

- of monitoring road vehicle performance and environmental impact», *MATEC Web of Conferences*, vol. 244, pp. 1-7, 2018. doi: [10.1051/mateconf/201824403003](https://doi.org/10.1051/mateconf/201824403003).
3. A.E. Campos-Ferreira et al., «Vehicle and driver monitoring system using On-Board and remote sensors», *Sensors*, vol. 23(2), pp. 1-30, 2023. doi: [10.3390/s23020814](https://doi.org/10.3390/s23020814).
 4. Y. Tang, «Monitoring Algorithm for Speed Information of Autonomous Vehicles Based on Magnetoresistive Sensor», *Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering*, vol. 14, № 1, pp. 43-52, 2020.
 5. X. Li, W. Shu, M. Li, H. Huang, P. Luo, and M. Wu, «Performance Evaluation of Vehicle-Based mobile sensor networks for traffic monitoring», *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 58(4), pp. 1647-1653, 2009. doi: [10.1109/tvt.2008.2005775](https://doi.org/10.1109/tvt.2008.2005775).
 6. H.S. Moon, R. Chellappa, and A. Rosenfeld, «Performance analysis of a simple vehicle detection algorithm», *Image and Vision Computing*, vol. 20(1), pp. 1-13, 2020. doi: [10.1016/s0262-8856\(01\)00059-2](https://doi.org/10.1016/s0262-8856(01)00059-2).
 7. A. Karthikeyan, R. Mythili, S. Prasanna, C. Naveen, and P. Kg, «Driver Monitoring Algorithm for Advanced Vehicle Safety Assistance System», in Proceedings of 6th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS), Coimbatore, India, 2020, pp. 332-335. doi: [10.1109/icaccs48705.2020.9074409](https://doi.org/10.1109/icaccs48705.2020.9074409).
 8. M. Stämpfle, D.E. Holz, and J.C. Becker, «Performance evaluation of automotive sensor data fusion», in Proceedings of 2005 IEEE Intelligent Transportation Systems, Vienna, Austria, 2005, pp. 50-55. doi: [10.1109/itsc.2005.1520114](https://doi.org/10.1109/itsc.2005.1520114).
 9. V. Vychuzhanin et al., «Cognitive Model of the Internal Combustion Engine», *SAE Technical Paper*, 2018. doi: [10.4271/2018-01-1738](https://doi.org/10.4271/2018-01-1738).
 10. V.P. Mateichyk, V.P. Volkov, P.B. Komov, I.V. Gritsuk, A.P. Komov, and Ju. V. Volkov, «Osoblyvosti monitorynhu stanu transportnykh zasobiv z vykorystanniam bortovykh diahnostychnykh kompleksiv» [«Features of monitoring of vehicles state with using of board diagnostic complexes»], *Upravlinnia proektamy, systemnyi analiz i lohistyka – Project management, system analysis and logistics*, № 13, pp. 126-138, 2014. (Ukr.)

Рецензент: І.П. Гончарук
канд. техн. наук, доц., ОНМУ

Стаття надійшла 12.02.2023

Стаття прийнята 14.04.2023

УДК 629.5:656.6

doi: [10.31498/2225-6733.47.2023.300119](https://doi.org/10.31498/2225-6733.47.2023.300119)

© Петровський А.В.¹, Ісайчев А.Г.², Злобін Ю.О.³

ЗАСАДИ РОЗРАХУВАННЯ ТА НАЛАГОДЖЕННЯ НАВІГАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ БЕЗПЕЧНИХ ГЛИБИН ПРИ ПЛАНУВАННІ МАРШРУТУ

У статті розглянуті питання налагодження SENC щодо попередньої прокладки з урахуванням використання різних додаткових накладань: NavTex, АІО, погодних карт. Показані причини та наслідки відсутності глибинного розуміння параметрів безпеки щодо навігаційних глибин для прокладки маршруту. Запропоновано один з варіантів моделі розрахування контуру безпеки Safety Contour та УКС, а також

¹ канд. техн. наук, доцент, Херсонська державна морська академія, м. Херсон, ORCID: [0000-0002-3337-9577](https://orcid.org/0000-0002-3337-9577), andrevanybody@gmail.com

² капітан далекого плавання, ст. викладач, Херсонська державна морська академія, м. Херсон, ORCID: [0009-0005-3490-2111](https://orcid.org/0009-0005-3490-2111), falcongleb@ukr.net

³ капітан далекого плавання, інструктор, Херсонський морський спеціалізований тренажерний центр, м. Херсон, ORCID: [0009-0002-7202-0206](https://orcid.org/0009-0002-7202-0206)

особливості використання параметру *Safety Depth*. Надані особливості використання *XTD* та *LDL*.

