

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

О. В. БЛІНЦОВ, Г. С. ГРУДІНІНА, П. Г. КЛИМЕНКО

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до розв'язання задач
з радіонавігації та управління судном

Під загальною редакцією
д-ра техн. наук, проф. В. С. Блінцова

Рекомендовано Методичною радою НУК

Миколаїв • НУК • 2017

УДК 629.5:527(076)
ББК 39.42:39.471.11я73
Б 69

Автори: О. В. Блінцов, канд. техн. наук, доцент;
Г. С. Грудініна, викладач кафедри ЕОС та ІБ;
П. Г. Клименко, канд. техн. наук, доцент

Рецензент Г. В. Павлов, д-р техн. наук, професор

Рекомендовано Методичною радою НУК

Блінцов О. В.

Б 69 Методичні вказівки до розв'язання задач з радіонавігації та управління судном / О. В. Блінцов, Г. С. Грудініна, П. Г. Клименко; під заг. ред. В. С. Блінцова. – Миколаїв : НУК, 2017. – 72 с.

Подано необхідні теоретичні відомості та методичні вказівки до лабораторних робіт, при виконанні яких студенти повинні отримати практичні навички використання даних радіолокаційної обстановки для управління судном та користування електронними навігаційними картами, а також мати уявлення про навігаційне обладнання та аварійно-попереджувальну сигналізацію на судні.

Призначено для студентів, що навчаються на спеціальності 7.05070202 – "Електричні системи і комплекси транспортних засобів".

УДК 629.5:527(076)
ББК 39.42:39.471.11я73

© Блінцов О. В., Грудініна Г. С.,
Клименко П. Г., 2017
© Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, 2017

ВСТУП

Сучасний етап розвитку морської навігаційної техніки характеризується появою на судах світового морського флоту значної кількості зразків навігаційної техніки нового покоління, що мають поліпшені навігаційні й експлуатаційні характеристики.

Багато сучасних навігаційних приладів реалізовані на новітній елементній базі, використовують мікропроцесорну техніку для розв'язання навігаційних задач, мають багатофункціональні пульти керування та пристрої відображення (інформаційні дисплеї і т. п.). Стрімко зростає роль технологічних рішень на основі супутникових навігаційних систем (СНС): супутникові компаси, чарт-плотери, багатофункціональні диференціальні СНС-приймачі, що дозволяють із високою точністю визначати параметри руху та положення судна в будь-який момент часу. Однак неавтономність такої техніки не дозволяє відмовитися від традиційних навігаційних приладів, таких як лаги, ехолоти, гіроскопічні та магнітні компаси. Останні, як і раніше, є конвенційним устаткуванням і обов'язкові для установки на судах.

Виходячи з вимог Міжнародної морської організації (ІМО) обов'язковим є використання ECDIS систем на морських

суднах. Процес впровадження таких систем проходить поетапно, починаючи з 2012 року. В тому числі, виходячи зі Специфікації мінімальних вимог до компетенції електромеханіків, Міжнародної конвенції ПДМНВ-78 А ІІІ/6, в обов'язки електромеханіка входить контроль роботи електричного, електронного устаткування та систем керування.

У процесі навчання, для отримання необхідних навичок користування сучасними радіонавігаційними пристроями, використовують тренажери та моделюючі комплекси. Одним з таких комплексів є "Тренажер з навігаційних задач РЛС-САРП-ЕКНІС".

Даний тренажер дає змогу отримати навички несення вахти на капітанському містку обладнаному радіолокаційною станцією (РЛС) з системою автоматичної радіолокаційної прокладки руху судна. При цьому використовується комп'ютерний імітатор реальних РЛС. Спираючись на власну картографічну базу даних, можна створювати радіолокаційні сцени будь-якого району Світового океану. В моделюючому комплексі застосовується точна математична модель поширення сигналу РЛС, що підвищує реалізм сприйняття й ефективність навчання.

За допомогою "Тренажеру з навігаційних задач РЛС-САРП-ЕКНІС" студенти набувають практичних навичок користування електронними картами під час вирішення наступних задач: дослідження можливостей ЕКНІС при роботі з електронними картами; виконання коректури електронних карт в автоматичному та ручному режимі в ЕКНІС; розв'язання навігаційних задач з використанням електронних карт в ЕКНІС.

Лабораторні та практичні роботи з вивчення динаміки руху суден різних типів (траулер, танкер, суховантажне судно та ін.) під час дії зовнішнього вітро-хвильового впливу вико-

нують за допомогою програмно-апаратного комплексу CoTMACS-AP від компанії Navis, м. Санкт-Петербург. До складу комплексу входять математичні моделі руху семи типів суден різного призначення, моделі трьох типів компасів, інформаційних датчиків, приводів органів керування та GPS. Налаштування загальновідомих параметрів усіх навігаційних приладів, у разі необхідності, може бути виконано в ручному режимі, або залишено за замовчуванням. Застосування даного комплексу в навчальному процесі надасть студентам уявлення про основні параметри радіо- та електронного навігаційного устаткування суден та допоможе відпрацювати навички користування навігаційними приладами.

На базі вище зазначених програмних комплексів розроблено лабораторні та практичні роботи в яких студенти мають вирішувати навігаційні задачі з управління судном та радіонавігації.

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

V	– швидкість переміщення судна або цілі відносно нерухомої системи координат
$V_{\text{відн}}$	– швидкість переміщення судна відносно переміщення цілі
АПК	– апаратно-програмний комплекс
АС	– автоматичний супровід
ВР	– відносний рух
ДК	– довгота географічна кінцевої точки проходження судна або цілі
ДНЗ	– дальність найкоротшого зближення
ДП	– довгота географічна початкової точки проходження судна або цілі
ДР	– дійсний рух судна
D_c	– довгота географічна власного судна
ЕНК	– електронна навігаційна карта
ЕКНІС	– електронна картографічна навігаційно-інформаційна система
ІКО	– індикатор кругового огляду
ІМО	– Міжнародна морська організація (International Maritime Organization)
ІРЛ	– інформація радіолокаційна
КЗП	– контроль загальної працездатності
ЛВР	– лінія відносного руху
ЛДР	– лінія дійсного руху
ЛКМ	– ліва клавіша маніпулятора "миші"

МЕК	– Міжнародна електротехнічна комісія
ММО	– Міжнародна морська організація
МОГ	– Міжнародна організація гідрографії
НАС	– напіваавтоматичний супровід
НКД	– нерухоме кільце дальності
НРЛС	– навігаційна радіолокаційна станція
ПЗ	– програмний засіб
ПК	– персональний комп'ютер РМН або РМІ, на якому функціонує ПЗ
ПКМ	– права клавіша маніпулятора "миші"
РКД	– рухоме кільце дальності
РМІ	– робоче місце інструктора
РМН	– робоче місце навчання студента
САРП	– система автоматичної радіолокаційної прокладки
СРЛ	– станція радіолокації
Судно	– кероване судно навченого на РМН
$T_{\text{кз}}$	– час найкоротшого зближення
$T_{\text{пр}}$	– час прогнозу
$T_{\text{пс}}$	– час післясвічення
Траверс	– найкоротша відстань між поточним положенням судна і траєкторією конкретної цілі
Траєкторія	– послідовність положень судна або цілі на ІКО в процесі рішення навчальної задачі
ТС	– тренажер судноводія
$T_{\text{сл}}$	– час слідів
ХІП	– хаотичні імпульсні перешкоди
Ціль	– некеровані судна в районі плавання власного судна, що створюють перешкоди навігаційної безпеки судна
ШК	– широта географічна кінцевої точки проходження судна або цілі
ШН	– широта географічна початкової точки проходження судна або цілі
Шс	– широта географічна власного судна

1. ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ТА ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ ТА ПРАКТИЧНИХ РОБІТ

Перед виконанням лабораторних та практичних робіт кожен студент повинен пройти інструктаж з техніки безпеки, про що робиться відповідний запис у журналі та вивчити інструкції користувача комп'ютерних комплексів та тренажерів. *Дотримання правил техніки безпеки є обов'язковим.*

Всі роботи виконуються студентами індивідуально або по бригадам згідно із завданням.

Виконання робіт передбачає домашню підготовку, яка включає визначення морських і наукових термінів, короткий опис функцій моделюючого комплексу, за допомогою якого будуть вирішуватися поставлені задачі, дослідження загальних параметрів навігаційних приладів, моделі яких будуть використовуватись під час лабораторної роботи та ознайомитися з порядком виконання роботи. Якщо тема лабораторної роботи передбачає використання електронних карт, то обов'язковим є наведення короткого опису скорочень та спеціальних позначень на карті. Детально зміст попередньої підготовки зазначається в описі кожної лабораторної роботи. На початку заняття викладач перевіряє наявність попередньої теоретичної підготовки. *Непідготовані студенти до роботи не допускаються.*

Під час лабораторної або практичної роботи студенти проводять дослідження динаміки руху суден різних типів при дії зовнішнього вітро-хвильового впливу, або вирішують поставлені навігаційні задачі з використанням електронних карт та даних радіолокаційної обстановки.

Результати досліджень перевіряються, підписуються викладачем та додаються до звіту. За результатами роботи кожен студент оформлює звіт, який повинен містити наступні розділи:

- назву роботи;
- мету;
- короткі теоретичні відомості, які опановано та використано під час виконання роботи;
- конкретне завдання згідно варіанта та порядок виконання роботи;
- результати моделювання у вигляді графіків відповідних залежностей або результати виконання поставленої задачі з відповідними поясненнями й аналізом.

Висновки до роботи повинні містити аналіз результатів, отриманих в процесі моделювання та виконання поставленої задачі.

Звіт оформлюється на аркушах формату А4 з рамками. Штмп на кожному аркуші необов'язковий. Титульний аркуш містить штмп висотою 55 мм, де вказується назва роботи, номер спеціальності, номер групи та номер лабораторної роботи, прізвище студента та викладача, дата виконання та захисту.

Звіт по роботі подається викладачу на перевірку перед наступним заняттям. Якщо робота виконана з помилками, чи оформлення звіту не відповідає вимогам, він повертається студенту для переробки. Захист звітів лабораторних робіт може відбуватися як у процесі занять, так і на додаткових консультаціях, або на спеціально відведеному занятті. Умовою

для зарахування роботи є наявність правильно складеного звіту та спроможність студента відповісти на запитання викладача по тематиці даної роботи. Якість відповіді під час захисту звіту може оцінюватися викладачем і враховуватись під час екзамену з дисципліни.

2. НАВІГАЦІЙНІ ЗАДАЧІ З РАДІОНАВІГАЦІЇ, ЩО ВИРІШУЮТЬСЯ ЗА ДОПОМОГОЮ МОДЕЛЮЮЧИХ КОМПЛЕКСІВ У МЕЖАХ ДИСЦИПЛІНИ "РАДІО-І ЕЛЕКТРОННЕ НАВІГАЦІЙНЕ ОБЛАДНАННЯ СУДЕН"

Лабораторна робота № 1

Тема: дослідження функцій суднової радіолокаційної станції з системою автоматичної радіолокаційної прокладки та інтерфейсу системи керування рухом судна.

Мета: засвоєння основних принципів функціонування РЛС з САРП, вивчення основ інтерфейсу програмно-апаратного комплексу, порівняння зображення на екрані РЛС з САРП та візуального зображення навігаційної обстановки, визначення координат цілі, власного курсу та курсового кута.

Постановка задачі:

- вивчити інтерфейс та засвоїти основні функції тренажеру з навігаційних задач РЛС-САРП-ЕКНІС;
- ознайомитись з особливостями відображення карти та об'єктів різного роду на екрані РЛС з САРП;
- вивчити навігаційну обстановку даного району плавання, визначити координати цілі власного судна та істинний курс.

Теоретичні відомості

Поставлені навігаційні задачі вирішуються за допомогою тренажеру з навігаційних задач РЛС-САРП-ЕКНІС. У даному комп'ютерному імітаторі використовується власна картографічна база даних, за допомогою якої можна створювати радіолокаційні сцени будь-якого району Світового океану. У моделюючому комплексі застосовується точна математична модель поширення сигналу РЛС.

