих систем підтримки прийняття рішень при управлінні судном.

Докладний аналіз виконання кожного з етапів дозволяє визначити ступінь їх важливості для забезпечення успіху операції в цілому та з'ясувати основні фактори, що допоможуть запобігти виникненню аварійних ситуацій.

Враховуючи особливості кожного регіону, морська лоцманська діяльність зазвичай розглядається як основна альтернатива для підвищення безпеки судноплавства в аварійно небезпечних ділянках для маневрування судна та для забезпечення відповідності національним інтересам [132]. Лоцмани забезпечують обмін інформацією з береговою адміністрацією та екіпажами буксирів, як правило, місцевою мовою [134]. Таким чином, успіх навігації в цих умовах максимально залежить від продуктивності взаємодії учасників системи багатооператорного управління маневруванням.

Лоцманське проведення судна є обов'язковим у більшості морських портів світу. У цьому розділі досліджується проблема планування лоцманського проведення й управління рухом судном. Вона включає визначення безпечних координат при плануванні руху суден у морському порту, призначення робочих змін лоцманам і планування їх роботи у кожену робочу зміну під час проведення судна [135-138].

Усю організацію взаємодії елементів системи багатооператорного управління маневруванням під час заходу судна до порту пропонуємо представити у вигляді метро-карти. Вона дозволяє організувати лінії прямого, зворотного та локального зв'язку між елементами системи та ілюструє складність і необхідність співпраці між декількома операторами системи управління під час заходу в порт і організації маневрування.

На рис. 4.4 наведено приклад заходу в порт, який зображено як метро-карта, де кожна лінія представляє окремий сектор послуг, а кожна станція представляє стан виникнення подій або виконання дій, які були важливими в процесі заходу в порт. Метро-карта ілюструє потік дій і подій, які відбувалися

під час заходу в порт, від прибуття судна (ліва частина) до його відходу (права частина), з операціями терміналу між ними (показані пунктиром).

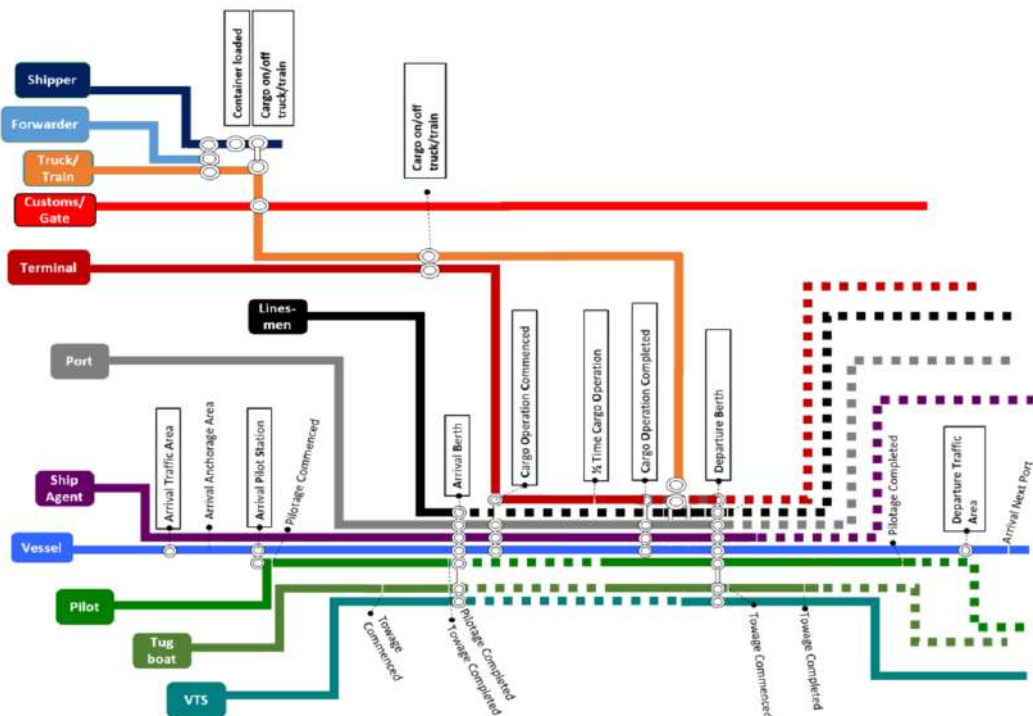


Рис. 4.4. Типова метро-карта програми активності порту [137]

Як видно з рис. 4.4, є багато станів, у яких дії декількох учасників потребували синхронізації. Стани, пов'язані з процесом повороту судна, також вважалися спільним об'єктом дії учасників. Ефективний розподіл ресурсів і виконання заходу в порт вимагали передбачуваних змін стану, і, однозначно, виграли б від покращення зв'язку та співпраці між учасниками. Плагін «Path Planning IS» має на меті стати платформою, що забезпечує таку підтримку.

Для зменшення навантаження на лоцманську службу, для дій у форс-мажорних обставинах, з метою зниження ризиків виникнення аварійної ситуації проведена верифікація плагіну «Path Planning IS» під час виходу судна «Nordic Luebeck» з порту Клайпеда, Литва, 08.03.2021 без супроводу лоцмана.

На борту судна була виявлена хвороба COVID-19. Через це для безпеки екіпажу судна та лоцмана – останній не був присутній на борту, а лише направив капітану рекомендовані ШТ для виходу (табл. 4.1).

Отримавши ці координати, їх завантажили до плагіну «Path Planning IS», де вже були вказані маневрені та гальмівні характеристики судна (табл. Д.1 – Д.2, додаток Д). Плагін одразу ж розрахував ТТ, якими судно повинно слідувати (табл. Д.3, додаток Д).

Таблиця 4.1

ШТ для виходу з порту Клайпеда

WP	LAT	LON
0	55°38,775' N	21°09,6' E
1	55°39,8' N	21°08,825' E
2	55°40,6' N	21°08,325' E
3	55°40,95' N	21°08,2' E
4	55°43,15' N	21°06,425' E
5	55°43,5' N	21°05,65' E
6	55°43,675' N	21°04,950' E
7	55°43,725' N	21°03,0' E
8	55°43,899' N	20°59,793' E

Наступним кроком є перенесення ТТ у вигляді файлу координат формату csv на ECDIS. Отриманий "Судновий лоцманський план" наведено на рис. Д.1 – Д.13, додатку Д. Судно виходило без лоцмана на борту та буксирів. Технологічна операція швартування відбувалась шляхом витяжки на носовому шпрингу корми судна та подальшого його відходу. Акваторією порту судно слідувало зі швидкістю 7,5 вуз. Управління відбувалось за рахунок авторульового, коли судноводій задавав новий курс відповідно до ТТ. Для компенсації впливу зовнішніх факторів використовувався курсовий метод управління по відхиленню. Таким чином, верифікація плагіну планування руху судна при виході є успішною, а ця методика побудови плану виходу з порту дозволила спростити роботу команди містка.

Дана методика є верифікованою, має практичну цінність і обґрунтування і може бути використана на судах для спрощення взаємодії при багатооператорному управлінні маневруванням між лоцманом та капітаном та

підготовки команди містка, а також у подальшому для використання на автономних суднах нового покоління.

Основною перевагою використання плагіну є планування шляху руху судна за таблицею ШТ розрахунком координат ТТ та за кутом перекидки руля (для криволінійних траєкторій є представлення шляху у вигляді суми лінійних матриць координат прямолінійних і криволінійних ділянок) і автоматичного оперативного контролю параметрів руху. Запропонована методика може бути використана при розробці засобів управління для автоматизованих суден і є єдиною можливою для суден з безвахтовим обслуговуванням. Також дана методика побудови шляху важлива під час підготовки плану шляху заходу і виходу, оскільки він знижує ризик непорозуміння між капітаном і лоцманом під час навігаційного проведення, і значно знижує ризик аварійних подій під час управління ресурсами навігаційного містка.

Отриманий алгоритм організації безпечного проходження судна в акваторії порту відповідає усім вимогам ММО. На сьогоднішній день він є актуальним, адже тенденція ризику команді судна опинитися під карантинними обмеженнями, коли повністю заборонена фізична присутність берегових служб на борту судна, дедалі зростає в сучасному середовищі. Слід також зазначити, що з розвитком інноваційних технологій, е-навігація стає пріоритетним напрямком розвитку у сфері морського транспорту, а відповідна сучасна підготовка судноводіїв для роботи на автоматизованих суднах нового покоління та використання розроблених програм/плагінів, на кшталт плагіну «Path Planning IS», надасть змогу капітанам самостійно здійснювати проведення судна акваторією порту.

4.4. Побудова вдосконаленої навігаційної системи планування шляху судна з урахуванням буксирного забезпечення

Розглянемо методику розрахунку необхідної кількості буксирів для безпечного маневрування в порту, яка містить блоки планування їх кількості та

загальної потужності за режимом руху, обраного з урахуванням допустимої швидкості, яка відповідає вимогам Обов'язкових постанов по порту, водотоннажності судна, характеристикам повороткості та гальмування. Вона повинна відповідати також наявним зовнішнім впливам від вітру, течії та хвилювання. Існуюча СППР повинна містити наступні блоки: вказівки курсу та швидкості; розрахунку сили інерції; розрахунку сили від якірного пристрою; сили опору корпусу; розрахунку гальмівних характеристик; розрахунку сумарної сили, яка необхідна для зупинки руху судна в повздовжньому напрямку. Система вторинної обробки має дисплей з блоками графічного зображення траєкторії руху судна та органів управління. Пристрій відрізняється від відомих тим, що система первинної обробки містить блоки розрахунку результуючої сили інерції та сили тяги на гаку та розрахунку необхідної кількості буксирів для погашення сили інерції в повздовжньому напрямку та величини шляху, яке пройде судно при гальмуванні буксирами без використання головного двигуна, що знаходиться у неробочому стані.

Зазначений пристрій відноситься до програмно-апаратних засобів інформаційного забезпечення управління рухом судна при маневруванні в порту і використовується, як засіб автоматичного планування кількості необхідних буксирів для організації безпечного руху і розробки заданого алгоритму управління [153] системою. В основу корисної моделі [154] поставлено завдання створення забезпечення високоточного розрахунку сумарної сили інерції судна при відмові головного двигуна. Воно має містити блоки: розрахунку: гальмівних характеристик і характеристик повороткості; сили інерції; впливу вітру; рівнодіючої сили та її напрямку; відстань до жорстких обмежень під час віддачі команди на вибір режиму роботи головного двигуна на задній хід або на буксирне забезпечення зупинки судна при відмові головного двигуна.

Зазначимо, що поставлене завдання досягається тим, що пристрій інформаційного забезпечення для вибору кількості буксирів при маневруванні під час швартовних операцій у порту містить датчики: поточної швидкості; курсу та кутової швидкості; положення ПП та блоки: розрахунку рівнодіючої сил

інерції судна і необхідної кількості буксирів та їх розміщення. Блок прийняття рішення щодо аварійної зупинки при відмові головного двигуна включає наступні блоки: контролю небезпеки відмови головного двигуна; побудови траєкторії руху для підготовки плану проведення та швартування; графічного зображення положення судна для оцінки та вирішення завдання зміни курсу; вибору заданого відхилення; аварійної сигналізації про неприпустиме відхилення; розрахункових даних вибору безпечного курсу та органів управління [155].

Інтегрована СППР «Планування шляху» відкриває доступ суднам до всієї необхідної інформації щодо доступності використання буксирів для супроводу в певний проміжок часу, яка потрібна для оптимізації часу транзиту та сприяння ефективному переміщенню вантажу з використанням сучасних технологій та єдиних стандартів.

Ефективні комунікації та обмін інформацією між відповідними зацікавленими сторонами сприяє підвищенню ефективності буксирних послуг. Даний електронний обмін інформацією робить значний внесок у покращення цієї послуги. Наприклад, попереднє повідомлення для капітана судна про наявність буксира в порту може допомогти адаптувати відповідним чином швидкість судна і, як наслідок, у деяких випадках запобігти надмірній витраті палива. У цій базі міститься наступна необхідна інформація, така як (табл. 4.2):

- запит ЕТА (розрахунковий час прибуття).
- запити на підтвердження прийняття судна.
- оновлена інформація про статус транзиту та наявність буксирів.
- Стандартизовані повідомлення подолання мовних бар'єрів.

Буксирні операції є ключовим елементом морського транспортного ланцюга, і для забезпечення погодженого руху суден потрібна наявність добре скоординованих деталей операції та засобів зв'язку.

Види можливого забезпечення інформації з допомогою СППР

«Планування шляху»

Тип інформації	Приклади інформації, яка використовується в буксирних службах
Інформація про акваторію порту	Контактна інформація буксирних суден/операторів
	Процедури та правила техніки безпеки
	Доступні ресурси
	Робочі години
Інформація про буксири	Тип буксира
	Робочі години
	Тяга на гаку
	Контактна інформація
	Розміри
	Час реакції
	Додаткові послуги
Інформація про роботу порту	Робочі години
	Контактна інформація буксирних суден/операторів
	Доступні ресурси
	Інформація про швартування та причал

Дану сферу послуг можна значно покращити за рахунок використання узгодженого порядку та алгоритму для електронного обміну інформацією та регулярного інформування користувачів про статус операцій як для операторів суден, так і для власників буксирів. Буксирна служба спрямована на покращення зв'язку, пов'язаного із запитом судна, а не на зміну поточних операційних процедур. Деякі з цих повідомлень можуть включати: розмір судна; необхідну кількість буксирів; ЕТА; розрахункову тривалість операцій; момент закінчення операцій.

Розширення можливостей додаткового підключення відомостей про буксирні операції в портах, на річках або у глибоководних районах дозволить підвищити її ефективність за рахунок використання СППР. Це також зменшить кількість помилок, пов'язаних з людським фактором таких, як мовні бар'єри або додатково застарілі відомості у довідковій інформації, підвищивши ефективність та доступ до необхідних даних, швидкою та простою у використанні методикою.

Відповідно до запропонованої методики розроблено автоматизовану навігаційну систему обміну інформацією при багатооператорному управлінні.

Функціонал такої системи представлений на рис. 4.5. За допомогою датчиків GPS з буксирів та судна інформація про місце знаходження надходить у блок обробки. Вона відображається на екранах суднового ECDIS та комп'ютерах VTS, призначених для моніторингу. Порівнюючи дані планового та фактичного маршруту, розраховується поправка на неузгодженість, яка відправляється в блок обробки інформації.

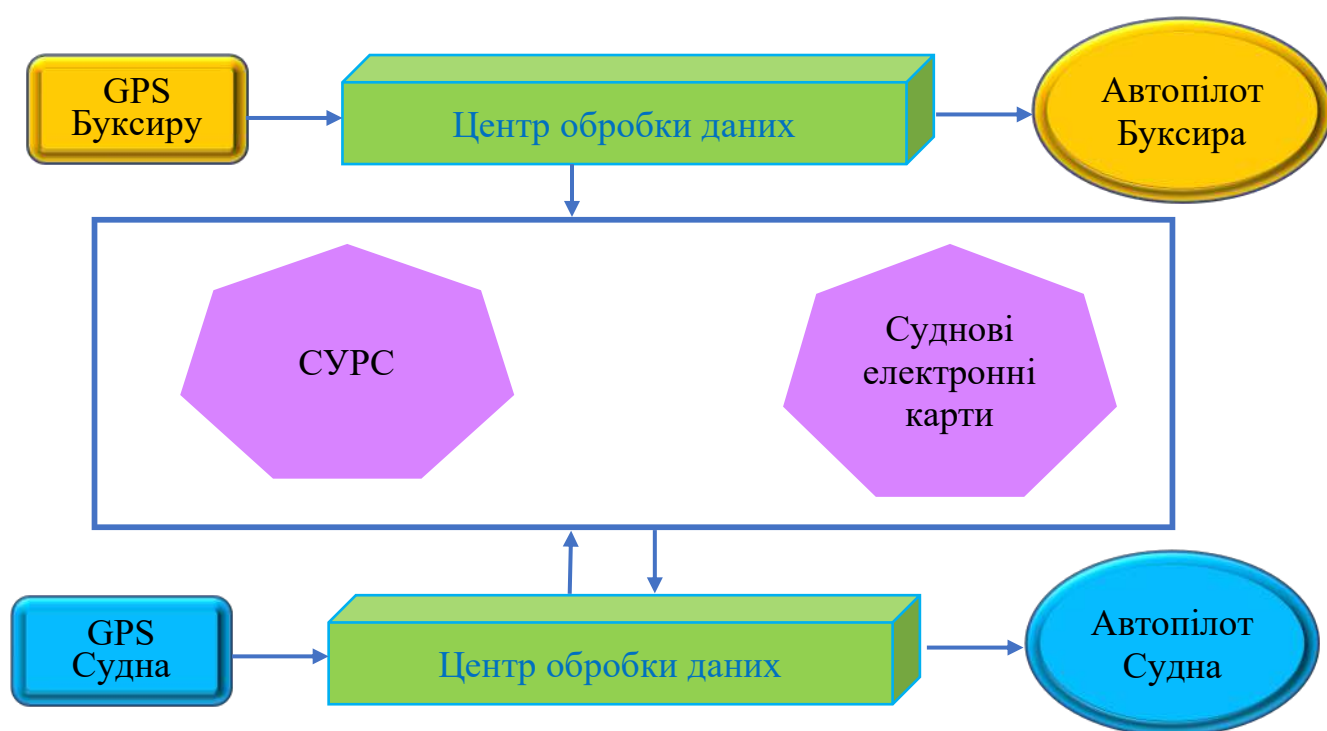


Рис. 4.5. Автоматизована система обміну інформацією

За цими даними розраховуються необхідні поправки для повернення на плановий маршрут, які передаються на систему управління судна та буксира. Навігаційна система обміну інформацією, описана у цьому дослідженні, може реалізувати автоматичне планування маршруту судна без втручання людини, що забезпечує оперативність для системи управління. Крім того, автоматизована навігаційна система відображає схему руху та всю необхідну інформацію про параметри маневрування, в яких планові та поточні координати будуть гарантувати високу точність навігації.

Використання такої системи дозволяє знизити ризик виникнення аварійної події, а також спрощує обмін параметрами руху між судном, лоцманом та СУРС. Вона забезпечує проведення судна по заданих ТТ, а також контроль забезпечення буксирного проведення. Капітанам судна та буксирів, лоцману та керуючому рухом суден у порту слід лише аналізувати отримані дані та контролювати можливе відхилення від планових координат ТТ.

Вважатимемо судно з координатами повздовжньої площини, відповідними ЦТ (φ_G, λ_G) . Розрахунок їх можливий через координати антени (φ_a, λ_a) за курсу K в діапазоні $0^\circ \leq K \leq 90^\circ$ за умови, що $\varphi_a \geq 0; \lambda_a \geq 0$.

$$\begin{cases} \varphi_G = \varphi_a + \Delta\varphi_1 + \Delta\varphi_2 = \varphi_a + \Delta\varphi_G \\ \lambda_G = \lambda_a - \Delta\lambda_1 + \Delta\lambda_2 = \lambda_a + \Delta\lambda_G \end{cases}, \quad (4.1)$$

де $\Delta\varphi_1$ – проекція відстані точки антени від ДП на вісь φ ;
 $\Delta\varphi_2$ – проекція відстані точки антени від ЦТ судна на вісь φ ;
 $\Delta\lambda_1$ – проекція відстані точки антени від ДП на вісь λ ;
 $\Delta\lambda_2$ – проекція відстані точки антени від ЦТ судна на вісь λ ;
 $\Delta\varphi_G, \Delta\lambda_G$ – поправки координат ЦТ.

У розгорнутому вигляді рівняння має такий вигляд:

$$\begin{cases} \Delta\varphi_1 = l_y \times \sin K; \Delta\varphi_2 = l_x \times \cos K \\ \Delta\lambda_1 = l_y \times \cos K; \Delta\lambda_2 = l_x \times \sin K \end{cases} \quad (4.2)$$

Підставивши дані з рівняння (4.2) у систему (4.1), отримаємо поточні координати судна:

$$\begin{cases} \varphi_G = \varphi_a + l_y \times \sin K + l_x \times \cos K \\ \lambda_G = \lambda_a - l_y \times \cos K + l_x \times \sin K \end{cases}. \quad (4.3)$$

Слід зазначити, що після визначення координат місця ЦТ судна необхідно виконувати контроль руху за допомогою курсового методу відхилення. При цьому слід стежити не лише за пересуванням власного судна, а й за тим, щоб

буксири рухалися за наміченим маршрутом. При виявленні відхилення судна від планової траєкторії шляху судноводій або авторульовий перекладає руль на протилежний борт, який рекомендує СППР «Планування шляху» для коригування маршруту. Якщо буксир відхилився від планової лінії або змінився натяг троса, тоді капітан судна віддає відповідну команду капітану буксира для повернення до належних параметрів руху.

Висновки за розділом 4

Під час лоцманського проведення необхідне використання автоматичних пристроїв: СППР запобігання посадці на міліну; оцінки ширини смуги маневреного усунення; автоматичного контролю процесу зближення з іншими суднами та вибору маневру для розходження. Ефективне практичне застосування їх на судах відбувається лише за умови дотримання низки важливих вимог, зумовлених, з одного боку, особливостями функціонування безпосередньо СППР, з другого – процесами планування шляху ТТ при рейсовому циклі. У розділі 4 розроблено низку покращень даної системи, базуючись на сучасних вимогах інфраструктури акваторій порту та системі вибору кількості буксирів для безпечного маневрування в екстремальних умовах. Таким чином, за основними пропозиціями щодо покращення системи СППР «Планування шляху», висвітленими в дисертаційному дослідженні, можна зробити наступні висновки.

1. Отриманий алгоритм організації безпечного проходження судна в акваторії порту імплементовано під час лоцманського проведення у процесі виходу судна із порту Клайпеда, Литва (08.03.2021) без присутності лоцмана на борту, чим було засвідчено, що методика розрахунку параметрів матриць ТТ з урахуванням маневрених характеристик судна є дієвою та практично реалізованою.

2. Здійснений аналіз функціональної схеми системи забезпечення даних про маневрені характеристики, показав взаємозв'язок між параметрами підхідного каналу та пропускною спроможністю для різних типів суден, на яких має бути встановлена ССПР «Планування шляху». Достовірна інформація про технічні дані підхідного каналу або фарватера також враховується, як і маневрені характеристики судна, для забезпечення безпечного проходу.

3. У СППР «Планування шляху» пропонується використовувати курсовий метод з відхилення, який компенсує сумарний вектор зносу, не враховуючи при цьому від яких сил він був отриманий, повертаючи на початковий курс судна.

Використання удосконаленої методики у вигляді плагіну «Path Planning IS» до СППР при лоцманському та буксирному проведенні забезпечує підвищення рівня безпеки проходження судна каналом або фарватером.

4. Визначено, що на судах, які використовують дуальну паливну систему необхідно переходити на дизельне паливо замість газу при маневруванні в портовій акваторії. Це дає змогу використовувати плагін «Path Planning IS» до СППР для лоцманського проведення.

5. Запропоновано автоматизовану систему обміну інформацією між судном, лоцманом, буксиром та СУРС. Однією з важливих переваг даної системи є можливість зниження ризику виникнення аварійної події, спрощення обміну, актуальною на час проведення судна, інформації. Капітанам судна та буксирів, лоцману та керуючому рухом суден у порту слід лише аналізувати отримані дані та контролювати можливі відхилення від шляху.

6. Отримані нові і удосконалені рішення, при їх впровадженні у практику судноводіння, дозволяють удосконалити систему е-навігації в портах, поліпшити контроль проходження судна при заході/виході, знизити ризик віддачі неправильної команди з боку лоцмана або неточного її трактування.

Основні наукові результати, отримані у розділі 4, опубліковані у патенті [168] та у роботах [151, 152, 154, 155].

РОЗДІЛ 5

ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПЛАГІНУ ДО СППР ПРИ АВТОМАТИЗОВАНОМУ ПЛАНУВАННІ КООРДИНАТ

5.1. Алгоритм роботи плагіну «Path Planning IS» до СППР при побудові матриці траєкторних точок

Лоцманське проведення повинне організувати процедуру безпечного проходження судном акваторії порту. Як показав досвід дослідної експлуатації удосконаленої методики планування шляху судна (у межах проведення цього дослідження) процес використання пропонованої е-навігації може бути освоєний кожним судноводієм. Використання плагіну «Path Planning IS» до існуючої СППР дозволяє значно знизити ризики виникнення передаварійної ситуації. Передання ШТ на судно здійснюється через файл формату csv, який завантажується у плагін. Однак, можливе також ручне введення координат ШТ.

Слід зазначити, що плагін можуть, також, використовувати лоцмани для отримання ШТ перед початком маневрування до причалу. Для цього необхідно завантажити попередньо плагін розрахунку координат шляху в судновий або лоцманський комп'ютер та ввести необхідні вхідні дані, які в подальших розрахунках будуть константами.

Зупинимось на етапах налаштування плагіну «Path Planning IS» для програми OpenCPN, які виконуються у наступній послідовності і яка є елементом пропонованої методики і за суттю, є інструкцією з експлуатації (наведена у спрощеному вигляді).

1. Встановіть програму OpenCPN в комп'ютер лоцмана чи капітана (опис доступний на офіційному сайті Windows, та не є частиною цієї інструкції).

2. Розмістіть файли, що поставляються з плагіном у папці «C:\Program Files (x86)\OpenCPN\plugins» (рис. Е.1, додаток Е).

3. Запустіть програму та в меню «Налаштування» -> «Плагіни» увімкніть доданий плагін, якщо цього не сталося автоматично. Після цього на панелі зліва з'являться два додаткові позначення (рис. Е.2, додаток Е).

4. Введіть відомості щодо маневрених та гальмівних характеристик судна для подальших розрахунків (рис. Е.3, додаток Е).

Після установки констант програма автоматично буде розраховувати ТТ для вашого судна. Функціонал плагіна простий у використанні та складається з двох частин:

1. Покращення існуючого маршруту з відображенням скоригованого на карті (верхня додана кнопка на лівій панелі, рис. Е.4, додаток Е).

Зліва направо розташовані наступні контрольні елементи:

а) «Додати нову точку» - відкриє меню для введення нової точки маршруту;

б) «Зберегти точки» - відкриє додаткове вікно для збереження доданих точок в пам'яті комп'ютера або на змінному носії;

в) «Завантажити точки» - дозволяє завантажити в плагін точки, що були збережені раніше (див. попередній пункт);

г) «Редагувати» - відкриває додаткове вікно для редагування обраної в таблиці точки;

г) «Видалення точки» - видаляє обрану в таблиці точку (рис. Е.5, додаток Е);

д) «Показати результати» - проводить обчислення шляху, використовуючи введені в програму точки та демонструє користувачу таблицю з результатами з можливістю збереження нового маршруту.

2. Відображення всіх маршрутів заданого напрямку для подальшого обчислення середнього (права додана кнопка на лівій панелі). Така функція використовується лоцманами для отримання ШТ (рис. Е.6, додаток Е).

Має наступні контрольні елементи:

а) лист-бокс з наявними причалами;

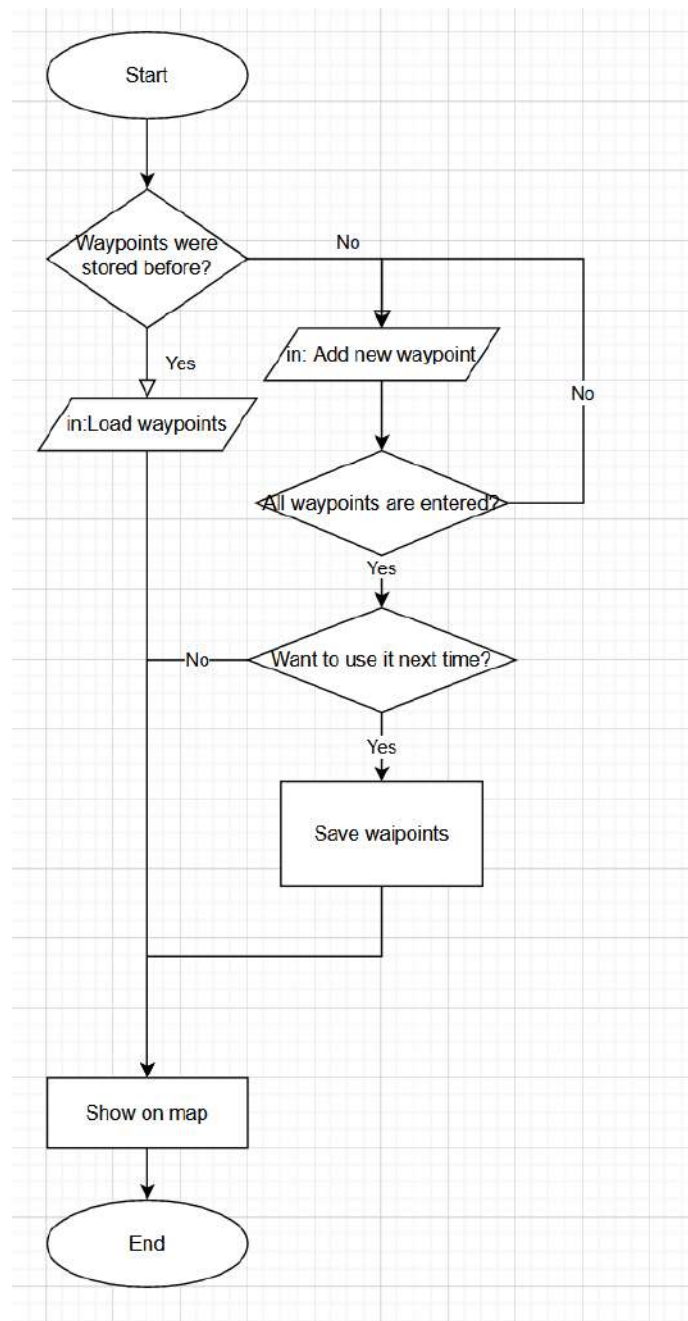


Рис. 5.1. Алгоритм роботи плагіну «Path Planning IS» до програми OpenCPN

б) лист-бокс з наявними суднами, для яких раніше був збережений шлях до обраного причалу;

в) «Додати новий маршрут» - відкриває додаткове вікно, яке дає можливість імпортувати з файлу “csv” маршрут у програму та призначити йому причал та судно, до якого він належить;

г) «Видалити маршрут» - видаляє маршрут, що обраний у лист-боксах;

г) «Нанести усі маршрути», що збережені за даним причалом.

Алгоритм роботи плагіну базується на запиті користувача та має вид, що наведений на рис. 5.1.

Забезпечення роботи плагіну не вимагає отримання особливих навиків судноводієм. Однак, бажано додати ознайомлення з даним функціоналом до навчального процесу.

Плагін «Path Planning IS» будує «Судновий лоцманського план проведення», придатний для навігації. Це дає можливість капітану судна заздалегідь спланувати маневри судна та зменшує ризик виникнення непорозумінь з лоцманом під час самого процесу швартування, або навіть самостійно здійснити маневри під час заходу/виходу з/від порту в момент дії особливих або форс-мажорних ситуацій.

А згодом, за умови переходу на управління автоматизованими суднами та подальшого розвитку е-навігації – здійснювати такі маневри тільки з використанням зазначеного плагіну. Очікуваним результатом буде значне зменшення ризиків виникнення передаварійних ситуацій.

5.2. Інтеграція комп'ютерного плагіну «Path Planning IS» в систему СППР та економічна складова проєкту

Як доведено, запропонована методика е-навігаційних послуг для системи багатооператорного управління «судно – лоцман – буксирне забезпечення – СУРС» дозволяє підвищити рівень безпеки навігації та зменшити потенційні помилки в кожному з зазначених елементів системи. Представлені вище основи е-навігації при лоцманському проведенні, запропоновані для удосконалення СППР, є основою інтеграції сучасної технології взаємодії порту і судна, та перетворюють певні послуги при вирішенні завдань навігації на практиці у спрощений вид комунікації.

У даний час алгоритми, які широко використовуються під час планування маршруту, мають окремі ознаки інтелектуальних алгоритмів. Такий напрямок

досліджень щодо застосування указаних алгоритмів планування маршруту судна при лоцманському проведенні дозволяє подальше удосконалення і більш ефективно використовувати їх для навігації безпілотних суден, автономних плавальних апаратів тощо. Але рішення щодо розробки інтелектуальних систем е-навігації, що використовують штучний інтелект виходять за межі цієї дисертації і можуть бути предметом подальших досліджень.

Отримані результати показують, що кваліфікації лоцманів порту, капітанів суден і буксирів при швартовних операціях відіграють значну роль у виконанні маневрів. Також, вони дозволяють оптимізувати за де-якими визначеними критеріями проведення судна в портових водах [156-158] та знизити аварійність під час виконання маневрів. Під час виконання досліджень процесу лоцманського проведення у поведінці операторів виявлено ряд похибок та розроблено рекомендації по зниженню їх впливу на управління суднами для кожного оператора учасника процесу маневрування [158-160].

Тому слід зазначити, що результати досліджень можуть бути оцінені як задовільні, що дозволило розробити покращену систему е-навігації щодо обміну інформацією між учасниками маневрування акваторією порту при контролі шляху прямування судна. Результати досліджень дозволяють приймати управлінські рішення для портової служби з контролю за рухом на акваторії порту.

Теоретично, при офіційній апробації наукових результатів дослідження, морські порти, а також судноплавні компанії можуть змінити свої процедури та запровадити курс навчання користування автоматичною програмою підготовки «Суднового лоцманського плану» для навігації. Вважаємо, що це дозволить збільшити пропускну спроможність порту та підвищити контроль викидів у морських районах. Такі заходи вплинуть на рівень навігаційної безпеки та економічні показники порту. При цьому лоцман зможе контролювати процес руху суден із лоцманської станції та відпаде необхідність використовувати лоцманський катер [161-163]. Досягнуті результати також довели необхідність підвищення якості професійної освіти в морських учбових закладах при

отримані теоретичних знань та збільшення кількості практичних занять на тренажерах для судноводіїв, що дозволить покращити їх кваліфікацію [164, 165].

Економічна складова проєкту удосконалення лоцманського супроводу вирішується за рахунок зниження витрат на лоцманський катер та отримання теоретичного доходу від курсів з ознайомлення з роботою плагіну «Path Planning IS». Наведемо гіпотетичні економічні показники втілення в практику отриманих результатів.

Вивчивши ринок України, ми дійшли до висновку, що дисконтування триватиме кілька років і його ставка не змінюватиметься (з 2019 року вона становить 25%). Тоді відносна величина дорівнює $(1 + d)^t$, де d – ставка дисконтування; t – тривалість дисконтування в роках. Розглянемо період у 5 років. Чистий прибуток від проєкту за T років використання його результатів, наведений до року початку інвестиції, за постійної ставки дисконтування дорівнює:

$$\text{Ч} = \sum_{t=n}^k \frac{P(t)}{(1+d)^t} - \sum_{t=0}^l \frac{N(t)}{(1+d)^t}, \quad (5.1)$$

де $P(t)$ – чистий дохід від проєкту за рік t ;

$N(t)$ – витрати на проєкт (інвестиції) за рік t ;

l – кількість років, протягом яких здійснюються інвестиції;

n – порядковий рік, у якому починається отримання доходів;

k – порядковий рік, у якому припиняється дохід від проєкту.

Чистий дохід за рік t розраховується:

$$P(t) = D(t) - Z(t), \quad (5.2)$$

де $D(t)$ – дохід від проєкту за рік t ;

$Z(t)$ – витрати на реалізацію проєкту за рік t .

За 2022 рік чистий дохід порту Чорноморськ становив 565 526 тис. грн [166]. Припустимо, що проєкт став реалізовуватись з 2025 року. Отримання доходів від нього почнуться з 2026 року. Інвестиції повинні здійснюватися один рік. Витрати на проєкт становлять: 700 000 тис. грн – впровадження плагіну «Path Planning IS»; 920 000 тис. грн – організація підготовчих курсів та ознайомлення лоцманів з ШТ до кожного порту. Таким чином, гіпотетичний чистий дохід проєкту з 2025 по 2029 роки буде:

$$\begin{aligned} Ч = \frac{600\,000 - 5\,000}{(1+0,25)^2} + \frac{800\,000 - 5\,000}{(1+0,25)^3} + \frac{1\,000\,000 - 5\,000}{(1+0,25)^4} + \frac{1\,500\,000 - 5\,000}{(1+0,25)^5} - \\ \frac{700\,000}{(1+0,25)^0} - \frac{920\,000}{(1+0,25)^1} = 3\,892\,736 \text{ тис. грн}, \end{aligned} \quad (5.3)$$

Для обліку дисконтування правильно скористатися формулою 5.1, прирівнявши в ній Ч до нуля. Тоді термін окупності – це шукана величина Т (формула 5.4).

$$T = k - n. \quad (5.4)$$

Отримання доходів починається з другого року після початку інвестиції в проєкт. Таким чином, термін окупності за 5 років становитиме 3 роки ($T = 5 - 2$).

Рентабельність розраховується за наступної формулою:

$$R = \frac{\sum_{t=n}^k \frac{P(t)}{(1+d)^t}}{\sum_{t=0}^l \frac{N(t)}{(1+d)^t}}. \quad (5.5)$$

Підставляючи дані, отримуємо, що рентабельність становить 1,3 або 130 %.

Таким чином, інтегрування плагіну «Path Planning IS» в СППР є економічно доцільним та актуальним для підвищення рівня безпеки в порту.

Економічні показники підтверджують рентабельність проєкту введення «Суднового лоцманського плану» в порти України.

5.3. Верифікація роботи плагіну за допомогою навігаційного тренажеру

Верифікацію роботи програми «Path Planning IS» було здійснено на тренажерному комплексі в Інституті післядипломної освіти «Центр підготовки та атестації плавскладу» НУ «ОМА» у листопаді-грудні 2022 року. Проведено 30 експериментів, де було виконано наступне маневрування: 5 заходів до порту Гонконг, 5 виходів з порту Гонконг, 5 заходів до порту Сан-Франциско, 5 виходів з порту Сан-Франциско, 5 проходів проливу Ла-Манш з заходу на схід і 5 проходів проливу Ла-Манш зі сходу на захід.

За допомогою програми «Path Planning IS» були розраховані ШТ для кожного випадку, і результати розрахунку оформлені у вигляді планової таблиці ШТ. За результатами планової таблиці автоматична комп'ютерна програма «Path Planning IS» розраховувала для кожного заходу/виходу координати планових ТТ у вигляді матриць координат і нанесла плановий шлях на карту у вигляді Суднового лоцманського плану заходу/виходу для навігаційних цілей.

Курсанти третього, четвертого та п'ятого курсів керували суднами, дотримуючись Суднового лоцманського плану. Результати спостережень наведені у додатку Ж у вигляді таблиць ТТ та скриншотів на ECDIS ліній руху суден.

У якості прикладу захід/вихід до порту Сан-Франциско має ШТ, наведені в табл. 5.1. За ними розраховано координати ТТ (табл. Ж.1, додаток Ж). Комп'ютер фіксував дані тренажеру кожну 1 секунду та будував шлях з усіма параметрами. Наводити їх у дисертації не будемо через занадто великий обсяг. Опишемо нижче коротко кожний з 5 експериментів.

ШТ для заходу до порту Сан-Франциско

WP	Lat	Long	Distance	Bearing	Angle
0	37°44,000'N	122°41,510'W	0	0	0
1	37°45,817'N	122°38,221'W	3,18	55,2	14,9
2	37°47,233'N	122°33,291'W	4,16	70,1	11,7
3	37°48,040'N	122°30,896'W	2,23	58,4	10,2
4	37°49,126'N	122°28,553'W	1,99	68,7	18,2
5	37°49,310'N	122°24,250'W	3,41	86,9	20,1
6	37°48,081'N	122°22,187'W	1,71	107	35,4
7	37°48,105'N	122°21,503'W	0,89	142,4	76,5
8	37°48,415'N	122°20,628'W	0,76	65,9	8,2
9	37°48,730'N	122°19,998'W	0,59	57,8	20,1
10	37°48,879'N	122°19,124'W	0,71	77,9	0

1.1. У цілому експеримент пройшов непогано. Однак при великому повороті судно зійшло з рекомендованого курсу. Курсант не використовував вчасно рекомендації з перекладки руля. За записами лага вийшло 9928 точок (рис. Ж.1, додаток Ж).

1.2. Спочатку судно добре слідувало за заданими ТТ і ЦТ проходило відповідно. Починаючи зі 146 точки по 163 судно зійшло із запланованого повороту. Однак надалі курс був відновлений. За записами лага вийшло 8961 точка (рис. Ж.2, додаток Ж).

1.3. У даному експерименті судно пройшло чітко і точно по точках, якщо не враховувати, досить несуттєві погрішності, що сталися через відсутність уважності судноводія й призвели до незначного відхилення за межі маршруту. Однак судно вчасно повернулось у вихідні позиції і надалі продовжувало слідувати правильним маршрутом. За записами лага вийшло 10769 точок (рис. Ж.3, додаток Ж).

1.4. Дане проходження виконано чітко і точно. Четвертий експеримент показав варіант, який і був спочатку запланований. Відхилення від курсу є мінімальними. За записами лага вийшло 10504 точки (рис. Ж.4, додаток Ж).

1.5. Даний захід у порт виконаний у найкращому вигляді. Судно пройшло практично по всіх ТТ, крім невеликого відхилення вліво після повороту між ТТ 150 і 156. В іншому, жодних похибок у проходженні не було. За записами лага вийшло 9139 точок (рис. Ж.5, додаток Ж).

Вихід з порту Сан-Франциско має ШТ, наведені в табл. 5.2. З них отримано ТТ (табл. Ж.2, додаток Ж).

Таблиця 5.2

ШТ для виходу з порту Сан-Франциско

WP	Lat	Long	Distance	Bearing	Angle
0	37°48,879'N	122°19,125'W	0	0	0
1	37°48,753'N	122°19,440'W	0,27	241	25,8
2	37°48,728'N	122°19,998'W	0,43	266,8	27,6
3	37°48,414'N	122°20,627'W	0,61	239,2	6,5
4	37°48,157'N	122°21,377'W	0,63	245,7	20
5	37°48,122'N	122°21,940'W	0,48	265,7	37,8
6	37°49,972'N	122°25,521'W	3,36	303,4	49,1
7	37°49,188'N	122°29,023'W	2,91	254,4	11
8	37°48,327'N	122°31,214'W	1,91	243,4	2
9	37°46,823'N	122°35,359'W	3,61	245,4	4,8
10	37°46,001'N	122°38,216'W	2,43	250,2	18,5
11	37°45,942'N	122°41,564'W	2,66	268,7	0

2.1. При першому проходженні судно не вписалося в повороти між ТТ 18 і 21. При повороті в точці 53 судно починає нишпорити, через що було зупинено і переставлено на вірний шлях. Через неуважність судноводія судно знову сходить із наміченого шляху у точці 115. За записами лага вийшло 6310 точок (рис. Ж.6, додаток Ж).

2.2. На самому початку експерименту судно практично могло наїхати на причал, проте навігатор вчасно зреагував та вирівняв ситуацію. Цю помилку можна віднести до відсутності практики швартових операцій у курсантів. Після точки 27 до точки 39 судно нишпорить праворуч, при цьому це пряма ділянка шляху. У цьому випадку простежується вина судноводія. З точки 118 до 133 судно пішло ліворуч теж на прямій ділянці шляху. Така ситуація повторилася з

точки 141 до точки 171. За записами лага вийшло 6074 точки (рис. Ж.7, додаток Ж).

2.3. Загалом експеримент успішний. З невеликих відхилень наступне: пішло ліворуч судно між точками 13 і 18. При великому повороті судно не пройшло ТТ з 54 по 64. На прямій ділянці теж трохи відхилилося вліво у точці 101 і повернулося назад у точці 114. Під кінець курсант був неуважний і зайшов на лінію розподілу руху: точки з 144 до 156. За записами лага вийшло 6290 точок (рис. Ж.8, додаток Ж).

2.4. Така сама ситуація на повороті. Між точками 7 і 14 відхилення праворуч. На повороті, як і в попередніх виходах, судно в точці 54 відхилилося і повернулося лише у точці 72. Під кінець судно пішло вліво між точками 135 і 146. Однак, на останній ділянці судно не змогло пройти прямо та утримати курс. За записами лага вийшло 5557 точок (рис. Ж.9, додаток Ж).

2.5. При першому повороті судно вже відхилилося від запланованих ТТ у точці 17 і повернулося на маршрут лише в точці 30. Як і в інших випробуваннях, великий поворот не вийшов, судно не пройшло ТТ з 54 по 65. На прямій ділянці судно почало нишпорити. Залишок шляху судно пройшло за наміченими ТТ. За записами лага вийшло 5855 точок (рис. Ж.10, додаток Ж).

Захід до порту Гонконг має ШТ, наведені в табл. 5.3. З них отримано ТТ (табл. Ж.3, додаток Ж).

Таблиця 5.3

ШТ для заходу до порту Гонконг

WP	Lat	Long	Distance	Bearing	Angle
0	22°13,050'N	114°09,933'E	0	0	0
1	22°14,931'N	114°07,485'E	2,96	309,4	22,6
2	22°17,771'N	114°05,871'E	3,2	332	22
3	22°18,841'N	114°05,752'E	1,07	354	50,7
4	22°19,123'N	114°06,063'E	0,4	44,7	15,5
5	22°19,311'N	114°06,433'E	0,38	60,2	13,2
6	22°19,681'N	114°07,751'E	1,28	73,4	18,3
7	22°19,757'N	114°07,842'E	0,14	55,1	0

3.1. Судно часто нишпорило і не могло вийти на рекомендовані ТТ зразу. Вже в точці 3 судно зійшло з наміченого курсу і повернулося лише в точці 53 на ТТ. По записах лагу вийшло 4855 точок (рис. Ж.11, додаток Ж).

3.2. Цей експеримент найуспішніший. Судно пройшло чітко по усіх ТТ. Саме у цьому натурному випробуванні немає ніяких збоїв і відхилень судна. За записами лага вийшло 4136 точок (рис. Ж.12, додаток Ж).

3.3. Практично третину шляху судно не змогло пройти по ТТ. Починаючи з 65 точки, судно відхилилося лівіше для здійснення повороту, тим самим зійшло з намічених ТТ, і повернулося лише на курсі в точці 92. За записами лага вийшло 3890 точок (рис. Ж.13, додаток Ж).

3.4. Експеримент проведений з мінімальними відхиленнями. Лише кілька разів судно не слідувало по ТТ. Спочатку судно зійшло з наміченого шляху в точці 33, відхилившись вліво, і повернулося на курс в точці 45. При повороті вправо судно також не вписалося трохи в траєкторію руху і в точці 61 пішло лівіше, відновивши курс лише в точці 82. За записами лага вийшло 4942 точки (рис. Ж.14, додаток Ж).

3.5. У даному натурному випробуванні судно чітко слідувало по заданому маршруту ТТ. Лише при здійсненні повороту вправо судно вийшло за рамки рекомендованих ТТ, починаючи з точки 52. За записами лага вийшло 3895 точок (рис. Ж.15, додаток Ж).

Вихід з порту Гонконг має ШТ, наведені в табл. 5.4. З них отримано ТТ (табл. Ж.4, додаток Ж).

Таблиця 5.4

ШТ для заходу до порту Гонконг

WP	Lat	Long	Distance	Bearing	Angle
1	2	3	4	5	6
0	22°19,757'N	114°07,844'E	0	0	0
1	22°19,721'N	114°07,831'E	0,04	180	75,4
2	22°19,620'N	114°07,453'E	0,4	255,4	1,9
3	22°19,335'N	114°06,429'E	0,99	253,5	14
4	22°19,138'N	114°06,049'E	0,39	239,4	8,5

1	2	3	4	5	6
5	22°18,823'N	114°05,642'E	0,5	230,9	56,7
6	22°17,722'N	114°05,772'E	1,1	174,2	16,5
7	22°16,222'N	114°06,397'E	1,62	157,7	3,6
8	22°14,733'N	114°07,186'E	1,66	154,1	26,1
9	22°12,852'N	114°09,760'E	3,04	128	0

4.1. Досить успішно пройшов вихід з порту. Судно слідувало по намічених ТТ, за винятком ситуації після останнього повороту. Судно зійшло в точці 75 з курсу і повернулося на маршрут в точці 95. По записах лагу вийшло 5454 точки (рис. Ж.16, додаток Ж).

4.2. Під час першого повороту судноводій зробив не вчасно перекладання руля, чим відхилив судно від маршруту. Починаючи з точки 30, судно пішло правіше, і лише в точці 43 повернулося на курс. Після цього воно почало нишпорити і в точці 62 відхилилося вліво, потім правіше і тим самим здійснювало поворот. По записах лагу вийшло 3890 точок (рис. Ж.17, додаток Ж).

4.3. Даний експеримент виконаний вдало: судно слідувало по заданих ТТ. Проте, в момент першого повороту судно мало радіус циркуляції більше чим запланований, через що зійшло з шляху в точці 33 і повернулося на маршрут в точці 41. На всій іншій ділянці шляху судно не мало відхилень від курсу. По записах лагу вийшло 4251 точка (рис. Ж.18, додаток Ж).

4.4. У виконаному експерименті судно велику частину шляху трималося лівіше ТТ, зберігаючи при цьому заданий курс. Відхилення від рекомендованого маршруту сталося після повороту в точці 29, після чого судно не повернулося на лінію шляху. По записах лагу вийшло 9237 точок (рис. Ж.19, додаток Ж).

4.5. Виконане проходження судна дуже успішне. На відрізку шляху сталося лише єдине відхилення від маршруту при повороті: з точки 29 по точку 46. В цілому натурне випробування успішне. По записах лагу вийшло 6690 точок (рис. Ж.20, додаток Ж).

Експерименти з проходження проливом Ла-Манш описувати не будемо, оскільки вони носили пробний характер, мали лише 1 поворот та використовувались на початковому етапі для отримання студентами навичок з управління судном по заданих ТТ.

Таким чином, 30 натурних випробувань виконані успішно. Заходи до порту Сан-Франциско пройдені з малим відхиленням від рекомендованого Суднового лоцманського плану. Виходи з порту Сан-Франциско дались судноводіям важче через необхідність утримувати судно на курсі під час повороту біля моста, коли судно обмежене у маневруванні. Заходи до порту Гонконг були обумовлені деякими похибками під час утримання судна на курсі. Виходи з порту Гонконг дались судноводіям легше, ніж заходи. Причиною такого може являтися складність виконання повороту при заході, коли простір для маневрування після повороту дуже обмежений. Під час виходу з порту судноводій навпаки відчуває впевненість у своїх діях, здійснюючи поворот, оскільки відсутній чинник стиснених умов.

5.4. Розробка рекомендацій по складанню суднового плану за допомогою удосконаленої методики лоцманського проведення

Враховуючи функціонування плагіну «Path Planning IS» до СППР при плануванні координат ТТ по таблиці ШТ для заходу /виходу з портів, її успішну верифікацію в натурних умовах, спостереження заходу/виходу 500 випадків маневрування високоточними засобами порту та 30 випадків на судноводійному тренажері, запропоновано надати на розгляд правки до Резолюції ММО А. 893 (21) [102] у вигляді рекомендацій до пункту 2 «Оцінка» Додатка та до пункту 3.2.2 «Планування» Додатка Резолюції.

Для організації безпечного заходу/виходу в/із порту судноводій повинен спланувати координати траєкторії руху судна особисто у вигляді координат плану руху, з урахуванням навігаційної акваторії для маневрування, характеристик гальмування і повороткості, видів маневрів, які підходять для

навігації. Для виконання таких робіт необхідно використати новітні навігаційні системи, основними з яких є пропоноване удосконалення розрахунку характеристик маневреності та використання високоточного планування шляху ТТ при складанні "Суднового лоцманського плану" для навігації.

Нами запропоновано наступний порядок впровадження розробленого плагіну «Path Planning IS» як додаток до існуючої СППР в порти.

1. Здійснюється аналіз гідрографічних умов, метеорологічних чинників та траєкторій руху заходів суден за останній рік в порти різних країн.

2. Лоцманська служба кожного порту завантажує інформацію щодо траєкторій руху суден, зібраних з платформи Marine Traffic, по координатах від AIS, кожного судна до плагіну. При завантаженні необхідно вказати номер причалу. Для більш чіткої картини бажано завантажити траєкторії руху щонайменше 5-10 суден.

3. Автоматично будуються лінії шляху всіх суден, накладених одна на одну, до кожного причалу окремо. На базі них отримуються рекомендовані ШТ (їх повинно бути від 3 до 5) і складається таблиця ШТ.

4. Таблиця ШТ надсилається на судно.

5. Судноводій додає до плагіну гальмівні характеристики та характеристики повороткості свого судна.

6. Таблиця ШТ, що надіслана на судно агентом, завантажується у плагін «Path Planning IS».

7. Обчислювач параметрів руху визначає курс із попередньої точки в наступну, відстань, кут перекладки руля – і ці дані поступають в обчислювач маневрених характеристик.

8. В обчислювач матриць ТТ надходять дані від блоку розрахунку характеристик гальмування і повороткості, за якими розраховуються координати точок початку і кінця циркуляції, матриці координат криволінійних траєкторій ТТ, прямолінійних траєкторій і сумарна матриця ТТ заходу/виходу судна від причалу до лоцманської станції при виході та від лоцманської станції до причалу при заході.

9. У результаті зазначених дій, штурман отримує «Судновий лоцманський план» для подальшої навігації.

Беручи до уваги наведену інформацію, пропонуємо винести на розгляд пропозицію від української делегації на Асамблеї ММО у вигляді наступних правок Резолюції ММО А. 893 (21) [102].

1. Доповнити пункт 2 «Оцінка» Додатку пунктом 2.3: «Інформацію щодо слідування судна в портових водах, за винятком, коли капітани суден мають ліцензію на безлоцманський прохід, потрібно отримувати від лоцманської / агентської служби заздалегіть у вигляді розроблених лоцманських планів проходу судна до/від конкретного причалу порту від/до позиції прийняття/здачі лоцмана».

2. Доповнити пункт 3.2.2 «Планування» Додатку пунктом 3.2.2.7: «Розроблений Судновий лоцманський план, придатний до навігації».

Висновки за розділом 5

1. У розділі 5 описано алгоритм роботи комп'ютерного плагіну автоматизованого розрахунку суднового лоцманського плану для навігації по таблиці ШТ. Траєкторія шляху може складатися автоматично плагіном за результатами аналізу проходження судна, або вручну шляхом вибору по геометрії порту на геодезичній лінії чи рівновіддалено від навігаційних небезпек.

2. Успішну верифікацію виконано в натурних умовах під час виходу судна «Nordic Luebeck» з порту Клайпеда, Литва, спостереження заходу/виходу 500 випадків маневрування засобами порту та 30 випадків на тренажерному комплексі. На основі отриманих даних розроблені рекомендації для ММО щодо розгляду внесення правок до Резолюції А.823 (21).

3. У параграфі 5.1 висвітлено елементи алгоритму роботи плагіну до існуючої СППР, описується принцип роботи плагіну та закономірності, на яких він базується. У Додатку Е наведена детальна інструкція з установки та налагодження роботи плагіну. Розроблений алгоритм дає змогу забезпечити своєчасну побудову «Суднового лоцманського плану».

4. Проведена верифікація використання «Суднового лоцманського плану» на тренажерному комплексі Інституту післядипломної освіти «Одеський морський тренажерний центр» НУ «ОМА». Експерименти, які описані у параграфі 5.3, підтвердили можливість судноводіїв слідувати заздалегідь визначеному плану в портовій акваторії з мінімальним відхиленням від ТТ. Отже, такий план є ефективним та може бути впроваджений в освітній процес, а також в порти України та світу.

5. Використання плагіну «Path Planning IS» при інтеграції його у СППР, дає змогу удосконалити концепцію е-навігації у системі «судно – лоцман – буксирне забезпечення – СУРС», як описано у параграфі 5.2. У цьому ж параграфі проведені розрахунки економічних показників втілення результатів дисертації в порт Чорноморськ. Отримано висновки про чистий дохід від проекту за 5 років (за термін окупності у 3 роки рентабельність становить 130 %).

Вважаємо, що на основні результати роботи покладаються завдання підвищити економічні показники роботи портів та стати структурною частиною режиму роботи в портах, направленою на удосконалення взаємодії між усіма учасниками морських операцій.

6. Представлені у Розділі 5.4 рекомендації щодо розгляду на Асамблеї ММО внесення правок до Резолюції А. 893 (21) «Керівництво з планування рейсу». Рекомендації стосуються додатків 2 (Оцінка) і 3 (Планування). Вважаємо, що такі зміни є необхідними на фоні сучасної тенденції розвитку судноплавства, особливо при активному розвитку беспілотних морських засобів та штучного інтелекту для управління суднами. Отримані рекомендації обґрунтовані висвітленим дисертаційним матеріалом та зумовлені активним розвитком суднової індустрії.

Основні результати розділу опубліковані в наукових статтях [162-165, 167] та у патенті [171].

ВИСНОВКИ

У дисертації наведено теоретичне узагальнення та запропоновано нове вирішення наукового завдання, що полягає в розробці оперативного планування шляху судна траєкторними точками для навігації і контролю його руху в стиснених умовах, що досягається за допомогою інтеграції плагіну «Path Planning IS» в судновий ECDIS.

Дисертаційне дослідження відповідає **пріоритетним напрямам у розвитку науки і техніки** (Закон України № 2859-IX від 5 лютого 2023 року про зміни до законів України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки» та «Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні»): «... фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави», та стратегічному **пріоритетному напрямку інноваційної діяльності** – «...є освоєння нових технологій транспортування енергії, впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння альтернативних джерел енергії».

1. Аналіз попередніх робіт і вивчення проблем маневрування в обмеженій акваторії, дозволив зробити висновок про необхідність подальшого удосконалення етапів планування шляху та контролю переміщення по ньому з прийняттям до уваги заздалегідь виконаного обміну інформацією між судном і лоцманом, а також підтримкою оперативного зв'язку з капітанами буксирів.

2. Проведено аналіз основних науково-дослідних робіт, що виконуються науковими закладами за тематикою маневрування в порту; аналіз сучасних напрямів досліджень науковців, захищених в даній галузі дисертаційних робіт. Визначено актуальність обраного напрямку дослідження та опрацьовані сучасні наукові розробки в даній галузі.

3. Верифікація прикладів «Суднових планів лоцманського проведення» для трьох заходів та трьох виходів від різних причалів в порту Чорноморськ для

шести різних типів суден підтвердила вірність прийнятих рішень. Шляхом аналізу погодних умов, спостереженням за проходженням 500 суден, розробкою лоцманських планів до/від причалів, отримані придатні для практичного використання на різних типах суден таблиці шляхових точок, які під час навігації в припортовій зоні і акваторії порту потрібно ввести в плагін «Path Planning IS» СППР даного судна для отримання «Суднового плану лоцманського проведення».

4. Підтверджено, що розроблення алгоритмів розрахунку й удосконалення методики лоцманського планування шляху у вигляді плагіну для оперативного планування координат траєкторними точками за допомогою шляхових точок та управління по їх значенню рухом судна згідно з планом процесу маневрування для навігації, при виконанні морських операцій по заходу і виходу із порту, надає можливість удосконалити обмін інформацією у системі управління маневруванням лоцман – капітан судна – капітан буксиру – СУРС.

5. Верифікація плагіну «Path Planning IS» в судновий ECDIS на тренажерному комплексі та в натурних умовах підтвердили практичну цінність використання його для складання «Суднового плану лоцманського проведення» та організації слідування по ньому за допомогою авторульового.

6. Інтегрування запропонованого плагіну «Path Planning IS» в судновий ECDIS та подальше використання СППР дозволяє підготувати команду містка до маневрування судна в акваторії порту при заході/виході із нього та заздалегідь спланувати маневрування, що зменшить ризик виникнення непорозумінь під час самого лоцманського проведення, а значить гарантує безпеку плавання на даному відрізку шляху.

7. Наукові проблеми, для розв'язання яких можуть бути застосовані результати дослідження, можуть бути наступними: використання в інтелектуальних СППР судна, підвищення ефективності роботи безпілотних та повністю автономних суден, суден з використанням штучного інтелекту в системах управління.

8. Визначено наступне.

Наукова значимість полягає в автоматизованому плануванні координат руху траєкторними точками за допомогою шляхових точок і управління судном по них та контролю процесу маневрування удосконаленою СППР в стиснених умовах.

Практична цінність дисертаційного дослідження полягає в розробленні рекомендацій з визначення планового шляху слідування судна в стиснених умовах та автоматизованого контролю параметрів маневрування за допомогою СППР.

Якісними показниками дисертаційного дослідження є розроблення алгоритмів і удосконалених методик автоматизованого визначення матриці планових координат траєкторними точками за допомогою шляхових точок при заході/виході судна із порту та розробки плагіну в судовий ECDIS; врахування геометрії акваторії порту, характеристик повороткості судна та параметрів його маневрування при уточненому плануванні шляху; визначення необхідного буксирного забезпечення та контроль проходження за маршрутом; побудова вдосконаленої навігаційної системи планування шляху судна з урахуванням буксирного забезпечення; розроблення рекомендацій по складанню судового плану під час лоцманського проведення для навігації.

До кількісних показників належать: аналіз гідрометеорологічних умов в порту Чорноморськ за період 2013-2023 років; аналіз спостереження руху заходів та виходів 500 суден до/від причалів в порту Чорноморськ за допомогою даних AIS за допомогою програми Marine Traffic.

Розрахунковий показник чистого прибутку за 5 років використання проекту становить приблизно 3900 тис. грн при терміні окупності проекту 3 роки та рентабельності близько 130 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Maritime Navigation System: Technological Solutions to Ensure The Safety Of Maritime Navigation / Igor Burmaka [et al.] // IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security. – 2021. – Vol. 21, no. 9. – P. 141–150. – Режим доступу до ресурсу: <https://koreascience.kr/article/JAKO202129436683257.page>.

2. Resolution MSC.255(84) (adopted on 16 May 2008) Adoption of the code of the International Standards and Recommended Practices for a Safety Investigation into a Marine Casualty or Marine Incident (Casualty Investigation Code) [Електронний ресурс] // ІМО. – 208. – Режим доступу до ресурсу: [https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/MSAS/Documents/Res.MSC.255\(84\)CasualtyInvestigationCode.pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/MSAS/Documents/Res.MSC.255(84)CasualtyInvestigationCode.pdf).

3. Комаров А. Стан аварійності та безпеки судноплавства на водному транспорті в Україні (у тому числі і за її межами, але з українськими судами), включаючи маломірні (малі) судна за 2019 рік із наростаючими підсумками / Олександр Комаров. - 2019.

4. Конвенція о Міжнародних правилах попередження зіткнення суден в морі 1972 [Електронний ресурс] // Верховная Рада України. - 1992. - Режим доступу до ресурсу: https://data.rada.gov.ua/laws/show/995_137#Text.

5. Стратегія розвитку морських портів України на період до 2038 року [Електронний ресурс] // Адміністрація Морських Портів України. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://mtu.gov.ua/files/Стратегія%20розвитку%20морпортів%20до%202038.pdf>.

6. Accident Investigation - Annual Overview [Електронний ресурс] // EMSA. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.emsa.europa.eu/accident-investigation-publications/annual-overview.html>.

7. Development prospects of the Ukrainian section of the shipping route E-40 / I. Gladkykh et al. Transport means 2020, Proceedings of the 24th international scientific conference part II, Kaunas, 1 October 2020. Kaunas, 2020. P. 860–864.

8. An Analysis of Pilotage Marine Accidents in Korea. // The Asian Journal of Shipping and Logistics. – 2019. – №35. – С. 49–54.

9. Collision between Merchant Ship BALTIC BREEZE and Fishing Vessel MAR DE MARIN in the Ria of Vigo (Pontevedra) on 1 April 2014, in which five crew members were killed [Електронний ресурс] // Ministerio de Fomento. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/ic_05_2016_balticb_mmarin_english_web.pdf.

10. Marine accident investigation report MA2018-2 [Електронний ресурс] // Japan Transport Safety Board. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: https://www.mlit.go.jp/jtsb/eng-mar_report/2018/2016tk0008e.pdf.

11. Публічний звіт в. о. голови морської адміністрації за 2019 рік [Електронний ресурс] // Державна служба морського і внутрішнього водного транспорту та судноплавства України. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://marad.gov.ua/storage/app/sites/1/gromadska-rada/Zvit/Publichnyi%20Zvit.pdf>.

12. Публічний звіт в. о. голови морської адміністрації за 2020 рік [Електронний ресурс] // Державна служба морського і внутрішнього водного транспорту та судноплавства України. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://marad.gov.ua/ua/news/zvit-derzhavnoyi-sluzhbi-morskogo-ta-richkovogo-transportu-ukrayini-shchodo-provedennya-misyachnika-bezpeki-na-morskomu-transporti-u-2021-roci>.

13. Звіт Державної служби морського та річкового транспорту України щодо проведення місячника безпеки на морському транспорті у 2021 році [Електронний ресурс] // Державна служба морського і внутрішнього водного транспорту та судноплавства України. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://marad.gov.ua/ua/news/zvit-derzhavnoyi-sluzhbi-morskogo-ta-richkovogo-transportu-ukrayini-shchodo-provedennya-misyachnika-bezpeki-na-morskomu-transporti-u-2021-roci>.

14. Публічний звіт в. о. голови морської адміністрації за 2022 рік [Електронний ресурс] // Державна служба морського і внутрішнього водного транспорту та судноплавства України. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: https://marad.gov.ua/storage/app/sites/1/uploaded-files/Zvit_2022.pdf.

15. 3,174 maritime casualties and incidents reported in 2019 [Електронний ресурс] // SAFETY4SEA. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://safety4sea.com/23073-maritime-casualties-and-incidents-reported-in-2019/>.

16. Marine accident statistics 2019 [Електронний ресурс] // The Marine Accident Investigation Branch. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/938221/MAIBMarineAccidentStatistics2019.pdf.

17. SAFETY DIGEST Lessons from Marine Accident Reports. // Marine Accident Investigation Branch. – 2020. – №2. – С. 52. – Режим доступу до ресурсу: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/923196/2020-SD2-MAIBSafetyDigest.pdf.

18. SAFETY AND SHIPPING REVIEW 2020. // Allianz Global Corporate & Specialty. – 2020. – №2020. – С. 51. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.agcs.allianz.com/content/dam/onemarketing/agcs/agcs/reports/AGCS-Safety-Shipping-Review-2020.pdf>.

19. Lessons Learned: Collision between vessels in narrow channel are common [Електронний ресурс] // Safety4Ships. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: https://safety4sea.com/lessons-learned-collision-between-vessels-in-narrow-channel-are-common/?_cf_chl_jschl_tk__=pmd_dTnXk7eZZvL1mHT8N7vtRIxyL.oaT4FR4saP_jhIdhw-1631559029-0-gqNtZGzNAiWjcnBszRFl.

20. Marine Accident Investigation Branch: current investigations [Електронний ресурс] // Marine Accident Investigation Branch. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.gov.uk/government/publications/marine-accident-investigation-branch-current-investigations/marine-accident-investigation-branch-current-investigations>.

21. Резолюція А.741(18) Міжнародний кодекс з управління безпечною експлуатацією суден і попередженням забруднення [Електронний ресурс] // ММО. – 1993. – Режим доступу до ресурсу: https://zakon.cc/law/document/read/995_304.

22. Про затвердження Правил судноплавства на внутрішніх водних шляхах України [Електронний ресурс] // МІНІСТЕРСТВО ТРАНСПОРТУ УКРАЇНИ. – 2004. – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0872-04#Text>.

23. LESSONS LEARNED FOR PRESENTATION TO SEAFARERS [Електронний ресурс] // ІМО. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/MSAS/Documents/Lessons%20learned%20English/FSI%2019.pdf>.

24. Lessons Learnt [Електронний ресурс] // UKP&I CLUB. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.ukpandi.com/loss-prevention/lessons-learnt/>.

25. Lessons Learned during the COVID-19 Pandemic and the Need to Promote Ship Energy Efficiency / Peyman Ghaforian Masodzadeh, Aykut I. Ölçer, Dimitrios Dalaklis та ін.]. // Environmental Footprint of Shipping—Characteristics and Mitigation Strategies. – 2022. <https://doi.org/10.3390/jmse10101343>

26. SIP016 - Guidance on emergency planning in ports – Лондон: Port Skills and Safety, 2019. – 13 с. – (Port Skills and Safety Limited). – (016). – Режим доступу до ресурсу: <https://www.portskillsandsafety.co.uk/files/2019-11/SIP016%20-%20GUIDANCE%20ON%20EMERGENCY%20PLANNING.pdf>.

27. Maritime Emergency Response Guide, 2015. – 35 с.

28. Accident prevention on board ship at sea and in port. An ILO code of practice. – Geneva: International Labour Office, 2018. – 131 с. – (2nd edition). – Режим доступу до ресурсу: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_protect/@protrav/@safework/documents/normativeinstrument/wcms_107798.pdf.

29. Калініченко Є. В. Розрахунок моментів часу початку та закінчення повороту судна з урахуванням характеристик його поворотності / Є. В. Калініченко. // Збірник наукових праць ОНМА. – 2014. – №24. – С. 68–74.

30. Соколенко В. І. Планування заданого шляху руху в стиснених умовах траєкторними точками та контроль процесу руху / В. І. Соколенко. // Збірник наукових праць ОНМА. – 2012. – №21. – С. 220–227.

31. Мальцев А.С. Системи прийняття рішень з управління рухом судна, монографія / А. С. Мальцев, О. П. Бенъ. - Херсон.: ХДМА, 2019. -240 с.

32. Paulauskas, V. Ships Entering the Ports; N.I.M.S Publish House: Riga, Latvia, 2013; 240p, ISBN 9984-679-71-3. <https://doi.org/10.3846/transport.2010.42>.

33. Çakır, E.; Fı şkın, R.; Bayazit, O. An Analysis of Accidents Occurred on Tugboats; Dokuz Eylül University, Maritime Faculty: Izmir,Turkey, 2017; pp. 1–13.

34. Yıldırım, U.; Ba şar, E.; U ğurlu, Ö. Assessment of collisions and grounding accidents with human factors analysis and classificationsystem (HFACS) and statistical methods. Saf. Sci. 2019, 119, 412–425. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.09.022>.

35. Rolf, J.B.; Asbjørn, G. Maritime navigation accidents and risk indicators: An exploratory statistical analysis using AIS data andaccident reports. Reliab. Eng. Syst. Saf. 2018, 176, 174–186. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ress.2018.03.033>.

36. Abhijit, S. Hazards Identification and Safety Management Practices for Major Hazards in Routine Ship Towage Operation inIndian Coastal Waters. Ph.D. Thesis, University of Petroleum and Energy Studies (UPES), Dehradun, India, 2016. Availableonline: <http://hdl.handle.net/10603/183139>.

37. Wu, B.; Yan, X.; Wang, Y.; Soares, C.G. An evidential reasoning-based cream to human reliability analysis in maritime accidentprocess. Risk Anal. 2017, 37, 1936–1957. <https://doi.org/10.1111/risa.12757>.

38. Yong An Park. An Analysis of Pilotage Marine Accidents in Korea [Електронний ресурс] / Yong An Park, Tsz Leung Yip, Hong Gyue Park // The Asian Journal of Shipping and Logistics. - 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2092521219300070?token=987801CF270C>

500DF89D909E6898B7F8FF4930460ED52B19AFAC47ED2CE640DEE09A061E63F935872E2B10068300F7C1&originRegion=eu-west-1&originCreation=20210608103823.

39. Jørgen Ernstsén. Performance assessment in full-scale simulators-A case of maritime pilotage operations [Електронний ресурс] / Jørgen Ernstsén, Salman Nazir // Safety Science. - 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0925753520301727?token=345F26E37EE571FBB2F41D0E0201D43EDC6BF9EE9576968177961116E2A243D5226565CC686C3D5BB3ABF5FE62270F7D&originRegion=eu-west-1&originCreation=20210608103947>.