Ключові слова: *ECDIS*, *Safety Contour*, *Safety Depth*, *UKC*, *XTD*, *LDL*.

A.V. Petrovskiy, A.G. Isaychev, Y.O. Zlobin. *On the issue of adjustment and calculation of navigation depth parameters during route creating.* The calculation of the values of navigation depths when planning the preliminary route has a strong influence even on the choice of one or another route, and changing weather conditions sometimes lead to its replacement with an alternative during the execution of the route, which adds to the risk of unexpected situations and the need to solve them in a short time frame. Also, determining the appropriate *SENC* settings for pre-laying, understanding the essence of the calculated safety parameters regarding navigation depths on *ECDIS* charts and the accepted values of *ECDIS* remain relevant due to the large number of involved *ECDIS* interfaces of different developers. The article deals with the issue of setting up *SENC* in relation to the previous layout, taking into account the use of various additional overlays: *NavTex*, *AIO*, weather maps. The necessity of using text signatures of vector objects, which were previously ignored due to blind trust in vectorization of maps, is shown. The article provides an in-depth interpretation of such vector objects as *IDS*, which do not change their own scale when changing the scale of the map. The given examples of erroneous interpretation of the *Category Zone of Confidence* showed the need for additional clarification of the essence of confidence zones and the specifics of using such errors when planning routes. Since the formulas for calculating the values of both *UKC* (under keel clearance) and *Safety Contour* have only recommended rules, the article provides information on the use of parameters in these formulas, as well as their interpretation by *ECDIS* software. The reasons and consequences of the lack of in-depth understanding of safety parameters regarding navigational depths for the route are shown. One of the variants of the *Safety Contour* and *UKC* calculation model is proposed, as well as the features of using the *Safety Depth* parameter. Specifics of using *XTD* and *LDL* are given.

Key words: *ECDIS*, *Safety Contour*, *Safety Depth*, *UKC*, *XTD*, *LDL*.

Постановка проблеми. Сучасні системи надання інтегрованої навігаційної інформації, *ECDIS* (electronic chart display and information system), міцно тримають позиції головних систем навігаційного мостика на судні. Векторні карти, які дозволяють оперувати масштабуванням (у розумних межах), надають багатшарову кількість інформації з можливістю керувати кількістю її відображення. Програмне забезпечення, оперуючи такою складною картою та вирішуючи в автоматичному режимі багато рутинних задач штурмана, вселяють впевненість у повноту відображеної інформації і точність інструментарію функціоналу *ECDIS*. Однак сучасність інформаційних автоматизованих систем має і деякі проблеми. По-перше, велика кількість виробників *ECDIS* надає забагато варіантів інтерфейсів власного програмного забезпечення, і, хоча деякі стандарти все ж таки вдається втілити у всі ІМО-сертифіковані *ECDIS*, персоналу доводиться проходити перенавчання щодо використання тої чи іншої версії програмного забезпечення. На це втрачаються суттєві кошти судноплавних компаній і час перенавчання відповідальних за роботу з *ECDIS* офіцерів мостика. По-друге, зростає складність інтерфейсу внаслідок збільшення функціоналу програмного забезпечення та, як наслідок, збільшується кількість помилок (*Malfunction of ECDIS*), умови виникнення яких можливо визначити лише протягом виконавчої прокладки. По-третє, складність програмного забезпечення, а також не завжди однозначне тлумачення тих чи інших параметрів, приводять до збільшення вимог до штурманів.

