

РОЗШИРЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ECDIS ЩОДО ПОПЕРЕДНЬОЇ ПРОКЛАДКИ В АКВАТОРІЇ ПОРТУ

Петровський А. В., к.т.н., доцент кафедри судноводіння Херсонської державної морської академії, e-mail: andreyanobody@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3337-9577

Поширеність використання ECDIS на судах торгового флоту та перехід на безпаперову навігацію висуває підвищені вимоги до таких навігаційних інформаційних систем. Метою статті є розширення функціональних можливостей ECDIS. При плануванні маршруту штурман повинен вивчити насамперед лоції очікуваних районів плавання, які мають як паперові, так і електронні каталоги. Однак, наявність електронних каталогів не надає інших переваг ніж існування такої інформації не на паперових носіях, оскільки вона не структурована для подальшого використання. Це може бути пов'язано із великою кількістю даних, які потрібно проаналізувати для безпечного переходу акваторій різних портів. Тим не менш є основні параметри, які вивчає штурман для попередньої прокладки, тобто є можливість структурувати інформацію, а деякі додаткові дані оформити як текстові повідомлення при здійсненні перевірки маршруту. При існуванні такої системи організації даних можливо розширити функціонал ECDIS щодо автоматичного редагування маршруту. При цьому збільшується кількість інформації по плечах маршруту, зменшується час на визначення кінцевого результату. У статті надано таку концептуальну схему організації структур даних і алгоритми її використання для підвищення інформаційного рівня проробки маршруту. Оскільки робота алгоритмів залежить від наповненості відповідних баз даних, необхідною умовою для реалізації є відкритість структур даних векторних карт. Наступним кроком для збільшення якості проробки маршруту є розробка методів автоматичного аналізу тексту лоцій для наповнення баз даних та можливого розширення їх деталізації. Розроблені структури даних і алгоритми не виключають потреби вивчення лоцій при попередній прокладці, однак, дозволяють інформувати о обов'язкових діях в акваторії обраного порту у визначений час і у визначеному місці.

Ключові слова: ENC, ECDIS, плечо маршруту, база даних.

DOI: 10.33815/2313-4763.2020.2.23.028–039

Вступ. Сучасні судові електронні картографічні навігаційні інформаційні системи (ECDIS) мають функціонал, який дійсно значно полегшує роботу штурмана у тому числі при попередній прокладці. Візуальне відображення результатів редагування у режимі реального часу полегшує побудову маршруту, при цьому необхідно пам'ятати і обмеження властиві ECDIS [1]. Однак, розвиток апаратного забезпечення дозволяє подальше розширювати та удосконалювати функціональні можливості ECDIS. Відомо, що для побудови переходу між портами, є потреба вивчення відповідних лоцій підходів до портів. При цьому деякі порти мають не тільки різні входи / виходи акваторії порту, а й в залежності від дедвейту судна, кількості терміналів, обмеженням мінімальної швидкості навантаження такі входи також можуть розподілятися. Між тим, оскільки лоції мають велику кількість корисної інформації, вона більшою часткою не структурована для її подальшого використання при автоматичній побудові маршруту засобами ECDIS, або таким спрощеним програмним забезпеченням як ChartBrowser [2], Admiralty Digital Catalog [3] та їх аналогами. Не зважаючи на більшу спрощеність, останнє програмне забезпечення (ПЗ) може побудувати попередній маршрут автоматично. Звісно такий маршрут не є кінцевим і повинен бути у подальшому опрацьованим у ECDIS, однак дозволяє визначити по даним Sailing Directions необхідні лоції, підібрати сукупність необхідних карт та Admiralty Information Overlay [4] для заказу та отримати текстову інформацію з електронних каталогів Адміралтейства. Інформація, яка надається електронними каталогами, представлена все ж такі у такому вигляді, начебто на більшості судів й досі використовуються паперові карти, і, штурману необхідно спочатку дуже ретельно вивчити райони плавання, щоб пристосувати отриману інформацію щодо планованого маршруту [5, 6]. Існування випадків посадки на мілину у акваторіях портів, не зважаючи на необхідність розрахування параметрів навігаційних глибин, безпечних для судна [7] (у кожному порті вони різні внаслідок великої кількості причин), сприяло розвитку, останній час, так званих Port

ECDIS, які мають набагато більше інформації ніж сучасні ENC масштабу карт-планів. Отримують розвиток такі карти, як PENC + gridded bathymetry. Вже є планування розподілення акваторій для ECDIS загального призначення та Port ECDIS [8, 9].