Навчання на моделюючому комплексі відповідає міжнародним стандартам, зокрема ПДМНВ'95, і включає тренінг по таких програмах:

- РЛС-спостереження;
- ведення радіолокаційної прокладки;
- запобігання зіткнень на основі правил ІМО з використанням попереджувальної сигналізації;
- орієнтування в ситуації, включаючи визначення дистанції до цілей, пеленга, курсів і швидкостей;
- виконання обчислень до цілей, наприклад, дистанція найкоротшого зближення, час проходження дистанції найкоротшого зближення, зміна курсів і швидкостей;
- налаштування дисплеїв РЛС з САРП і підтримка їх у робочому стані.

Ознайомитись з основами інтерфейсу та функціональними можливостями тренажеру можна в навчальному посібнику [1].

Хід роботи

1) Завантажити програму "Тренажер з навігаційних задач РЛС-САРП-ЕКНІС".

2) Дослідити основні функції та завдання САРП (рис. 2.1) [1].

3) Ознайомитись з загальними характеристиками власного судна та судна цілі. Дані занести до табл. 2.1 (Додаток А).

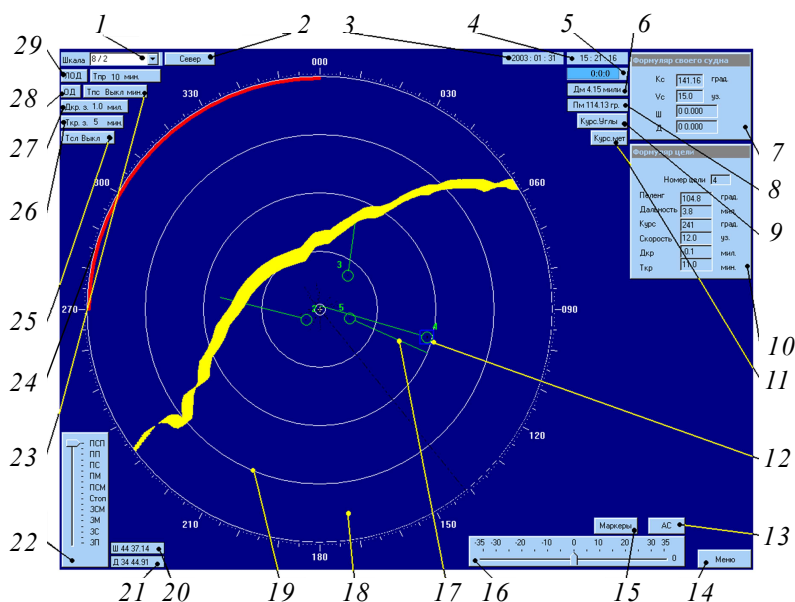


Рис. 2.1. Основні органи управління робочим місцем навчання студента (РМН):

- 1 – зміна масштабу; 2 – орієнтація зображення; 3 – індикатор дати;
 4 – індикатор часу; 5 – таймер; 6 – дальність маркера; 7 – формуляр
 власного судна; 8 – пеленг маркера; 9 – орієнтація азимутної шкали;
 10 – формуляр цілі; 11 – відключення курсової мітки; 12 – позначення
 цілі на формулярі; 13 – вибір режиму відстеження цілі; 14 – головне
 меню; 15 – маркери; 16 – кермо; 17 – позначення цілі; 18 – ІКО;
 19 – нерухомі кільця дальності (НКД); 20 – широта; 21 – довгота;
 22 – машинний телеграф; 23 – час прогнозу; 24 – азимутальна шкала;
 25 – час сліду; 26 – завдання часу найкоротшого зближення;
 27 – завдання дистанції найкоротшого зближення;
 28 – система відображення; 29 – вектор цілі

Таблиця 2.1. Основні характеристики суден

№ з/п	Параметри	Власне судно	Судно ціль
1	Назва судна		
2	Довжина найбільша, м		
3	Ширина, м		
4	Висота борту, м		
5	Дедвейт, т		
6	Потужність, дизель, к. с.		
7	Швидкість, вуз		

4) Визначити координати власного судна, координати цілі, істинний курс та курсовий кут. Результат представити у вигляді рисунку із зображенням індикатора кругового огляду (ІКО) та відповідними поясненнями (рис. 2.2, 2.3).

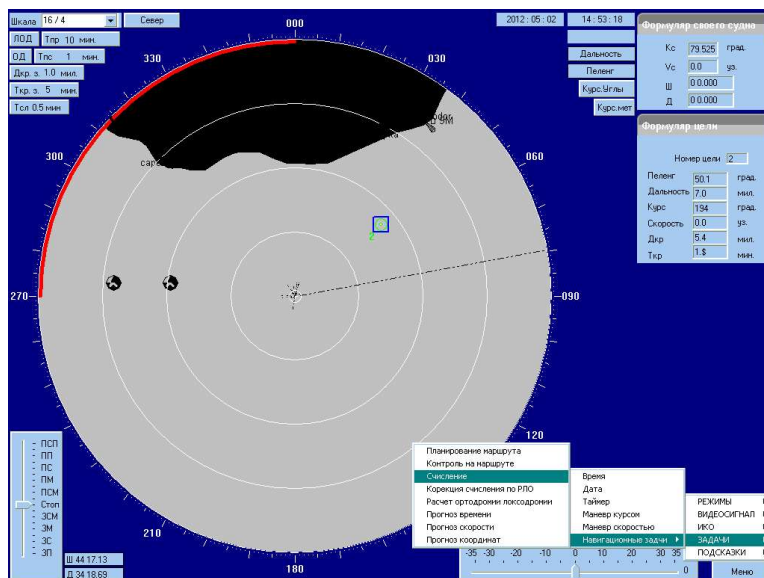


Рис. 2.2. Визначення координат власного судна

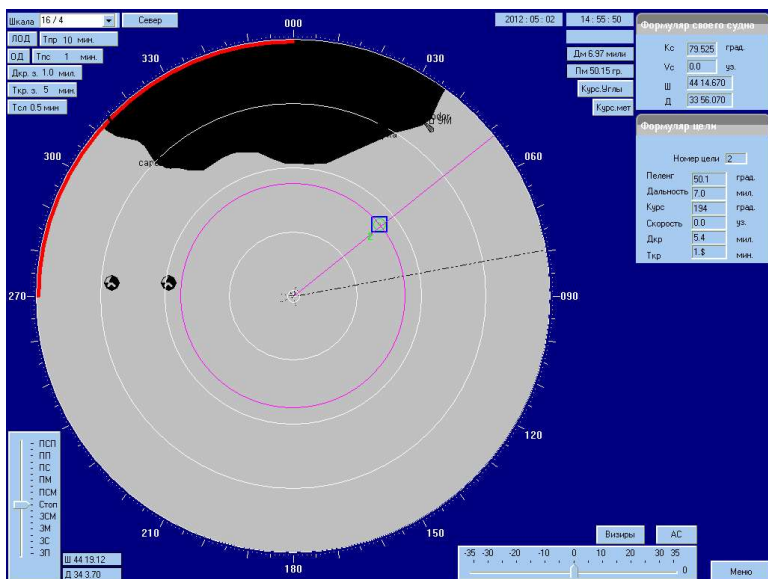


Рис. 2.3. Визначення широти і довготи судна цілі за допомогою візира

Для визначення координат власного судна в навігаційних задачах оберемо функцію счислення в головному меню програми (див. рис. 2.2). Координати судна цілі визначимо за допомогою візира (див. рис. 2.3).

5) У висновках необхідно коротко описати з якими типами суден ви ознайомились, та які функції САРП були використані для необхідних розрахунків.

Лабораторна робота № 2

Тема: прогнозування координат, часу ходу та швидкості ходу судна з використанням систем автоматичної радіолокаційної прокладки. Виконання маневру курсом та швидкістю для безпечного розходження.

Мета: отримання навичок роботи з САРП при прогнозуванні координат, часу ходу, швидкості ходу судна при виконанні маневрів курсом та швидкістю для безпечного розходження суден.

Постановка задачі:

- ознайомитись з особливостями відображення карт та об'єктів різного роду на екрані РЛС з САРП;
- вирішити навігаційну задачу: прогноз координат;
- вирішити навігаційну задачу: прогноз часу ходу;
- вирішити навігаційну задачу: прогноз швидкості ходу судна;
- виконати маневр курсом;
- виконати маневр швидкістю;
- виконати безпечне розходження суден різних типів.

Теоретичні відомості

Поставлені навігаційні задачі вирішуються за допомогою "Тренажеру з навігаційних задач РЛС-САРП-ЕКНІС". Детальний опис вирішення кожної окремої задачі описано в [1].

Хід роботи

1) Ознайомитись із загальними характеристиками суден, представлених у моделюючому комплексі, результати внести до табл. 2.2 (Додаток А). Типи суден обираються за варіантом.

Таблиця 2.2. Загальні характеристики суден

№ з/п	Характеристики	Власне судно	Судно ціль № 2	Судно ціль № 3
1	Назва судна			
2	Довжина, м			
3	Ширина, м			
4	Висота борту, м			
5	Дедвейт, т			
6	Потужність, дизель, к. с.			
7	Швидкість, вуз			

2) Виконати прогноз координат власного судна [1]. Представити результати виконання прогнозів у вигляді рисунків з відповідним вікном та поясненням.

3) Виконати прогноз часу ходу власного судна до цілі № 2 [1].

4) Виконати прогноз часу ходу власного судна до цілі № 3.

5) Виконати прогноз швидкості ходу власного судна до цілі № 2.

6) Виконати прогноз швидкості ходу власного судна до цілі № 3.

7) Виконати програвання маневру курсом власного судна відносно цілі № 2 [1]. Представити результати виконання маневрів у вигляді рисунків із зображенням ІКО під час маневру та додати необхідні пояснення.

8) Виконати програвання маневру курсом власного судна відносно цілі № 3.

9) Виконати програвання маневру швидкістю судна відносно цілі № 2.

10) Виконати програвання маневру швидкістю судна відносно цілі № 3.

11) Висновки.

Лабораторна робота № 3

Тема: планування маршруту ходу та вирішення навігаційних задач за допомогою системи автоматичної радіолокаційної прокладки.

Мета: отримання навичок вирішення навігаційних задач: планування маршруту, контроль відхилення судна від заданого маршруту, розробка коректур обчислень з використанням РЛС.

Постановка задачі:

- планування маршруту;
- моделювання руху судна по спланованому маршруту;
- контроль відхилення судна від заданого маршруту;
- розробка коректур обчислень.

Теоретичні відомості

Поставлені навігаційні задачі вирішуються за допомогою "Тренажеру з навігаційних задач РЛС-САРП-ЕКНІС". Детальний опис прокладання маршруту по заданим точкам, контроль відхилення руху від маршруту та корегування маршруту зазначено у [1].

Хід роботи

1) Ознайомитись із загальними характеристиками судна, обраного за виданим варіантом та внести дані у табл. 2.3 (Додаток А).

Таблиця 2.3. Загальні характеристики судна

Характеристики	Параметри
Довжина найбільша, м	
Ширина найбільша, м	
Висота борту, м	
Дедвейт, т	
Потужність одного двигуна, к. с.	
Швидкість, вуз	

2) Ознайомитись з особливостями заданого району плавання. Уважно визначити та детально описати всі можливі перешкоди на маршруті.

3) Виконати попередню прокладку маршруту. Створити маршрут, що складається з чотирьох точок перегину. Навести навігаційні параметри кожної із заданих точок у вигляді рисунку із зображенням відповідного вікна та додати пояснення [1].

4) Провести моделювання руху судна по запланованому маршруту. В ручному режимі керування провести судно від початкової точки до першої точки перегину намагаючись не відхилити його від заданого маршруту. На ділянці від першої до другої точки трохи відхилити судно від маршруту.

5) Провести контроль відхилення судна від маршруту. Навести приклади розрахунку рекомендованого курсу до початку повороту, рекомендованого курсу після повороту, відстані до точки повороту і відстані від центра фарватеру в кабельтових відповідно до третьої та четвертої точок перегину. Результат виконання розрахунків навести у вигляді діалогового вікна з відповідними обчисленнями та поясненнями [1].

6) Висновки.

Лабораторна робота № 4

Тема: використання даних радіолокаційної обстановки та виконання безпечної проводки судна між трьома рухомими цілями.