Розрахування значень навігаційних глибин при плануванні попередньої прокладки дуже сильно впливає навіть на вибір того чи іншого маршруту, а змінні погодні умови іноді – його заміни на альтернативний протягом виконавчої прокладки, що додає ризику виникнення несподіваних ситуацій і необхідності їх вирішення за стислі часові терміни. Оскільки формули розрахунку значень і *UKC* (under keel clearance), і *Safety Contour* мають лише рекомендований характер, то потрібне не тільки глибоке розуміння використання того чи іншого параметра у цих формулах, а також знань з використання їх саме програмним забезпеченням *ECDIS*.

Що стосується налаштувань при використанні XTD на маршруті, теж не всі розуміють, що вони не можуть бути постійними протягом всього маршруту внаслідок зміни навігаційних об'єктів, обмежень по глибинах для конкретного судна та ін.

Звісно все це не сприяє підвищенню безпеки судноплавства і потребує систематизації.

Метою роботи є визначення відповідних налаштувань SENC для попередньої прокладки, надання суті розрахованих параметрів безпеки щодо навігаційних глибин на картах ECDIS та прийнятими значеннями ECDIS.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Останні дослідження аварій [1] при використанні саме таких сучасних систем, як ECDIS, наводять на думку про недосвідченість штурманів стосовно функціоналу ECDIS щодо підвищення безпеки.

Сприяючі фактори, визначені в звітах МАІВ (Marine Accident Investigation Branch) [1] протягом розслідування, включали у тому числі:

- налаштування контуру безпеки та безпечної глибини, що не відповідають вимогам УКС;
- XTD (cross track distance) є ширшим за судноплавний канал;
- наявність та неточність ЕНК;
- недостатнє знання системи;
- деякі штурмани не знали, що CATZOC (Category zone of confidence) застосовуються лише до батиметрії (глибини, контури, занурені скелі та рифи тощо), а не до таких функцій, як буї, причали та схеми поділу руху (TSS).

Додатковим підтвердженням проблеми з тлумаченням CATZOC є посадка на мілину Nova Cira у квітні 2016 року [2, 3]: не були використані властивості CATZOC, тому судно сіло на риф, який по карті був на 0.2 м.м. північніше, ніж у реальності.

Публікація стандартів S-52 Presentation Library 4.0, S-67 [4] звісно надає додаткову інформацію про застосування CATZOC. Однак без розуміння особливостей CATZOC та його визначення у різних місцях карти ENC навіть сучасні стандарти побудови електронних карт не здатні на 100% сприяти безпечному судноплавству. Додатковим джерелом отримання віри у точність ENC є векторизація старих паперових карт. У деяких штурманів складається враження: оцифрована – значить сучасна, у тому числі й що стосується вимірів глибин, ізобат та IDS (Isolated danger symbol). Таке припущення підтверджується також аналізом від МАІВ [1]:

«Коли гідрографічні служби перетворюють дуже старі морські карти в ENC, вони, як правило, не звертають уваги на питання практичності та очікування користувачів щодо відносно нової системи, такої як ECDIS. Перетворюючи старі паперові морські карти в ENC, гідрографічні служби ненавмисно сприяють помилковому припущенню користувачів, що інформація є актуальною.»

Виклад основного матеріалу.

Велика кількість інформації, що необхідна для попередньої прокладки, зумовлює відповідне розуміння та ознайомлення з причинами аварій, причиною яких може бути недостовірною інформація карти, наприклад, об'єкт не був векторизований (рис. 1).

Приклад (рис. 1) надає інформацію щодо необхідності візуального контролю при здійсненні перевірки маршруту, не залишаючи все на роздум ECDIS, оскільки в даному випадку точковий об'єкт Land danger не був векторизований, тому не мав власні геокоординати, в наслідок чого ECDIS просто не «бачить» його, але є підпис такої небезпеки і візуальний контроль надасть можливість сумніватися штурману: не може бути у відкритому морі підпис без ніякої прив'язки до об'єкту. У цьому випадку достатньо змінити або інформаційне навантаження SENC, або змінити масштаб, щоб з'ясувати вид небезпеки.

Можна зробити висновки, що увімкнення підписів векторних об'єктів дозволить запобігти таких негараздів. Наприклад у NaviSailor 4000 (в залежності від комплектації) за це відповідає параметр Names, Buoys names, Other information.