40. Wu, L. Pilotage planning in seaports [Електронний ресурс] / Wu, L., Jia, S, Wang, S. // European Journal of Operational Research. - 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85085350856&origin=inward&txGid=baec3b67c3c2525e012e8f11de0ffaaf>.

41. Мальцев С.Е. Навігаційний пристрій підтримки прийняття рішення при автоматичному плануванні руху судна траєкторними точками при заході / виході із порту. / С.Е. Мальцев. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Natural and Technical Sciences. - 2019. V11 (25), issue 206. –P. 41-46.

42. Golikov V.V. Analysis of the displacement vector of the ship's path from the wind. Golikov, S.E. Maltsev. Science Magazine. -Kherson. : KSMA, 2015. No. 1 (12), -S. 29-35

43. Maltsev S.E. Pole of rotation and its consideration when maneuvering a sea-going vessel: monograph / S. E. Maltsev, O. N. Tovstokory. // - Kherson: KSMA, 2016.-124 p.

44. Maltsev S.E. A cognitive system for assessing the position of the ship's turning pole using efficient algorithms. / S.E. Maltsev // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Natural and Technical Sciences. - 2018. V1 (19), is-sue 171. -P.37 - 42.

45. Maltsev S.E. The navigation device for converting the coordinates of the satellite antenna of the vessel to the center of gravity. Navigation device for recalculating

the coordinates of the ship's satellite dish to the center of gravity. / Maltsev S.E., Maltsev A.S., Sokolenko V.I. // Navigation: Sat. scientific. Proceedings / ONMA Vol. 28 - Odessa: "Publishing Inform", 2018. - pp. 210 - 221.

46. Surinov I.L. The way to improve the accuracy of control of maneuvering of the vessel by assessing the abscissa of the center of gravity. / Natural and Technical Sciences, V111(29), issue 238, 2020 Sept. –p.58- 62.

47. Maltsev S.E. Operational control of the width of the maneuverable zsuvu in stislich waters. // Sudnovodinnya: Zb. sciences. prats. / NU "OMA", Vip. 31. -. - Odessa: "VidavInform", 2021.

48. Cakır, E.; Fışkın, R.; Bayazit, O. An Analysis of Accidents Occurred on Tugboats; Dokuz Eylül University, Maritime Faculty: Izmir, Turkey, 2017; pp. 1–13.

49. Toma, A.; Oncica, V.; Atodiresei, D. The study of ships behavior during port maneuvering with tugs. Mircea Cel Batran Nav. Acad. Sci. Bull. 2016, 19, 109–115.

50. Abhijit, S. Hazards Identification and Safety Management Practices for Major Hazards in Routine Ship Towage Operation in Indian Coastal Waters. Ph.D. Thesis, University of Petroleum and Energy Studies (UPES), Dehradun, India, 2021. Available online: <http://hdl.handle.net/10603/183139>.

51. Yıldırım, U.; Başar, E.; Uğurlu, . Assessment of collisions and grounding accidents with human factors analysis and classification system (HFACS) and statistical methods. Saf. Sci. 2019, 119, 412–425. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.09.022>.

52. I. Surinov. Information support of operator activity in organizing the tug service / I. Surinov, V. Shemonayev, Yu. Kazak. // Shipping & Navigation. – 2021. – No32. – Pp. 95– 102. <https://doi.org/10.31653/2306-5761.32.2021.95-102>.

53. Kang, L.; Meng, Q.; Tan, K.C. Tugboat scheduling under ship arrival and tugging process time uncertainty. Transp. Res. Part E Logist. Transp. Rev. 2020, 144, 215–230. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.102125>.

54. Fitriadhy, A.; Yasukawa, H.; A Maimun, A. Theoretical and experimental analysis of a slack towline motion on tug-towed ship during turning. Ocean Eng. 2015, 25–32. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2015.03.008>.

55. Weintrit, A. Initial description of pilotage and tug services in the context of e-navigation. *J. Mar. Sci. Eng.* 2020, 8, 116.

56. Aydin, C.; Karabulut, U.C.; Ünal, U.O.; Sariöz, K. Practical computational procedures for predicting steering and braking forces of escort tugs. *Gemive Deniz Teknol.* 2017, 21, 21–36. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2018.08.021>.

57. Tugs and Tows—A Practical Safety and Operational Guide; The Shipowners' Mutual Protection and Indemnity Association: London, UK; Singapore, 2015; 88p.

58. Huang, Y.; Chen, L.; Chen, P.; Negenborn, R.R.; van Gelder, P.H.A.J.M. Ship collision avoidance methods: State-of-the-art. *Saf. Sci.* 2020, 121, 451–473. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.09.018>.

59. Li, J.; Zhang, X.; Yang, B.; Wang, N. Vessel traffic scheduling optimization for restricted channel in ports. *Comput. Ind. Eng.* 2021, 152. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2018.03.073>.

60. O'zoga, B.; Montewka, J. Towards a decision support system for maritime navigation on heavily trafficked basins. *Ocean Eng.* 2018, 159, 88–97.

61. Olba, X.B.; Daamen, W.; Hoogendoorn, S.P. State-of-the-art of port simulation models for risk and capacity assessment based on the vessel navigational behavior through the nautical infrastructure. *J. Traffic Transp. Eng.* 2018, 5, 335–345.

62. Szlapczynski, R.; Szlapczynska, J. Review of ship safety domains: Models and applications. *Ocean Eng.* 2017, 145, 277–289. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2017.09.020>.

63. Perera, L.P.; Soares, C.G. Collision risk detection and quantification in ship navigation with integrated bridge systems. *Ocean Eng.* 2015, 109, 344–354. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2015.08.016>.

64. Piaggio, B.; Viviani, M.; Martelli, M.; Figari, M. Z-Drive Escort Tug manoeuvrability model and simulation. *Ocean Eng.* 2019, 191, 106461. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2019.106461>.

65. Quy, M.N.; Łazuga, K.; Gucma, L.; Vrijling, J.K.; van Gelder, P.H.A.J.M. Towards generalized ship's manoeuvre models based on real time simulation results in

port approach areas. *Ocean Eng.* 2020, 209, 107476. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2020.107476>.

66. Fan, S.; Zhang, J.; Blanco-Davis, E.; Yang, Z.; Wang, J.; Yan, X. Effects of seafarers' emotion on human performance using bridge simulation. *Ocean Eng.* 2018, 170, 111–119. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2018.10.021>.

67. Wu, B.; Yan, X.; Wang, Y.; Soares, C.G. An evidential reasoning-based cream to human reliability analysis in maritime accident process. *Risk Anal.* 2017, 37, 1936–1957. <https://doi.org/10.1111/risa.12757>.

68. Klaipeda Seaport Manuel, Maps and Charts; LMSA: Klaipeda, Lithuania, 2020; 60p.

69. Guze, S.; Smolarek, L.; Weintrit, A. The area-dynamic approach to the assessment of the risks of ship collision in the restricted water. *Sci. J. Marit. Univ. Szczec.* 2016, 45, 88–93.

70. IALA Guideline 1115. Maritime Service Portfolios: Digitizing Maritime Services, 1st ed.; IALA Working Paper, ENAV-19-14.2.9; International Association of Lighthouse Authorities: Saint Germain en Laye, France, 2017.

71. IMO MSC.467(101). Guidance on the Definition and Harmonization of the Format and Structure of Maritime Services in the Context of e-Navigation; International Maritime Organization: London, UK, 2019.

72. IMO MSC.1/Circ.1610. Initial Descriptions of Maritime Services in the Context of e-Navigation; International Maritime Organization: London, UK, 2019.

73. IMO NCSR 7/8. Consideration of Descriptions of Maritime Services in the Context of e-Navigation. In Report of an Informal Meeting of Member States and International Organizations Acting as Domain Coordinating Bodies for the Further Development of Descriptions of Maritime Services in the Context of e-Navigation; Note by the Secretariat; International Maritime Organization: London, UK, 2019.

74. Weintrit, A. Development of the IMO e-Navigation Concept—Common Maritime Data Structure. In *Modern Transport Telematics*; Mikulski, J., Ed.; Communications in Computer and Information Science; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2011; Volume 239, pp. 151–163.

75. Weintrit, A. Prioritized Main Potential Solutions for the e-Navigation Concept. *TransNav Int. J. Mar. Navig. Saf. Sea Transp.* 2013, 7, 27–38.

76. Weintrit, A. The Harmonization of the Format and Structure of Maritime Service Portfolios. In *Management Perspective for Transport Telematics*; Mikulski, J., Ed.; *Communications in Computer and Information Science*; Springer Nature Switzerland AG: Cham, Switzerland, 2018; Volume 897, pp. 426–441.

77. Weintrit, A. Technical Infrastructure to Support Seamless Information Exchange in e-Navigation. In *Activities of Transport Telematics*; Mikulski, J., Ed.; *Communications in Computer and Information Science*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2013; Volume 395, pp. 188–199.

78. Adam Weintrit. A Critical Analysis of the IMO Description of Maritime Services in the Context of e-Navigation / Adam Weintrit, Paweł Zalewski. // *Research and the Future of Telematics*. – 2020. – Pp. 402–414. https://doi.org/10.1007/978-3-030-59270-7_30.

79. Skóra, K., Wolski, A. Voyage planning. *Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport.* 2016, 92, 123-128. ISSN: 0209-3324. <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2016.92.12>.

80. Li Z, Ringsberg JW, Rita F. 2020. A voyage planning tool for ships sailing between Europe and Asia via the Arctic. *Ships Offshore Struct.* 15(sup1):10–19. <https://doi.org/10.1080/17445302.2020.1739369>.

81. A. Golikov. Vessel's navigation safety management in shallow waters at the port area / A. Golikov, J. Oleynik. // *Shipping & Navigation*. – 2019. – №29. – Pp. <https://doi.org/76–81.10.31653/2306-5761.29.219.76-81>.

82. e-Navigating in highly-constrained waters: a case study of the Vistula Lagoon / Adam Weintrit, Jacek Stanisław Pietraszkiewicz, Wiesław Piotrkowski, Wojciech Tycholiz. // *Journal of Navigation*. – 2021. – №74. – Pp. 1–10. <https://doi.org/10.1017/S0373463320000661>.

83. IMO, Guidance on the definition and harmonization of the format and structure of maritime services in the context of e-navigation, MSC.467(101) resolution, 2019.

84. Jie Zhang. Modelling of Pilotage Service Portfolio for e-navigation and its application in approaching port / Jie Zhang, Yingjun Zhang. // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – №1827. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1827/1/012033>.

85. Yang, J.; Ni, T.; Liu, L.; Wen, J.; He, J.; Li, Z. The Sea Route Planning for Survey Vessel Intelligently Navigating to the Survey Lines. Sensors 2022, 22, 482. <https://doi.org/10.3390/s22020482>.

86. O. Kryvyi. Mathematical models of hydrodynamic characteristics of the ship's propulsion complex for any drift angles / O. Kryvyi, M. Miyusov. // Shipping & Navigation. – 2018. – №28. – Pp. 88–102. <https://doi.org/10.31653/2306-5761.27.2018.88-102>.

87. Analysis of the error distribution density convergence with its orthogonal decomposition in navigation measurements / Igor Vorokhobin, Iryna Zhuravska, Igor Burmaka, Inessa Kulakovska. // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – №2090. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2090/1/012126>.

88. Y. Kazak. Influencing the error of helm change over on exactness of ship's turn / Y. Kazak. // Shipping & Navigation. – 2017. – №27. – Pp. 96–100. <https://doi.org/10.31653/2306-5761.27.2017.96-100>.

89. Maltsev, A., & Surinov, I. (2021). Improving the navigational preparation of a bridge crew for entering/leaving a port, including activities in case of emergency. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3(3 (111), 42–57. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.235092>.

90. Surinov I.: Algorithms and Calculation Scheme for Planning the Way of Movement of Trajectory Point During Maneuvering for Anchoring. TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, Vol. 15, No. 3, <https://doi.org/10.12716/1001.15.03.18>, pp. 629-638, 2021.

91. Dinda Oktafia. The influence of tug readiness and marine pilot for pilotage services - Case study at port of Tanjung Priok, 2016-2017 / Dinda Oktafia, Ajeng Gustina, Sarovah Widiawati. // Advances in Engineering Research: Conference on

Global Research on Sustainable Transport. – 2017. – №147. – С. 364–374.
<https://doi.org/10.2991/grost-17.2018.32>.

92. Paulauskas, V.; Martynas Simutis, M.; Placiene, B.; Barzdžiukas, R.; Jonkus, M.; Paulauskas, D. The influence of Port Tugs on improving the navigational safety of the port. J. Mar. Sci. Eng. 2021, 9, 342. <https://doi.org/10.3390/jmse9030342>.

93. Weintrit, A. Initial Description of Pilotage and Tug Services in the Context of e-Navigation. J. Mar. Sci. Eng. 2020, 8, 116. <https://doi.org/10.3390/jmse8020116>.

94. Соколенко В. І. Змістовні алгоритми планування руху судна в стиснених водах / В. І. Соколенко, І. І. Ворохобін. // Збірник наукових праць ОНМА. – 2014. – №24. – С. 147–155.

95. Гаврілюк Г. В. Згайно-нагінні коливання рівня в акваторіях портів північно-західної частини Чорного моря та їх зміни в сучасний кліматичний період / Г. В. Гаврілюк. // Збірник наукових праць ОНМА. – 2015. – №25. – С. 48–57.

96. Костенко П. О. Особливості всесезонного буксирування суден у водах України / П. О. Костенко. // Збірник наукових праць ОНМА. – 2015. – №25. – С. 186–193.

97. Калініченко Є. В. Забезпечення необхідної точності повороту судна способом переміщення його криволінійної траєкторії / Э. В. Калініченко. // Автоматизація суднових технічних засобів. – 2014. – №20. – С. 52–57. – Режим доступу до ресурсу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/asts_2014_20_11.

98. Ворохобін І. І. Підвищення точності управління судном мінімалізацією ковараційної матриці векторної похибки його повороту / І. І. Ворохобін. // Автоматизація суднових технічних засобів. – 2016. – №22. – С. 29–32. – Режим доступу до ресурсу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/asts_2016_22_7.

99. Мальцев С. Е. Розробка способу визначення параметрів маневрування судна при криволінійному русі : дис. док. філ. : 05.22.13 / Мальцев Станіслав Едуардович – Одеса, 2021. – 178 с. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.onma.edu.ua/wp-content/uploads/2021/12/DIS-Maltsev-10.10.2021-ver.2.pdf>.

100. Северін В. В. Стохастична характеристика бокового відхилення судна під час проведення за заданим маршрутом / В. В. Северин, Ю. В. Казак. // Автоматизація суднових технічних засобів. – 2016. – №22. – С. 92–96. – Режим доступу до ресурсу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/asts_2016_22_18.

101. Швартівні операції [Електронний ресурс] // Морська бібліотека. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <http://sea-library.ua/morskaja-praktika/323-schvartovnie-operacii.html>.

102. Резолюція А.893(21) Керівництво з планування рейсу (Прийнята 25 листопада 1999 року) [Електронний ресурс] // ММО. – 1999. – Режим доступу до ресурсу: http://rise.odessa.ua/texts/A893_21.php3.

103. Вимоги до Оформлення Дисертації 2023: Кандидатської та Докторської [Електронний ресурс] // Міністерство Освіти і Науки України. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://диплом.укр/вимоги-до-оформлення-дисертації/>.

104. Ворохобін І. І. Синтез процесів формування плану лоцманської проводки судна : дис. канд. техн. наук : 05.22.13 / Ворохобін Ігор Ігорович. – Одеса, 2013. – 200 с.

105. Соколенко В. І. Вдосконалення методів планування шляху і управління судном в стислих водах : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.13 / Соколенко Василь Інокентійович. – Одеса, 2019. – 214 с.

106. Колесников А. А. Синергетичні методи управління складними системами. Теорія системного аналізу/А. А. Колесников. - М.: Ліброком, 2019. - 240 с.

107. Adapting our sea ports to the challenges of climate change: Development and validation of a Port Resilience Index / Fernando León-Mateos, Antonio Sartal, Lucas López-Manuel, María A. Quintás. // Marine Policy. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104573>.

108. Lorena Garcia-Alonso. The effect of weather conditions on port technical efficiency / Lorena Garcia-Alonso, Ticiana Grecco Zanon Moura, David Roibas. //

Marine Policy. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.103816>.

109. Nature-based solutions for hydro-meteorological risk reduction: a state-of-the-art review of the research area / Laddaporn Ruangpan, Zoran Vojinovic, Silvana Di Sabatino та ін.]. // Nat. Hazards Earth Syst. Sci.. – 2020. – №20. – Pp. 243–270. – Режим доступу до ресурсу: <https://doi.org/10.5194/nhess-20-243-2020>.

110. Сурінов І. Л. Гідрометеорологічне забезпечення плавання в Північній Атлантиці в зимовий період / І. Л. Сурінов, Т. В. Варбанець. // Матеріали науково-технічної конференції «Транспортні технології (морський та річковий флот) : інфраструктура, судноплавство, перевезення, автоматизація». – 2017. – №601982. – С. 64–65.

111. Сурінов І. Л. Вплив гідрометеорологічного режиму в порту «Чорноморськ» на безпеку судноплавства / І. Л. Сурінов. // Матеріали науково-технічної конференції «Транспортні технології (морський та річковий флот) : інфраструктура, судноплавство, перевезення, автоматизація». – 2020. – С. 88–90.

112. Surinov I. Influence of the hydrometeorological mode in the port of Chornomorsk on the safety of navigation / Ihor Surinov. // Науково-технічний збірник «Судноводіння». – 2020. – №30. – С. 124–134. – Режим доступу до ресурсу: <http://dx.doi.org/10.31653/2306-5761.30.2020.124-134>.

113. Li, Y.; Ren, H. Visual Analysis of Vessel Behaviour Based on Trajectory Data: A Case Study of the Yangtze River Estuary. ISPRS Int. J.Geo-Inf.2022,11,244. – Режим доступу до ресурсу: <https://doi.org/10.3390/ijgi11040244>.

114. Solveig A. T. An Automated Computer Technique for Vessel Form Analysis / A. T. Solveig, A. N. James. // Plains Anthropologist. – Volume 22, 1977 - Issue 78. – 2017. – С. 313–320. – Режим доступу до ресурсу: <https://doi.org/10.1080/2052546.1977.11908868>.

115. Coupled dynamic analysis of deep-sea mining support vessel with dynamic positioning / Liping Sun, Xiaomeng Zhu, Bin Li, Shangmao Ai. // Marine Georesources & Geotechnology. – 2018. – Volume 36, 2018 - Issue 7. – С. 841–852. – Режим доступу до ресурсу: <https://doi.org/10.1080/1064119X.2017.1391901>.

116. Assessing compression algorithms to improve the efficiency of clustering analysis on AIS vessel trajectories / Martha Dais Ferreira, Jessica Campbell, Evan Purney та ін.]. // International Journal of Geographical Information Science. – 2023. – Volume 37, 2023 - Issue 3. – С. 660–683. – Режим доступу до ресурсу: <https://doi.org/10.1080/13658816.2022.2163494>.

117. Sáenz, S.S.; Diaz-Hernandez, G.; Schweter, L.; Nordbeck, P. Analysis of the Mooring Effects of Future Ultra-Large Container Vessels (ULCV) on Port Infrastructures. J. Mar. Sci. Eng. 2023, 11, 856. – Режим доступу до ресурсу: <https://doi.org/10.3390/jmse11040856>.

118. Park, S.; Yang, C.-S.; Kim, J. Design of Vessel Data Lakehouse with Big Data and AI Analysis Technology for Vessel Monitoring System. Electronics 2023, 12, 1943. – Режим доступу до ресурсу: <https://doi.org/10.3390/electronics12081943>.

119. Container vessel selection for maritime shipping companies by using an extended version of the Grey Relation Analysis (GRA) with the help of Type-2 neutrosophic fuzzy sets (T2NFN) / Sarfaraz Hashemkhani Zolfani, Ömer Faruk Görçün, Pradip Kundu, Hande Küçükönder. // Computers & Industrial Engineering. – 2022. – №171. – Режим доступу до ресурсу: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108376>.

120. Vessel manoeuvring hot zone recognition and traffic analysis with AIS data / Zhaokun Wei, Xianghui Meng, Xiaojun Li та ін.]. // Ocean Engineering. – 2022. – №266, Частина 1. – Режим доступу до ресурсу: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2022.112858>.

121. Asbjørn Lein Aalberg. Risk factors and navigation accidents: A historical analysis comparing accident-free and accident-prone vessels using indicators from AIS data and vessel databases / Asbjørn Lein Aalberg, Rolf Johan Bye, Peter Risberg Ellevseth. // Maritime Transport Research. – 2022. – №3. – Режим доступу до ресурсу: <https://doi.org/10.1016/j.martra.2022.100062>.

122. Visualization and visual analysis of vessel trajectory data: A survey / Haiyan Liu, Xiaohui Chen, Yidi Wang та ін.]. // Visual Informatics. – 2021. – №5/4. – Режим доступу до ресурсу: <https://doi.org/10.1016/j.visinf.2021.10.002>.

123. Ворохобін І. І. Журнал лоцманської проводки / І. І. Ворохобін. // Судноводіння: збірник наукових праць. – 2013. – №22. – С. 74–83.

124. Єгоров Г. В. Обґрунтування характеристик багатофункціонального лоцмейстерського судна / Г. В. Єгоров, Н. В. Автутов. // Судноводіння: збірник наукових праць. – 2013. – №22. – С. 111–120.

124. Северін В. В. Порівняння моделей оцінки ймовірності судна стиснутим маршрутом / В. В. Северін. // Судноводіння: збірник наукових праць. – 2018. – №28. – С. 196–201. – Режим доступу до ресурсу: <https://doi.org/10.31653/2306-5761.27.2018.189-195>.

126. Сурінов І. Л. Розвиток критеріїв маневреності суден / І. Л. Сурінов, І. О. Бурмака. // Матеріали науково-технічної конференції «Транспортні технології (морський та річковий флот) : інфраструктура, судноплавство, перевезення, автоматизація». – 2017. – №601982. – С. 212–213.

127. Сурінов І. Л. Правове регулювання приходу, стоянки та відходу суден в порту Чорноморськ / І. Л. Сурінов, О. В. Костира. // Матеріали науково-технічної конференції «Транспортні технології (морський та річковий флот) : інфраструктура, судноплавство, перевезення, автоматизація». – 2018. – №602715. – С. 44–46.

128. Сурінов І. Л. Аналіз аварійності в морському порту «Чорноморськ» / І. Л. Сурінов, А. С. Мальцев. // Матеріали науково-технічної конференції «Транспортні технології (морський та річковий флот) : інфраструктура, судноплавство, перевезення, автоматизація». – 2019. – С. 146–148.

129. Сурінов І. Л. Реалізація проєкту днопоглиблення акваторії морського порту «Чорноморськ» / І. Л. Сурінов, І. О. Бурмака. // Матеріали науково-технічної конференції «Транспортні технології (морський та річковий флот) : інфраструктура, судноплавство, перевезення, автоматизація». – 2018. – №602715. – С. 254–256.

130. Surinov I. Method of ensuring safe planning and control when maneuvering due to enter and leave the port / Surinov. // Science, research, development. Technics and Technology. – 2020. – №34. – С. 51–54.

131. Surinov I. Optimization of planning during proceeding to the anchorage using path points / Surinov. // International Conference on Science and Technology «Navigation, Shipping and Technology». – 2021. – №1. – С. 25 – 29. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.onma.edu.ua/wp-content/uploads/2021/12/ISCT-NST-novyjSformuloj.pdf>.

132. Surinov I. Calculation scheme and algorithms for planning the proceeding plan of trajectory point during maneuvering for anchoring / I. Surinov, V. Shemonayev. // International Conference on Science and Technology «Navigation, Shipping and Technology». – 2021. – №1. – С. 47 – 51. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.onma.edu.ua/wp-content/uploads/2021/12/ISCT-NST-novyjSformuloj.pdf>.

133. Incorporation of human factors into ship collision risk models focusing on human centred design aspects / [P. Sotiralis, N. P. Ventikos, R. Hamann та ін.]. // Reliability Engineering & System Safety. – 2016. – №156. – С. 210–227. . – Режим доступу до ресурсу: <https://doi.org/10.1016/j.ress.2016.08.007>.

134. Determining the most influential human factors in maritime accidents: A data-driven approach / A. Coraddu, L. Oneto, B. Navas de Maya, R. Kurt. // Ocean Engineering. – 2020. – №211. – Режим доступу до ресурсу: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2020.107588>.

135. Human reliability analysis of conventional maritime pilotage operations supported by a prospective model / D. Abreu, M. Maturana, E. Droguett, M. Martins. // Reliability Engineering & System Safety. – 2022. – №228. – Режим доступу до ресурсу: <https://doi.org/10.1016/j.ress.2022.108763>.

136. Wu L. Pilotage planning in seaports / L. Wu, S. Jia, S. Wang. // European Journal of Operational Research. – 2020. – №287. – С. 90–105. – Режим доступу до ресурсу: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2020.05.009>.

137. Kasm O. Vessel scheduling with pilotage and tugging considerations / O. Kasm, A. Diabat, M. Bierlaire. // Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review. – 2021. – №148. – Режим доступу до ресурсу: <https://doi.org/10.1016/j.tre.2021.102231>.

138. Barsky, R. B., F. T. Juster, M. S. Kimball, and M. D. Shapiro. 2017. "Preference Parameters and Behavioral Heterogeneity: An Experimental Approach in the Health and Retirement Study." *Quarterly Journal of Economics* 112 (2): 537–579.
– Режим доступу до ресурсу: <https://doi.org/10.1080/03088839.2020.1847338>.

139. Петриченко Є. О. Визначення безпечного курсу уникнення зіткнення у стиснених умовах / Є. О. Петриченко. // Судноводіння: збірник наукових праць. – 2013. – №23. – С. 100–106.

140. Якушев О. О. Вибір оптимальної форми суднової безпечної зони / О. О. Якушев. // Судноводіння: збірник наукових праць. – 2013. – №23. – С. 163–167.

141. Ворохобін І. І. Векторіальні похибки під час повороту судна / І. І. Ворохобін, Ю. В. Казак. // Судноводіння: збірник наукових праць. – 2016. – №26. – С. 60–64.

142. Товстокорий О. Н. Знаходження положення полюсу повороту за допомогою доплерівського лагу / О. Н. Товстокорий, С. Е. Мальцев. // Судноводіння: збірник наукових праць. – 2016. – №26. – С. 183–190.

143. Алексейчук Б. М. Ідентифікація закону розподілу похибки вимірювань / Б. М. Алексейчук, С. С. Пасечнюк. // Судноводіння: збірник наукових праць. – 2017. – №27. – С. 10–14. – Режим доступу до ресурсу: <https://doi.org/10.31653/2306-5761.27.2017.10-14>.

144. Методичне забезпечення технологій автоматизації на базі програмованих контролерів / С. І.Горб, В. В. Нікольський, С. Г. Хньюнін, В. Ф. Шапо. // Автоматизація суднових технічних засобів. – 2017. – №23. – С. 30–36. – Режим доступу до ресурсу: <http://ast.onma.edu.ua/wp-content/uploads/2020/01/astf-2017-1-23-30-36.pdf>.

145. Казак Ю. В. Оцінка векторної похибки повороту судна та мінімізація її величини / Ю. В. Казак, В. В. Северин. // Автоматизація суднових технічних засобів. – 2017. – №23. – С. 37–43. – Режим доступу до ресурсу: <http://ast.onma.edu.ua/wp-content/uploads/2020/01/astf-2017-1-23-37-43.pdf>.

146. Баранов Г. Л. Система технічної діагностики та контролю навігаційної ситуації при управлінні суден у складних умовах / Г. Л. Баранов, О. М. Носовський, В. М. Васько. // Науковий вісник ХДМІ. – 2010. – №1. – С. 10–16.

147. Спешілов В. М. Облік траєкторії циркуляції судна під час плавання на міліні / В. М. Спешілов. // Науковий вісник ХДМІ. – 2010. – №1. – С. 41–46.

148. Норкіна О. Н. Проблема підвищення ефективності роботи портів України / О. Н. Норкіна. // Науковий вісник ХДМІ. – 2010. – №1. – С. 67–71.

149. International Maritime Organization 2020 Regulation for prevention of pollution by sewage. (MARPOL ANNEX IV IMO Resolution).

150. Johnson DR, Heltzel R, Nix AC, Clark N and Darzi M. 2017 Greenhouse gas emissions and fuel efficiency of in-use high horsepower diesel, dual fuel, and natural gas engines for unconventional well development. Appl Energy 206 739-750.

151. I. Surinov, V. Shemonayev, New opportunities for seafarers owing to reduction emission and arising the number of Dual fuel vessels, 2021, 915, 012029. – Режим доступу до ресурсу: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/915/1/012029>.

152. Surinov I. Studying the impact of proper crew trainings and safety procedure during LNG bunkering [Electronic resource] / Ihor Surinov // Advanced materials proceedings. – 2023. – Vol. 8, no. 1. – P. 1–7. – Mode of access: <https://doi.org/10.5185/amp.2023.5582.1004> (date of access: 09.03.2023). – Title from screen.

153. Маьцев А. С. Динамічне позиціонування вісі буру якірною системою платформи способом негативного вектору зсуву / А. С. Маьцев, І. Л. Сурінов. // Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті» (MINTT-2020). – 2020. – №10. – С. 73–76.

154. Surinov I. Marine accidents prevention / I. Surinov, M. Syrotiuk. // Міжнародна науково-технічна конференція «Судноводіння, морські технології та перевезення». – 2021. – №1. – С. 69 – 73.

155. Surinov I. Formality model of chosen appropriate tug's service by method of balance handling forces / I. Surinov, O. Mazur, O. Onishchenko. // WATER

TRANSPORT: Collection of scientific works. – 2022. – №3(35). – С. 140 – 152. –
Режим доступу до ресурсу: <https://doi.org/10.33298/2226-8553.2022.1.35.18>.

156. Волков О. М. Відображення зони безпеки судна на електронній карті / О. М. Волков. // Судноводіння: збірник наукових праць. – 2013. – №23. – С. 40–45.

157. Чапчай Е. П. Тракторна похибка прогнозу криволінійної ділянки руху судна / Е. П. Чапчай. // Судноводіння: збірник наукових праць. – 2013. – №23. – С. 148–153.

158. Омельченко Т. Ю. Облік динаміки судна під час повороту / Т. Ю. Омельченко. // судноводіння: збірник наукових праць. – 2016. – №26. – С. 120–125.

159. Казак Ю. В. Вплив похибки перекладки пера руля на точність повороту судна / Ю. В. Казак. // судноводіння: збірник наукових праць. – 2017. – №27. – С. 96–100. – Режим доступу до ресурсу: <https://doi.org/10.31653/2306-5761.27.2017.96-100>.

160. Соколенко В. І. Навігаційний пристрій перерахунку координат супутникової антени судна на центр тяжіння / В. І. Соколенко, С. Е. Мальцев, А. С. Мальцев. // судноводіння: збірник наукових праць. – 2018. – №28. – С. 210–221. – Режим доступу до ресурсу: <https://doi.org/10.31653/2306-5761.27.2018.210-221>.

161. Сурінов І. Л. Конвенція із захисту Чорного моря від забруднення / І. Л. Сурінов, О. В. Костира. // Матеріали науково-технічної конференції «Транспортні технології (морський та річковий флот) : інфраструктура, судноплавство, перевезення, автоматизація». – 2017. – №601982. – С. 67–68.

162. Сурінов І. Л. Аналіз міжнародних конвенцій з навігаційних операцій / І. Л. Сурінов. // Матеріали науково-технічної конференції «Транспортні технології (морський та річковий флот) : інфраструктура, судноплавство, перевезення, автоматизація». – 2020. – С. 86–87.

163. Surinov I. Comparison of emergency situations during ships' navigation under extreme conditions / Ihor Surinov. // Shipping & Navigation. – 2021. – №32. –

С. 103 – 110. – Режим доступу до ресурсу: <https://doi.org/10.31653/2306-5761.32.2021.103-110>.

164. Surinov I. Ship crew management in emergency on the example of a shipping company / I. Surinov, V. Shemonayev. // Shipping & Navigation. – 2021. – №32. – С. 111 – 119. – Режим доступу до ресурсу: <https://doi.org/10.31653/2306-5761.32.2021.111-119>.

165. Maltsev A. Selection of waypoints for planning the ship's voyage cycle / A. Maltsev, I. Surinov, K. Shumilova. // International scientific innovations in human life. Proceedings of the 11th International scientific and practical conference. Cognum Publishing House. Manchester, United Kingdom. – 2022. – С. 230–242. – Режим доступу до ресурсу: <https://sci-conf.com.ua/xi-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-international-scientific-innovations-in-human-life-11-13-maya-2022-goda-manchester-velikobritaniya-arhiv/>.

166. ДП «МТП „ЧОРНОМОРСЬК“» Код ЄДРПОУ 01125672 [Електронний ресурс] // Оpendатабот. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://opendatabot.ua/c/01125672>.

167. Surinov I., Shumilov D.: Cybersecurity of the Processes of Manoeuvring in Confined Waters. TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, Vol. 17, No. 3, pp. 723-732, 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://doi.org/10.12716/1001.17.03.25>.

168. **Патент на корисну модель 149191 UA. МПК G08G 3/02(2006.01).** Індикатор відхилення осі бура./Мальцев А.С., Сурінов І.Л., Бень А.П. Заявник Херсонська державна морська академія. - № u 2020 07925; заявлено 11.12.2020, опубліковано 27.10.2021, Бюл. № 43.

169. **Патент на корисну модель 150310 UA. МПК G08G 3/02 (2006.01).** Мальцев А.С., Сінюта К.О., Сурінов І.Л. Система оперативного динамічного позиціонування судна при маневруванні в стиснених водах. Заявник Мальцев Анатолій Сидорович, Сінюта Катерина Олександрівна, Сурінов Ігор Леонідович. - № u 2021 53064 . заявлено 20/09/2021, опубліковано 23.12.2021 р.

170. Патент на корисну модель 151907 (51) МПК G08G 3/02 (2006.01).

Система визначення навігаційних ризиків рейсового циклу та управління їх рівнем. / Мальцев А. С., Сурінов І. Л., Шумілова К. В. Заявник Національний університет «Одеська морська академія». – № u 2022 01850; заявлено 01.06.2022; опубліковано 28.09.2022, Бюл. № 39.

171. Патент на корисну модель МПК B63H25/00 G05D1/00. Спосіб навігаційної підготовки та управління маневруванням судна при заході/виході з порту. / Мальцев А. С., Сурінов І. Л. Заявник Національний університет «Одеська морська академія». – № a202104599; заявлено 09.08.2021; опубліковано 08.12.2021, Бюл. № 49/2021.

Додаток А

Вплив гідрометеорологічних факторів на акваторію порту Чорноморськ за 2013
– 2023 роки

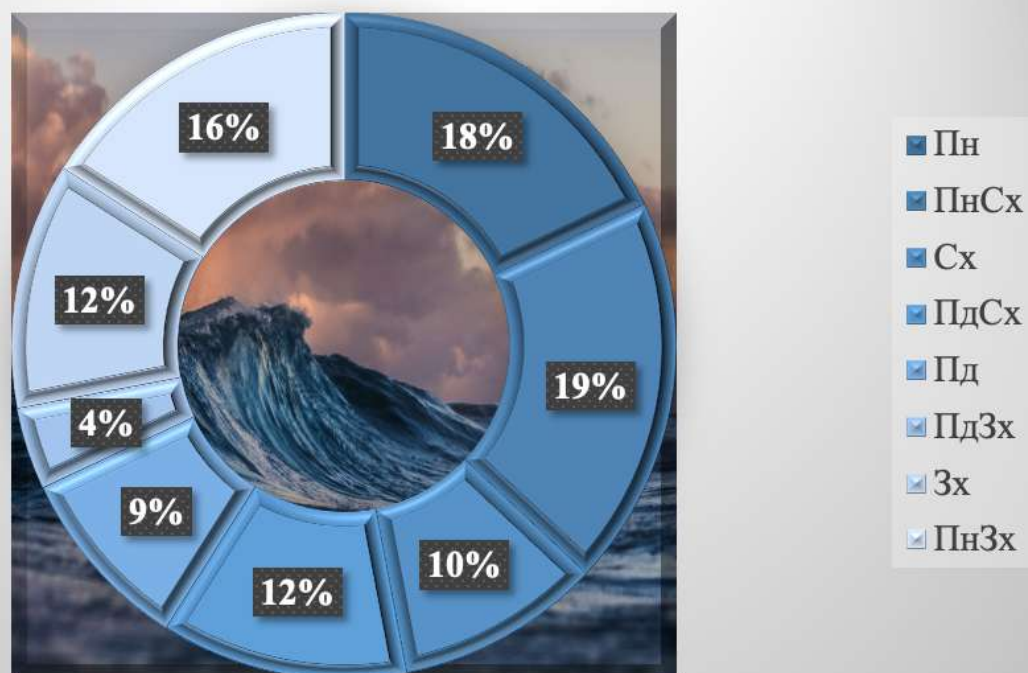


Рис. А.1. Розподіл напрямів вітру в порту Чорноморськ в зимовий період

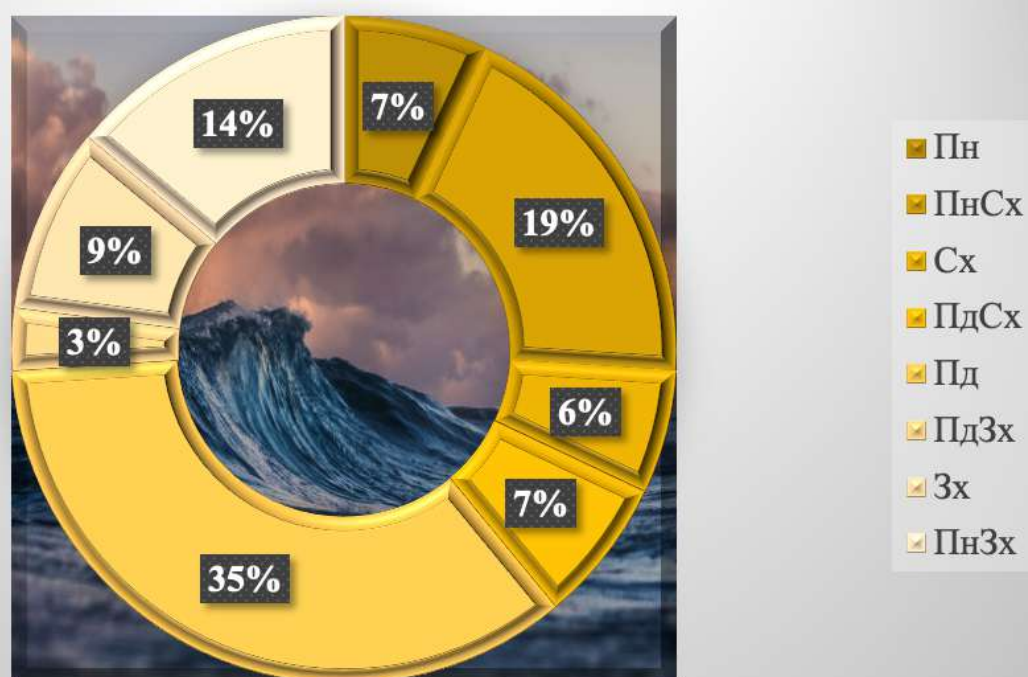


Рис. А.2. Розподіл напрямів вітру в порту Чорноморськ у весняний період

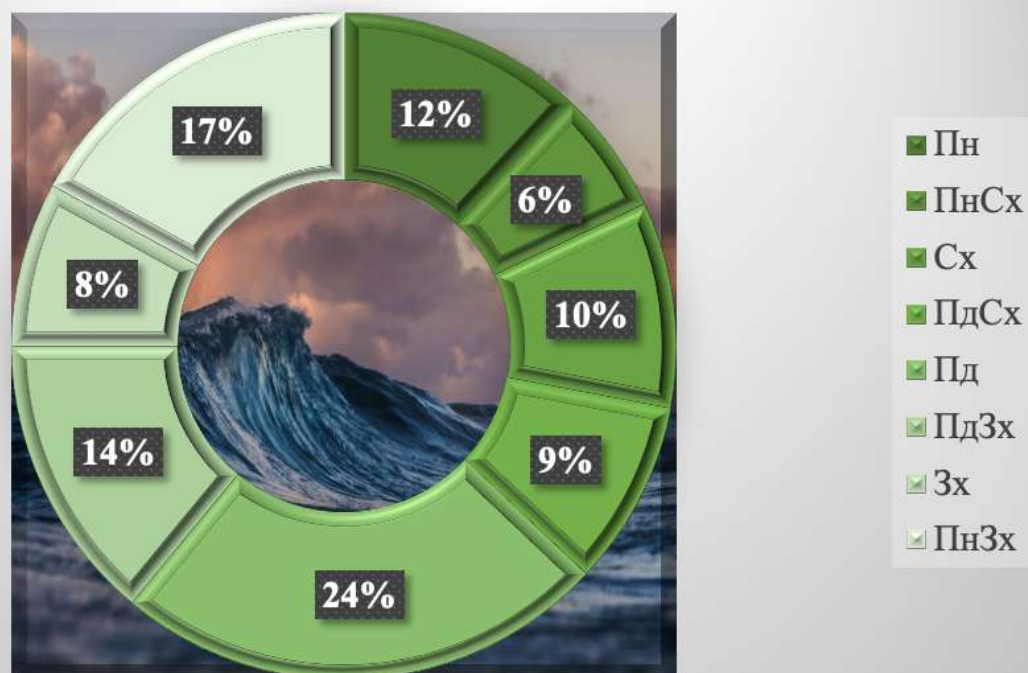


Рис. А.3. Розподіл напрямів вітру в порту Чорноморськ у літній період

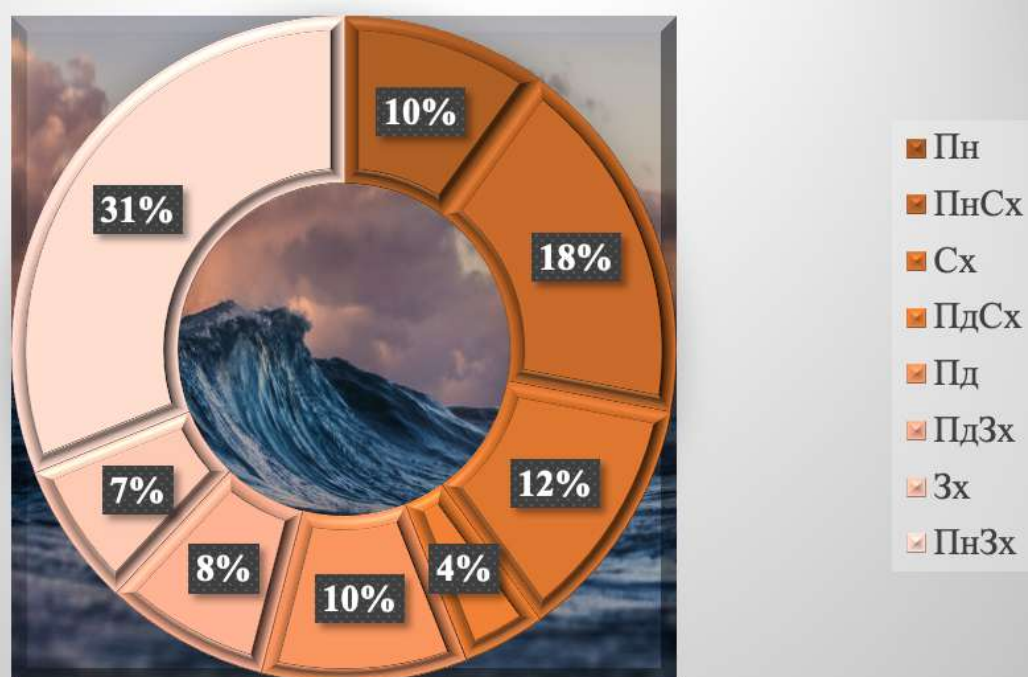


Рис. А.4. Розподіл напрямів вітру в порту Чорноморськ в осінній період

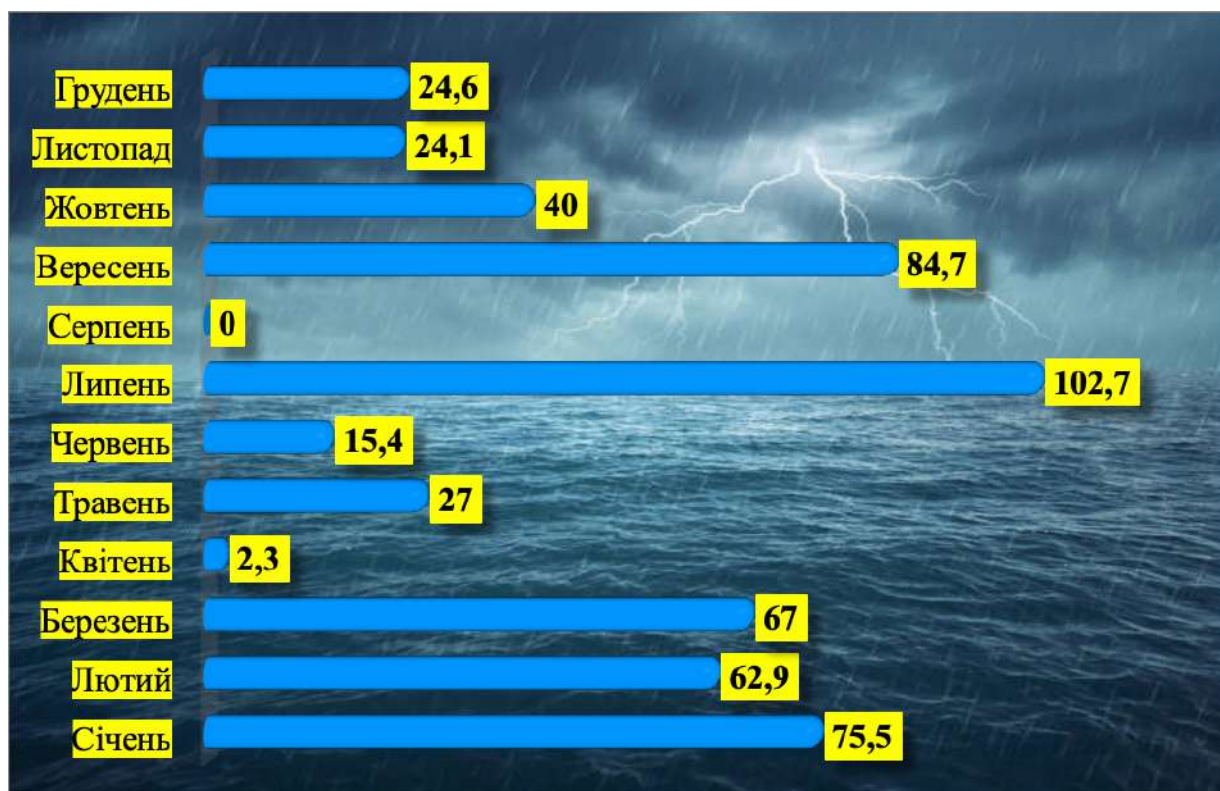


Рис. А.5. Середня кількість опадів в мм на рік в порту Чорноморськ

Додаток Б

Імітаційне моделювання схеми автоматичного визначення матриці планових координат на основі ШТ при постановці судна «Safmarine Nuba» до причалу Fishing Port 8 в порту Чорноморськ

Параметри циркуляції судна «Safmarine Nuba»

The angle of the transfer steering wheel	Parameters	Legend	Laden		In ballast	
			Experimentally estimated, buildings	Experimentally estimated, cables	Experimentally estimated, buildings	Experimentally estimated, cables
5°	Advance	l_1	7,48	6,61	6,18	5,46
	Direct displacement	l_2	7,1	6,27	5,59	4,94
	Tactical diameter	D_T	13,62	12,03	10,83	9,56
	Constant diameter	D_y	14,36	14,36	11,26	9,95
10°	Advance	l_1	5,03	4,44	4,15	3,66
	Direct displacement	l_2	4,25	3,75	3,23	2,86
	Tactical diameter	D_T	8,34	7,36	6,46	5,70
	Constant diameter	D_y	8,57	7,57	6,47	5,72
15°	Advance	l_1	3,94	3,48	3,25	2,87
	Direct displacement	l_2	2,98	2,63	2,19	1,93
	Tactical diameter	D_T	6,00	5,30	4,52	3,99
	Constant diameter	D_y	6,00	5,30	4,35	3,84
20°	Advance	l_1	3,29	2,91	2,71	2,40
	Direct displacement	l_2	3,23	1,97	1,56	1,38
	Tactical diameter	D_T	4,60	4,07	3,37	2,97
	Constant diameter	D_y	4,47	3,95	3,08	2,73
25°	Advance	l_1	2,85	2,52	2,35	2,07
	Direct displacement	l_2	1,71	1,51	1,14	1,00

Таблица Б.2

Active and Passive Braking

	In ballast Dbal=19283 tons, T_{mid} =5,79 m									
Engine forward	AHDS		AHS		AHH		AHM		AHF	
Engine astern	5,2 knots		7,5 knots		11,0 knots		12,6 knots		15,2 knots	
	t_{min}	S_{cab}	t_{min}	S_{cab}	t_{min}	S_{cab}	t_{min}	S_{cab}	t_{min}	S_{cab}
Stop	0,25	0,21	1,77	1,98	4,03	5,37	4,65	6,58	5,37	8,24
ASF	1,4	0,8	3	2,57	5,3	6	5,9	7,17	6,6	8,83
ASH	2,6	1,4	4,3	3,17	6,6	6,56	7,2	7,77	7,9	9,43
ASS	3,8	2	5,6	3,76	7,9	7,15	8,5	8,36	9,2	10
ASDS	5,2	2,74	7,07	5,08	9,33	8,57	9,94	9,82	10,67	11,55
—	Laden Dcar=39650 tons T _{cip} =10,42 m									

Engine forward	AHF		AHM		AHH		AHS		AHDS	
Engine astern	14,5 knots		12,0 knots		10,3 knots		7,0 knots		5,0 knots	
	$t_{\min}$	S_{cab}	$t_{\min}$	S_{cab}	$t_{\min}$	S_{cab}	$t_{\min}$	S_{cab}	$t_{\min}$	S_{cab}
Stop	10,5	15,79	8,96	12,4	7,48	9,67	2,56	2,76	0,25	0,21
ASF	12,4	16,95	10,9	13,56	9,43	10,83	4,51	3,92	2,1	1,12
ASH	14,4	18,11	12,86	14,72	14,6	12	6,5	5,08	4	2,04
ASS	16,35	19,27	14,8	15,9	13,3	13,15	8,4	6,24	5,9	3
ASDS	18,48	20,83	16,93	17,37	15,46	14,59	10,54	7,59	7,57	4
CHARACTERISTICS OF ROAD										
—	In ballast Dbal=19283 tons, $T_{\text{mid}}=5,79$ m									
	AHDS		AHS		AHH		AHM		AHF	
	$t_{\min}$	S_{cab}	$t_{\min}$	S_{cab}	$t_{\min}$	S_{cab}	$t_{\min}$	S_{cab}	$t_{\min}$	S_{cab}
Stop	18,7	10,3	13	10,3	8,9	10,3	7,7	10,3	6,4	10,3
AHDS	—	—	6,9	7,4	6,4	9,2	5,8	9,5	5,2	9,8
AHS	—	—	—	—	4,8	7,5	4,8	8,4	4,5	9,1
AHH	—	—	—	—	—	—	2,05	4	3,2	7
AHM	—	—	—	—	—	—	—	—	2,3	5,2
—	Laden Dcar =39650 tons $T_{\text{mid}}=10,42$ m									
	AHF		AHM		AHH		AHS		AHDS	
	$t_{\min}$	S_{cab}	$t_{\min}$	S_{cab}	$t_{\min}$	S_{cab}	$t_{\min}$	S_{cab}	$t_{\min}$	S_{cab}
Stop	13,6	20,8	16,4	20,8	19,1	20,8	28,1	20,8	39,4	20,8
AHDS	10,9	19,7	12,4	19,1	13,6	18,4	14,4	14,4	—	—
AHS	9,7	18,5	10,4	17,1	10,5	15,3	—	—	—	—
AHH	7	14,5	4,9	8,9	—	—	—	—	—	—
AHM	4,8	10,5	—	—	—	—	—	—	—	—
FEATURES OF SUGGESTION										
In ballast Dbal=19283 tons, $T_{\text{mid}}=5,79$ m										

Продовж. табл.Б.2

—	AHDS		AHS		AHH		AHM		AHF	
	$t_{\min}$	S_{cab}	$t_{\min}$	S_{cab}	$t_{\min}$	S_{cab}	$t_{\min}$	S_{cab}	$t_{\min}$	S_{cab}
AHF	15,3	19	9,3	15,1	4,5	9,7	2,8	6,6	—	—
AHM	14,5	17,1	8,3	12,8	2,5	4,9	—	—	—	—
AHH	13,7	15,6	7,3	10,7	—	—	—	—	—	—
AHS	10,3	10,4	—	—	—	—	—	—	—	—
—	Laden Dcar=39650 tons $T_{\text{mid}}=10,42$ m									
	AHF		AHM		AHH		AHS		AHDS	
	$t_{\min}$	S_{cab}	$t_{\min}$	S_{cab}	$t_{\min}$	S_{cab}	$t_{\min}$	S_{cab}	$t_{\min}$	S_{cab}
AHF	—	—	6	13,4	10,1	20,2	20,4	31	32,2	38,3
AHM	—	—	—	—	5,9	11,2	18,2	26,3	30,4	34,3
AHH	—	—	—	—	—	—	15,8	21,7	28,5	30,9
AHS	—	—	—	—	—	—	—	—	20,6	20

Таблиця Б.3

Матриця ТТ повороту №1

$M_{\text{П1}}$	$\phi_{\text{Н1}}$	46°19,24828' N	$\lambda_{\text{Н1}}$	30°39,99608' E
	$\phi_{\text{К11}}$	46°19,22911' N	$\lambda_{\text{К11}}$	30°39,97788' E
	$\phi_{\text{К12}}$	46° 19,37841' N	$\lambda_{\text{К12}}$	30°39,80175' E
	$\phi_{\text{К13}}$	46°19,37846' N	$\lambda_{\text{К13}}$	30°39,94997' E
	$\phi_{\text{К14}}$	46°19,37208' N	$\lambda_{\text{К14}}$	30°39,94691' E
	$\phi_{\text{К15}}$	46°19,36040' N	$\lambda_{\text{К15}}$	30°39,94637' E
	$\phi_{\text{К1}}$	46°19,41593' N	$\lambda_{\text{К1}}$	30°39,93882' E

Таблиця Б.4

Матриця ТТ повороту №2

$M_{\text{П2}}$	$\phi_{\text{Н2}}$	46°19,59815' N	$\lambda_{\text{Н2}}$	30°39,8086' E
	$\phi_{\text{К21}}$	46°19,60553' N	$\lambda_{\text{К21}}$	30°39,80048' E
	$\phi_{\text{К22}}$	46°19,62588' N	$\lambda_{\text{К22}}$	30°39,80177' E
	$\phi_{\text{К23}}$	46°19,64750' N	$\lambda_{\text{К23}}$	30°39,80528' E
	$\phi_{\text{К2}}$	46°19,77652' N	$\lambda_{\text{К2}}$	30°39,84258' E

*Матриця прямолінійної ділянки між точкою початку руху 0 та точкою
початку повороту 1*

M ₀₁	φ ₀	46°18,93' N	λ ₀	30°41,58' E	φ ₀₄₃	46°19,09373'N	λ ₀₄₃	30°40,76564' E
	φ ₀₁	46°18,93381' N	λ ₀₁	30°41,56106' E	φ ₀₄₄	46°19,09754' N	λ ₀₄₄	30°40,74670' E
	φ ₀₂	46°18,93762' N	λ ₀₂	30°41,54212' E	φ ₀₄₅	46°19,10134' N	λ ₀₄₅	30°40,72776' E
	φ ₀₃	46°18,94142'N	λ ₀₃	30°41,52319' E	φ ₀₄₆	46°19,10515' N	λ ₀₄₆	30°40,70882' E
	φ ₀₄	46°18,94523' N	λ ₀₄	30°41,50425' E	φ ₀₄₇	46°19,10896' N	λ ₀₄₇	30°40,68988' E
	φ ₀₅	46°18,94904' N	λ ₀₅	30°41,48531' E	φ ₀₄₈	46°19,11277' N	λ ₀₄₈	30°40,67094' E
	φ ₀₆	46°18,95285' N	λ ₀₆	30°41,46637' E	φ ₀₄₉	46°19,11658' N	λ ₀₄₉	30°40,65200' E
	φ ₀₇	46°18,95665' N	λ ₀₇	30°41,44743' E	φ ₀₅₀	46°19,12038' N	λ ₀₅₀	30°40,63306' E
	φ ₀₈	46°18,96046' N	λ ₀₈	30°41,42849' E	φ ₀₅₁	46°19,12419' N	λ ₀₅₁	30°40,61413' E
	φ ₀₉	46°18,96427' N	λ ₀₉	30°41,40956' E	φ ₀₅₂	46°19,12800' N	λ ₀₅₂	30°40,59519' E
	φ ₀₁₀	46°18,96808' N	λ ₀₁₀	30°41,39062' E	φ ₀₅₃	46°19,13181' N	λ ₀₅₃	30°40,57625' E
	φ ₀₁₁	46°18,97188' N	λ ₀₁₁	30°41,37168' E	φ ₀₅₄	46°19,13561' N	λ ₀₅₄	30°40,55731' E
	φ ₀₁₂	46°18,97569' N	λ ₀₁₂	30°41,35274' E	φ ₀₅₅	46°19,13942' N	λ ₀₅₅	30°40,53837' E
	φ ₀₁₃	46°18,97950' N	λ ₀₁₃	30°41,33380' E	φ ₀₅₆	46°19,14323' N	λ ₀₅₆	30°40,51943' E
	φ ₀₁₄	46°18,98331' N	λ ₀₁₄	30°41,31486' E	φ ₀₅₇	46°19,14704' N	λ ₀₅₇	30°40,50049' E
	φ ₀₁₅	46°18,98711'N	λ ₀₁₅	30°41,29593' E	φ ₀₅₈	46°19,15084' N	λ ₀₅₈	30°40,48155' E
	φ ₀₁₆	46°18,99092' N	λ ₀₁₆	30°41,27699' E	φ ₀₅₉	46°19,15465' N	λ ₀₅₉	30°40,46261' E
	φ ₀₁₇	46°18,99473' N	λ ₀₁₇	30°41,25805' E	φ ₀₆₀	46°19,15846' N	λ ₀₆₀	30°40,44367' E
	φ ₀₁₈	46°18,99854' N	λ ₀₁₈	30°41,23911' E	φ ₀₆₁	46°19,16227' N	λ ₀₆₁	30°40,42473' E

M ₀₁	φ ₀₁₉	46°19,00235' N	λ ₀₁₉	30°41,22017' E	φ ₀₆₂	46°19,16607' N	λ ₀₆₂	30°40,40579' E
	φ ₀₂₀	46°19,00615' N	λ ₀₂₀	30°41,20123' E	φ ₀₆₃	46°19,16988' N	λ ₀₆₃	30°40,38685' E
	φ ₀₂₁	46°19,00996' N	λ ₀₂₁	30°41,18229' E	φ ₀₆₄	46°19,17369' N	λ ₀₆₄	30°40,6791' E
	φ ₀₂₂	46°19,01377' N	λ ₀₂₂	30°41,16336' E	φ ₀₆₅	46°19,17750' N	λ ₀₆₅	30°40,34897' E
	φ ₀₂₃	46°19,01758' N	λ ₀₂₃	30°41,14442' E	φ ₀₆₆	46°19,18131' N	λ ₀₆₆	30°40,33003' E
	φ ₀₂₄	46°19,02138' N	λ ₀₂₄	30°41,12548' E	φ ₀₆₇	46°19,18511' N	λ ₀₆₇	30°40,31109' E
	φ ₀₂₅	46°19,02519' N	λ ₀₂₅	30°41,10654' E	φ ₀₆₈	46°19,18892' N	λ ₀₆₈	30°40,29215' E
	φ ₀₂₆	46°19,02900' N	λ ₀₂₆	30°41,08760' E	φ ₀₆₉	46°19,19273' N	λ ₀₆₉	30°40,27321' E
	φ ₀₂₇	46°19,03281' N	λ ₀₂₇	30°41,06866' E	φ ₀₇₀	46°19,19654' N	λ ₀₇₀	30°40,25427' E
	φ ₀₂₈	46°19,03661' N	λ ₀₂₈	30°41,04972' E	φ ₀₇₁	46°19,20034' N	λ ₀₇₁	30°40,23534' E
	φ ₀₂₉	46°19,04042' N	λ ₀₂₉	30°41,03078' E	φ ₀₇₂	46°19,20415' N	λ ₀₇₂	30°40,21640' E
	φ ₀₃₀	46°19,04423' N	λ ₀₃₀	30°41,01185' E	φ ₀₇₃	46°19,20796' N	λ ₀₇₃	30°40,19746' E
	φ ₀₃₁	46°19,04804' N	λ ₀₃₁	30°40,99291' E	φ ₀₇₄	46°19,21177' N	λ ₀₇₄	30°40,17852' E
	φ ₀₃₂	46°19,05184' N	λ ₀₃₂	30°40,97397' E	φ ₀₇₅	46°19,21557' N	λ ₀₇₅	30°40,15958' E
	φ ₀₃₃	46°19,05565' N	λ ₀₃₃	30°40,95503' E	φ ₀₇₆	46°19,21938' N	λ ₀₇₆	30°40,14064' E
	φ ₀₃₄	46°19,05946' N	λ ₀₃₄	30°40,93609' E	φ ₀₇₇	46°19,22319' N	λ ₀₇₇	30°40,12170' E
	φ ₀₃₅	46°19,06327' N	λ ₀₃₅	30°40,91715' E	φ ₀₇₈	46°19,22700' N	λ ₀₇₈	30°40,10276' E
	φ ₀₃₆	46°19,06708' N	λ ₀₃₆	30°40,89821' E	φ ₀₇₉	46°19,23080' N	λ ₀₇₉	30°40,08382' E
	φ ₀₃₇	46°19,07088' N	λ ₀₃₇	30°40,87927' E	φ ₀₈₀	46°19,23461' N	λ ₀₈₀	30°40,06488' E
	φ ₀₃₈	46°19,07469' N	λ ₀₃₈	30°40,86033' E	φ ₀₈₁	46°19,23842' N	λ ₀₈₁	30°40,04594' E
	φ ₀₃₉	46°19,07850' N	λ ₀₃₉	30°40,84139' E	φ ₀₈₂	46°19,24223' N	λ ₀₈₂	30°40,02700' E

Продовж. табл.Б.5

M ₀₁	ϕ_{040}	46°19,08231' N	λ_{040}	30°40,82246' E	ϕ_{083}	46°19,24604' N	λ_{083}	30°40,00806' E
	ϕ_{041}	46°19,08611' N	λ_{041}	30°40,80352' E	ϕ_{H1}	46°19,24828' N	λ_{H1}	30°39,99608' E
	ϕ_{042}	46°19,08992' N	λ_{042}	30°40,78458' E	—	—	—	—

Таблиця Б.6

Матриця прямолінійної ділянки між точкою кінця повороту 1 і точкою початку повороту 2

M ₁₂	ϕ_{K1}	46°19,41593' N	λ_{K1}	30°39,93882' E
	ϕ_{11}	46°19,42756' N	λ_{11}	30°39,93057' E
	ϕ_{12}	46°19,43918' N	λ_{12}	30°39,92231' E
	ϕ_{13}	46°19,45081' N	λ_{13}	30°39,91406' E
	ϕ_{14}	46°19,46244' N	λ_{14}	30°39,90581' E
	ϕ_{15}	46°19,47407' N	λ_{15}	30°39,89755' E
	ϕ_{16}	46°19,48570' N	λ_{16}	30°39,88930' E
	ϕ_{17}	46°19,49733' N	λ_{17}	30°39,88104' E
	ϕ_{18}	46°19,50895' N	λ_{18}	30°39,87279' E
	ϕ_{19}	46°19,52058' N	λ_{19}	30°39,86453' E
	ϕ_{110}	46°19,53221' N	λ_{110}	30°39,85628' E
	ϕ_{111}	46°19,54384' N	λ_{111}	30°39,84803' E
	ϕ_{112}	46°19,55547' N	λ_{112}	30°39,83977' E
	ϕ_{113}	46°19,56709' N	λ_{113}	30°39,83152' E
	ϕ_{114}	46°19,57872' N	λ_{114}	30°39,82326' E
	ϕ_{115}	46°19,59035' N	λ_{115}	30°39,81501' E
	ϕ_{H2}	46°19,59815' N	λ_{H2}	30°39,8086' E

Таблиця Б.7

Матриця прямолінійної ділянки між точкою кінця повороту 2 та дорожньою точкою 3

M ₂₃	ϕ_{K2}	46°19,77652' N	λ_{K2}	30°39,84258' E
	ϕ_{21}	46°19,78774' N	$\lambda_{\phi 21}$	30°39,84629' E
	ϕ_{22}	46°19,79896' N	λ_{22}	30°39,84999' E

Продовж. табл.Б.7

M ₂₃	ϕ_{23}	46°19,81017' N	λ_{23}	30°39,85369' E
	ϕ_{24}	46°19,82139' N	λ_{24}	30°39,8574' E
	ϕ_3	46°19,83' N	λ_3	30°39,86' E

Додаток В

Спостереження, аналіз і систематизація процесів маневрування суден (300 заходів до причалів у порту Чорноморськ) за допомогою даних AIS через програму Marine Traffic

Типи суден біля причалів згідно з аналізом 300 заходів до порту

Номер причалу	Назва судна та його тоннажність	Тип судна	Номер причалу	Назва судна та його тоннажність	Тип судна
1	Yu Chang (GT 23132; DW 30530)	Г	2	Ganda (GT 1850; DW 2637)	Г
	Maroulis S (GT 41342; DW 76000)	Б		Slavutich 16 (GT 2193; DW 3221)	Г
	Common Faith (GT 32987; DW 57002)	Б		BBC Everest (GT 8255; DW 9310)	Г
	Eco (GT 36374; DW 63490)	Б		Bozok (GT 6540; DW 9221)	Г
	Laguna Seca (GT 44127; DW 81966)	Б		Duygu (GT 4388; DW 7273)	К
	Tendra Trader (GT 36106; DW 63500)	Б		Aries Confidence (GT 35824; DW 63153)	Б
	Diamond Sea (GT 31617; DW 55437)	Б		Nikolas III (GT 32287; DW 58081)	Б
	Common Galaxy (GT 36336; DW 63500)	Б		Anastasia (GT 2528; DW 3500)	Г
	Lady Zehma (GT 20283; DW 32328)	Г		ASL Ileana (GT 33044; DW 57000)	Б
	Rising Eagle (GT 15873; DW 26758)	Б		Lady Jamila (GT 21192; DW 33427)	Б
3	Lady Zehma (GT 20283; DW 32328)	Г	4	Adam A (GT 17429; DW 28458)	Б
	Hampton Bay (GT 42702; DW 81508)	Б		Lady Ayana (GT 18095; DW 27797)	Г
	Lady Zehra (GT 19799; DW 31734)	Г		Achilleas S (GT 32839; DW 58018)	Б
	DSM Capella (GT 22654; DW 37116)	Б		Coral (GT 52245; DW 64522)	Г
5	Edfu (GT 38464; DW 71572)	Б	6	Baron (GT 4382; DW 6874)	Г
	Elif S (GT 4498; DW 8150)	Г		New Island (GT 27306; DW 47304)	Б
	Voge Mia (GT 22683; DW 36866)	Б		Rizabey (GT 15609; DW 24999)	Б
	Eylem (GT 9978; DW 16213)	Б		Pacific Rose (GT 18825; DW 27638)	Б

5	Leonid Khotkin (GT 4997; DW 5446)	Г	7	Nasim S (GT 3433; DW 6150)	Г
	Jasmin Queen (GT 6141; DW 7120)	Г		Nasim S (GT 3433; DW 6150)	Г
	Seastar Trader (GT 19972; DW 30487)	Б		Annabella (GT 7398; DW 11117)	Г
	Saturn J (GT 22070; DW 33477)	Г		Amadore (GT 8253; DW 12569)	Б
	Amano T (GT 16498; DW 27359)	Б		Valmiera (GT 5424; DW 7782)	Г
	Garnet (GT 23456; DW 34386)	Б		Yaf S (GT 4109; DW 6055)	Г
10	Inebolu (GT 4667; DW 6008)	Т	11	New Enas (GT 10421; DW 17386)	Б
	Kestrel S (GT 19992; DW 33108)	Б		Jupiter (GT 27185; DW 48338)	Б
	Mina Deniz (GT 4413; DW 6631)	Т		Aquataurus (GT 34323; DW 60238)	Б
	Donald (GT 10899; DW 12767)	Г		Achille (GT 40119; DW 76878)	Б
	Salvinia (GT 6619; DW 10407)	Г		Champion Contest (GT 27472; DW 47171)	Т
	Inebolu (GT 4667; DW 6008)	Т		Oriental Lotus (GT 8260; DW 14281)	Т
	Bogdan (GT 10220; DW 13898)	Б		Hanze Genua (GT 4210; DW 35000)	Б
	Cenk S (GT 4990; DW 7580)	Г		Wenche Victory (GT 29214; DW 47210)	Т
	Lina (GT 3796; DW 4400)	Г		Capetan Vassilis II (GT 23453; DW 34468)	Б
	Suat Karabekir (GT 4179; DW 6388)	Г		Nimertis (GT 17025; DW 28396)	Б
	Nikolaos A (GT 32287; DW 58133)	Б		Pedhoulas Cedrus (GT 43400; DW 81600)	Б
	Kydonia (GT 51496; DW 92828)	Б		Champion Contest (GT 27472; DW 47171)	Т
12	Den Ta 01 (GT 4200; DW 6300)	Г		GCL Leader (GT 43424; DW 81946)	Б
	Gloster 1 (GT 2980; DW 4595)	Т		Zante (GT 34241; DW 60436)	Б
	Oceanic Island (GT 17986; DW 29027)	Б		Hafnia Axinite (GT 23676; DW 38506)	Т

12	Lord Nelson (GT 17660; DW 28653)	Б	11	Bella Judi (GT 22432; DW 34062)	Б
	Equinox Agnandoussa (GT 33232; DW 58680)	Б		Fatma Sari (GT 25503; DW 43188)	Б
	FMT Efes (GT 8995; DW 14374)	Т		Marlen (GT 30174; DW 46829)	Т
	Ardmore Defender (GT 23702; DW 37764)	Т	14	Kamenitza (GT 20887; DW 32588)	Б
	Kingfisher D (GT 17431; DW 28425)	Б		N Amalthia (GT 39643; DW 75356)	Б
	Doga K (GT 7636; DW 11084)	Г		Fair Lady (GT 39768; DW 76608)	Б
	Bomustafa O (GT 14599; DW 24173)	Б		Tatry (GW 43025; DW 82600)	Б
	Magnum (GT 19738; DW 33213)	Б		Alpha (GT 6522; DW 10126)	Г
				Navios Prosperity (GT 43158; DW 82535)	Б
15	Oceanic Island (GT 17986; DW 29027)	Б		Ascanios (GT 40119; DW 76878)	Б
	Livita (GT 35832; DW 63532)	Б		Popi S (GT 43949; DW 80337)	Б
	Navios Felicity I (GT 44120; DW 81370)	Б		Bulk Bolivia (GT 35832; DW 63465)	Б
	Prince Hadi (GT 16041; DW 26412)	Б		SSI Reliance (GT 24163; DW 36058)	Б
	Xin Rong (GT 43506; DW 79607)	Б		Sea Luck (GT 8492; DW 14190)	Г
	Ultra Excellence (GT 34769; DW 61214)	Б		SSI Avenger (GT 29414; DW 52949)	Б
	Belhaven (GT 35810; DW 63430)	Б	16	Nord Colorado (GT 34312; DW 60365)	Б
	Spring Oasis (GT 36403; DW 63291)	Б		Arrow Lady (GT 40040; DW 76752)	Б
17	Clara Insignia (GT 35040; DW 61000)	Б		Gold River (GT 19872; DW 32537)	Б
	Xin An Ning (GT 30963; DW 55256)	Б		Dona Bibi (GT 44130; DW 81966)	Б
	Pacific Award (GT 34654; DW 61411)	Б		Western Fuji (GT 35600; DW 63500)	Б
	Bulk Trader (GT 23662; DW 37845)	Б		Dimitris S (GT 28171; DW 48821)	Г
	Marina K (GT 19891; DW 32723)	Б			

18	Med Voyager (GT 2654; DW 4244)	Г	16	Silver Lady (GT 27989; DW 50329)	Б
	Rubus (GT3958; DW 5356)	Г		Pedhoulas Cedrus (GT 43400; DW 81600)	Б
	Sormovskiy 29 (GT 2481; DW 3134)	Г		Esna (GT 38464; DW 71598)	Б
	New Leo (GT 3893; DW 5820)	Г		Chios Luck (GT 23462; DW 36612)	Б
	Eems Stream (GT 1862; DW 2620)	Г		HU PO HAI (GT 24748; DW 39781)	Б
	Seama (GT 2530; DW 4251)	Г		Glorious Sea (GT 14941; DW 24781)	Б
	Arslanbey (GT 2980; DW 3332)	Г		Bosphorus Prince (GT 26010; DW 45572)	Б
	Volgo Don 207 (GT 3991; DW 4585)	Г		New Explorer (GT 43441; DW 79448)	Б
	Sormovskiy 45 (GT 2478; DW 3346)	Г	19	Victoriya (GT 25190; DW 41260)	Г
	Sormovskiy 29 (GT 2481; DW 3134)	Г		Victoriya (GT 25190; DW 41260)	Г
	Sormovskiy 29 (GT 2481; DW 3134)	Г		Mustafa Sofuoglu (GT 4818; DW 6998)	Г
	T Star (GT 5469; DW 7321)	Г		Seama (GT 2530; DW 4251)	Г
	Lady Laguna (GT 11697; DW 18909)	Б	20	Hamid S (GT 5072; DW 6695)	Г
	Maria (GT 13706; DW 22201)	Г		Lina (GT 3796; DW 5535)	Г
				Sea Commander (GT 43614; DW 81856)	Б
21	Sichem Challenge (GT 7179; DW 12181)	Т	22	NS Angela (GT 3804; DW 5714)	Г
	MTM Houston (GT 11668; DW 19741)	Т		Astol (GT 2580; DW 3584)	Г
	Duruca (GT 4556; DW 6999)	Т		Chemstar River (GT 13098; DW 22407)	Т
	Marios G (GT 30075; DW 50747)	Т		Thoe (GT 7959; DW 12500)	Б
	Bandirma (GT 6085; DW 9584)	Т		Islander (GT 15899; DW 24228)	Г
	Usichem (GT 4798; DW 7124)	Т			
	Wisco Adventure (GT 29777; DW 49949)	Т	25	YM Earth (GT 4022; DW 5758)	Т

26	Vilnius (GT 22341; DW 9341)	P	25	Cosmo (GT 4412; DW 5885)	T
	Cenk Car (GT 7314; DW 2674)	P		Med Antarctic (GT 5651; DW 8278)	T
	Vilnius (GT 22341; DW 9341)	P		Habip Bayrak (GT 5672; DW 8405)	T
	Kaunas (GT 25606; 7664)	P		Bomar Mars (GT 3999; DW 6167)	T
	Vilnius (GT 22341; DW 9341)	P		Rekon (GT 4310; DW 6239)	T
	Vilnius (GT 22341; DW 9341)	P		Hitra (GT 3997; DW 6091)	T
	Greifswald (GT 24084; DW 8005)	P		Zeynep KA (GT 4347; DW 6276)	T
	Greifswald (GT 24084; DW 8005)	P		Kaunas (GT 25606; 7664)	P
	Greifswald (GT 24084; DW 8005)	P		Vilnius (GT 22341; DW 9341)	P
	Kaunas (GT 25606; DW 7664)	P		Kaunas (GT 25606; 7664)	P
28	Neptune Thelisis (GT 27788; DW 6200)	P	27	Kaunas (GT 25606; 7664)	P
	Cenk A (GT 8728; DW 5977)	P		Vilnius (GT 22341; DW 9341)	P
	Cenk A (GT 8728; DW 5977)	P		Cenk Y (GT 8919; DW 5970)	P
	Cenk A (GT 8728; DW 5977)	P		Vilnius (GT 22341; DW 9341)	P
	Cenk Y (GT 8919; DW 5970)	P		Greifswald (GT 24084; DW 8005)	P
	Cenk Y (GT 8919; DW 5970)	P		Vilnius (GT 22341; DW 9341)	P
	Cenk Y (GT 8919; DW 5970)	P		Cenk Y (GT 8919; DW 5970)	P
	Neptune Horizon (GT 36711; DW 11215)	P	FP9	Sea Partner (GT 21162; DW 8408)	P
	Neptune Ithaki (GT 36902; DW 11010)	P		Sea Partner (GT 21162; DW 8408)	P
	Cenk A (GT 8728; DW 5977)	P		Safmarine Nakuru (GT 25904; DW 34100)	K
FP8	Safmarine Nuba (GT 25904; DW 35144)	K		MSC Canberra (GT 29181; DW 41583)	K

FP8	MSC Giannina (GT 21531; DW 29700)	K	FP9	Songa Iridium (GT 23633; DW 27209)	K
	MSC Shirley (GT 23890; DW 29804)	K		JPO Scorpius (GT 27100; DW 34496)	K
	MSC Tasmania (GT 34231; DW 45670)	K		Safmarine Nuba (GT 25904; DW 35144)	K
	JPO Scorpius (GT 27100; DW 34496)	K		Safmarine Nuba (GT 25904; DW 35144)	K
	MSC Giannina (GT 21531; DW 29700)	K		MSC Lara (GT 28892; DW 41730)	K
	Safmarine Nuba (GT 25904; DW 35144)	K		Safmarine Nakuru (GT 25904; DW 34100)	K
	MSC Anahita (GT 29022; DW 34907)	K		MSC MIA Summer (GT 25219; DW 23487)	K
	MSC Tasmania (GT 34231; DW 45670)	K		Focha (GT 2561; DW 3284)	Г
	MSC Mia Summer (GT 25219; DW 23487)	K		Erhan Araz (GT 2435; DW 3826)	Г
FP6	Cenk M (GT 8619; DW 10300)	P	FP7	Erhan Araz (GT 2435; DW 3826)	Г
	Cenk M (GT 8619; DW 10300)	P		MSC Shirley (GT 23890; DW 29804)	K
	Cenk M (GT 8619; DW 10300)	P		Safmarine Nakuru (GT 25904; DW 34100)	K
	Cenk M (GT 8619; DW 10300)	P	FP4	Mecit Kaptan (GT 1243; DW 2276)	Г
	Cenk M (GT 8619; DW 10300)	P		Sealock (GT 1343; DW 1385)	Г
	Sea Partner (GT 21162; DW 8408)	P	FP3	Naciye K (GT 1233; DW 2340)	Г
	Cenk M (GT 8619; DW 10300)	P		Mary (GT 1220; DW 2100)	K
	Sea Partner (GT 21162; DW 8408)	P		Kafkametler (GT 1866; DW 3134)	Г
	Cenk M (GT 8619; DW 10300)	P		Recep Reis 1 (GT 1127; DW 1771)	Г
	Cenk M (GT 8619; DW 10300)	P		My Efehan 1 (GT 1246; DW 2820)	Г
	Nikolas III (GT 32287; DW 58081)	Б		Saffet Aga (GT 2321; DW 3738)	Г
	M. Sahin (GT 1941; DW 3085)	Г		Kaptan Cevdet (GT 1572; DW 2298)	Г

FP2	Saffet Aga (GT 2321; DW 3738)	Г	FP3	My Efehan 1 (GT 1246; DW 2820)	Г
	Saffet Aga (GT 2321; DW 3738)	Г		Seaspirit (GT 2007; DW 2470)	Г
	Warnowborg (GT 6668; DW 9254)	Г		Fadime K (GT 1246; DW 2185)	Г
FP1	Theodora (GT 29978; DW 53569)	Б	FP1	Unison Jasper (GT 22623; DW 37296)	Б
	Almasi (GT 30053; DW 52342)	Б		Fadime K (GT 1246; DW 2185)	Г
	Gold Dust (GT 17019; DW 28420)	Б		Day Dream (GT 3911; DW 5750)	Г
	Efi Theo (GT 25047; DW 45423)	Б	FP1	Oney Z (GT 1276; DW 1686)	Г
	Bonita (GT 2993; DW 5558)	Т		Easr Blacksea (GT 999; DW 1704)	Г
	Geert (GT 2545; DW 3785)	Г		Dilek (GT 2905; DW 4490)	Г
	M. Sahin (GT 1941; DW 3085)	Г	29	Star Prime (GT 3096; DW 3567)	ГАЗ

Примітка: Б – балкер, Г – генеральні вантажі, ГАЗ – газозов, К – контейнеровоз, Р – судно типу Ro-Ro, Т – танкер.