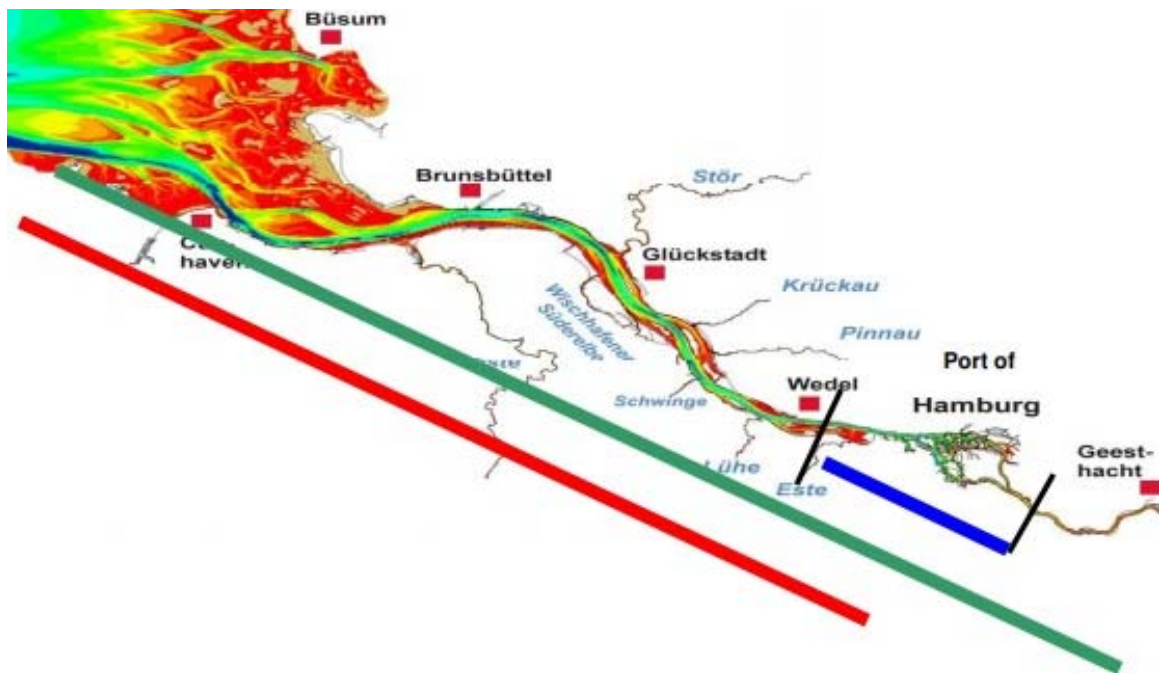


Рисунок 1 – Порт Гамбург (блакитним кольором виділено зону дії планованої Port ECDIS) [8]

Однак, на даний час це все на початковому рівні. Також не з'ясовано питання поєднання таких ECDIS із вже встановленими на судах. Тобто подальший розвиток збільшення інформатизації карт при плануванні маршруту стає очевидним, наслідком буде ще більше ускладнення аналізу інформації. Таким чином, актуальність розвитку засобів автоматизації процесів обробки таких даних не піддається сумніву.

Постановка задачі. Ретельна увага до систематизації великої кількості не структурованої інформації призводить до великих витрат часу. При цьому не є виключенням пропуски такої інформації, як: виставлення вогнів, знаків та сигналів на судні, радіо виклик служби контролю за рухом судів (VTS) при підході / відході / проході судном акваторією порту. Звісно, у деяких ECDIS, наприклад, Transas Navi Sailor 4000 [10], Navcom Voyager MB [11] та ін. є інформація щодо: припливів на обраний час на території портів, векторних об'єктів, розташованих на карті, у тому числі і на території порту, однак, ця інформація неповна у порівнянні із лоціями, крім того користувач повинен самостійно ознайомлюватись з нею. Деякі ECDIS потребують додаткового використання е-каталогів припливів від Admiralty Total Tide, або відображають таку інформацію спрощено, що звужує якість її візуального сприйняття, наприклад e-Globe G2 [12]. Тобто на даний час немає єдиних стандартів систематизації таких баз даних (БД) з вичерпною повнотою інформації, яку може використовувати встановлене програмне забезпечення (ПЗ) на судні. Наслідком цього є великі витрати часу на побудову попередньої прокладки для нанесення всіх важливих інформаційних контрольних точок на маршрут.

Метою статті є розробка концепції БД акваторії портів з відповідною структурою виключно для попередньої прокладки та надання алгоритмів її практичного використання існуючим ПЗ. *Предметом дослідження* є автоматизація інформаційного наповнення маршруту попередньої прокладки засобами ECDIS. *Об'єкт дослідження* – попередня прокладка.

Рішення. Оскільки дані розташування векторних об'єктів необхідні для наповнення БД запропонованої концепції, то основною вимогою функціонування БД та подальшого розширення функціоналу ECDIS щодо збільшення інформативності попередньої прокладки

є наявність відкритої структури SENC для використання вже введеної до карти інформації о векторних об'єктах.

Концептуальну схему структур даних надано у рис. 2. Всі зв'язки побудовані як відношення 1 – ∞ [13–14].