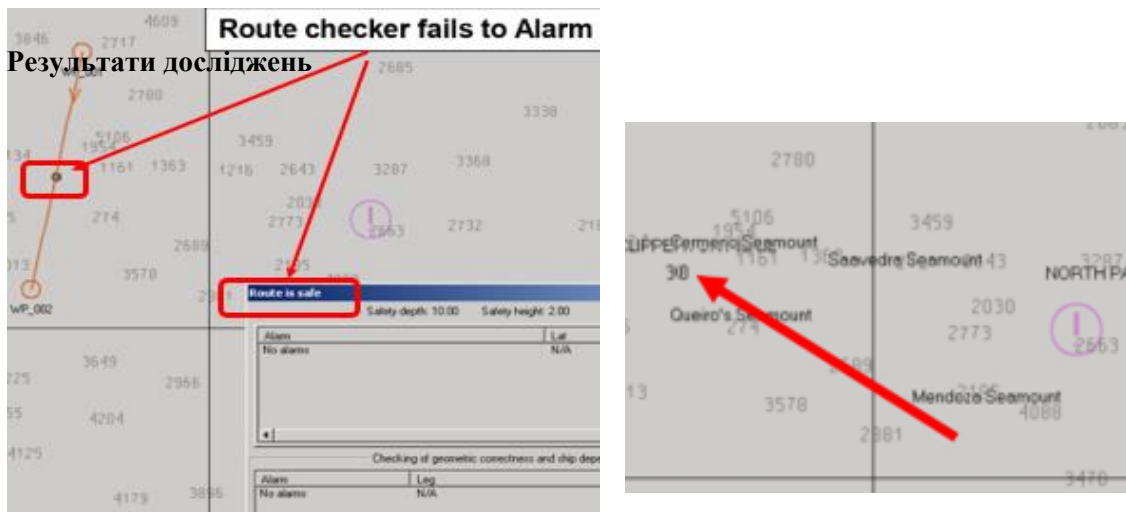


Рис. 1 – Порівняння: відсутність тривоги при автоматичній перевірці маршруту та водночас наявність підпису такого об’єкту

Відображення символів IDS (за стандартом у безпечних водах – Isolated dangers) та у розширеному режимі (Danger in shallow water – у No Go Area) взагалі є обов’язковим. Необхідно пам’ятати про особливість його відображення: залежить від значення Safety Contour та не змінює свій розмір при масштабуванні карти (рис. 2).

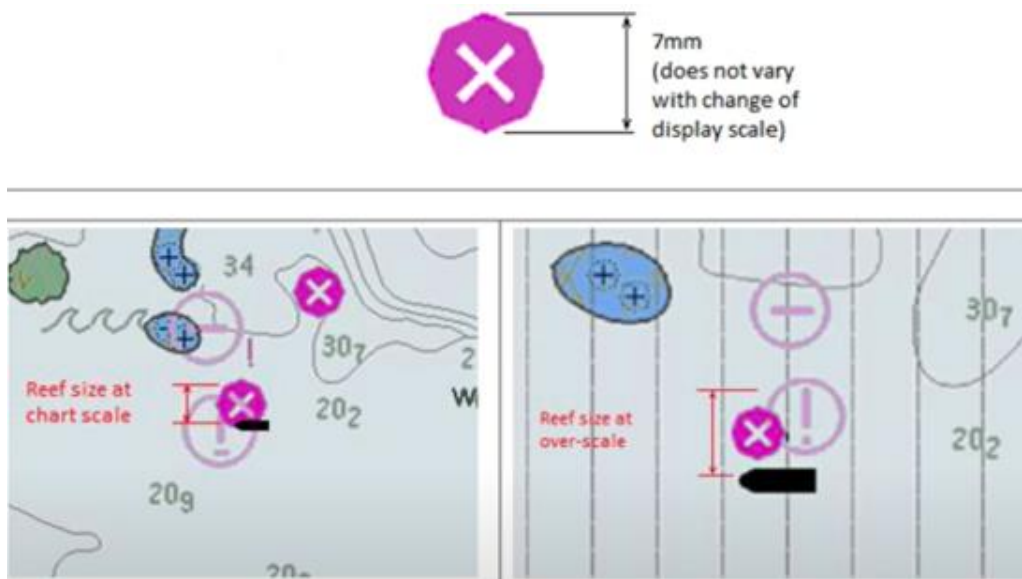


Рис. 2 – IDS не змінює власні розміри при масштабуванні [1]