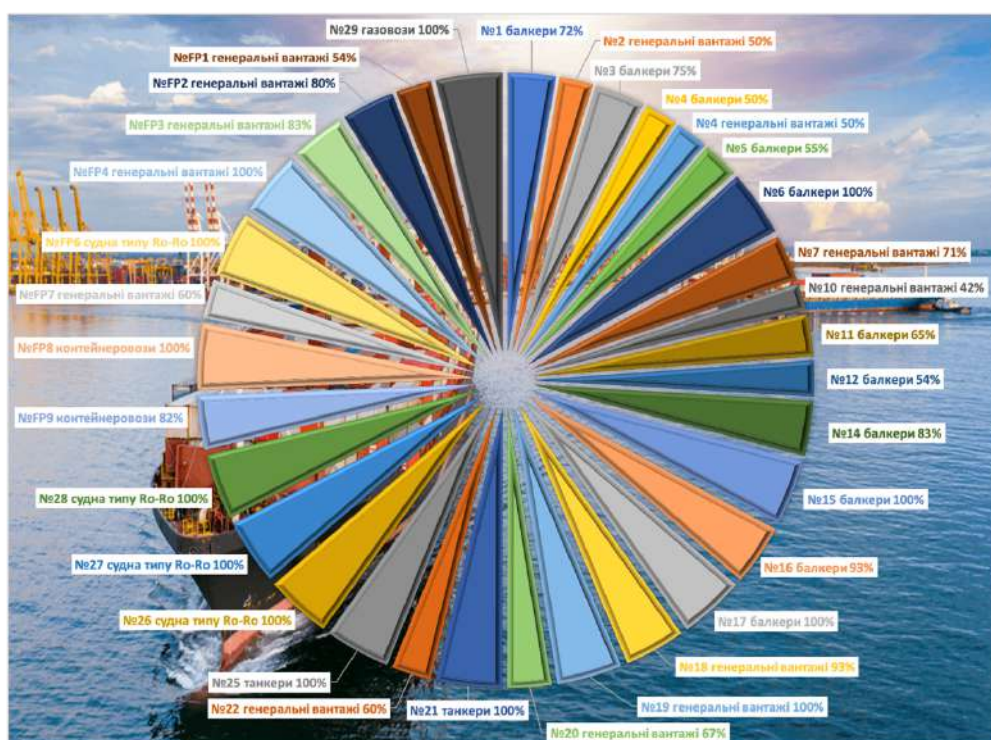


Рис. В.1. Типи суден біля причалів за результатом аналізу заходу до порту

Аналіз часу проходження акваторією порту 300 заходів суден, вітрового впливу та борту, яким було пришвартоване судно до причалу

<i>№</i>	<i>Назва судна</i>	<i>Час проходження басейнів порту, год:хв</i>	<i>Час проходження каналу порту, год:хв</i>	<i>Загальний час виходу, год:хв</i>	<i>Швидкість вітру, м/с</i>	<i>Напрямок вітру</i>	<i>Дата</i>	<i>Борт</i>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Inebolu (GT 4667; DW 6008)	00:07	00:28	00:35	6	Пд	07.10.20	Л
2	Neptune Thelisis (GT 27788; DW 6200)	00:04	00:27	00:31	6	Пд	07.10.20	Л
3	Yu Chang (GT 23132; DW 30530)	00:10	00:13	00:23	6	Пд	07.10.20	Л
4	Cenk A (GT 8728; DW 5977)	00:04	00:33	00:37	6	Пд	07.10.20	Л
5	Nord Copper (GT 34241; DW 59500)	00:05	00:17	00:22	6	Пд	07.10.20	Л
6	Sichem Challenge (GT 7179; DW 12181)	00:07	00:24	00:31	6	Пд	07.10.20	П
7	Cenk A (GT 8728; DW 5977)	00:05	00:39	00:44	6	Пд	07.10.20	Л
8	Vilnius (GT 22341; DW 9341)	00:05	00:35	00:40	6	Пд	07.10.20	Л
9	Clara Insignia (GT 35040; DW 61000)	00:04	00:27	00:31	6	Пд	07.10.20	П
10	Nord Colorado (GT 34312; DW 60365)	00:06	00:21	00:27	6	Пд	07.10.20	Л
11	Cenk Car (GT 7314; DW 2674)	00:05	00:21	00:26	6	Пд	07.10.20	Л
12	Naciye K (GT 1233; DW 2340)	00:06	00:16	00:22	6	Пд	07.10.20	П
13	Cenk M (GT 8619; DW 10300)	00:07	00:31	00:38	6	Пд	07.10.20	Л
14	Theodora (GT 29978; DW 53569)	00:07	00:25	00:32	6	Пд	07.10.20	П
15	Safmarine Nuba (GT 25904; DW 35144)	00:06	00:22	00:28	6	Пд	07.10.20	П
16	NS Angela (GT 3804; DW 5714)	00:06	00:35	00:41	6	Пд	07.10.20	П
17	Jupiter (GT 27185; DW 48338)	00:05	00:20	00:25	6	Пд	07.10.20	П

1	2	3	4	5	6	7	8	9
18	Kaunas (GT 25606; 7664)	00:06	00:33	00:39	6	Пд	07.10.20	П
19	YM Earth (GT 4022; DW 5758)	00:05	00:39	00:44	6	Пд	07.10.20	Л
20	Med Voyager (GT 2654; DW 4244)	00:07	00:29	00:36	6	Пд	07.10.20	П
21	Diamantis P (GT 23745; DW 30340)	0:05	0:19	0:24	6	Пд	07.10.20	П
22	Vilnius (GT 22341; DW 9341)	0:04	0:37	0:41	8	ПдСх	08.10.20	П
23	Rubus (GT3958; DW 5356)	0:07	0:29	0:36	1	Пн	10.10.20	П
24	Kestrel S (GT 19992; DW 33108)	0:05	0:21	0:26	3	ПдЗх	11.10.20	П
25	Cenk A (GT 8728; DW 5977)	0:03	0:29	0:32	4	ПдСх	12.10.20	Л
26	Saronic Spire (GT 20225; DW 32355)	0:07	0:26	0:33	7	Пд	13.10.20	П
27	Arrow Lady (GT 40040; DW 76752)	0:06	0:23	0:29	6	Зх	14.10.20	Л
28	Vilnius (GT 22341; DW 9341)	0:05	0:35	0:40	6	Зх	14.10.20	Л
29	MSC Giannina (GT 21531; DW 29700)	0:07	0:21	0:28	6	ПдЗх	14.10.20	П
30	Almasi (GT 30053; DW 52342)	0:07	0:25	0:32	6	Зх	14.10.20	П
31	Kaunas (GT 25606; 7664)	0:04	0:40	0:44	2	ПдЗх	15.10.20	Л
32	Mary (GT 1220; DW 2100)	0:06	0:12	0:18	4	Пд	15.10.20	Л
33	Kamenitza (GT 20887; DW 32588)	0:06	0:31	0:37	5	Пд	16.10.20	П
34	Yildizlar 2 (GT 40328; DW 49865)	0:07	0:36	0:43	7	Пд	16.10.20	П
35	Cenk Y (GT 8919; DW 5970)	0:05	0:34	0:39	5	ПдЗх	15.10.20	Л
36	Kaunas (GT 25606; 7664)	0:04	0:32	0:36	6	ПнЗх	19.10.20	П
37	Vilnius (GT 22341; DW 9341)	0:05	0:34	0:39	6	Пн	19.10.20	Л
38	Mina Deniz (GT 4413; DW 6631)	0:06	0:15	0:21	5	Пн	19.10.20	Л
39	Cenk Y (GT 8919; DW 5970)	0:04	0:43	0:47	4	ПнЗх	19.10.20	Л
40	Aquataurus (GT 34323; DW 60238)	0:09	0:34	0:43	2	Пн	20.10.20	П
41	Victoriya (GT 25190; DW 41260)	0:08	0:40	0:48	3	Пн	20.10.20	Л

1	2	3	4	5	6	7	8	9
42	Focha (GT 2561; DW 3284)	0:06	0:14	0:20	5	Пд	21.10.20	П
43	Oceanic Island (GT 17986; DW 29027)	0:06	0:25	0:31	6	ПнСх	09.10.20	Л
44	Gold River (GT 19872; DW 32537)	0:06	0:19	0:25	7	Пд	21.10.20	Л
45	Nasim S (GT 3433; DW 6150)	0:07	0:38	0:45	6	Сх	09.10.20	Л
46	Donald (GT 10899; DW 12767)	0:06	0:30	0:36	7	ПдЗх	21.10.20	Л
47	Cenk M (GT 8619; DW 10300)	0:04	0:30	0:34	4	ПдЗх	23.10.20	Л
48	Cenk Y (GT 8919; DW 5970)	0:04	0:38	0:42	6	ПдЗх	23.10.20	Л
49	Cenk M (GT 8619; DW 10300)	0:04	0:28	0:32	5	ПнСх	09.10.20	Л
50	MSC Shirley (GT 23890; DW 29804)	0:05	0:19	0:24	6	Сх	26.10.20	П
51	Cenk M (GT 8619; DW 10300)	0:05	0:36	0:41	6	Сх	26.10.20	Л
52	Livita (GT 35832; DW 63532)	0:06	0:25	0:31	4	Сх	26.10.20	Л
53	Xin an Ning (GT 30963; DW 55256)	0:06	0:37	0:43	4	ПдСх	26.10.20	П
54	Erhan Araz (GT 2435; DW 3826)	0:06	0:20	0:26	6	Сх	28.10.20	П
55	MTM Houston (GT 11668; DW 19741)	0:07	0:28	0:35	1	Сх	10.10.20	П
56	Ganda (GT 1850; DW 2637)	0:08	0:13	0:21	3	ПдЗх	11.10.20	Л
57	N Amalthia (GT 39643; DW 75356)	0:06	0:27	0:33	2	ПнСх	28.10.20	Л
58	Den ta 01 (GT 4200; DW 6300)	0:07	0:26	0:33	2	ПнЗх	10.10.20	П
59	Achille (GT 40119; DW 76878)	0:07	0:25	0:32	2	ПнЗх	29.10.20	П
60	Vilnius (GT 22341; DW 9341)	0:04	0:32	0:36	2	ПнЗх	30.10.20	Л
61	Kaunas (GT 25606; 7664)	0:05	0:40	0:45	2	ПнЗх	30.10.20	П
62	MSC Tasmania (GT 34231; DW 45670)	0:07	0:19	0:26	2	Пн	30.10.20	П
63	Achilleas S (GT 32839; DW 58018)	0:09	0:23	0:32	3	ПнЗх	30.10.20	П
64	Neptune Horizon (GT 36711; DW 11215)	0:04	0:33	0:37	6	ПнЗх	31.10.20	П
65	Fair Lady (GT 39768; DW 76608)	0:06	0:25	0:31	7	ПнЗх	01.11.20	Л

1	2	3	4	5	6	7	8	9
66	Navios Felicity I (GT 44120; DW 81370)	0:06	0:25	0:31	2	ПНЗХ	11.10.20	Л
67	Ocean Scallion (GT 44543; DW 82215)	0:11	0:22	0:33	2	ПНЗХ	11.10.20	Л
68	Cenk M (GT 8619; DW 10300)	0:06	0:23	0:29	6	ПНЗХ	02.11.20	Л
69	Sea Partner (GT 21162; DW 8408)	0:06	0:37	0:43	5	ПНЗХ	07.11.20	Л
70	Cosmo (GT 4412; DW 5885)	0:05	0:44	0:49	3	ПНЗХ	11.10.20	Л
71	Salvinia (GT 6619; DW 10407)	0:06	0:23	0:29	5	ПНЗХ	07.11.20	П
72	Champion Conest (GT 27472; DW 47171)	0:06	0:23	0:29	6	ПД	16.10.20	П
73	Oriental Lotus (GT 8260; DW 14281)	0:08	0:27	0:35	1	ПН	08.11.20	П
74	Mi Harmony (GT 34617; DW 61617)	0:08	0:27	0:35	4	ПНЗХ	09.11.20	П
75	Coral (GT 52245; DW 64522)	0:07	0:23	0:30	5	ПН	10.11.20	П
76	Pacific Award (GT 34654; DW 61411)	0:06	0:33	0:39	3	ПН	09.11.20	П
77	Greifswald (GT 24084; DW 8005)	0:05	0:42	0:47	5	ПНЗХ	09.11.20	Л
78	Erhan Araz (GT 2435; DW 3826)	0:06	0:20	0:26	3	ПН	09.11.20	П
79	JPO Scorpius (GT 27100; DW 34496)	0:09	0:26	0:35	3	ПН	09.11.20	П
80	Vilnius (GT 22341; DW 9341)	0:05	0:39	0:44	3	ПНЗХ	10.11.20	П
81	MSC Giannina (GT 21531; DW 29700)	0:06	0:22	0:28	4	ПНЗХ	11.11.20	П
82	Cenk Y (GT 8919; DW 5970)	0:03	0:36	0:39	3	ПНСХ	11.11.20	П
83	Neptune Ithaki (GT 36902; DW 11010)	0:04	0:25	0:29	2	ПНСХ	11.11.20	П
84	Gloster 1 (GT 2980; DW 4595)	0:06	0:11	0:17	4	СХ	13.11.20	П
85	Dona Bibi (GT 44130; DW 81966)	0:07	0:21	0:28	3	СХ	12.11.20	Л
86	Greifswald (GT 24084; DW 8005)	0:05	0:46	0:51	2	ПН	15.11.20	Л
87	Soligorsk	0:07	0:15	0:22	1	СХ	16.11.20	П
88	Safmarine Nuba (GT 25904; DW 35144)	0:05	0:18	0:23	6	СХ	17.11.20	П
89	Hanze Genua (GT 4210; DW 35000)	0:04	0:16	0:20	5	СХ	18.11.20	П

1	2	3	4	5	6	7	8	9
90	Victoriya (GT 25190; DW 41260)	0:06	0:26	0:32	5	Сх	18.11.20	Л
91	Slavutich 16 (GT 2193; DW 3221)	0:05	0:20	0:25	5	ПнСх	18.11.20	П
92	Aquavita Sea	0:07	0:27	0:34	4	Сх	19.11.20	П
93	Inebolu (GT 4667; DW 6008)	0:06	0:17	0:23	3	ПнСх	20.11.20	Л
94	Ascanios (GT 40119; DW 76878)	0:05	0:22	0:27	3	ПнСх	20.11.20	Л
95	Cenk A (GT 8728; DW 5977)	0:05	0:30	0:35	2	Пн	21.11.20	Л
96	Sea Partner (GT 21162; DW 8408)	0:06	0:36	0:42	6	Пн	21.11.20	Л
97	Hampton Bay (GT 42702; DW 81508)	0:07	0:21	0:28	3	ПнЗх	22.11.20	Л
98	Duruca (GT 4556; DW 6999)	0:06	0:29	0:35	6	Пн	21.11.20	П
99	Sormovskiy 29 (GT 2481; DW 3134)	0:06	0:23	0:29	3	ПдЗх	22.11.20	П
100	Wenche Victory (GT 29214; DW 47210)	0:08	0:29	0:37	2	Зх	23.11.20	П
101	Eco (GT 36374; DW 63490)	0:09	0:08	0:17	7	ПнЗх	24.11.20	Л
102	Capetan Vassilis II (GT 23453; DW 34468)	0:05	0:22	0:27	4	ПнЗх	25.11.20	П
103	Med Antarctic (GT 5651; DW 8278)	0:04	0:35	0:39	1	Пн	26.11.20	Л
104	Nimertis (GT 17025; DW 28396)	0:05	0:23	0:28	6	ПдЗх	27.11.20	П
105	MSC Anahita (GT 29022; DW 34907)	0:05	0:27	0:32	1	ПнЗх	28.11.20	П
106	Gold Dust (GT 17019; DW 28420)	0:07	0:10	0:17	2	Пн	29.11.20	П
107	Greifswald (GT 24084; DW 8005)	0:04	0:42	0:46	3	Пн	29.11.20	Л
108	Pedhoulas Cedrus (GT 43400; DW 81600)	0:05	0:34	0:39	7	Пн	30.11.20	П
109	Western Fuji (GT 35600; DW 63500)	0:07	0:24	0:31	7	Сх	05.12.20	Л
110	Sea Partner (GT 21162; DW 8408)	0:05	0:17	0:22	7	Сх	05.12.20	Л
111	New Leo (GT 3893; DW 5820)	0:06	0:31	0:37	8	Сх	06.12.20	П
112	Astol (GT 2580; DW 3584)	0:06	0:25	0:31	8	Сх	06.12.20	П
113	Vilnius (GT 22341; DW 9341)	0:05	0:34	0:39	10	Сх	08.12.20	П

1	2	3	4	5	6	7	8	9
114	Sunshine Bliss (GT 40070; DW 76441)	0:05	0:28	0:33	8	ПнСх	09.12.20	Л
115	Pacific Activity (GT 36449; DW 63601)	0:06	0:29	0:35	7	Сх	09.12.20	Л
116	Bogdan (GT 10220; DW 13898)	0:05	0:18	0:23	7	Сх	09.12.20	Л
117	Cenk M (GT 8619; DW 10300)	0:06	0:28	0:34	5	Пд	16.10.20	Л
118	Greifswald (GT 24084; DW 8005)	0:03	0:37	0:40	6	Пд	16.10.20	П
119	Cenk S (GT 4990; DW 7580)	0:06	0:27	0:33	4	Пд	16.10.20	П
120	Kaunas (GT 25606; DW 7664)	0:03	0:38	0:41	9	Сх	11.12.20	Л
121	MSC Tasmania (GT 34231; DW 45670)	0:04	0:17	0:21	5	ПнСх	12.12.20	П
122	Sea Partner (GT 21162; DW 8408)	0:04	0:18	0:22	5	ПнСх	12.12.20	Л
123	Dimitris S (GT 28171; DW 48821)	0:06	0:21	0:27	4	ПнСх	12.12.20	Л
124	Elif S (GT 4498; DW 8150)	0:06	0:11	0:17	4	ПнСх	12.12.20	Л
125	Prince Hadi (GT 16041; DW 26412)	0:07	0:21	0:28	6	Сх	13.12.20	Л
126	Safmarine Nakuru (GT 25904; DW 34100)	0:06	0:13	0:19	7	Пн	15.11.20	П
127	Xin Rong (GT 43506; DW 79607)	0:06	0:22	0:28	4	ПдЗх	23.10.20	Л
128	MSC Mia Summer (GT 25219; DW 23487)	0:05	0:27	0:32	5	ПдЗх	23.10.20	П
129	Lina (GT 3796; DW 4400)	0:06	0:14	0:20	1	ПнСх	16.12.20	П
130	Cenk M (GT 8619; DW 10300)	0:06	0:26	0:32	2	ПнЗх	30.10.20	Л
131	Habip Bayrak (GT 5672; DW 8405)	0:06	0:49	0:55	5	Пн	31.10.20	Л
132	Ultra Excellence (GT 34769; DW 61214)	0:06	0:16	0:22	6	Пд	30.12.20	Л
133	Voge Mia (GT 22683; DW 36866)	0:09	0:17	0:26	5	ПнЗх	31.10.21	Л
134	Diamantis P (GT 23745; DW 30340)	0:05	0:19	0:24	6	ПнЗх	02.11.21	П
135	Nasim S (GT 3433; DW 6150)	0:07	0:19	0:26	3	ПнЗх	02.11.21	П
136	MSC Canberra (GT 29181; DW 41583)	0:04	0:16	0:20	4	Сх	11.01.21	Л
137	Argyroula GS (GT 21453; DW 33178)	0:08	0:28	0:36	3	Пн	16.01.21	П

1	2	3	4	5	6	7	8	9
138	Bulk Trader (GT 23662; DW 37845)	0:07	0:28	0:35	1	ПН	03.11.21	П
139	Songa Iridium (GT 23633; DW 27209)	0:06	0:15	0:21	8	ПД	02.02.21	П
140	Julius S (GT 25672; DW 33742)	0:03	0:17	0:20	7	ПНЗх	05.02.21	П
141	Silver Laddy (GT 27989; DW 50329)	0:07	0:21	0:28	1	ПН	05.02.21	Л
142	Pedhoulas Cedrus (GT 43400; DW 81600)	0:06	0:21	0:27	3	ПН	07.11.21	Л
143	Tatry (GW 43025; DW 82600)	0:08	0:27	0:35	0	ПДСх	15.11.21	Л
144	BBC Everest (GT 8255; DW 9310)	0:07	0:18	0:25	9	Сх	11.12.21	П
145	Kafkametler (GT 1866; DW 3134)	0:06	0:12	0:18	6	Сх	12.01.21	П
146	JPO Scorpius (GT 27100; DW 34496)	0:06	0:20	0:26	5	Сх	12.01.21	П
147	Oceanic Island (GT 17986; DW 29027)	0:07	0:24	0:31	8	Зх	09.02.21	П
148	Suat Karabekir (GT 4179; DW 6388)	0:05	0:19	0:24	5	ПДЗх	10.02.21	Л
149	Laguna Seca (GT 44127; DW 81966)	0:09	0:11	0:20	1	ПН	05.02.21	Л
150	Alpha (GT 6522; DW 10126)	0:06	0:18	0:24	4	ПНЗх	15.02.21	П
151	Diamongate (GT 35832; DW 63496)	0:06	0:26	0:32	4	ПД	17.02.21	Л
152	Cenk M (GT 8619; DW 10300)	0:04	0:23	0:27	3	ПН	18.02.21	Л
153	Eylem (GT 9978; DW 16213)	0:07	0:18	0:25	3	ПНСх	05.02.21	Л
154	MSC Shirley (GT 23890; DW 29804)	0:06	0:17	0:23	3	ПД	17.02.21	П
155	Lord Nelson (GT 17660; DW 28653)	0:07	0:31	0:38	5	ПН	01.03.21	П
156	Navios Prosperity (GT 43158; DW 82535)	0:08	0:29	0:37	9	ПН	06.03.21	П
157	Hamid S (GT 5072; DW 6695)	0:06	0:30	0:36	9	ПН	06.03.21	П
158	Esna (GT 38464; DW 71598)	0:08	0:28	0:36	3	ПН	01.03.21	Л
159	Marina K (GT 19891; DW 32723)	0:05	0:26	0:31	3	ПНЗх	01.03.21	П
160	Eems Stream (GT 1862; DW 2620)	0:06	0:22	0:28	4	ПН	01.03.21	П
161	Safmarine Nuba (GT 25904; DW 35144)	0:07	0:24	0:31	3	ПНЗх	02.03.21	П

1	2	3	4	5	6	7	8	9
162	ND Thelxis GT 32714; DW 58223)	0:08	0:14	0:22	3	Пн	27.03.21	Л
163	Leonid Khotkin (GT 4997; DW 5446)	0:08	0:17	0:25	3	ПнСх	31.03.21	Л
164	ASL Venus (GT 39126; DW 75928)	0:06	0:26	0:32	3	Пн	27.03.21	Л
165	Recep Reis 1 (GT 1127; DW 1771)	0:06	0:12	0:18	1	Зх	04.04.21	П
166	Efi Theo (GT 25047; DW 45423)	0:09	0:31	0:40	3	Пд	28.03.21	П
167	Equinox Agnandoussa (GT 33232; DW 58680)	0:06	0:26	0:32	5	ПнЗх	07.04.21	П
168	Cenk A (GT 8728; DW 5977)	0:06	0:40	0:46	3	Пд	28.03.21	П
169	Ascanios (GT 40119; DW 76878)	0:07	0:26	0:33	10	ПнЗх	29.03.21	Л
170	My Efehan 1 (GT 1246; DW 2820)	0:07	0:23	0:30	8	Пн	29.03.21	Л
171	Seama (GT 2530; DW 4251)	0:07	0:22	0:29	4	ПнСх	30.03.21	П
172	Marios G (GT 30075; DW 50747)	0:05	0:34	0:39	6	ПнСх	30.03.21	П
173	Diamantis P (GT 23745; DW 30340)	0:06	0:18	0:24	2	ПнСх	10.04.21	П
174	Bomar Mars (GT 3999; DW 6167)	0:06	0:36	0:42	4	Пн	11.04.21	Л
175	Safmarine Nakuru (GT 25904; DW 34100)	0:06	0:17	0:23	6	ПнСх	30.03.21	П
176	Safmarine Nuba (GT 25904; DW 35144)	0:06	0:18	0:24	3	Пд	13.04.21	П
177	Belhaven (GT 35810; DW 63430)	0:06	0:20	0:26	4	Пд	13.04.21	Л
178	Mustafa Sofuoglu (GT 4818; DW 6998)	0:06	0:27	0:33	4	Пд	14.04.21	Л
179	Bonita (GT 2993; DW 5558)	0:07	0:15	0:22	7	Зх	15.04.21	П
180	Spring Oasis (GT 36403; DW 63291)	0:05	0:21	0:26	2	Пн	01.04.21	Л
181	Vilnius (GT 22341; DW 9341)	0:05	0:36	0:41	3	Пн	05.04.21	П
182	Saffet Aga (GT 2321; DW 3738)	0:06	0:10	0:16	4	Пн	11.04.21	П
183	Arslanbey (GT 2980; DW 3332)	0:08	0:18	0:26	4	Пд	14.04.21	П
184	Star Prime (GT 3096; DW 3567)	0:06	0:12	0:18	4	Пд	14.04.21	Л
185	Volgo Don 207 (GT 3991; DW 4585)	0:07	0:18	0:25	5	ПдСх	17.04.21	П

1	2	3	4	5	6	7	8	9
186	Maroulis S (GT 41342; DW 76000)	0:10	0:17	0:27	4	ПдСх	27.04.21	Л
187	Bozok (GT 6540; DW 9221)	0:06	0:16	0:22	2	Сх	28.04.21	Л
188	Annabella (GT 7398; DW 11117)	0:06	0:23	0:29	2	Сх	28.04.21	Л
189	Popi S (GT 43949; DW 80337)	0:06	0:24	0:30	3	Сх	29.04.21	Л
190	Bandirma (GT 6085; DW 9584)	0:04	0:29	0:33	3	Пд	17.04.21	П
191	Kaptan Cevdet (GT 1572; DW 2298)	0:05	0:06	0:11	5	ПдСх	17.04.21	П
192	Geert (GT 2545; DW 3785)	0:08	0:07	0:15	3	Пд	17.04.21	П
193	Rekon (GT 4310; DW 6239)	0:06	0:47	0:53	4	Сх	29.04.21	Л
194	Chios Luck (GT 23462; DW 36612)	0:04	0:20	0:24	2	Пд	02.05.21	Л
195	Sormovskiy 45 (GT 2478; DW 3346)	0:05	0:17	0:22	5	ПнЗх	03.05.21	П
196	Amadore (GT 8253; DW 12569)	0:05	0:16	0:21	5	Пд	05.05.21	Л
197	M. Sahin (GT 1941; DW 3085)	0:07	0:11	0:18	4	ПдЗх	09.05.21	П
198	Duygu (GT 4388; DW 7273)	0:08	0:13	0:21	4	ПнСх	11.05.21	Л
199	Ourania Luck (GT 39126; DW 75961)	0:06	0:32	0:38	1	ПдСх	12.05.21	Л
200	My Efehan 1 (GT 1246; DW 2820)	0:06	0:12	0:18	1	Сх	12.05.21	П
201	MSC Lara (GT 28892; DW 41730)	0:05	0:21	0:26	3	Сх	12.05.21	П
202	Agapi S (GT 37215; DW 62145)	0:04	0:19	0:23	6	Пд	05.05.21	Л
203	Bulk Bolivia (GT 35832; DW 63465)	0:06	0:23	0:29	4	Пд	06.05.21	Л
204	Sormovskiy 29 (GT 2481; DW 3134)	0:06	0:21	0:27	5	Пд	06.05.21	П
205	Common Faith (GT 32987; DW 57002)	0:08	0:12	0:20	2	Пн	16.05.21	Л
206	Seaspirit (GT 2007; DW 2470)	0:07	0:19	0:26	5	ПдЗх	17.05.21	П
207	Seama (GT 2530; DW 4251)	0:07	0:23	0:30	5	Пд	06.05.21	Л
208	Lilian (GT 15137; DW 24838)	0:08	0:25	0:33	1	ПдЗх	10.05.21	Л
209	Safmarine Nakuru (GT 25904; DW 34100)	0:05	0:17	0:22	5	Пд	10.05.21	П

1	2	3	4	5	6	7	8	9
210	Hitra (GT 3997; DW 6091)	0:05	0:38	0:43	6	ПнСх	12.05.21	Л
211	Day Dream (GT 3911; DW 5750)	0:09	0:19	0:28	5	ПдСх	13.05.21	Л
212	Panda (GT 17951; DW 29870)	0:06	0:23	0:29	3	Зх	17.05.21	Л
213	Usichem (GT 4798; DW 7124)	0:05	0:31	0:36	4	Пн	31.05.21	П
214	Chemstar River (GT 13098; DW 22407)	0:04	0:26	0:30	5	Пн	01.06.21	Л
215	Sormovskiy 29 (GT 2481; DW 3134)	0:06	0:37	0:43	8	ПнЗх	02.06.21	П
216	Tendra Trader (GT 36106; DW 63500)	0:12	0:23	0:35	3	ПнЗх	12.06.21	Л
217	Jasmin Queen (GT 6141; DW 7120)	0:07	0:13	0:20	3	ПнЗх	30.05.21	Л
218	Fadime K (GT 1246; DW 2185)	0:07	0:09	0:16	3	ПнЗх	30.05.21	П
219	Valmiera (GT 5424; DW 7782)	0:08	0:21	0:29	4	ПнСх	20.06.21	П
220	Zeynep KA (GT 4347; DW 6276)	0:07	0:46	0:53	2	ПдЗх	23.06.21	Л
221	Diamond Sea (GT 31617; DW 55437)	0:08	0:09	0:17	5	ПдЗх	01.07.21	Л
222	FMT Efes (GT 8995; DW 14374)	0:04	0:20	0:24	5	Пн	30.06.21	П
223	Oney Z (GT 1276; DW 1686)	0:07	0:07	0:14	2	ПдЗх	04.08.21	П
224	Champion Contest (GT 27472; DW 47171)	0:06	0:25	0:31	3	Пн	04.09.21	П
225	Easr Blacksea (GT 999; DW 1704)	0:06	0:10	0:16	9	Пд	17.09.21	П
226	Unison Jasper (GT 22623; DW 37296)	0:09	0:26	0:35	9	ПнЗх	23.09.21	Л
227	GCL Leader (GT 43424; DW 81946)	0:06	0:30	0:36	2	ПнСх	11.10.21	П
228	Dilek (GT 2905; DW 4490)	0:09	0:13	0:22	6	ПнЗх	19.10.21	Л
229	Common Galaxy (GT 36336; DW 63500)	0:10	0:10	0:20	5	ПнЗх	19.10.21	Л
230	Lina (GT 3796; DW 5535)	0:06	0:21	0:27	5	Пд	20.10.21	Л
231	Interlink Solidity (GT 25546; DW 38749)	0:05	0:26	0:31	8	Пн	24.10.21	П
232	Wisco Adventure (GT 29777; DW 49949)	0:10	1:09	1:19	9	ПнЗх	24.10.21	П
233	MSC MIA Summer (GT 25219; DW 23487)	0:08	0:22	0:30	3	Пн	25.10.21	П

1	2	3	4	5	6	7	8	9
234	Ardmore Defender (GT 23702; DW 37764)	0:08	0:37	0:45	4	ПдСх	26.10.21	П
235	Fadime K (GT 1246; DW 2185)	0:07	0:10	0:17	5	Сх	31.10.21	П
236	Happy Wolf (GT 1533; DW 3028)	0:06	0:16	0:22	1	ПнСх	01.11.21	Л
237	Cenk Y (GT 8919; DW 5970)	0:05	0:45	0:50	4	Пн	09.11.21	П
238	Aries Confidence (GT 35824; DW 63153)	0:09	0:15	0:24	4	ПдСх	13.11.21	Л
239	Kingfisher D (GT 17431; DW 28425)	0:06	0:22	0:28	3	ПдСх	13.11.21	П
240	Meritius (GT 17018; DW 28417)	0:06	0:35	0:41	3	Пн	18.11.21	Л
241	T Star (GT 5469; DW 7321)	0:08	0:30	0:38	4	ПдЗх	21.11.21	П
242	Nikolas III (GT 32287; DW 58081)	0:11	0:29	0:40	4	ПдЗх	21.11.21	П
243	Seastar Trader (GT 19972; DW 30487)	0:05	0:15	0:20	4	Пн	24.11.21	Л
244	Nikolas III (GT 32287; DW 58081)	0:10	0:10	0:20	1	ПнСх	24.11.21	Л
245	HU PO HAI (GT 24748; DW 39781)	0:05	0:18	0:23	3	ПнСх	02.02.22	Л
246	Thoe (GT 7959; DW 12500)	0:06	0:32	0:38	4	Пн	23.02.22	П
247	Mecit Kaptan (GT 1243; DW 2276)	0:06	0:12	0:18	2	ПдЗх	16.06.21	П
248	M. Sahin (GT 1941; DW 3085)	0:04	0:08	0:12	2	ПдЗх	16.06.21	П
249	Saffet Aga (GT 2321; DW 3738)	0:06	0:14	0:20	4	Пд	01.07.21	П
250	Doga K (GT 7636; DW 11084)	0:05	0:19	0:24	5	Пд	29.09.22	П
251	Baron (GT 4382; DW 6874)	0:08	0:16	0:24	5	Пд	28.09.22	Л
252	SSI Reliance (GT 24163; DW 36058)	0:09	0:15	0:24	4	Пд	30.09.22	Л
253	New Island (GT 27306; DW 47304)	0:07	0:26	0:33	5	Пд	01.10.22	П
254	Anastasia (GT 2528; DW 3500)	0:09	0:07	0:16	5	Пд	29.09.22	Л
255	Wei He (GT 43550; DW 79440)	0:09	0:06	0:15	2	Зх	06.10.22	Л
256	Yaf S (GT 4109; DW 6055)	0:07	0:18	0:25	8	Пн	09.10.22	Л
257	Saffet Aga (GT 2321; DW 3738)	0:07	0:09	0:16	5	Пд	29.09.22	П

1	2	3	4	5	6	7	8	9
258	Millac (GT 3720; DW 6209)	0:07	0:07	0:14	1	3х	12.10.22	П
259	Nikolaos A (GT 32287; DW 58133)	0:08	0:41	0:49	4	Пд	24.10.22	Л
260	Zante (GT 34241; DW 60436)	0:07	0:32	0:39	4	Пд	24.10.22	П
261	Bomustafa O (GT 14599; DW 24173)	0:08	0:28	0:36	3	Пд3х	28.10.22	П
262	SSI Challenger (GT 31242; DW 56042)	0:08	0:31	0:39	5	Пд	25.10.22	П
263	Saturn J (GT 22070; DW 33477)	0:08	0:23	0:31	4	3х	01.02.23	Л
264	New Enas (GT 10421; DW 17386)	0:07	0:16	0:23	2	3х	10.02.23	Л
265	Sanita S (GT 26195; DW 46683)	0:05	0:24	0:29	6	Пд3х	04.03.23	П
266	Hafnia Axinite (GT 23676; DW 38506)	0:08	0:24	0:32	3	Пд	21.03.23	П
267	ASL Ileana (GT 33044; DW 57000)	0:06	0:16	0:22	2	ПнСх	19.03.23	Л
268	Rizabey (GT 15609; DW 24999)	0:07	0:20	0:27	1	ПнСх	19.03.23	П
269	Lady Jamila (GT 21192; DW 33427)	0:08	0:23	0:31	5	ПдСх	15.03.23	П
270	Bella Judi (GT 22432; DW 34062)	0:06	0:30	0:36	6	Пд3х	06.03.23	П
271	Adam A (GT 17429; DW 28458)	0:05	0:13	0:18	7	Пд	25.03.23	Л
272	Magnum (GT 19738; DW 33213)	0:05	0:15	0:20	7	ПдСх	27.03.23	П
273	Gloria M (GT 17150; DW 28186)	0:07	0:25	0:32	4	Пн3х	02.04.23	П
274	Lady Laguna (GT 11697; DW 18909)	0:06	0:21	0:27	5	Пд	03.03.23	П
275	Lady Zehma (GT 20283; DW 32328)	0:07	0:13	0:20	5	Пд	03.03.23	Л
276	Amano T (GT 16498; DW 27359)	0:08	0:14	0:22	2	Пд3х	09.04.23	Л
277	Rising Eagle (GT 15873; DW 26758)	0:06	0:13	0:19	7	ПнСх	09.02.23	Л
278	Sealock (GT 1343; DW 1385)	0:05	0:09	0:14	7	Пд	25.10.22	П
279	Sea Luck (GT 8492; DW 14190)	0:04	0:24	0:28	3	Пн	10.10.22	П
280	Glorious Sea (GT 14941; DW 24781)	0:06	0:13	0:19	3	Пн3х	12.04.23	Л
281	Warnowborg (GT 6668; DW 9254)	0:07	0:17	0:24	2	ПнСх	12.07.21	П

1	2	3	4	5	6	7	8	9
282	Vialli (GT 36449; DW 63493)	0:06	0:19	0:25	3	ПнСх	12.07.21	Л
283	Islander (GT 15899; DW 24228)	0:07	0:38	0:45	5	Пд	24.04.23	П
284	Fatma Sari (GT 25503; DW 43188)	0:06	0:21	0:27	5	Пд	24.04.23	П
285	Eurosun (GT 23432; DW 33774)	0:07	0:17	0:24	7	ПдСх	25.04.23	Л
286	Lady Zehra (GT 19799; DW 31734)	0:09	0:21	0:30	5	Пн	30.04.23	Л
287	Maria (GT 13706; DW 22201)	0:06	0:27	0:33	6	Пн	30.04.23	П
288	Lady Zehma (GT 20283; DW 32328)	0:07	0:19	0:26	2	ПдЗх	05.05.23	Л
289	DSM Capella (GT 22654; DW 37116)	0:07	0:19	0:26	4	ПнЗх	07.05.23	Л
290	Pacific Rose (GT 18825; DW 27638)	0:06	0:17	0:23	3	Сх	07.05.23	П
291	Bosphorus Prince (GT 26010; DW 45572)	0:07	0:24	0:31	5	ПнСх	07.05.23	Л
292	Lady Ayana (GT 18095; DW 27797)	0:06	0:24	0:30	4	В	22.05.23	П
293	Garnet (GT 23456; DW 34386)	0:06	0:17	0:23	4	ПнСх	22.05.23	Л
294	Donna Judi (GT 22419; DW 34146)	0:09	0:24	0:33	2	Пд	25.05.23	П
295	Sea Commander (GT 43614; DW 81856)	0:07	0:29	0:36	2	З	25.05.23	П
296	New Explorer (GT 43441; DW 79448)	0:07	0:22	0:29	3	ПнСх	27.05.23	Л
297	Edfu (GT 38464; DW 71572)	0:10	0:27	0:37	6	ПнСх	29.05.23	Л
298	Kydonia (GT 51496; DW 92828)	0:08	0:23	0:31	6	ПнСх	30.05.23	Л
299	SSI Avenger (GT 29414; DW 52949)	0:06	0:21	0:27	5	Пн	31.05.23	П
300	Marlen (GT 30174; DW 46829)	0:05	0:25	0:30	8	ПнСх	03.06.23	П

Примітка: Пн – Північ, ПнСх – Північно-Східний, Сх – Схід, ПдСх – Південно-Східний, Пд – Південь, ПдЗх – Південно-Західний, Зх – Захід, ПнЗх – Північно-Західний, Л – лівий борт, П – правий борт.

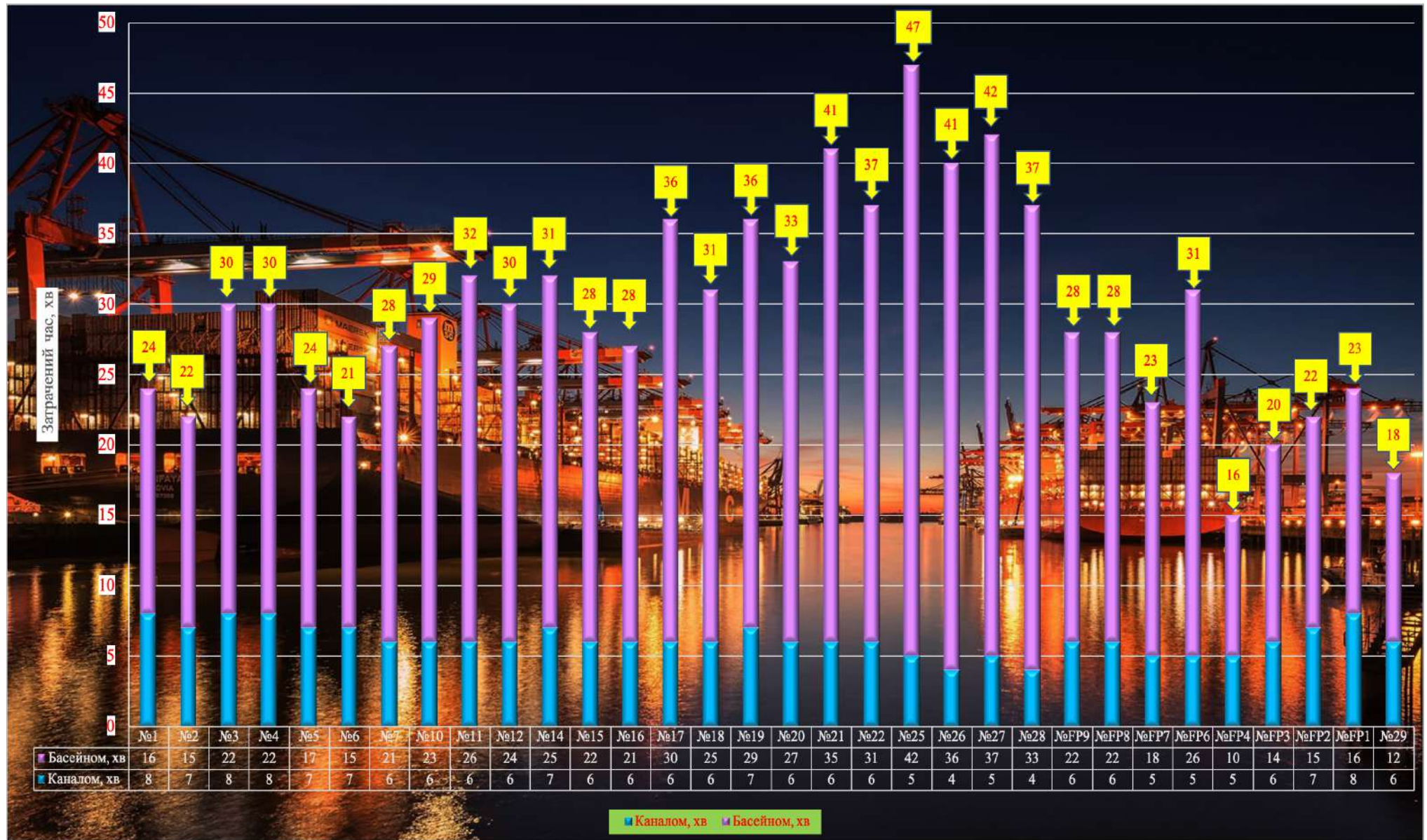


Рис. В.2. Середній витрачений час проходження акваторією порту під час заходу суден

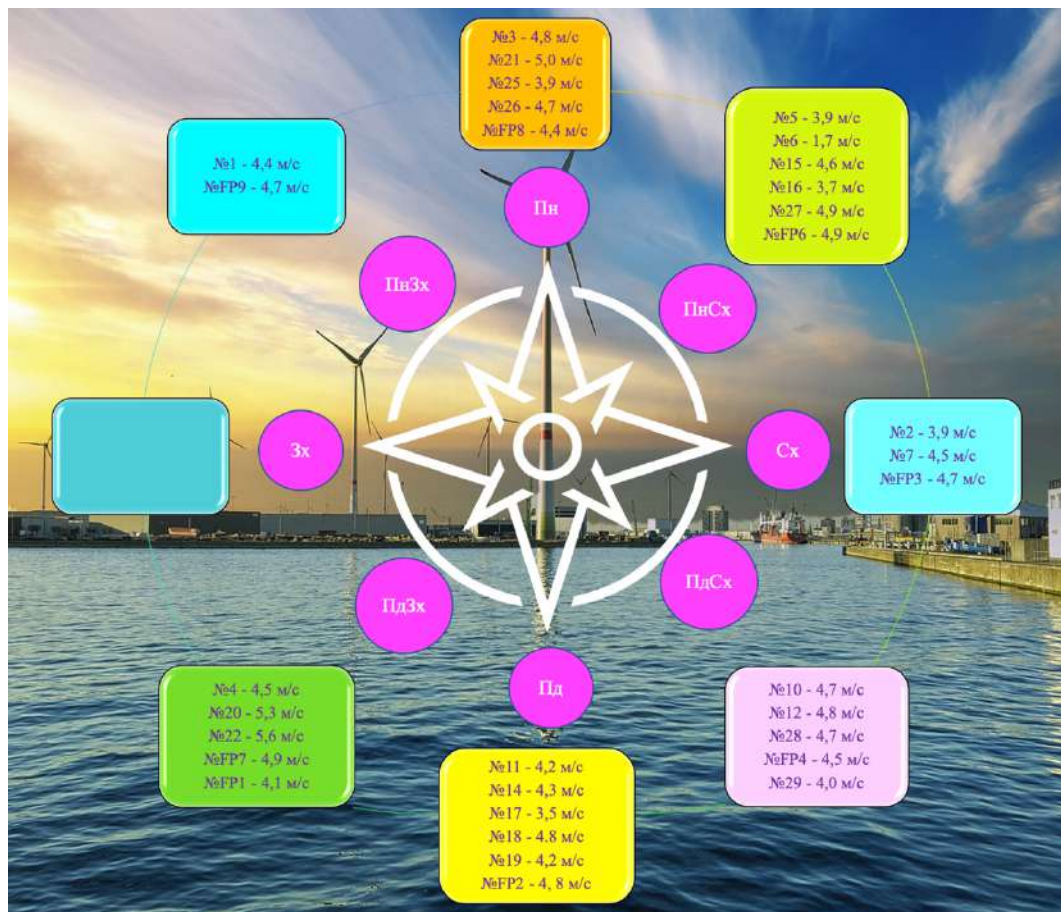


Рис. В.3. Середньостатистичні значення вітрового впливу під час заходу суден



Рис. В.4. Борт швартування за даними заходів суден до порту

Середня швидкість заходу суден до кожного з причалів

<i>№ Причалу</i>	<i>Швидкість, вуз</i>	<i>№ Причалу</i>	<i>Швидкість, вуз</i>
1	3,4	FP7	4,9
2	4,0	FP6	4,8
3	3,8	FP4	5,2
4	3,3	FP3	5,0
5	4,1	FP2	4,9
6	4,1	FP1	4,0
7	3,9	29	5,05
10	4,4		
11	3,9		
12	4,3		
14	4,3		
15	4,8		
16	4,6		
17	4,3		
18	4,9		
19	4,3		
20	4,4		
21	4,5		
22	4,6		
25	4,6		
26	5,4		
27	5,5		
28	5,2		
FP9	4,9		
FP8	4,5		

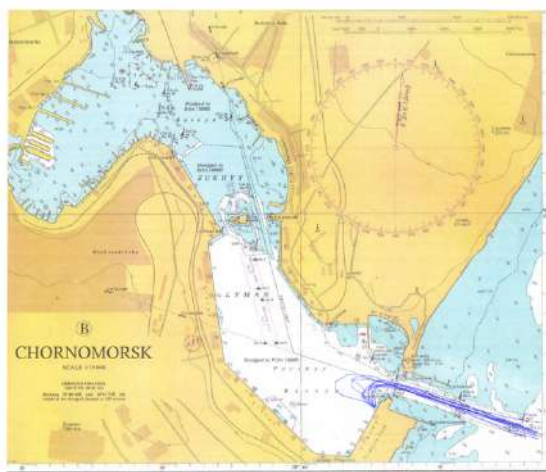


Рис. В.5. Траєкторії руху суден під час заходу до причалу №1 (14 суден)

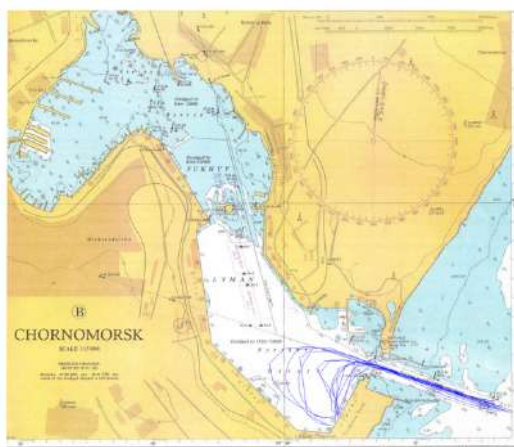


Рис. В.6. Траєкторії руху суден під час заходу до причалу №2 (14 суден)

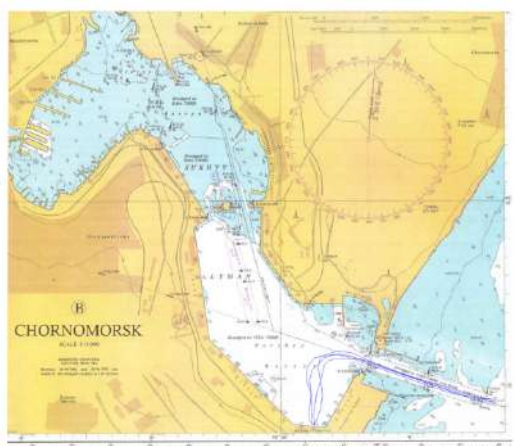


Рис. В.7. Траєкторії руху суден під час заходу до причалу №3 (4 судна)

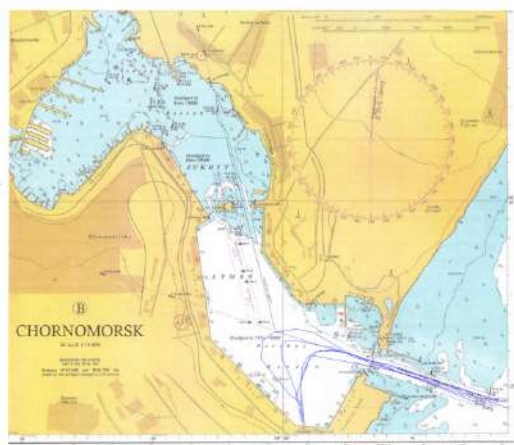


Рис. В.8. Траєкторії руху суден під час заходу до причалу №4 (4 судна)

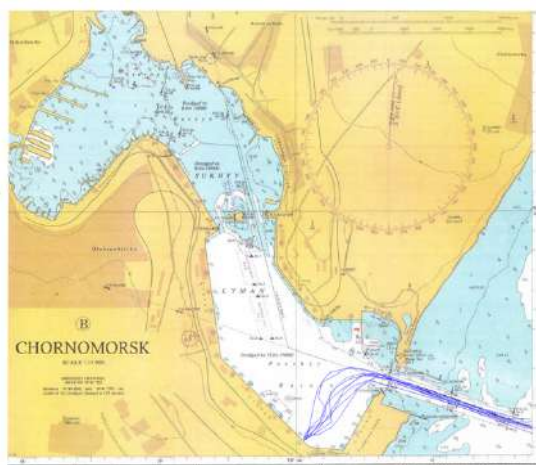


Рис. В.9. Траєкторії руху суден під час заходу до причалу №5 (12 суден)

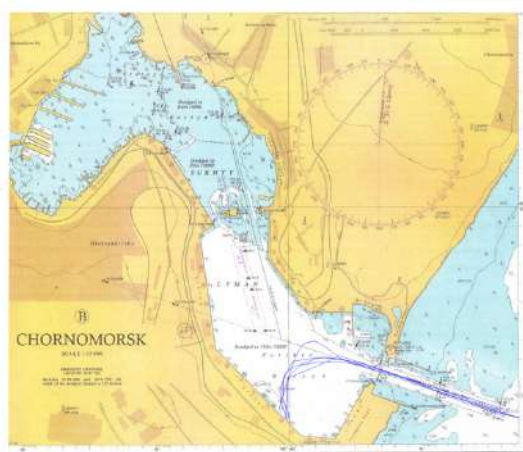


Рис. В.10. Траєкторії руху суден під час заходу до причалу №6 (3 судна)

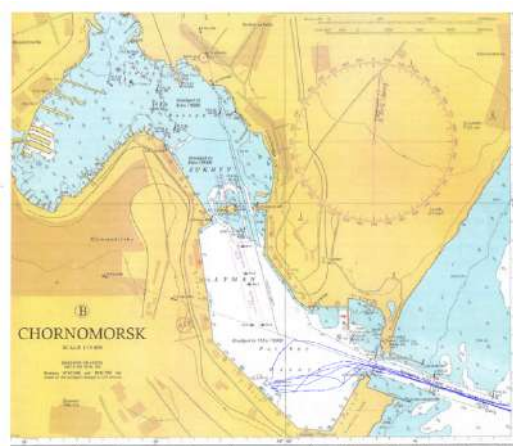


Рис. В.11. Траєкторії руху суден під час заходу до причалу №7 (8 суден)

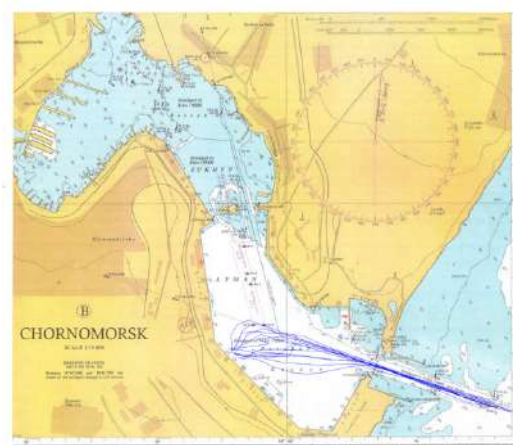


Рис. В.12. Траєкторії руху суден під час заходу до причалу №10 (13 суден)

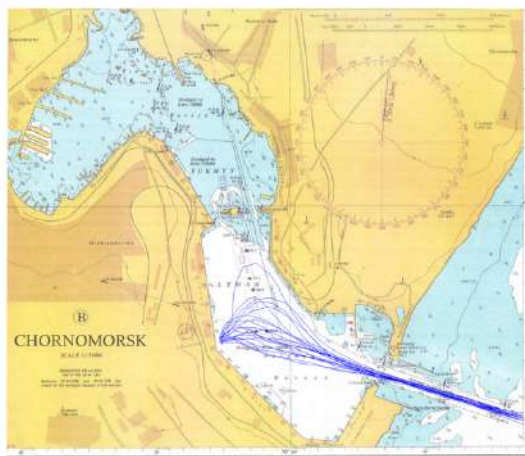


Рис. В.13. Траєкторії руху суден під час заходу до причалу №11 (17 суден)

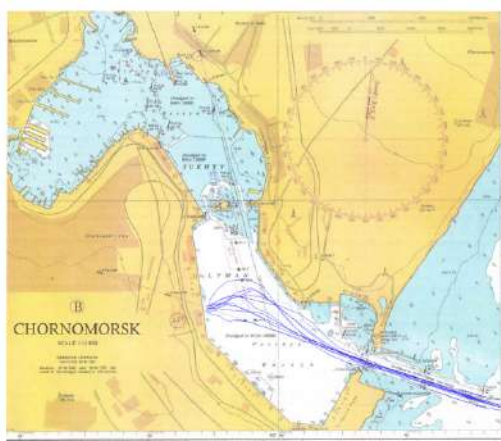


Рис. В.14. Траєкторії руху суден під час заходу до причалу №12 (15 суден)

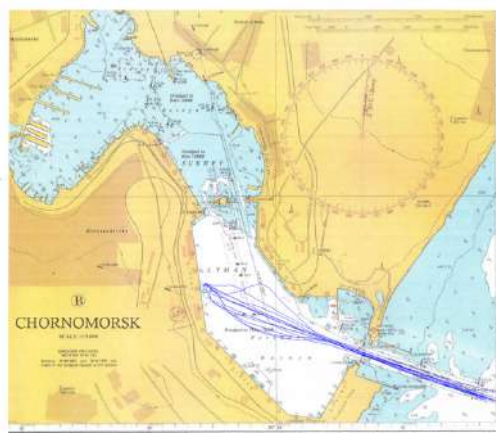


Рис. В.15. Траєкторії руху суден під час заходу до причалу №14 (14 суден)

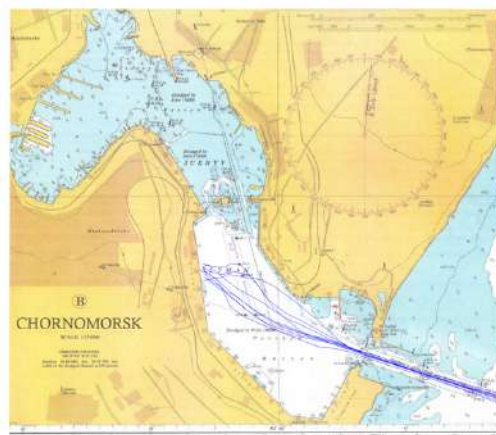


Рис. В.16. Траєкторії руху суден під час заходу до причалу №15 (11 суден)

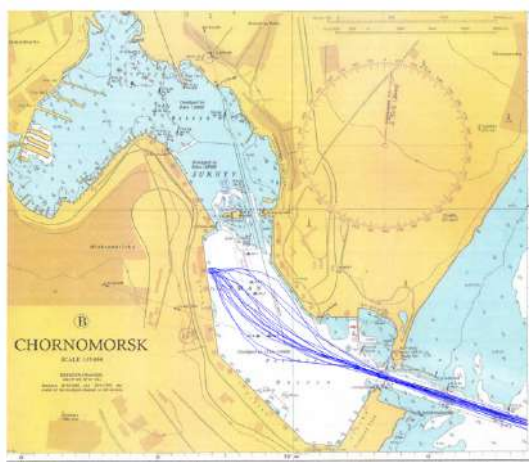


Рис. В.17. Траєкторії руху суден під час заходу до причалу №16 (16 суден)

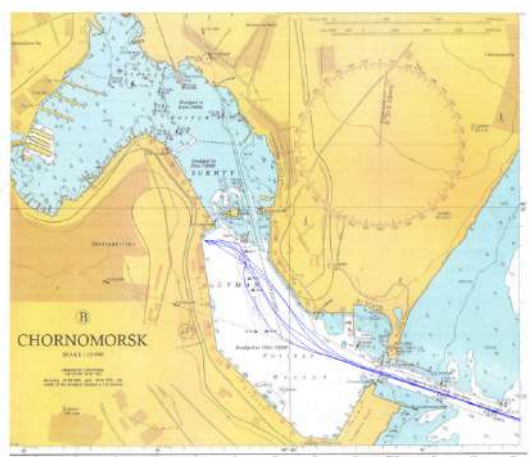


Рис. В.18. Траєкторії руху суден під час заходу до причалу №17 (11 суден)

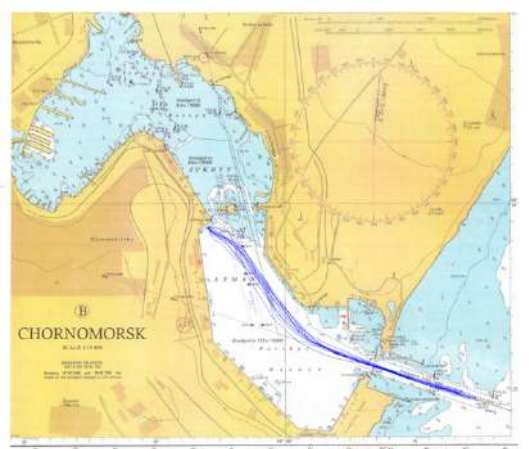


Рис. В.19. Траєкторії руху суден під час заходу до причалу №18 (14 суден)

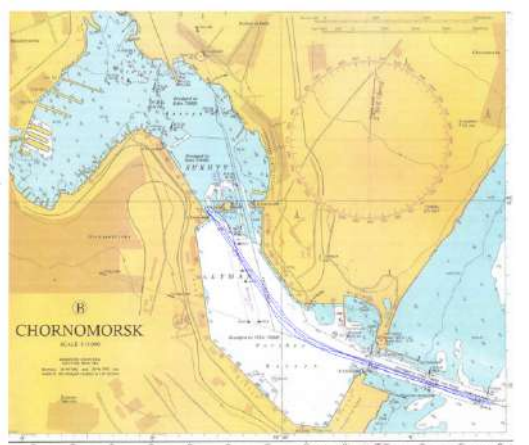


Рис. В.20. Траєкторії руху суден під час заходу до причалу №19 (4 судна)

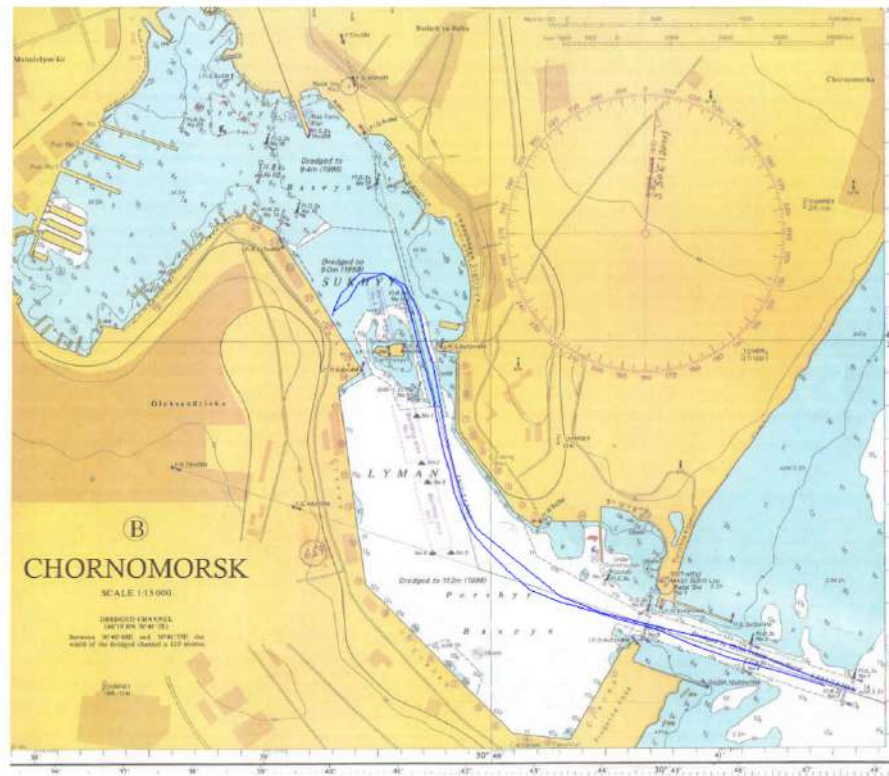


Рис. В.21. Траєкторії руху суден під час заходу до причалу №20 (3 судна)