Мета: отримання навичок керування судном з використанням даних РЛС. Відпрацювання навичок використання попереджувальної сигналізації про дистанцію та час найкоротшого наближення до цілей для виконання безпечного розходження.

Постановка задачі:

- ведення РЛС-спостереження;
- ведення радіолокаційної прокладки;
- запобігання зіткнень на основі правил ІМО та з використанням попереджувальної сигналізації;
- орієнтування в ситуації, включаючи визначення дистанцій до цілей, пеленга, курсів і швидкостей;

- виконання обчислень до цілей, як, наприклад, розрахунок дистанції найкоротшого зближення, часу проходження дистанції найкоротшого зближення, зміни курсів і швидкостей;
- виконання безпечної проводки судна між трьома рухомими цілями.

Теоретичні відомості

Поставлені задачі будемо вирішувати з використанням даних радіолокаційної обстановки РЛС з САРП. Детальний опис встановлення необхідних параметрів попереджувальної сигналізації описано в [1].

Хід роботи

1) Вивчити навігаційну обстановку заданого району плавання. Уважно вивчити заданий район плавання та визначити розташування можливих перешкод. Місце знаходження рухомих цілей вказати у форматі: широта, довгота на момент початку руху. Навести зображення карти заданого району плавання у прийнятному масштабі.

2) Взяти на автоматичне стеження та обчислити навігаційні параметри кожної із заданих рухомих цілей. Навести зображення формулярів кожної з обраних цілей.

3) Встановити параметри контролю навігаційної безпеки руху: $T_{кз}$, $D_{кз}$ [1].

4) Виконати проводку балкера "Зоя Космодем'янська" між трьома рухомими цілями з використанням попереджувальної сигналізації про дистанцію або час найкоротшого наближення до цілей. Навести зображення ІКО під час розходження з однією із рухомих цілей в момент спрацювання попереджувальної сигналізації.

5) У висновках обґрунтувати вибрані значення параметрів попереджувальної сигналізації, описати маневри, які були виконані під час розходження суден.

Лабораторна робота № 5

Тема: дослідження функцій та системних установок електронних картографічних навігаційно-інформаційних систем (ЕКНІС).

Мета: ознайомитися з основними функціями, інформаційними панелями та елементами управління в ЕКНІС. Дослідити можливості роботи комплексу з електронними картами. Ознайомитись з різними типами об'єктів та їх відображенням на електронних картах.

Постановка задачі:

- ознайомитись з навігаційно-інформаційними панелями, панелями повідомлень та управління представленими на моніторі ЕКНІС;
- дослідити можливості роботи комплексу з електронними картами.

Теоретичні відомості

Поставлені задачі вирішуються з використанням електронної картографічної навігаційно-інформаційної системи. З основними функціями ЕКНІС та детальним описом вирішення поставлених задач можна ознайомитись у навчальному посібнику [2].

Хід роботи

1) Ознайомитись з інформаційною панеллю поточних параметрів руху судна, інформаційною панеллю маршруту, інформаційною панеллю карти, панеллю курсору, панеллю індикації повідомлень, оперативною панеллю управління [2].

2) Ознайомитись з базою даних електронних навігаційних карт (ЕНК), та можливістю її оновлення [2].

3) Ознайомитись з можливостями вибору карти або району карти на екрані наступними способами:

- зсувом карти;
- вибором карти по позиції курсору;
- вибором району карти по заданим географічним координатам;
- вибором карти по позиції судна;
- вибором по адміралтейському номеру із списку карт.

4) Ознайомитись з можливостями масштабування:

- "вирізання" фрагменту карти;
- послідовне збільшення або зменшення поточного масштабу карти;
- вибір стандартного масштабу відображення карти;
- повернення до попереднього відображення;
- повернення до масштабу виконання карти.

Ознайомитись з відображенням інформації про об'єкти, нанесені на карту [2].

Результати ознайомлення представити у вигляді коротких пояснень з відповідними рисунками по кожному пункту завдання.

5) У висновках необхідно коротко описати функціональні можливості ЕКНІС з якими ви ознайомилися.

Лабораторна робота № 6

Тема: попереднє прокладання основного та запасного маршрутів за допомогою ЕКНІС.

Мета: ознайомитись з особливостями створення маршрутів з використанням електронних карт. Створити основний та запасний маршрут, перевірити навігаційну безпеку створених маршрутів, зберегти створений маршрут.

Постановка задачі:

- створення основного маршруту;
- перевірка навігаційної безпеки кожної ділянки основного маршруту;
- корегування створеного маршруту;
- створення запасного маршруту;
- перевірка навігаційної безпеки кожної ділянки запасного маршруту;
- збереження створених маршрутів плавання.

Теоретичні відомості

Поставлені задачі вирішуються з використанням електронної картографічної навігаційно-інформаційної системи. Детальний опис вирішення поставлених задач викладено в [2].

Хід роботи

1) Завантажити карту з необхідним районом плавання (вказується викладачем за адміралтейським номером).

2) Ознайомитись з інтерфейсом таблиці маршрутів [2].

3) Створити перший відрізок маршруту та перевірити його навігаційну безпеку [2].

4) Створити ще чотири відрізки основного маршруту та перевірити їх навігаційну безпеку. Координати початку маршруту, всіх точок перегину та кінцевої точки маршруту внести до таблиці у форматі: широта та довгота. Додати рисунок із зображенням створеного маршруту та необхідними поясненнями. Також зробити діалогове вікно з попередженнями про можливі небезпеки. *Увага, створений маршрут повинен бути безпечним.*

5) Додати до створеного маршруту ще одну точку. Вказати її координати.

6) Змінити координати доданої точки. Вказати нові координати.

- 7) Перевірити навігаційну безпеку нового відрізка маршруту.
 - 8) Створити запасний маршрут плавання.
 - 9) Перевірити навігаційну безпеку запасного маршруту.
- Навести рисунок із зображенням основного та запасного маршрутів плавання.
- 10) Зберегти створений маршрут.
 - 11) У висновках проаналізувати попередження про навігаційні небезпеки, що виникли під час прокладки маршрутів.

Лабораторна робота № 7

Тема: коректура електронних карт в автоматичному та ручному режимі в ЕКНІС.

Мета: ознайомитись з особливостями уточнення координат місця знаходження об'єкта, а також додаванням або переміщенням об'єктів різних типів на електронній карті за допомогою ЕКНІС.

Постановка задачі:

- ознайомитись з можливостями внесення коректур в електронній картографічній системі;
- провести коректуру електронної карти в ручному режимі за допомогою ЕКНІС;
- додати до карти об'єкти типу "point", "area";
- зберегти відредаговані електронні карти за допомогою ЕКНІС.

Теоретичні відомості

Поставлені задачі вирішуються з використанням електронної картографічної навігаційно-інформаційної системи. Детальний опис вирішення поставлених задач зазначено у навчальному посібнику [2].

Хід роботи

1) Ознайомитись з особливостями прийому ЕНК у форматі S57 та внутрішньому форматі [2].

2) Ознайомитись з особливостями прийому коректур до ЕНК у форматі S57. Результат ознайомлення представити у вигляді короткого опису.

3) Ознайомитись з можливостями відображення відомостей про об'єкти карти та вибору відображення необхідної інформації на карті. Представити опис трьох будь-яких об'єктів на карті.

4) Ознайомитись з особливостями введення коректури в ручному режимі та виконати наступні дії:

- додати об'єкт типу "point";
- додати об'єкт типу "area";
- виконати переміщення доданих об'єктів на карті;
- зберегти коректуру даних.

Результати виконання завдання представити у вигляді рисунку кожного об'єкта та короткого опису виконаних дій.

5) Висновки.

Лабораторна робота № 8

Тема: розв'язання навігаційних задач з використанням електронних карт в ЕКНІС.

Мета: ознайомитись з функціями, представленими на оперативній панелі управління, вирішити ряд навігаційних задач з використанням електронних карт за допомогою ЕКНІС.

Постановка задачі:

- розрахунок часу та швидкості прибуття судна до встановленої точки маршруту;
- прогноз положення судна для заданих умов плавання;

- установка маркера подій;
- виконання вимірювань на карті;
- виконання обсервації по пеленгу та дистанції;
- розрахунок поточної відстані траверсу;
- прийом і відображення повторної інформації радіолокації від сервера "Інструктор";
- установка навігаційних параметрів;
- установка умов увімкнення сигналізації.

Теоретичні відомості

Поставлені задачі розв'язуються з використанням електронної картографічної навігаційно-інформаційної системи. Детальний опис їх розв'язання наведено у [2].

Хід роботи

1) Ознайомитись з можливостями розв'язання навігаційних задач в ЕКНІС з використанням електронних карт [2].

2) Завантажити "тренажер з навігаційних задач ЕКНІС", обрати необхідну карту та завантажити попередньо створений маршрут. В режимі виконавчої прокладки виконати розрахунок часу та швидкості прибуття судна до кожної точки перегину маршруту [2].

3) Виконати прогноз положення судна для заданих умов плавання.

4) Виконати установку маркера подій.

5) Виконати вимірювання на карті.

6) Виконати обсервацію по пеленгу і дистанції.

7) Виконати розрахунок поточної відстані траверсу.

Навести діалогові вікна за допомогою яких проводились необхідні розрахунки, додати рисунки із зображенням карти під час виконання завдання.

8) Висновки.

Лабораторна робота № 9

Тема: порівняння точності проходження маршруту з використанням різних показчиків курсу.

Мета: прокласти маршрут та провести судно в ручному режимі керування та за допомогою авторульового фірми Navis; порівняти результати моделювання руху судна по запланованому маршруту з ручним керуванням, використовуючи магнітний та гіроскопічний компаси для моделювання руху судна, керованого авторульовим з використанням GPS під час дії на судно сили зовнішнього впливу.

Постановка задачі:

- ознайомитись із видами та особливостями компасів;
- прокласти маршрут за заданими координатами точок перегину;
- провести моделювання руху судна по запланованому маршруту з використанням магнітного компасу;
- провести моделювання руху судна по запланованому маршруту з використанням гірокомпасу;
- провести моделювання руху судна за допомогою авторульового з підключенням GPS.

Теоретичні відомості

Поставлені навігаційні задачі вирішуються за допомогою програмно-апаратного комплексу CoTMACS-AP. Детальний опис функціональних можливостей даного комплексу дивись у [3].

Гірокомпас – механічний укажчик напрямку істинного меридіану, призначений для визначення курсу об'єкта, а також азимуту (пеленгу) орієнтованого напрямку. Принцип дії гірокомпасу заснований на використанні властивостей гіроскопа та добового обертання Землі.

Гірокомпаси широко застосовуються в морській навігації та мають декілька переваг над магнітними компасами:

- вказують напрям на істинний полюс, тобто на точку, через яку проходить вісь обертання Землі;
- менш чутливі до зовнішніх магнітних полів, що створюються феромагнітними деталями корпусу судна.

Простий гірокомпас складається із гіроскопа, який підвішаний в середині порожнистої кулі, яка плаває у рідині. За принципом дії гірокомпас – це гіроскоп, тобто колесо, яке обертається (ротор) у кардановому підвісі (рис. 2.4), що забезпечує вісі ротора вільну орієнтацію у просторі.

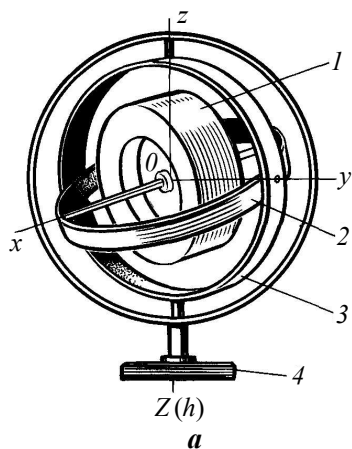


Рис. 2.4. Гірокомпас:

- а* – гіроскоп у кардановому підвісі (1 – ротор; 2 – внутрішнє кільце; 3 – вертикальне кільце; 4 – основа); *б* – гіросфера гірокомпаса типу Аншютц – кемпф в розрізі

Якщо ротор почне обертатися навколо власної осі в протилежному напрямку від земної осі, тоді за законом збереження моменту імпульсу ротор збереже орієнтацію у просторі.