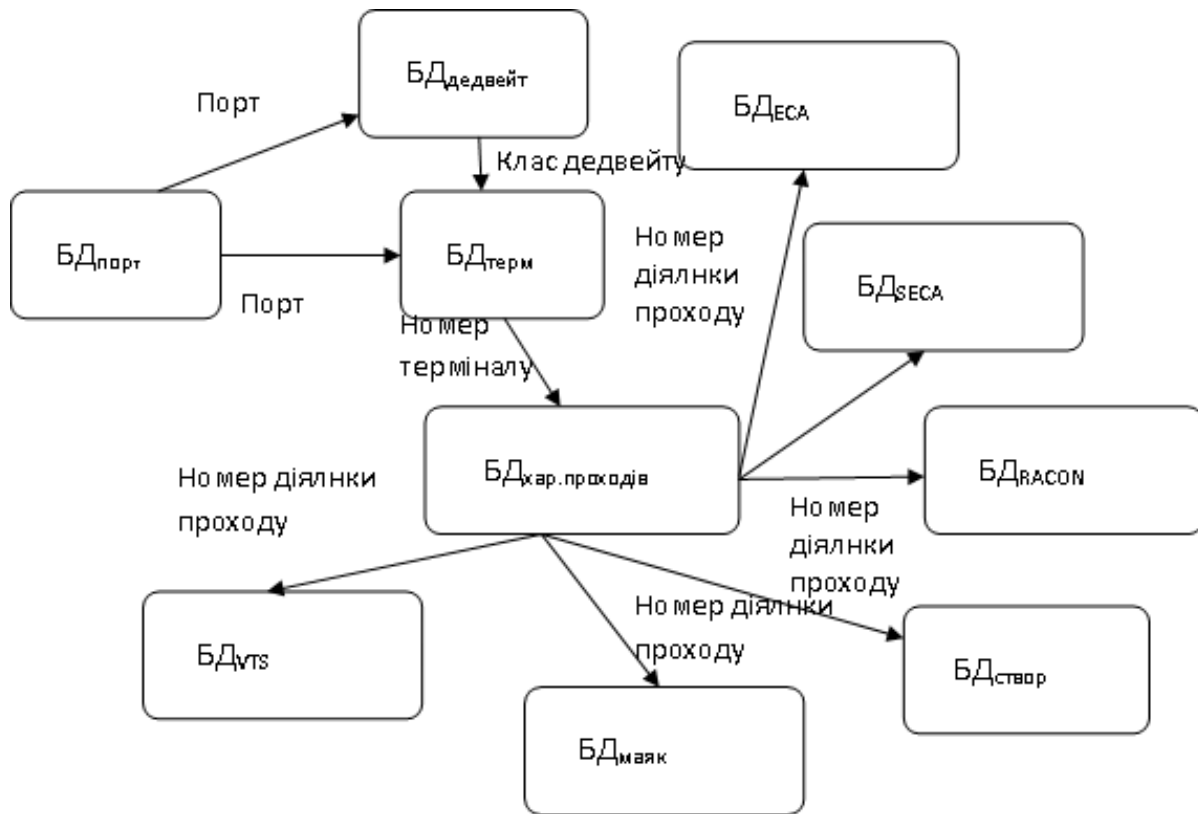


Рисунок 2 – Концептуальна схема взаємозв'язків структур даних

У ECDIS зони ECA, SECA є відкритими полігонами на SENC, тобто вони не замкнуті фігури, їх можливо представити сукупністю відрізків на визначених геопозиціях. Концепція передбачає відповідну структуру даних, за допомогою яких можливе збільшення як рівня автоматизації при побудові попередньої прокладки так і інформатизації кінцевого маршруту. Дані до БД можливо внести як в ручному режимі розробниками карт так і в автоматичному при побудові відповідних алгоритмів аналізу текстових даних лоцій. Подальше оновлення такої інформації може здійснюватися аналогічно процесу оновлення карт на судні. Побудований маршрут за приблизним варіантом [2, 3] переноситься до ECDIS, ПЗ якого отримує дані сукупності запропонованих БД, як з лоцій відповідного району плавання.

Загальна БД_{порт} – є БД портів та складається з двох полів:

- поле 1 – назва порту;
- поле 2 – дедвейт судів для навантаження/розвантаження;
- поле 3 – інша інформація.

Кількість записів для кожного порту залежить від кількості діапазонів дедвейту судів. БД_{УТС} має структуру запису:

- поле 1 – номер/назва проходу для виходу/входу до акваторії порту;
- поле 2 – широта точки контролю;
- поле 3 – довгота точки контролю;
- поле 4 – дистанція від точки контролю для здійснення обов'язкового радіообміну з VTS.

Кількість записів для кожного значення поля 1 дорівнює кількості точок радіообміну у межах акваторії порту.

БД_{ЕСА} має структуру запису:

- поле 1 – широта вершини полігону зони ЕСА;
- поле 2 – довгота вершини полігону зони ЕСА.

Кількість записів дорівнює кількості вершин зони ЕСА обраного порту.

БД_{SECA} має структуру запису:

- поле 1 – широта вершини полігону зони SECA;
- поле 2 – довгота вершини полігону зони SECA;
- поле 3 – вміст сірки у паливі (значення постійне в межах однієї зони і можливе

виділення в окрему постійну, але оскільки кількість вершин полігону невелике, то зберігати таке значення більш зручно у БД.

Кількість записів дорівнює кількості вершин зони SECA обраного порту.

БД_{хар.проходів} має структуру запису (проходи розподіляються на ділянки, кожна - має які небудь орієнтири: візуальні/радарні, геокоординати яких занесені до поля 2 та 3:

- поле 1 – номер/назва проходу для виходу/входу до акваторії порту;
- поле 2 – клас дедвейту;
- поле 3 – широта початку ділянки;
- поле 4 – довгота початку ділянки;
- поле 5 – широта кінця ділянки;
- поле 6 – довгота кінця ділянки;
- поле 7 – припустима швидкість на даній ділянці;
- поле 8 – швидкість течії;
- поле 9 – напрямок течії (град);
- поле 10 – інша інформація.

Кількість записів в межах 1 проходу дорівнює кількості його ділянок. Розподілення проходу на ділянки можливе по орієнтирах.

БД_{терм} має структуру запису:

- поле 1 – номер/назва проходу;
- поле 2 – номер терміналу;
- поле 3 – тип судна;
- поле 4 – клас дедвейту;
- поле 5 – мінімальна швидкість навантаження.

Кількість записів в межах 1 проходу дорівнює кількості його терміналів.

БД_{дедвейт} має структуру запису:

- поле 1 – порт;
- поле 1 – клас дедвейту;
- поле 2 – початок діапазону дедвейту;
- поле 3 – кінець діапазону дедвейту.

Кількість записів обмежується переліченням діапазонів дедвейтів, які можуть обслуговуватись портом.

Істинний напрямок створної лінії, що представляє справжній пеленг, на навігаційних картах зазвичай вказують в градусах, двома числами, причому перше число означає напрямок від знаків, а друге – на знаки.

БД_{створ} має структуру запису:

- поле 1 – номер/назва проходу;
- поле 2 – номер ділянки, як у БД_{хар.підходів};
- поле 3 – номер створа;
- поле 4 – напрямок від знаку;
- поле 5 – напрямок на знак.

Кількість записів для кожної ділянки обмежується кількістю встановлених створів.

Використання RACON в цілях, відмінних від засобів навігації, заборонено, тому вони використовуються для позначення таких об'єктів:

- маяки і навігаційні буї;
- судноплавні прогони під мостами;

- центральні лінії і точки повороту;
- морські нафтові платформи і тому подібні споруди.