Таблиця В.4

Координати та швидкість руху суден на етапі заходу до Причалу №21

№	Назва судна	ТТ	Широта	Довгота	Швидкість
1	2	3	4	5	6
1	Sichem Challenge (GT 7179; DW 12181)	0	46°18'53,88"N	30°41'31,51"E	5,4
		1	46°18'55,91"N	30°41'22,7"E	5,9
		2	46°18'57,94"N	30°41'14,37"E	4,9
		3	46°19'0,57"N	30°41'5,03"E	5,5
		4	46°19'3,17"N	30°40'55,06"E	5,6
		5	46°19'4,89"N	30°40'45,96"E	5,7
		6	46°19'7,84"N	30°40'35,3"E	5,6
		7	46°19'10,79"N	30°40'21,02"E	5,7
		8	46°19'12,78"N	30°40'11,79"E	6,3
		9	46°19'15,41"N	30°40'3,81"E	5,7
		10	46°19'20,07"N	30°39'57,38"E	5,4
		11	46°19'25,36"N	30°39'52,03"E	5,6
		12	46°19'30,83"N	30°39'46,96"E	5,6
		13	46°19'39,96"N	30°39'42,62"E	5,6
		14	46°19'46,56"N	30°39'40,67"E	5,7

1	2	3	4	5	6
1	Sichem Challenge (GT 7179; DW 12181)	15	46°19'53,29"N	30°39'38,63"E	5,7
		16	46°20'0,67"N	30°39'35,72"E	5,2
		17	46°20'5,64"N	30°39'32,73"E	4,5
		18	46°20'9,47"N	30°39'29,28"E	3,5
		19	46°20'12,66"N	30°39'21"E	2,6
		20	46°20'11,84"N	30°39'15"E	2,2
		21	46°20'10,22"N	30°39'10,23"E	0,8
		22	46°20'9,97"N	30°39'7,68"E	0
2	MTM Houston (GT 11668; DW 19741)	0	46°18'51,68"N	30°41'38,64"E	6,4
		1	46°18'54,0"N	30°41'28,91"E	6,3
		2	46°18'56,8"N	30°41'19,18"E	6,3
		3	46°18'59,57"N	30°41'7,86"E	6,2
		4	46°19'1,93"N	30°40'57,74"E	6,2
		5	46°19'4,01"N	30°40'47,79"E	6,3
		6	46°19'6,59"N	30°40'37,6"E	6,3
		7	46°19'8,96"N	30°40'27,86"E	6,3
		8	46°19'11,86"N	30°40'16,5"E	6,3
		9	46°19'14,36"N	30°40'6,73"E	6,3
		10	46°19'18,56"N	30°39'56,64"E	5,9
		11	46°19'23,67"N	30°39'48,03"E	5,7
		12	46°19'29,99"N	30°39'43,13"E	5,4
		13	46°19'36,72"N	30°39'40,76"E	5,4
		14	46°19'43,19"N	30°39'39,57"E	5,6
		15	46°19'49,88"N	30°39'38,21"E	5,7
		16	46°19'56,36"N	30°39'36,53"E	5,7
		17	46°20'3,3"N	30°39'34,09"E	5,5
		18	46°20'8,9"N	30°39'31"E	3,6
		19	46°20'13,09"N	30°39'27,75"E	2
		20	46°20'15,9"N	30°39'23,08"E	1,8
		21	46°20'16,97"N	30°39'18,22"E	1,8
		22	46°20'14,77"N	30°39'13,04"E	1,9
		23	46°20'12,95"N	30°39'9,15"E	1,6
		24	46°20'10,51"N	30°39'7,64"E	0
3	Duruca (GT 4556; DW 6999)	0	46°18'52,94"N	30°41'36,18"E	8,4
		1	46°18'56,1"N	30°41'22,33"E	8,4
		2	46°18'59,01"N	30°41'10,29"E	7,1

1	2	3	4	5	6
3	Duruca (GT 4556; DW 6999)	3	46°19'2,64"N	30°40'54"E	7
		4	46°19'6,83"N	30°40'37,78"E	6,9
		5	46°19'10,83"N	30°40'20,86"E	5,7
		6	46°19'13,75"N	30°40'11,5"E	5
		7	46°19'16,66"N	30°40'4,7"E	4,5
		8	46°19'22,52"N	30°39'57,99"E	4,4
		9	46°19'27,57"N	30°39'53,41"E	4,6
		10	46°19'31,88"N	30°39'49,55"E	4,6
		11	46°19'36,64"N	30°39'45,07"E	4,7
		12	46°19'43,24"N	30°39'40,54"E	3,8
		13	46°19'47,86"N	30°39'39,97"E	4
		14	46°19'52,42"N	30°39'38,68"E	4,1
		15	46°19'57,46"N	30°39'36,93"E	4,2
		16	46°20'2,09"N	30°39'35,08"E	4
		17	46°20'6,77"N	30°39'33,18"E	3,5
		18	46°20'12,27"N	30°39'28,5"E	2,7
		19	46°20'13,94"N	30°39'21,55"E	2,1
		20	46°20'11,67"N	30°39'15,02"E	1,7
		21	46°20'10,18"N	30°39'9,31"E	0,9
		22	46°20'8,83"N	30°39'7,92"E	0
4	Marios G (GT 30075; DW 50747)	0	46°18'54,99"N	30°41'26,35"E	7,6
		1	46°18'57,52"N	30°41'15,38"E	7,7
		2	46°19'1,84"N	30°40'59,05"E	7,8
		3	46°19'6,01"N	30°40'42,74"E	7,7
		4	46°19'10,96"N	30°40'22,72"E	7
		5	46°19'12,88"N	30°40'13,46"E	6,8
		6	46°19'14,78"N	30°40'5,91"E	6,6
		7	46°19'18,04"N	30°39'56,82"E	6,1
		8	46°19'23,17"N	30°39'50,65"E	5,3
		9	46°19'27,37"N	30°39'46,87"E	4,9
		10	46°19'32,11"N	30°39'44,69"E	4,7
		11	46°19'36,56"N	30°39'42,96"E	4,5
		12	46°19'43,64"N	30°39'40,9"E	4,3
		13	46°19'47,87"N	30°39'39,46"E	4,2
		14	46°19'52,12"N	30°39'38,07"E	4,1
		15	46°19'56,2"N	30°39'36,78"E	3,8

1	2	3	4	5	6
4	Marios G (GT 30075; DW 50747)	16	46°19'59,73"N	30°39'35,55"E	3,4
		17	46°20'3,02"N	30°39'34,7"E	3,1
		18	46°20'10,11"N	30°39'31,07"E	2,7
		19	46°20'13,99"N	30°39'25,75"E	2,4
		20	46°20'16,23"N	30°39'20,08"E	1,8
		21	46°20'15,74"N	30°39'15,98"E	1,5
		22	46°20'13,95"N	30°39'13,03"E	1,3
		23	46°20'12,69"N	30°39'11,25"E	0,6
		24	46°20'12,35"N	30°39'9,63"E	0,6
		25	46°20'11,74"N	30°39'8,41"E	0,4
		26	46°20'10,76"N	30°39'6,97"E	0
5	Bandirma (GT 6085; DW 9584)	0	46°18'56,09"N	30°41'23,44"E	8,2
		1	46°19'0,98"N	30°41'2,57"E	8,3
		2	46°19'4,12"N	30°40'49,76"E	7,7
		3	46°19'6,73"N	30°40'38"E	7
		4	46°19'8,96"N	30°40'27,6"E	6,3
		5	46°19'11,4"N	30°40'16,43"E	5,8
		6	46°19'13,4"N	30°40'7,24"E	5,4
		7	46°19'16,6"N	30°39'59,9"E	4,9
		8	46°19'20,66"N	30°39'54,85"E	4,5
		9	46°19'25,44"N	30°39'51,26"E	4,5
		10	46°19'30,95"N	30°39'47,25"E	4,7
		11	46°19'36,19"N	30°39'44,73"E	4,7
		12	46°19'41,44"N	30°39'42,74"E	4,7
		13	46°19'46,58"N	30°39'40,84"E	4,4
		14	46°19'53,94"N	30°39'38,22"E	4
		15	46°19'58,39"N	30°39'36,7"E	3,8
		16	46°20'5,53"N	30°39'33,53"E	3,6
		17	46°20'10,08"N	30°39'28,88"E	3,2
		18	46°20'12,74"N	30°39'25,45"E	3,1
		19	46°20'14,73"N	30°39'18,36"E	1,2
		20	46°20'15,07"N	30°39'14,78"E	1,4
		21	46°20'11,69"N	30°39'8,77"E	1,6
		22	46°20'10,27"N	30°39'7,46"E	0
6	Usichem (GT 4798; DW 7124)	0	46°18'55,76"N	30°41'28,38"E	8,2
		1	46°18'58,19"N	30°41'15,61"E	7,8

1	2	3	4	5	6
6	Usichem (GT 4798; DW 7124)	2	46°19'0,91"N	30°41'4,15"E	6,6
		3	46°19'3,36"N	30°40'53,58"E	6
		4	46°19'5,49"N	30°40'44,78"E	5,6
		5	46°19'7,59"N	30°40'35,51"E	5,4
		6	46°19'10,85"N	30°40'22,59"E	5,6
		7	46°19'12,66"N	30°40'14,3"E	5,5
		8	46°19'15,78"N	30°40'4,2"E	5,2
		9	46°19'20,76"N	30°39'56,99"E	5,2
		10	46°19'25,79"N	30°39'52,06"E	5,2
		11	46°19'30,37"N	30°39'48,37"E	5,3
		12	46°19'36,97"N	30°39'44,56"E	5,4
		13	46°19'43,38"N	30°39'42,27"E	5,1
		14	46°19'48,89"N	30°39'40,21"E	4,5
		15	46°19'53,64"N	30°39'38,52"E	3,8
		16	46°19'58,28"N	30°39'36,92"E	3,4
		17	46°20'2,19"N	30°39'35,72"E	3,4
		18	46°20'6,03"N	30°39'33,92"E	3,2
		19	46°20'9,5"N	30°39'31,71"E	3,2
		20	46°20'12,47"N	30°39'28,95"E	3,1
		21	46°20'17,71"N	30°39'23"E	2,8
		22	46°20'19,83"N	30°39'15,55"E	2,2
		23	46°20'18,41"N	30°39'9,57"E	1,7
		24	46°20'14,89"N	30°39'6,84"E	1,6
		25	46°20'11,68"N	30°39'7"E	1,5
		26	46°20'9,94"N	30°39'7,56"E	0
7	Wisco Adventure (GT 29777; DW 49949)	0	46°18'54,13"N	30°41'34,34"E	4,7
		1	46°18'55,71"N	30°41'25,87"E	4,5
		2	46°18'58,25"N	30°41'14,51"E	4,4
		3	46°19'0,01"N	30°41'7,59"E	4,3
		4	46°19'1,72"N	30°40'59,76"E	4,2
		5	46°19'2,83"N	30°40'53,87"E	4,1
		6	46°19'4,46"N	30°40'47,82"E	3,8
		7	46°19'5,74"N	30°40'41,74"E	3,5
		8	46°19'7,07"N	30°40'36,25"E	3,3
		9	46°19'8,24"N	30°40'31,16"E	3,1
		10	46°19'10,83"N	30°40'22,39"E	2,9

1	2	3	4	5	6
7	Wisco Adventure (GT 29777; DW 49949)	11	46°19'12,88"N	30°40'13,54"E	2,6
		12	46°19'15,48"N	30°40'3,85"E	2,1
		13	46°19'17,66"N	30°39'59,56"E	1,9
		14	46°19'21,14"N	30°39'55,01"E	2
		15	46°19'25,37"N	30°39'49,97"E	2,2
		16	46°19'29,2"N	30°39'45,64"E	1,9
		17	46°19'31,88"N	30°39'42,36"E	1,7
		18	46°19'34,36"N	30°39'39,86"E	1,2
		19	46°19'35,63"N	30°39'37,27"E	1
		20	46°19'37,01"N	30°39'35,16"E	0,9
		21	46°19'38,92"N	30°39'34,66"E	0,8
		22	46°19'40,5"N	30°39'34,93"E	0,5
		23	46°19'41,52"N	30°39'34,53"E	0,5
		24	46°19'42,68"N	30°39'33,92"E	0,5
		25	46°19'43,68"N	30°39'33,36"E	0,5
		26	46°19'44,61"N	30°39'32,93"E	0,5
		27	46°19'45,82"N	30°39'32,45"E	0,5
		28	46°19'46,88"N	30°39'31,77"E	0,4
		29	46°19'47,76"N	30°39'31,31"E	0,5
		30	46°19'49,44"N	30°39'29,97"E	0,9
		31	46°19'51,63"N	30°39'28,52"E	1
		32	46°19'53,9"N	30°39'26,69"E	1,2
		33	46°19'56,14"N	30°39'25,35"E	1,3
		34	46°19'59,21"N	30°39'22,54"E	1,6
		35	46°20'1,7"N	30°39'20,29"E	1,5
		36	46°20'4,64"N	30°39'17,61"E	1,2
		37	46°20'6,43"N	30°39'14,64"E	1,1
		38	46°20'8,1"N	30°39'13,07"E	1
		39	46°20'9,96"N	30°39'10,84"E	0,9
		40	46°20'9,72"N	30°39'9,04"E	0

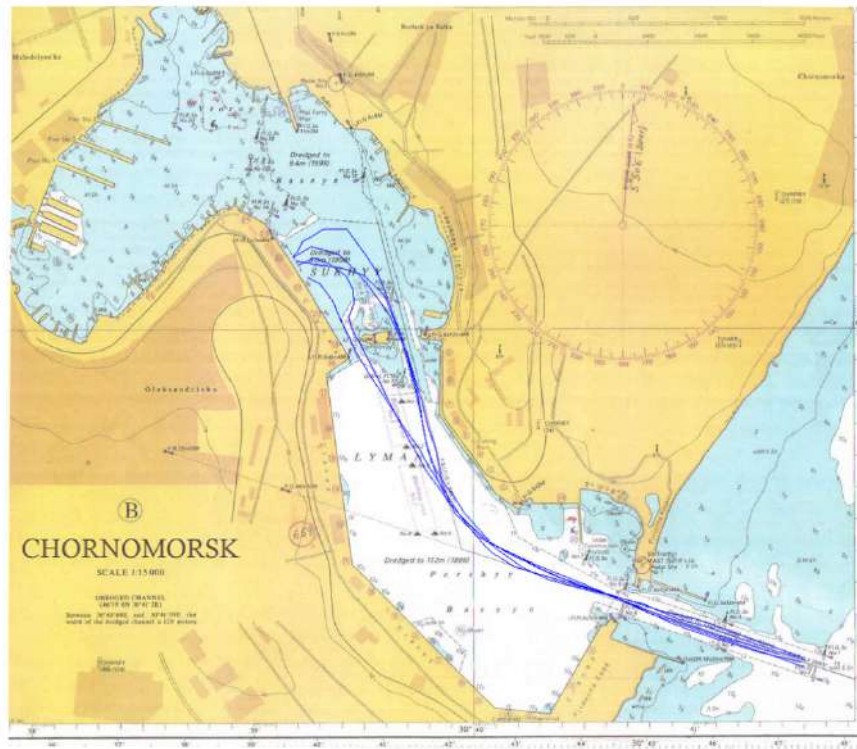


Рис. В.22. Траєкторії руху суден під час заходу до причалу №22 (5 суден)

Таблиця В.5

Координати та швидкість руху суден на етапі заходу до причалу №25

№	Назва судна	ТТ	Широта	Довгота	Швидкість
1	2	3	4	5	6
1	YM Earth (GT 4022; DW 5758)	0	46°18'54,6"N	30°41'31,65"E	8,5
		1	46°18'59,67"N	30°41'9,22"E	8,7
		2	46°19'3,08"N	30°40'54,09"E	8
		3	46°19'5,31"N	30°40'43,8"E	7,2
		4	46°19'7,82"N	30°40'32,59"E	6,6
		5	46°19'10,17"N	30°40'22,49"E	6
		6	46°19'12,31"N	30°40'13,31"E	5,6
		7	46°19'15,78"N	30°40'5,17"E	5,3
		8	46°19'19,35"N	30°39'57,48"E	5,5
		9	46°19'23,99"N	30°39'51,9"E	5,3
		10	46°19'29,06"N	30°39'48,01"E	5,8
		11	46°19'35,17"N	30°39'44,07"E	5,7
		12	46°19'41,77"N	30°39'41,93"E	5,9
		13	46°19'48,86"N	30°39'39,85"E	6,1

1	2	3	4	5	6
1	YM Earth (GT 4022; DW 5758)	14	46°19'55,62"N	30°39'37,66"E	5,8
		15	46°20'1,08"N	30°39'35,3"E	5,5
		16	46°20'7,77"N	30°39'30,39"E	5,6
		17	46°20'14,31"N	30°39'25,01"E	5,6
		18	46°20'20,09"N	30°39'18,55"E	5,2
		19	46°20'24,32"N	30°39'12,24"E	3,7
		20	46°20'27,06"N	30°39'6,71"E	3,4
		21	46°20'30,34"N	30°38'59,77"E	2,9
		22	46°20'32,56"N	30°38'55,08"E	2,1
		23	46°20'34,92"N	30°38'50,14"E	1,6
		24	46°20'36,88"N	30°38'48,43"E	0,9
		25	46°20'38,82"N	30°38'47,21"E	1,3
		26	46°20'41,54"N	30°38'45,57"E	1,5
		27	46°20'44,41"N	30°38'45,13"E	1,3
		28	46°20'46,93"N	30°38'44,41"E	1,4
		29	46°20'49,39"N	30°38'43,52"E	1,3
		30	46°20'51,97"N	30°38'42,94"E	0
2	Cosmo (GT 4412; DW 5885)	0	46°18'55,48"N	30°41'27,62"E	7,2
		1	46°18'58,07"N	30°41'15,1"E	7,2
		2	46°19'1,34"N	30°41'3,31"E	7,2
		3	46°19'4,97"N	30°40'46,7"E	7,1
		4	46°19'7,24"N	30°40'35,95"E	7,1
		5	46°19'8,91"N	30°40'28,84"E	6,5
		6	46°19'11,32"N	30°40'17,99"E	6,3
		7	46°19'15,11"N	30°40'9,47"E	5,7
		8	46°19'18,41"N	30°40'2,36"E	5,5
		9	46°19'23,27"N	30°39'54,02"E	5,4
		10	46°19'27,6"N	30°39'48,09"E	5,6
		11	46°19'35,97"N	30°39'40,82"E	5,5
		12	46°19'40,82"N	30°39'37,19"E	5,7
		13	46°19'46,19"N	30°39'32,99"E	5,4
		14	46°19'51,65"N	30°39'28,67"E	5,2
		15	46°19'56,41"N	30°39'24,55"E	4,9
		16	46°20'1,14"N	30°39'20,32"E	4,3
		17	46°20'5,46"N	30°39'16,07"E	4
		18	46°20'9,5"N	30°39'12,7"E	3,8

1	2	3	4	5	6
2	Cosmo (GT 4412; DW 5885)	19	46°20'13,2"N	30°39'8,27"E	3,6
		20	46°20'19,76"N	30°39'2,97"E	3,4
		21	46°20'23,93"N	30°39'0,11"E	3,4
		22	46°20'26,99"N	30°38'56,9"E	3,3
		23	46°20'29,43"N	30°38'54,56"E	3,1
		24	46°20'33,64"N	30°38'50,13"E	3,1
		25	46°20'33,52"N	30°38'47,38"E	1,2
		26	46°20'35,48"N	30°38'46,12"E	1
		27	46°20'38,43"N	30°38'45,5"E	1,3
		28	46°20'40,83"N	30°38'44,38"E	1,4
		29	46°20'43,12"N	30°38'43,77"E	1,7
		30	46°20'46,8"N	30°38'42,59"E	1,5
		31	46°20'49,19"N	30°38'41,92"E	1,3
		32	46°20'52,09"N	30°38'42,64"E	0
3	Med Antarctic (GT 5651; DW 8278)	0	46°18'56,93"N	30°41'21,22"E	10,5
		1	46°19'0,86"N	30°41'4,09"E	9
		2	46°19'3,98"N	30°40'50,5"E	8,1
		3	46°19'6,86"N	30°40'38,05"E	7,3
		4	46°19'9,6"N	30°40'26,58"E	7
		5	46°19'12,11"N	30°40'15,79"E	6,6
		6	46°19'15,94"N	30°40'8,47"E	6,4
		7	46°19'22,32"N	30°39'59,76"E	6,8
		8	46°19'28,93"N	30°39'51,98"E	7
		9	46°19'35,64"N	30°39'45,63"E	6,8
		10	46°19'43,25"N	30°39'42,49"E	6,7
		11	46°19'51,25"N	30°39'39,91"E	6,2
		12	46°19'57,93"N	30°39'37,8"E	5,9
		13	46°20'5,72"N	30°39'33,99"E	5,7
		14	46°20'12,51"N	30°39'30,23"E	5,6
		15	46°20'19,16"N	30°39'24,67"E	5,6
		16	46°20'25,92"N	30°39'14,68"E	5,3
		17	46°20'29,19"N	30°39'6,65"E	5
		18	46°20'31,14"N	30°38'59,18"E	4
		19	46°20'32,92"N	30°38'53,41"E	3,2
		20	46°20'35,45"N	30°38'48,31"E	2
		21	46°20'38,81"N	30°38'44,93"E	1,6

1	2	3	4	5	6
3	Med Antarctic (GT 5651; DW 8278)	22	46°20'41,4"N	30°38'41,63"E	1,7
		23	46°20'44,04"N	30°38'43,11"E	1
		24	46°20'47,11"N	30°38'42,56"E	1,7
		25	46°20'50,62"N	30°38'42,49"E	1,1
		26	46°20'52,2"N	30°38'42,32"E	0
4	Habip Bayrak (GT 5672; DW 8405)	0	46°18'53,74"N	30°41'34,6"E	8,9
		1	46°18'57,24"N	30°41'20,2"E	9
		2	46°19'0,13"N	30°41'7,25"E	9
		3	46°19'2,99"N	30°40'54,91"E	7,9
		4	46°19'5,35"N	30°40'43,38"E	7,3
		5	46°19'8,33"N	30°40'31,72"E	7,1
		6	46°19'11,62"N	30°40'18,12"E	7,5
		7	46°19'14,31"N	30°40'7,43"E	7,6
		8	46°19'21,04"N	30°39'53,82"E	5,8
		9	46°19'25,34"N	30°39'48,84"E	4,8
		10	46°19'29,74"N	30°39'44,94"E	4,6
		11	46°19'34,36"N	30°39'41,05"E	4,6
		12	46°19'39,74"N	30°39'36,53"E	4,6
		13	46°19'44,92"N	30°39'32,31"E	4,6
		14	46°19'49,41"N	30°39'28,82"E	4,5
		15	46°19'56,26"N	30°39'23,4"E	4,5
		16	46°20'1,09"N	30°39'19,99"E	4,5
		17	46°20'5,88"N	30°39'16,92"E	4,4
		18	46°20'10,95"N	30°39'12,34"E	4,5
		19	46°20'15,04"N	30°39'8,02"E	4,5
		20	46°20'18,4"N	30°39'4,23"E	4,1
		21	46°20'23,57"N	30°39'0,02"E	3,3
		22	46°20'27,47"N	30°38'57,22"E	3,2
		23	46°20'30,45"N	30°38'53,93"E	3,2
		24	46°20'33,57"N	30°38'48,57"E	3,1
		25	46°20'34,85"N	30°38'44,63"E	1,5
		26	46°20'37,05"N	30°38'44,56"E	1,5
		27	46°20'38,33"N	30°38'45,59"E	1,1
		28	46°20'40,4"N	30°38'45,33"E	0,8
		29	46°20'42,17"N	30°38'45,02"E	1
		30	46°20'44,61"N	30°38'43,76"E	1

1	2	3	4	5	6
4	Habip Bayrak (GT 5672; DW 8405)	31	46°20'47,12"N	30°38'42,79"E	1,1
		32	46°20'49,15"N	30°38'42,32"E	1
		33	46°20'51,42"N	30°38'42,15"E	0,8
		34	46°20'52,7"N	30°38'42,84"E	0
5	Bomar Mars (GT 3999; DW 6167)	0	46°18'55,15"N	30°41'26,94"E	7,9
		1	46°19'0,05"N	30°41'7,42"E	7,8
		2	46°19'2,94"N	30°40'54,59"E	7,9
		3	46°19'6,6"N	30°40'40,21"E	7,9
		4	46°19'9"N	30°40'28,68"E	7,9
		5	46°19'13,08"N	30°40'16,9"E	7,8
		6	46°19'16,66"N	30°40'7,22"E	7,3
		7	46°19'21,64"N	30°39'59,26"E	6,6
		8	46°19'26,31"N	30°39'53,37"E	6,3
		9	46°19'32,94"N	30°39'48,01"E	6,1
		10	46°19'38,95"N	30°39'42,01"E	6
		11	46°19'44,39"N	30°39'36,56"E	6,2
		12	46°19'50,42"N	30°39'31,05"E	6,1
		13	46°19'58,73"N	30°39'23,49"E	5,4
		14	46°20'3,55"N	30°39'18,62"E	5
		15	46°20'8,98"N	30°39'13,86"E	4,6
		16	46°20'14,95"N	30°39'7,94"E	4,1
		17	46°20'18,61"N	30°39'4,87"E	3,5
		18	46°20'24,55"N	30°38'59,51"E	2,8
		19	46°20'30,01"N	30°38'55,13"E	2,4
		20	46°20'32,94"N	30°38'50,32"E	2
		21	46°20'35,26"N	30°38'46,25"E	1,4
		22	46°20'37,28"N	30°38'45,63"E	0,9
		23	46°20'38,49"N	30°38'45,68"E	1,5
		24	46°20'43,16"N	30°38'43,73"E	2,4
		25	46°20'48,01"N	30°38'42,6"E	2,1
		26	46°20'52,28"N	30°38'42,75"E	0
6	Rekon (GT 4310; DW 6239)	0	46°18'52,24"N	30°41'35,3"E	7,9
		1	46°18'55,71"N	30°41'22,92"E	8
		2	46°18'58,91"N	30°41'10,21"E	7,9
		3	46°19'1,75"N	30°40'57,78"E	7,9
		4	46°19'5,29"N	30°40'45,5"E	7,7

1	2	3	4	5	6
6	Rekon (GT 4310; DW 6239)	5	46°19'8,38"N	30°40'33,96"E	6,8
		6	46°19'10,83"N	30°40'23,85"E	6,1
		7	46°19'13,15"N	30°40'16,2"E	5,6
		8	46°19'14,86"N	30°40'7,92"E	5,2
		9	46°19'17,43"N	30°40'1,6"E	4,9
		10	46°19'21,38"N	30°39'56,24"E	4,7
		11	46°19'25,67"N	30°39'51,26"E	4,6
		12	46°19'29,87"N	30°39'46,6"E	4,8
		13	46°19'34,01"N	30°39'42,92"E	4,8
		14	46°19'38,87"N	30°39'38,54"E	4,7
		15	46°19'42,95"N	30°39'35,19"E	4,7
		16	46°19'48,34"N	30°39'30,78"E	4,7
		17	46°19'53,05"N	30°39'26,82"E	4,4
		18	46°19'57,03"N	30°39'22,75"E	4,2
		19	46°20'1,54"N	30°39'18,93"E	4,1
		20	46°20'5,46"N	30°39'15,32"E	4
		21	46°20'8,87"N	30°39'12,25"E	3,7
		22	46°20'12,44"N	30°39'9,19"E	3,3
		23	46°20'15,64"N	30°39'6,31"E	3,1
		24	46°20'20,74"N	30°39'2,02"E	2,6
		25	46°20'24,62"N	30°38'59,05"E	2,1
		26	46°20'28,42"N	30°38'56,19"E	2,1
		27	46°20'31,99"N	30°38'53,31"E	2,2
		28	46°20'35,06"N	30°38'50,15"E	0,9
		29	46°20'37,39"N	30°38'48,68"E	1,3
		30	46°20'39,04"N	30°38'46,72"E	0,9
		31	46°20'40,82"N	30°38'45,41"E	1,2
		32	46°20'43,61"N	30°38'43,37"E	1,5
		33	46°20'46,83"N	30°38'42,52"E	1,5
		34	46°20'50,47"N	30°38'41,98"E	1,1
		35	46°20'52,73"N	30°38'42,45"E	0
7	Hitra (GT 3997; DW 6091)	0	46°18'53,99"N	30°41'31,02"E	7,1
		1	46°18'58"N	30°41'13,23"E	7,1
		2	46°19'1,73"N	30°40'56,86"E	7,1
		3	46°19'4,19"N	30°40'47,19"E	7,2
		4	46°19'7,67"N	30°40'35,97"E	7,3

1	2	3	4	5	6
7	Hitra (GT 3997; DW 6091)	5	46°19'11,05"N	30°40'24,28"E	7,4
		6	46°19'15,45"N	30°40'12,2"E	6,8
		7	46°19'20,14"N	30°40'1,9"E	6,1
		8	46°19'25,26"N	30°39'53,71"E	5,4
		9	46°19'30,31"N	30°39'46,97"E	5,3
		10	46°19'36,29"N	30°39'41,05"E	5,3
		11	46°19'41,98"N	30°39'34,98"E	5,2
		12	46°19'47,96"N	30°39'30,14"E	5,2
		13	46°19'54,08"N	30°39'25,91"E	5,1
		14	46°20'0,25"N	30°39'21,43"E	5,2
		15	46°20'5,47"N	30°39'17,01"E	5,3
		16	46°20'10,47"N	30°39'12,25"E	4,9
		17	46°20'15,14"N	30°39'7,65"E	4,6
		18	46°20'19,17"N	30°39'3,84"E	3,9
		19	46°20'23,15"N	30°39'0,46"E	3,5
		20	46°20'26,22"N	30°38'57,4"E	3,2
		21	46°20'31,18"N	30°38'52,65"E	2,8
		22	46°20'35,19"N	30°38'48,91"E	2,3
		23	46°20'38,78"N	30°38'45,31"E	1,7
		24	46°20'41,12"N	30°38'42,19"E	1,4
		25	46°20'43,86"N	30°38'40,77"E	1,4
		26	46°20'46,25"N	30°38'41,59"E	0,9
		27	46°20'48,35"N	30°38'42,15"E	1,1
		28	46°20'50,51"N	30°38'42,41"E	1
		29	46°20'52,18"N	30°38'42,33"E	0
8	Zeynep KA (GT 4347; DW 6276)	0	46°18'55,77"N	30°41'31,5"E	7,6
		1	46°18'57,81"N	30°41'18,97"E	7,7
		2	46°19'0,1"N	30°41'6,6"E	7,8
		3	46°19'2,92"N	30°40'53,44"E	6,3
		4	46°19'5,54"N	30°40'43,31"E	5,4
		5	46°19'7,96"N	30°40'34,32"E	4,9
		6	46°19'9,97"N	30°40'25,17"E	4,7
		7	46°19'12,08"N	30°40'16,57"E	4,6
		8	46°19'14"N	30°40'8,49"E	4,5
		9	46°19'17,29"N	30°40'1,32"E	4,5
		10	46°19'21,28"N	30°39'55,99"E	4,5

1	2	3	4	5	6
8	Zeynep KA (GT 4347; DW 6276)	11	46°19'25,35"N	30°39'52,24"E	4,4
		12	46°19'30,61"N	30°39'48,59"E	4,4
		13	46°19'35,5"N	30°39'46,53"E	4,4
		14	46°19'40,52"N	30°39'44,61"E	4,5
		15	46°19'47,96"N	30°39'42,13"E	4,4
		16	46°19'53,43"N	30°39'39,92"E	4,3
		17	46°19'58,76"N	30°39'37,39"E	4,3
		18	46°20'3,66"N	30°39'35,26"E	4,3
		19	46°20'7,38"N	30°39'32,38"E	4
		20	46°20'11,53"N	30°39'28,96"E	3,8
		21	46°20'15,02"N	30°39'26,14"E	3,4
		22	46°20'18,34"N	30°39'23,33"E	3,1
		23	46°20'22,93"N	30°39'19,91"E	2,7
		24	46°20'26,1"N	30°39'14,35"E	2
		25	46°20'28,7"N	30°39'7,87"E	2,5
		26	46°20'31,86"N	30°38'58,98"E	2,7
		27	46°20'34,34"N	30°38'53,42"E	2,1
		28	46°20'36,21"N	30°38'49,12"E	1,3
		29	46°20'39,26"N	30°38'46,68"E	1,5
		30	46°20'41,83"N	30°38'45,35"E	1,5
		31	46°20'44,87"N	30°38'43,4"E	1,3
		32	46°20'49,14"E	30°38'41,06"E	1,2
		33	46°20'52,39"N	30°38'42,33"E	0

Таблиця В.6

Координати та швидкість руху суден на етапі заходу до причалу №26

№	Назва судна	ТТ	Широта	Довгота	Швидкість
1	2	3	4	5	6
1	Vilnius (GT 22341; DW 9341)	0	46°18'51,77"N	30°41'41,9"E	10,4
		1	46°18'55,91"N	30°41'24,55"E	10,5
		2	46°19'1,41"N	30°41'1,49"E	9,8
		3	46°19'4,78"N	30°40'41"E	8,8
		4	46°19'8,6"N	30°40'31,8"E	7,7
		5	46°19'11,49"N	30°40'19,85"E	7,3

1	2	3	4	5	6
1	Vilnius (GT 22341; DW 9341)	6	46°19'14,35"N	30°40'9,52"E	7
		7	46°19'18,82"N	30°40'0,31"E	6,6
		8	46°19'24,56"N	30°39'53,36"E	6,4
		9	46°19'30,94"N	30°39'48,21"E	6,3
		10	46°19'38,96"N	30°39'44,09"E	6,3
		11	46°19'46,07"N	30°39'41,28"E	6,4
		12	46°19'53,39"N	30°39'38,59"E	6,4
		13	46°20'2,88"N	30°39'34,8"E	5,7
		14	46°20'8,02"N	30°39'30,92"E	5,3
		15	46°20'12,14"N	30°39'26,19"E	4,9
		16	46°20'15,53"N	30°39'20,59"E	4,6
		17	46°20'19,57"N	30°39'15,43"E	4,7
		18	46°20'23,74"N	30°39'12,03"E	4,3
		19	46°20'28,56"N	30°39'10,03"E	4
		20	46°20'33,62"N	30°39'11,72"E	1,2
		21	46°20'31,75"N	30°39'13,57"E	1,3
		22	46°20'29,74"N	30°39'12,22"E	0,9
		23	46°20'31,49"N	30°39'9,43"E	1,2
		24	46°20'33,75"N	30°39'6,68"E	1
		25	46°20'35,65"N	30°39'5,36"E	1
		26	46°20'37,71"N	30°39'5,31"E	0
2	Cenk Car (GT 7314; DW 2674)	0	46°18'54,12"N	30°41'34,28"E	8,6
		1	46°18'57,89"N	30°41'18,27"E	8,9
		2	46°19'2,33"N	30°40'57,85"E	8,8
		3	46°19'5,49"N	30°40'43,59"E	8,9
		4	46°19'8,49"N	30°40'29,41"E	8,4
		5	46°19'12,03"N	30°40'15,15"E	7,4
		6	46°19'16,15"N	30°40'6,91"E	6,5
		7	46°19'21,51"N	30°39'59,91"E	6,4
		8	46°19'27,18"N	30°39'52,47"E	6,4
		9	46°19'32,58"N	30°39'45,34"E	6,2
		10	46°19'38,32"N	30°39'38,71"E	6,2
		11	46°19'48"N	30°39'29,97"E	6
		12	46°19'54,06"N	30°39'25,44"E	5,6
		13	46°19'59,57"N	30°39'21,11"E	5,4

1	2	3	4	5	6
2	Cenk Car (GT 7314; DW 2674)	14	46°20'5,97"N	30°39'16,54"E	4,8
		15	46°20'10,94"N	30°39'14,55"E	4,1
		16	46°20'15,4"N	30°39'12,95"E	4,2
		17	46°20'20,22"N	30°39'9,44"E	4,6
		18	46°20'25"N	30°39'6,14"E	4,4
		19	46°20'29,37"N	30°39'3,92"E	3,6
		20	46°20'36,51"N	30°39'2,61"E	0
3	Vilnius (GT 22341; DW 9341)	0	46°18'55,08"N	30°41'30,8"E	10,6
		1	46°18'58,21"N	30°41'15,71"E	10,2
		2	46°19'1,79"N	30°41'0,03"E	9,5
		3	46°19'4,98"N	30°40'45,66"E	8,4
		4	46°19'8,37"N	30°40'31,62"E	7,1
		5	46°19'11,23"N	30°40'20,86"E	6,5
		6	46°19'14,9"N	30°40'11,14"E	6,3
		7	46°19'20,36"N	30°40'0,54"E	6,3
		8	46°19'25,41"N	30°39'52,64"E	6,2
		9	46°19'32,54"N	30°39'44,28"E	6,3
		10	46°19'39,91"N	30°39'37,82"E	6,3
		11	46°19'46,43"N	30°39'32,36"E	6,4
		12	46°19'54,43"N	30°39'25,96"E	5,8
		13	46°20'0,54"N	30°39'20,2"E	5,4
		14	46°20'5,52"N	30°39'19,62"E	5,2
		15	46°20'11,41"N	30°39'17,28"E	5,1
		16	46°20'17,05"N	30°39'14,45"E	4,8
		17	46°20'22,83"N	30°39'11,82"E	4,5
		18	46°20'27,44"N	30°39'10,13"E	4,2
		19	46°20'32,34"N	30°39'13,6"E	1,5
		20	46°20'29,75"N	30°39'15,11"E	1,4
		21	46°20'30,07"N	30°39'11,61"E	1
		22	46°20'31,37"N	30°39'8,26"E	1
		23	46°20'33,34"N	30°39'6"E	1,1
		24	46°20'35,2"N	30°39'5,52"E	1
		25	46°20'36,63"N	30°39'4,41"E	0,6
		26	46°20'37,86"N	30°39'5,31"E	0

1	2	3	4	5	6
4	Kaunas (GT 25606; 7664)	0	46°18'55,18"N	30°41'30,25"E	9,4
		1	46°18'57,98"N	30°41'17,46"E	8,7
		2	46°19'1,59"N	30°41'2,2"E	8
		3	46°19'4,35"N	30°40'49,73"E	7,6
		4	46°19'7,04"N	30°40'37,54"E	7,3
		5	46°19'10"N	30°40'24,85"E	6,7
		6	46°19'12,69"N	30°40'14,13"E	6,6
		7	46°19'18,03"N	30°40'0,12"E	6,4
		8	46°19'22,74"N	30°39'52,94"E	6,2
		9	46°19'27,99"N	30°39'46,99"E	6,1
		10	46°19'34,73"N	30°39'41,15"E	6,1
		11	46°19'42"N	30°39'35,38"E	6,2
		12	46°19'51,19"N	30°39'28,33"E	6,2
		13	46°19'57,89"N	30°39'23,2"E	6,2
		14	46°20'4,24"N	30°39'18,65"E	6,1
		15	46°20'13,62"N	30°39'13,05"E	6,1
		16	46°20'20,37"N	30°39'10,24"E	5,7
		17	46°20'28,32"N	30°39'8,58"E	3,4
		18	46°20'31,78"N	30°39'11,76"E	0,9
		19	46°20'29,81"N	30°39'12,28"E	0,9
		20	46°20'29,29"N	30°39'9,6"E	0,7
		21	46°20'30,17"N	30°39'7,67"E	1
		22	46°20'31,73"N	30°39'5,8"E	1,2
		23	46°20'33,74"N	30°39'4,69"E	0,8
		24	46°20'35,06"N	30°39'4,69"E	0,3
		25	46°20'38,17"N	30°39'4,97"E	0
5	Vilnius (GT 22341; DW 9341)	0	46°18'55,13"N	30°41'31,02"E	10,1
		1	46°18'59,47"N	30°41'12,44"E	10,1
		2	46°19'3,3"N	30°40'54,69"E	8,9
		3	46°19'6,94"N	30°40'39,53"E	7,6
		4	46°19'9,78"N	30°40'26,66"E	6,9
		5	46°19'12,77"N	30°40'16,45"E	6,7
		6	46°19'17,45"N	30°40'6,84"E	6,9
		7	46°19'25,16"N	30°39'54,09"E	7,1
		8	46°19'31,52"N	30°39'46,53"E	7,2

1	2	3	4	5	6
5	Vilnius (GT 22341; DW 9341)	9	46°19'38,47"N	30°39'39,1"E	7,2
		10	46°19'45,43"N	30°39'33,2"E	6,7
		11	46°19'52,2"N	30°39'27,83"E	6,4
		12	46°19'59,78"N	30°39'22,6"E	5,9
		13	46°20'8,31"N	30°39'18,53"E	5,1
		14	46°20'14,53"N	30°39'15,39"E	4,6
		15	46°20'20,54"N	30°39'13,28"E	4,3
		16	46°20'25,16"N	30°39'11,29"E	4,2
		17	46°20'29,46"N	30°39'10,4"E	3,6
		18	46°20'32,17"N	30°39'13,54"E	1,1
		19	46°20'30,33"N	30°39'14,41"E	1,2
		20	46°20'28,95"N	30°39'10,9"E	0,7
		21	46°20'31"N	30°39'8,37"E	1,5
		22	46°20'33,46"N	30°39'6,67"E	1,4
		23	46°20'35,61"N	30°39'5,36"E	0,9
		24	46°20'36,99"N	30°39'5,27"E	0,4
		25	46°20'38,05"N	30°39'5,2"E	0

Таблиця В.7

Координати та швидкість руху суден на етапі заходу до причалу №27

№	Назва судна	ТТ	Широта	Довгота	Швидкість
1	2	3	4	5	6
1	Kaunas (GT 25606; 7664)	0	46°18'53,4"N	30°41'36,52"E	9,9
		1	46°18'57,28"N	30°41'18,48"E	10
		2	46°19'0,9"N	30°41'2,45"E	10
		3	46°19'4,42"N	30°40'47,22"E	9,2
		4	46°19'9,11"N	30°40'27,56"E	8
		5	46°19'12,41"N	30°40'15,48"E	7,5
		6	46°19'16,28"N	30°40'4,78"E	7,1
		7	46°19'26,21"N	30°39'49,72"E	6,4
		8	46°19'32,16"N	30°39'45,13"E	6,3
		9	46°19'40,17"N	30°39'41,6"E	6,3
		10	46°19'47,43"N	30°39'38,23"E	6,4
		11	46°19'55,13"N	30°39'37,3"E	6,4

1	2	3	4	5	6
1	Kaunas (GT 25606; 7664)	12	46°20'1,58"N	30°39'35,47"E	6,3
		13	46°20'8,37"N	30°39'32,48"E	6,4
		14	46°20'14,75"N	30°39'28,54"E	6,4
		15	46°20'20,6"N	30°39'23,5"E	6,3
		16	46°20'26,12"N	30°39'18,33"E	6,1
		17	46°20'30,65"N	30°39'13,16"E	4,5
		18	46°20'32,08"N	30°39'5,83"E	1,2
		19	46°20'31,45"N	30°39'6,31"E	1,1
		20	46°20'31,88"N	30°39'9,32"E	1,1
		21	46°20'33,63"N	30°39'9,95"E	0,7
		22	46°20'35,57"N	30°39'9,51"E	0,7
		23	46°20'36,67"N	30°39'8,88"E	0,4
		24	46°20'38,07"N	30°39'7,62"E	0
2	Vilnius (GT 22341; DW 9341)	0	46°18'54,17"N	30°41'32,33"E	10,1
		1	46°18'57,3"N	30°41'18,32"E	9,5
		2	46°19'0,49"N	30°41'5,86"E	9
		3	46°19'3,18"N	30°40'53,76"E	8,3
		4	46°19'6,86"N	30°40'37,74"E	7,2
		5	46°19'9,18"N	30°40'27,91"E	6,3
		6	46°19'11,39"N	30°40'19,37"E	6
		7	46°19'13,82"N	30°40'11,11"E	6,1
		8	46°19'17,49"N	30°40'3,57"E	6,1
		9	46°19'21,89"N	30°39'56,78"E	6,3
		10	46°19'27,35"N	30°39'51,23"E	6,2
		11	46°19'33,26"N	30°39'46,91"E	6,1
		12	46°19'39,41"N	30°39'43,68"E	6,2
		13	46°19'45,54"N	30°39'41,38"E	5,9
		14	46°19'51,21"N	30°39'39,16"E	5,6
		15	46°19'56,87"N	30°39'37,19"E	5,3
		16	46°20'2,25"N	30°39'34,9"E	5,1
		17	46°20'9,28"N	30°39'30,09"E	5
		18	46°20'15,98"N	30°39'25,22"E	4,8
		19	46°20'20,33"N	30°39'22,05"E	4,6
		20	46°20'24,34"N	30°39'18,87"E	4,2
		21	46°20'29,75"N	30°39'14,43"E	3,3

1	2	3	4	5	6
2	Vilnius (GT 22341; DW 9341)	22	46°20'30,53"N	30°39'9,02"E	1,1
		23	46°20'28,38"N	30°39'10,98"E	1,3
		24	46°20'28,88"N	30°39'14,2"E	0,6
		25	46°20'30,85"N	30°39'14,37"E	1,2
		26	46°20'33,23"N	30°39'13,21"E	1,3
		27	46°20'34,69"N	30°39'11,85"E	1,1
		28	46°20'36,86"N	30°39'10,43"E	1
		29	46°20'38,32"N	30°39'7,47"E	0
3	Kaunas (GT 25606; 7664)	0	46°18'55,04"N	30°41'29,41"E	11,2
		1	46°18'59,6"N	30°41'9,2"E	11,2
		2	46°19'4"N	30°40'49,34"E	10
		3	46°19'8,47"N	30°40'31,45"E	9,1
		4	46°19'12,2"N	30°40'16,08"E	8,4
		5	46°19'16,56"N	30°40'5,43"E	7,8
		6	46°19'22,24"N	30°39'56,85"E	7,3
		7	46°19'28,44"N	30°39'50,91"E	7,1
		8	46°19'36,27"N	30°39'45,96"E	7,2
		9	46°19'45,23"N	30°39'41,41"E	7,2
		10	46°19'53,52"N	30°39'38,37"E	7,3
		11	46°20'1,15"N	30°39'35,81"E	7,1
		12	46°20'7,95"N	30°39'31,79"E	7,1
		13	46°20'14,17"N	30°39'26,44"E	6,4
		14	46°20'20,49"N	30°39'21,04"E	6,1
		15	46°20'26,29"N	30°39'15,94"E	5,1
		16	46°20'30,51"N	30°39'9,05"E	1,4
		17	46°20'29,95"N	30°39'8,32"E	1
		18	46°20'28,04"N	30°39'10"E	1,1
		19	46°20'30,99"N	30°39'12,55"E	2
		20	46°20'34,28"N	30°39'10,98"E	1,6
		21	46°20'36,05"N	30°39'9,5"E	0,7
		22	46°20'36,77"N	30°39'8,81"E	0,4
		23	46°20'38,62"N	30°39'7,15"E	0
4	Kaunas (GT 25606; 7664)	0	46°18'52,9"N	30°41'37,37"E	9,1
		1	46°18'56"N	30°41'22,7"E	9,1
		2	46°19'0,45"N	30°41'5,09"E	9,4

1	2	3	4	5	6
4	Kaunas (GT 25606; 7664)	3	46°19'4,15"N	30°40'48,99"E	9,7
		4	46°19'10,07"N	30°40'25,12"E	9,2
		5	46°19'14,21"N	30°40'11,94"E	8,5
		6	46°19'19,15"N	30°40'2,05"E	7,8
		7	46°19'25,69"N	30°39'54,64"E	7,6
		8	46°19'34,03"N	30°39'48,11"E	7,2
		9	46°19'41,46"N	30°39'43,33"E	6,8
		10	46°19'50,01"N	30°39'38,65"E	6,7
		11	46°19'57,58"N	30°39'36,23"E	6,5
		12	46°20'5,83"N	30°39'34,33"E	6,1
		13	46°20'12,48"N	30°39'30,63"E	6
		14	46°20'17,39"N	30°39'25,89"E	5,6
		15	46°20'23,39"N	30°39'20,07"E	5,4
		16	46°20'27,73"N	30°39'14,82"E	4,2
		17	46°20'30,29"N	30°39'7,92"E	1,3
		18	46°20'30,15"N	30°39'6,85"E	0,7
		19	46°20'29,35"N	30°39'6,49"E	0,7
		20	46°20'28,44"N	30°39'7,3"E	0,7
		21	46°20'28,31"N	30°39'8,84"E	1,1
		22	46°20'30,96"N	30°39'10,18"E	0,9
		23	46°20'33,39"N	30°39'10,14"E	1,2
		24	46°20'35,28"N	30°39'9,85"E	0,5
		25	46°20'36,2"N	30°39'9,59"E	0,3
		26	46°20'37,68"N	30°39'8,07"E	0
		27	46°20'38,56"N	30°39'7,33"E	0
5	Vilnius (GT 22341; DW 9341)	0	46°18'54,08"N	30°41'31,29"E	8,4
		1	46°18'57,31"N	30°41'17,8"E	8,4
		2	46°19'0,43"N	30°41'4,46"E	8,4
		3	46°19'3,88"N	30°40'49,21"E	7,8
		4	46°19'6,71"N	30°40'37,59"E	6,7
		5	46°19'9,12"N	30°40'27,7"E	5,9
		6	46°19'11,57"N	30°40'17,62"E	5,4
		7	46°19'13,24"N	30°40'10,28"E	5,1
		8	46°19'15,4"N	30°40'1,81"E	4,9
		9	46°19'18,27"N	30°39'56,2"E	4,5

1	2	3	4	5	6
5	Vilnius (GT 22341; DW 9341)	10	46°19'21,81"N	30°39'51,95"E	4,4
		11	46°19'25,93"N	30°39'48,1"E	4,5
		12	46°19'30,59"N	30°39'45,09"E	4,5
		13	46°19'35,93"N	30°39'42,9"E	4,6
		14	46°19'42,03"N	30°39'41"E	4,8
		15	46°19'48,55"N	30°39'39,25"E	5
		16	46°19'55,21"N	30°39'37,06"E	5,1
		17	46°20'1,03"N	30°39'34,97"E	4,7
		18	46°20'6,05"N	30°39'33,09"E	4,4
		19	46°20'10,37"N	30°39'30,62"E	4,4
		20	46°20'14,66"N	30°39'27,32"E	4,3
		21	46°20'18,11"N	30°39'24,13"E	3,9
		22	46°20'21,76"N	30°39'20,63"E	3,5
		23	46°20'25,28"N	30°39'17,33"E	3,2
		24	46°20'30,26"N	30°39'10,77"E	1,6
		25	46°20'28,45"N	30°39'7,89"E	1,2
		26	46°20'26,51"N	30°39'10,15"E	1,4
		27	46°20'28,75"N	30°39'12,5"E	2,2
		28	46°20'34,16"N	30°39'10,8"E	2,1
		29	46°20'36,94"N	30°39'9,59"E	0,7
		30	46°20'37,72"N	30°39'8,47"E	0,3
		31	46°20'38,34"N	30°39'7,33"E	0

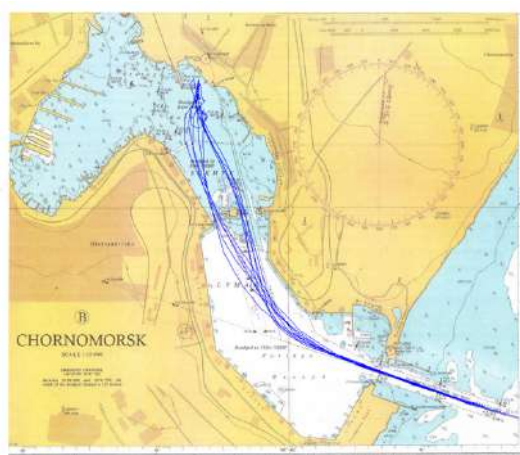


Рис. В.23. Траєкторії руху суден під час заходу до причалу №28 (10 суден)

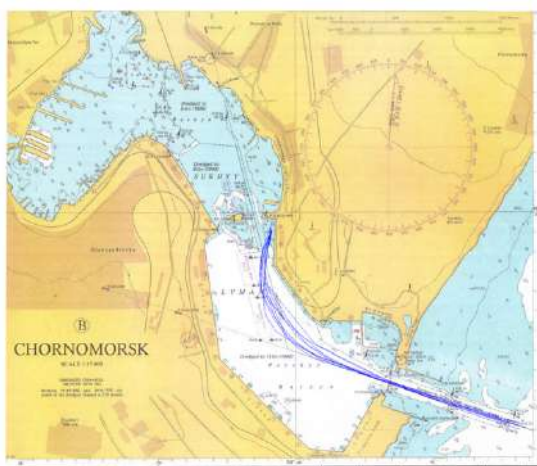


Рис. В.24. Траєкторії руху суден під час заходу до причалу №FP9 (11 суден)

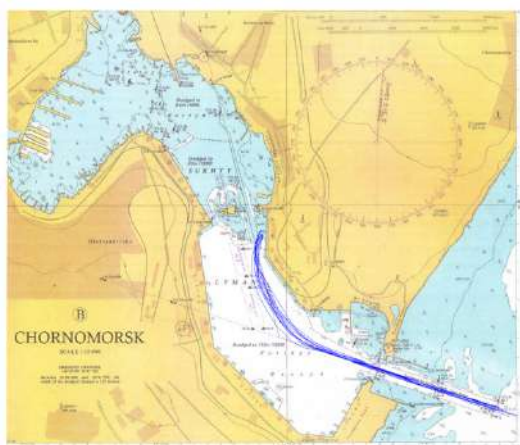


Рис. В.25. Траєкторії руху суден під час заходу до причалу №FP8 (10 суден)

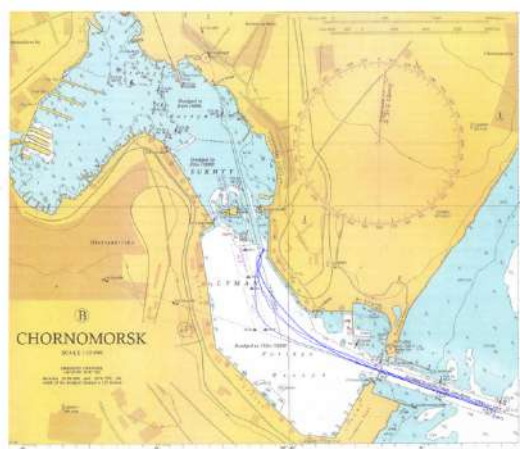


Рис. В.26. Траєкторії руху суден під час заходу до причалу №FP7 (9 суден)

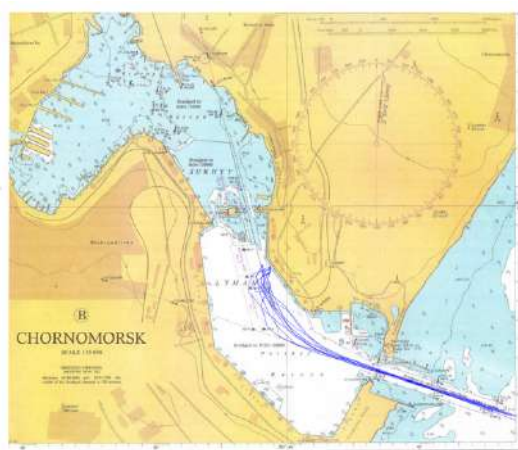


Рис. В.27. Траєкторії руху суден під час заходу до причалу №FP6 (10 суден)

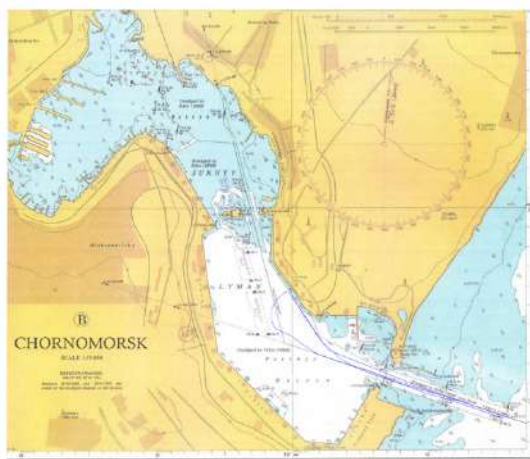


Рис. В.28. Траєкторії руху суден під час заходу до причалу №FP4 (2 судна)

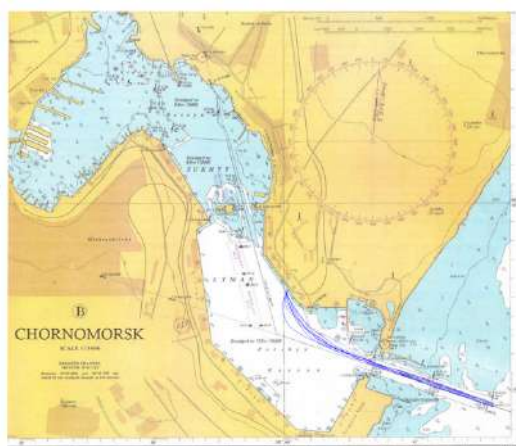


Рис. В.29. Траєкторії руху суден під час заходу до причалу №FP3 (12 суден)

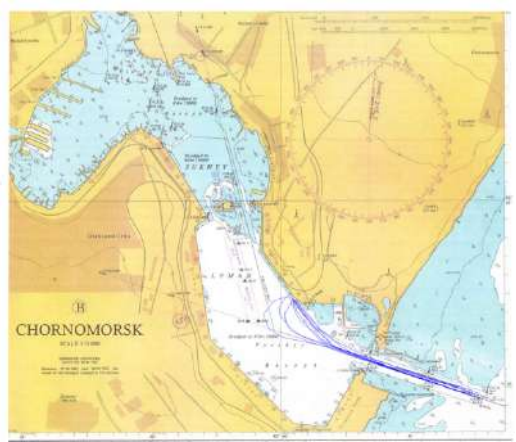


Рис. В.30. Траєкторії руху суден під час заходу до причалу №FP2 (5 суден)

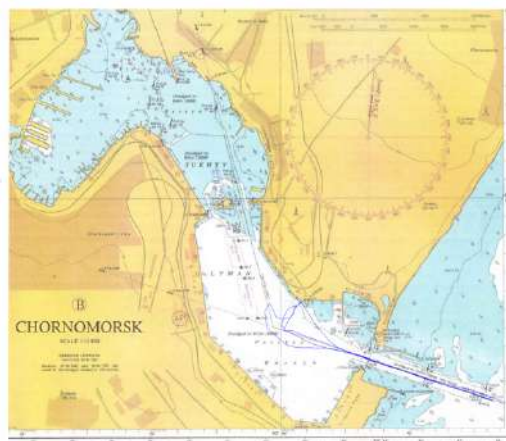


Рис. В.31. Траєкторії руху суден під час заходу до причалу №FP1 (11 суден)

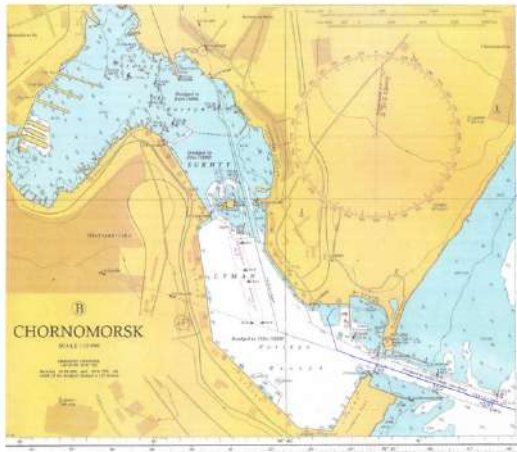
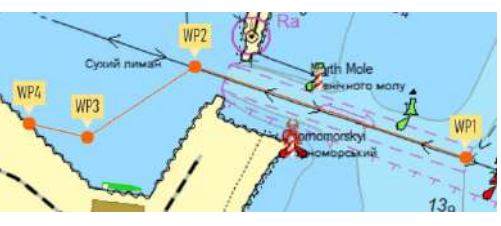
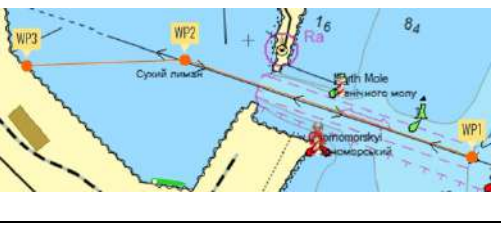


Рис. В.32. Траєкторії руху суден під час заходу до причалу №29 (1 судно)

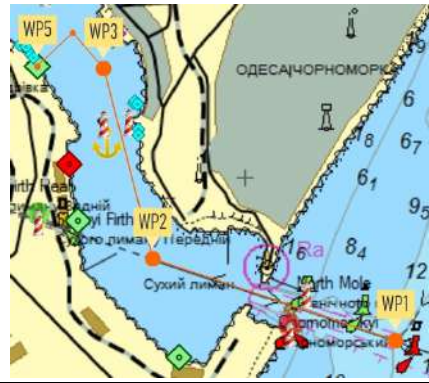
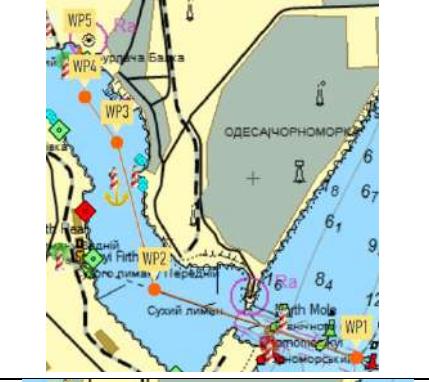
Таблиця В.8

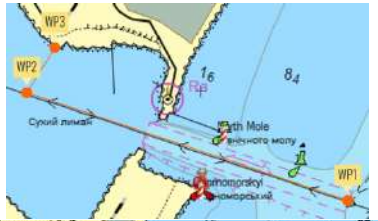
ШТ, рекомендовані для лоцманського проведення, під час заходів до причалів

№ Причалу	ШТ	Широта	Довгота	Рисунок
1	1	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
	2	46°19'13,13"N	030°40'11,02"E	
	3	46°19'2,24"N	030°40'11,18"E	
	4	46°18'58,88"N	030°40'24,75"E	
2	1	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
	2	46°19'15,44"N	030°40'1,32"E	
	3	46°19'0,35"N	030°39'53,77"E	
	4	46°18'51,14"N	030°40'19,14"E	
3	1	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
	2	46°19'12,52"N	030°40'13,23"E	
	3	46°18'47,48"N	030°40'10,58"E	

4	1	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
	2	46°19'13,01"N	030°40'11,33"E	
	3	46°19'1,06"N	030°39'58,38"E	
	4	46°18'47,95"N	030°40'3,17"E	
5	1	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
	2	46°19'12,49"N	030°40'13,04"E	
	3	46°18'50,42"N	030°39'58,18"E	
6	1	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
	2	46°19'13,12"N	030°40'10,94"E	
	3	46°19'1,92"N	030°39'51,87"E	
	4	46°18'52,87"N	030°39'53,8"E	
7	1	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
	2	46°19'9,44"N	030°40'26,35"E	
	3	46°18'57,06"N	030°39'58,95"E	
	4	46°18'59,5"N	030°39'44,1"E	
10	1	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
	2	46°19'12,75"N	030°40'12,45"E	
	3	46°19'11,62"N	030°39'26,46"E	
11	1	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
	2	46°19'15,31"N	030°40'1,39"E	
	3	46°19'33,62"N	030°39'48,87"E	
	4	46°19'31,55"N	030°39'28,45"E	
	5	46°19'16,74"N	030°39'21,99"E	

12	1	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
	2	46°19'15,39"N	030°40'1,43"E	
	3	46°19'21,11"N	030°39'39,53"E	
	4	46°19'21,47"N	030°39'20,98"E	
14	1	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
	2	46°19'11,98"N	030°40'15,53"E	
	3	46°19'30,39"N	030°39'19,58"E	
15	1	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
	2	46°19'17,47"N	030°39'52,2"E	
	3	46°19'35,49"N	030°39'18,48"E	
16	1	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
	2	46°19'17,53"N	030°39'52,1"E	
	3	46°19'41,36"N	030°39'17,2"E	
17	1	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
	2	46°19'15,39"N	030°40'1,45"E	
	3	46°19'48,41"N	030°39'31,87"E	
	4	46°19'47,68"N	030°39'15,96"E	
18	1	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
	2	46°19'15,35"N	030°40'1,35"E	
	3	46°19'45,94"N	030°39'35,56"E	
	4	46°19'52,49"N	030°39'18,34"E	
19	1	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
	2	46°19'15,38"N	030°40'1,3"E	
	3	46°19'57,44"N	030°39'18,63"E	

20	1	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
	2	46°19'17,57"N	030°39'51,92"E	
	3	46°20'16,05"N	030°39'29,98"E	
	4	46°20'12,12"N	030°39'12,39"E	
	5	46°20'4,51"N	030°39'11,88"E	
22	1	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
	2	46°19'17,59"N	030°39'51,98"E	
	3	46°20'13,53"N	030°39'31,11"E	
	4	46°20'24,06"N	030°39'17,79"E	
	5	46°20'14,34"N	030°39'2,87"E	
28	1	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
	2	46°19'17,62"N	030°39'51,81"E	
	3	46°20'9,71"N	030°39'32,56"E	
	4	46°20'25,78"N	030°39'16,2"E	
	5	46°20'41,93"N	030°39'13,5"E	
FP9	1	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
	2	46°19'17,46"N	030°39'52,05"E	
	3	46°19'45,08"N	030°39'41,68"E	
	4	46°19'53,84"N	030°39'46,47"E	
FP8	1	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
	2	46°19'17,4"N	030°39'52,11"E	
	3	46°19'43,6"N	030°39'42,19"E	
	4	46°19'50,19"N	030°39'46,23"E	

FP7	1	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
	2	46°19'17,52"N	030°39'51,88"E	
	3	46°19'37,76"N	030°39'44,11"E	
	4	46°19'45,64"N	030°39'46,5"E	
FP6	1	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
	2	46°19'17,52"N	030°39'51,94"E	
	3	46°19'33,97"N	030°39'45,66"E	
	4	46°19'41,67"N	030°39'48,41"E	
FP4	1	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
	2	46°19'15,28"N	030°40'1,77"E	
	3	46°19'34,39"N	030°39'55,57"E	
FP3	1	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
	2	46°19'13,59"N	030°40'8,79"E	
	3	46°19'29,86"N	030°40'0,19"E	
FP2	1	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
	2	46°19'13,73"N	030°40'8,25"E	
	3	46°19'27,2"N	030°40'8,25"E	
FP1	1	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
	2	46°19'16,16"N	030°39'57,81"E	
	3	46°19'25,6"N	030°40'6,28"E	
29	1	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
	2	46°19'9,8"N	030°40'25,21"E	
	3	46°19'15,65"N	030°40'20,47"E	
	4	46°19'19,49"N	030°40'23,35"E	

ТТ заходу судна «Wisco Adventure» до причалу №21

<i>ТТ</i>	<i>Довгота</i>	<i>Широта</i>	<i>Курс</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
0	46,314861°N	30,693172°E	0
1	46,315390°N	30,690892°E	288,5°
2	46,315918°N	30,688611°E	288,5°
3	46,316446°N	30,686331°E	288,5°
4	46,316975°N	30,684051°E	288,5°
5	46,317503°N	30,681770°E	288,5°
6	46,318032°N	30,679490°E	288,5°
7	46,318560°N	30,677209°E	288,5°
8	46,319089°N	30,674929°E	288,5°
9	46,320069°N	30,670697°E	288,5°
10	46,320875°N	30,667607°E	290,6°
11	46,321431°N	30,666365°E	302,9°
12	46,322122°N	30,665274°E	312,4°
13	46,322930°N	30,664364°E	322,0°
14	46,323832°N	30,663660°E	331,6°
15	46,324804°N	30,663183°E	341,2°
16	46,326416°N	30,662578°E	345,4°
17	46,328028°N	30,661973°E	345,4°
18	46,331191°N	30,660786°E	345,4°
19	46,333194°N	30,659950°E	343,9°
20	46,333814°N	30,659468°E	331,7°
21	46,334373°N	30,658850°E	322,6°
22	46,334857°N	30,658111°E	313,4°
23	46,335254°N	30,667271°E	304,3°
24	46,335552°N	30,656351°E	295,1°
25	46,335746°N	30,655375°E	286,0°
26	46,335830°N	30,654367°E	276,8°
27	46,335802°N	30,653353°E	267,7°
28	46,335663°N	30,652360°E	258,6°
29	46,335417°N	30,651412°E	249,5°
30	46,335071°N	30,650534°E	240,4°
31	46,335817°N	30,652083°E	055,2°

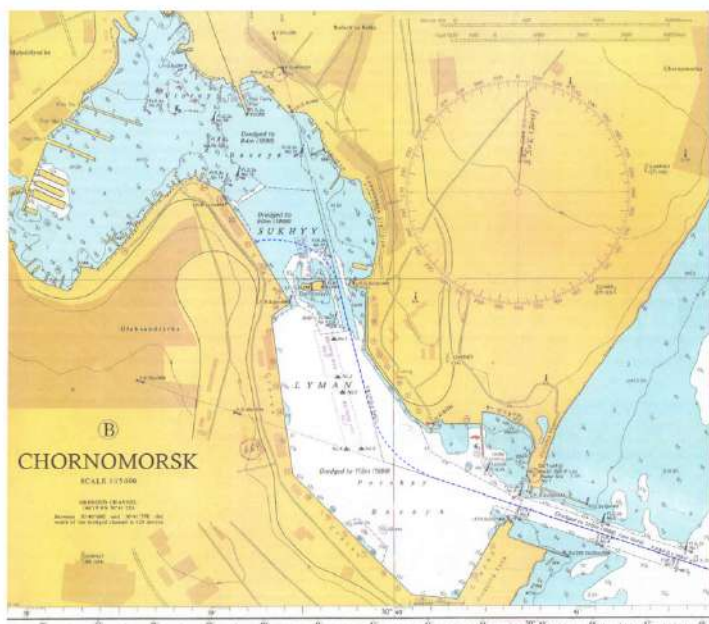


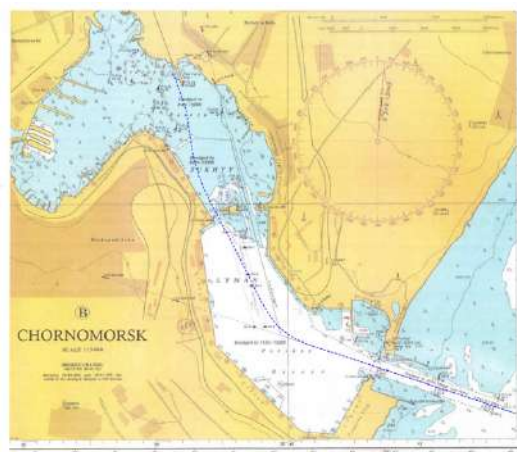
Рис. В.33. Маршрут слідування судна «Wisco Adventure» під час заходу до причалу №21

Таблиця В.10

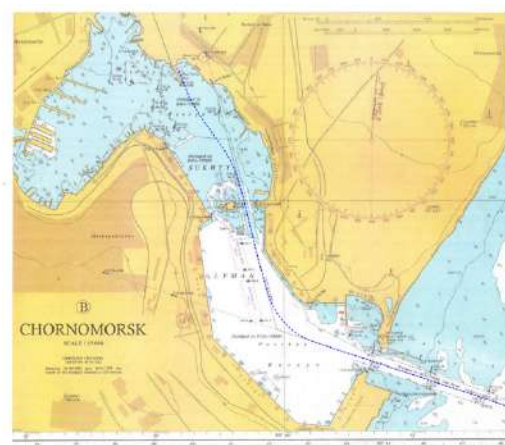
ТТ заходу суден «Vilnius» до причалу №26 та «Kaunas» до причалу №27