Оскільки Земля обертається, то нерухомий відносно Землі спостерігач бачить, що вісь гірокомпаса робить оберт за добу. Для виникнення прецесу ротор утримують в площині горизонту, наприклад, за допомогою вантажу, який фіксує ось ротора в горизонтальному положенні відповідно до земної поверхні. В даному випадку сила тяжіння створює обертальний момент і вісь ротора буде вказувати на істинну північ. Оскільки вантаж утримує вісь ротора в горизонтальному положенні відносно земної поверхні, вісь ніколи не буде співпадати з віссю обертання Землі (окрім екватору).

Гірокомпасу властиві деякі помилки вимірювання. Наприклад, різка зміна курсу, швидкості чи широти може створити девіацію, вона існуватиме до тих пір, доки гіроскоп не відпрацює дану зміну. На більшості сучасних суден встановлені системи супутникової навігації (GPS) та/або інші навігаційні системи, які передають до вбудованого комп'ютера гірокомпаса поправку.

Магнітний компас являє собою взаємодію полів постійних магнітів компаса з горизонтальною складовою магнітного поля Землі. Магнітна стрілка вільно обертається навколо осі, розташовуючись вздовж силових ліній магнітного поля.

На більшості транспортних суден застосовуються магнітні компаси, або компаси з плаваючою картушкою (рис. 2.5) – це найточніші та найстабільніші з усіх магнітних компасів. Конструкції такого компаса різноманітні; в типовому варіанті він нагадує наповнений рідиною "казанок", в якому на вертикальній осі закріплена алюмінієва картушка. По різні боки від осі картушки знизу прикріплені пара або дві пари магнітів. У центрі картушки розташований порожнистий напівсферичний виступ – поплавець, що послаблює тиск на опору осі (коли "казанок" наповнений компасною рідиною). Вісь картушки, пропущена через центр поплавця, спирається на кам'яний підп'ятник, виготовлений зазвичай з синтетичного

сапфіра. Підп'ятник закріплений на нерухомому диску з "курсовою рисою". У нижній частині "казанка" є два отвори, через які рідина може переливатися в розширювальну камеру, компенсуючи зміни тиску і температури. Картушка плаває на поверхні компасної рідини. Рідина заспокоює коливання картушки, що викликаються хитавицею.

Вода не застосовується для суднового компаса, так як вона замерзає. Використовується суміш 45 % етилового спирту з 55 % дистильованої води, суміш гліцерину з дистильованою водою або високочистий нафтовий дистилат. "Казанок" компаса відлитий з бронзи і має скляний ковпак з ущільненням, що виключає можливість протікання. У верхній частині "казанка" закріплено пеленгаторне кільце. Воно дозволяє визначати напрям різних об'єктів відповідно курсу судна. "Казанок" компаса закріплений у своєму підвісі

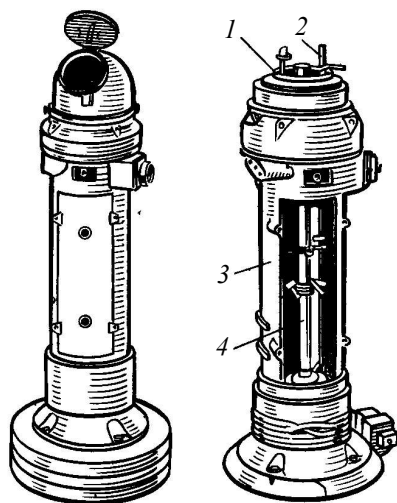


Рис. 2.5. Магнітний компас:
1 – "казанок"; 2 – пеленгатор;
3 – нактоуз; 4 – девіаційний прилад

на внутрішньому кільці універсального (карданного) шарніра, в якому він може вільно повертатися, зберігаючи горизонтальне положення, в умовах хитавиці. "Казанок" компаса закріплюється так, щоб його спеціальна стрілка або мітка, звана курсовою, або чорна лінія, звана курсовою рисою, вказували на ніс судна. При зміні курсу судна картушка компаса утримується на місці магнітами, незмінно зберігаючи свій напрямок

північ – південь. По зсуву курсової мітки або риски відносно картушки можна контролювати зміни курсу.

Корегування компаса – відхилення його показників від істинного норду (півночі). Його причини – девіація магнітної стрілки і магнітне відхилення.

Компас показує на так званий компасний, а не на магнітний нрд (північний магнітний полюс), і відповідна кутова різниця напрямів називається девіацією. Вона обумовлена наявністю місцевих магнітних полів, що накладаються на магнітне поле Землі. Місцеве магнітне поле можуть створювати корпус судна, вантаж, великі маси залізних руд, розташовані неподалік від компаса та інші об'єкти. Правильний напрямок отримують, враховуючи в показниках компаса поправку на девіацію.

Місцеві магнітні поля, утворені корпусом судна, поділяються на змінні та постійні. Змінний судновий магнетизм створюється в сталевому корпусі судна магнітним полем Землі. Напруженість змінного суднового магнетизму змінюється в залежності від курсу судна і від географічної широти. Постійний судновий магнетизм виникає в процесі будівництва судна, коли під впливом вібрації, спричиненої, наприклад, операціями клепання, сталеві обшивки стає постійним магнітом. Напруженість і полярність (напрямок) постійного суднового магнетизму залежать від місця розташування (широти) і орієнтації корпусу судна в період його збирання. Постійний магнетизм частково втрачається після спуску судна на воду і після того, як воно побуває в бурхливому морі. Судновий магнетизм можна розкласти на три взаємно перпендикулярні компоненти: поздовжню (відносно судна), поперечну горизонтальну і поперечну вертикальну. Відхилення магнітної стрілки, обумовлені судновим магнетизмом, коригують, розташовуючи біля компаса постійні магніти паралельно цим компонентам.

Сьогодні застосовують цілий ряд різних способів урахування поправки компаса. Напрями девіації та магнітні відхилення до сходу вважаються позитивними, а до заходу – негативними.

Магнітне відхилення – кутова різниця між магнітним та істинним нордом (північчю), обумовлена тим, що магнітний північний полюс Землі зміщений на 2100 км відносно істинного, географічного.

Магнітне відхилення змінюється за часовим поясом і від точки до точки на земній поверхні. В результаті вимірювань магнітного поля Землі отримано карти змін, які дають величину магнітного відхилення і швидкість його зміни в різних районах. Контури нульової магнітної зміни на таких картах, що виходять з північного магнітного полюса, називаються агонічними лініями або агоніями, а контури рівного магнітного відмінювання – ізогонічними або ізогонами.

Хід роботи

1) Ознайомитись з інтерфейсом вибору та налаштуванням параметрів компасів представлених в програмно-апаратному комплексі CoTMACS-AP.

2) Задати сценарій моделювання: обрати необхідне судно (за варіантом, табл. 2.4 [3]), характеристики судна занести до табл. 2.5, встановити головним (першим) гірокомпас, задати початкові умови моделювання та умови вітрово-хвильового впливу (див. табл. 2.4 [3]).

Таблиця 2.4. Вхідні дані до виконання роботи

Номер варіанта	Тип судна	Початкові умови			Зовнішній вплив					
		V, м/с	X, Y	K _с , град	швидкість вітру		швидкість течії		висота хвиль	
					м/с	град	м/с	град	м	град
1	LO-RO	6	0,0	360	2	40	0	0	1,5	320
2	Life boat	3	0,0	360	1,5	20	0,2	45	0,2	340

Продовж. табл. 2.4

Номер варіанта	Тип судна	Початкові умови			Зовнішній вплив					
		V, м/с	X, Y	K _c , град	швидкість вітру		швидкість течії		висота хвиль	
					м/с	град	м/с	град	м	град
3	Oil tanker	5	0,0	360	3	60	0,5	45	1,5	300
4	Trawler	8	0,0	360	1	30	0,1	45	0,6	330
5	Speed boat	9	0,0	360	2	270	0,3	45	0,3	90
6	River/sea	4	0,0	360	2,5	300	0,4	45	0,8	60

Таблиця 2.5. Основні характеристики судна

Характеристики судна	Параметри
Тип	
Робоча швидкість, вуз	
Водотоннажність, т	
Довжина, м	
Ширина, м	
Осадка носу, м	
Осадка корми, м	
Потужність двигуна, кВт	
Гвинт	
Єдине перо керма	

Як результат, у звіті розмістити зображення діалогових вікон з відповідними налаштуваннями.

3) По координатах заданих точок (табл. 2.6) прокласти маршрут на міліметрівці, визначити відстань та курсовий кут для кожної точки маршруту.

До звіту додати міліметрівку з позначеними кутами та підписом викладача.

Таблиця 2.6. Координати точок маршруту

Номер варіанта	1		2		3	
	X	Y	X	Y	X	Y
	0	0	0	0	0	0
	50	0	50	0	250	50
	250	50	250	50	500	150
	500	150	500	150	800	150
	800	150	800	150	1000	120
	1000	100	1000	100	1200	100
Номер варіанта	4		5		6	
	X	Y	X	Y	X	Y
	0	0	0	0	0	0
	100	– 80	200	100	100	– 50
	300	– 100	450	200	300	– 100
	600	– 150	700	350	600	– 100
	800	– 130	900	350	900	– 80
	1200	– 100	1200	500	1200	– 50

Провести судно заданим маршрутом користуючись для керування даними гірокомпасу. Записати результати моделювання, до звіту додати вікно візуалізації руху судна наприкінці моделювання, а також графіки отримані за допомогою компоненту Analysis [3].

4) Замінити гірокомпас на магнітний компас та знову провести моделювання. Записати результати моделювання та представити їх у звіті.

5) Підключити зовнішній авторульовий та провести моделювання руху судна по запланованому маршруту з використанням GPS. Записати результати моделювання та представити їх у звіті.

6) Порівняти результати проходження маршруту трьома способами.

7) Висновки. Навести координати точок перегину заданого маршруту (широта та довгота). Порівняти точність проходження заданого маршруту з використанням гірокомпаса в ручному режимі моделювання та GPS з використанням авторульового.

3. НАВІГАЦІЙНІ ЗАДАЧІ, ЩО ВИРІШУЮТЬСЯ ЗА ДОПОМОГОЮ МОДЕЛЮЮЧИХ КОМПЛЕКСІВ У МЕЖАХ ДИСЦИПЛІНИ "ОСНОВИ СУДНОВОДІННЯ"

Практична робота № 1

Тема: загальні навігаційні відомості. Визначення географічних координат власного судна та заданої цілі.

Мета: ознайомлення із загальними відомостями про Землю: форму та розміри Землі, географічні координати. Вивчення способів вимірювання довжини шляху та швидкості руху в морі. Визначення географічних координат власного судна та заданої цілі, власного курсу, пеленгу. Обчислення різниці широти та довготи, істинного пеленгу з використанням моделюючого комплексу РЛС із САРП.

Постановка задачі:

- вивчити основні точки, круги, лінії та площини на поверхні Землі;
- визначити географічні координати цілі та власного судна;
- виконати розрахунок різниці широти та довготи;
- вивчити виміри довжини шляху та швидкості руху в морі;
- визначити курсовий кут та обчислити курсовий пеленг.

Теоретичні відомості

Плаваючи з однієї точки A на земній поверхні в іншу – B , судно змінює свою широту й довготу, при цьому утворюється різниця широти та різниця довготи.

Широта – кут між площиною екватора й лінією, що з'єднує місце спостерігача на поверхні Землі із центром земної кулі. Широта φ вимірюється в межах від 0 до 90° від екватора вбік географічних полюсів і має найменування N – *північна*, або S – *південна*, залежно від того, у якій півкулі перебуває спостерігач. Широта точок, розташованих на екваторі, рівна нулю; широта північного полюса – $90^\circ N$; широта південного полюса – $90^\circ S$.

Довгота – двогранний кут між площинами нульового (Гринвіцького) меридіана й меридіана спостерігача. Цей кут λ вимірюють меншою дугою екватора (але не паралелі), розташованої між меридіанами від 0 до 180° в обидва боки від гринвіцького меридіана. Довгота λ має найменування E – *східна*, або W – *західна*, залежно від того, у якій півкулі перебуває спостерігач.