В деяких країнах RACON використовуються також для позначення:

– тимчасових, нових і незрозумілих небезпек (вони передають азбукою Морзе символ «D»);

- як провідні лінії RACON.

БД_{RACON} має структуру запису:

- поле 1 – номер/назва проходу;
- поле 2 – номер ділянки, як у БД_{хар.подходів};
- поле 3 – широта розташування RACON;
- поле 4 – довгота розташування RACON;
- поле 5 – характеристики RACON.

Кількість записів для кожної ділянки обмежується кількістю встановлених пристроїв RACON.

БД_{маяк} має структуру запису:

- поле 1 – номер/назва проходу;
- поле 2 – номер ділянки, як у БД_{хар.подходів};
- поле 3 – широта розташування маяку;
- поле 4 – довгота розташування маяку;
- поле 5 – характеристики маяку.

Кількість записів для кожної ділянки обмежується кількістю маяків.

Оскільки у кожного маякового вогню є свої відмінні риси, за якими його можна ідентифікувати: забарвлення в різні кольори, послідовність спалахів (одні – короткі сигнали, інші – довгі, треті – тільки одну спалах, четверті – серію), повторюваність сигналів. При русі можна визначити конкретний вогонь по типу спалахів і часу циклу сигналу. Таким чином, можливе значення поля 5 може бути складною стрічкою, яка має позначки:

- F – постійне, безперервне світло;
- FI – миготливий. Тривалість спалахів коротше, ніж проміжок часу між ними.
- Q – швидкий. Швидке блимання, приблизно 50–80 спалахів в хвилину.
- Oc – затьмарює. Тривалість спалахів більше, ніж проміжки між ними. FI (2) – групи спалахів. Спалахи йдуть групами, зазвичай по 2, 3 або 4, як зазначено в позначенні.
- Alt – чергується.
- Oc (2) – групи проблісків.
- Iso – рівні фази.

Прикладом значення для поля 5 є вираз «П (4) 15s 90m 5M» (якщо немає вказівки на колір, значить, це білий вогонь. Червоний і зелений кольори позначаються буквами R і G відповідно).

Знаючи припустиму обмеження вимог порту для данного плеча маршруту швидкість, є можливість знайти його перетинання зон ECA, SECA та визначити контрольну точку (КТ) на плечі для планування яких-небудь дій. Наприклад, у зоні ECA діє заборона збросу фекальних вод з судів, що її перетинають, тобто потрібно продумати це питання заздалегідь. Геокоординати перетинання таких зон із побудованим маршрутом можливо знайти аналітично, вирішуючи систему лінійних рівнянь, де перше рівняння – функція плеча маршруту, друге – одна із функцій полігону таких зон:

$$\begin{cases} A_1x + B_1y + C_1 = 0 \\ A_2x + B_2y + C_2 = 0 \end{cases}$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} A_1 & B_1 \\ A_2 & B_2 \end{vmatrix}, \Delta_x = \begin{vmatrix} -C_1 & B_1 \\ -C_2 & B_2 \end{vmatrix}, C_y = \begin{vmatrix} A_1 & -C_1 \\ A_2 & -C_2 \end{vmatrix};$$

$$x = \frac{\Delta_x}{\Delta}, \quad y = \frac{\Delta_y}{\Delta}.$$

У загальному алгоритмі розглянуто всі вищезначені варіанти проходження плеч маршруту крізь зону ECA або SECA.

При цьому можливі наступні ситуації (рис. 3):

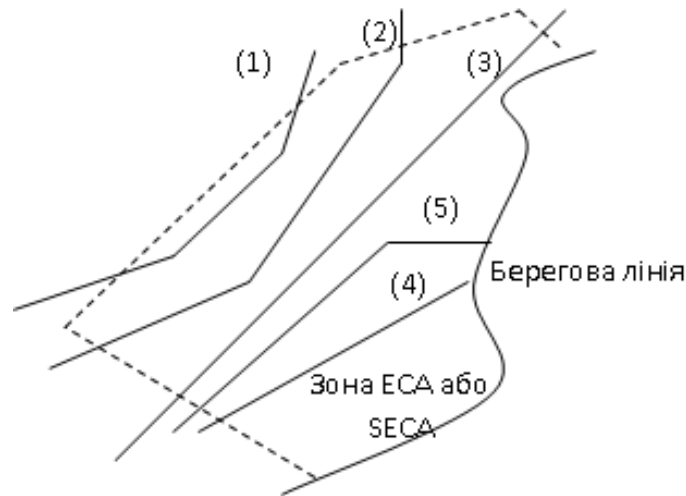


Рисунок 3 – Можливі ситуації проходу зон ECA, SECA:

(1) – перетинання маршрутом одного й того ж ребра зони ECA або SECA різними плечами; (2) – перетинання маршрутом різних ребер зони ECA, SECA різними плечами; (3) – перетинання маршрутом різних ребер зони ECA, SECA одним плечем; (4) – вихід / вхід у акваторію порту. У цьому випадку перетинання можливе тільки одне, але можуть бути декілька плечей – (5)

Розроблений алгоритм встановлення таких КТ на графічно зображеному маршруті у ECDIS надано на рис. 4.