Судно «Vilnius»				Судно «Kaunas»			
ТТ	Довгота	Широта	Курс	ТТ	Довгота	Широта	Курс
1	2	3	4	1	2	3	4
0	46,314861°N	30,693172°E	0	0	46,314861°N	30,693172°E	0
1	46,315392°N	30,690893°E	288,6°	1	46,315392°N	30,690893°E	288,6°
2	46,315923°N	30,688614°E	288,6°	2	46,315924°N	30,688614°E	288,6°
3	46,316453°N	30,686334°E	288,6°	3	46,316455°N	30,686335°E	288,6°
4	46,316984°N	30,684055°E	288,6°	4	46,316986°N	30,684056°E	288,6°
5	46,317515°N	30,681776°E	288,6°	5	46,317518°N	30,681777°E	288,6°
6	46,318045°N	30,679496°E	288,6°	6	46,318049°N	30,679498°E	288,6°
7	46,318576°N	30,677217°E	288,6°	7	46,318581°N	30,677219°E	288,6°
8	46,319107°N	30,679496°E	288,6°	8	46,319112°N	30,679490°E	288,6°
9	46,319637°N	30,677217°E	288,6°	9	46,320099°N	30,670704°E	288,6°
10	46,320351°N	30,669594°E	288,6°	10	46,320910°N	30,667615°E	290,7°
11	46,321128°N	30,666595°E	290,5°	11	46,321467°N	30,666375°E	303,0°
12	46,321633°N	30,665426°E	302,0°	12	46,322160°N	30,665285°E	312,6°
13	46,322257°N	30,664385°E	310,9°	13	46,322970°N	30,664377°E	322,1°
14	46,322987°N	30,663496°E	319,8°	14	46,323873°N	30,663676°E	331,7°

1	2	3	4	1	2	3	4
15	46,323803°N	30,662780°E	328,7°	15	46,324846°N	30,663202°E	341,3°
16	46,325285°N	30,661680°E	332,8°	16	46,326459°N	30,662602°E	345,6°
17	46,326766°N	30,660580°E	332,8°	17	46,328073°N	30,662002°E	345,6°
18	46,328248°N	30,659480°E	332,8°	18	46,329686°N	30,661402°E	345,6°
19	46,329729°N	30,658379°E	332,8°	19	46,331300°N	30,660802°E	345,6°
20	46,331211°N	30,657279°E	332,8°	20	46,333300°N	30,660058°E	345,6°
21	46,332926°N	30,656005°E	332,8°	21	46,335441°N	30,659147°E	343,6°
22	46,335388°N	30,654413°E	335,9°	22	46,336566°N	30,658386°E	334,9°
23	46,337056°N	30,653876°E	347,4°	23	46,337617°N	30,657431°E	327,8°
24	46,338990°N	30,653480°E	351,9°	24	46,339526°N	30,655478°E	324,7°
25	46,341192°N	30,652917°E	349,9°	25	46,341337°N	30,653749°E	326,5°
26	46,342371°N	30,652338°E	341,2°	26	46,342406°N	30,643023°E	334,8°
27	46,343858°N	30,651469°E	338,0°	27	46,344314°N	30,651906°E	337,9°



а)



б)

Рис. В.34. Маршрут слідування судна «Vilnius» (а) під час заходу до причалу №26 та судна «Каунас» під час заходу до причалу №27

Додаток Г

Спостереження, аналіз і систематизація процесів маневрування суден (200 виходів від причалів у порту Чорноморськ) за допомогою даних AIS через програму Marine Traffic

Типи суден біля причалів згідно з аналізом 200 виходів з порту

Номер причалу	Назва судна та його тоннажність	Тип судна	Номер причалу	Назва судна та його тоннажність	Тип судна
1	Yildizlar 2 (GT 40328; DW 49865)	Л	2	Bozok (GT 6540; DW 9221)	Г
	ND Thelxis (GT 32714; DW 58223)	Б		Duygu (GT 4388; DW 7273)	К
	Penelope I (GT 43007; DW 81835)	Б		Tulpar (GT 22072; DW 34790)	Б
	Halil Sahin (GT 27581; DW 48377)	Б		Reliable (GT 25611; DW 38603)	Б
	Tendra Trader (GT 36106; DW 63500)	Б		Ghada A (GT 4255; DW 6341)	Г
	Aquis Perla (GT 6079; DW 9994)	Б		Acqua Stella (GT 5974; DW 9650)	Г
	Sea Treasure (GT 34584; DW 61192)	Б		Sea Star (GT 3433; DW 6150)	Г
	AT 27 (GT15935; DW 26551)	Б		Adam A (GT 17429; DW 28458)	Б
	Lady Jamila (GT 21192; DW 33427)	Б		Brave Leader (GT 13706; DW 22242)	Б
	Lady Zehma (GT 20283; DW 32328)	Г		SSI Nemesis (GT 31260; DW 56023)	Б
3	Nathan Brandon (GT 32987; DW 56489)	Б	4	AK Halima (GT 14458; DW 23677)	Б
	Levantes (GT 40008; DW 76015)	Б		True Brother (GT 19712; DW 31812)	Б
	Gozo (GT 16712; DW 28429)	Б		Eider S (GT 29970; DW 52489)	Б
	Hercules Ocean (GT 43291; DW 81084)	Б		STH Oslo (GT 34547; DW 60404)	Б
	Zhe HAI 525 (GT 33147; DW 57283)	Б		Transcenden Wisdom (GT 43672; DW 82561)	Б
5	ASL Ileana (GT 33044; DW 57000)	Б		New Island (GT 27306; DW 47304)	Б
	Leonid Khotkin (GT 4997, DW 5446)	Г		Falcon S (GT 22698; DW 37406)	Г
	Da Liang (GT 21828; DW 29636)	Г		Ocean S (GT 16041; DW 26411)	Г

5	Sea Dove (GT 22359; DW 36639)	Б	6	Baron (GT 4382; DW 6874)	Г
	Royal Star (GT 17944; DW 27028)	Б		Hazar S (GT 4425; DW 6616)	Г
	Sea Pearl J (GT 19795; DW 31842)	Б	10	Otzias (GT 33044; DW 57000)	Б
	Yaf S (GT 4109; DW 6055)	Г		Woolloomooloo (GT 41394; DW 76064)	Б
7	Necati Cavusoglu (GT 1868; DW 3171)	К		Happy Wolf (GT 1533; DW 3028)	Г
	Annabella (GT 7398; DW 11117)	Г		MED Tuncer (GT 5651; DW 8227)	Т
	Mecit Kaptan (GT 1243; DW 2276)	Г		Melina (GT 17041; DW 28418)	К
	Valmiera (GT 5424; DW 7782)	Г		My Lama (GT 16960; DW 28409)	Б
	Ferahnaz (GT 2995; DW 4750)	Г		Gloria M (GT 17150; DW 28186)	Б
	Olma (GT 3433; DW 6144)	Г	12	Lita (GT 11121; DW 18305)	Б
11	Fairchem Conquest (GT 12247; DW 21176)	Т		Jawor (GT 43506; DW 79649)	Б
	Asomatos (GT 16966; DW 28498)	Б		Doga K (GT 7636; DW 11084)	Г
	Bomar Jupiter (GT 8530; DW 13121)	Т		Ince Evrenye (GT 17025; DW 28207)	Б
	Champion Contest (GT 27472; DW 47171)	Т		K Sukret (GT 22927; DW 32376)	Б
	Interlink Solidity (GT 25546; DW 38749)	Б		Santorini Island (GT 27729; DW 48549)	Б
	Kingfishe D (GT 17431; DW 28425)	Б	14	Seapower (GT 40523; DW 74665)	Б
	Fortune Express (GT 18406; DW 30109)	Б		Ascanios (GT 40119; DW 76878)	Б
	Pretty Lady (GT 28029; DW 50169)	Б		Ultra Trust (GT 34860; DW 61225)	Б
	Lugano (GT 16761; DW 28350)	Б		Popi S (GT 43949; DW 80337)	Б
	New Island (GT 27306; DW 47304)	Б		Ourania Luck (GT 39126; DW 75961)	Б
15	Port star (GT 43022; DW 82177)	Б		Maritime Voyager (GT 39377; DW 64942)	Г

15	Lemessos Castle (GT 43310; DW 82226)	Б	14	Spring Oasis (GT 36403; DW 63291)	Б
	Lemessos Queen (GT 39737; DW 76565)	Б		Adelante (GT 44544; DW 81585)	Б
	Afea (GT 48021; DW 88279)	Б		Frontier Leader (GT 43210; DW 81383)	Б
	Spring Oasis (GT 36403; DW 63291)	Б		Thor (GT 40060; DW 76838)	Б
	Athos (GT 33044; DW 56794)	К		Blue One (GT 23758; DW 37064)	Б
	Wadi Alarab (GT 37550; DW 64214)	Б		Wei He (GT 43550; DW 79440)	Б
	Myrto (GT 44029; DW 81011)	Б		Lina (GT 16498; DW 27239)	Г
	Inebolu (GT 4667; DW 6008)	Т	16	Minoan Dignity (GT 40014; DW 76801)	Б
	Nefeli. GR (GT 43291; DW 81056)	Б		Imperial Rose (GT 39737; DW 76619)	Б
	Argo I (GT 20809; DW 32790)	Б		Magic Seas (GT 35812; DW 63027)	Б
	BC Callisto (GT 20238; DW 32280)	Г		Agapi S (GT 37215; DW 62145)	Б
	Magnum Power (GT 31261; DW 53632)	Б		Chios Luck (GT 23462; DW 36612)	Б
	Brave Commander (GT 14431; DW 23723)	Б		Greenwing (GT 18311; DW 26747)	Б
	Lilian (GT 15137; DW 24838)	Г		Globe Electra (GT 43834; DW 80370)	Б
	Ardmore Defender (GT 23702; DW 37764)	Т		Draftzilla (GT 3822; DW 66509)	Б
	Sardonic Spire (GT 20225; DW 32355)	Б		Iolcos Fighter (GT 41254; DW 76102)	Б
	Leda C (GT 44600; DW 81526)	Б		Irene Madias (GT 43501; DW 79516)	Б
17	Hafnia Axninite (GT 23676; DW 38506)	Б	18	Seama (GT 2530; DW 4251)	Г
	CPT Georgios S (GT 38938; DW 74181)	Б		Sormovskiy 45 (GT 2478; DW 3346)	Г
	Natali (GT 2837; DW 2352)	Г		Seama (GT 2530; DW 4251)	Г
	Sima (GT 11878; DW 17012)	Г		Zeliha K (GT 2963; DW 4500)	Г
19					

20	Victress (GT 1512; DW 2386)	Г	18	Arif Kaptan (GT 695; DW 1128)	Г
	Captain Adam 1 (GT 5053; DW 6695)	Г		T Star (GT 5469; DW 7321)	Г
	Sanita S (GT 26195; DW 46683)	Б		Sevil (GT 2998; DW 5263)	Г
21	Alpha (GT 6522; DW 10126)	Т	25	Med Pakize (GT 5851; DW 8400)	Т
	Mela Rossa (GT 3998; DW 6519)	Т		Rekon (GT 4310; DW 6239)	Т
	Gogland (GT 3568; DW 4450)	Т		Hitra (GT 3997; DW 6091)	Т
	Star N (GT 5762; DW 1199)	Т		Bomar Vesta (GT 4365; DW 6221)	Т
22	Maroulis S (GT 41342; DW 76000)	Б	26	Kaunas (GT 25606; DW 7664)	Р
	Kiran Bosphorus (GT 36353; DW 63550)	Б		Greifswald (GT 24084; DW 8005)	Р
27	Kaunas (GT 25606; DW 7664)	Р		Greifswald (GT 24084; DW 8005)	Р
	Cenk Y (GT 8919; DW 5970)	Р		Vilnius (GT 22341; DW 9341)	Р
	Vilnius (GT 22341; DW 9341)	Р		Greifswald (GT 24084; DW 8005)	Р
	Vilnius (GT 22341; DW 9341)	Р		Kaunas (GT 25606; DW 7664)	Р
28	Neptune Odyssey (GT 36902; DW 11418)	Р		Greifswald (GT 24084; DW 8005)	Р
	Cenk Y (GT 8919; DW 5970)	Р		Kaunas (GT 25606; DW 7664)	Р
	Cenk Y (GT 8919; DW 5970)	Р		Vilnius (GT 22341; DW 9341)	Р
	Cenk Y (GT 8919; DW 5970)	Р	FP9	Julius S (GT 25672; DW 33742)	К
	Neptune Iliad (GT 36902; DW 11409)	Р		Safmarine Nakuru (GT 25904; DW 34100)	К
	Neptune Ithaki (GT 36902; DW 11010)	Р		Rize (GT 4109; DW 6000)	Г
	Cenk M (GT 8619; DW 10300)	Р	FP8	Diamantis P. (GT 23745; DW 30340)	К
	Neptune Odyssey (GT 36902; DW 11418)	Р		Safmarine Nakuru (GT 25904; DW 34100)	К

28	Cenk Y (GT 8919; DW 5970)	P	FP8	Songa Iridium (GT 23633; DW 27209)	K
	Neptune Odyssey (GT 36902; DW 11418)	P	FP7	Safmarine Nuba (GT 25904; DW 35144)	K
	Cenk Y (GT 8919; DW 5970)	P		MSC Shirley (GT 23890; DW 29804)	K
	Cenk Y (GT 8919; DW 5970)	P		Haksa (GT 2598; DW 3092)	Г
FP6	Sea Partner (GT 21162; DW 8408)	P		MSC Shirley (GT 23890; DW 29804)	K
	Sea Partner (GT 21162; DW 8408)	P		Alcon (GT 1382; DW 2225)	Г
	Sea Partner (GT 21162; DW 8408)	P		Safmarine Nuba (GT 25904; DW 35144)	K
	Sea partner (GT 21162; DW 8408)	P		Greener (GT 32983; DW 56621)	Б
	Sea partner (GT 21162; DW 8408)	P		Deep Blue (GT 22662; DW 37196)	Б
	Sea partner (GT 21162; DW 8408)	P	FP3	Cenk G (GT 21664; DW 11164)	P
	Cenk M (GT 8619; DW 10300)	P		Recep Reis 1 (GT 1127; DW 1771)	Г
	Sea partner (GT 21162; DW 8408)	P		Bonita (GT 2993; DW 5558)	Т
	Cenk M (GT 8619; DW 10300)	P		Fadime K (GT 1246; DW 2185)	Г
	Cenk T (GT 21162; DW 8408)	P		Mecit Kaptan (GT 1243; DW 2276)	Г
	Cenk T (GT 21162; DW 8408)	P		Recep Reis 1 (GT 1127; DW 1771)	Г
	Efi Theo (GT 25047; DW 45423)	Б		Janet (GT 2748; DW 4570)	Г
	Dilek (GT 2905; DW 4490)	Г		Bosphorus Asia (GT 19885; DW 32556)	Б
FP1	Dilek (GT 2905; DW 4490)	Г	FP1	Immensity (GT 6354; DW 9802)	Г
	Nikolas III (GT 32287; DW 58081)	Б		Saffet AGA (GT 2321; DW 3738)	Г

Примітка: Б – балкер, Г – генеральне судно, К – контейнеровоз, Л – лісовоз, Р – судно типу Ro-Ro, Т – танкер.

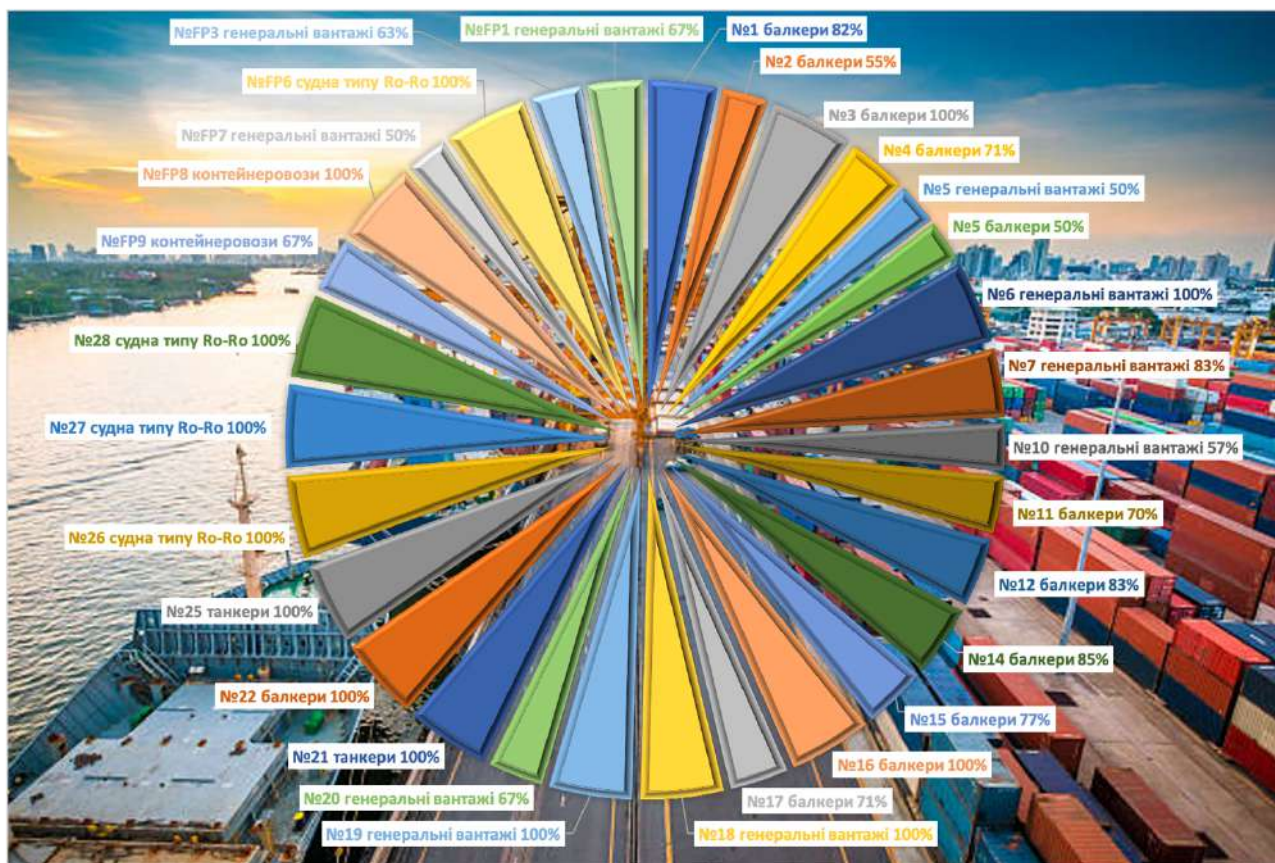


Рис. Г.1. Типи суден біля причалів за результатом аналізу виходів з порту

Аналіз часу проходження акваторєю порту 200 виходів суден, вітрового впливу та борту, яким було пришвартоване судно до причалу

<i>№</i>	<i>Назва судна</i>	<i>Час проходження басейнів порту, год:хв</i>	<i>Час проходження каналу порту, год:хв</i>	<i>Загальний час виходу, год:хв</i>	<i>Швидкість вітру, м/с</i>	<i>Напрямок вітру</i>	<i>Дата</i>	<i>Борт</i>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Safmarine Nuba (GT 25904; DW 35144)	00:22	00:06	00:28	5	Пн	24.03.21	П
2	Yildizlar 2 (GT 40328; DW 49865)	00:40	00:07	00:47	6	Пн	24.03.21	Л
3	Sea Partner (GT 21162; DW 8408)	00:09	00:05	00:14	5	Пн	24.03.21	Л
4	Brave Commander (GT 14431; DW 23723)	00:18	00:05	00:23	3	Пн	26.03.21	П
5	Seapower (GT 40523; DW 74665)	00:24	00:07	00:31	3	Пн	26.03.21	Л
6	Minoan Dignity (GT 40014; DW 76801)	00:31	00:07	00:38	3	ПнЗх	27.03.21	Л
7	Kaunas (GT 25606; DW 7664)	00:22	00:06	00:28	3	Пд	27.03.21	Л
8	Neptune Odyssey (GT 36902; DW 11418)	00:31	00:05	00:36	8	Пн	29.03.21	Л
9	Sea Partner (GT 21162; DW 8408)	00:11	00:04	00:15	3	ПнСх	31.03.21	Л
10	Ascanios (GT 40119; DW 76878)	00:35	00:07	00:42	3	ПнСх	31.03.21	Л
11	Med Pakize (GT 5851; DW 8400)	00:32	00:05	00:37	1	Сх	01.04.21	Л
12	Sea Partner (GT 21162; DW 8408)	00:10	00:04	00:14	3	Пд	28.03.21	Л
13	Cenk G (GT 21664; DW 11164)	00:09	00:05	00:14	3	Пд	27.03.21	Л
14	Leonid Khotkin (GT 4997, DW 5446)	00:15	00:08	00:23	6	ПнЗх	02.04.21	Л
15	Seama (GT 2530; DW 4251)	00:17	00:06	00:23	4	Пд	03.04.21	Л
16	Imperial Rose (GT 39737; DW 76619)	00:36	00:04	00:40	2	ПнСх	04.04.21	Л
17	Recep Reis 1 (GT 1127; DW 1771)	00:11	00:05	00:16	3	Зх	05.04.21	П

1	2	3	4	5	6	7	8	9
18	Cenk Y (GT 8919; DW 5970)	00:17	00:04	00:21	1	Пд	04.04.21	Л
19	Lita (GT 11121; DW 18305)	00:13	00:05	00:18	2	Зх	07.04.21	П
20	ND Thelxis (GT 32714; DW 58223)	00:27	00:08	00:35	5	ПнСх	30.03.21	Л
21	Efi Theo (GT 25047; DW 45423)	0:22	0:06	0:28	3	ПнСх	30.03.21	П
22	Greifswald (GT 24084; DW 8005)	0:19	0:03	0:22	2	ПдЗх	10.04.21	Л
23	Port star (GT 43022; DW 82177)	0:38	0:07	0:45	4	Пд	13.04.21	Л
24	Alpha (GT 6522; DW 10126)	0:22	0:06	0:28	4	Пд	13.04.21	П
25	Cenk Y (GT 8919; DW 5970)	0:18	0:03	0:21	4	Пд	14.04.21	Л
26	Sea partner (GT 21162; DW 8408)	0:12	0:05	0:17	4	Пд	14.04.21	Л
27	Magic Seas (GT 35812; DW 63027)	0:31	0:07	0:38	3	ПдЗх	16.04.21	Л
28	Diamantis P. (GT 23745; DW 30340)	0:22	0:07	0:29	2	Зх	10.04.21	П
29	Sea partner (GT 21162; DW 8408)	0:09	0:05	0:14	3	Пн	10.04.21	Л
30	Bonita (GT 2993; DW 5558)	0:11	0:07	0:18	3	ПдЗх	16.04.21	П
31	Lemessos Castle (GT 43310; DW 82226)	0:32	0:06	0:38	2	Пд	22.04.21	Л
32	Sea partner (GT 21162; DW 8408)	0:08	0:04	0:12	2	Пд	21.04.21	Л
33	Julius S (GT 25672; DW 33742)	0:19	0:06	0:25	5	ПнСх	28.04.21	П
34	Cenk Y (GT 8919; DW 5970)	0:26	0:03	0:29	2	Сх	28.04.21	Л
35	Cenk M (GT 8619; DW 10300)	0:09	0:03	0:12	2	Сх	28.04.21	Л
36	Bozok (GT 6540; DW 9221)	0:07	0:08	0:15	4	Пд	30.04.21	Л
37	Rekon (GT 4310; DW 6239)	0:30	0:08	0:38	2	ПнЗх	01.05.21	Л
38	Sea partner (GT 21162; DW 8408)	0:11	0:04	0:15	3	ПдСх	17.04.21	Л
39	Fairchem Conquest (GT 12247; DW 21176)	0:22	0:06	0:28	3	Зх	02.05.21	П
40	Natali (GT 2837; DW 2352)	0:16	0:07	0:23	5	ПнЗх	03.05.21	П
41	Necati Cavusoglu (GT 1868; DW 3171)	0:09	0:07	0:16	3	Пд	04.05.21	Л

1	2	3	4	5	6	7	8	9
42	Cenk M (GT 8619; DW 10300)	0:07	0:03	0:10	5	Пд	06.05.21	Л
43	MSC Shirley (GT 23890; DW 29804)	0:30	0:06	0:36	2	Сх	28.04.21	П
44	Levantes (GT 40008; DW 76015)	0:27	0:09	0:36	4	Сх	29.04.21	Л
45	Ultra Trust (GT 34860; DW 61225)	0:27	0:07	0:34	4	Сх	29.04.21	Л
46	Popi S (GT 43949; DW 80337)	0:33	0:06	0:39	3	Пд	01.05.21	Л
47	Annabella (GT 7398; DW 11117)	0:08	0:06	0:14	3	Пд	01.05.21	Л
48	Greifswald (GT 24084; DW 8005)	0:20	0:04	0:24	3	ПнСх	09.05.21	Л
49	Agapi S (GT 37215; DW 62145)	0:25	0:06	0:31	1	Зх	10.05.21	Л
50	Safmarine Nakuru (GT 25904; DW 34100)	0:28	0:06	0:34	3	Пн	11.05.21	П
51	Lilian (GT 15137; DW 24838)	0:24	0:06	0:30	3	Сх	12.05.21	Л
52	Duygu (GT 4388; DW 7273)	0:13	0:04	0:17	5	ПдСх	13.05.21	Л
53	Hitra (GT 3997; DW 6091)	0:23	0:06	0:29	4	ПдСх	13.05.21	Л
54	Cenk T (GT 21162; DW 8408)	0:09	0:05	0:14	3	Сх	12.05.21	Л
55	Sormovskiy 45 (GT 2478; DW 3346)	0:20	0:06	0:26	3	ПдЗх	04.05.21	П
56	Chios Luck (GT 23462; DW 36612)	0:23	0:06	0:29	5	Пд	05.05.21	Л
57	Maroulis S (GT 41342; DW 76000)	0:35	0:06	0:41	6	Пд	05.05.21	П
58	Lemessos Queen (GT 39737; DW 76565)	0:29	0:06	0:35	4	Пд	06.05.21	Л
59	Mecit Kaptan (GT 1243; DW 2276)	0:09	0:07	0:16	4	Сх	16.05.21	Л
60	Penelope I (GT 43007; DW 81835)	0:29	0:10	0:39	1	ПнСх	16.05.21	Л
61	Ourania Luck (GT 39126; DW 75961)	0:36	0:09	0:45	3	ПнЗх	16.05.21	Л
62	Mela Rossa (GT 3998; DW 6519)	0:18	0:05	0:23	3	Сх	12.05.21	П
63	Tulpar (GT 22072; DW 34790)	0:20	0:06	0:26	5	ПдЗх	24.05.21	Л
64	Neptune Iliad (GT 36902; DW 11409)	0:32	0:06	0:38	3	Сх	12.05.21	П
65	Maritime Voyager (GT 39377; DW 64942)	0:23	0:07	0:30	3	ПдСх	26.05.21	Л

1	2	3	4	5	6	7	8	9
66	Otzias (GT 33044; DW 57000)	0:22	0:07	0:29	2	Пд	26.05.21	П
67	True Brother (GT 19712; DW 31812)	0:19	0:09	0:28	2	Пд	26.05.21	Л
68	Vilnius (GT 22341; DW 9341)	0:18	0:07	0:25	3	Сх	12.05.21	Л
69	Spring Oasis (GT 36403; DW 63291)	0:23	0:06	0:29	5	ПнЗх	28.05.21	Л
70	Halil Sahin (GT 27581; DW 48377)	0:16	0:08	0:24	7	ПнСх	29.05.21	Л
71	Afea (GT 48021; DW 88279)	0:32	0:09	0:41	4	Пн	31.05.21	Л
72	Kaunas (GT 25606; DW 7664)	0:25	0:05	0:30	3	ПнСх	31.05.21	П
73	Fadime K (GT 1246; DW 2185)	0:11	0:05	0:16	2	ПнСх	30.05.21	П
74	Safmarine Nakuru (GT 25904; DW 34100)	0:20	0:25	0:45	8	ПнЗх	02.06.21	П
75	Greenwing (GT 18311; DW 26747)	0:17	0:05	0:22	7	Пн	02.06.21	Л
76	Neptune Ithaki (GT 36902; DW 11010)	0:31	0:05	0:36	8	ПнЗх	29.05.21	П
77	Gogland (GT 3568; DW 4450)	0:20	0:07	0:27	5	ПнЗх	29.05.21	П
78	Adelante (GT 44544; DW 81585)	0:28	0:07	0:35	2	Зх	16.06.21	Л
79	Songa Iridium (GT 23633; DW 27209)	0:21	0:06	0:27	2	ПнЗх	17.06.21	П
80	Cenk T (GT 21162; DW 8408)	0:12	0:06	0:18	4	ПнЗх	30.05.21	Л
81	Da Liang (GT 21828; DW 29636)	0:11	0:07	0:18	2	Зх	30.05.21	П
82	Reliable (GT 25611; DW 38603)	0:42	0:07	0:49	7	Сх	18.06.21	Л
83	Cenk M (GT 8619; DW 10300)	0:17	0:04	0:21	8	Сх	18.06.21	Л
84	Tendra Trader (GT 36106; DW 63500)	0:14	0:05	0:19	1	ПнЗх	19.06.21	Л
85	Gozo (GT 16712; DW 28429)	0:20	0:08	0:28	3	ПнСх	20.06.21	Л
86	Kiran Bosphorus (GT 36353; DW 63550)	0:15	0:05	0:20	2	ПдЗх	22.06.21	П
87	Valmiera (GT 5424; DW 7782)	0:07	0:06	0:13	2	ПдЗх	22.06.21	П
88	Neptune Odyssey (GT 36902; DW 11418)	0:39	0:05	0:44	2	ПдЗх	23.06.21	П
89	Mecit Kaptan (GT 1243; DW 2276)	0:15	0:06	0:21	2	ПнЗх	24.06.21	П

1	2	3	4	5	6	7	8	9
90	Victress (GT 1512; DW 2386)	0:20	0:07	0:27	2	ПдСх	01.07.21	Л
91	Eider S (GT 29970; DW 52489)	0:23	0:08	0:31	5	ПнСх	11.07.21	Л
92	Ferahnaz (GT 2995; DW 4750)	0:09	0:06	0:15	4	Сх	13.07.21	Л
93	Olma (GT 3433; DW 6144)	0:14	0:07	0:21	1	ПдСх	15.07.21	Л
94	Seama (GT 2530; DW 4251)	0:16	0:08	0:24	3	Сх	25.07.21	П
95	Asomatos (GT 16966; DW 28498)	0:24	0:08	0:32	3	Сх	26.07.21	П
96	Ghada A (GT 4255; DW 6341)	0:06	0:08	0:14	1	ПдСх	26.07.21	П
97	Bomar Jupiter (GT 8530; DW 13121)	0:23	0:06	0:29	3	ПнСх	03.08.21	П
98	Spring Oasis (GT 36403; DW 63291)	0:31	0:07	0:38	3	Сх	04.08.21	Л
99	Aquis Perla (GT 6079; DW 9994)	0:09	0:07	0:16	2	ПдЗх	04.08.21	Л
100	Frontier Leader (GT 43210; DW 81383)	0:26	0:08	0:34	2	ПдЗх	04.08.21	П
101	Greifswald (GT 24084; DW 8005)	0:18	0:03	0:21	3	Пн	31.05.21	П
102	Haksa (GT 2598; DW 3092)	0:18	0:08	0:26	5	ПдСх	05.08.21	Л
103	Recep Reis 1 (GT 1127; DW 1771)	0:11	0:09	0:20	5	ПдСх	05.08.21	П
104	Kaunas (GT 25606; DW 7664)	0:21	0:03	0:24	5	ПдСх	05.08.21	П
105	Champion Contest (GT 27472; DW 47171)	0:24	0:06	0:30	4	Сх	08.09.21	Л
106	Athos (GT 33044; DW 56794)	0:34	0:07	0:41	2	Сх	15.09.21	П
107	Acqua Stella (GT 5974; DW 9650)	0:10	0:07	0:17	3	Пд	16.09.21	Л
108	Cenk Y (GT 8919; DW 5970)	0:17	0:04	0:21	9	Пд	17.09.21	Л
109	Sea Dove (GT 22359; DW 36639)	0:16	0:08	0:24	5	ПнЗх	20.09.21	Л
110	STH Oslo (GT 34547; DW 60404)	0:33	0:09	0:42	5	ПнЗх	20.09.21	П
111	Dilek (GT 2905; DW 4490)	0:06	0:05	0:11	3	Пд	20.10.21	Л
112	Neptune Odyssey (GT 36902; DW 11418)	0:28	0:07	0:35	4	Пд	20.10.21	П
113	Woolloomooloo (GT 41394; DW 76064)	0:41	0:07	0:48	6	Пн	24.10.21	П

1	2	3	4	5	6	7	8	9
114	Wadi Alarab (GT 37550; DW 64214)	0:36	0:09	0:45	5	ПН	24.10.21	Л
115	Ardmore Defender (GT 23702; DW 37764)	0:28	0:06	0:34	8	ПН	24.10.21	Л
116	Star N (GT 5762; DW 1199)	1:01	0:07	1:08	2	ПДСх	25.10.21	П
117	Interlink Solidity (GT 25546; DW 38749)	0:33	0:08	0:41	4	ПДСх	26.10.21	П
118	MSC Shirley (GT23890; DW 29804)	0:28	0:07	0:35	5	ПДСх	26.10.21	П
119	Myrto (GT 44029; DW 81011)	0:32	0:07	0:39	3	ПН	29.10.21	Л
120	Sardonic Spire (GT 20225; DW 32355)	0:26	0:09	0:35	6	Сх	30.10.21	П
121	Bomar Vesta (GT 4365; DW 6221)	0:35	0:06	0:41	1	ПНСх	01.11.21	Л
122	Alcon (GT 1382; DW 2225)	0:16	0:06	0:22	2	Сх	01.11.21	П
123	Greifswald (GT 24084; DW 8005)	0:23	0:06	0:29	2	ПНСх	01.11.21	Л
124	Inebolu (GT 4667; DW 6008)	0:19	0:06	0:25	2	ПДЗх	02.11.21	Л
125	Happy Wolf (GT 1533; DW 3028)	0:13	0:07	0:20	5	Зх	03.11.21	Л
126	Kaunas (GT 25606; DW 7664)	0:19	0:04	0:23	6	ПН	07.11.21	Л
127	Transcenden Wisdom (GT 43672; DW 82561)	0:46	0:07	0:53	3	Пд	08.11.21	П
128	Zeliha K (GT 2963; DW 4500)	0:13	0:07	0:20	5	ПДЗх	08.11.21	П
129	MED Tuncer (GT 5651; DW 8227)	0:09	0:05	0:14	4	ПН	09.11.21	П
130	Sea Treasure (GT 34584; DW 61192)	0:27	0:08	0:35	3	ПДСх	11.11.21	Л
131	Royal Star (GT 17944; DW 27028)	0:19	0:09	0:28	4	Пд	11.11.21	Л
132	Dilek (GT 2905; DW 4490)	0:10	0:06	0:16	7	ПНСх	15.11.21	П
133	Arif Kaptan (GT 695; DW 1128)	0:15	0:06	0:21	6	Сх	16.11.21	П
134	Kingfishe D (GT 17431; DW 28425)	0:30	0:08	0:38	5	Сх	16.11.21	П
135	Globe Electra (GT 43834; DW 80370)	0:29	0:06	0:35	5	Сх	16.11.21	Л
136	Vilnius (GT 22341; DW 9341)	0:20	0:05	0:25	3	Зх	21.11.21	Л
137	AT 27 (GT15935; DW 26551)	0:22	0:06	0:28	5	ПДЗх	22.11.21	Л

1	2	3	4	5	6	7	8	9
138	Draftzilla (GT 3822; DW 66509)	0:07	0:20	0:27	2	ПН	22.01.21	Л
139	T Star (GT 5469; DW 7321)	0:12	0:05	0:17	4	ПНЗх	23.01.21	П
140	Nikolas III (GT 32287; DW 58081)	0:14	0:07	0:21	3	ПН	24.11.21	П
141	Janet (GT 2748; DW 4570)	0:08	0:05	0:13	4	ПН	24.11.21	Л
142	Nefeli. GR (GT 43291; DW 81056)	0:34	0:09	0:43	5	Пд	25.11.21	Л
143	Thor (GT 40060; DW 76838)	0:32	0:08	0:40	9	Пд	29.11.21	Л
144	Rize (GT 4109; DW 6000)	0:17	0:05	0:22	7	ПНСх	17.01.22	П
145	Hercules Ocean (GT 43291; DW 81084)	0:38	0:05	0:43	5	Сх	17.01.22	П
146	Cenk Y (GT 8919; DW 5970)	0:20	0:05	0:25	4	ПНЗх	01.06.21	Л
147	Cenk Y (GT 8919; DW 5970)	0:22	0:05	0:27	3	ПНСх	15.06.21	П
148	Safmarine Nuba (GT 25904; DW 35144)	0:20	0:05	0:25	2	Зх	16.06.21	П
149	Jawor (GT 43506; DW 79649)	0:25	0:07	0:32	4	ПНСх	20.06.21	Л
150	Immensity (GT 6354; DW 9802)	0:11	0:06	0:17	2	ПдСх	20.06.21	П
151	Cenk Y (GT 8919; DW 5970)	0:16	0:05	0:21	2	Пд	20.06.22	Л
152	Vilnius (GT 22341; DW 9341)	0:23	0:07	0:30	2	ПдСх	02.07.21	П
153	Blue One (GT 23758; DW 37064)	0:24	0:08	0:32	3	ПНСх	30.09.22	Л
154	Fortune Express (GT 18406; DW 30109)	0:30	0:07	0:37	4	Пд	30.09.22	П
155	Doga K (GT 7636; DW 11084)	0:21	0:09	0:30	5	Пд	01.10.22	П
156	Baron (GT 4382; DW 6874)	0:11	0:08	0:19	4	ПНЗх	03.10.22	Л
157	Argo I (GT 20809; DW 32790)	0:33	0:09	0:42	4	ПНЗх	03.10.22	Л
158	BC Callisto (GT 20238; DW 32280)	0:24	0:10	0:34	5	ПНЗх	04.10.22	Л
159	Pretty Lady (GT 28029; DW 50169)	0:31	0:09	0:40	6	ПНЗх	04.10.22	П
160	Sea Star (GT 3433; DW 6150)	0:17	0:08	0:25	4	ПНЗх	04.10.22	П
161	New Island (GT 27306; DW 47304)	0:36	0:09	0:45	5	ПН	07.10.22	П

1	2	3	4	5	6	7	8	9
162	Sea Pearl J (GT 19795; DW 31842)	0:16	0:12	0:28	4	ПН	10.10.22	Л
163	Sima (GT 11878; DW 17012)	0:18	0:07	0:25	3	ПН	11.10.22	П
164	Lugano (GT 16761; DW 28350)	0:43	0:10	0:53	1	Зх	11.10.22	П
165	Hazar S (GT 4425; DW 6616)	0:10	0:07	0:17	3	ПН	11.10.22	П
166	Wei He (GT 43550; DW 79440)	0:28	0:07	0:35	1	ПдЗх	12.10.22	Л
167	Yaf S (GT 4109; DW 6055)	0:14	0:05	0:19	1	Пд	12.10.22	Л
168	Ince Evrenye (GT 17025; DW 28207)	0:19	0:11	0:30	4	ПН	10.10.22	П
169	Melina (GT 17041; DW 28418)	0:16	0:09	0:25	3	ПН	11.10.22	П
170	Sevil (GT 2998; DW 5263)	0:19	0:06	0:25	7	ПНЗх	26.10.22	П
171	Lina (GT 16498; DW 27239)	0:24	0:07	0:31	5	ПНЗх	27.10.22	Л
172	Captain Adam 1 (GT 5053; DW 6695)	0:19	0:10	0:29	2	Пд	28.10.22	П
173	Zhe HAI 525 (GT 33147; DW 57283)	0:34	0:07	0:41	3	Зх	03.02.23	П
174	K Sukret (GT 22927; DW 32376)	0:26	0:09	0:35	2	ПдСх	13.03.23	П
175	Greener (GT 32983; DW 56621)	0:37	0:09	0:46	5	ПдСх	14.03.23	П
176	Leda C (GT 44600; DW 81526)	0:30	0:10	0:40	6	ПН	18.03.23	П
177	New Island (GT 27306; DW 47304)	0:39	0:10	0:49	0	ПНЗх	20.03.23	П
178	Lady Jamila (GT 21192; DW 33427)	0:36	0:06	0:42	3	ПдЗх	21.03.23	П
179	Iolcos Fighter (GT 41254; DW 76102)	0:28	0:10	0:38	1	Сх	13.03.23	П
180	Lady Zehma (GT 20283; DW 32328)	0:25	0:08	0:33	4	Пд	08.03.23	Л
181	ASL Ileana (GT 33044; DW 57000)	0:29	0:10	0:39	3	ПНЗх	26.03.23	Л
182	Hafnia Axninite (GT 23676; DW 38506)	0:27	0:11	0:38	3	ПНЗх	26.03.23	П
183	Santorini Island (GT 27729; DW 48549)	0:36	0:11	0:47	6	ПдЗх	06.03.23	П
184	Sanita S (GT 26195; DW 46683)	0:42	0:10	0:52	5	ПН	30.03.23	Л
185	My Lama (GT 16960; DW 28409)	0:12	0:06	0:18	5	Сх	02.04.23	П

1	2	3	4	5	6	7	8	9
186	Adam A (GT 17429; DW 28458)	0:29	0:10	0:39	4	Зх	03.04.23	Л
187	Brave Leader (GT 13706; DW 22242)	0:14	0:09	0:23	4	Пн	05.04.23	П
188	Gloria M (GT 17150; DW 28186)	0:19	0:09	0:28	5	ПдСх	07.04.23	П
189	Falcon S (GT 22698; DW 37406)	0:18	0:08	0:26	2	Пн	09.04.23	Л
190	Deep Blue (GT 22662; DW 37196)	0:26	0:06	0:32	4	ПнСх	10.04.23	П
191	Irene Madias (GT 43501; DW 79516)	0:29	0:11	0:40	12	ПнСх	11.04.23	П
192	Ocean S (GT 16041; DW 26411)	0:18	0:08	0:26	2	Зх	10.02.23	П
193	Magnum Power (GT 31261; DW 53632)	0:15	0:08	0:23	3	Пн	11.10.22	Л
194	Vilnius (GT 22341; DW 9341)	0:19	0:05	0:24	3	ПнСх	13.07.21	П
195	SSI Nemesis (GT 31260; DW 56023)	0:45	0:13	0:58	7	ПдСх	15.04.23	П
196	Nathan Brandon (GT 32987; DW 56489)	0:12	0:07	0:19	5	ПнЗх	12.07.21	Л
197	Saffet AGA (GT 2321; DW 3738)	0:09	0:06	0:15	4	ПнЗх	02.07.21	П
198	AK Halima (GT 14458; DW 23677)	0:22	0:09	0:31	3	ПнСх	19.04.23	Л
199	CPT Georgios S (GT 38938; DW 74181)	0:54	0:10	1:04	6	ПнЗх	21.04.23	П
200	Bosphorus Asia (GT 19885; DW 32556)	0:16	0:05	0:21	3	ПнСх	21.04.23	П

Примітка: Пн – Північ, ПнСх – Північно-Східний, Сх – Схід, ПдСх – Південно-Східний, Пд – Південь, ПдЗх – Південно-Західний, Зх – Захід, ПнЗх – Північно-Західний, Л – лівий борт, П – правий борт.

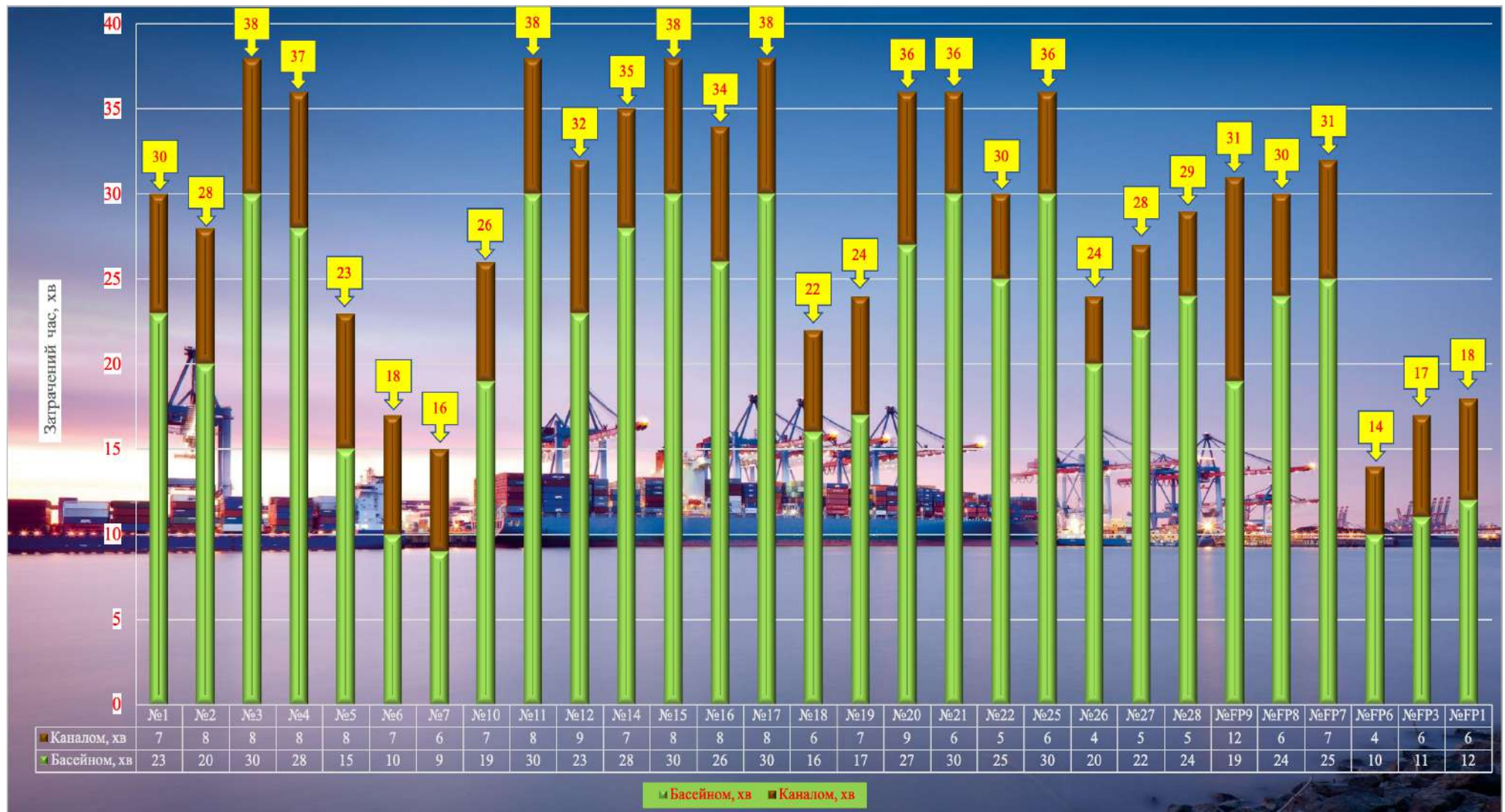


Рис. Г.2. Середній витрачений час проходження акваторією порту під час виходу суден

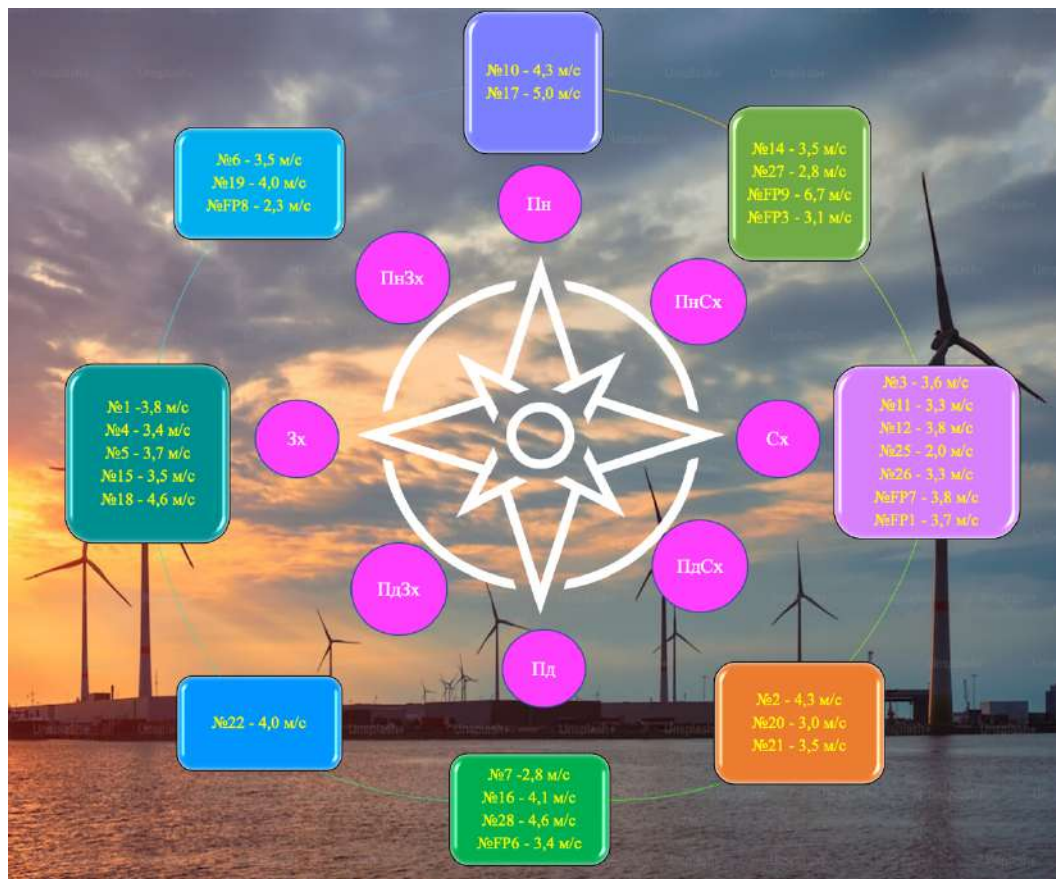


Рис. Г.3. Середньостатистичні значення вітрового впливу під час виходів суден



Рис. Г.4. Борт швартування за даними виходів суден із порту

Середня швидкість виходу суден від кожного з причалів

№ Причалу	Швидкість, вуз	№ Причалу	Швидкість, вуз	№ Причалу	Швидкість, вуз
1	3,7	12	4,1	22	5,9
2	3,9	14	3,8	25	5,1
3	3,0	15	3,9	26	6,6
4	3,2	16	4,0	27	6,0
5	4,1	17	3,8	28	6,4
6	5,3	18	5,4	FP9	5,2
7	5,6	19	5,1	FP8	4,7
10	4,6	20	4,2	FP7	4,6
11	3,7	21	4,9	FP6	6,9

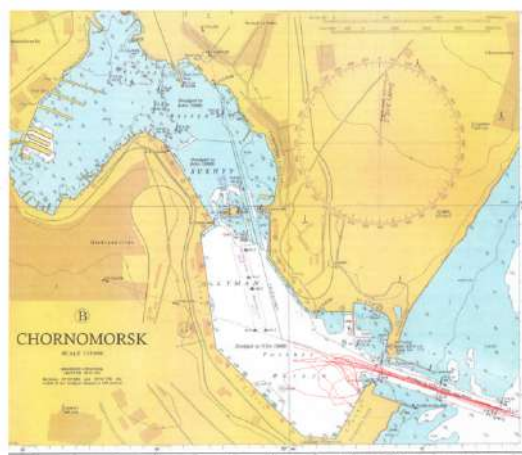


Рис. Г.5. Траєкторії руху суден під час виходу від причалу №1 (11 суден)



Рис. Г.6. Траєкторії руху суден під час виходу від причалу №2 (11 суден)

Координати та швидкість руху суден на етапі виходу від Причалу №3

№	Назва судна	ТТ	Широта	Довгота	Швидкість
1	2	3	4	5	6
1	Levantes (GT 40008; DW 76015)	0	46°18'47,43"N	30°40'12,14"E	0
		1	46°18'48,89"N	30°40'10,1"E	0,7
		2	46°18'52,49"N	30°40'6,24"E	1,6
		3	46°18'57,12"N	30°40'6,99"E	1,7
		4	46°19'2,67"N	30°40'7,04"E	1,7
		5	46°19'6,87"N	30°40'7,4"E	1,5
		6	46°19'9,3"N	30°40'12,99"E	1,8
		7	46°19'8,82"N	30°40'23,87"E	2,9
		8	46°19'8,18"N	30°40'28,25"E	3,1
		9	46°19'7,52"N	30°40'33,19"E	3,4
		10	46°19'5,92"N	30°40'39,29"E	3,8
		11	46°19'4,43"N	30°40'45,44"E	4
		12	46°19'2,14"N	30°40'55,29"E	4,4
		13	46°19'0,19"N	30°41'2,49"E	4,6
		14	46°18'58,34"N	30°41'10,24"E	4,8
		15	46°18'56,64"N	30°41'16,71"E	4,9
		16	46°18'53,96"N	30°41'29,77"E	5,1
2	Gozo (GT 16712; DW 28429)	0	46°18'47,84"N	30°40'11,33"E	0
		1	46°18'51,59"N	30°40'6,16"E	2,1
		2	46°18'57,22"N	30°40'0,81"E	2,1
		3	46°19'2,55"N	30°39'59,01"E	1,5
		4	46°19'6,63"N	30°40'3,1"E	2,2
		5	46°19'8,8"N	30°40'11,2"E	3,1
		6	46°19'8,95"N	30°40'16,91"E	3,5
		7	46°19'8,79"N	30°40'23,17"E	3,9
		8	46°19'7,8"N	30°40'30,13"E	4,2
		9	46°19'6,09"N	30°40'38,11"E	4,5
		10	46°19'4,46"N	30°40'45,42"E	4,7
		11	46°19'1,44"N	30°40'57,65"E	5
		12	46°18'59,06"N	30°41'5,6"E	5
		13	46°18'56,7"N	30°41'14,77"E	5,1
		14	46°18'54,28"N	30°41'23,96"E	5,3
		15	46°18'52,25"N	30°41'32,09"E	5,1

1	2	3	4	5	6
3	Hercules Ocean (GT 43291; DW 81084)	0	46°18'48,2"N	30°40'3,95"E	0
		1	46°18'49,36"N	30°40'3,82"E	0,3
		2	46°18'50,05"N	30°40'4,54"E	0,7
		3	46°18'51,78"N	30°40'5,36"E	0,9
		4	46°18'53,47"N	30°40'4,83"E	1
		5	46°18'56,16"N	30°40'3,11"E	1,5
		6	46°19'0,57"N	30°40'2,94"E	1,6
		7	46°19'3,99"N	30°40'4,55"E	1,2
		8	46°19'6,33"N	30°40'4,99"E	1
		9	46°19'8,57"N	30°40'3,85"E	0,9
		10	46°19'9,76"N	30°40'2,29"E	0,7
		11	46°19'10,16"N	30°40'0,59"E	0,5
		12	46°19'9,46"N	30°39'59,55"E	0,6
		13	46°19'9,46"N	30°40'1,3"E	1
		14	46°19'9,85"N	30°40'6,66"E	2,2
		15	46°19'9,68"N	30°40'11,26"E	3,1
		16	46°19'9,64"N	30°40'17,31"E	4,1
		17	46°19'9,11"N	30°40'24,89"E	4,9
		18	46°19'7,87"N	30°40'33,48"E	5,6
		19	46°19'5,4"N	30°40'44,43"E	6,3
		20	46°19'3,49"N	30°40'53,54"E	6,8
		21	46°19'0,83"N	30°41'4,74"E	7,4
		22	46°18'58,13"N	30°41'17,07"E	7,6
		23	46°18'55,21"N	30°41'29,35"E	7,9
4	Zhe HAI 525(GT 33147; DW 57283)	0	46°18'48,18"N	30°40'3,63"E	0
		1	46°18'49,95"N	30°40'3,21"E	0,5
		2	46°18'50,94"N	30°40'3,23"E	0,4
		3	46°18'52,06"N	30°40'3,45"E	0,6
		4	46°18'53,56"N	30°40'3,2"E	1
		5	46°18'56,08"N	30°40'1,96"E	1,5
		6	46°19'0,26"N	30°40'0,04"E	1,7
		7	46°19'3,09"N	30°39'59,12"E	1,5
		8	46°19'6,36"N	30°39'58,17"E	1,1
		9	46°19'8,52"N	30°39'57,3"E	1,1
		10	46°19'9,07"N	30°40'2,61"E	1,9

1	2	3	4	5	6
4	Zhe HAI 525(GT 33147; DW 57283)	11	46°19'9,12"N	30°40'8,5"E	2,5
		12	46°19'8,46"N	30°40'18,45"E	3,1
		13	46°19'8,18"N	30°40'24,78"E	3,3
		14	46°19'7,24"N	30°40'31,46"E	3,5
		15	46°19'5,73"N	30°40'38,32"E	3,8
		16	46°19'3,25"N	30°40'48,47"E	4,4
		17	46°19'1,75"N	30°40'54,84"E	4,7
		18	46°19'0,07"N	30°41'2,77"E	5,1
		19	46°18'57,29"N	30°41'16,71"E	5,7
5	ASL Ileana (GT 33044; DW 57000)	0	46°18'47,55"N	30°40'11,44"E	0
		1	46°18'50,24"N	30°40'10,77"E	0,2
		2	46°18'51,22"N	30°40'9,12"E	0,5
		3	46°18'52,09"N	30°40'7,17"E	0,9
		4	46°18'54,47"N	30°40'5,67"E	1,4
		5	46°18'57,52"N	30°40'5,26"E	1,6
		6	46°19'0,87"N	30°40'5,49"E	1,5
		7	46°19'3,98"N	30°40'5,98"E	1,7
		8	46°19'9,16"N	30°40'9,09"E	1,8
		9	46°19'10,19"N	30°40'13,41"E	1,6
		10	46°19'9,39"N	30°40'19,75"E	1,9
		11	46°19'8,25"N	30°40'26,29"E	2,1
		12	46°19'7,11"N	30°40'31,75"E	2,2
		13	46°19'6,1"N	30°40'39,24"E	3,1
		14	46°19'5,16"N	30°40'44,24"E	3,6
		15	46°19'3,95"N	30°40'50,83"E	4,1
		16	46°19'2,17"N	30°40'58,53"E	4,6
		17	46°19'0,45"N	30°41'6,61"E	5
		18	46°18'58,69"N	30°41'15,34"E	5,4
		19	46°18'56,68"N	30°41'24,07"E	5,6
		20	46°18'54,57"N	30°41'33,41"E	5,9

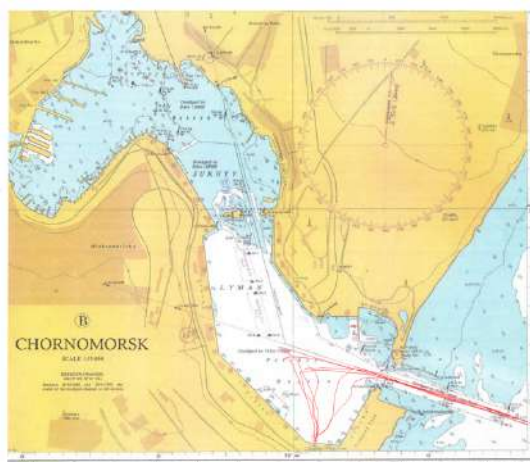


Рис. Г.7. Траєкторії руху суден під час виходу від причалу №4 (7 суден)



Рис. Г.8. Траєкторії руху суден під час виходу від причалу №5 (6 суден)

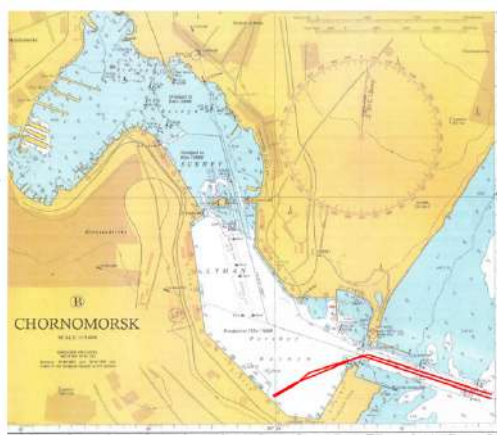


Рис. Г.9. Траєкторії руху суден під час виходу від причалу №6 (2 судна)



Рис. Г.10. Траєкторії руху суден під час виходу від причалу №7 (6 суден)

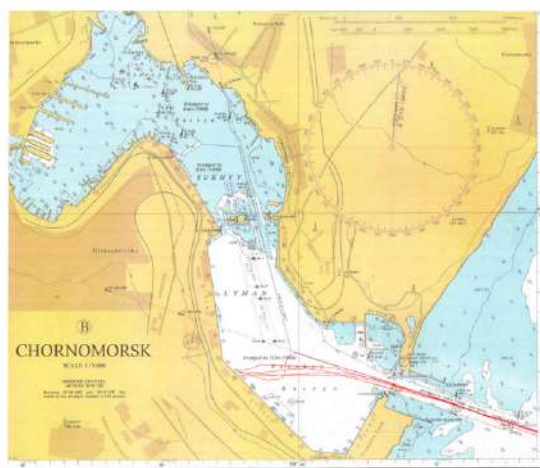


Рис. Г.11. Траєкторії руху суден під час виходу від причалу №10 (7 суден)

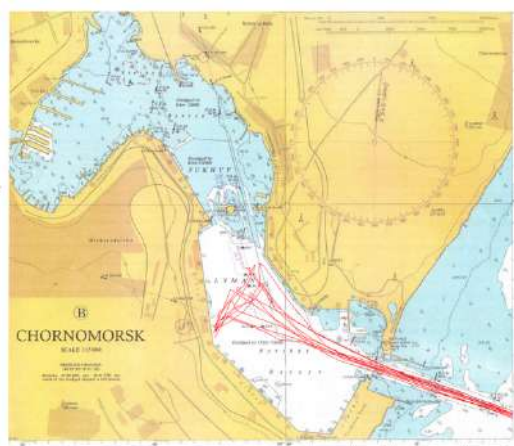


Рис. Г.12. Траєкторії руху суден під час виходу від причалу №11 (10 суден)

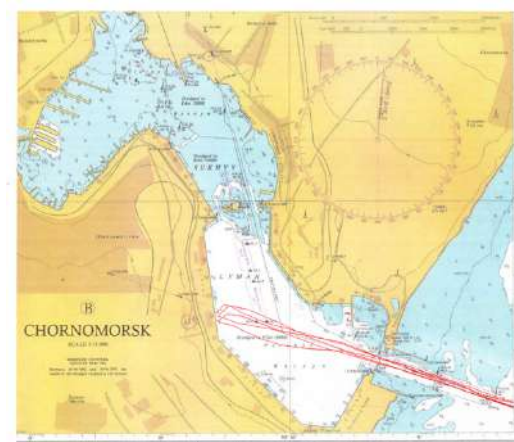


Рис. Г.13. Траєкторії руху суден під час виходу від причалу №12 (6 суден)

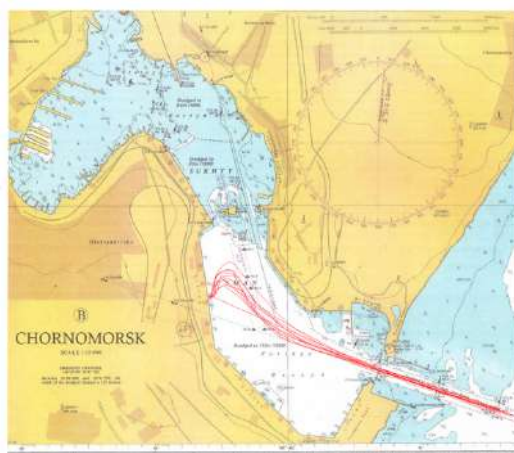


Рис. Г.14. Траєкторії руху суден під час виходу від причалу №14 з одним судном, для якого наведено мало точок

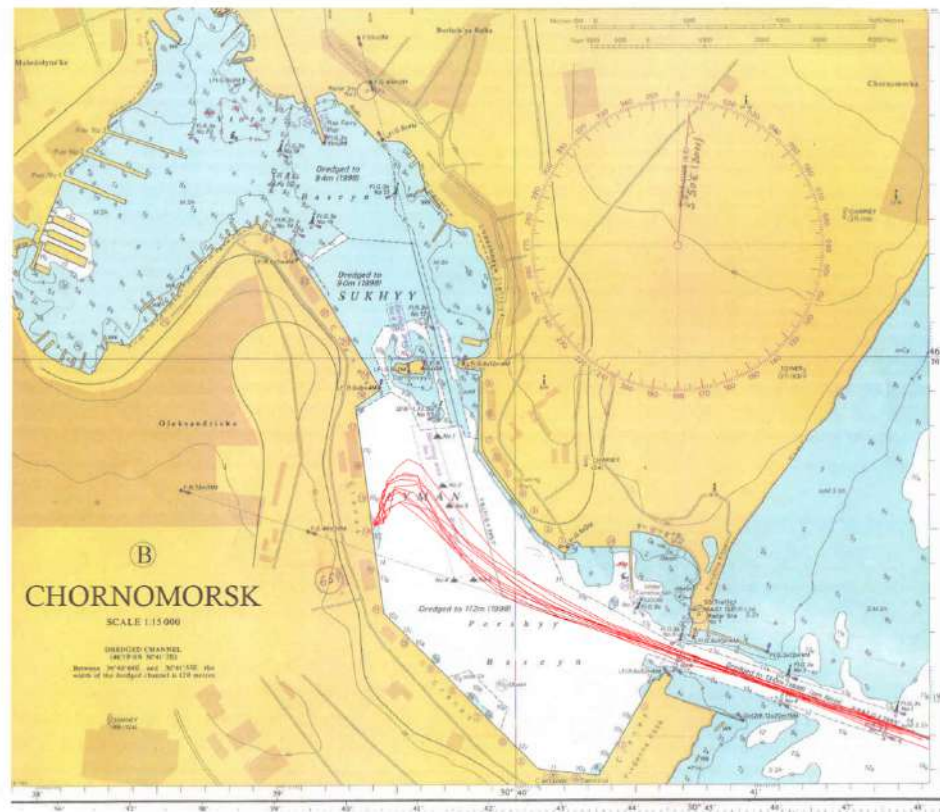


Рис. Г.15. Траєкторії руху суден під час виходу від причалу №14 (13 суден)

Таблиця Г.5

Координати та швидкість руху суден на етапі виходу від причалу №15

№	Назва судна	ТТ	Широта	Довгота	Швидкість
1	2	3	4	5	6
1	Port Star (GT 43022; DW 82177)	0	46°19'29,37"N	30°39'20,55"E	0
		1	46°19'29,96"N	30°39'21,81"E	0,3
		2	46°19'30,02"N	30°39'23,58"E	0,3
		3	46°19'31,44"N	30°39'23,8"E	0,7
		4	46°19'33,86"N	30°39'24,8"E	1,5
		5	46°19'36,01"N	30°39'28,33"E	1,1
		6	46°19'35,5"N	30°39'31,41"E	0,9
		7	46°19'33,53"N	30°39'33,38"E	1
		8	46°19'31,31"N	30°39'36,55"E	1,4
		9	46°19'28,02"N	30°39'40,97"E	2,4
		10	46°19'25,91"N	30°39'43,88"E	3,1
		11	46°19'23,03"N	30°39'48,34"E	3,9
		12	46°19'19,65"N	30°39'53,64"E	4,5
		13	46°19'16,27"N	30°40'0,3"E	5

1	2	3	4	5	6
1	Port Star (GT 43022; DW 82177)	14	46°19'13,13"N	30°40'11,75"E	5,2
		15	46°19'11,62"N	30°40'17,84"E	5,3
		16	46°19'9,18"N	30°40'27,91"E	5,5
		17	46°19'7,19"N	30°40'36,82"E	5,6
		18	46°19'4,98"N	30°40'45,69"E	5,7
		19	46°19'3,04"N	30°40'53,53"E	5,8
		20	46°18'59,96"N	30°41'7,32"E	6
		21	46°18'58,1"N	30°41'15,73"E	6
		22	46°18'56,22"N	30°41'24,15"E	6,1
		23	46°18'54,21"N	30°41'33,86"E	6,2
2	Lemessos Castle (GT 43310; DW 82226)	0	46°19'29,57"N	30°39'20,55"E	0
		1	46°19'29,42"N	30°39'21,64"E	0,4
		2	46°19'29,33"N	30°39'22,76"E	0,2
		3	46°19'30,17"N	30°39'22,57"E	0,7
		4	46°19'36,99"N	30°39'29,53"E	1,3
		5	46°19'33,19"N	30°39'34,24"E	2
		6	46°19'29,43"N	30°39'38,1"E	2,6
		7	46°19'23,74"N	30°39'45,03"E	3,3
		8	46°19'20,11"N	30°39'50,82"E	4
		9	46°19'16,85"N	30°39'56,85"E	4,4
		10	46°19'14,97"N	30°40'3,99"E	4,7
		11	46°19'13,22"N	30°40'11,79"E	5,2
		12	46°19'10,89"N	30°40'21,78"E	5,6
		13	46°19'7,55"N	30°40'36,5"E	6,1
		14	46°19'4,72"N	30°40'48,51"E	6,4
		15	46°19'2,75"N	30°40'57,23"E	6,6
		16	46°18'59,95"N	30°41'8,12"E	6,9
		17	46°18'57,29"N	30°41'19,09"E	6,9
		18	46°18'54,62"N	30°41'29,95"E	6,9
3	Lemessos Queen (GT 39737; DW 76565)	0	46°19'29,58"N	30°39'20,9"E	0
		1	46°19'30,58"N	30°39'22,43"E	0,3
		2	46°19'31,75"N	30°39'23,1"E	0,5
		3	46°19'33,68"N	30°39'24,57"E	0,7
		4	46°19'33,23"N	30°39'27,1"E	0,9
		5	46°19'25,79"N	30°39'38,73"E	3

1	2	3	4	5	6
3	Lemessos Queen (GT 39737; DW 76565)	6	46°19'23,5"N	30°39'43,11"E	3,4
		7	46°19'20,9"N	30°39'48,92"E	4,3
		8	46°19'18,19"N	30°39'55,75"E	5
		9	46°19'15,29"N	30°40'3,43"E	5,5
		10	46°19'12,51"N	30°40'14,25"E	6,2
		11	46°19'10,02"N	30°40'24,46"E	6,6
		12	46°19'7,07"N	30°40'36,91"E	6,9
		13	46°19'2,81"N	30°40'54,92"E	7,3
		14	46°18'58,52"N	30°41'11,86"E	7,4
		15	46°18'55,64"N	30°41'23,47"E	7,2
		16	46°18'53,07"N	30°41'34,95"E	7,1
4	Afea (GT 48021; DW 88279)	0	46°19'29,53"N	30°39'20,41"E	0
		1	46°19'29,65"N	30°39'22,31"E	0,3
		2	46°19'30,07"N	30°39'23,86"E	0,3
		3	46°19'29,88"N	30°39'24,28"E	0,3
		4	46°19'30,71"N	30°39'23,31"E	0,7
		5	46°19'32,22"N	30°39'26,57"E	1,5
		6	46°19'30,91"N	30°39'30,78"E	2
		7	46°19'25,2"N	30°39'39,88"E	2,9
		8	46°19'22,52"N	30°39'44,42"E	3,2
		9	46°19'19,65"N	30°39'49,95"E	3,4
		10	46°19'17,36"N	30°39'58,77"E	3,7
		11	46°19'16,23"N	30°40'3,28"E	3,8
		12	46°19'14,33"N	30°40'9,06"E	3,9
		13	46°19'12,84"N	30°40'15,29"E	4,2
		14	46°19'10,13"N	30°40'25,74"E	4,4
		15	46°19'8,11"N	30°40'33,55"E	4,5
		16	46°19'5,46"N	30°40'43,71"E	4,6
		17	46°19'2,57"N	30°40'55,55"E	4,7
		18	46°19'0,99"N	30°41'3,06"E	4,9
		19	46°18'56,9"N	30°41'23,1"E	5,1
		20	46°18'55,01"N	30°41'31,18"E	5,2
5	Athos (GT 33044; DW 56794)	0	46°19'30"N	30°39'20,15"E	0
		1	46°19'30,27"N	30°39'22,17"E	0,4
		2	46°19'31,88"N	30°39'24,4"E	0,7