Різниця широт (РШ) – менша з дуг будь-якого меридіана, розташована між паралелями пунктів відправки та прибуття, вимірюється в межах від 0 до 180° і має найменування N , якщо північна широта збільшується або південна широта зменшується, і S , якщо північна широта зменшується або південна широта збільшується. Якщо північній широті умовно приписати знак плюс, а південній – знак мінус, то РШ і її назви будуть визначатися по формулі

$$\text{РШ} = \varphi_2 - \varphi_1.$$

Різниця довготи (РД) – менша з дуг екватора, укладена між меридіанами пунктів відправки і прибуття, вимірюється в межах від 0 до 180° і має найменування E , якщо східна довгота збільшується або західна довгота зменшується, і W ,

якщо західна довгота збільшується або східна довгота зменшується. Якщо східній довготі умовно приписати знак плюс, а західній – мінус, то РД і її назви будуть визначатися по формулі

$$\text{РД} = \lambda_2 - \lambda_1.$$

Різниця довготи (як і сама довгота) не може бути більше 180° , тому що являє собою меншу з дуг екватора. Однак при розв'язанні задач величина РД (або довготи) може вийти більше 180° . У цьому випадку отриманий результат віднімають від 360° і змінюють назву РД на протилежну.

Вертикальна площина, що проходить через діаметральну площину (ДП) судна, перетинає земну поверхню по дузі великого кола KK' (рис. 3.1). Сферичний кут P_NAK , вимірюваний двогранним кутом між площиною дійсного меридіана P_NP_S і ДП площиною KK' називають *істинним курсом* (ІК).

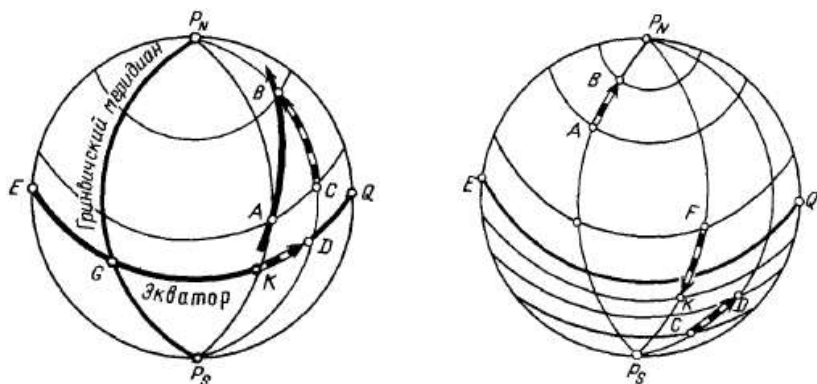


Рис. 3.1. Різниця широти та довготи

Вертикальна площина, що проходить через спостережуваний предмет R і місце спостерігача A , у перетині з поверхнею Землі також утворює дугу великого кола CC' .

Сферичний кут P_NAR , вимірюваний двограним кутом між площиною дійсного меридіана P_NP_S і вертикальною площиною CC' , що проходить через місце спостерігача A і предмет R , називають *істинним пеленгом* (ІП) даного предмета R .

На площині справжнього горизонту (рис. 3.2) істинний курс та істинний пеленг будуть плоскими кутами

$$ІК = N_HAK \text{ та } ІП = N_HAR.$$

Дійсний курс і дійсний пеленг відраховують від нордової частини істинного меридіана за напрямком годинникової стрілки від 0 до 360° . На рис. 3.2 видно, що $ІП = ІК + КК$, де $КК$ – *курсний кут* між ДП судна й напрямком на предмет. Розрахунок курсових кутів проводиться від носової частини ДП судна за годинниковою стрілкою від 0 до 360° . Однак, частіше застосовують *напівколовий* розрахунок курсових кутів від 0 до 180° від носової частини ДП судна у бік борту, по якому розташований предмет. При цьому

$$ІП = ІК + КК \text{ п/б (правого борту)}$$

$$ІП = ІК - КК \text{ л/б (лівого борту)}.$$

Напрямок, що відрізняється від ІП на 180° , називається *зворотним істинним пеленгом* (ЗІП).

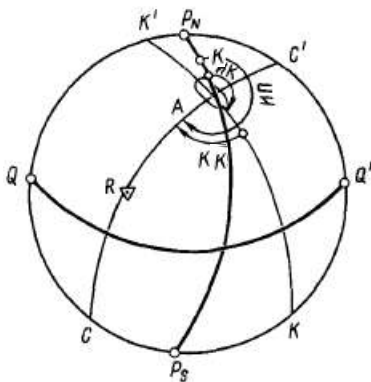


Рис. 3.2. Істинний курс.
Істинний пеленг. Курсовий кут

Хід роботи

1) Запустити програму "Тренажер з навігаційних задач РЛС-САРП-ЕКНІС".

2) Визначити координати власного судна, координати цілі, істинний курс та курсовий кут. Результат представити у вигляді рисунку із зображенням ІКО та відповідними поясненнями (див. рис. 3.3, 3.4).

Для визначення координат власного судна в навігаційних задачах оберемо функцію числення в головному меню програми (див. рис. 3.3). Координати судна цілі визначимо за допомогою візира (див. рис. 3.4).

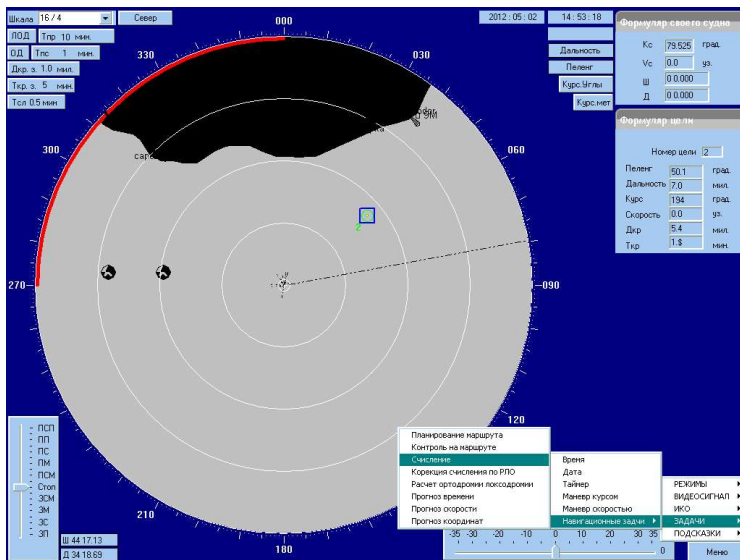


Рис. 3.3. Визначення координат власного судна

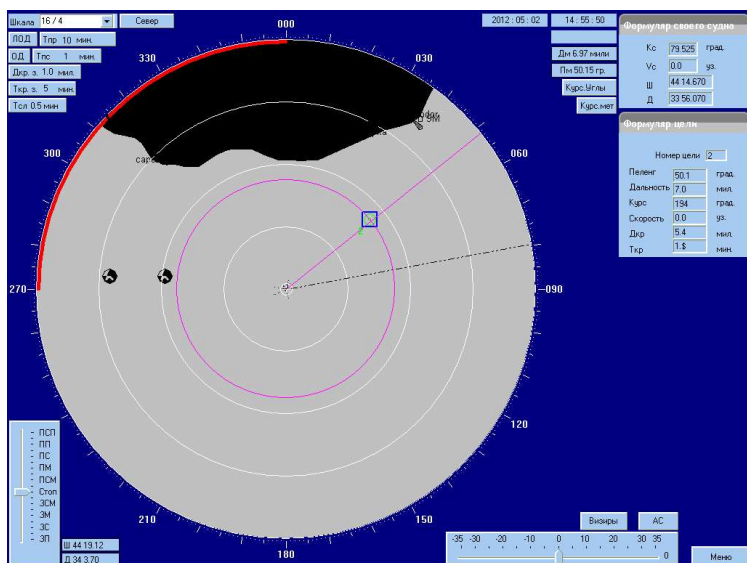


Рис. 3.4. Визначення широти і довготи судна цілі за допомогою візира

3) Обчислити істинний пеленг.

4) Обчислити різницю широти та довготи, отримані результати занести до табл. 3.1. Навести лістинг розрахунків у форматі: формула – значення – результат.

Таблиця 3.1. Результати розрахунку РШ, РД

Назва	Широта	Довгота	Різниця широти	Різниця довготи
Власне судно				
Судно цілі				

5) У висновках необхідно коротко описати основні навігаційні визначення та поняття, прокоментувати результати розрахунків.

Практична робота № 2

Тема: морські навігаційні карти. Вирішення задачі виконавчої прокладки та контролю навігаційної безпеки руху з використанням ЕКНІС.

Мета: ознайомлення з морськими навігаційними картами. Отримання навичок розв'язання навігаційних задач з використанням електронних навігаційних карт. Робота з Електронною картографічною навігаційно-інформаційною системою.

Постановка задачі:

- ознайомитись з класифікацією, призначенням та особливостями використання морських навігаційних карт;
- вивчити основні функції та завдання ЕКНІС;
- провести судно в режимі виконавчої прокладки;
- виконати контроль навігаційних параметрів руху судна;
- провести аналіз запису проходження маршруту.

Теоретичні відомості

Географічна карта – це зменшене, вимірне й узагальнене зображення земної поверхні на площині, отримане на основі певного математичного закону передавання розміщення стану і взаємозв'язку різних явищ природи й суспільства.

Морська карта (МК) – спеціальна карта, що відображає частину або весь Світовий океан, призначена для забезпечення мореплавання, вирішення спеціальних завдань і використання природних ресурсів. МК поділяють на навігаційні, спеціальні для ВМС, допоміжні й довідкові.

Навігаційні карти за своїм призначенням поділяють на чотири групи: загальнонавігаційні – морські навігаційні карти; радіонавігаційні; навігаційно-промислові, озерні й річкові.

Морські навігаційні карти (МНК) є основною підгрупою морських карт, що обумовлюють безпеку судноводіння. На них

докладно відбиті рельєф морського дна, характер берега й уся навігаційна обстановка в описуваному даною МНК районі. На МНК виконують важливе завдання судноводіння – ведуть обчислення шляху судна й визначають його місцезнаходження; МНК видають у масштабі від 1:500 до 1:5000000. Вибір масштабу МНК обумовлений віддаленням від берега маршрутів проходження суден. Зрозуміло, що в міру наближення до берега умови плавання ускладнюються, можливість вибору курсів обмежується, кількість навігаційних небезпек збільшується. Тому на такій карті необхідно мати більш детальне зображення елементів змісту (більше навантаження карти), що вимагає її більшого масштабу. Залежно від масштабу МНК поділяють на генеральні, шляхові, часткові й плани.

Генеральні (узагальнені) карти призначені для загального вивчення умов плавання у великому водному басейні, обчислення шляху судна при плаванні у відкритому морі, попередньої прокладки маршруту майбутнього переходу й загальних навігаційних розрахунків. Такі карти звичайно складають у масштабах від 1:5000000 до 1:1000000. На генеральних МНК нанесені найважливіші маяки, навігаційні небезпеки, розташовані на значному віддаленні від берега, плавучі засоби навігаційного огороження, виставлені біля небезпек, далеко від берегів.

Шляхові карти призначені для забезпечення плавання уздовж берегів, на деякому віддаленні від берегів, а також для забезпечення підходів судна з моря до берега; складаються в масштабах від 1:500000 до 1:100000. На шляхових картах нанесені маяки, вогні й знаки, що забезпечують прибережне плавання, всі навігаційні небезпеки й всі плавучі засоби навігаційного огороження.

Часткові карти служать для забезпечення плавання в безпосередній близькості до берегів, у стиснутих навігаційних умовах (вузини, проходи, фарватери й т. п.); їх складають

у масштабах від 1:50000 до 1:25000. Часткові МНК являють собою більш докладні шляхові карти. На них нанесені всі маяки, вогні й знаки, включаючи рейдові й портові, всі навігаційні небезпеки, включаючи мілини і скелі, всі плавучі засоби огородження.

Плани необхідні для забезпечення входу в порти, гавані, бухти, на рейди й для орієнтування під час пересування в межах цих акваторій. Їх складають у масштабах від 1:25000 до 1:500. На плани наносять ті ж елементи морської обстановки, що й на часткові карти. За зовнішнім виглядом план відрізняється від карти тим, що його рамка не розбита на градуси й мінути, а проміжні меридіани й паралелі відсутні. Плани видають окремо, але нерідко їх поміщають у вигляді врізів на вільних місцях шляхових і часткових карт.