Звичайно, у лоціях надані дистанції від відповідних берегових об’єктів, на яких є необхідність радіо докладу для VTS. Для визначення місцезнаходження (отримання геокоординат) такої КТ достатньо побудувати аналітичну залежність функції кола із радіусом, який надано у лоції. Далі, вирішив систему рівнянь, знайти точку перетинання (x^*, y^*) функції кола і функції плеча маршруту:

$$\begin{cases} A_1x + B_1y + C_1 = 0 \\ (x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 = R^2 \end{cases}$$

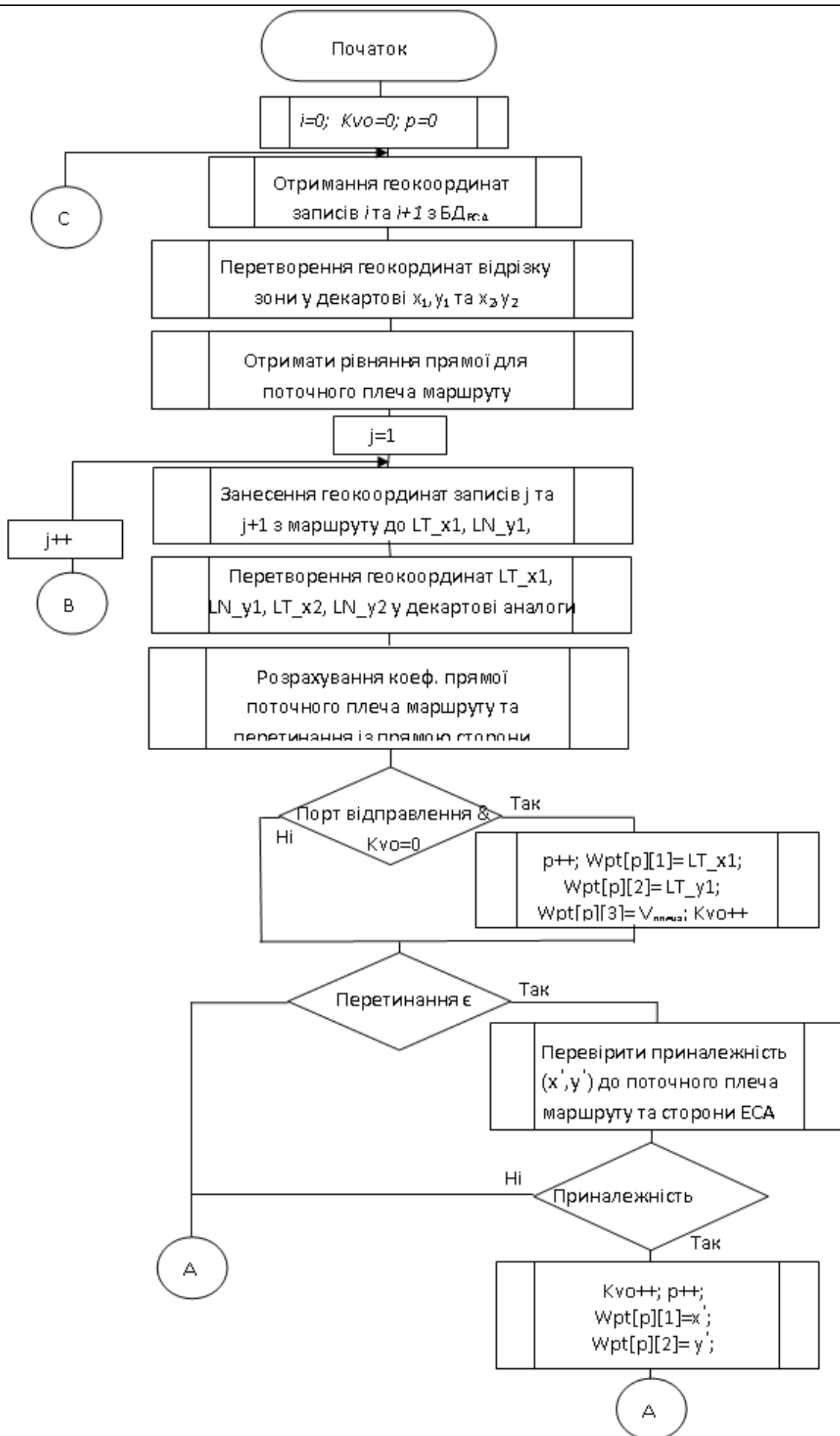
де R – дистанція радіо докладу у масштабі декартової сітки координат;

x_0, y_0 – перераховані геокоординати точки відліку дистанції у декартові координати. Таких КТ може бути декілька.

Звісно, для всіх розрахунків спочатку перетворюють геокоординати у декартові з масштабом карти SENC, найбільш пристосованим для прокладки у даній акваторії.

Після отримання декартових координат перетинання, ПЗ їх перетворює у геокоординати та додає графічну точку з текстовою інформацією у відповідну позицію на плечо маршруту із даними каналу зв’язку.

Оскільки пряма плеча маршруту перетинає круг дистанції двічі, є необхідність перевірки приналежності точки перетинання плечу маршруту, а також виключення хибної точки.