1	2	3	4	5	6
5	Athos (GT 33044; DW 56794)	3	46°19'34,04"N	30°39'25,68"E	1,1
		4	46°19'33,83"N	30°39'29,8"E	1,7
		5	46°19'34,4"N	30°39'36,9"E	1,9
		6	46°19'32,5"N	30°39'40,66"E	2
		7	46°19'28,82"N	30°39'44,65"E	2,4
		8	46°19'24,96"N	30°39'50,54"E	2,6
		9	46°19'19"N	30°39'58,23"E	2,9
		10	46°19'17,01"N	30°40'3,06"E	3,5
		11	46°19'14,76"N	30°40'8,99"E	4
		12	46°19'12,96"N	30°40'16,05"E	4,6
		13	46°19'10,69"N	30°40'23,8"E	5,1
		14	46°19'7,82"N	30°40'36,22"E	5,7
		15	46°19'5,42"N	30°40'45,46"E	6
		16	46°19'3,43"N	30°40'53,65"E	5,8
		17	46°19'0,79"N	30°41'4,24"E	5,7
		18	46°18'58,64"N	30°41'13,05"E	5,5
		19	46°18'56,79"N	30°41'20,93"E	5,4
		20	46°18'54,68"N	30°41'30,39"E	5,3
6	Myrto (GT 44029; DW 81011)	0	46°19'29,75"N	30°39'20,37"E	0
		1	46°19'30,28"N	30°39'21,44"E	0,4
		2	46°19'30,76"N	30°39'22,65"E	0,4
		3	46°19'32,24"N	30°39'22,33"E	0,9
		4	46°19'34,57"N	30°39'22,06"E	1,4
		5	46°19'37,32"N	30°39'26,32"E	1,5
		6	46°19'35,49"N	30°39'31,35"E	2,1
		7	46°19'31,73"N	30°39'37,84"E	2,8
		8	46°19'29,46"N	30°39'41,7"E	3,1
		9	46°19'26,64"N	30°39'45,62"E	3,4
		10	46°19'23,37"N	30°39'48,76"E	3,5
		11	46°19'19,98"N	30°39'52,78"E	3,6
		12	46°19'17,95"N	30°39'56,79"E	3,7
		13	46°19'15,93"N	30°40'2,31"E	3,8
		14	46°19'14,04"N	30°40'8,52"E	4
		15	46°19'12,61"N	30°40'15,28"E	4,4
		16	46°19'10,83"N	30°40'22,44"E	4,7

1	2	3	4	5	6
6	Myrto (GT 44029; DW 81011)	17	46°19'9,14"N	30°40'30,14"E	4,9
		18	46°19'7,17"N	30°40'38,02"E	5,2
		19	46°19'4,95"N	30°40'47,95"E	5,4
		20	46°19'2,45"N	30°40'57,84"E	5,6
		21	46°18'59,9"N	30°41'8,05"E	5,8
		22	46°18'57,15"N	30°41'19,01"E	6
		23	46°18'54,34"N	30°41'30,18"E	6,2

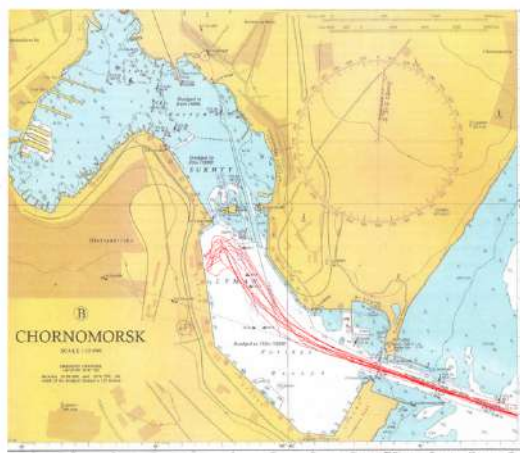


Рис. Г.16. Траєкторії руху суден під час виходу від причалу №16 (10 суден)

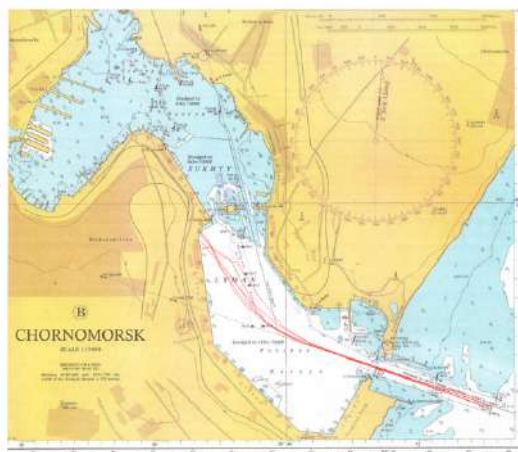


Рис. Г.17. Траєкторії руху суден під час виходу від причалу №17 (7 суден)

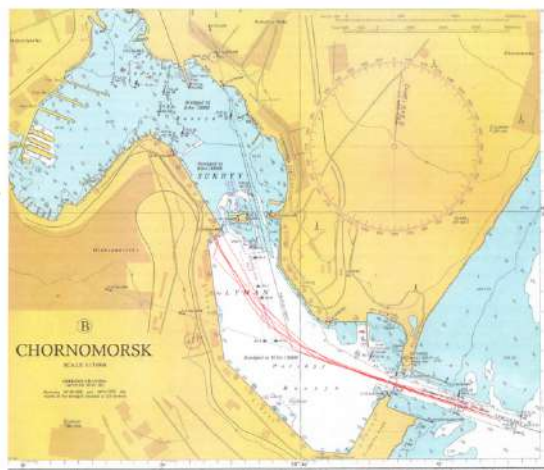


Рис. Г.18. Траєкторії руху суден під час виходу від причалу №18 (7 суден)

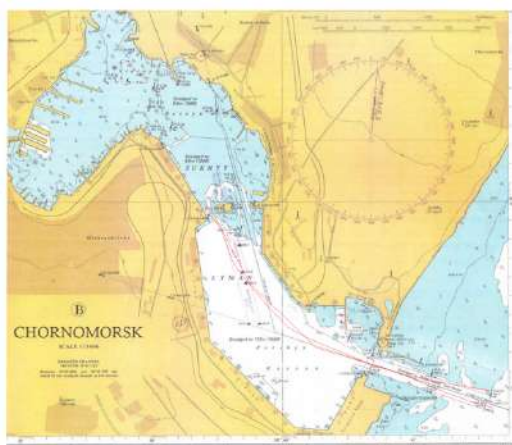


Рис. Г.19. Траєкторії руху суден під час виходу від причалу №19 (2 судна)

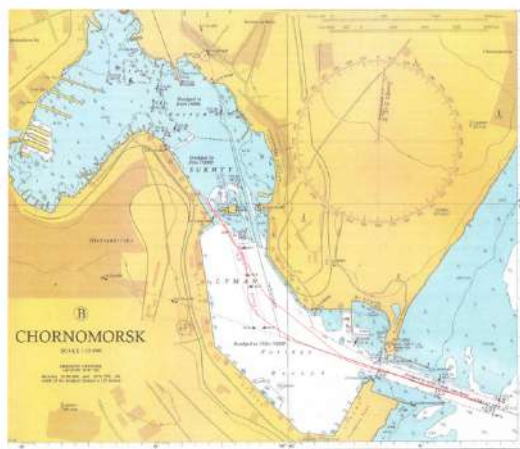


Рис. Г.20. Траєкторії руху суден під час виходу від причалу №20 (3 судна)

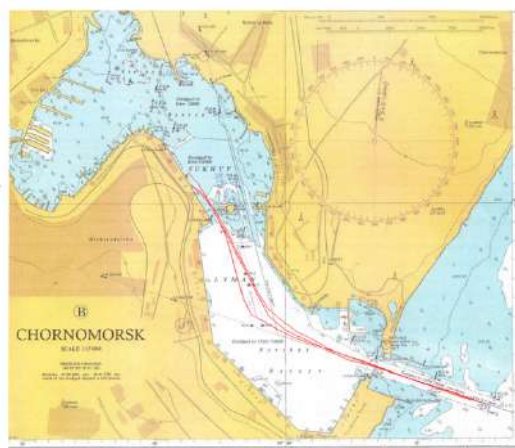


Рис. Г.21. Траєкторії руху суден під час виходу від причалу №21 (4 судна)

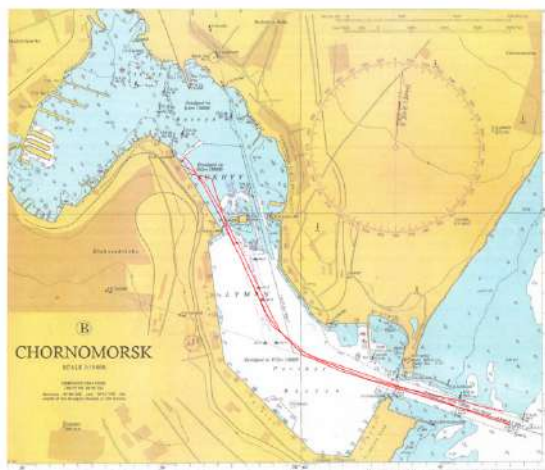


Рис. Г.22. Траєкторії руху суден під час виходу від причалу №22 (2 судна)

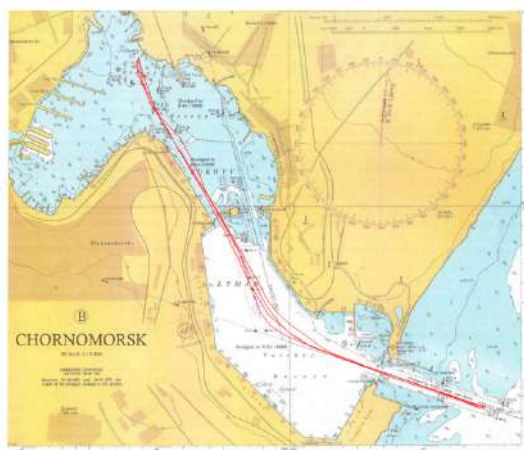


Рис. Г.23. Траєкторії руху суден під час виходу від причалу №25 (4 судна)

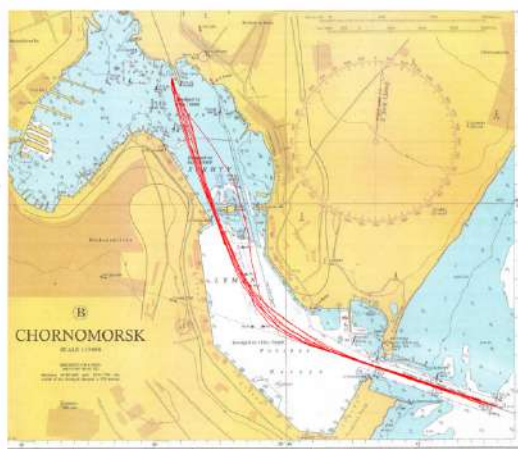


Рис. Г.24. Траєкторії руху суден під час виходу від причалу №26 (9 суден)

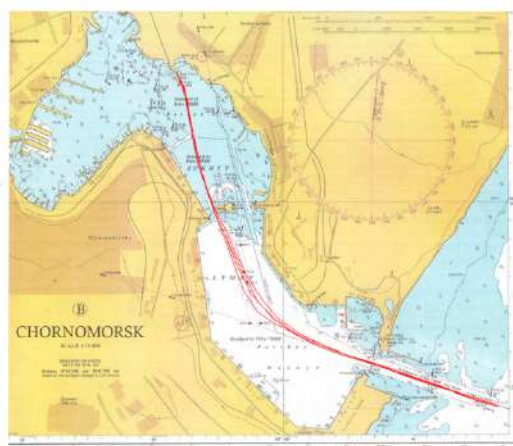


Рис. Г.25. Траєкторії руху суден під час виходу від причалу №27 (4 судна)

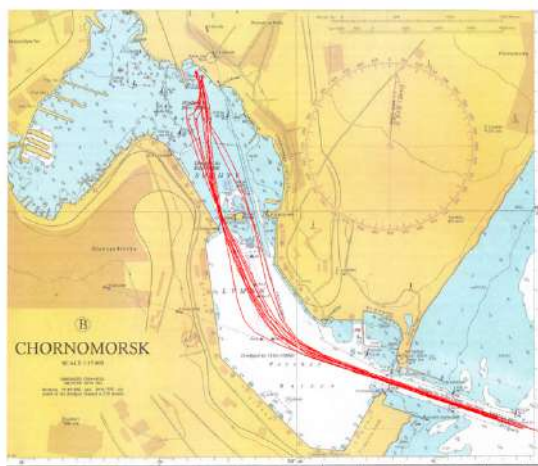


Рис. Г.26. Траєкторії руху суден під час виходу від причалу №28 (12 суден)

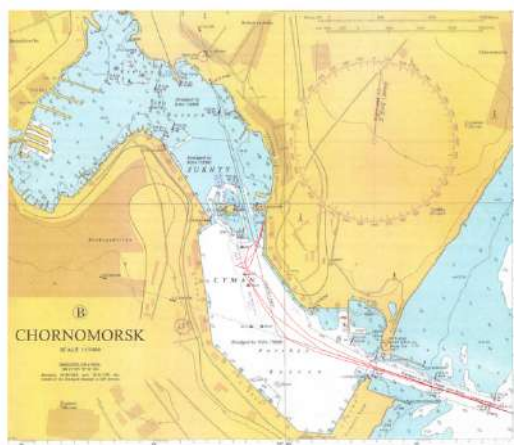


Рис. Г.27. Траєкторії руху суден під час виходу від причалу №FP9 (3 судна)

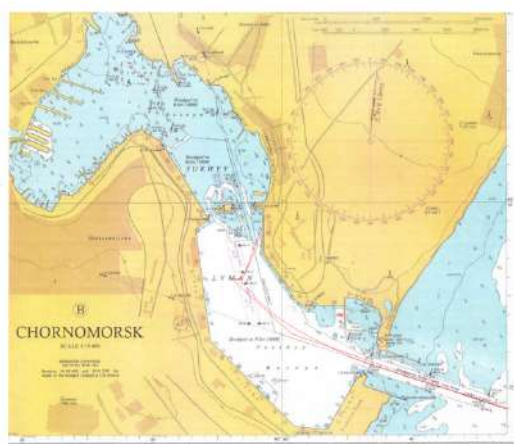


Рис. Г.28. Траєкторії руху суден під час виходу від причалу №FP8 (3 судна)

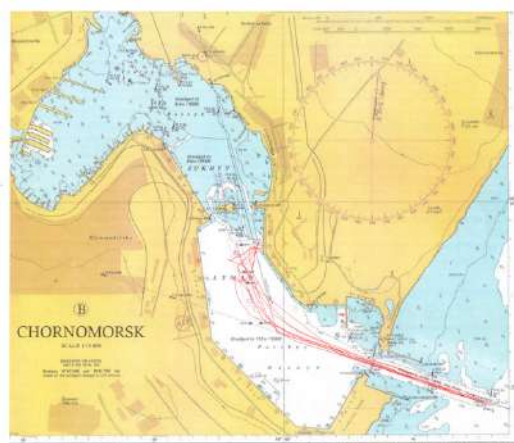


Рис. Г.29. Траєкторії руху суден під час виходу від причалу №FP7 (8 суден)

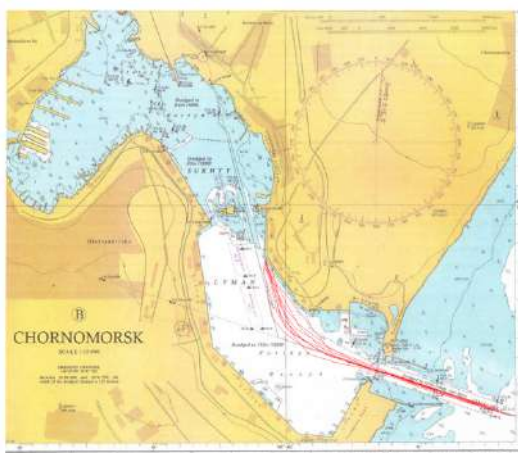


Рис. Г.30. Траєкторії руху суден під час виходу від причалу №FP6 (11 суден)

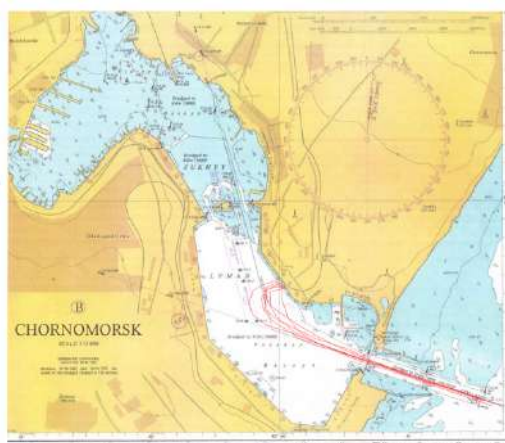


Рис. Г.31. Траєкторії руху суден під час виходу від причалу №FP3 (8 суден)

Таблиця Г.6

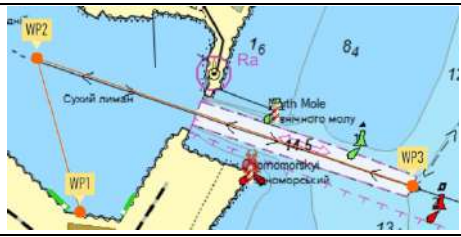
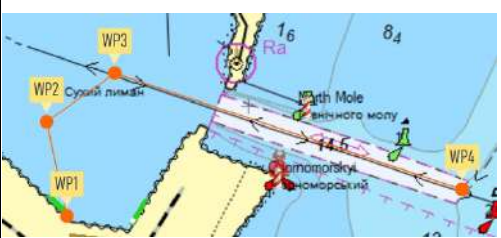
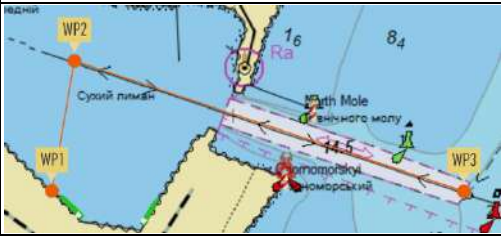
Координати та швидкість руху суден на етапі виходу від причалу №FP1

№	Назва судна	ТТ	Широта	Довгота	Швидкість
1	2	3	4	5	6
1	Efi Theo (GT 25047; DW 45423)	0	46°19'25,29"N	30°40'7,4"E	0
		1	46°19'25,02"N	30°40'5,18"E	1,5
		2	46°19'24,81"N	30°40'0,63"E	1
		3	46°19'24,94"N	30°39'57,62"E	0,8
		4	46°19'25,19"N	30°39'54,84"E	0,8
		5	46°19'25,43"N	30°39'51,8"E	0,8
		6	46°19'25,53"N	30°39'45,9"E	2,1
		7	46°19'22,22"N	30°39'45,47"E	1,8
		8	46°19'20,75"N	30°39'48,77"E	3,1
		9	46°19'17,75"N	30°39'55,34"E	5
		10	46°19'14,38"N	30°40'5,51"E	6,3
		11	46°19'11,72"N	30°40'15,85"E	6,8
		12	46°19'9,27"N	30°40'25,04"E	6,7
		13	46°19'6,91"N	30°40'35,7"E	6,6

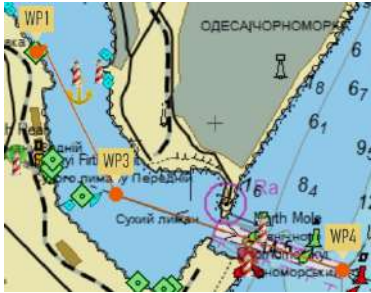
1	Efi Theo (GT 25047; DW 45423)	14	46°19'4,55"N	30°40'46,43"E	6,6
		15	46°19'1,94"N	30°40'56,89"E	6,6
		16	46°18'59,55"N	30°41'7,4"E	6,6
		17	46°18'56,84"N	30°41'19,48"E	6,6
		18	46°18'54,46"N	30°41'30,02"E	6,6
2	Dilek (GT 2905; DW 4490)	0	46°19'27,67"N	30°40'3,05"E	0
		1	46°19'25,08"N	30°40'6,24"E	2,4
		2	46°19'22,19"N	30°40'10,01"E	4,3
		3	46°19'17,56"N	30°40'15,88"E	6
		4	46°19'11,41"N	30°40'24,66"E	7
		5	46°19'7,05"N	30°40'35,61"E	7,6
		6	46°19'4,03"N	30°40'47,19"E	7,5
		7	46°19'1,48"N	30°40'58,76"E	7,2
		8	46°18'57,81"N	30°41'14,07"E	6,5
		9	46°18'55,5"N	30°41'24,34"E	6,4
3	Dilek (GT 2905; DW 4490)	0	46°19'26,31"N	30°40'5,53"E	0
		1	46°19'26,8"N	30°40'2,21"E	2,1
		2	46°19'24,95"N	30°39'57,17"E	2,5
		3	46°19'21,72"N	30°39'57,98"E	3,6
		4	46°19'18,32"N	30°40'2,35"E	4,7
		5	46°19'15,46"N	30°40'8,89"E	5,5
		6	46°19'12,92"N	30°40'17,15"E	6
		7	46°19'10,27"N	30°40'26,01"E	6,3
		8	46°19'7,83"N	30°40'34,99"E	6,5
		9	46°19'5,36"N	30°40'44,11"E	6,5
		10	46°19'2,91"N	30°40'53,37"E	6,6
		11	46°19'0,38"N	30°41'2,58"E	6,5
		12	46°18'58,16"N	30°41'11,91"E	6,6
		13	46°18'56,14"N	30°41'21,29"E	6,6
		14	46°18'52,97"N	30°41'34,97"E	6,4
4	Nikolas III (GT 32287; DW 58081)	0	46°19'25,16"N	30°40'7,4"E	0
		1	46°19'24,5"N	30°40'4,47"E	0,9
		2	46°19'24,42"N	30°39'59,32"E	2,1
		3	46°19'21,92"N	30°39'52,99"E	2,1
		4	46°19'18,79"N	30°39'54,84"E	1,9
		5	46°19'16,6"N	30°40'0,4"E	3,1

4	Nikolas III (GT 32287; DW 58081)	6	46°19'14,68"N	30°40'5,77"E	3,8
		7	46°19'11,89"N	30°40'15,55"E	4,8
		8	46°19'9,78"N	30°40'24,79"E	5,3
		9	46°19'6,37"N	30°40'38,01"E	5,9
		10	46°19'4,34"N	30°40'47,78"E	6,2
		11	46°19'1,97"N	30°40'57,37"E	6,1
		12	46°19'0,01"N	30°41'5,88"E	6
		13	46°18'57,39"N	30°41'16,65"E	6
		14	46°18'54,79"N	30°41'27,97"E	5,9
5	Immensity (GT 6354; DW 9802)	0	46°19'26,04"N	30°40'5,37"E	0
		1	46°19'26,01"N	30°40'3,44"E	1,4
		2	46°19'21,11"N	30°39'54,29"E	3,2
		3	46°19'17,68"N	30°39'57,49"E	4,1
		4	46°19'15,24"N	30°40'4,29"E	4,9
		5	46°19'12,97"N	30°40'12,91"E	5,7
		6	46°19'10,39"N	30°40'22,25"E	6,3
		7	46°19'7,53"N	30°40'34,23"E	6,8
		8	46°19'4,9"N	30°40'45,42"E	7
		9	46°19'2,06"N	30°40'57,07"E	7,2
		10	46°18'59,38"N	30°41'6,8"E	7,3
		11	46°18'56"N	30°41'20,02"E	7,4
		12	46°18'53,24"N	30°41'31,91"E	7,3
6	Saffet AGA (GT 2321; DW 3738)	0	46°19'26,41"N	30°40'5,35"E	0
		1	46°19'27,3"N	30°40'2,39"E	3,1
		2	46°19'28,84"N	30°39'55,76"E	4,2
		3	46°19'26,66"N	30°39'51,18"E	4,3
		4	46°19'19,83"N	30°39'55,15"E	4,9
		5	46°19'14,76"N	30°40'9,83"E	7
		6	46°19'11,34"N	30°40'20,84"E	7,6
		7	46°19'6,64"N	30°40'38,51"E	7,7
		8	46°19'0,52"N	30°40'58,92"E	6,7
		9	46°18'58,38"N	30°41'10,19"E	7,5
		10	46°18'55,8"N	30°41'22,84"E	8,2
		11	46°18'53,19"N	30°41'36,55"E	8,8

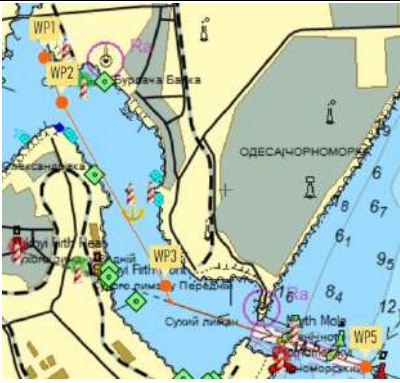
ШТ, рекомендовані для лоцманського проведення, під час виходу від причалів

№ Причалу	ШТ	Широта	Довгота	Рисунок
1	1	46°18'58,58"N	030°40'24,56"E	
	2	46°19'13,59"N	030°40'8,9"E	
	3	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
2	1	46°18'48,71"N	030°40'15,81"E	
	2	46°19'2,9"N	030°39'54,03"E	
	3	46°19'15,21"N	030°40'1,34"E	
	4	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
4	1	46°18'48,34"N	030°40'3,63"E	
	2	46°19'17,8"N	030°39'51,65"E	
	3	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
5	1	46°18'49,14"N	030°39'59,49"E	
	2	46°19'4,95"N	030°39'54,56"E	
	3	46°19'13,16"N	030°40'11,13"E	
	4	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
6	1	46°18'53,54"N	030°29'52,67"E	
	2	46°19'15,95"N	030°39'58,28"E	
	3	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
7	1	46°18'58,14"N	030°39'46,7"E	
	2	46°19'9,27"N	030°39'47,22"E	
	3	46°19'16,92"N	030°39'55,2"E	
	4	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	

Продовж. табл.Г.7

18	1	46°19'52,91"N	030°39'19,05"E	
	2	46°19'30,33"N	030°39'31,56"E	
	3	46°19'17,49"N	030°39'51,74"E	
	4	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
19	1	46°19'57,28"N	030°39'18,44"E	
	2	46°19'54,61"N	030°39'25,42"E	
	3	46°19'33,93"N	030°39'33,53"E	
	4	46°19'17,68"N	030°39'51,87"E	
	5	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
20	1	46°20'3,94"N	030°39'12,51"E	
	2	46°20'5,37"N	030°39'16,04"E	
	3	46°19'17,96"N	030°39'49,59"E	
	4	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
21	1	46°20'8,57"N	030°39'8,11"E	
	2	46°19'55,46"N	030°39'25,3"E	
	3	46°19'21,67"N	030°39'34,32"E	
	4	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
22	1	46°20'13,86"N	030°39'3,06"E	
	2	46°20'14,52"N	030°39'8,06"E	
	3	46°19'17,74"N	030°39'51,72"E	
	4	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	

Продовж. табл.Г.7

25	1	46°20'47,1"N	030°38'45,63"E	
	2	46°20'30,56"N	030°38'54,86"E	
	3	46°19'23,26"N	030°39'49,71"E	
	4	46°19'17,6"N	030°39'52,0"E	
	5	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
26	1	46°20'38,39"N	030°39'5,26"E	
	2	46°19'20,48"N	030°39'38,45"E	
	3	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
27	1	46°20'38,65"N	030°39'7,06"E	
	2	46°20'32,39"N	030°39'10,45"E	
	3	46°19'44,76"N	030°39'25,79"E	
	4	46°19'17,73"N	030°39'52,04"E	
	5	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
28	1	46°20'42,13"N	030°39'13,47"E	
	2	46°20'32,64"N	030°39'12,97"E	
	3	46°19'45,7"N	030°39'25,89"E	
	4	46°19'17,6"N	030°39'51,97"E	
	5	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
FP9	1	46°19'54,59"N	030°39'45,88"E	
	2	46°19'37,29"N	030°39'36,15"E	
	3	46°19'17,46"N	030°39'52,12"E	
	4	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	

Продовж. табл.Г.7

FP8	1	46°19'50,59"N	030°39'45,92"E	
	2	46°19'35,55"N	030°39'36,54"E	
	3	46°19'17,6"N	030°39'51,66"E	
	4	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
FP7	1	46°19'45,72"N	030°39'46,33"E	
	2	46°19'39,24"N	030°39'36,01"E	
	3	46°19'17,74"N	030°39'51,93"E	
	4	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
FP6	1	46°19'41,18"N	030°39'48,46"E	
	2	46°19'29,62"N	030°39'47,38"E	
	3	46°19'17,62"N	030°39'51,93"E	
	4	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	
FP3	1	46°19'29,0"N	030°40'0,99"E	
	2	46°19'31,81"N	030°39'46,57"E	
	3	46°19'17,62"N	030°39'51,83"E	
	4	46°18'53,5"N	030°41'35,42"E	

Таблиця Г.8

ТТ виходу судна «Levantes» від причалу №3

ТТ	Довгота	Широта	Курс
1	2	3	4
0	46,313281°N	30,669675°E	0
1	46,314319°N	30,668486°E	321,6°
2	46,316155°N	30,666538°E	323,7°
3	46,317081°N	30,665938°E	335,8°
4	46,318062°N	30,665566°E	345,3°

5	46,319073°N	30,665433°E	354,8°
---	-------------	-------------	--------

Продовж. табл.Г.8

1	2	3	4
6	46,320086°N	30,665543°E	004,3°
7	46,318439°N	30,665184°E	188,6°
8	46,316791°N	30,664826°E	188,6°
9	46,314670°N	30,664364°E	188,6°
10	46,316716°N	30,664890°E	010,1°
11	46,317362°N	30,665270°E	022,2°
12	46,317958°N	30,665791°E	031,2°
13	46,318490°N	30,666441°E	040,3°
14	46,318944°N	30,667204°E	049,3°
15	46,319310°N	30,668061°E	058,4°
16	46,319577°N	30,668989°E	067,4°
17	46,319740°N	30,669966°E	076,5°
18	46,319794°N	30,670966°E	085,5°
19	46,319739°N	30,671966°E	094,5°
20	46,319576°N	30,672940°E	103,6°
21	46,319045°N	30,675219°E	108,6°
22	46,318514°N	30,677499°E	108,6°
23	46,317983°N	30,679778°E	108,6°
24	46,317452°N	30,682057°E	108,6°
25	46,316921°N	30,684336°E	108,6°
26	46,316389°N	30,686615°E	108,6°
27	46,315858°N	30,688894°E	108,6°
28	46,314861°N	30,693172°E	108,6°

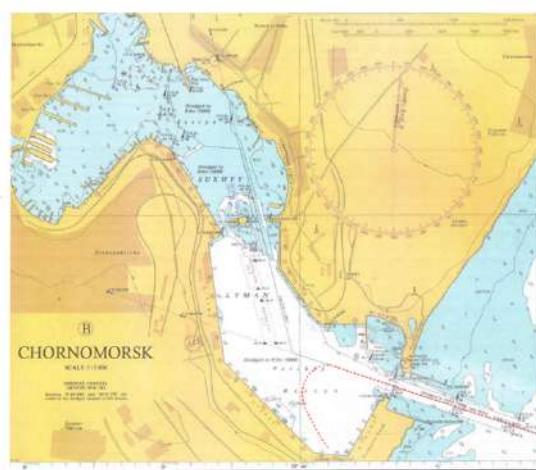


Рис. Г.32. Маршрут слідування судна «Levantes» під час виходу від причалу №3

Таблиця Г.9

ТТ виходу судна «Seapower» від причалу №14

ТТ	Довгота	Широта	Курс
1	2	3	4
0	46,323572°N	30,655758°E	0
1	46,322689°N	30,655320°E	199,0°
2	46,324684°N	30,656408°E	020,7°
3	46,325310°N	30,657009°E	033,6°
4	46,325857°N	30,657754°E	043,4°
5	46,326307°N	30,658622°E	053,2°
6	46,326649°N	30,659588°E	062,9°
7	46,326873°N	30,660623°E	072,7°
8	46,326972°N	30,661698°E	082,4°
9	46,326902°N	30,659295°E	267,6°
10	46,326785°N	30,655239°E	267,6°
11	46,326811°N	30,658310°E	089,3°
12	46,326653°N	30,659364°E	102,2°
13	46,326375°N	30,660365°E	111,9°
14	46,325984°N	30,661283°E	121,6°
15	46,325492°N	30,662093°E	131,3°
16	46,324912°N	30,662771°E	141,0°
17	46,324262°N	30,663299°E	150,7°
18	46,323560°N	30,663661°E	160,3°
19	46,326043°N	30,662736°E	345,5°
20	46,323852°N	30,663679°E	163,4°
21	46,322956°N	30,664390°E	151,2°
22	46,322154°N	30,665307°E	141,6°
23	46,321468°N	30,666404°E	132°
24	46,320918°N	30,667651°E	122,5°
25	46,320519°N	30,667651°E	112,9°
26	46,319986°N	30,669014°E	108,7°
27	46,319986°N	30,671292°E	108,7°
28	46,319452°N	30,673570°E	108,7°
29	46,318919°N	30,675848°E	108,7°
30	46,318385°N	30,678126°E	108,7°

31	46,317852°N	30,680404°E	108,7°
32	46,317318°N	30,682682°E	108,7°

Продовж. табл.Г.9

1	2	3	4
33	46,316785°N	30,684960°E	108,7°
34	46,315717°N	30,687238°E	108,7°
35	46,314861°N	30,689516°E	108,7°

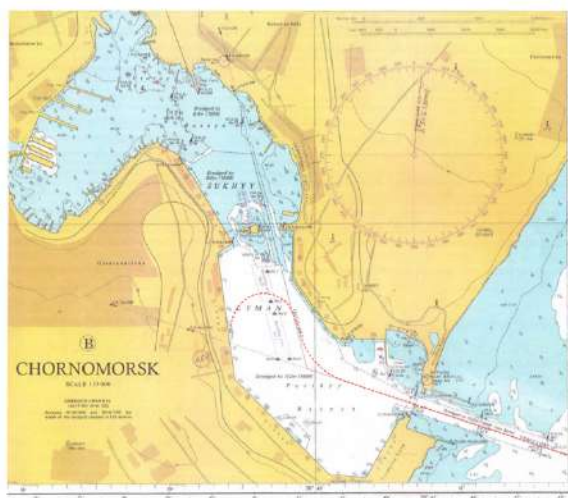


Рис. Г.33. Маршрут слідування судна «Seapower» під час виходу від причалу №14

Таблиця Г.10

ТТ виходу судна «Frontier Leader» від причалу №14

ТТ	Довгота	Широта	Курс
1	2	3	4
0	46,323572°N	30,655758°E	0
1	46,323042°N	30,658038°E	108,6°
2	46,322511°N	30,660317°E	108,6°
3	46,321980°N	30,662597°E	108,6°
4	46,321449°N	30,664877°E	108,6°
5	46,320919°N	30,667156°E	108,6°
6	46,320388°N	30,669436°E	108,6°
7	46,319857°N	30,671715°E	108,6°
8	46,319326°N	30,673994°E	108,6°
9	46,318796°N	30,676274°E	108,6°

10	46,318265°N	30,678553°E	108,6°
11	46,317734°N	30,680833°E	108,6°
12	46,317204°N	30,683112°E	108,6°

Продовж. табл.Г.9

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
13	46,316673°N	30,685391°E	108,6°
14	46,316142°N	30,687671°E	108,6°
15	46,315611°N	30,689950°E	108,6°
16	46,314861°N	30,689516°E	108,6°

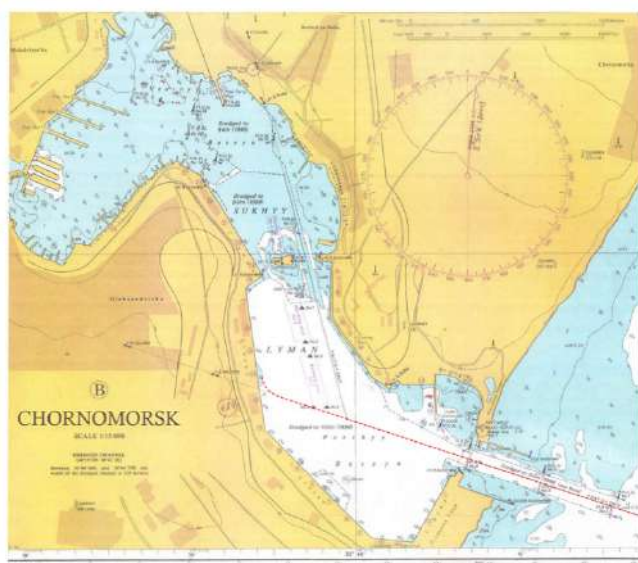


Рис. Г.34. Маршрут слідування судна «Frontier Leader» під час виходу від причалу №14

Додаток Д

Верифікація плагіну «Path Planning IS» під час виходу судна «Nordic Luebeck» з порту Клайпеда, Литва 08.03.2021 без супроводу лоцмана

Таблица Д.2

Гальмівні характеристики судна «Nordic Luebeck» в табличній формі

[illegible]

Матриця ТТ виходу судна «Nordic Luebeck» з порту Клайпеда

φ_0	55°38,775' N	λ_0	21°09,6' E
φ_{01}	55°38,88538' N	λ_{01}	21°09,52386' E
φ_{02}	55°38,99576' N	λ_{02}	21°09,44771' E
φ_{03}	55°39,10614' N	λ_{03}	21°09,37156' E
φ_{04}	55°39,21651' N	λ_{04}	21°09,29541' E
φ_{05}	55°39,32689' N	λ_{05}	21°09,21925' E
φ_{06}	55°39,43727' N	λ_{06}	21°09,14309' E
φ_{07}	55°39,54765' N	λ_{07}	21°09,06692' E
φ_{08}	55°39,65803' N	λ_{08}	21°08,99076' E
φ_{09}	55°39,76841' N	λ_{09}	21°08,91459' E
φ_{H1}	55°39,75238' N	λ_{H1}	21°08,90369' E
φ_{K1}	55°39,80749' N	λ_{K1}	21°08,61855' E
φ_{11}	55°39,92068' N	λ_{11}	21°08,58658' E
φ_{12}	55°40,03387' N	λ_{12}	21°08,55281' E
φ_{13}	55°40,14705' N	λ_{13}	21°08,51994' E
φ_{14}	55°40,26024' N	λ_{14}	21°08,48707' E
φ_{15}	55°40,37343' N	λ_{15}	21°08,45419' E
φ_{16}	55°40,48661' N	λ_{16}	21°08,42132' E
φ_{H2}	55°40,53978' N	λ_{H2}	21°08,40587' E
φ_{K2}	55°40,61686' N	λ_{K2}	21°08,24049' E
φ_{21}	55°40,73450' N	λ_{21}	21°08,23041' E
φ_{22}	55°40,85213' N	λ_{22}	21°08,22033' E
φ_{H3}	55°40,87356' N	λ_{H3}	21°08,21850' E
φ_{K31}	55°40,88531' N	λ_{K31}	21°08,19510' E
φ_{K3}	55°40,97552' N	λ_{K3}	21°07,76446' E
φ_{31}	55°41,08481' N	λ_{31}	21°07,73626' E
φ_{32}	55°41,19409' N	λ_{32}	21°07,70806' E
φ_{33}	55°41,30337' N	λ_{33}	21°07,67985' E
φ_{34}	55°41,41265' N	λ_{34}	21°07,65165' E
φ_{35}	55°41,52193' N	λ_{35}	21°07,62344' E
φ_{36}	55°41,63122' N	λ_{36}	21°07,59523' E
φ_{37}	55°41,7405' N	λ_{37}	21°07,56702' E
φ_{38}	55°41,84978' N	λ_{38}	21°07,53881' E
φ_{39}	55°41,95906' N	λ_{39}	21°07,5106' E

φ ₃₁₀	55°42,06835' N	λ ₃₁₀	21°07,48239' E
φ ₃₁₁	55°42,17763' N	λ ₃₁₁	21°07,45417' E
φ ₃₁₂	55°42,28691' N	λ ₃₁₂	21°07,42596' E
φ ₃₁₃	55°42,39619' N	λ ₃₁₃	21°07,39774' E
φ ₃₁₄	55°42,50547' N	λ ₃₁₄	21°07,36952' E
φ ₃₁₅	55°42,61476' N	λ ₃₁₅	21°07,3413' E
φ ₃₁₆	55°42,72404' N	λ ₃₁₆	21°07,31308' E
φ ₃₁₇	55°42,83332' N	λ ₃₁₇	21°07,28486' E
φ ₃₁₈	55°42,94260' N	λ ₃₁₈	21°07,25663' E
φ ₃₁₉	55°43,05188' N	λ ₃₁₉	21°07,22841' E
φ _{Н4}	55°43,09267' N	λ _{Н4}	21°07,21786' E
φ _{К41}	55°43,22002' N	λ _{К41}	21°05,88937' E
φ _{К4}	55°43,22388' N	λ _{К4}	21°05,83798' E
φ ₄₁	55°43,29891' N	λ ₄₁	21°05,78668' E
φ ₄₂	55°43,37394' N	λ ₄₂	21°05,73539' E
φ _{Н5}	55°43,44267' N	λ _{Н5}	21°05,68844' E
φ _{К5}	55°43,52476' N	λ _{К5}	21°05,61711' E
φ ₅₁	55°43,57338' N	λ ₅₁	21°05,32044' E
φ _{Н6}	55°43,61767' N	λ _{Н6}	21°05,05030' E
φ _{К6}	55°43,70731' N	λ _{К6}	21°04,83476' E
φ ₆₁	55°43,71275' N	λ ₆₁	21°04,19259' E
φ ₆₂	55°43,7182' N	λ ₆₂	21°03,55041' E
φ _{Н7}	55°43,72275' N	λ _{Н7}	21°03,01277' E
φ _{К7}	55°43,72560' N	λ _{К7}	21°02,69813' E
φ ₇₁	55°43,7371' N	λ ₇₁	21°02,50526' E
φ ₇₂	55°43,7486' N	λ ₇₂	21°02,31239' E
φ ₇₃	55°43,7601' N	λ ₇₃	21°02,11952' E
φ ₇₄	55°43,7716' N	λ ₇₄	21°01,92665' E
φ ₇₅	55°43,7831' N	λ ₇₅	21°01,73378' E
φ ₇₆	55°43,79461' N	λ ₇₆	21°01,54091' E
φ ₇₇	55°43,80611' N	λ ₇₇	21°01,34804' E
φ ₇₈	55°43,81761' N	λ ₇₈	21°01,15516' E
φ ₇₉	55°43,82911' N	λ ₇₉	21°00,96229' E
φ ₇₁₀	55°43,84061' N	λ ₇₁₀	21°00,76941' E
φ ₇₁₁	55°43,85211' N	λ ₇₁₁	21°00,57654' E

φ712	55°43,86361' N	λ712	21°00,38366' E
φ713	55°43,87512' N	λ713	21°00,19078' E
φ714	55°43,88662' N	λ714	20°59,9979' E
φ715	55°43,89812' N	λ715	20°59,805' E
φ8	55°43,899' N	λ8	20°59,793' E

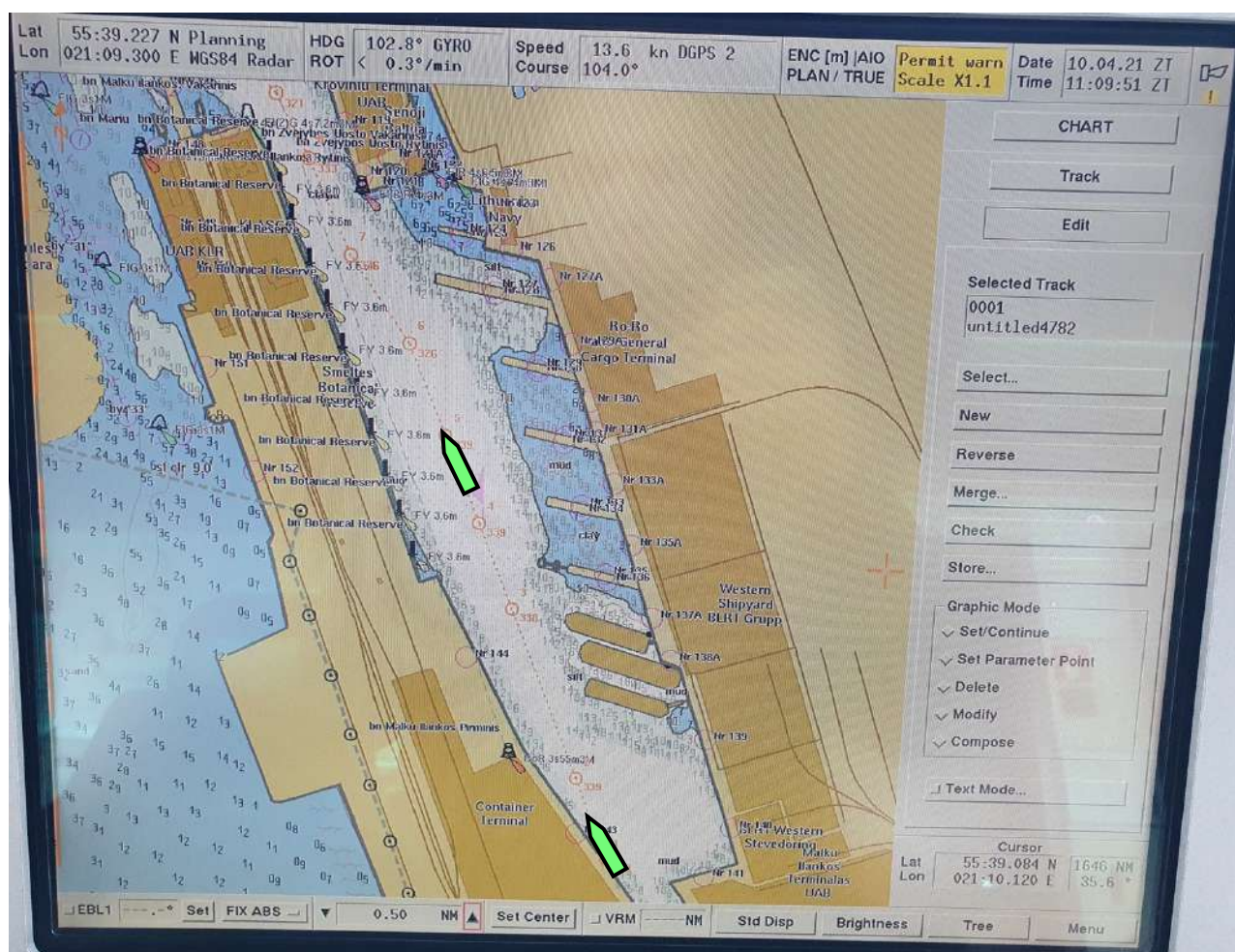


Рис. Д.1. ТТ виходу судна «Nordic Luebeck» з порту Клайпеда (частина 1)

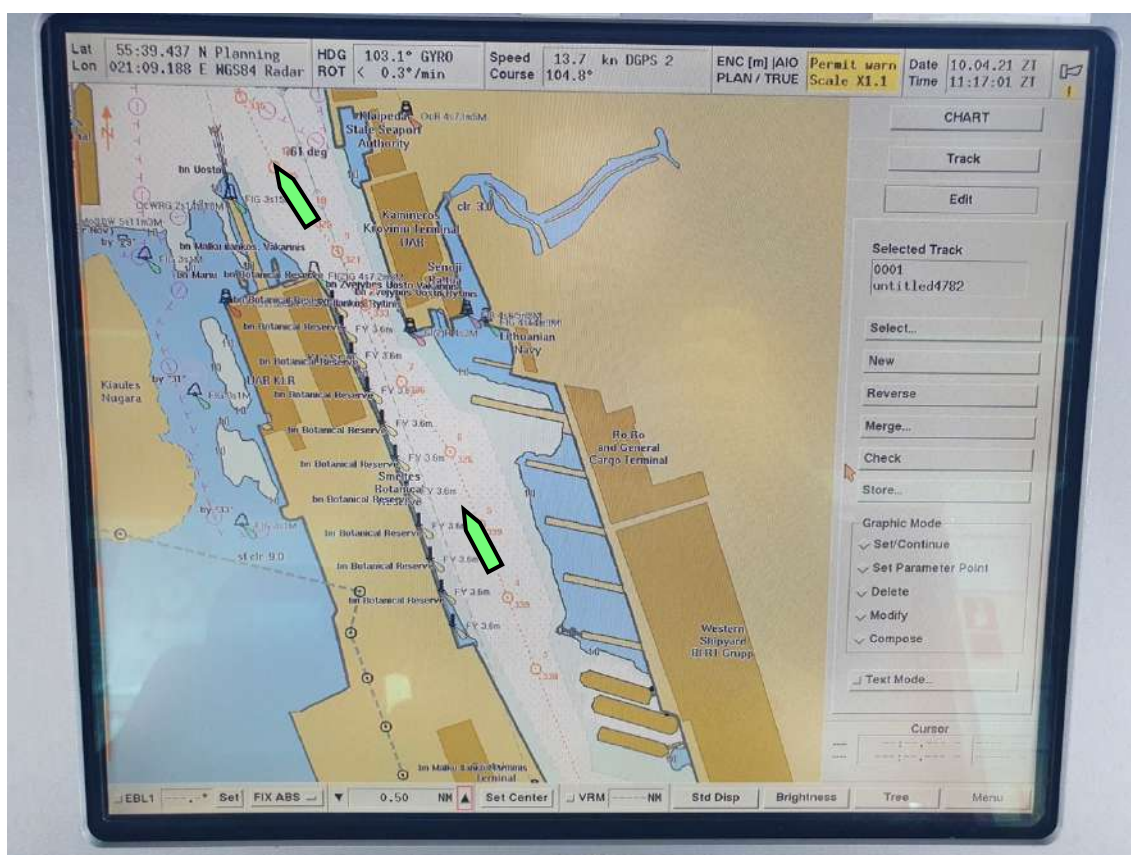


Рис. Д.2. ТТ виходу судна «Nordic Luebeck» з порту Клайпеда (частина 2)

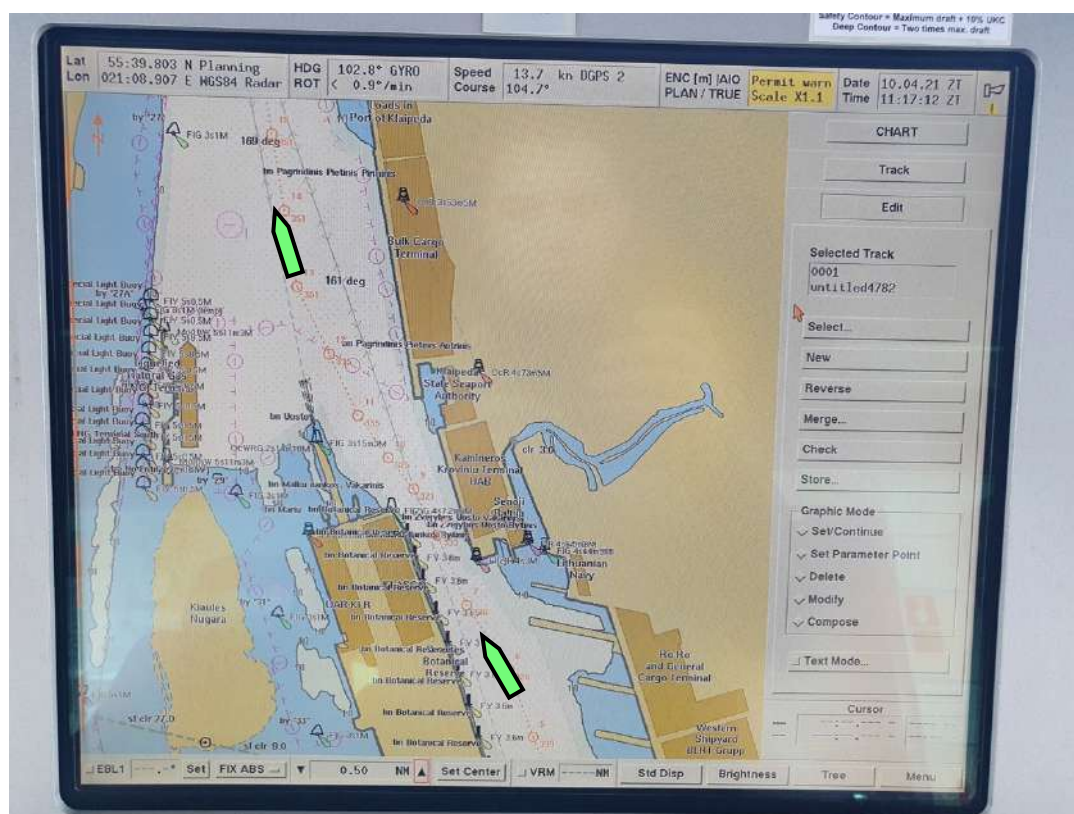


Рис. Д.3. ТТ виходу судна «Nordic Luebeck» з порту Клайпеда (частина 3)

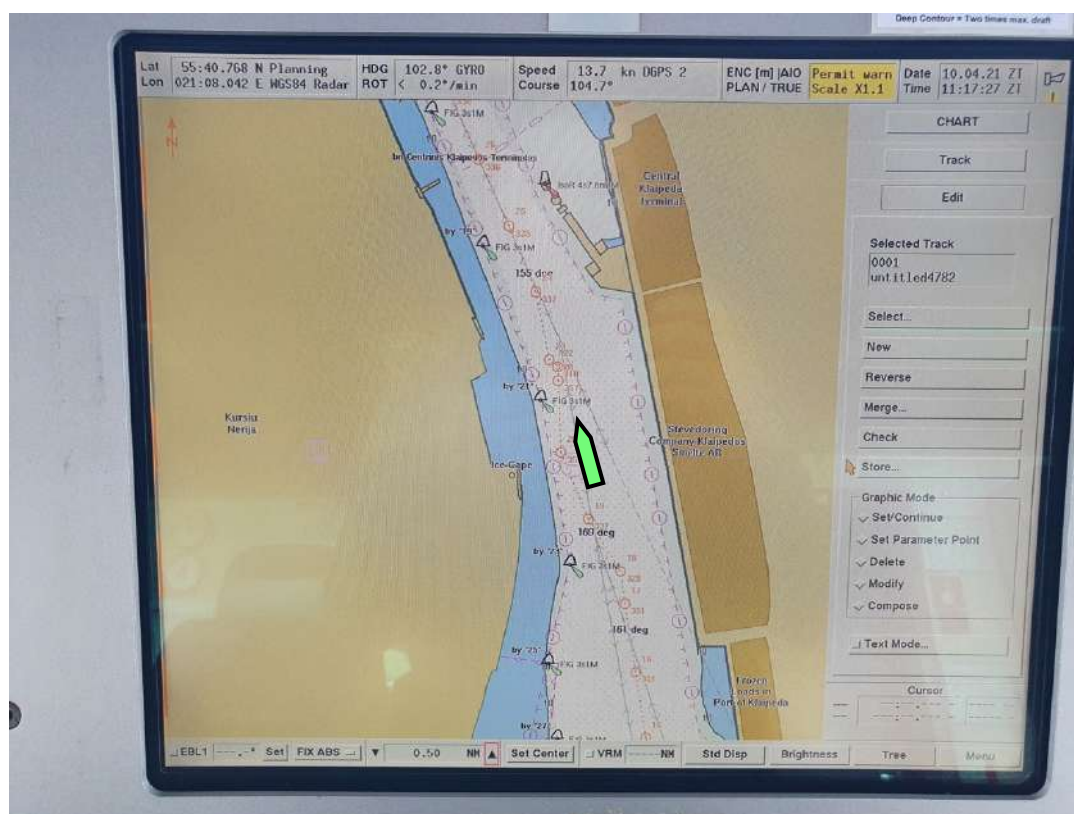


Рис. Д.4. ТТ виходу судна «Nordic Luebeck» з порту Клайпеда (частина 4)

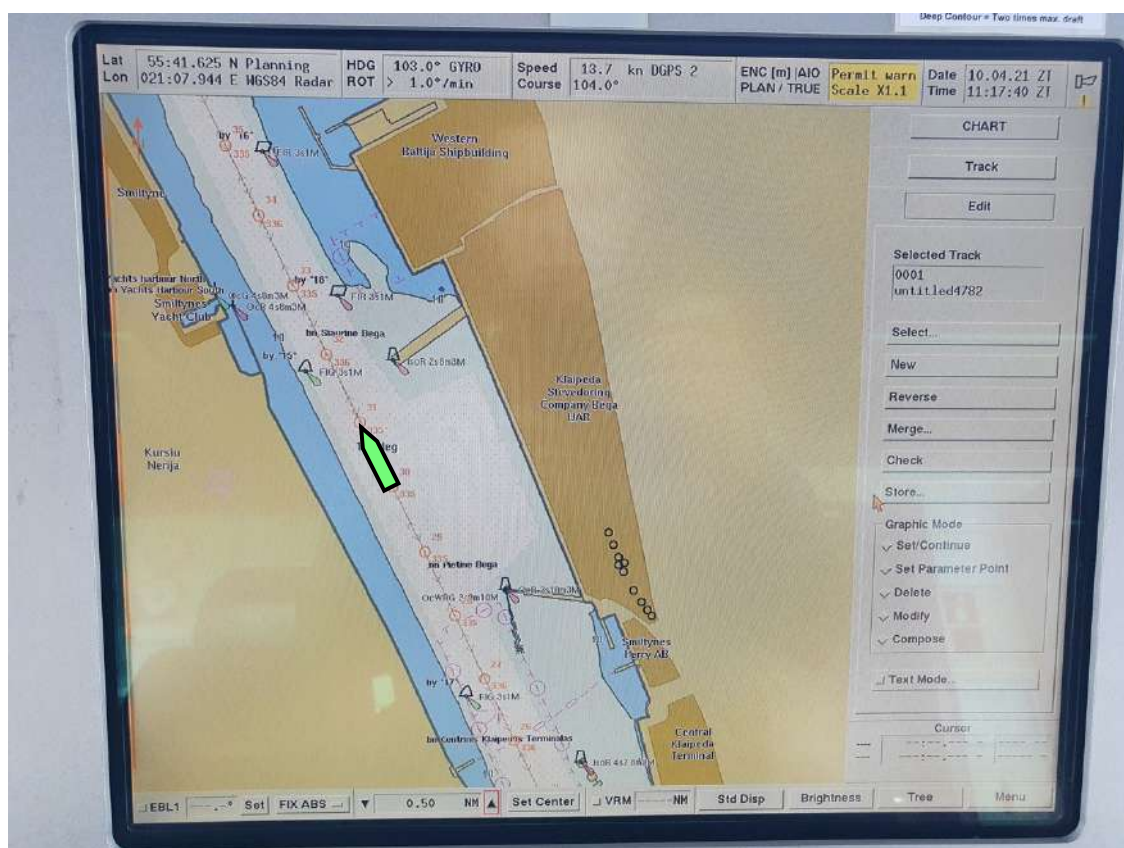


Рис. Д.5. ТТ виходу судна «Nordic Luebeck» з порту Клайпеда (частина 5)



Рис. Д.6. ТТ виходу судна «Nordic Luebeck» з порту Клайпеда (частина 6)

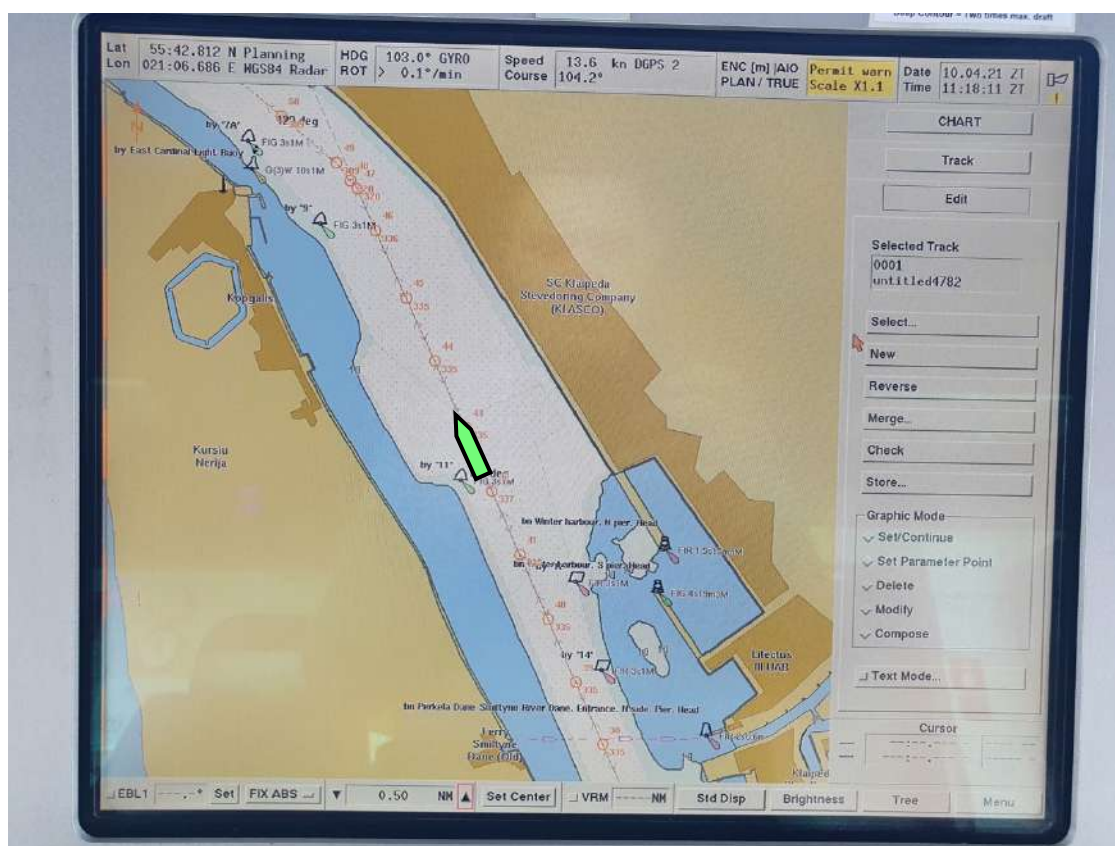


Рис. Д.7. ТТ виходу судна «Nordic Luebeck» з порту Клайпеда (частина 7)

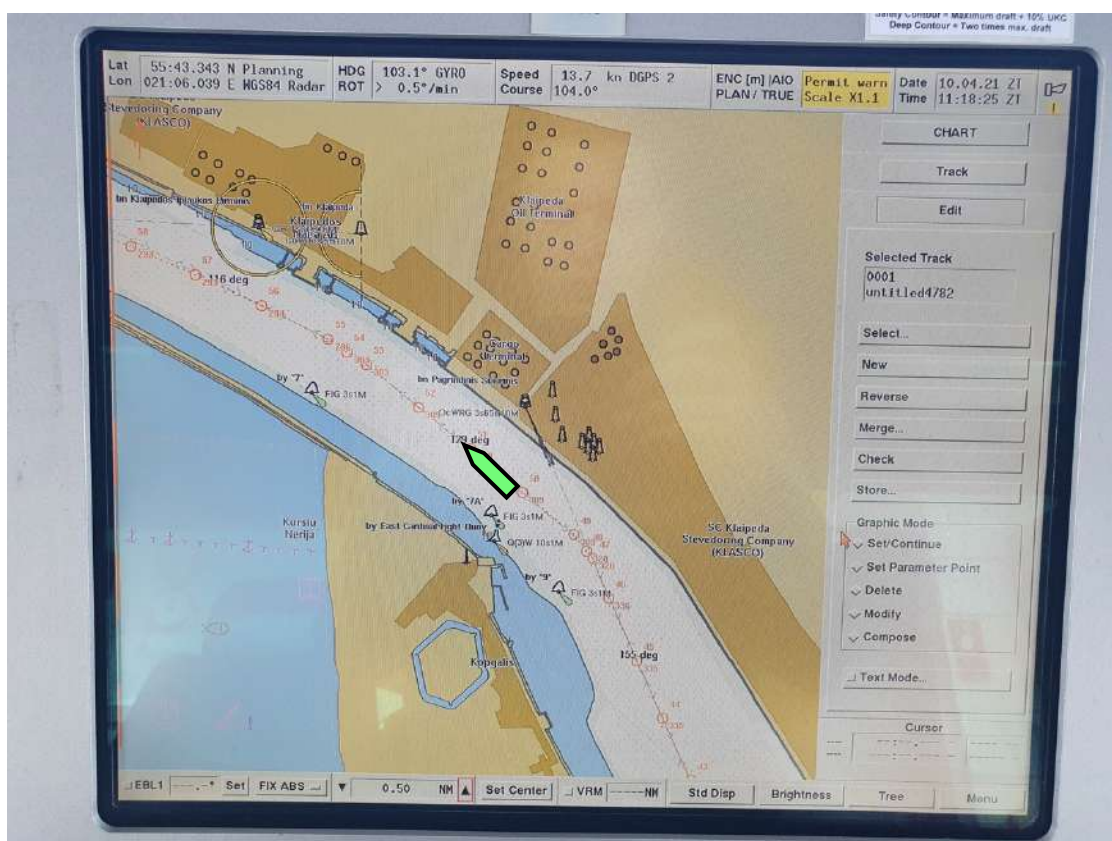


Рис. Д.8. ТТ виходу судна «Nordic Luebeck» з порту Клайпеда (частина 8)

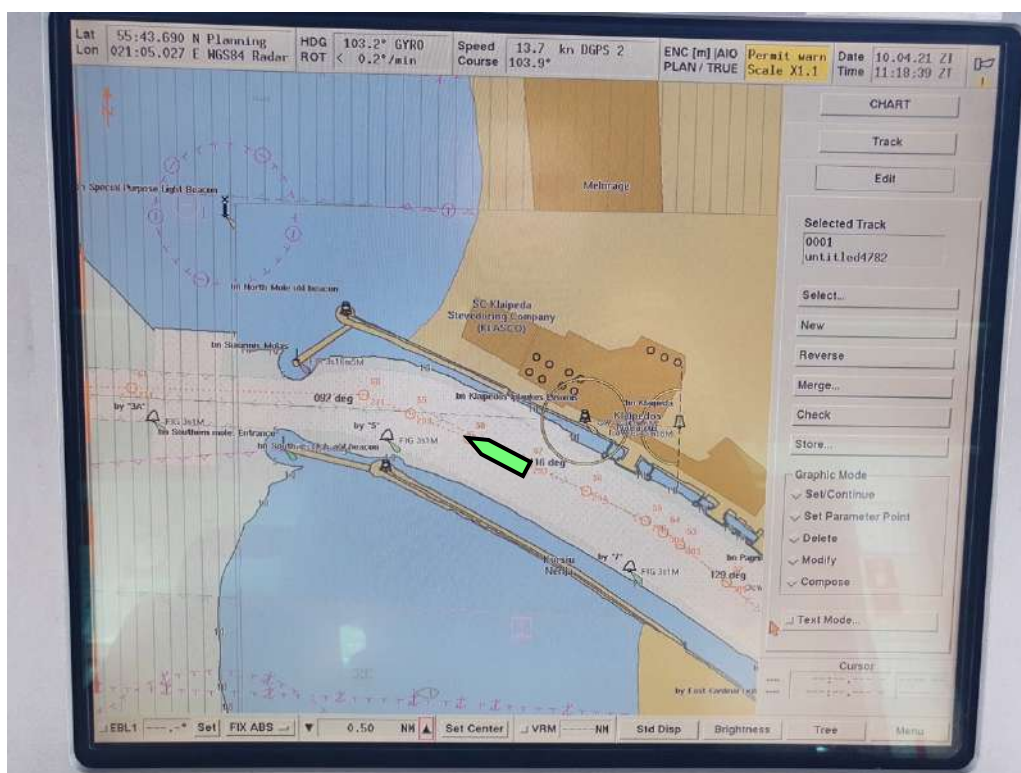


Рис. Д.9. ТТ виходу судна «Nordic Luebeck» з порту Клайпеда (частина 9)

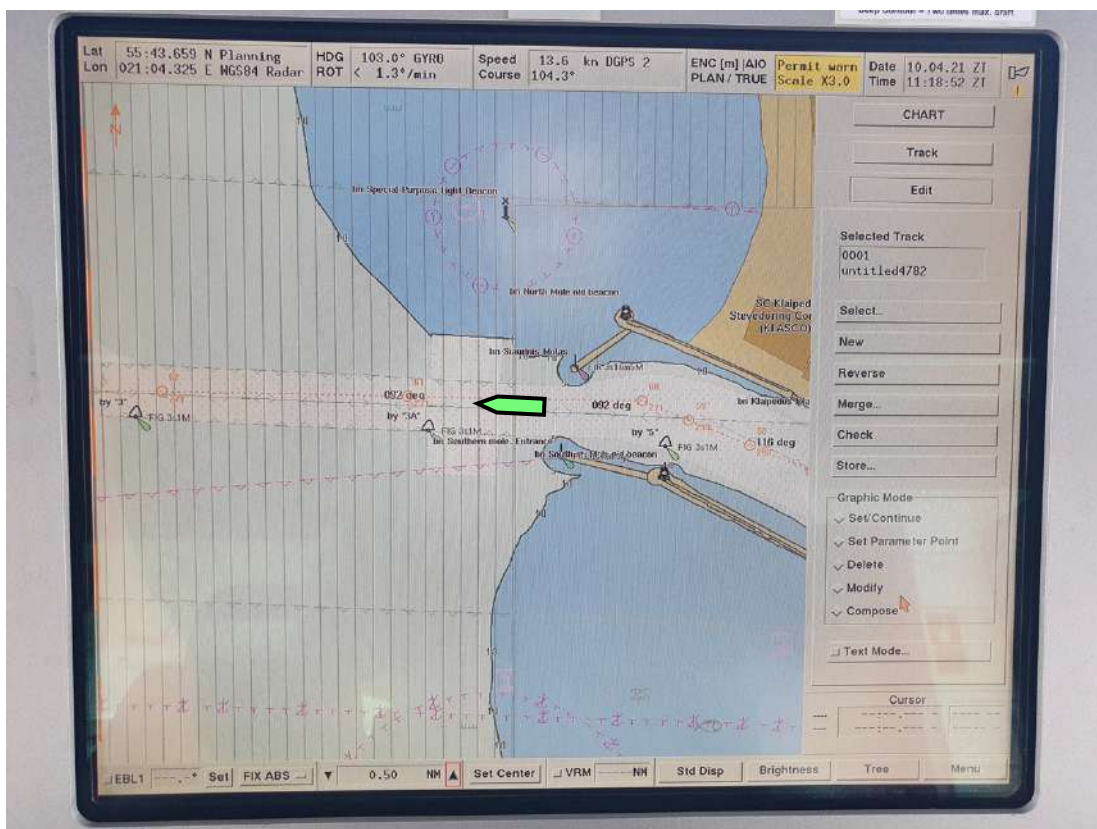


Рис. Д.10. ТТ виходу судна «Nordic Luebeck» з порту Клайпеда (частина 10)