Радіонавігаційні карти (РНК) являють собою МНК із додатковим навантаженням у вигляді сіток ізоліній, призначених для спрощення графічного вирішення завдань з визначення місця судна за допомогою радіо-навігаційної станції (РНС) судноводіння. На РНК часто наносять також поправкові величини та пояснення, необхідні при визначенні місця за допомогою РНС. На практиці судноводій зобов'язаний користуватися картою найбільшого масштабу для даної ділянки моря, озера або річки.

Спеціальні карти так само, як і МНК, призначені для графічного вирішення завдань судноводіння під час використання особливих технічних засобів, або під час плавання в особливих умовах (наприклад, на особливо швидкохідних судах).

Допоміжні й довідкові карти включають карти різного змісту й призначення. Склад цієї групи карт через ряд причин постійним не залишається й час від часу змінюється. Найпоширенішими серед допоміжних карт є карти-сітки для ділянок океанів і окремих морів (без накладання шляхових

карт) без елементів спеціальної морської обстановки. Найважливішими серед довідкових карт є карти рекомендованих шляхів, гідрометеорологічних елементів і ґрунтів, радіомаяків і радіостанцій, зоряного неба, часових поясів та ін. Довідкові карти, об'єднані спільністю змісту й призначення, часто зводяться в один загальний атлас, наприклад "Атлас припливно-відпливних течій", "Атлас течій для плавання в шхерах" і т. д.

Хід роботи

- 1) Завантажити "Тренажер з навігаційних задач ЕКНІС".
- 2) За адміралтейським номером обрати необхідну карту.
- 3) Визначити масштаб, стандарт відображення на карті та інші навігаційні параметри.
- 4) Зробити короткий опис стандарту відображення об'єктів на карті та інших параметрів контролю навігаційної безпеки руху, що відображаються на електронній карті.
- 5) Завантажити попередньо створений маршрут. Після введення заздалегідь запланованого маршруту руху судна забезпечується контроль плавання по маршруту.
- 6) Ознайомитись та зробити короткий опис інформаційно-управляючої панелі та параметрів контролю навігаційної безпеки [2].
- 7) За допомогою керма утримувати судно на заданому маршруті.
- 8) Виконати відхилення судна за межі встановленого бічного зміщення. Отримати попередження про небезпеку. Навести відповідний рисунок та пояснення отриманого повідомлення [2].
- 9) Повернути судно на маршрут, наблизитись до поточної точки перегину маршруту та отримати попередження. Зробити відповідний рисунок та пояснення отриманого повідомлення.
- 10) Відтворити інформацію про пройдений маршрут [2].

11) У висновках коротко зазначити з якими видами карт ви ознайомились. Які переваги та недоліки мають електронні карти. Що таке растрові або векторні карти, які з них найбільш поширені у сучасній морській навігації. Назвати сучасні організації, що контролюють та встановлюють вимоги відносно відображення електронних карт.

Практична робота № 3

Тема: вивчення навігаційного обладнання морських шляхів під час моделювання руху судна Дніпровською затокою в режимі виконавчої прокладки.

Мета: ознайомлення з береговими засобами навігаційного обладнання. Ознайомлення з особливостями навігаційної обстановки даного району плавання для створення безпечного маршруту. Отримання навичок керування судном в ручному режимі з використанням навігаційної інформації та попереджувальної сигналізації.

Постановка задачі:

- ознайомитись з береговими засобами навігаційного обладнання;
- ознайомитись з особливостями навігаційної обстановки Дніпровської затоки;
- створити безпечний маршрут руху траулера;
- отримати навички керування судном в ручному режимі;
- використати навігаційну інформацію та попереджувальну сигналізацію під час руху судна.

Хід роботи

- 1) Запустити Електронну картографічну навігаційно-інформаційну систему.
- 2) Відкрити карту, що відповідає заданому району плавання.
- 3) Обрати тип судна: сейнер.

4) Ознайомитись з основними характеристиками сейнера. Внести дані до табл. 3.2 (Додаток А).

Таблиця 3.2. Загальні характеристики судна

Характеристики	Параметри
Довжина найбільша, м	
Ширина найбільша, м	
Висота борту, м	
Дедвейт, т	
Потужність одного двигуна, к. с.	
Швидкість, вуз	

5) Задати параметри контролю навігаційної безпеки руху судна [2]:

- Distance from ship: $R = 0,1 Nm$;
- Segment: 120° ;
- Show guard zone.

6) Дослідити класифікацію берегових навігаційних засобів. Результат представити у вигляді короткого опису або у табличному вигляді.

7) Виконати попереднє прокладання основного маршруту руху сейнера в Бузько-Дніпровському лимані. Провести судно по фарватеру. Внести до таблиці навігаційні дані кожної точки перегину прокладеного маршруту.

8) Виконати перевірку навігаційної безпеки створеного маршруту. Зробити рисунок із зображенням прокладеного маршруту та короткий опис отриманих попереджень про небезпеку.

9) За допомогою керма виконати моделювання руху сейнера в режимі виконавчої прокладки з використанням даних інформаційно-навігаційної панелі керування. Навести рисунок із зображенням судна, що рухається по запланованому маршруту.

10) Висновки.

Практична робота № 4

Тема: дослідження моделюючого комплексу CoTMACS-AP.

Мета: дослідження можливостей та ознайомлення з інтерфейсом моделюючого комплексу. Отримання навичок моделювання руху судна та створення сценарію вітро-хвильових умов. Аналіз результатів моделювання, отриманих у вигляді графічних залежностей контрольованих параметрів руху.

Постановка задачі:

- вивчити особливості інтерфейсу програмно-апаратного комплексу CoTMACS-AP;
- визначити основні задачі, що вирішуються за допомогою комплексу;
- ознайомитись зі складом та основними параметрами суден представленими в комп'ютерному комплексі;
- створити сценарій умов моделювання руху судна (початкові умови, зовнішній вплив);
- провести моделювання руху судна за різних умов зовнішнього впливу;
- отримати графічні залежності основних параметрів руху судна та провести їх аналіз.

Теоретичні відомості

До складу комплексу входять математичні моделі руху семи типів суден різного призначення, моделі трьох типів компасів, інформаційних датчиків, приводів органів керування та GPS. Налаштування загальноновідомих параметрів усіх навігаційних приладів, у разі необхідності, може бути виконано в ручному режимі, або залишено за замовчуванням.

Моделювання руху судна може проводитись у ручному режимі, або за допомогою систем автоматичного керування. До складу комплексу входить модель рульової машини зі слідкуючим приводом, керованим сигналом кута перекладки

керма. Утримувати судно на заданому курсі можна за допомогою вбудованого авторульового або адаптивного ПД-регулятора, що входять до комплекту. Головною перевагою комплексу є можливість підключення зовнішнього авторульового та моделювання руху судна по запланованому маршруту.

Даний комплекс дає можливість спостереження динаміки руху судна за змінних вітро-хвильових умов. Параметри сил зовнішнього збурення та глибина води задаються користувачем за допомогою спеціального інтерфейсу та зберігаються в окремому файлі-сценарії, який має оригінальну назву, наприклад: "Спокійні умови, мілина", або "Гроза". Моделювання руху судна можна проводити за будь-яким створеним сценарієм, або за кожним по черзі. Це досить зручно для проведення тестування та демонстрації можливостей розроблених автоматичних систем керування.

За допомогою окремої програми, що входить до складу комплексу є можливість переглянути і вивести на друк результати моделювання, зробити аналіз ефективності роботи авторульового, або визначити доцільність обраної тактики ручного керування рухом судна із заздалегідь запланованим сценарієм вітро-хвильового збурення. Детальний опис налаштування параметрів комплексу запропоновано у [1].

Хід роботи

1) Ознайомитись з інтерфейсом програмно-апаратного комплексу CoTMACS-AP [1].

2) Навести короткий опис задач, що вирішуються за допомогою наступних компонентів:

- "Setup";
- "Exercise";
- "Simulation";
- "Analysis".

3) За варіантом (табл. 3.3) обрати необхідний тип судна. Зробити короткий опис загальних характеристик обраного судна у табличному вигляді.

4) Задати початкові умови плавання та визначити параметри зовнішнього впливу (спокійні умови плавання), табл. 3.3. Параметри аварійної відмови та створення маршруту не змінювати.

5) Провести моделювання руху судна за встановленим сценарієм зовнішнього впливу, при цьому утримувати судно на заданому курсі (див. табл. 3.3) за допомогою ПД-регулятора.

6) Записати характеристики динаміки руху судна в заданих умовах.

7) Створити новий сценарій вітро-хвильового впливу (неспокійні умови плавання).

8) Провести моделювання руху судна за новим сценарієм зовнішнього впливу, при цьому, також утримувати судно на заданому курсі за допомогою ПД-регулятора.

9) Записати характеристики динаміки руху судна в нових (неспокійних) умовах.

10) У висновках порівняти отримані результати моделювання. Описати динаміку руху судна під час дії зовнішнього впливу.

Таблиця 3.3. Умови моделювання

Номер варіанта	Тип судна	Початкові умови			Зовнішній вплив			
		V , м/с	X, Y	K_c , град	швидкість вітру, м/с	швидкість течії, м/с	висота хвиль, м	курс, град
1	Trawler	5	0,0	3	1 (3)	0,5 (1)	1 (3)	30
2	High speed boat 2	6	0,0	2	0,3 (2)	0,1 (0,5)	0,5 (1,5)	60
3	Tanker	4	0,0	8	2 (6)	1 (3)	1 (5)	15

Практична робота № 5

Тема: вивчення складу приладів та радіотехнічного обладнання суден різних типів.

Мета: отримання знань про інтерфейс та особливості налаштування кожного з представлених навігаційних датчиків, а також встановлення поправок, визначення похибки, завдання діапазонів значень навігаційних показників курсу. Порівняння результатів моделювання руху судна по запланованому маршруту в ручному режимі керування, використовуючи магнітний, гіроскопічний компаси та GPS, з результатами моделювання руху судна керованого авторульовим під час дії на судно сили зовнішнього впливу.

Постановка задачі:

- попередня прокладка маршруту, визначення необхідних курсів;
- ознайомлення з основними параметрами навігаційних приладів представлених в комплексі;
- моделювання руху суховантажного судна типу Lo-Ro по запланованому маршруту в ручному режимі керування з використанням гірокомпасу та GPS;
- моделювання руху суховантажного судна типу Lo-Ro по запланованому маршруту в ручному режимі керування з використанням магнітного компасу та GPS;
- моделювання руху суховантажного судна типу Lo-Ro по запланованому маршруту керованого авторульовим;
- отримання графічних залежностей необхідних параметрів керування;
- порівняння точності проходження маршруту під час використання різних показників курсу, а також під час ручного керування та керування за допомогою авторульового.

Короткі теоретичні відомості

Гірокомпас – механічний укажчик напрямку істинного меридіана, призначений для визначення курсу об'єкта, а також азимуту (пеленгу) орієнтованого напрямку. Принцип дії гірокомпасу заснований на використанні властивостей гіроскопа та добового обертання Землі.

Гірокомпаси широко застосовуються в морській навігації та мають декілька переваг над магнітними компасами:

- вказують напрям на істинний полюс, тобто на точку, через яку проходить вісь обертання Землі;
- менш чутливі до зовнішніх магнітних полів, що створюються феромагнітними деталями корпусу судна.

Простий гірокомпас складається із гіроскопа, який підвішений в середині порожнистої кулі, яка плаває у рідині. За принципом дії гірокомпас – це гіроскоп, тобто колесо, яке

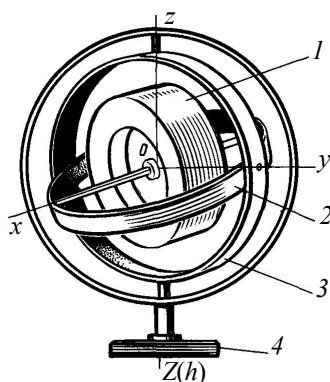


Рис. 3.5. Гіроскоп у кардановому підвісі:
1 – ротор; 2 – внутрішнє кільце; 3 – вертикальне кільце; 4 – основа

обертається (ротор) у кардановому підвісі (рис. 3.5), що забезпечує вісі ротора вільну орієнтацію у просторі. Якщо ротор почне обертатися навколо власної осі в протилежному напрямку від земної осі, тоді за законом збереження моменту імпульсу, ротор збереже орієнтацію у просторі. Оскільки земля обертається, то нерухомий відносно землі спостерігач бачить, що вісь гірокомпасу робить оберт за 24 години.