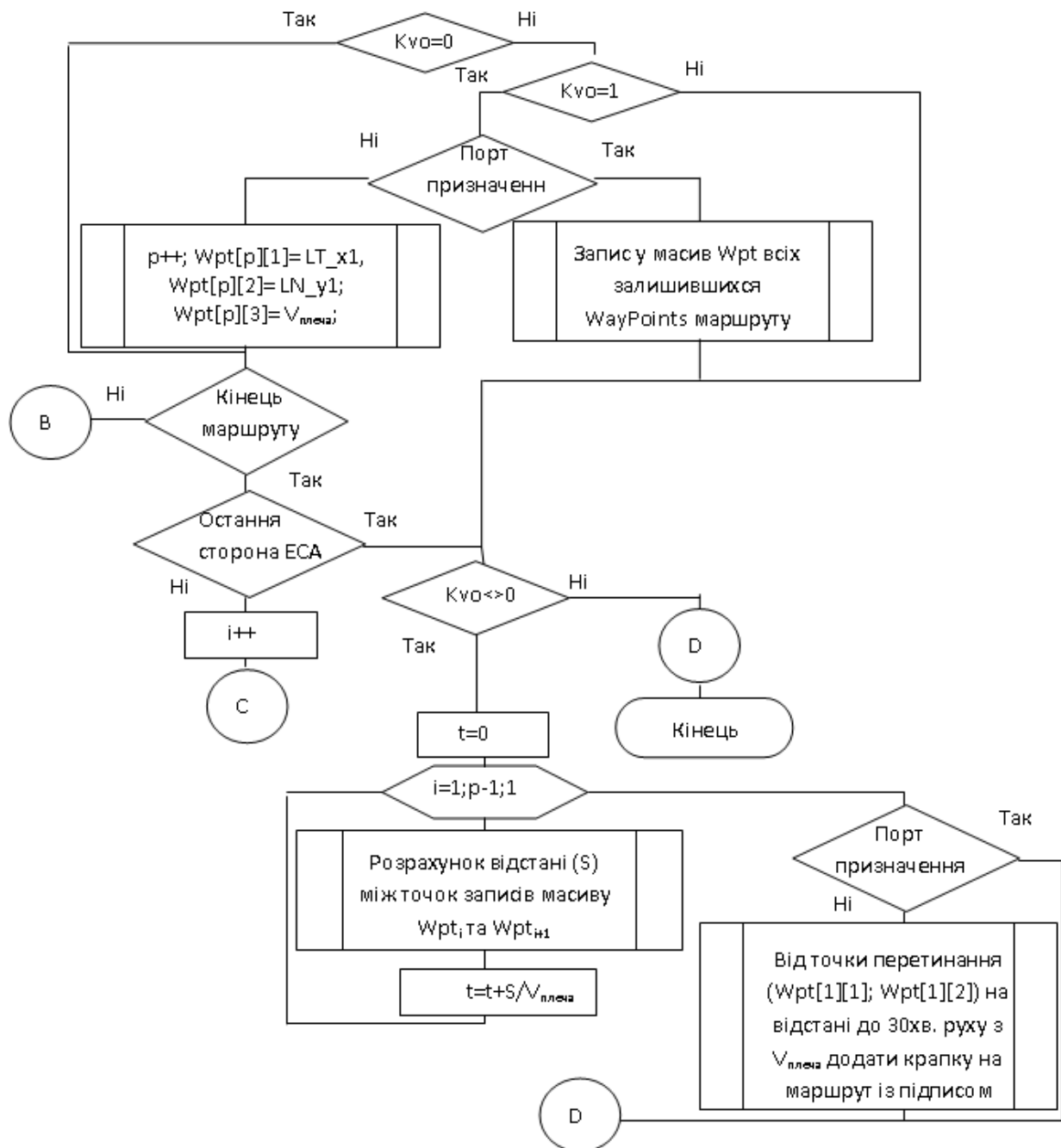


Рисунок 4 – Загальний алгоритм функції нанесення додаткової інформації автоматичного встановлення КТ зон ECA, SECA по плечах маршруту у межах портових вод ПЗ ECDIS

Для останньої дії достатньо сформувати масив даних R з БДvts у прямому напрямку зчитування записів або у зворотньому, в залежності від напрямку руху судна: вхід/вихід з портових вод. Лише одне з перетинань поточної точки контролю буде ближче до точки початку плеча маршруту.

Загальний алгоритм встановлення додаткової інформації на плечі маршруту стосовно радіо викликів служби VTS:

1. Занесення геокоординат WayPoints з маршруту, які лежать у акваторії порту до масивів широти і довготи LT, LN. Кількість елементів кожного масиву даних дорівнює кількості точок у акваторії.
2. Цикл за змінної і від 1 до значення (m-1) з кроком 1.
3. Перетворити геокоординати початку плеча з масивів LT[i], LN[i], та наступні LT[i+1], LN[i+1], які є геокоординатами кінця плеча, у декартові координати x_1, y_1 та x_2, y_2 відповідно згідно масштабу карти, на якій побудовано плечі маршруту у акваторії порту.

4. Користуючись координатами початку и кінця плеча, знайти коефіцієнти рівняння прямої, на якій лежить поточне плече маршруту.

5. Відкрити БД_{VTS} для отримання інформації стосовно даного проходу: дистанції радіо докладу від визначених орієнтирів. Зчитати першу запис ($j=1$).

6. Занести геокоординати з БД_{VTS} до масивів: дистанцій докладу $R[j]$, широти і довготи $VTS_LT[j]$, $VTS_LN[j]$

7. Перетворити координати $VTS_LT[j]$, $VTS_LN[j]$ у декартові.

8. Отримати коефіцієнти рівняння кола з координатами центру $VTS_LT[j]$, $VTS_LN[j]$ і радіусом $VTS_R[j]$

9. Розрахувати точки перетину прямої і кола, якщо вони є. Оскільки розглядається ребро зони, то перевірити точки перетину на приналежність до поточного плеча маршруту (умовою приналежності буде одночасне виконання умов $x_1 \leq x^{1,2} \leq x_2$ та $y_1 \leq y^{1,2} \leq y_2$, де $x^{1,2}$, $y^{1,2}$ – перша та друга абсциси та ординати точок перетину,

10. Якщо перетинань немає, то взяти на аналіз координати наступної контрольної точки зони дії VTS ($j=j+1$). Перехід на п.6. Інакше п.11

11. Оскільки напрям вхід /вихід з порту на впливає на координати плеча маршруту, тобто з будь-якої сторони координати x_1, y_1 завжди будуть початком плеча, то обирати з кількох точок перетинання ту, що ближче до початку плеча - до точки з координатами x_1, y_1

12. Перетворити декартові координати точки перетину у геокоординати.