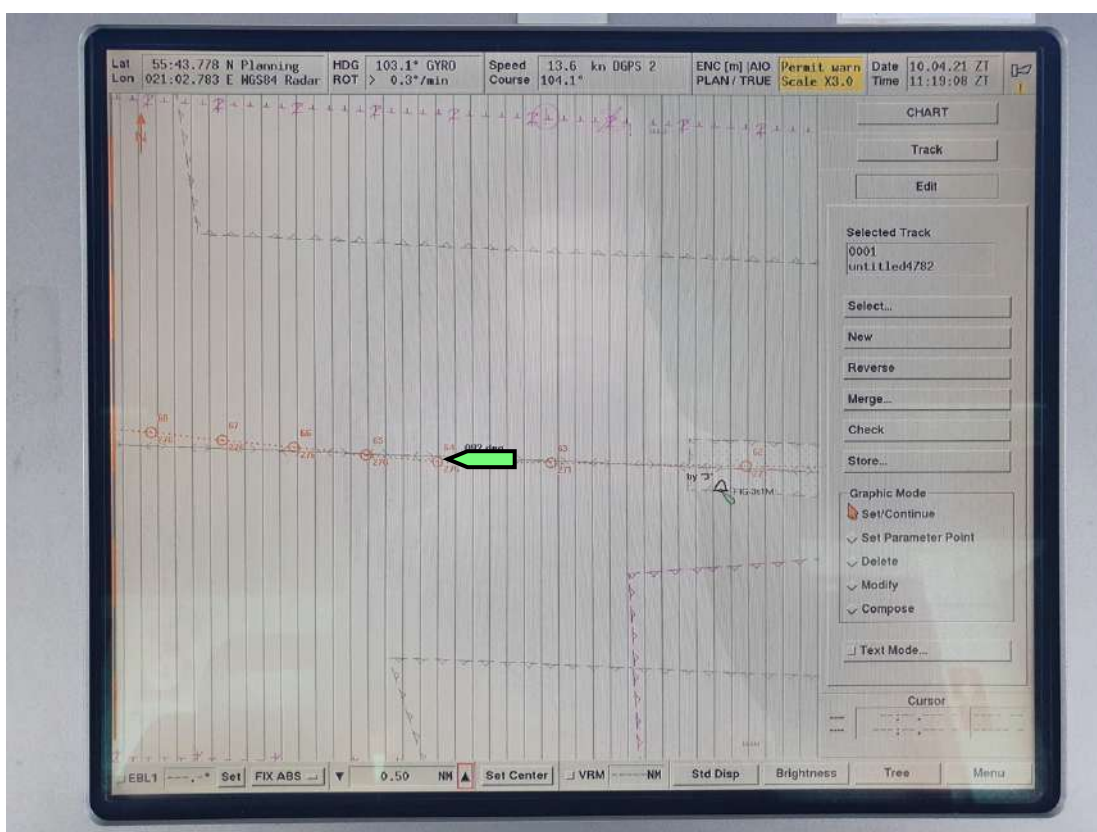


Рис. Д.11. ТТ виходу судна «Nordic Luebeck» з порту Клайпеда (частина 11)

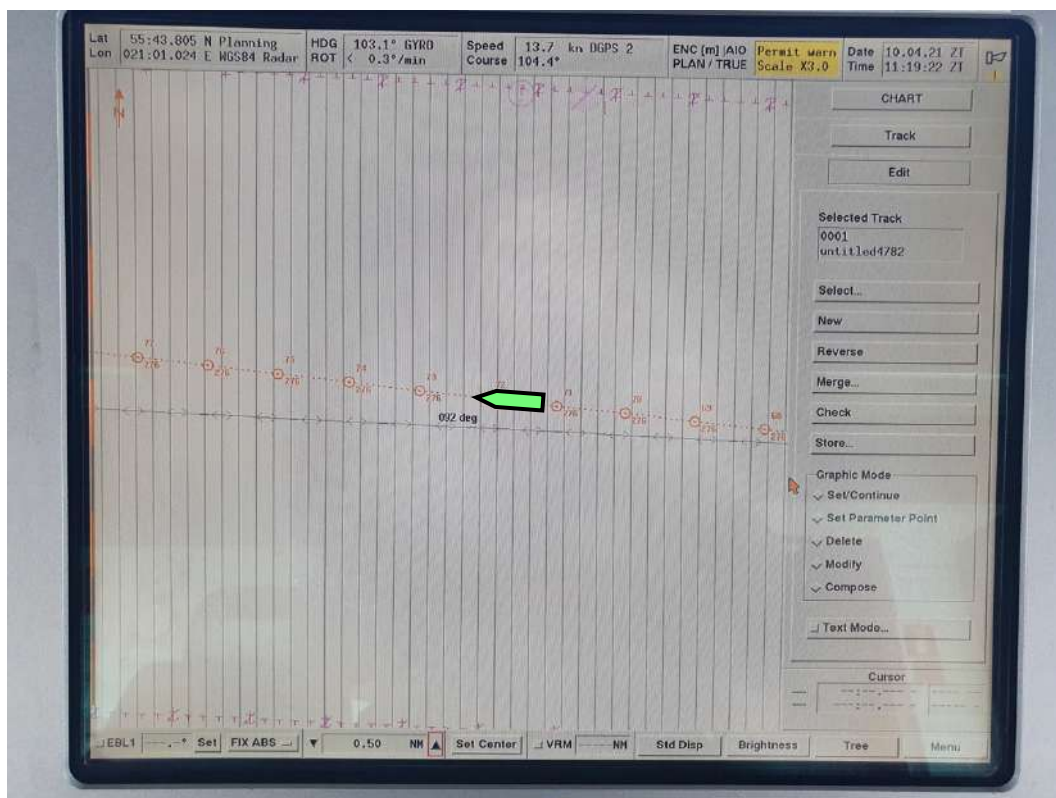


Рис. Д.12. ТТ виходу судна «Nordic Luebeck» з порту Клайпеда (частина 12)

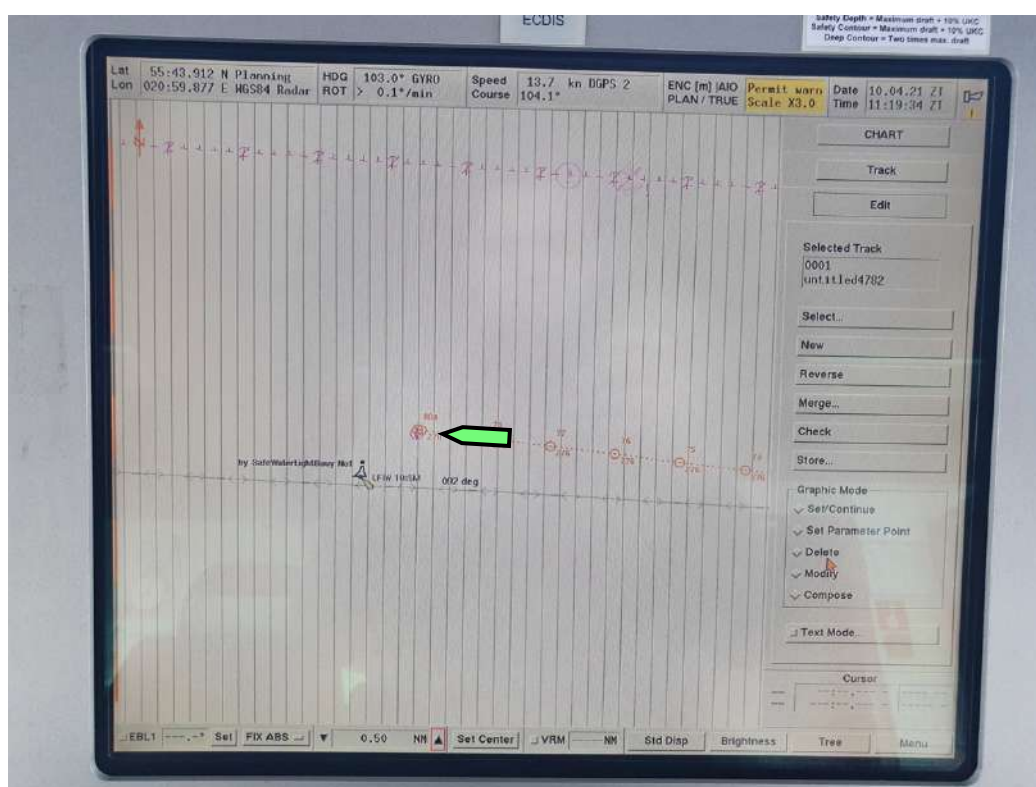


Рис. Д.13. ТТ виходу судна «Nordic Luebeck» з порту Клайпеда (частина 13)

Додаток Е

Прінтскріни роботи плагіну «Path Planning IS»

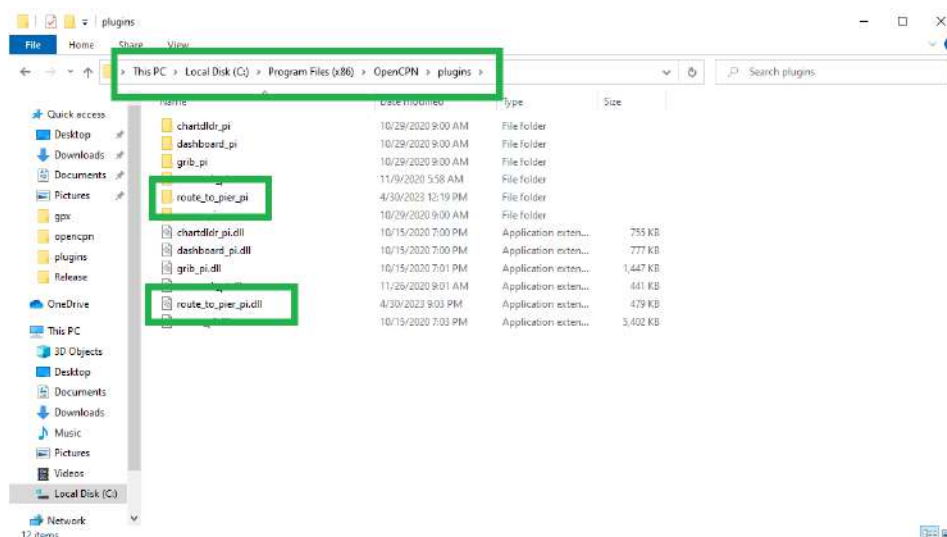


Рис. Е.1. Завантаження плагінів



Рис. Е.2. Активація плагінів

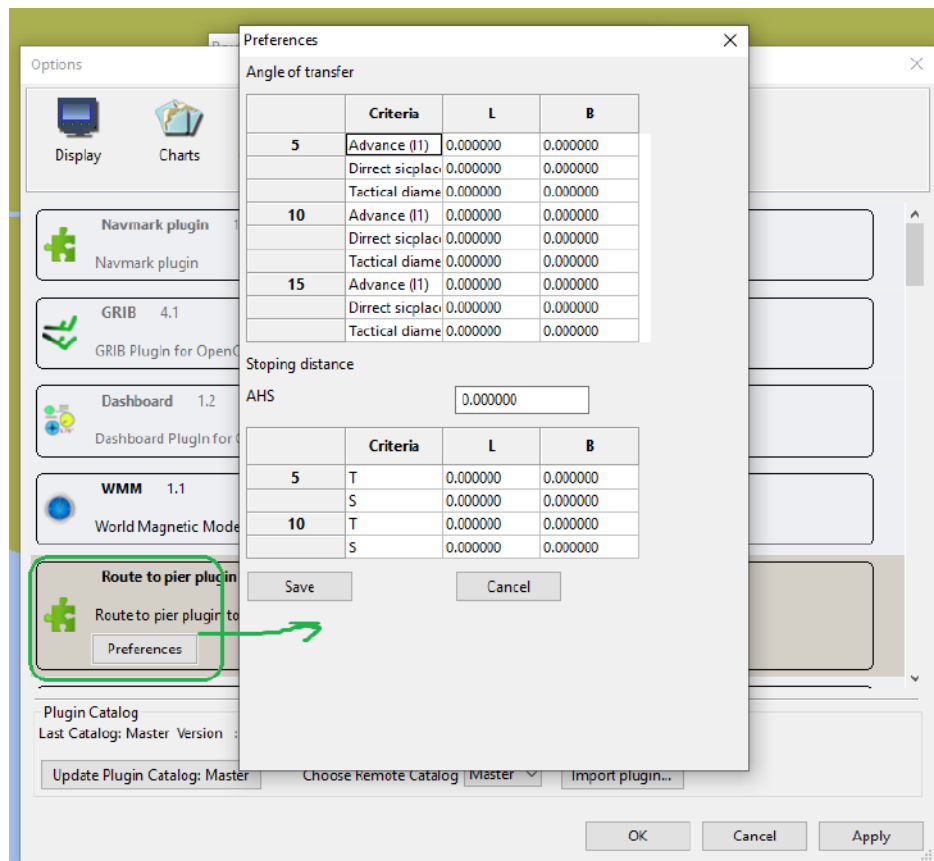


Рис. Е.3. Додавання маневрених та гальмівних характеристик судна

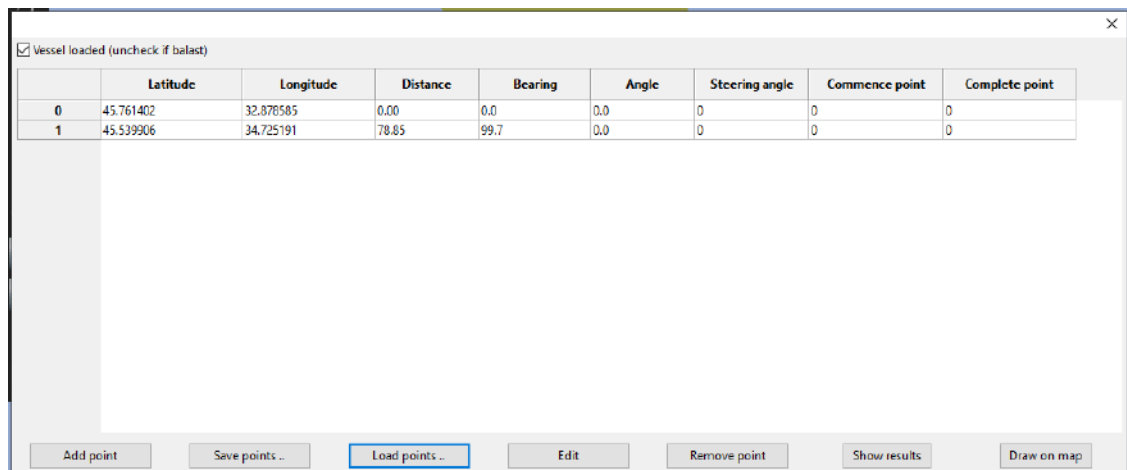


Рис. Е.4. Вид принтскріну завантаження ШТ

Results

	Latitude	Longitude	Course	Distance
0	45.761402	32.878385	0.0	-0.00
1	45.761121	32.880931	99.7	-0.00
2	45.760940	32.883278	99.7	-0.00
3	45.760560	32.885624	99.7	-0.00
4	45.760279	32.887971	99.7	-0.00
5	45.759998	32.890317	99.7	-0.00
6	45.759717	32.892664	99.7	-0.00
7	45.759436	32.895010	99.7	-0.00
8	45.759155	32.897357	99.7	-0.00
9	45.758874	32.899703	99.7	-0.00
10	45.758593	32.902049	99.7	-0.00
11	45.758312	32.904396	99.7	-0.00
12	45.758031	32.906742	99.7	-0.00

Original distance [0.000000] - reduced distance [-0.000000] = profit distance [0.000000]

Save Close

Рис. Е.5. Виведення на екран розрахунків ТТ

Routes to pier

	Latitude	Longitude
0	46.314161	30.696661
1	46.315800	30.690739
2	46.316975	30.683825
3	46.318328	30.678506
4	46.319494	30.673997
5	46.320486	30.669992
6	46.321819	30.666456
7	46.323658	30.664522
8	46.325825	30.663333
9	46.328339	30.662311
10	46.331003	30.661169
11	46.333494	30.659997
12	46.335494	30.659006
13	46.337011	30.658175
14	46.338325	30.657161
15	46.340000	30.655661
16	46.341333	30.654831
17	46.341678	30.655153
18	46.341847	30.653992
19	46.342836	30.654186
20	46.343678	30.654164
21	46.344497	30.654325

28 Cenk

Add route pier info Remove pier route info

Draw route to pier on map for all vessels

Рис. Е.6. Прінтскрін отримання ліній маршруту суден до/від причалів


```

Calculations
include "CurvedSegments.hpp"
#include "Math.hpp"
#include "wx/string.h"
#include <numeric>
#include <tuple>
#include <iostream>
namespace {
    const double DEFAULT_GEO_ANGLE = std::numeric_limits<double>::max();
    double extractGeoAngle(const Types::tRoute & collection, const
Types::tRoute::const_iterator & iterator, const double Types::RoutePoint::* pointer_to_member)
    {
        return (iterator != collection.cend()) ? (*iterator).*pointer_to_member :
DEFAULT_GEO_ANGLE;
    }
    std::wstring extractName(const Types::tRoute & collection, const
Types::tRoute::const_iterator & iterator, const std::wstring Types::RoutePoint::*
pointer_to_member)
    {
        return (iterator != collection.cend()) ? (*iterator).*pointer_to_member : L"";
    }
    int getSegmentsCount(const Types::tRoute::const_iterator pivot) {
        return std::abs(pivot->courseDifference / 10) + 1;
    }
}
CurvedSegments::CurvedSegments(const Types::tRoute & activeRoute)
: m_activeRoute(activeRoute)
{}
CurvedSegments::Iterator::Iterator(const Types::tRoute & activeRoute)
: m_activeRoute(activeRoute)
, m_cornerSegementsCounter{1} //more than m_cornerSegements to skip first calculation
, m_cornerSegements{0}
, m_pivot(m_activeRoute.cbegin())
, m_stepEnd( m_activeRoute.cbegin() != m_activeRoute.cend() ?
std::next(m_activeRoute.cbegin()) : m_activeRoute.cend())
, m_lat(extractGeoAngle(m_activeRoute, m_activeRoute.cbegin(),
&Types::RoutePoint::latitude))
, m_lon(extractGeoAngle(m_activeRoute, m_activeRoute.cbegin(),
&Types::RoutePoint::longitude))
, m_originRoutePoint(m_activeRoute.cbegin() != m_activeRoute.cend())
{
    auto prefix = m_activeRoute.cbegin() != m_activeRoute.cend() ?
m_activeRoute.cbegin()->name : L"";
    auto suffix = m_stepEnd != m_activeRoute.cend() ? m_activeRoute.cbegin()->name :
L"";
}
CurvedSegments::Iterator & CurvedSegments::Iterator::nextCurvePoint()
{
    if (m_cornerSegementsCounter > m_cornerSegements)

```

```

{
    m_cornerSegementsCounter = 0;
    ++m_pivot;
    // skip same line points
    bool intermediatePoint = std::distance(m_pivot, m_activeRoute.cend()) > 1;
    while (intermediatePoint && (m_pivot->courseDifference == 0)) {
        ++m_pivot;
        intermediatePoint = std::distance(m_pivot, m_activeRoute.cend()) > 1;
    }
    if (!intermediatePoint)
    {
        m_cornerSegements = 0;
        m_angleToSplit = 0;
        m_lat = extractGeoAngle(m_activeRoute, m_pivot, &Types::RoutePoint::latitude);
        m_lon = extractGeoAngle(m_activeRoute, m_pivot,
&Types::RoutePoint::longitude);
        return *this;
    }
    m_cornerSegements = getSegmentsCount(m_pivot);
    m_angleToSplit = m_pivot->courseDifference / m_cornerSegements;
}
double commence = 0;
double complete = 0;
const double currentAngleForAnalyze = m_angleToSplit *
(double)m_cornerSegementsCounter;
if ((m_cornerSegementsCounter % m_cornerSegements) == 0)
{
    std::tie(commence,complete) = m_cornerSegementsCounter == 0
        ? std::make_pair(0., 0.)
        : std::make_pair(m_pivot->commencePoint, m_pivot->completePoint);
}
else
{
    std::tie(commence,complete) = Math::getCCPoints(m_pivot->aCommencePoint,
m_pivot->bCommencePoint,
        m_pivot->aCompletePoint, m_pivot->bCompletePoint, currentAngleForAnalyze);
}
const auto [latMN,lonMN] = Math::nextPoint(m_pivot->latitude, m_pivot->longitude,
m_pivot->course - 180, (m_pivot->commencePoint - commence)/10);
std::tie(m_lat, m_lon) = Math::nextPoint(latMN, lonMN, m_pivot->course +
currentAngleForAnalyze, complete/10);
++m_cornerSegementsCounter;
return *this;
}
CurvedSegments::Iterator & CurvedSegments::Iterator::operator++()
{
    if (m_stepEnd != m_activeRoute.cend())
    {
        const auto distanceToEnd = std::distance(m_pivot, m_activeRoute.cend());
        switch (distanceToEnd)
        {
            case 1:

```

```

        ++m_pivot;
    case 0:
        m_lat = extractGeoAngle(m_activeRoute, m_pivot, &Types::RoutePoint::latitude);
        m_lon = extractGeoAngle(m_activeRoute, m_pivot,
&Types::RoutePoint::longitude);
        m_originRoutePoint = m_pivot != m_activeRoute.cend();
        break;
    default:
        return nextCurvePoint();
    }
}
else
{
    m_lat = extractGeoAngle(m_activeRoute, m_stepEnd, &Types::RoutePoint::latitude);
    m_lon = extractGeoAngle(m_activeRoute, m_stepEnd,
&Types::RoutePoint::longitude);
}
return *this;
}
CurvedSegments::Iterator::value_type CurvedSegments::Iterator::operator*() const
{
    return value_type(
        wxString::Format("Curve %s:(%d/%d)", m_pivot->name, m_cornerSegementsCounter-
1, m_cornerSegements).ToStdWstring(),
        m_lat,
        m_lon,
        m_originRoutePoint
    );
}
CurvedSegments::Iterator & CurvedSegments::end()
{
    static CurvedSegments::Iterator endIt{ {} };
    return endIt;
}
Types::tRoute CurvedSegments::toRoute() const
{
    Types::tRoute route;
    std::transform(cbegin(), cend(), std::back_inserter(route), [](const
CurvedSegments::Iterator::value_type value) {
        return Types::RoutePoint{
            value.latitude,
            value.longitude,
            value.name,
            value.originRoutePoint};
    });
    return route;
}
#pragma once
#include "Types.h"
#include <tuple>
class CurvedSegments
{

```

```

public:
    CurvedSegments(const Types::tRoute & activeRoute);
    Types::tRoute toRoute() const;
    struct StepInfo
    {
        std::wstring name;
        double latitude;
        double longitude;
        bool originRoutePoint{false};
        StepInfo() = default;
        StepInfo(
            std::wstring _name,
            double _latitude,
            double _longitude,
            bool _originalRoutePoint)
            : latitude(_latitude)
            , longitude(_longitude)
            , name(_name)
            , originRoutePoint(_originalRoutePoint)
        {
        }
    };
    class Iterator
    {
    public:
        using value_type = StepInfo;
        using difference_type = std::ptrdiff_t;
        using pointer = const value_type *;
        using reference = const value_type &;
        using iterator_category = std::forward_iterator_tag;
        Iterator(const Types::tRoute & activeRoute);
        Iterator & operator++();
        value_type operator*() const;
        bool operator==(const Iterator& rhs) const;
        bool operator!=(const Iterator& rhs) const;

    private:
        Iterator & nextCurvePoint();
        const Types::tRoute & m_activeRoute;
        double m_angleToSplit;
        int m_cornerSegementsCounter;
        int m_cornerSegements;
        Types::tRoute::const_iterator m_pivot;
        Types::tRoute::const_iterator m_stepEnd;
        std::wstring m_name;
        double m_lat;
        double m_lon;
        bool m_originRoutePoint;
    };
    const Iterator cbegin() const { return begin(); }
    Iterator begin() const { return Iterator(m_activeRoute); }
    static const Iterator & cend() { return end(); }

```

```

    static Iterator & end();
private:
    const Types::tRoute & m_activeRoute;
};
inline bool CurvedSegments::Iterator::operator==(const Iterator& rhs) const
{
    return m_lat == rhs.m_lat && m_lon == rhs.m_lon;
}
inline bool CurvedSegments::Iterator::operator!=(const Iterator& rhs) const
{
    return !operator==(rhs);
}
#include "Math.hpp"
#include <cmath>
#include <iostream>
#include "ocpn_plugin.h"
#include <GeographicLib/Constants.hpp>
#include <GeographicLib/Rhumb.hpp>
namespace
{
    double radians(const double degrees) {
        return std::abs(degrees) * M_PI / 180; }
} // namespace name
std::tuple<double, double> Math::distance(double lat0, double lon0, double lat1, double
lon1)
{
    GeographicLib::Rhumb
model {GeographicLib::Constants::WGS84_a<GeographicLib::Math::real>(),
GeographicLib::Constants::WGS84_f<GeographicLib::Math::real>()};
    double outDist, azim1, azim2;
    model.Inverse(lat0, lon0, lat1, lon1, outDist, azim1, azim2);
    return {outDist / 1852, std::fmod(azim1 + 360, 360)};
}
std::tuple<double, double> Math::nextPoint(double lat, double lon, double brg, double dist)
{
    double outLat, outLon;
    GeographicLib::Rhumb
model {GeographicLib::Constants::WGS84_a<GeographicLib::Math::real>(),
GeographicLib::Constants::WGS84_f<GeographicLib::Math::real>()};
    model.Direct(lat, lon, brg, dist * 1852, outLat, outLon);
    return {outLat, outLon};
}
Types::eSteeringAngle Math::getSteeringAngle(double angleBetweenPointsCourse)
{
    const auto normalizedAngle = std::abs(angleBetweenPointsCourse);
    if (normalizedAngle < 30)
    {
        return normalizedAngle == 0. ? Types::eSteeringAngle::degree_0 :
Types::eSteeringAngle::degree_5;
    }
    else if (normalizedAngle < 60)
    {

```

```

        return Types::eSteeringAngle::degree_10;
    }
    return Types::eSteeringAngle::degree_15;
}
std::tuple<double, double, double, double> Math::getFactors(const double l1, const double
l2, const double Dt) {
    return std::make_tuple(l1 - Dt/2, Dt/2, 0, l2);
}
std::tuple<double, double> Math::getCCPoints(const double aCommencePoint, const double
bCommencePoint,
    const double aCompletePoint, const double bCompletePoint, const double
angleBetweenPointsCourse) {
    const auto multiplier = std::tan((std::abs(angleBetweenPointsCourse)*M_PI/180.)/2.);
    return std::make_tuple(aCommencePoint + bCommencePoint * multiplier,
aCompletePoint + bCompletePoint * multiplier);
}
#pragma once
#include "Types.h"
#include <tuple>
namespace Math
{
    std::tuple<double, double> distance(double lat0, double lon0, double lat1, double lon1);
    std::tuple<double, double> nextPoint(double lat, double lon, double brg, double dist);
    Types::eSteeringAngle getSteeringAngle(double angleBetweenPointsCourse);
    std::tuple<double, double, double, double> getFactors(const double l1, const double l2,
const double Dt);
    std::tuple<double, double> getCCPoints(const double aCommencePoint, const double
bCommencePoint, const double aCompletePoint, const double bCompletePoint, const double
angleBetweenPointsCourse);
}
#include "Segments.hpp"
#include "Math.hpp"
#include <numeric>
#include <tuple>
#include <iostream>
namespace {
    const double DEFAULT_GEO_ANGLE = std::numeric_limits<double>::max();
    double extractGeoAngle(const Types::tRoute & collection, const
Types::tRoute::const_iterator & iterator, const double Types::RoutePoint::* pointer_to_member)
    {
        return (iterator != collection.cend()) ? (*iterator).*pointer_to_member :
DEFAULT_GEO_ANGLE;
    }
    std::wstring extractName(const Types::tRoute & collection, const
Types::tRoute::const_iterator & iterator, const std::wstring Types::RoutePoint::*
pointer_to_member)
    {
        return (iterator != collection.cend()) ? (*iterator).*pointer_to_member : L"";
    }
}
Segments::Segments(const Types::tRoute & activeRoute, const double minSegmentSize)
: m_activeRoute(activeRoute)

```

```

        , m_minSegmentSize(minSegmentSize)
    {}
    Segments::Iterator::Iterator(const Types::tRoute & activeRoute, const double
minSegmentSize)
        : m_activeRoute(activeRoute)
        , m_minSegmentSize(minSegmentSize)
        , m_stepEnd( m_activeRoute.cbegin() != m_activeRoute.cend() ?
std::next(m_activeRoute.cbegin()) : m_activeRoute.cend())
        , m_lat(extractGeoAngle(m_activeRoute, m_activeRoute.cbegin(),
&Types::RoutePoint::latitude))
        , m_lon(extractGeoAngle(m_activeRoute, m_activeRoute.cbegin(),
&Types::RoutePoint::longitude))
        , m_bearing(-360)
    {
        auto prefix = m_activeRoute.cbegin() != m_activeRoute.cend() ?
m_activeRoute.cbegin()->name : L"";
        auto suffix = m_stepEnd != m_activeRoute.cend() ? m_activeRoute.cbegin()->name :
L"";
        m_originRoutePoint = m_activeRoute.cbegin() != m_activeRoute.cend();
    }
    Segments::Iterator & Segments::Iterator::operator++()
    {
        if (m_stepEnd != m_activeRoute.cend())
        {
            const auto [distance, bearing] = Math::distance(m_lat, m_lon, m_stepEnd->latitude,
m_stepEnd->longitude);
            const auto diff = distance - 2 * m_minSegmentSize;
            m_bearing = bearing;
            if (diff > 0)
            {
                std::tie(m_lat, m_lon) = Math::nextPoint(m_lat, m_lon, bearing,
m_minSegmentSize);
                m_originRoutePoint = false;
            }
            else
            {
                m_lat = extractGeoAngle(m_activeRoute, m_stepEnd,
&Types::RoutePoint::latitude);
                m_lon = extractGeoAngle(m_activeRoute, m_stepEnd,
&Types::RoutePoint::longitude);
                m_stepEnd++;
                m_originRoutePoint = true;
            }
        }
        else
        {
            m_lat = extractGeoAngle(m_activeRoute, m_stepEnd, &Types::RoutePoint::latitude);
            m_lon = extractGeoAngle(m_activeRoute, m_stepEnd,
&Types::RoutePoint::longitude);
            m_originRoutePoint = false;
        }
        return *this;
    }

```

```

    }
    Segments::Iterator::value_type Segments::Iterator::operator*() const
    {
        return { m_name
                , m_lat
                , m_lon
                , m_bearing
                , m_originRoutePoint
                };
    }
    Segments::Iterator & Segments::end()
    {
        static Segments::Iterator endIt({}, {});
        return endIt;
    }
    Types::tRoute Segments::toRoute() const
    {
        Types::tRoute route;
        std::transform(cbegin(), cend(), std::back_inserter(route), [] (const
Segments::Iterator::value_type & elem) {
            return Types::RoutePoint{
                elem.latitude,
                elem.longitude,
                elem.name,
                elem.originRoutePoint
            };
        });
        return route;
    }
#pragma once
#include "Types.h"
#include <tuple>
class Segments
{
public:
    Segments(const Types::tRoute & activeRoute, const double minSegmentSize);
    Types::tRoute toRoute() const;
    struct StepInfo
    {
        std::wstring name;
        double latitude;
        double longitude;
        double course;
        bool originRoutePoint{false};
    };
    class Iterator
    {
    public:
        using value_type = StepInfo;
        using difference_type = std::ptrdiff_t;
        using pointer = const value_type *;
        using reference = const value_type &;

```



```

        using iterator_category = std::forward_iterator_tag;
        Iterator(const Types::tRoute & activeRoute, const double minSegmentSize);
        Iterator & operator++();
        value_type operator*() const;
        bool operator==(const Iterator& rhs) const;
        bool operator!=(const Iterator& rhs) const;

    private:
        const Types::tRoute & m_activeRoute;
        const double m_minSegmentSize;
        Types::tRoute::const_iterator m_stepEnd;
        std::wstring m_name;
        double m_lat;
        double m_lon;
        double m_bearing;
        bool m_originRoutePoint;
    };
    const Iterator cbegin() const { return begin(); }
    Iterator begin() const { return Iterator(m_activeRoute, m_minSegmentSize); }
    static const Iterator & cend() { return end(); }
    static Iterator & end();
private:
    const Types::tRoute & m_activeRoute;
    const double m_minSegmentSize;
};
inline bool Segments::Iterator::operator==(const Iterator& rhs) const
{
    return m_lat == rhs.m_lat && m_lon == rhs.m_lon;
}
inline bool Segments::Iterator::operator!=(const Iterator& rhs) const
{
    return !operator==(rhs);
}
RoutePlugin
#include "RoutePlugin.h"
#include "forms/RouteToPierForms.h"
#include "input/DataSourceWindowImpl.hpp"
#include "input/RoutesToPierImpl.hpp"
#include "input/PreferencesImpl.hpp"
#include "Types.h"
#include <nlohmann/json.hpp>
#include <iostream>
#include <functional>
#include <array>
#include <wx/bitmap.h>
#include <GL/gl.h>
const char * const PLUGIN_NAME = "route_to_pier_pi";
const char * const STORAGE_FILE_NAME = "storage.json";
#define DllExport __declspec( dllexport )
extern "C" DllExport opencpn_plugin *create_pi(void *ppimgr)
{
    return new RoutePlugin(ppimgr);
}

```

```

    }
extern "C" DllExport void destroy_pi(opencpn_plugin *p)
{
    delete p;
}
RoutePlugin::RoutePlugin(void *ppimgr)
    : opencpn_plugin_116(ppimgr)
    , m_storage(GetPrivateApplicationDataLocation()->ToStdString(), PLUGIN_NAME,
STORAGE_FILE_NAME)
    , m_drawer([](const double lat, const double lon) { JumpToPosition( lat, lon,
GetOCPNChartScaleFactor_Plugin()); })
    , mPluginRouteCalculationWindow( new DataSourceWindowImpl(mVesselConfig,
m_drawer, GetOCPNCanvasWindow(),
        std::bind(&SetToolbarItemState, std::ref(m_ToolbarRouteCalculator), false)))
    , mPluginRoutePreviewWindow( new RoutesToPierImpl(m_storage, m_drawer,
GetOCPNCanvasWindow(),
        std::bind(&SetToolbarItemState, std::ref(m_ToolbarRoutePreview), false)))
    {
        mVesselConfig.fromJson(m_storage.load("VesselConfig"));
    }
RoutePlugin::~RoutePlugin() {}
void RoutePlugin::waypointSelected(wxMenuEvent &event) {}
int RoutePlugin::Init(void)
{
    wxBitmap bitmap{GetPluginDataDir(PLUGIN_NAME) + "/Icon_32.jpg",
wxBITMAP_TYPE_JPEG};
    m_ToolbarRouteCalculator = InsertPlugInTool(_("Route calculator"), &bitmap, &bitmap,
wxITEM_CHECK,
        _("Open route to pier calculation window"), wxS("Open route to
pier calculation window"), NULL, -1, 0, this);
    m_ToolbarRoutePreview = InsertPlugInTool(_("Pier route view"), &bitmap, &bitmap,
wxITEM_CHECK,
        _("Open pier route view and draw"), wxS("Open pier route view
and draw"), NULL, -1, 0, this);
    return (WANTS_CURSOR_LATLON | WANTS_MOUSE_EVENTS |
INSTALLS_TOOLBAR_TOOL | WANTS_CONFIG | INSTALLS_CONTEXTMENU_ITEMS |
WANTS_PLUGIN_MESSAGING | WANTS_PREFERENCES | WANTS_NMEA_EVENTS
        | WANTS_ONPAINT_VIEWPORT | WANTS_OVERLAY_CALLBACK |
WANTS_OPENGL_OVERLAY_CALLBACK |
WANTS_DYNAMIC_OPENGL_OVERLAY_CALLBACK);
}
bool RoutePlugin::DeInit(void)
{
    return true;
}
int RoutePlugin::GetPlugInVersionMajor()
{
    return 1;
}
int RoutePlugin::GetPlugInVersionMinor()
{
    return 0;
}

```

```

}
int RoutePlugin::GetAPIVersionMajor()
{
    return 1;
}
int RoutePlugin::GetAPIVersionMinor()
{
    return 16;
}
wxString RoutePlugin::GetCommonName()
{
    return "Route to pier plugin";
}
wxString RoutePlugin::GetShortDescription()
{
    return "Route to pier plugin";
}
wxString RoutePlugin::GetLongDescription()
{
    return "Route to pier plugin to improve position detection using predefined route";
}
int RoutePlugin::GetToolbarToolCount(void)
{
    return 1;
}
bool RoutePlugin::MouseEventHook(wxMouseEvent &event)
{
    if (event.RightDown())
    {
    }
    return false;
}
void RoutePlugin::SetNMEASentence(wxString &sentence) {}
void RoutePlugin::SetCursorLatLon(double lat, double lon) {}
void RoutePlugin::SendVectorChartObjectInfo(wxString &chart, wxString &feature,
wxString &objname, double lat, double lon, double scale, int nativescale) {}
void RoutePlugin::SetPluginMessage(wxString &message_id, wxString &message_body) {}
void RoutePlugin::ShowPreferencesDialog(wxWindow *parent)
{
    PreferencesImpl preferences(parent, mVesselConfig);
    preferences.ShowModal();
    m_storage.save("VesselConfig", mVesselConfig.toJson());
}
void RoutePlugin::PrepareContextMenu(int canvasIndex) {}
void RoutePlugin::OnContextMenuCallback(int id) {}
void RoutePlugin::UpdateAuiStatus(void) {}
void RoutePlugin::OnToolbarToolDownCallback(int id) {}
void RoutePlugin::OnToolbarToolUpCallback(int id) {
    if (id == m_ToolbarRouteCalculator) {
        static bool active = false;
        active = !mPluginRouteCalculationWindow->IsShown();
        mPluginRouteCalculationWindow->Show(active);
    }
}

```

```

    }
    else {
        static bool active = false;
        active = !mPluginRoutePreviewWindow->IsShown();
        mPluginRoutePreviewWindow->Show(active);
    }
}

bool RoutePlugin::RenderOverlay(wxDC &dc, PlugIn_ViewPort *vp)
{
    auto positionToPixelConvector = [vp] (double latitude, double longitude)
    {
        wxPoint pp;
        GetCanvasPixLL(vp, &pp, latitude, longitude);
        return pp;
    };
    m_drawer.draw(dc, positionToPixelConvector);
    return true;
}

bool RoutePlugin::RenderOverlay(wxMemoryDC *pmdc, PlugIn_ViewPort *vp)
{
    return false;
}

void RoutePlugin::SetCurrentViewPort(PlugIn_ViewPort &vp) {}

bool RoutePlugin::RenderGLOverlay(wxGLContext *pcontext, PlugIn_ViewPort *vp)
{
    wxPoint pp1;
    wxPoint pp2;
    GetCanvasPixLL(vp, &pp1, 53.1554, 14.363);
    GetCanvasPixLL(vp, &pp2, 53.1589, 14.3722);
    glBegin(GL_LINES);
    glVertex2f(pp1.x, pp1.y);
    glVertex2f(pp2.x, pp2.y);
    glVertex2f(pp2.x, pp1.y);
    glVertex2f(pp1.x, pp2.y);
    glEnd();
    return true;
}

bool RoutePlugin::RenderGLOverlayMultiCanvas(wxGLContext *pcontext,
PlugIn_ViewPort *vp, int canvasIndex)
{
    return false;
}

bool RoutePlugin::RenderOverlayMultiCanvas(wxDC &dc, PlugIn_ViewPort *vp, int
canvasIndex)
{
    return false;
}

SVesselConfig
#include "SVesselConfig.hpp"
#include "wx/grid.h"
#include "wx/textctrl.h"
namespace Types {

```

```

void SVeselConfig::updateFromForm(const wxGrid * const angleOfTransferGrid, const
wxGrid * const stopingDistanceGrid, const wxTextCtrl * const ashTextCtrl)
{
    ashTextCtrl->GetValue().ToDouble(&AHS);
    //update angle of transfer
    for (auto i = 0 ; i < ANGLE_OF_TRANSFER_ENTRIES; ++i)
    {
        angleOfTransferGrid->GetCellValue(i,
loaded+1).ToDouble(&angleOfTransfer[i][loaded]);
        angleOfTransferGrid->GetCellValue(i,
balast+1).ToDouble(&angleOfTransfer[i][balast]);
    }
    //update stoping distance
    for (auto i = 0 ; i < STOPING_DISTANCE; ++i)
    {
        stopingDistanceGrid->GetCellValue(i,
loaded+1).ToDouble(&stopingDistance[i][loaded]);
        stopingDistanceGrid->GetCellValue(i,
balast+1).ToDouble(&stopingDistance[i][balast]);
    }
}

void SVeselConfig::flashToForm(wxGrid * const angleOfTransferGrid, wxGrid * const
stopingDistanceGrid, wxTextCtrl * const ashTextCtrl) const
{
    ashTextCtrl->SetValue(wxString::Format(wxT("%f"), AHS));
    //update angle of transfer
    for (auto i = 0 ; i < ANGLE_OF_TRANSFER_ENTRIES; ++i)
    {
        angleOfTransferGrid->SetCellValue(i, loaded+1, wxString::Format(wxT("%f"),
angleOfTransfer[i][loaded]));
        angleOfTransferGrid->SetCellValue(i, balast+1, wxString::Format(wxT("%f"),
angleOfTransfer[i][balast]));
    }
    //update stoping distance
    for (auto i = 0 ; i < STOPING_DISTANCE; ++i)
    {
        stopingDistanceGrid->SetCellValue(i, loaded+1, wxString::Format(wxT("%f"),
stopingDistance[i][loaded]));
        stopingDistanceGrid->SetCellValue(i, balast+1, wxString::Format(wxT("%f"),
stopingDistance[i][balast]));
    }
}

nlohmann::json SVeselConfig::toJson() const
{
    nlohmann::json json;
    json["AHS"] = AHS;
    nlohmann::json angleOfTransferJson = nlohmann::json::array();
    for (auto i = 0 ; i < ANGLE_OF_TRANSFER_ENTRIES; ++i)
    {
        nlohmann::json object = nlohmann::json::object();
        object["loaded"] = angleOfTransfer[i][loaded];
        object["balast"] = angleOfTransfer[i][balast];
    }
}

```

```

        angleOfTransferJson.push_back(object);
    }
    json["angleOfTransfer"] = angleOfTransferJson;
    nlohmann::json stopingDistanceJson = nlohmann::json::array();
    for (auto i = 0 ; i < STOPING_DISTANCE; ++i)
    {
        nlohmann::json object = nlohmann::json::object();
        object["loaded"] = stopingDistance[i][loaded];
        object["balast"] = stopingDistance[i][balast];
        stopingDistanceJson.push_back(object);
    }
    json["stopingDistance"] = stopingDistanceJson;
    return json;
}
void SVeselConfig::fromJson(const nlohmann::json& json)
{
    const bool failedJson = json.is_null()
        || !json.contains("AHS") || !json["AHS"].is_number_float()
        || !json.contains("angleOfTransfer") || !json["angleOfTransfer"].is_array()
        || !json.contains("stopingDistance") || !json["stopingDistance"].is_array();
    if (failedJson)
    {
        return;
    }
    AHS = json["AHS"].get<double>();
    const auto & angleOfTransferJson = json["angleOfTransfer"];
    if (angleOfTransferJson.size() != ANGLE_OF_TRANSFER_ENTRIES)
    {
        //error
        return;
    }
    for (auto i = 0; i < angleOfTransferJson.size() ; ++i) {
        angleOfTransfer[i][loaded] = angleOfTransferJson[i]["loaded"].get<double>();
        angleOfTransfer[i][balast] = angleOfTransferJson[i]["balast"].get<double>() ;
    }
    const auto & stopingDistanceJson = json["stopingDistance"];
    if (stopingDistanceJson.size() != STOPING_DISTANCE)
    {
        //error
        return;
    }
    for (auto i = 0; i < stopingDistanceJson.size() ; ++i) {
        stopingDistance[i][loaded] = stopingDistanceJson[i]["loaded"].get<double>();
        stopingDistance[i][balast] = stopingDistanceJson[i]["balast"].get<double>();
    }
}
std::tuple<double, double, double> SVeselConfig::getVesselValuesForAngle(const
eSteeringAngle steeringAngle, const bool loaded) const
{
    const int horizOffset = loaded ? 0 : 1;
    const int verticOffset = static_cast<int>(steeringAngle) * 3;
    const auto l1 = angleOfTransfer[0 + verticOffset][horizOffset];

```

```

const auto l2 = angleOfTransfer[1 + verticOffset][horizOffset];
const auto Dt = angleOfTransfer[2 + verticOffset][horizOffset];
try
{
    return std::make_tuple(l1, l2, Dt);
}
catch (const std::exception & ex)
{
    //Some warning for user that not configured
    return {};
}
}
}
#pragma once
#include "Types.h"
#include <nlohmann/json.hpp>
#include <array>
#include <tuple>
class wxGrid;
class wxTextCtrl;
namespace Types {
    constexpr auto ANGLE_OF_TRANSFER_ENTRIES = 9u;
    constexpr auto STOPING_DISTANCE = 4u;
    enum eStoppingDistanceConfig {
        stop = 0,
        ash = 1
    };
    enum eVesselLoadType {
        loaded = 0,
        balast = 1
    };
    using tAnglesOfTransfer = std::array<std::array<double, 2>,
ANGLE_OF_TRANSFER_ENTRIES>;
    using tStoppingDistance = std::array<std::array<double, 2>, STOPING_DISTANCE>;
    struct SVeselConfig
    {
        double AHS{};
        tAnglesOfTransfer angleOfTransfer{};
        tStoppingDistance stoppingDistance{};
        void updateFromForm(const wxGrid * const angleOfTransferGrid, const wxGrid *
const stoppingDistanceGrid, const wxTextCtrl * const ashTextCtrl);
        void flashToForm(wxGrid * const angleOfTransferGrid, wxGrid * const
stoppingDistanceGrid, wxTextCtrl * const ashTextCtrl) const;
        nlohmann::json toJson() const;
        void fromJson(const nlohmann::json& json);
        std::tuple<double, double, double> getVesselValuesForAngle(const
eSteeringAngle steeringAngle, const bool loaded) const;
    };
}

```

Додаток Ж

Результати 30 експериментів на тренажерному комплексі НУ «ОМА» з
використанням Суднового лоцманського плану

ТТ для заходу до порту Сан-Франциско

<i>TP</i>	<i>Lat</i>	<i>Long</i>	<i>Course</i>	<i>Distance</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
0	37°44,000'N	122°41,510'W	0	0
1	37°44,058'N	122°41,400'W	55,2°	0,1
2	37°44,112'N	122°41,280'W	55,2°	0,1
3	37°44,172'N	122°41,220'W	55,2°	0,1
4	37°44,226'N	122°41,100'W	55,2°	0,1
5	37°44,286'N	122°40,980'W	55,2°	0,1
6	37°44,346'N	122°40,860'W	55,2°	0,1
7	37°44,400'N	122°40,800'W	55,2°	0,1
8	37°44,460'N	122°40,680'W	55,2°	0,1
9	37°44,514'N	122°40,560'W	55,2°	0,1
10	37°44,574'N	122°40,500'W	55,2°	0,1
11	37°44,628'N	122°40,380'W	55,2°	0,1
12	37°44,688'N	122°40,260'W	55,2°	0,1
13	37°44,742'N	122°40,140'W	55,2°	0,1
14	37°44,802'N	122°40,080'W	55,2°	0,1
15	37°44,856'N	122°39,960'W	55,2°	0,1
16	37°44,916'N	122°39,840'W	55,2°	0,1
17	37°44,970'N	122°39,780'W	55,2°	0,1
18	37°45,030'N	122°39,660'W	55,2°	0,1
19	37°45,084'N	122°39,540'W	55,2°	0,1
20	37°45,144'N	122°39,420'W	55,2°	0,1
21	37°45,198'N	122°39,360'W	55,2°	0,1
22	37°45,258'N	122°39,240'W	55,2°	0,1
23	37°45,318'N	122°39,120'W	55,2°	0,1
24	37°45,372'N	122°39,000'W	55,2°	0,1
25	37°45,432'N	122°38,940'W	55,2°	0,1
26	37°45,486'N	122°38,820'W	55,2°	0,1
27	37°45,552'N	122°38,700'W	55,2°	0,12
28	37°45,612'N	122°38,580'W	55,9°	0,1
29	37°45,666'N	122°38,460'W	55,9°	0,1
30	37°45,720'N	122°38,400'W	55,9°	0,1
31	37°45,810'N	122°38,220'W	55,9°	0,16
32	37°45,846'N	122°38,100'W	66,2°	0,09
33	37°45,882'N	122°37,980'W	70,1°	0,1

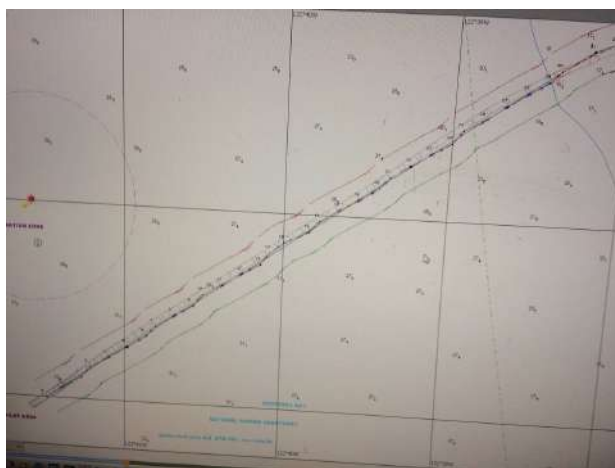
1	2	3	4	5
34	37°45,918'N	122°37,860'W	70,1°	0,1
35	37°45,948'N	122°37,740'W	70,1°	0,1
36	37°45,984'N	122°37,620'W	70,1°	0,1
37	37°46,020'N	122°37,500'W	70,1°	0,1
38	37°46,050'N	122°37,380'W	70,1°	0,1
39	37°46,086'N	122°37,260'W	70,1°	0,1
40	37°46,122'N	122°37,140'W	70,1°	0,1
41	37°46,152'N	122°37,020'W	70,1°	0,1
42	37°46,188'N	122°36,960'W	70,1°	0,1
43	37°46,224'N	122°36,840'W	70,1°	0,1
44	37°46,254'N	122°36,720'W	70,1°	0,1
45	37°46,254'N	122°36,600'W	70,1°	0,1
46	37°46,326'N	122°36,480'W	70,1°	0,1
47	37°46,356'N	122°36,360'W	70,1°	0,1
48	37°46,392'N	122°36,240'W	70,1°	0,1
49	37°46,428'N	122°36,120'W	70,1°	0,1
50	37°46,458'N	122°36,000'W	70,1°	0,1
51	37°46,494'N	122°35,880'W	70,1°	0,1
52	37°46,530'N	122°35,760'W	70,1°	0,1
53	37°46,560'N	122°35,640'W	70,1°	0,1
54	37°46,596'N	122°35,520'W	70,1°	0,1
55	37°46,632'N	122°35,400'W	70,1°	0,1
56	37°46,662'N	122°35,280'W	70,1°	0,1
57	37°46,698'N	122°35,160'W	70,1°	0,1
58	37°46,734'N	122°35,040'W	70,1°	0,1
59	37°46,764'N	122°34,920'W	70,1°	0,1
60	37°46,800'N	122°34,800'W	70,1°	0,1
61	37°46,836'N	122°34,680'W	70,1°	0,1
62	37°46,866'N	122°34,560'W	70,1°	0,1
63	37°46,902'N	122°34,440'W	70,1°	0,1
64	37°46,938'N	122°34,320'W	70,1°	0,1
65	37°46,974'N	122°34,200'W	70,1°	0,1
66	37°47,004'N	122°34,080'W	70,1°	0,1
67	37°47,040'N	122°33,960'W	70,1°	0,1
68	37°47,082'N	122°33,840'W	70,1°	0,13
69	37°47,118'N	122°33,720'W	69,7°	0,1

1	2	3	4	5
70	37°47,154'N	122°33,600'W	69,7°	0,1
71	37°47,190'N	122°33,480'W	69,7°	0,1
72	37°47,238'N	122°33,300'W	69,7°	0,14
73	37°47,268'N	122°33,240'W	61,5°	0,07
74	37°47,322'N	122°33,120'W	58,4°	0,1
75	37°47,376'N	122°33,000'W	58,4°	0,1
76	37°47,424'N	122°32,880'W	58,4°	0,1
77	37°47,478'N	122°32,760'W	58,4°	0,1
78	37°47,532'N	122°32,700'W	58,4°	0,1
79	37°47,586'N	122°32,580'W	58,4°	0,1
80	37°47,634'N	122°32,460'W	58,4°	0,1
81	37°47,688'N	122°32,340'W	58,4°	0,1
82	37°47,742'N	122°32,220'W	58,4°	0,1
83	37°47,790'N	122°32,160'W	58,4°	0,1
84	37°47,844'N	122°32,040'W	58,4°	0,1
85	37°47,898'N	122°31,920'W	58,4°	0,1
86	37°47,952'N	122°31,800'W	58,4°	0,1
87	37°48,000'N	122°31,740'W	58,4°	0,1
88	37°48,054'N	122°31,620'W	58,4°	0,1
89	37°48,108'N	122°31,500'W	58,4°	0,1
90	37°48,174'N	122°31,38'0'W	58,4°	0,13
91	37°48,228'N	122°31,260'W	58,8°	0,1
92	37°48,276'N	122°21,140'W	58,8°	0,1
93	37°48,330'N	122°31,020'W	58,8°	0,1
94	37°48,396'N	122°30,900'W	58,8°	0,13
95	37°48,410'N	122°30,840'W	66,0°	0,06
96	37°48,456'N	122°30,720'W	68,7°	0,1
97	37°48,492'N	122°30,600'W	68,7°	0,1
98	37°48,534'N	122°30,480'W	68,7°	0,1
99	37°48,570'N	122°30,360'W	68,7°	0,1
100	37°48,606'N	122°30,240'W	68,7°	0,1
101	37°48,642'N	122°30,120'W	68,7°	0,1
102	37°48,678'N	122°30,000'W	68,7°	0,1
103	37°48,714'N	122°29,880'W	68,7°	0,1
104	37°48,750'N	122°29,760'W	68,7°	0,1
105	37°48,786'N	122°29,640'W	68,7°	0,1

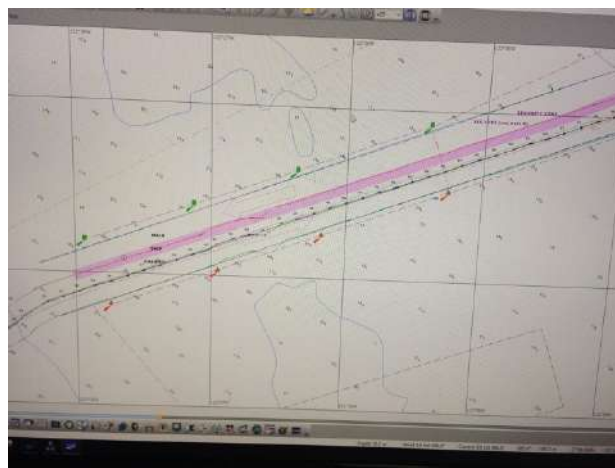
1	2	3	4	5
106	37°48,822'N	122°29,520'W	68,7°	0,1
107	37°48,858'N	122°29,400'W	68,7°	0,1
108	37°48,894'N	122°29,280'W	68,7°	0,1
109	37°48,948'N	122°29,100'W	68,7°	0,15
110	37°48,984'N	122°28,980'W	69,7°	0,1
111	37°49,020'N	122°28,860'W	69,7°	0,1
112	37°49,056'N	122°28,740'W	69,7°	0,1
113	37°49,116'N	122°28,560'W	69,7°	0,18
114	37°49,134'N	122°28,440'W	82,1°	0,11
115	37°49,140'N	122°28,320'W	86,9°	0,1
116	37°49,140'N	122°28,140'W	86,9°	0,1
117	37°49,146'N	122°28,020'W	86,9°	0,1
118	37°49,152'N	122°27,900'W	86,9°	0,1
119	37°49,158'N	122°27,780'W	86,9°	0,1
120	37°49,164'N	122°27,660'W	86,9°	0,1
121	37°49,170'N	122°27,540'W	86,9°	0,1
122	37°49,176'N	122°27,420'W	86,9°	0,1
123	37°49,182'N	122°27,300'W	86,9°	0,1
124	37°49,188'N	122°27,180'W	86,9°	0,1
125	37°49,194'N	122°27,060'W	86,9°	0,1
126	37°49,194'N	122°26,880'W	86,9°	0,1
127	37°49,200'N	122°26,760'W	86,9°	0,1
128	37°49,206'N	122°26,640'W	86,9°	0,1
129	37°49,212'N	122°26,520'W	86,9°	0,1
130	37°49,218'N	122°26,400'W	86,9°	0,1
131	37°49,224'N	122°26,280'W	86,9°	0,1
132	37°49,230'N	122°26,160'W	86,9°	0,1
133	37°49,236'N	122°26,040'W	86,9°	0,1
134	37°49,242'N	122°25,920'W	86,9°	0,1
135	37°49,242'N	122°25,800'W	86,9°	0,1
136	37°49,248'N	122°25,620'W	86,9°	0,1
137	37°49,254'N	122°25,500'W	86,9°	0,1
138	37°49,260'N	122°25,380'W	86,9°	0,1
139	37°49,266'N	122°25,260'W	86,9°	0,1
140	37°49,272'N	122°25,140'W	86,9°	0,1
141	37°49,278'N	122°25,020'W	86,9°	0,1

1	2	3	4	5
142	37°49,284'N	122°24,900'W	86,9°	0,11
143	37°49,290'N	122°24,720'W	87,5°	0,1
144	37°49,290'N	122°24,600'W	87,5°	0,1
145	37°49,296'N	122°24,480'W	87,5°	0,1
146	37°49,302'N	122°24,300'W	87,5°	0,15
147	37°49,296'N	122°24,180'W	96,8°	0,08
148	37°49,278'N	122°24,120'W	103,4°	0,08
149	37°49,248'N	122°24,000'W	107°	0,1
150	37°49,218'N	122°23,880'W	107°	0,1
151	37°49,188'N	122°23,760'W	107°	0,1
152	37°49,158'N	122°23,640'W	107°	0,1
153	37°49,128'N	122°23,520'W	107°	0,1
154	37°49,098'N	122°23,400'W	107°	0,1
155	37°49,068'N	122°23,280'W	107°	0,1
156	37°49,044'N	122°23,160'W	107°	0,1
157	37°49,014'N	122°23,040'W	107°	0,1
158	37°48,978'N	122°22,920'W	107°	0,11
159	37°48,948'N	122°22,800'W	108°	0,1
160	37°48,918'N	122°22,680'W	108°	0,1
161	37°48,888'N	122°22,560'W	108°	0,1
162	37°48,834'N	122°22,320'W	108°	0,17
163	37°48,786'N	122°22,200'W	120°	0,1
164	37°48,720'N	122°22,140'W	128,7°	0,1
165	37°48,642'N	122°22,020'W	137,4°	0,1
166	37°48,720'N	122°22,080'W	137,4°	0,1
167	37°48,804'N	122°22,200'W	141,3°	0,1
168	37°48,726'N	122°22,080'W	141,3°	0,1
169	37°48,648'N	122°22,020'W	141,3°	0,1
170	37°48,570'N	122°21,960'W	141,3°	0,1
171	37°48,432'N	122°21,780'W	141,3°	0,17
172	37°48,366'N	122°21,720'W	128,1°	0,11
173	37°48,312'N	122°21,600'W	118,6°	0,11
174	37°48,282'N	122°21,420'W	109,1°	0,11
175	37°48,258'N	122°21,300'W	99,6°	0,11
176	37°48,258'N	122°21,180'W	90,1°	0,11
177	37°48,276'N	122°21,060'W	80,5°	0,11

1	2	3	4	5
178	37°48,312'N	122°20,940'W	71°	0,11
179	37°48,246'N	122°21,120'W	65,1°	0,17
180	37°48,288'N	122°21,000'W	65,1°	0,1
181	37°48,330'N	122°20,880'W	65,1°	0,1
182	37°48,372'N	122°20,760'W	65,1°	0,1
183	37°48,438'N	122°20,580'W	65,1°	0,17
184	37°48,468'N	122°20,520'W	57,8°	0,05
185	37°48,522'N	122°20,400'W	58,4°	0,1
186	37°48,570'N	122°20,280'W	58,4°	0,1
187	37°48,624'N	122°20,220'W	58,4°	0,1
188	37°48,702'N	122°20,040'W	58,4°	0,15
189	37°48,732'N	122°19,920'W	67,7°	0,08
190	37°48,756'N	122°19,860'W	74,3°	0,08
191	37°48,774'N	122°19,740'W	77,9°	0,1
192	37°48,798'N	122°19,620'W	77,9°	0,1
193	37°48,816'N	122°19,500'W	77,9°	0,1
194	37°48,840'N	122°19,380'W	77,9°	0,1
195	37°48,879'N	122°19,124'W	77,9°	0,19



а)



б)



2)



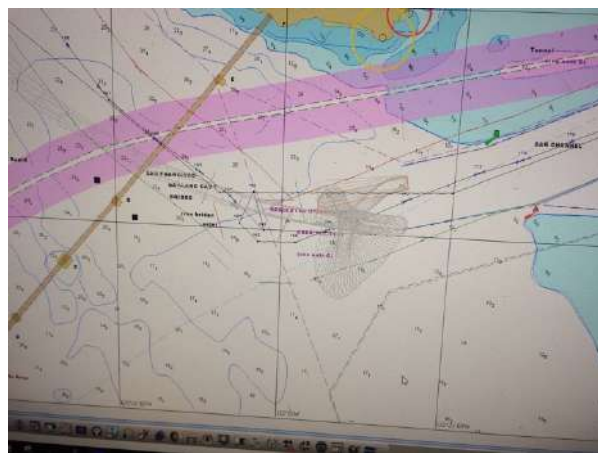
г)



д)



е)



е)

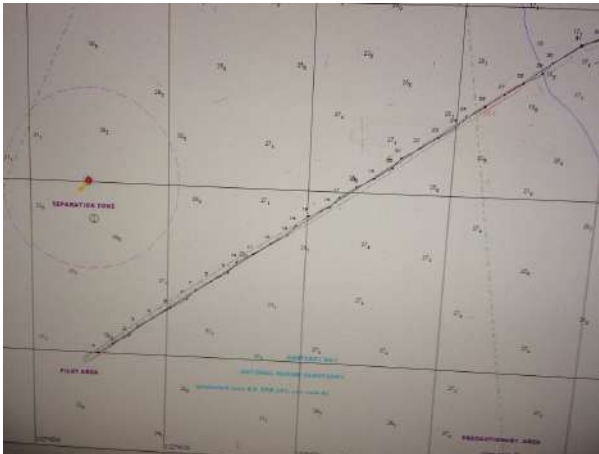


ж)



3)

Рис. Ж.1. Експеримент 1.1 – Траєкторія руху слідування за Судновим лоцманським планом під час заходу до порту Сан-Франциско



а)



б)



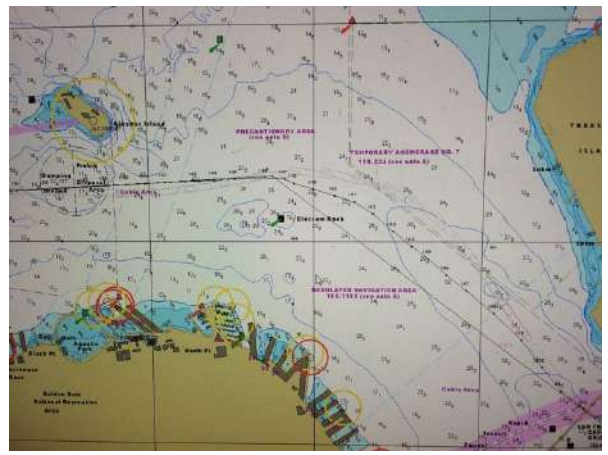
в)



г)



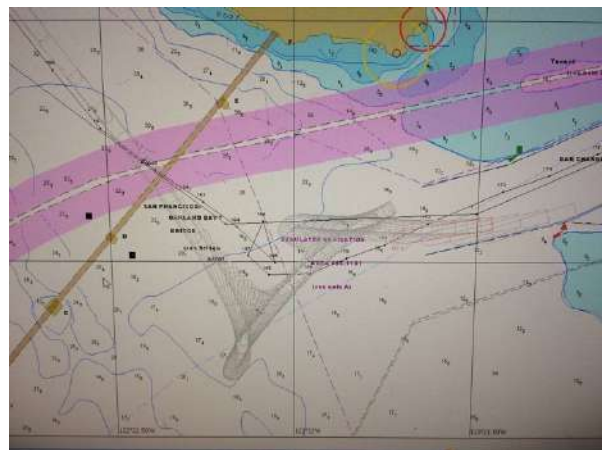
д)



е)



є)



ж)

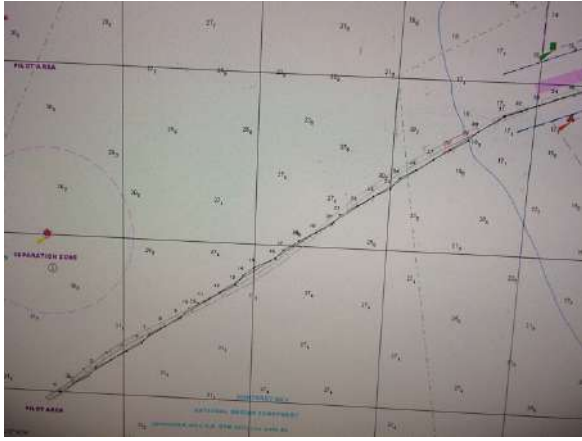


з)

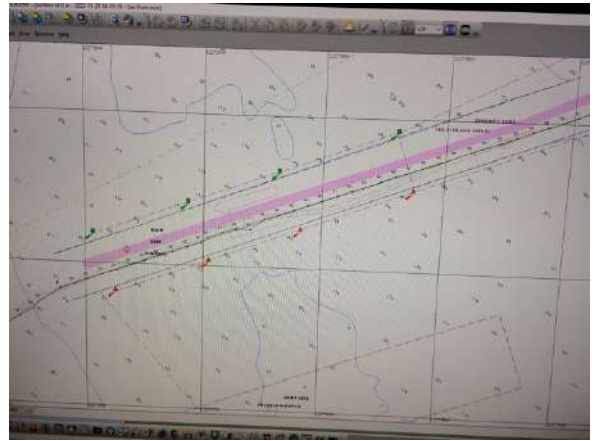


и)

Рис. Ж.2. Експеримент 1.2 – Траєкторія руху слідування за Судновим лоцманським планом під час заходу до порту Сан-Франциско



a)



б)



в)



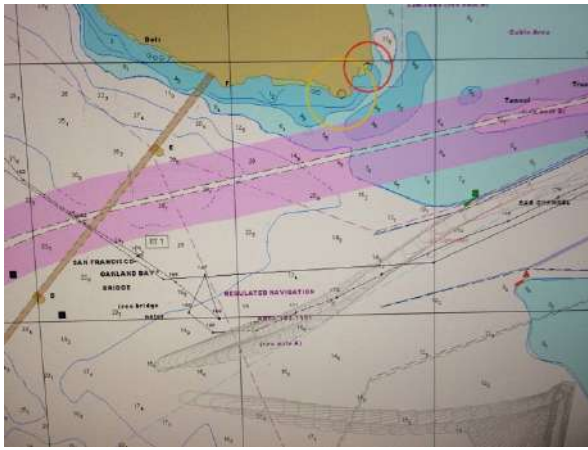
г)



д)



е)



є)

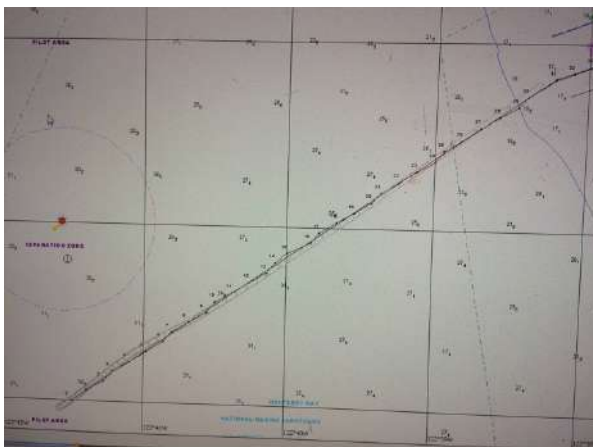


ж)

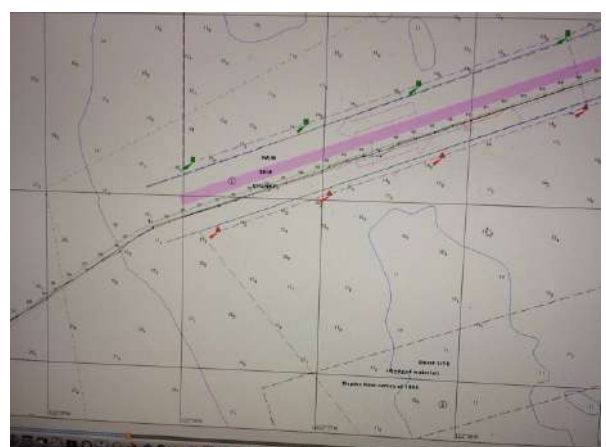


з)

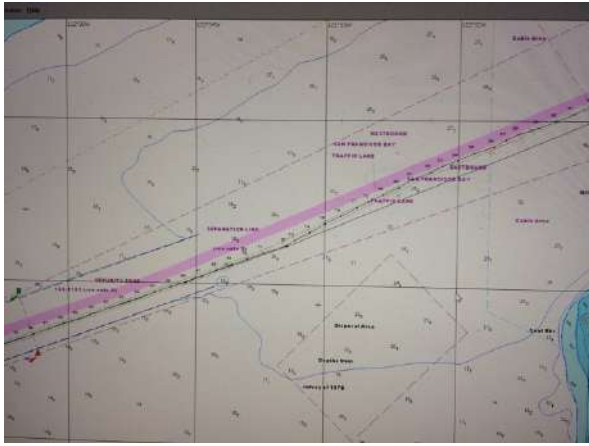
Рис. Ж.3. Експеримент 1.3 – Траєкторія руху слідування за Судновим лоцманським планом під час заходу до порту Сан-Франциско



а)



б)



а)



г)



д)



е)



е)



ж)

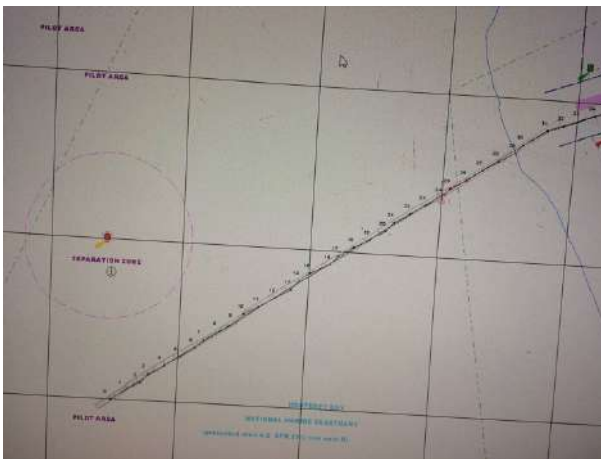


3)