Для виникнення процесу ротор утримують в площині горизонту, наприклад за допомо-

гою вантажу, який фіксує вісь ротора в горизонтальному положенні відповідно до земної поверхні. У даному випадку сила тяжіння створює обертальний момент, і вісь ротора буде вказувати на істинну північ. Оскільки вантаж утримує вісь ротора горизонтально до земної поверхні, вісь ніколи не буде збігатися з віссю обертання Землі (окрім екватору).

Гірокомпасу властиві деякі помилки вимірювання. Наприклад, різка зміна курсу, швидкості чи широти може створити девіацію, вона існуватиме до тих пір, доки гіроскоп не відпрацює цю зміну. На більшості сучасних суден встановлені системи супутникової навігації (GPS) та/або інші навігаційні системи, які відправляють до вбудованого комп'ютера гірокомпаса поправку.

Магнітний компас відображає взаємодію полів постійних магнітів компаса з горизонтальною складовою магнітного поля Землі. Вільно обертова магнітна стрілка обертається навколо вісі, розташовуючись вздовж силових ліній магнітного поля.

Магнітний компас автономний та практично безвідмовний у роботі, однак має ряд недоліків: його показники необхідно виправляти відхиленням та девіацією значень, знаки яких змінюються в залежності від курсу судна та його географічного положення.

Поставлені навігаційні задачі вирішуються за допомогою програмно-апаратного комплексу CoTMACS-AP. Детальний опис роботи з комплексом та встановлення необхідних параметрів описано у [1].

Хід роботи

1) Ознайомитись з інтерфейсом вибору та налаштування параметрів компасів представлених в програмно-апаратному комплексі CoTMACS-AP [1].

2) Задати сценарій моделювання: обрати необхідне (за варіантом) судно [1], характеристики судна внести до табл. 3.4,

встановити головним (першим) гірокомпас, задати початкові умови моделювання та умови вітро-хвильового впливу [1].

Таблиця 3.4. Основні характеристики судна

Характеристики судна	Параметри
Тип	
Робоча швидкість, вуз	
Водотонажність, т	
Довжина, м	
Ширина, м	
Осадка носу, м	
Осадка корми, м	
Потужність двигуна, кВт	
Гвинт	
Єдине перо керма	

Як результати, у звіті навести зображення діалогових вікон з відповідними налаштуваннями.

3) По координатах заданих точок (за варіантом) прокласти маршрут на міліметрівці, визначити відстань та курсовий кут для кожної точки маршруту. До звіту додати міліметровку з позначеними кутами та підписом викладача.

Варіант 1	
X	Y
0	0
50	0
250	50
500	150
800	150
1000	100

Варіант 2	
X	Y
0	0
200	50
400	0
600	– 50
800	– 100
1000	– 100

Варіант 3	
X	Y
0	0
50	0
300	– 50
400	– 50
800	– 150
1000	– 150

4) Провести судно заданим маршрутом користуючись для керування даними гірокомпаса. Записати результати моделювання, до звіту додати вікно візуалізації руху судна наприкінці

моделювання, а також графіки отримані за допомогою компонента "Analysis" [1].

5) Замінити гірокомпас на магнітний компас та знову провести моделювання. Записати результати моделювання та представити їх у звіті.

6) Підключити зовнішній авторульовий [1] та провести моделювання руху судна по запланованому маршруту з використанням GPS. Записати результати моделювання та представити їх у звіті.

7) Порівняти результати проходження маршруту трьома способами.

8) Висновки.

Практична робота № 6

Тема: контроль та попередження виникнення аварійної ситуації на судні. Прилади, датчики та система сигналізації у разі небезпеки.

Мета: провести моделювання руху танкера, що керується авторульовим з ПІД-регулятором, потім в ручному режимі при виникненні аварійних ситуацій різних видів за допомогою програмно-апаратного комплексу CoTMACS-AP. Знати види аварійно-попереджувальної сигналізації, що використовується на судах даного типу.

Постановка задачі:

- ознайомитись з головними параметрами судна (за варіантами);
- ознайомитись з видами аварійно-попереджувальної сигналізації, що використовується на судах даного типу;
- провести моделювання руху танкера в умовах забруднення фільтра;
- провести моделювання руху танкера в умовах високої температури мастила;

- провести моделювання руху танкера в умовах перевантаження двигуна;
- аналіз результатів моделювання.

Теоретичні відомості

Попереджувальну сигналізацію можна встановити для таких небезпек:

- відмова роботи двигуна (Motor power failure);
- відмова системи керування двигуном (Control power failure);
- низький рівень палива (Low oil level);
- дуже низький рівень палива (Low low oil level);
- висока температура палива (Hight oil temperature);
- відмова роботи фільтра (Filtre failure);
- відмова слідкуючої системи керування (Follow up fail);
- гідравлічне блокування (Hydraulik lock);
- перевантаження двигуна (Motor overload);
- відсутня фаза (Phase fail).

Хід роботи

1) Завантажити програмно-апаратний комплекс CoTMACS-AP.

2) Обрати необхідний тип судна (танкер) та розглянути його основні характеристики.

3) Встановити необхідні початкові умови плавання та умови вітро-хвильового впливу.

4) Ознайомитись із можливими аварійними ситуаціями на вказаному типі судна, задати параметри аварійно-попереджувальної сигналізації про виникнення небезпечної ситуації під час руху судна (забруднення фільтра, висока температура мастила, перевантаження двигуна), зберегти створену вправу.

5) Перейти до компонента з візуалізації руху та обрати створену вправу.

6) Встановити курс 60°.

7) Провести моделювання: за допомогою ПД-регулятора вивести судно на вказаний курс; отримати попередження про аварійну небезпеку та вжити відповідні заходи для її уникнення; під час виникнення аварійної ситуації вимкнути пошкоджений двигун та продовжити моделювання в ручному режимі керування.

8) Записати загальні параметри керування.

9) За допомогою компонента "Analysis" побудувати графічні залежності отриманих параметрів.

10) Зробити висновки по роботі.

Практична робота № 7

Тема: дослідження впливу метеорологічних умов на динаміку та керованість суден різних типів.

Мета: отримання навичок керування судами з різною динамікою руху за умов зовнішнього впливу в ручному режимі керування.

Постановка задачі:

– ознайомитись з основними параметрами та особливостями управління танкером, балкером типу Lo-Ro, балкером типу річка/море, трейлером, швидкісним катером та пасажирським човном;

– створити сценарій зовнішніх умов та провести моделювання вказаних суден;

– вивчити вплив зовнішніх умов на динаміку та керованість зазначених типів суден.

Теоретичні відомості

Коливання рівня моря. Водні маси Світового океану, маючи велику рухливість, ніколи не бувають у стані повного спокою внаслідок впливу на них різних сил. Всі коливання рівня моря можна розділити на неперіодичні й періодичні.

Неперіодичні коливання рівня моря звичайно обумовлюються процесами в земній корі й діяльністю атмосфери. З першими пов'язані сейсмічні хвилі – цунамі; будучи безпечними у відкритому океані, цунамі приносять величезні збитки біля узбережжя. Інший вид надзвичайно небезпечних неперіодичних коливань рівня океану – приливно-відливні коливання, пов'язані з діяльністю атмосфери, які нерідко викликають катастрофічні повені. Сейші – вільні коливання замкнутого або напівзамкнутого обсягу води без поширення профілю хвилі по поверхні водойми, що відбуваються по інерції після припинення дії зовнішніх сил (вітер, сейсмічні поштовхи, різкі зміни атмосферного тиску та ін.). *Періодичні коливання рівня моря* викликаються зазвичай припливно-відливними явищами, що є, у свою чергу, наслідком дії періодичних сил тяжіння Місяця й Сонця. Припливи поділяються на півдобові, добові та змішані.

Припливно-відливні течії – горизонтальні переміщення водних мас, що супроводжують припливно-відливні коливання рівня океану. У відкритому океані швидкість таких течій не перевищує 0,5 вуз, однак у вузкостях і протоках вона досягає 10 вуз і більше. Припливно-відливні течії, на відміну від всіх інших, поширюються на всю товщину водних мас: швидкість течії у всіх шарах на глибині практично однакова. Для відкритих ділянок океану характерні припливно-відливні течії обертового типу; у вузкостях, навпаки, вони здобувають реверсивний (зворотно-поступальний) характер, коли напрямок припливної та відливної течій у тому самому пункті має протилежні значення. Проникаючи в гирла рік, припливна хвиля сприяє коливанню їхнього рівня, а також істотно впливає на швидкість руху води в гирлах. Так, нерідко швидкість припливної течії, переважаючи над швидкістю річки, змінює течію річки на зворотню.

Швидкість і напрямок припливно-відливних течій безупинно змінюються. Це ускладнює урахування їх впливу на шлях судна й одночасно робить урахування такого впливу важливим з метою безпечного мореплавання.

Морські хвилі. Розрізняють кілька типів морських хвиль залежно від причин їх появи: хвилі тертя (вітрові, глибинні), баричні (сейші, або стоячі хвилі, що створюються змінами атмосферного тиску), сейсмічні (виникають під час підводних землетрусів) і припливно-відливні (викликані припливостворюючими силами Місяця й Сонця).

Основними елементами хвиль є:

- гребінь – найвища точка хвильового профілю;
- підосва (балка) – найнижча точка хвильового профілю;
- висота h – відстань від гребеня хвилі до її підосви по вертикалі, м;
- довжина L або – відстань між сусідніми гребенями або підосвами, м;
- кругість – відношення висоти h до довжини L хвилі.

Крім елементів, що визначають геометричні характеристики хвилі, виділяють також її кінематичні елементи – період, швидкість і напрямок поширення.

Елементи морських хвиль, що виникають під дією вітру в океані, залежать не тільки від швидкості вітру, але й від тривалості його дії, довжини розгону хвилі й рельєфу дна. Тому вітер однієї й тієї ж швидкості в різних умовах може викликати різні хвилі.

Течії. Горизонтальні переміщення мас води, що описуються напрямком і швидкістю називають течії. Вертикальні рухи мас води при дослідженні морських течій звичайно не враховуються. Морські (океанічні) течії можна класифікувати за факторами, що їх викликають: градієнтні, вітрові, припливні, хвильові, сейші, стокові; за стійкістю: постійні, періодичні,

неперіодичні; за глибиною розташування: поверхневі, глибинні, придонні; за фізико-хімічними властивостями: теплі й холодні, солоні й прісні, залежно від співвідношення температури або солоності мас води, що формують течію і навколишні води.

Поставлені навігаційні задачі вирішуються за допомогою програмно-апаратного комплексу CoTMACS-AP. Детальний опис налаштування необхідних параметрів описано в [1].

Хід роботи

1) Обрати необхідний тип судна (за варіантом), табл. 3.5.

Таблиця 3.5. Умови моделювання

Номер варіанта	Тип судна	Початкові умови			Зовнішній вплив		
		V , м/с	X, Y	$Kс$, град	швидкість вітру, м/с	швидкість течії, м/с	висота хвиль, м
1	Life boat Lo-Ro18/II	8	0,0	273	2	0,5	1
2	River-sea ship Oil tanker	3	0,0	30	3	0,1	0,5
3	Lo-Ro18/II River-sea ship	5	0,0	42	4	1	1

2) Встановити початкові умови моделювання (початкова швидкість, курс та координати початку руху).

3) Встановити умови вітро-хвильового впливу (вітер, течія, хвилювання).

4) Провести моделювання руху судна за заданих умов, записати результати моделювання.

5) Змінити тип судна, провести моделювання руху та записати необхідні параметри керування при заданих умовах зовнішнього впливу.

6) Змінити умови вітро-хвильового впливу.