13. У режимі редагування маршруту встановити графічно КТ на плечі маршруту за отриманими геокоординатами. Встановити підпис з радіо частотою виклику служби VTS.

14. Перевірити наявність кінця записів у БД_{VTS}. Якщо всі записи перевірені, то перехід на п.2, інакше взяти на аналіз координати наступної контрольної точки зони дії VTS ($j=j+1$). Перехід на п.6

Алгоритм враховує також ситуації необхідності декількох точок радіообміну вдовж одного плеча маршруту і можливий прохід судна на відстані, яка більше ніж дистанція для докладу (перетинання із дистанційним кругом відповідної КТ не існує).

Висновки і перспектива подальших наукових досліджень. Запропонована структура БД акваторії портів може бути використана ПЗ ECDIS для автоматичного інформаційного наповнення маршруту у місцях, де є необхідність обов'язкового використання деяких правил, послідовностей дій, наприклад, при плаванні у акваторіях портів, з метою зменшення витрат часу штурманів для запам'ятовування деталей лоцій. Оскільки, не зважаючи на збільшення рівня автоматизації сучасних ECDIS, наочні та РЛ спостереження є все ж таки основними у портах [15], то заздалегідь визначені геокоординати на плечах маршруту окремих дій, надають можливість штурману приділяти більше уваги реальній обстановці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Some questions about the «berth to berth» concept applied to ECDIS : *веб-сайт*. URL: <https://www.practicosdepuerto.es/collegio-federacion/publicaciones/some-questions-about-%E2%80%9Cberth-berth%E2%80%9D-concept-applied-ecdis> (дата звернення 23.10.2020)

2. Chart World Chart Browser 2.1: *веб-сайт*. URL : <https://chartworld-chartbrowser.software.informer.com/2.1/> (дата звернення 22.10.2020)

3. ADMIRALTY Digital Catalogue User Guide v2.6 : *веб-сайт*. URL: <https://www.admiralty.co.uk/AdmiraltyDownloadMedia/ADMIRALTY%20Digital%20Catalogue/ADCUserGuide.pdf> (дата звернення 20.10.2020)

4. User Guide Admiralty Information Overlay : *веб-сайт*. URL: <https://www.admiralty.co.uk/AdmiraltyDownloadMedia/AVCS/AIO%20-%20User%20Guide.pdf> (дата звернення 21.10.2020)

5. IMO RESOLUTION A.893(21). Guidelines for Voyage Planning : веб-сайт. URL: <https://dokumen.tips/documents/imo-resolution-a89321-guidelines-for-voyage-resolution-a89321a-2res893.html> (дата звернення 19.10.2020)
6. Петровський А. В. Алгоритм підвищення проробки маршруту переходу на картах SENC засобами ECDIS. *Materiály XVI Mezinárodní vědecko-praktická konference «Zprávy výdecké ideje»*, 22–30 жовня 2020р. Praha : Publishing House «Education and Science», 2020, V(5), С. 32–36.
7. Impact of Chart Data Accuracy on the Safety of Navigation : веб-сайт. URL : https://www.transnav.eu/Article_Impact_of_Chart_Data_Accuracy_on_Acomi,54,1018.html. (дата звернення 23.10.2020)
8. The EU Project – Port ECDIS – Development of a new enhanced ENC standard for use in ports and harbours : веб-сайт. URL : [https://hydrography.ca/wp-content/uploads/files/2010conference/6-7_Seefeldt\(paper\).pdf](https://hydrography.ca/wp-content/uploads/files/2010conference/6-7_Seefeldt(paper).pdf) (дата звернення 23.10.2020)
9. Enhance Berth to Berth Navigation Requires High Quality ENC's - The Port ENC - a Proposal for a New Port Related ENC Standard : веб-сайт. URL : https://www.transnav.eu/Article_Enhance_Berth_to_Berth_Navigation_Seefeldt,18,280.html (дата звернення 23.10.2020)
10. Navi Sailor 4000/4100. User's manual. Санкт Петербург : Транзас, 2009. 315 с.
11. Навигационная система ЭКНИС/СОЭНКИ NavComVoyager. веб-сайт. URL: http://www.navcom.ru/catalog/eknis/voyager_kompl/ECDIS_SB_1.pdf (дата звернення 18.10.2020)
12. e-Globe G2 User's Guide Revision 2.0.0. ChartWorld International Ltd, Limassol, Cyprus. August 2017. 256 с.
13. Руководство по проектированию реляционных баз данных: веб-сайт. URL : <https://metanit.com/sql/tutorial/> (дата звернення 20.10.2020)
14. Структура реляционных баз данных : веб-сайт. URL : <https://www.oracle.com/ru/database/what-is-a-relational-database/> (дата звернення 20.10.2020)
15. ECDIS Navigation in 2018. веб-сайт. URL : <https://wpassets.porttechnology.org/wp-content/uploads/2019/05/25184726/LOC.pdf> (дата звернення 23.10.2020)

REFERENCES

1. Some questions about the «berth to berth» concept applied to ECDIS. Retrieved from <https://www.practicosdepuerto.es/colegio-federacion/publicaciones/some-questions-about-%E2%80%9Cberth-berth%E2%80%9D-concept-applied-ecdis>
2. ChartWorld ChartBrowser 2.1. Retrieved from <https://chartworld-chartbrowser.software.informer.com/2.1/>
3. Admiralty Digital Catalogue User Guide v2.6. Retrieved from <https://www.admiralty.co.uk/AdmiraltyDownloadMedia/ADMIRALTY%20Digital%20Catalogue/ADCUserGuide.pdf>
4. User Guide Admiralty Information Overlay. Retrieved from <https://www.admiralty.co.uk/AdmiraltyDownloadMedia/AVCS/AIO%20-%20User%20Guide.pdf>
5. IMO RESOLUTION A.893(21). Guidelines for Voyage Planning. Retrieved from <https://dokumen.tips/documents/imo-resolution-a89321-guidelines-for-voyage-resolution-a89321a-2res893.html>
6. Petrovskiy A. V. (2020). Alhorytm pidvyshchennia prorobky marshrutu perekhodu na kartakh SENC zasobamy ECDIS. *Materiály XVI Mezinárodní vědecko-praktická konference «Zprávy výdecké ideje»*, 22–30 жовня 2020р. Praha : Publishing House «Education and Science», V(5), 32–36..
7. Impact of Chart Data Accuracy on the Safety of Navigation веб-сайт. Retrieved from https://www.transnav.eu/Article_Impact_of_Chart_Data_Accuracy_on_Acomi,54,1018.html