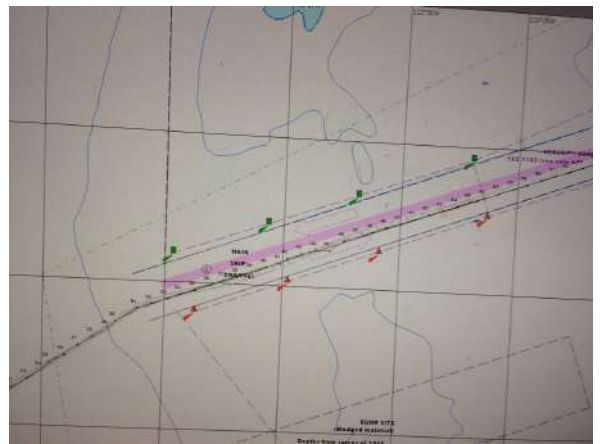


и)

Рис. Ж.4. Експеримент 1.4 – Траєкторія руху слідування за Судновим лоцманським планом під час заходу до порту Сан-Франциско



а)



б)



в)



г)



д)



е)



е)



ж)

Рис. Ж.5. Експеримент 1.5 – Траєкторія руху слідування за Судновим лоцманським планом під час заходу до порту Сан-Франциско

Таблиця Ж.2

ТТ для виходу з порту Сан-Франциско

TP	Lat	Long	Course	Distance
1	2	3	4	5
0	37°48,879'N	122°19,125'W	0	0
1	37°48,816'N	122°19,260'W	241°	0,14
2	37°48,780'N	122°19,380'W	245,4°	0,09
3	37°48,756'N	122°19,500'W	254,2°	0,09
4	37°48,744'N	122°19,620'W	262,9°	0,09
5	37°48,732'N	122°19,800'W	266,8°	0,14
6	37°48,720'N	122°19,920'W	262,0°	0,1
7	37°48,690'N	122°20,040'W	252,7°	0,1
8	37°48,648'N	122°20,160'W	243,3°	0,1

1	2	3	4	5
9	37°48,594'N	122°20,280'W	239,2°	0,1
10	37°48,546'N	122°20,340'W	239,2°	0,1
11	37°48,492'N	122°20,460'W	239,2°	0,1
12	37°48,432'N	122°20,580'W	239,2°	0,12
13	37°48,402'N	122°20,700'W	242,6°	0,07
14	37°48,360'N	122°20,810'W	245,7°	0,1
15	37°48,318'N	122°20,940'W	245,7°	0,1
16	37°48,276'N	122°21,000'W	245,7°	0,1
17	37°48,198'N	122°21,240'W	245,7°	0,19
18	37°48,162'N	122°21,360'W	250,9°	0,11
19	37°48,150'N	122°21,480'W	261°	0,11
20	37°48,138'N	122°21,720'W	265,7°	0,16
21	37°48,132'N	122°21,900'W	267,8°	0,14
22	37°48,138'N	122°21,960'W	280°	0,06
23	37°48,162'N	122°22,020'W	289,5°	0,06
24	37°48,192'N	122°22,080'W	299°	0,06
25	37°48,246'N	122°22,200'W	303,4°	0,1
26	37°48,300'N	122°22,320'W	303,4°	0,1
27	37°48,354'N	122°22,440'W	303,4°	0,1
28	37°48,414'N	122°22,500'W	303,4°	0,1
29	37°48,468'N	122°22,620'W	303,4°	0,1
30	37°48,522'N	122°22,740'W	303,4°	0,1
31	37°48,576'N	122°22,860'W	303,4°	0,1
32	37°48,630'N	122°22,920'W	303,4°	0,1
33	37°48,690'N	122°23,040'W	303,4°	0,1
34	37°48,744'N	122°23,160'W	303,4°	0,1
35	37°48,798'N	122°23,280'W	303,4°	0,1
36	37°48,852'N	122°23,340'W	303,4°	0,1
37	37°48,906'N	122°23,460'W	303,4°	0,1
38	37°48,960'N	122°23,580'W	303,4°	0,1
39	37°49,020'N	122°23,700'W	303,4°	0,1
40	37°49,074'N	122°23,760'W	303,4°	0,1
41	37°49,128'N	122°23,880'W	303,4°	0,1
42	37°49,182'N	122°24,000'W	303,4°	0,1
43	37°49,236'N	122°24,120'W	303,4°	0,1
44	37°49,296'N	122°24,180'W	303,4°	0,1

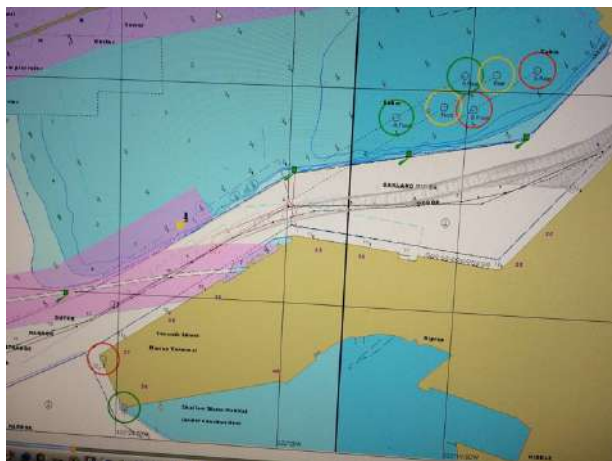
1	2	3	4	5
45	37°49,350'N	122°24,300'W	303,4°	0,1
46	37°49,404'N	122°24,420'W	303,4°	0,1
47	37°14,580'N	122°24,540'W	303,4°	0,1
48	37°49,512'N	122°24,600'W	303,4°	0,1
49	37°49,572'N	122°24,720'W	303,4°	0,1
50	37°49,626'N	122°24,840'W	303,4°	0,1
51	37°49,680'N	122°24,960'W	303,4°	0,1
52	37°49,734'N	122°25,020'W	303,4°	0,1
53	37°49,842'N	122°25,260'W	303,4°	0,19
54	37°49,914'N	122°25,380'W	301,2°	0,14
55	37°49,932'N	122°25,440'W	288,6°	0,06
56	37°49,944'N	122°25,560'W	278,7°	0,06
57	37°49,938'N	122°25,620'W	268,7°	0,06
58	37°49,926'N	122°25,680'W	258,8°	0,06
59	37°49,902'N	122°25,800'W	254,4°	0,1
60	37°49,872'N	122°25,980'W	254,4°	0,1
61	37°49,848'N	122°26,100'W	254,4°	0,1
62	37°49,818'N	122°26,220'W	254,4°	0,1
63	37°49,794'N	122°26,340'W	254,4°	0,1
64	37°49,764'N	122°26,460'W	254,4°	0,1
65	37°49,740'N	122°26,580'W	254,4°	0,1
66	37°49,710'N	122°26,700'W	254,4°	0,1
67	37°49,686'N	122°26,820'W	254,4°	0,1
68	37°49,656'N	122°26,940'W	254,4°	0,1
69	37°49,632'N	122°27,060'W	254,4°	0,1
70	37°49,602'N	122°27,180'W	254,4°	0,1
71	37°49,578'N	122°27,300'W	254,4°	0,1
72	37°49,548'N	122°27,420'W	254,4°	0,1
73	37°49,524'N	122°27,540'W	254,4°	0,1
74	37°49,494'N	122°27,660'W	254,4°	0,1
75	37°49,470'N	122°27,780'W	254,4°	0,1
76	37°49,440'N	122°27,900'W	254,4°	0,1
77	37°49,416'N	122°28,020'W	254,4°	0,1
78	37°49,386'N	122°28,140'W	254,4°	0,1
79	37°49,362'N	122°28,260'W	254,4°	0,1
80	37°49,332'N	122°28,380'W	254,4°	0,1

1	2	3	4	5
81	37°49,308'N	122°28,500'W	254,4°	0,1
82	37°49,278'N	122°28,620'W	254,4°	0,1
83	37°49,254'N	122°28,740'W	254,4°	0,1
84	37°48,198'N	122°28,980'W	254,4°	0,19
85	37°49,182'N	122°29,040'W	251,5°	0,06
86	37°49,164'N	122°29,100'W	246°	0,06
87	37°49,116'N	122°29,220'W	243,4°	0,1
88	37°49,074'N	122°29,340'W	243,4°	0,1
89	37°49,026'N	122°29,460'W	243,4°	0,1
90	37°48,984'N	122°29,580'W	243,4°	0,1
91	37°48,936'N	122°29,700'W	243,4°	0,1
92	37°48,894'N	122°29,760'W	243,4°	0,1
93	37°48,846'N	122°29,880'W	243,4°	0,1
94	37°48,804'N	122°30,000'W	243,4°	0,1
95	37°48,756'N	122°30,120'W	243,4°	0,1
96	37°48,714'N	122°30,240'W	243,4°	0,1
97	37°48,666'N	122°30,360'W	243,4°	0,1
98	37°48,624'N	122°30,480'W	243,4°	0,1
99	37°48,576'N	122°30,600'W	243,4°	0,1
100	37°48,534'N	122°30,660'W	243,4°	0,1
101	37°48,486'N	122°30,780'W	243,4°	0,1
102	37°48,444'N	122°30,900'W	243,4°	0,1
103	37°48,402'N	122°31,020'W	243,4°	0,1
104	37°48,336'N	122°31,200'W	243,4°	0,15
105	37°48,324'N	122°31,200'W	244,5°	0,02
106	37°48,282'N	122°31,320'W	245,4°	0,1
107	37°48,240'N	122°31,440'W	245,4°	0,1
108	37°48,198'N	122°31,560'W	245,4°	0,1
109	37°48,156'N	122°31,680'W	245,4°	0,1
110	37°48,114'N	122°31,800'W	245,4°	0,1
111	37°48,078'N	122°31,920'W	245,4°	0,1
112	37°48,036'N	122°32,040'W	245,4°	0,1
113	37°47,994'N	122°32,100'W	245,4°	0,1
114	37°47,952'N	122°32,220'W	245,4°	0,1
115	37°47,910'N	122°32,340'W	245,4°	0,1
116	37°47,868'N	122°32,460'W	245,4°	0,1

1	2	3	4	5
117	37°47,826'N	122°32,580'W	245,4°	0,1
118	37°47,784'N	122°32,700'W	245,4°	0,1
119	37°47,742'N	122°32,820'W	245,4°	0,1
120	37°47,700'N	122°32,940'W	245,4°	0,1
121	37°47,658'N	122°33,060'W	245,4°	0,1
122	37°47,616'N	122°33,180'W	245,4°	0,1
123	37°47,574'N	122°33,300'W	245,4°	0,1
124	37°47,532'N	122°33,420'W	245,4°	0,1
125	37°47,490'N	122°33,480'W	245,4°	0,1
126	37°47,448'N	122°33,600'W	245,4°	0,1
127	37°47,406'N	122°33,720'W	245,4°	0,1
128	37°47,364'N	122°33,840'W	245,4°	0,1
129	37°47,322'N	122°33,960'W	245,4°	0,1
130	37°47,280'N	122°34,080'W	245,4°	0,1
131	37°47,238'N	122°34,200'W	245,4°	0,1
132	37°47,202'N	122°34,320'W	245,4°	0,1
133	37°47,160'N	122°34,440'W	245,4°	0,1
134	37°47,118'N	122°34,560'W	245,4°	0,1
135	37°47,076'N	122°34,680'W	245,4°	0,1
136	37°47,034'N	122°34,740'W	245,4°	0,1
137	37°46,992'N	122°34,860'W	245,4°	0,1
138	37°46,950'N	122°34,980'W	245,4°	0,1
139	37°46,908'N	122°35,100'W	245,4°	0,1
140	37°46,836'N	122°35,340'W	245,4°	0,18
141	37°46,818'N	122°35,400'W	247,9°	0,05
142	37°46,782'N	122°35,520'W	250,2°	0,1
143	37°46,746'N	122°35,580'W	250,2°	0,1
144	37°46,716'N	122°35,700'W	250,2°	0,1
145	37°46,680'N	122°35,820'W	250,2°	0,1
146	37°46,644'N	122°35,940'W	250,2°	0,1
147	37°46,614'N	122°36,060'W	250,2°	0,1
148	37°46,578'N	122°36,180'W	250,2°	0,1
149	37°46,542'N	122°36,300'W	250,2°	0,1
150	37°46,512'N	122°36,420'W	250,2°	0,1
151	37°46,476'N	122°36,540'W	250,2°	0,1
152	37°46,440'N	122°36,660'W	250,2°	0,1

1	2	3	4	5
153	37°46,410'N	122°36,780'W	250,2°	0,1
154	37°46,374'N	122°36,900'W	250,2°	0,1
155	37°46,338'N	122°37,020'W	250,2°	0,1
156	37°46,308'N	122°37,140'W	250,2°	0,1
157	37°46,272'N	122°37,260'W	250,2°	0,1
158	37°46,242'N	122°37,380'W	250,2°	0,1
159	37°46,206'N	122°37,500'W	250,2°	0,1
160	37°46,170'N	122°37,620'W	250,2°	0,1
161	37°46,140'N	122°37,740'W	250,2°	0,1
162	37°46,104'N	122°37,860'W	250,2°	0,1
163	37°46,068'N	122°37,980'W	250,2°	0,1
164	37°46,032'N	122°38,100'W	250,2°	0,1
165	37°46,008'N	122°38,220'W	255°	0,1
166	37°46,002'N	122°38,340'W	264,4°	0,1
167	37°45,996'N	122°38,460'W	268,7°	0,1
168	37°45,996'N	122°38,580'W	268,7°	0,1
169	37°45,990'N	122°38,700'W	268,7°	0,1
170	37°45,990'N	122°38,880'W	268,7°	0,1
171	37°45,990'N	122°39,000'W	268,7°	0,1
172	37°45,984'N	122°39,120'W	268,7°	0,1
173	37°45,984'N	122°39,240'W	268,7°	0,1
174	37°45,984'N	122°39,360'W	268,7°	0,1
175	37°45,978'N	122°39,480'W	268,7°	0,1
176	37°45,978'N	122°39,600'W	268,7°	0,1
177	37°45,972'N	122°39,720'W	268,7°	0,1
178	37°45,972'N	122°39,840'W	268,7°	0,1
179	37°45,972'N	122°39,960'W	268,7°	0,1
180	37°45,966'N	122°40,140'W	268,7°	0,1
181	37°45,966'N	122°40,260'W	268,7°	0,1
182	37°45,966'N	122°40,380'W	268,7°	0,1
183	37°45,960'N	122°40,500'W	268,7°	0,1
184	37°45,960'N	122°40,620'W	268,7°	0,1
185	37°45,954'N	122°40,740'W	268,7°	0,1
186	37°45,954'N	122°40,860'W	268,7°	0,1
187	37°45,954'N	122°40,980'W	268,7°	0,1
188	37°45,948'N	122°41,100'W	268,7°	0,1

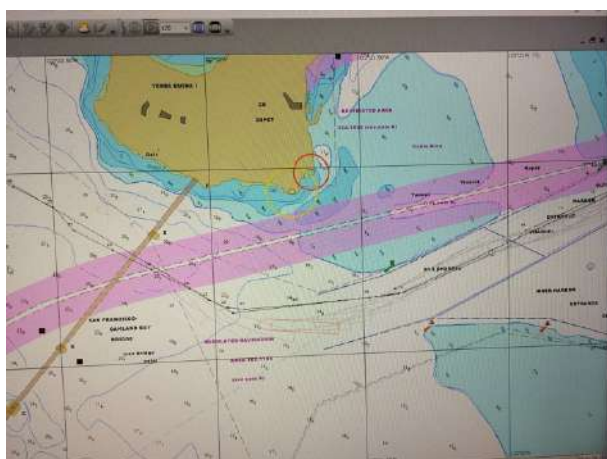
1	2	3	4	5
189	37°45,948'N	122°41,220'W	268,7°	0,1
190	37°45,948'N	122°41,400'W	268,7°	0,1
191	37°45,942'N	122°41,564'W	268,7°	0,16



а)



б)



в)



г)



д)



е)

[illegible]

The map is a hand-drawn diagram on a grid background. A thick pink line runs diagonally from the bottom-left towards the top-right. Along this line, there are several green and red markers. To the right of the pink line, there is a large area labeled 'SAN FRANCISCO' and 'TRAPING LAND'. Below the pink line, there is a smaller area labeled 'SAN FRANCISCO' and 'TRAPING LAND'. The map also shows a 'BIOLOGICAL AREA' and a 'WATER BODY'.

A hand-drawn map of a coastal area, likely a beach or dune system. The map features a grid of latitude and longitude coordinates. A prominent pink shaded area is labeled "DUNE" and "SAND". A dashed line runs diagonally across the map, with green and red markers along it. A solid line runs horizontally across the middle. The map is titled "DUNE" and "SAND" in large letters. At the bottom right, there is a note: "DUNE SIDE" and "DUNE SIDE".

6)



2)



r)



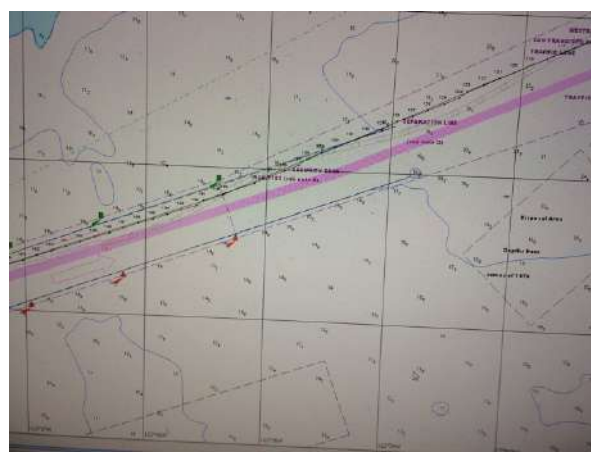
d)



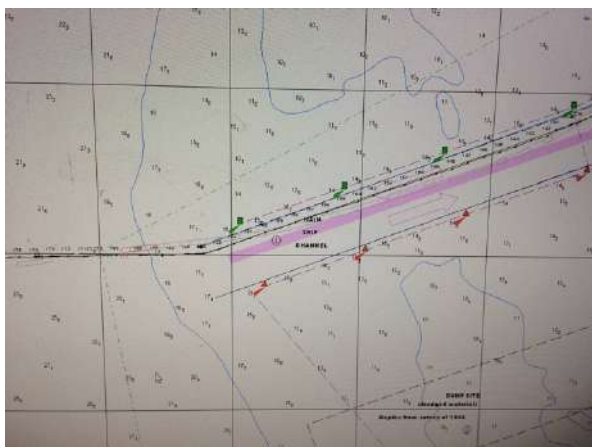
e)



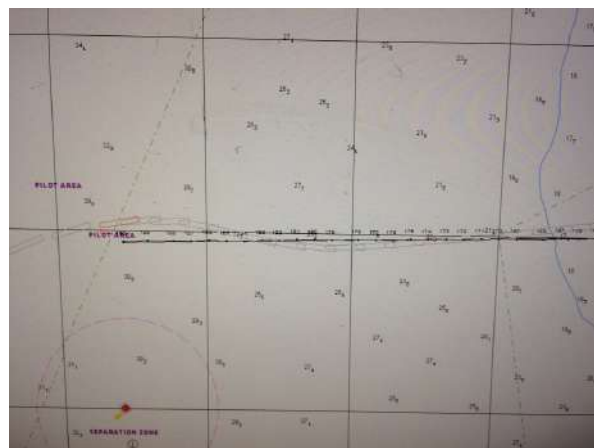
e)



ж)



з)



и)

Рис. Ж.7. Експеримент 2.2 – Траєкторія руху слідування за Судновим лоцманським планом під час виходу з порту Сан-Франциско



а)



б)



в)



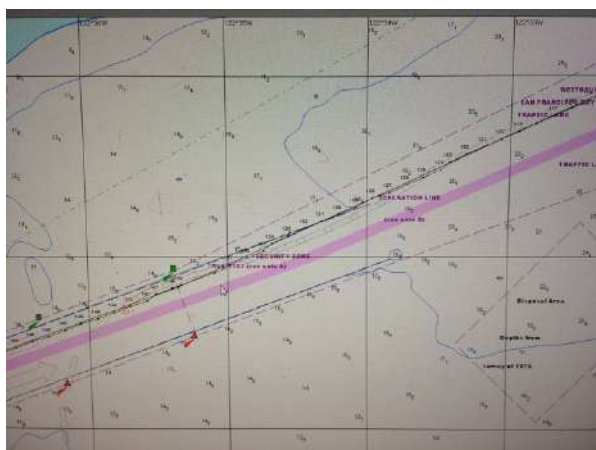
г)



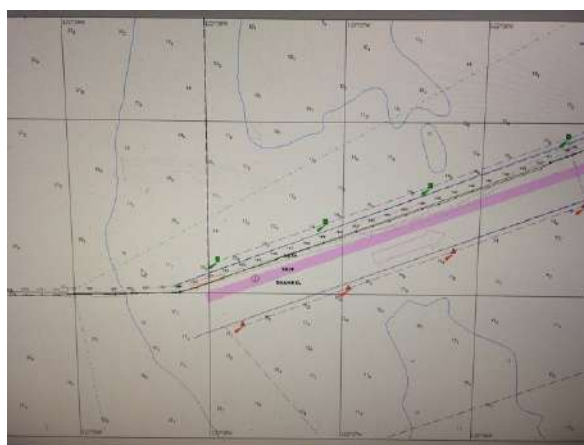
д)



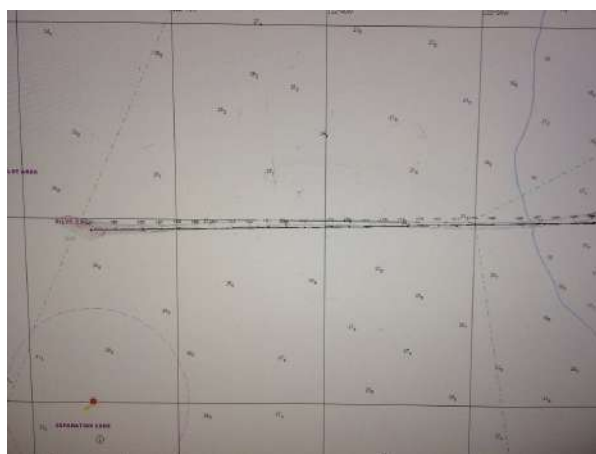
е)



е)

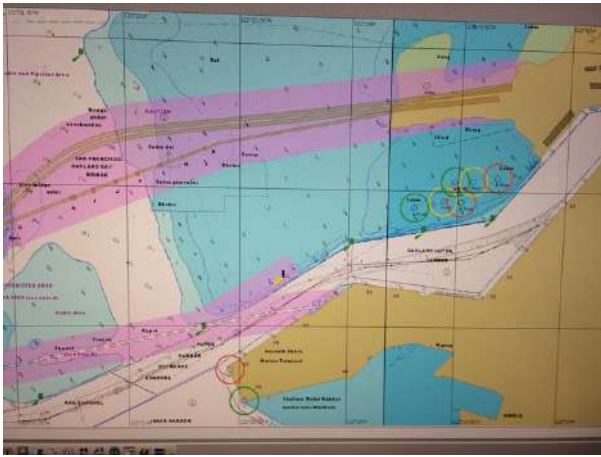


ж)



з)

Рис. Ж.8. Експеримент 2.3 – Траєкторія руху слідування за Судновим лоцманським планом під час виходу з порту Сан-Франциско



a)



b)



c)



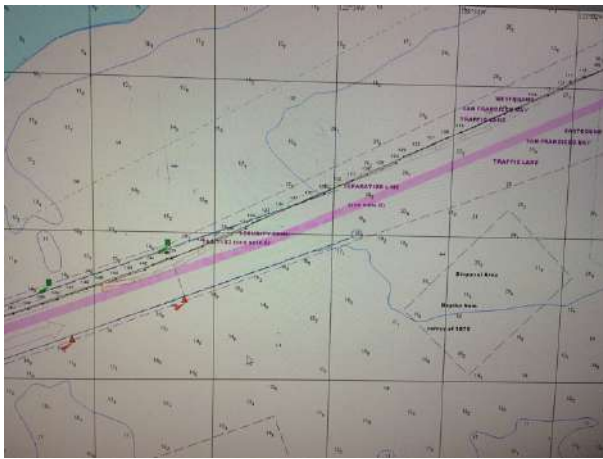
d)



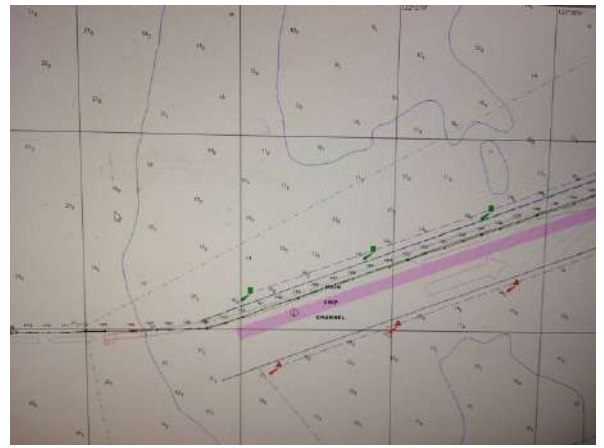
e)



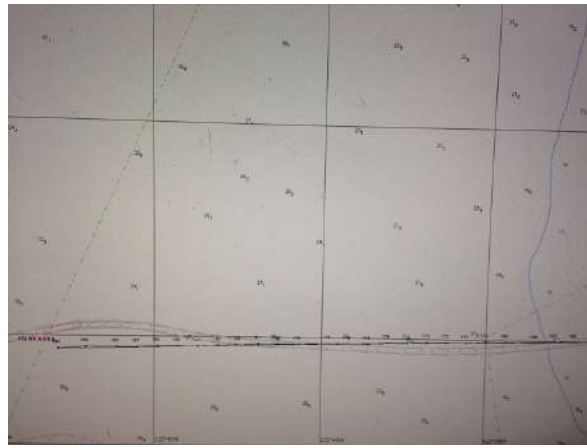
f)



є)

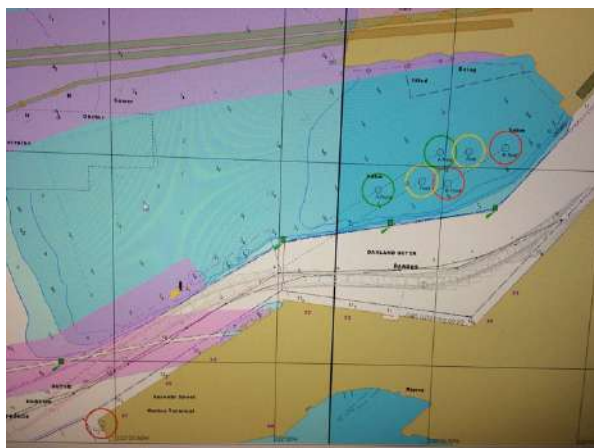


ж)



з)

Рис. Ж.9. Експеримент 2.4 – Траєкторія руху слідування за Судновим лоцманським планом під час виходу з порту Сан-Франциско



а)



б)



2)



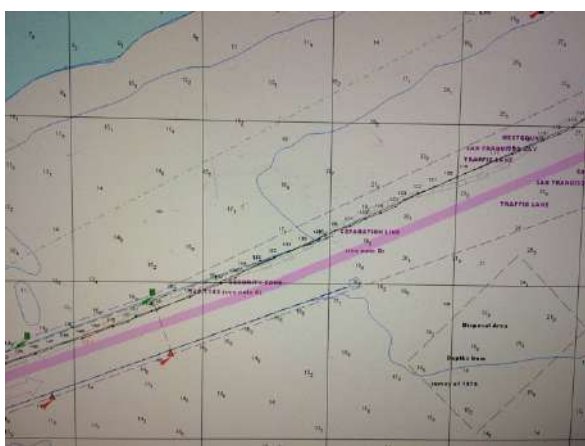
r)



d)



e)



e)



ж)



3)

*Рис. Ж.10. Експеримент 2.5 – Траєкторія руху слідування за Судновим
лоцманським планом під час виходу з порту Сан-Франциско*

Таблиця Ж.3

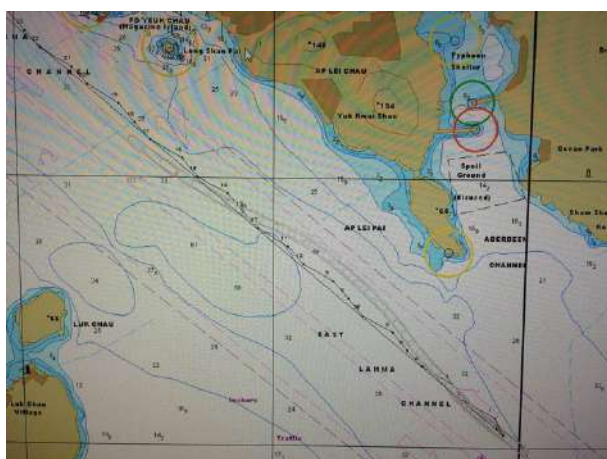
ТТ для заходу до порту Гонконг

<i>TP</i>	<i>Lat</i>	<i>Long</i>	<i>Course</i>	<i>Distance</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
0	22°13,050'N	114°09,933'E	0	0
1	22°13,116'N	114°09,090'E	309,4°	0,1
2	22°13,176'N	114°09,780'E	309,4°	0,1
3	22°13,242'N	114°09,720'E	309,4°	0,1
4	22°13,308'N	114°09,600'E	309,4°	0,1
5	22°13,368'N	114°09,540'E	309,4°	0,1
6	22°13,434'N	114°09,480'E	309,4°	0,1
7	22°13,494'N	114°09,360'E	309,4°	0,1
8	22°13,560'N	114°09,300'E	309,4°	0,1
9	22°13,626'N	114°09,240'E	309,4°	0,1
10	22°13,686'N	114°09,120'E	309,4°	0,1
11	22°13,752'N	114°09,060'E	309,4°	0,1
12	22°13,818'N	114°08,940'E	309,4°	0,1
13	22°13,878'N	114°08,880'E	309,4°	0,1
14	22°13,944'N	114°08,820'E	309,4°	0,1
15	22°14,004'N	114°08,700'E	309,4°	0,1
16	22°14,070'N	114°08,640'E	309,4°	0,1
17	22°14,136'N	114°08,520'E	309,4°	0,1
18	22°14,196'N	114°08,460'E	309,4°	0,1

1	2	3	4	5
19	22°14,262'N	114°08,400'E	309,4°	0,1
20	22°14,328'N	114°08,280'E	309,4°	0,1
21	22°14,388'N	114°08,220'E	309,4°	0,1
22	22°14,454'N	114°08,010'E	309,4°	0,1
23	22°14,514'N	114°08,040'E	309,4°	0,1
24	22°14,580'N	114°07,980'E	309,4°	0,1
25	22°14,646'N	114°07,860'E	309,4°	0,1
26	22°14,706'N	114°07,800'E	309,4°	0,1
27	22°14,6772'N	114°07,740'E	309,4°	0,1
28	22°14,856'N	114°07,620'E	309,4°	0,14
29	22°14,910'N	114°07,560'E	313,4°	0,08
30	22°14,976'N	114°07,500'E	321°	0,08
31	22°15,042'N	114°07,440'E	328,7°	0,08
32	22°15,132'N	114°07,380'E	332°	0,1
33	22°15,222'N	114°07,320'E	332°	0,1
34	22°15,312'N	114°07,260'E	332°	0,1
35	22°15,402'N	114°07,260'E	332°	0,1
36	22°15,486'N	114°07,200'E	332°	0,1
37	22°15,576'N	114°07,140'E	332°	0,1
38	22°15,666'N	114°07,080'E	332°	0,1
39	22°15,756'N	114°07,020'E	332°	0,1
40	22°15,840'N	114°06,960'E	332°	0,1
41	22°15,930'N	114°06,960'E	332°	0,1
42	22°16,020'N	114°06,900'E	332°	0,1
43	22°16,110'N	114°06,840'E	332°	0,1
44	22°16,194'N	114°06,780'E	332°	0,1
45	22°16,284'N	114°06,720'E	332°	0,1
46	22°16,374'N	114°06,660'E	332°	0,1
47	22°16,464'N	114°06,600'E	332°	0,1
48	22°16,554'N	114°06,600'E	332°	0,1
49	22°16,638'N	114°06,540'E	332°	0,1
50	22°16,728'N	114°06,480'E	332°	0,1
51	22°16,818'N	114°06,420'E	332°	0,1
52	22°16,908'N	114°06,360'E	332°	0,1
53	22°16,992'N	114°06,300'E	332°	0,1
54	22°17,082'N	114°06,300'E	332°	0,1

1	2	3	4	5
55	22°17,172'N	114°06,240'E	332°	0,1
56	22°17,262'N	114°06,180'E	332°	0,1
57	22°17,346'N	114°06,120'E	332°	0,1
58	22°17,436'N	114°06,060'E	332°	0,1
59	22°17,526'N	114°06,000'E	332°	0,1
60	22°17,670'N	114°05,940'E	332°	0,16
61	22°17,742'N	114°05,880'E	335,8°	0,08
62	22°17,814'N	114°05,880'E	343,3°	0,08
63	22°17,892'N	114°05,880'E	350,7°	0,08
64	22°17,994'N	114°05,880'E	354°	0,1
65	22°18,096'N	114°05,820'E	354°	0,1
66	22°18,192'N	114°05,820'E	354°	0,1
67	22°18,294'N	114°05,820'E	354°	0,1
68	22°18,390'N	114°05,820'E	354°	0,1
69	22°18,588'N	114°05,760'E	354°	0,2
70	22°18,720'N	114°05,760'E	355,8°	0,13
71	22°18,774'N	114°05,760'E	6,8°	0,05
72	22°18,828'N	114°05,820'E	15,3°	0,05
73	22°18,876'N	114°05,820'E	23,9°	0,05
74	22°18,924'N	114°05,880'E	32,4°	0,05
75	22°18,966'N	114°05,880'E	40,9°	0,05
76	22°19,062'N	114°06,000'E	44,7°	0,14
77	22°19,116'N	114°06,060'E	48,7°	0,08
78	22°19,164'N	114°06,120'E	56,6°	0,08
79	22°19,212'N	114°06,240'E	60,2°	0,1
80	22°19,278'N	114°06,360'E	60,2°	0,13
81	22°19,308'N	114°06,420'E	63,6°	0,07
82	22°19,332'N	114°06,480'E	70,3°	0,07
83	22°19,362'N	114°06,600'E	73,4°	0,1
84	22°19,392'N	114°06,720'E	73,4°	0,1
85	22°19,422'N	114°06,780'E	73,4°	0,1
86	22°19,452'N	114°06,900'E	73,4°	0,1
87	22°19,476'N	114°07,020'E	73,4°	0,1
88	22°19,506'N	114°07,140'E	73,4°	0,1
89	22°19,536'N	114°07,200'E	73,4°	0,1
90	22°19,566'N	114°07,320'E	73,4°	0,1

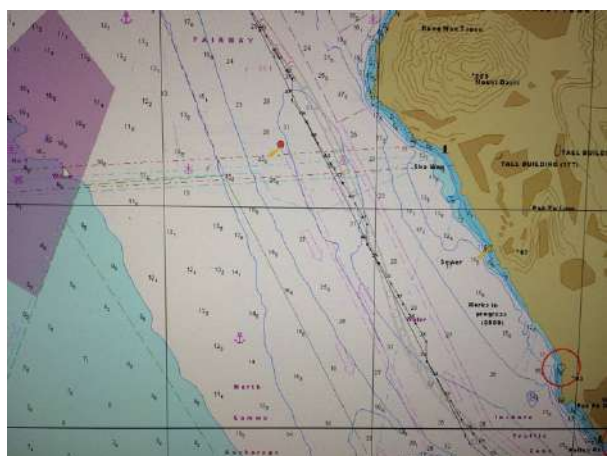
1	2	3	4	5
91	22°19,590'N	114°07,440'E	73,4°	0,1
92	22°19,620'N	114°07,500'E	73,4°	0,1
93	22°19,650'N	114°07,620'E	73,4°	0,11
94	22°19,686'N	114°07,740'E	68,7°	0,1
95	22°19,740'N	114°07,800'E	59,4°	0,1
96	22°19,757'N	114°07,842'E	55,1°	0,03



a)



б)



в)



г)

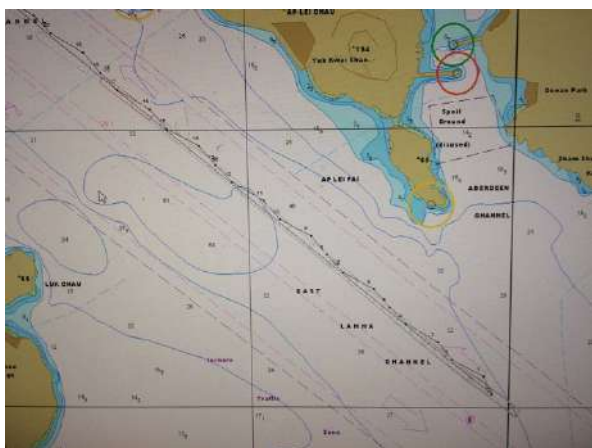


д)



е)

Рис. Ж.11. Експеримент 3.1 – Траєкторія руху слідування за Судновим лоцманським планом під час заходу до порту Гонконг



а)



б)



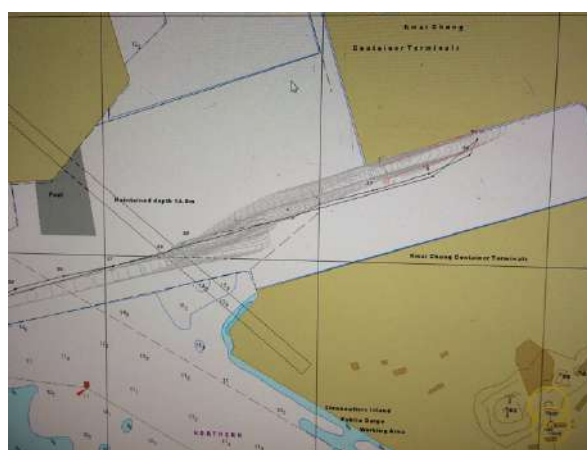
з)



т)



д)



е)

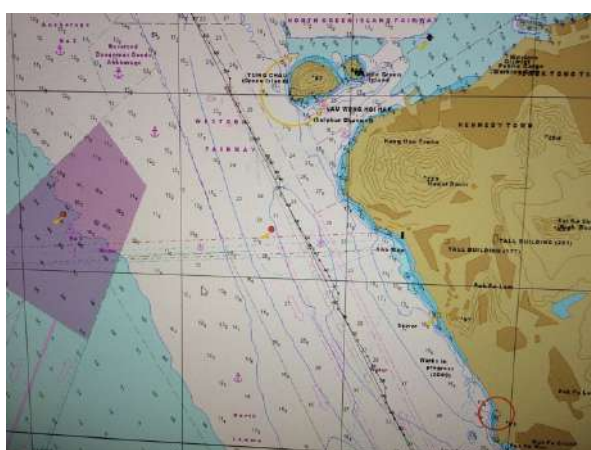
Рис. Ж.12. Експеримент 3.2 – Траєкторія руху слідування за Судновим лоцманським планом під час заходу до порту Гонконг



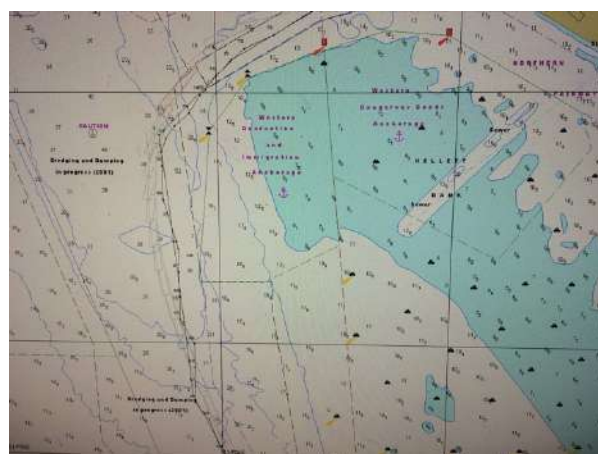
а)



б)



в)



г)

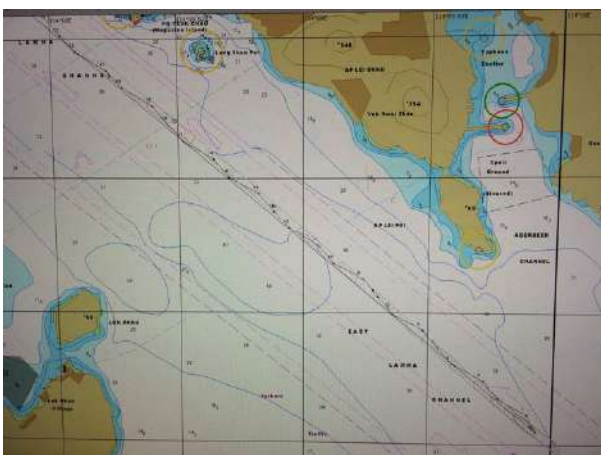


д)



е)

Рис. Ж.13. Експеримент 3.3 – Траєкторія руху слідування за Судновим лоцманським планом під час заходу до порту Гонконг



а)



б)



в)



г)

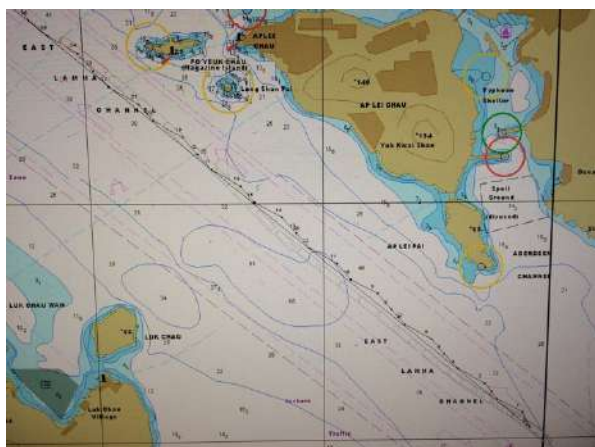


d)



e)

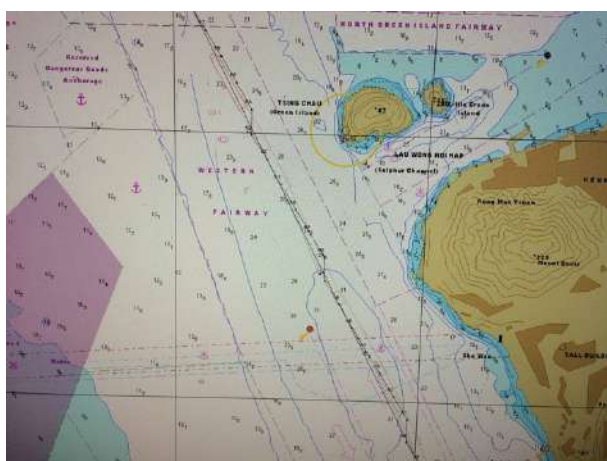
Рис. Ж.14. Експеримент 3.4 – Траєкторія руху слідування за Судновим лоцманським планом під час заходу до порту Гонконг



a)



б)



в)



г)



д)



е)

Рис. Ж.15. Експеримент 3.5 – Траєкторія руху слідування за Судновим лоцманським планом під час заходу до порту Гонконг

Таблиця Ж.4

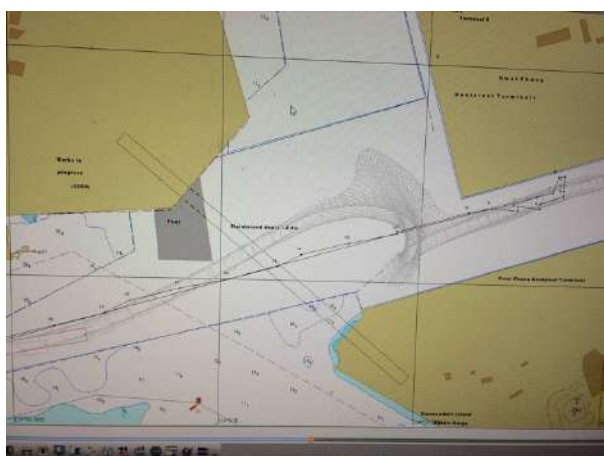
ТТ для виходу з порту Гонконг

TP	Lat	Long	Course	Distance
1	2	3	4	5
0	22°19,757'N	114°07,844'E	0	0
1	22°19,860'N	114°07,860'E	0	0,1
2	22°20,010'N	114°07,860'E	0	0,15
3	22°19,884'N	114°07,860'E	181,6°	0,13
4	22°19,842'N	114°07,860'E	194,1°	0,04
5	22°19,800'N	114°07,800'E	203,5°	0,04
6	22°19,764'N	114°07,800'E	212,8°	0,04
7	22°19,734'N	114°07,740'E	222,2°	0,04
8	22°19,704'N	114°07,740'E	231,6°	0,04
9	22°19,686'N	114°07,680'E	241°	0,04
10	22°19,668'N	114°07,620'E	250,4°	0,04
11	22°19,620'N	114°07,440'E	255,4°	0,19
12	22°19,614'N	114°07,440'E	254,3°	0,02
13	22°19,590'N	114°07,320'E	253,5°	0,1
14	22°19,560'N	114°07,200'E	253,5°	0,1
15	22°19,530'N	114°07,140'E	253,5°	0,1
16	22°19,500'N	114°07,020'E	253,5°	0,1
17	22°19,476'N	114°06,900'E	253,5°	0,1
18	22°19,446'N	114°06,780'E	253,5°	0,1

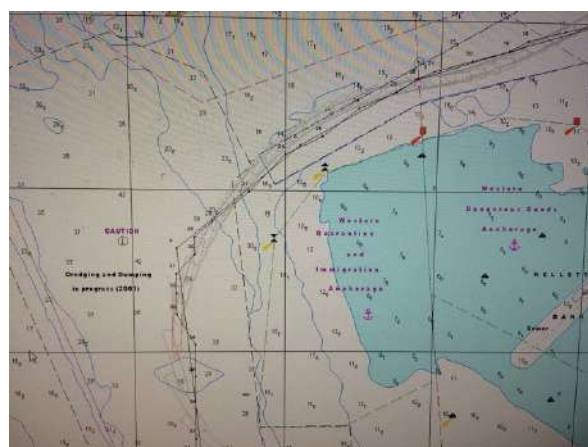
1	2	3	4	5
19	22°19,416'N	114°06,720'E	253,5°	0,1
20	22°19,386'N	114°06,600'E	253,5°	0,1
21	22°19,356'N	114°06,480'E	253,5°	0,1
22	22°19,332'N	114°06,420'E	249,8°	0,07
23	22°19,296'N	114°06,360'E	242,7°	0,08
24	22°19,248'N	114°06,240'E	239,4°	0,1
25	22°19,164'N	114°06,120'E	239,4°	0,17
26	22°19,110'N	114°06,000'E	235°	0,09
27	22°18,996'N	114°05,880'E	230,9°	0,18
28	22°18,906'N	114°05,760'E	228,7°	0,14
29	22°18,858'N	114°05,700'E	216,6°	0,06
30	22°18,804'N	114°05,700'E	207°	0,08
31	22°18,744'N	114°05,640'E	197,5°	0,11
32	22°18,684'N	114°05,640'E	187,9°	0,1
33	22°18,618'N	114°05,640'E	178,4°	0,07
34	22°18,522'N	114°05,700'E	174,2°	0,1
35	22°18,420'N	114°05,700'E	174,2°	0,1
36	22°18,318'N	114°05,700'E	174,2°	0,1
37	22°18,222'N	114°05,700'E	174,2°	0,1
38	22°18,120'N	114°05,700'E	174,2°	0,1
39	22°18,024'N	114°05,700'E	174,2°	0,1
40	22°17,922'N	114°05,760'E	174,2°	0,1
41	22°17,808'N	114°05,760'E	174,2°	0,11
42	22°17,724'N	114°05,760'E	169,9°	0,09
43	22°17,640'N	114°05,820'E	161,6°	0,09
44	22°17,544'N	114°05,820'E	157,7°	0,1
45	22°17,454'N	114°05,880'E	157,7°	0,1
46	22°17,364'N	114°06,940'E	157,7°	0,1
47	22°17,268'N	114°05,940'E	157,7°	0,1
48	22°17,178'N	114°06,000'E	157,7°	0,1
49	22°17,082'N	114°06,060'E	157,7°	0,1
50	22°16,992'N	114°06,060'E	157,7°	0,1
51	22°16,896'N	114°06,120'E	157,7°	0,1
52	22°16,806'N	114°06,180'E	157,7°	0,1
53	22°16,710'N	114°06,180'E	157,7°	0,1
54	22°16,620'N	114°06,240'E	157,7°	0,1

1	2	3	4	5
55	22°16,524'N	114°06,300'E	157,7°	0,1
56	22°16,434'N	114°06,300'E	157,7°	0,1
57	22°16,338'N	114°06,360'E	157,7°	0,1
58	22°16,242'N	114°06,420'E	157,7°	0,11
59	22°16,206'N	114°06,420'E	155,8°	0,04
60	22°16,116'N	114°06,480'E	154,1°	0,1
61	22°16,026'N	114°06,540'E	154,1°	0,1
62	22°15,936'N	114°06,600'E	154,1°	0,1
63	22°15,846'N	114°06,600'E	154,1°	0,1
64	22°15,756'N	114°06,660'E	154,1°	0,1
65	22°15,666'N	114°06,720'E	154,1°	0,1
66	22°15,576'N	114°06,780'E	154,1°	0,1
67	22°15,486'N	114°06,780'E	154,1°	0,1
68	22°15,396'N	114°06,840'E	154,1°	0,1
69	22°15,306'N	114°06,900'E	154,1°	0,1
70	22°15,216'N	114°06,960'E	154,1°	0,1
71	22°15,120'N	114°07,020'E	154,1°	0,1
72	22°15,030'N	114°07,020'E	154,1°	0,1
73	22°14,856'N	114°07,140'E	154,1°	0,2
74	22°14,778'N	114°07,200'E	149,6°	0,09
75	22°14,700'N	114°07,260'E	140,8°	0,09
76	22°14,640'N	114°07,320'E	131,9°	0,09
77	22°14,580'N	114°07,380'E	128°	0,1
78	22°14,514'N	114°07,500'E	128°	0,1
79	22°14,454'N	114°07,560'E	128°	0,1
80	22°14,394'N	114°07,680'E	128°	0,1
81	22°14,334'N	114°07,740'E	128°	0,1
82	22°14,268'N	114°07,860'E	128°	0,1
83	22°14,208'N	114°07,920'E	128°	0,1
84	22°14,148'N	114°07,980'E	128°	0,1
85	22°14,082'N	114°08,100'E	128°	0,1
86	22°14,022'N	114°08,160'E	128°	0,1
87	22°13,962'N	114°08,280'E	128°	0,1
88	22°13,896'N	114°08,340'E	128°	0,1
89	22°13,836'N	114°08,400'E	128°	0,1
90	22°13,776'N	114°08,520'E	128°	0,1

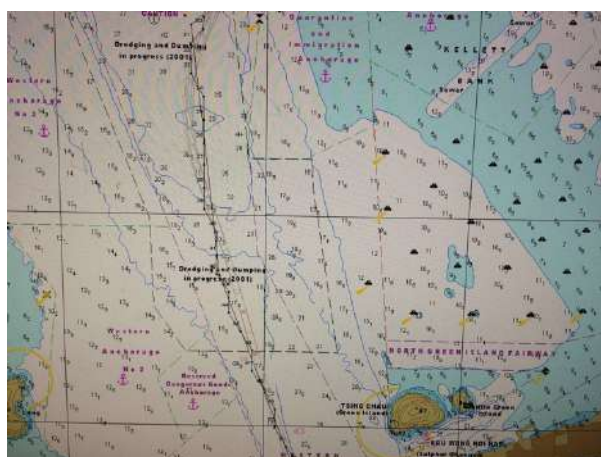
1	2	3	4	5
91	22°13,716'N	114°08,580'E	128°	0,1
92	22°13,650'N	114°08,700'E	128°	0,1
93	22°13,590'N	114°08,760'E	128°	0,1
94	22°13,530'N	114°08,880'E	128°	0,1
95	22°13,464'N	114°08,940'E	128°	0,1
96	22°13,404'N	114°09,000'E	128°	0,1
97	22°13,344'N	114°09,120'E	128°	0,1
98	22°13,278'N	114°09,180'E	128°	0,1
99	22°13,218'N	114°09,300'E	128°	0,1
100	22°13,158'N	114°09,360'E	128°	0,1
101	22°13,098'N	114°09,420'E	128°	0,1
102	22°13,032'N	114°09,540'E	128°	0,1
103	22°12,972'N	114°09,600'E	128°	0,1
104	22°12,852'N	114°09,760'E	128°	0,19



a)



б)



в)



г)



d)



e)

Рис. Ж.16. Експеримент 4.1 – Траєкторія руху слідування за Судновим лоцманським планом під час виходу з порту Гонконг



a)



б)



з)

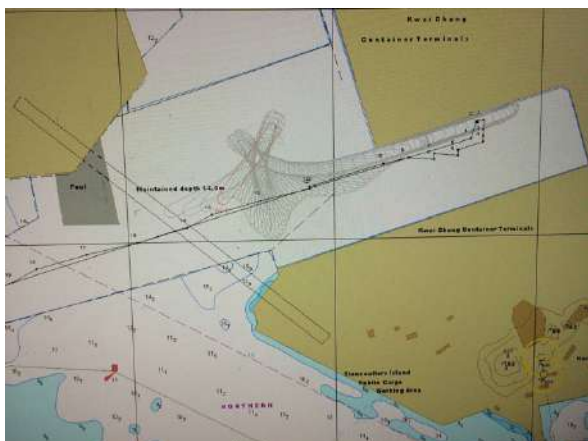


г)



д)

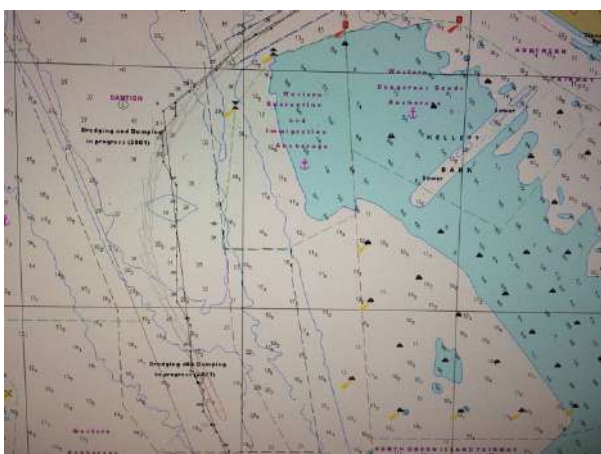
Рис. Ж.17. Експеримент 4.2 – Траєкторія руху слідування за Судновим лоцманським планом під час виходу з порту Гонконг



а)



б)



в)



г)



д)



е)

Рис. Ж.18. Експеримент 4.3 – Траєкторія руху слідування за Судновим
лоцманським планом під час виходу з порту Гонконг



а)



б)



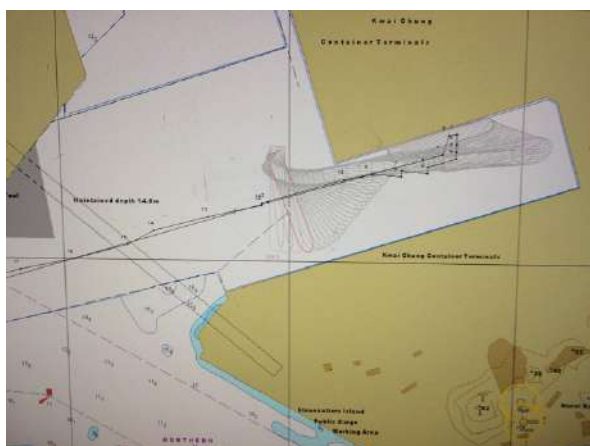
в)



г)

[illegible]

*Рис. Ж.19. Експеримент 4.4 – Траєкторія руху слідування за Судновим
лоцманським планом під час виходу з порту Гонконг*

[illegible][illegible] $\tau)$



д)



е)

Рис. Ж.20. Експеримент 4.5 – Траєкторія руху слідування за Судновим лоцманським планом під час виходу з порту Гонконг

Додаток 3

Список публікацій здобувача та відомості про апробацію результатів дисертації

Статті у наукових фахових виданнях

1. **Surinov I.** Comparison of emergency situations during ships' navigation under extreme conditions. Науково-технічний збірник «Судноводіння». – 2021. – №32. – С. 103–110.

<https://doi.org/10.31653/2306-5761.32.2021.103-110>, видання кат. Б.

2. **Surinov I.**, Shemonayev V. New opportunities for seafarers owing to reduction emission and arising the number of Dual fuel vessels, 2021, IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 915, 012029.

<https://doi.org/10.1088/1755-1315/915/1/012029>, Scopus.

3. **Surinov I.** Algorithms and Calculation Scheme for Planning the Way of Movement of Trajectory Point During Maneuvering for Anchoring / Surinov. // TransNav 2021. – 2021. – № 15. – С. 629–638.

<http://dx.doi.org/10.12716/1001.15.03.18>, Scopus, Web of Science.

4. Maltsev A., **Surinov I.** (2021). Improving the navigational preparation of a bridge crew for entering/leaving a port, including activities in case of emergency . Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3(3 (111), 42–57. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.235092>, Scopus.

5. **Surinov I.** Formality model of chosen appropriate tug's service by method of balance handling forces / **I. Surinov**, O. Mazur, O. Onishchenko // Water Transport: Collection of scientific works. – 2022. – №3(35). – С. 140 – 152.

<https://doi.org/10.33298/2226-8553.2022.1.35.18>., видання кат. Б.

6. **Surinov I.**, Shumilov D.. Cybersecurity of the Processes of Manoeuvring in Confined Waters. TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, Vol. 17, No. 3, pp. 723-732, 2023.

<https://doi.org/10.12716/1001.17.03.25>, Scopus, Web of Science.

Публікації, які додатково відображають основні наукові результати

7. **Surinov I.** The way to improve the accuracy of control of maneuvering of the vessel by assessing the abscissa of the center of gravity. Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences VIII (29), Issue:238. – 2020. – Pp. 58-62. <http://dx.doi.org/10.31174/SEND-NT2020-238VIII29-14>.

8. **Surinov I.** Influence of the hydrometeorological mode in the port of Chornomorsk on the safety of navigation. Науково-технічний збірник «Судноводіння». – 2020. – № 30. – С. 124–134. – Режим доступу до ресурсу: <http://dx.doi.org/10.31653/2306-5761.30.2020.124-134>.

9. **Surinov I.**, Shemonayev V., Kazak Y. Information support of operator activity in organizing the tug service. Науково-технічний збірник «Судноводіння». – 2021. – № 32. – С. 95-102. <https://doi.org/10.31653/2306-5761.32.2021.95-102>.

10. **Surinov I.** Studying the impact of proper crew trainings and safety procedure during LNG bunkering. Advanced materials proceedings. – 2023. – Vol. 8, no. 1. – P. 1-7. <https://doi.org/10.5185/amp.2023.5582.1004>.

11. **Surinov I.** Method of ensuring safe planning and control when maneuvering due to enter and leave the port. Science, research, development. Technics and Technology. – 2020. – № 34. – Pp. 51-54.

12. Shemonayev V., **Surinov I.** Ship crew management in emergency on the example of a shipping company. Науково-технічний збірник «Судноводіння». – 2021. – №32. – С. 111-119. <https://doi.org/10.31653/2306-5761.32.2021.111-119>.

Патенти на корисну модель

13. **Патент на корисну модель 150310 UA. МПК G08G 3/02 (2006.01).** Мальцев А. С., Сінюта К. О., **Суринов І. Л.** Система оперативного динамічного позиціонування судна при маневруванні в стиснених водах. Заявник Мальцев Анатолій Сидорович, Сінюта Катерина Олександрівна, Суринов Ігор Леонідович. - № у 2021 53064 . заявлено 20/09/2021, опубліковано 23.12.2021 р.

14. **Патент на корисну модель 151907 (51) МПК G08G 3/02 (2006.01).** Система визначення навігаційних ризиків рейсового циклу та управління їх

рівнем (Мальцев А. С., **Сурінов І. Л.**, Шумілова К. В.) Заявник Національний університет «Одеська морська академія». – № u 2022 01850; заявлено 01.06.2022; опубліковано 28.09.2022, Бюл. № 39.

15. Патент на корисну модель МПК B63H25/00 G05D1/00. Спосіб навігаційної підготовки та управління маневруванням судна при заході/виході з порту (Мальцев А. С., **Сурінов І. Л.**) Заявник Національний університет «Одеська морська академія». – № a202104599; заявлено 09.08.2021; опубліковано 08.12.2021, Бюл. № 49/2021.

Апробаційні публікації

16. Сурінов І. Л., Варбанець Т. В. Гідрометеорологічне забезпечення плавання в Північній Атлантиці в зимовий період. Матеріали науково-технічної конференції «Транспортні технології (морський та річковий флот): інфраструктура, судноплавство, перевезення, автоматизація». – 2017. – С. 64-65.

17. Сурінов І. Л., Костиця О. В. Конвенція із захисту Чорного моря від забруднення. Матеріали науково-технічної конференції «Транспортні технології (морський та річковий флот): інфраструктура, судноплавство, перевезення, автоматизація». – 2017. – С. 67-68.

18. Сурінов І. Л., Костиця О. В. Правове регулювання приходу, стоянки та відходу суден в порту Чорноморськ.. Матеріали науково-технічної конференції «Транспортні технології (морський та річковий флот): інфраструктура, судноплавство, перевезення, автоматизація». – 2018. – С. 44-46.

19. Сурінов І. Л., Мальцев А. С. Аналіз аварійності в морському порту «Чорноморськ». Матеріали науково-технічної конференції «Транспортні технології (морський та річковий флот): інфраструктура, судноплавство, перевезення, автоматизація». – 2019. – С. 146-148.

20. Мальцев А. С., Сурінов І. Л. Динамічне позиціонування вісі буру якірною системою платформи способом негативного вектору зсуву. Матеріали

XII Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті» (MINTT-2020). – 2020. – С. 73-76.

21. **Сурінов І.** Аналіз міжнародних конвенцій з навігаційних операцій. Матеріали науково-технічної конференції «Транспортні технології (морський та річковий флот): інфраструктура, судноплавство, перевезення, автоматизація». – 2020. – С. 86-87.

22. **Сурінов І. Л.** Вплив гідрометеорологічного режиму в порту «Чорноморськ» на безпеку судноплавства. Матеріали науково-технічної конференції «Транспортні технології (морський та річковий флот): інфраструктура, судноплавство, перевезення, автоматизація». – 2020. – С. 88-90.

23. **Surinov I.** Optimization of planning during proceeding to the anchorage using path points. International Conference on Science and Technology «Navigation, Shipping and Technology». – 2021. – №1. – С. 25-29. <http://www.onma.edu.ua/wp-content/uploads/2021/12/ISCT-NST-novyjSformuloj.pdf>.

24. **Surinov I., Shemonayev V.** Calculation scheme and algorithms for planning the proceeding plan of trajectory point during maneuvering for anchoring. International Conference on Science and Technology «Navigation, Shipping and Technology». – 2021. – №1. – С. 47-51. <http://www.onma.edu.ua/wp-content/uploads/2021/12/ISCT-NST-novyjSformuloj.pdf>.

25. **Surinov I., Syrotiuk M.** Marine accidents prevention. Міжнародна науково-технічна конференція «Судноводіння, морські технології та перевезення». – 2021. – С. 69-73.

26. Maltsev A., **Surinov I., Shumilova K.** Selection of waypoints for planning the ship's voyage cycle. International scientific innovations in human life. Proceedings of the 11th International scientific and practical conference. Cognum Publishing House. Manchester, United Kingdom. – 2022. – С. 230-242. <https://sci-conf.com.ua/xi-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-international-scientific-innovations-in-human-life-11-13-maya-2022-goda-manchester-velikobritaniya-arhiv/>.

27. **Surinov I.** Influence of meteorological factors and sea condition to port facilities. Conference ECSA, № 59. – 2022.

<https://www.estuarinecoastalconference.com/conference-program.html>.

Додаток И

Акти впровадження результатів дисертації



АКТ

**про практичне застосування результатів дисертаційних досліджень
здобувача наукового ступеня Сурінова Ігоря Леонідовича**

Цим актом підтверджується, що ряд результатів дисертаційної роботи Сурінова Ігоря Леонідовича «Удосконалення методики навігаційного планування шляху судна під час лоцманської проводки» використовується у процесі під час виходу судна із порту Клайпеда (Литва) без присутності лоцмана на борту судна.

Зокрема, це:

- методика розрахунку параметрів матриць траєкторних точок шляху судна з урахуванням його маневрених характеристик;
- методика оцінки знаходження центру ваги судна на заданому шляху;
- методика підготовки планування проводки судна за допомогою систем прийняття рішення.

Капітан судна «Nordic Luebeck»

28.03.2021



Олександр Гладій



АКТ

про практичне застосування результатів дисертаційних досліджень здобувача наукового ступеня Сурінова Ігоря Леонідовича

Цим актом підтверджується, що ряд результатів дисертаційної роботи Сурінова Ігоря Леонідовича «Удосконалення методики навігаційного планування шляху судна під час лоцманської проводки» використовується для розрахунків параметрів циркуляції судна залежно від завантаження судна та його швидкості під час виконання маневру, включаючи постановку на якір.

Зокрема, це:

- методика розрахунку маневрених характеристик судна залежно від завантаження судна та його швидкості;
- методика оцінки впливу швидкості та перекладки руля на діаметр усталеної циркуляції;
- методика підготовки планування підходу на якірне місце судна з урахуванням параметрів циркуляції для певної швидкості та завантаження судна.

Капітан судна «Nordic Luebeck»

15.05.2021



Брюсов Олександр



ЧОРНОМОРСЬКА ФІЛІЯ
ДП «АДМІНІСТРАЦІЯ МОРСЬКИХ ПОРТІВ УКРАЇНИ»
АДМІНІСТРАЦІЯ МОРСЬКОГО ПОРТУ ЧОРНОМОРСЬК

вул. Праці, 6, м. Чорноморськ, Одеська обл., 68001 ☎ +38 (04868) 7-51-79 ✉ office@ik.uspa.gov.ua

www.uspa.gov.ua ☎ +38 (04868) 7-50-01

Код ЄДРПОУ 38728418

А К Т

виконання натурних спостережень, аналізу та систематизації руху суден в
порту Чорноморськ

Цим актом підтверджується, що проведені аспірантом Суріновим Ігорем Леонідовичем радіолокаційні спостереження руху заходу/виходу 500 суден до/від причалів в порту Чорноморськ за допомогою даних AIS через програму Marine Traffic в період з 07.10.2020 по 03.06.2023 були проаналізовані, систематизовані та висвітлені у його дисертаційному дослідженні на тему «Удосконалення методики навігаційного планування шляху судна під час лоцманської проводки». Було проведено комплексний аналіз 300 заходів та 200 виходів суден, який включає наступні компоненти: типи суден; аналіз часу затраченого для проходження від лоцманської станції до причалу та від причалу до лоцманської станції; середньостатистичні значення вітрового впливу; борт пришвартовування; середню швидкість суден під час заходу/виходу до/від кожного причалу.



Заступник начальника
адміністративної філії ДП «АМПУ»
з економіки та фінансів

Наталія БАРТОШИК

« 03 » липня 2023 р.

А К Т

впровадження результатів дисертаційної роботи
Сурінова Ігоря Леонідовича
на тему: «Удосконалення методики навігаційного планування шляху судна
під час лоцманської проводки» в Інституті післядипломної освіти «Центр
підготовки та атестації плавскладу» НУОМА

Цим актом підтверджується, що розроблена аспірантом Суріновим Ігорем Леонідовичем програма «Path Planning IS», яка висвітлена у його дисертаційному дослідженні на здобуття ступеня доктора філософії, пройшла успішну верифікацію у листопаді-грудні 2022 року на тренажерному комплексі в Інституті післядипломної освіти «Центр підготовки та атестації плавскладу» НУОМА під керівництвом старшого викладача Віктора Перникози, виконавці – курсанти НУОМА третього, четвертого та п'ятого курсів. Було проведено 30 експериментів, з яких: 5 заходів до порту Гонконг, 5 виходів з порту Гонконг, 5 заходів до порту Сан-Франциско, 5 виходів з порту Сан-Франциско, 5 проходів проливу Ла-Манш із заходу на схід і 5 проходів проливу Ла-Манш зі сходу на захід. Натурні випробування описані та упорядковані у Розділі 5.3 дисертації аспіранта та підтверджують актуальність використання Суднового лоцманського плану під час заходу/виходу в/із порту.

Директор
Інституту післядипломної освіти
«Центр підготовки
та атестації плавскладу»



Віталій ПОНОМАРЕНКО

«05» 07 2023 р.

З А Т В Е Р Д Ж У Ю



Проректор з науково-педагогічної роботи
Національного університету
«Одеська морська академія»
д.т.н., професор

В. М. Захарченко

09 2023 р.

А К Т

впровадження результатів дисертаційної роботи

Сурінова Ігоря Леонідовича

на тему: «Удосконалення методики навігаційного планування шляху судна під час лоцманського проведення» в науково-дослідницьку роботу «Удосконалення методів управління та експлуатації суден» № ДР 0123U101463

Ми, що нижче підписались, начальник науково-дослідної частини університету Віктор Савчук та завідувач кафедри управління судном Ігор Бурмака склали цей акт у тому, що отримані результати дисертаційного дослідження здобувача Ігоря Сурінова на тему «Удосконалення методики навігаційного планування шляху судна під час лоцманського проведення» є складовою частиною науково-дослідницької роботи «Удосконалення методів управління та експлуатації суден» № ДР 0123U101463, що виконується на кафедрі «Управління судном» НУОМА.

Начальник науково-дослідної
частини НУОМА,
к.т.н., с.н.с., професор

Віктор САВЧУК

Завідувач кафедри
управління судном,
д.т.н., професор

Ігор БУРМАКА



З А Т В Е Р Д Ж У Ю

В.о. першого проректора
Національного університету
«Одеська морська академія»

М. М. Пархоменко

Вересня 2023 р.

А К Т

впровадження результатів дисертаційної роботи
Сурінова Ігоря Леонідовича
на тему: «Удосконалення методики навігаційного планування шляху судна
під час лоцманського проведення»

Ми, що нижче підписались, начальник навчального відділу університету Микола Пархоменко та завідувач кафедри управління судном Ігор Бурмака склали цей акт у тому, що отримані результати дисертаційного дослідження здобувача Ігоря Сурінова на тему «Удосконалення методики навігаційного планування шляху судна під час лоцманського проведення» впроваджені в навчальну дисципліну «Управління ресурсами навігаційного містка» кафедри «Управління судном» НУОМА.

Директор навчально-наукового
інституту навігації НУОМА
д.т.н., професор

Ігор ВОРОХОБІН

Завідувач кафедри
управління судном,
д.т.н., професор

Ігор БУРМАКА

Додаток К
Список патентів





СПОСІБ НАВІГАЦІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ТА УПРАВЛІННЯ МАНЕВРУВАННЯМ СУДНА ПРИ ЗАХОДІ/ВИХОДІ З ПОРТУ**Бібліографічні дані**

Опубліковано **08.12.2021**, бюл. № **49**

(21) a202104599

(51) МПК (2006)
B63H 25/00
G05D 1/00

(22) 09.08.2021

(71) МАЛЬЦЕВ АНАТОЛІЙ СИДОРОВИЧ (UA); СУРІНОВ ІГОР ЛЕОНІДОВИЧ (UA)

(72) Мальцев Анатолій Сидорович (UA); Сурінов Ігор Леонідович (UA)

(54) СПОСІБ НАВІГАЦІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ТА УПРАВЛІННЯ МАНЕВРУВАННЯМ СУДНА ПРИ ЗАХОДІ/ВИХОДІ З ПОРТУ