7) Провести моделювання руху суден та записати необхідні параметри керування для нових умов зовнішнього впливу.

8) Порівняти результати моделювання.

9) Зробити висновки про вплив метеорологічних умов на динаміку та керованість суден різних типів.

Практична робота № 8

Тема: відпрацювання команди "Людина за бортом". Виконання маневру Вільямсона.

Мета: ознайомитись з існуючими видами маневрів під час тривоги "Людина за бортом". Вивчити послідовність дій у випадку негайного порятунку, порятунку з деякою затримкою та порятунку з необхідністю пошуку. Ознайомитись з існуючими засобами порятунку на судні. Здобути навички виконання маневру Вільямсона в моделюючому комплексі ЕКНІС.

Постановка задачі:

- створити попередній маршрут;
- встановити маркер події;
- взяти на автоматичне спостереження конкретну ціль;
- виконати маневр судном за обраною схемою в ручному режимі керування.

Теоретичні відомості

Виконання маневру судном по тривозі "Людина за бортом"

Покласти кермо на борт (в сторону людини, що впала за борт). При відхиленні судна на кут близько 60° від курсу (уточнюється для кожного типу суден) перекласти кермо на протилежний борт до виходу його на контр-курс і потім зменшити швидкість.

Пам'ятай послідовність: маневр – круг – тривога – спостереження!

62

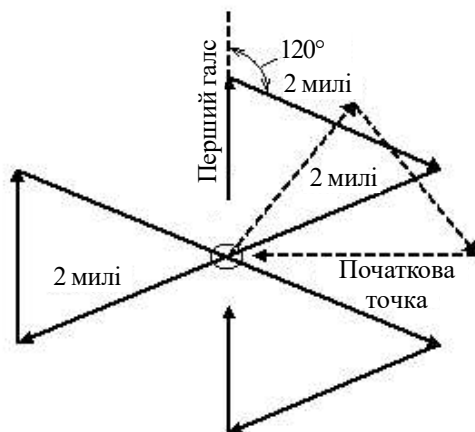
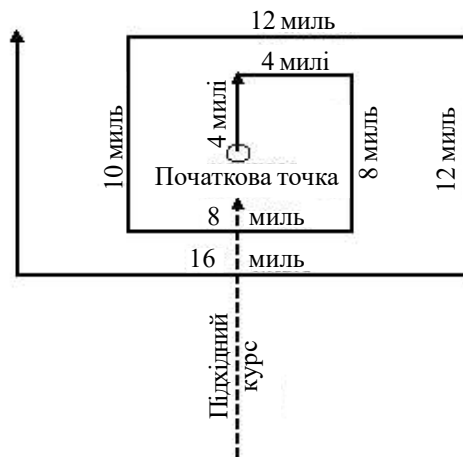


Рис. 3.6. Схеми пошуку людини

Застосування маневру Вільямсона для порятунку людини зображено на рис. 3.7.

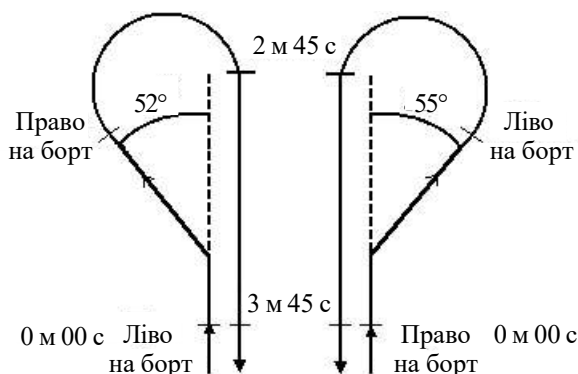


Рис. 3.7. Маневр Вільямсона

Хід роботи

- 1) Завантажити карту з необхідним районом плавання [2].
- 2) Установити маркер подій [2].
- 3) Створити виконавчий маршрут.
- 4) Взяти ціль на маркер подій.
- 5) Розрахувати відстань до цілі.
- 6) Виконати маневр судном в ручному режимі керування.
- 7) У висновках описати існуючі види маневрів по тривозі "Людина за бортом".

Практична робота № 9

Тема: виконання маневру безпечного розходження вантажного судна "Микола Бажан" та сейнера із використанням сигналізації виникнення небезпечної ситуації. Розрахунок локсодромії і ортодромії.

Мета: відпрацювання навичок обробки інформації, відображеної на екрані РЛС. Отримання знань про контрольовані параметри під час виконання маневру безпечного розходження суден (небезпечну відстань, час небезпеки зіткнення). Ознайомлення з навігаційними поняттями: локсодромія та ортодромія.

Постановка задачі:

- запобігання зіткнень на основі правил ІМО з використанням попереджувальної сигналізації;
- орієнтування в ситуації, включаючи визначення дистанцій до цілей, пеленга, курсів і швидкостей;
- ведення радіолокаційної прокладки при безпечному розходженні суден;
- розрахунок локсодромічного та ортодромічного курсів.

Теоретичні відомості

Ортодромія – найкоротша лінія між двома точками на поверхні обертання. У картографії та навігації – назва геодезичної лінії найкоротшої відстані між двома точками на поверхні земної кулі, найменший з відрізків дуги великого кола, що проходить через ці точки. На відміну від локсодромії,

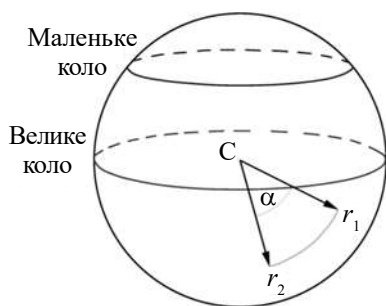


Рис. 3.8. Зображення ортодоромі на поверхні Землі

ортодромія перетинає меридіани під різними кутами. У судноводінні, де Земля приймається за кулю, ортодромія являє собою дугу великого кола (рис. 3.8).

Локсодрома або локсодромія – крива на поверхні обертання, яка перетинає всі меридіани під постійним кутом, званим локсодромічним

шляховим кутом. Ці терміни запроваджені португальським математиком Ноніусом у 1530 році (рис. 3.9).

Якщо пересуватися з фіксованим шляховим кутом по Землі, яку умовно прийняти за сферу або еліпсоїд, то траєкторія руху об'єкта буде локсодромією. Локсодромія не є найкоротшим шляхом між двома пунктами (виняток – меридіани й екватор). Тим не менш, у старовину судна і мандрівники нерідко рухалися по локсодромії, так як іти під постійним кутом до Полярної зірки простіше і зручніше. Із винаходом компаса мореплавці перейшли на рух по "магнітній локсодромії", тобто по лініях з постійним кутом до магнітних ліній, що дало можливість продовжувати рух і в хмарну погоду. Але як тільки були з'ясовані магнітні порушення, люди знову перейшли на звичайні локсодроми.

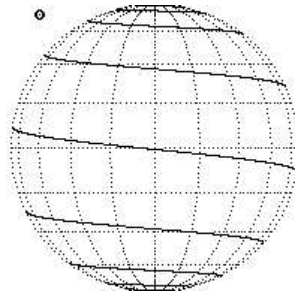


Рис. 3.9. Зображення локсодромії на поверхні Землі

Хід роботи

1) Запустити програму "Тренажер з навігаційних задач РЛС-САРП-ЕКНІС".

2) Ознайомитись із характеристиками власного судна та судна цілі. Результати занести до табл. 3.6 (див. Додаток А).

Таблиця 3.6. Загальні характеристики суден

№ з/п	Характеристика	Власне судно	Судно ціль
1	Назва судна		
2	Довжина, м		
3	Ширина, м		
4	Висота борту, м		
5	Дедвейт, т		
6	Потужність, дизель, к. с.		
7	Швидкість, вуз		

3) Встановити налаштування САРП необхідні для вирішення поставлених навігаційних задач, а саме:

- формування і відображення азимутної шкали;
- перемикання масштабів зображення: обрати зручний варіант в залежності від завдання;
- встановити орієнтацію зображення північ;
- формування слідів руху судна $T_{сл} = 0,5$ хв;
- регулювання часу прогнозу $T_{пр} = 10$ хв;
- задавання часу найкоротшого зближення $T_{кз} = 2$ хв;
- задавання дальності найкоротшого зближення $D_{кз} = 5$ миль;

4) Виконати безпечне розходження суховантажного судна "Микола Бажан" та сейнера в ручному режимі керування за допомогою РЛС з САРП. Наблизитись до цілі на небезпечну відстань, отримати сигнал попередження, виконати безпечне розходження на основі правил ІМО. Навести зображення ІКО в момент спрацювання попереджувальної сигналізації та під час маневрування при розходженні суден.

5) За допомогою клавіш "меню" – "задачі" – "навігаційні задачі" виконати розрахунок ортодромічного курсу [1]. Результат виконання розрахунків навести у вигляді діалогового вікна з відповідними обчисленнями та поясненнями.

6) Висновки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. **Блінцов, С. В.** Суднова радіолокаційна станція з системою автоматичної радіолокаційної прокладки [Текст] : навчальний посібник / С. В. Блінцов, П. Г. Клименко. – Миколаїв : НУК, 2007.
2. **Блінцов, С. В.** Електронна картографічна навігаційно-інформаційна система [Текст] : навчальний посібник / С. В. Блінцов, П. Г. Клименко. – Миколаїв : НУК, 2008.
3. Программно-аппаратный комплекс CoTMACS-AP [Текст] / руководство пользователя. – К., 2003.

ДОДАТОК А



Рис. 1. Лайнер "Тарас Шевченко"
(найбільша довжина 176,14 м; найбільша ширина 23,60 м;
висота борту 13,50 м; дедвейт 4,240 т; потужність одного
двигуна 10500×2 к. с.; швидкість 18 вуз)



Рис. 2. Балкер "Зоя Космодем'янська"
(найбільша довжина 215,4 м; найбільша ширина 31,8 м;
висота борта 16,8 м; дедвейт 52700 т; дизель,
потужність 13700 к. с.; швидкість 15,76 вуз)



Рис. 3. Балкер "Микола Бажан"
(найбільша довжина 215,4 м; найбільша ширина 31,8 м;
висота борту до ВЛ 16,95 м; дедвейт 52700 т; дизель,
потужність 13700 к. с.; швидкість 15,62 вуз.)



Рис. 4. Сейнер
(довжина 38,2 м; ширина 9,6 м; осадка 3,5 м;
дедвейт 220 т; потужність головного двигуна 1020 кВт;
швидкість повного ходу 12,5 вуз.)

ЗМІСТ

Вступ	3
Список скорочень	6
1. Загальні вимоги та вказівки до виконання лабораторних та практичних робіт	8
2. Навігаційні задачі з радіонавігації, що вирішуються за допомогою моделюючих комплексів у межах дисципліни "Радіо- і електронне навігаційне обладнання суден"	11
Лабораторна робота № 1	11
Лабораторна робота № 2	15
Лабораторна робота № 3	17
Лабораторна робота № 4	19
Лабораторна робота № 5	21
Лабораторна робота № 6	22
Лабораторна робота № 7	24
Лабораторна робота № 8	25
Лабораторна робота № 9	27
3. Навігаційні задачі, що вирішуються за допомогою моделюючих комплексів у межах дисципліни "Основи судноводіння"	36
Практична робота № 1	36
Практична робота № 2	42
Практична робота № 3	46
Практична робота № 4	48
Практична робота № 5	51

Практична робота № 6	55
Практична робота № 7	57
Практична робота № 8	61
Практична робота № 9	63
Використана література	67
ДОДАТОК А	68

Навчальне видання

БЛІНЦОВ Олександр Володимирович
ГРУДІНІНА Ганна Сергіївна
КЛИМЕНКО Павло Григорович

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до розв'язання задач
з радіонавігації та управління судном

Під загальною редакцією
д-ра техн. наук, проф. В. С. Блінцова

Редактор *С. А. Яременко*
Комп'ютерне складання та верстання *В. В. Москаленко*
Коректор *М. О. Паненко*

Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 00. Тираж 100 прим. Вид № 7. Зам. № 000.

Видавець і виготівник Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

просп. Героїв України, 9, м. Миколаїв, 54025

E-mail : publishing@nuos.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2506 від 25.05.2006 р.