8. The EU Project – Port ECDIS – Development of a new enhanced ENC standard for use in ports and harbours. Retrieved from [https://hydrography.ca/wp-content/uploads/files/2010conference/6-7_Seefeldt\(paper\).pdf](https://hydrography.ca/wp-content/uploads/files/2010conference/6-7_Seefeldt(paper).pdf)
9. Enhance Berth to Berth Navigation Requires High Quality ENC's – The Port ENC – a Proposal for a New Port Related ENC Standard. website. Retrieved from https://www.transnav.eu/Article_Enhance_Berth_to_Berth_Navigation_Seefeldt,18,280.html
10. Navi Sailor 4000/4100. (2009). User's manual. Sankt-Peterburg : Transas.
11. Navyhatsyonnaia systema EKNYS/SOENKY NavComVoyager. website. Retrieved from http://www.navcom.ru/catalog/eknis/voyager_kompl/ECDIS_SB_1.pdf
12. E-Globe G2 User's Guide Revision 2.0.0. (2017). Chart World International Ltd, Limassol, Cyprus. August.
13. Rukovodstvo po proektyrovanyiu reliatsyonnikh baz danniaxh. Retrieved from <https://metanit.com/sql/tutorial/>
14. Struktura reliatsyonnikh baz dannikh. Retrieved from <https://www.oracle.com/ru/database/what-is-a-relational-database/>
15. ECDIS Navigation in 2018. Retrieved from <https://wpassets.porttechnology.org/wp-content/uploads/2019/05/25184726/LOC.pdf>

Петровский А. В. РАСШИРЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ECDIS ПО ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ПРОКЛАДКЕ В АКВАТОРИИ ПОРТА

Распространенность использования ECDIS на судах торгового флота и переход на безбумажную навигацию предъявляет повышенные требования к навигационным информационным системам. Целью статьи является расширение функциональных возможностей ECDIS. При планировании маршрута штурман должен изучить прежде всего лоции ожидаемых районов плавания, которые имеют как бумажные, так и электронные каталоги. Однако, наличие электронных каталогов не предоставляет других преимуществ кроме существования такой информации не на бумажных носителях, поскольку она не структурирована для дальнейшего использования. Это может быть связано с большим количеством данных, которые нужно проанализировать для безопасного прохода акваторий различных портов. Тем не менее можно выделить основные параметры, которые изучает штурман для предварительной прокладки, значит есть возможность структурировать информацию, а некоторые дополнительные данные оформить как текстовые сообщения при осуществлении проверки маршрута. При существовании такой системы организации данных возможно расширить функционал ECDIS по автоматическим редактированием маршрута. При этом увеличивается количество информации по плечам маршрута, уменьшается время на определение конечного результата. В статье представлена такая концептуальная схема организации структур данных и алгоритмы ее использования для повышения информационного уровня проработки маршрута. Поскольку работа алгоритмов зависит от наполненности соответствующих баз данных, необходимым условием для реализации является открытость структур данных векторных карт. Следующим шагом для увеличения качества проработки маршрута является разработка методов автоматического анализа текста лоций для наполнения баз данных и возможного расширения их детализации. Разработанные структуры данных и алгоритмы не исключают необходимости изучения лоции при предварительной прокладке, однако, позволяют информировать об обязательных действиях в акватории выбранного порта в определенное время или в определенном месте.

Ключевые слова: ENC, ECDIS, плечо маршрута, база данных.

Petrovskiy A. V. EXPANDING ECDIS FUNCTIONALITY FOR PRELIMINARY ROUTING IN THE PORT WATER

The widespread use of ECDIS on merchant marine vessels and the transfer to paperless navigation increased demands on navigation information systems. The purpose of this article is to expand the functionality of ECDIS. When the route is planned, at first the navigator has to study the sailing directions of the expected navigation areas, which have both paper and electronic catalogs. However, the availability of electronic catalogs does not provide any other advantage besides the existence of such information in non-paper form, since it is not structured for further use. This may be due to the large amount of data that needs to be analyzed for the safe passage of the various ports. Nevertheless, it is possible to single out the main parameters that the navigator studies for preliminary route, which means it is ability to structure the information, and arrange some additional data as text messages during the route checking. If such a data organization system exists, it is possible to expand the functionality of ECDIS for automatic route editing. So, the amount of information on the legs of the route increases, the time for determining the final result decreases. The article presents

such a concept scheme of the data structures organization and algorithms for its use to increase the information level of the route elaboration. Since the operation of the algorithms depends on the fullness of the corresponding databases, a necessary condition for implementation is the openness of the vector maps data structures. The next step to increase the quality of the route elaboration is the development of methods for automatic analysis of the route text for filling the databases and possibly expanding their detail. The developed data structures and algorithms do not exclude the need to study the sailing directions during preliminary routing, however, they allow informing about the mandatory actions in the selected port water area at a certain time or in a certain place.

Keywords: ENC, ECDIS, route leg, database.

© Петровський А. В.

Статтю прийнято
до редакції 28.10.20