Також, незважаючи, що Safety Contour вже відокремлює безпечні води, і здається, навіть знати про небезпеки поза межами Safety Contour, однак, оскільки розраховане значення Safety Contour дуже часто не співпадає із запропонованим ECDIS, то існують відповідні значення точкових глибин, де є безпечна можливість зманеврувати, якщо буде перетнута ізобата Safety Contour. Саме для цього і знадобиться інформація про небезпеки NGA (No Go Area).

Накладання Navtex теж доцільно увімкнути: деякі ECDIS мають функціонал щодо автоматичної побудови полігонів по наданим геокоординатам.

У [5] дуже добре описується необхідність використання таких об’єктів, як ScaMin, які починаються відобразитись лише з відповідного масштабу автоматично, тобто якщо масштаб

більш дрібний, то при вимкненому параметрі вони відобразяться не будуть, що є небезпечним. На різних ECDIS обмеження щодо масштабу карти для початку їх відображення різні, наприклад, у NaviSailor 4000 – від масштабу 1:600000 [6].

Звісно обов’язковим є і увімкнення коректури, відображення АІО (Admiralty Information Overlay), а також об’єктів, які на поточний час є неактивними (тимчасові), але з часом, вже на виконавчій прокладці, з’являться – Non active objects.

Будь-яка ENC має відповідний розподіл зон довіри CATZOC, який потрібно при плануванні обов’язково враховувати, оскільки в залежності від зони, похибка досліджування глибин, навігаційних небезпек (IDS) та їх географічне розташування досить суттєво відрізняються [4, 7-11]. Наприклад, зона довіри С надасть похибку з радіусом визначення IDS до 500 м, а по глибині до $2m+0.05 \cdot \text{глибина}$! [10, 11]. Значення категорій довіри (CATZOC) присвоюються географічним районам, щоб вказати, чи відповідають дані мінімальному набору критеріїв положення, глибини точності та покриття морського дна. Значення зони довіри (ZOC) залежить від позиційної та глибинної точності дослідження. Також гарною практикою буде використання припустимої похибки визначення місцеположення судна (рис. 3) (наприклад, такий параметр як HDOP у GPS).

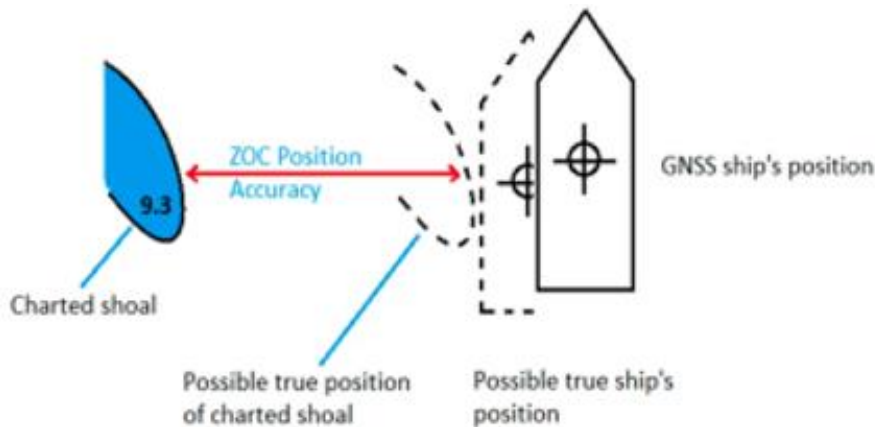


Рис. 3 – Похибка місцеположення наближає до небезпеки [1]

Припустимо, що є відповідний маршрут (рис. 4) і IDS не тільки не лежить на маршруті, а навіть не знаходиться у межах ХТД. Однак оскільки зона довіри на карті С, необхідно вимірити коло з радіусом 500 м + похибка місцеположення (відповідно до шкали на карті та похибки з таблиці CATZOC [10]).

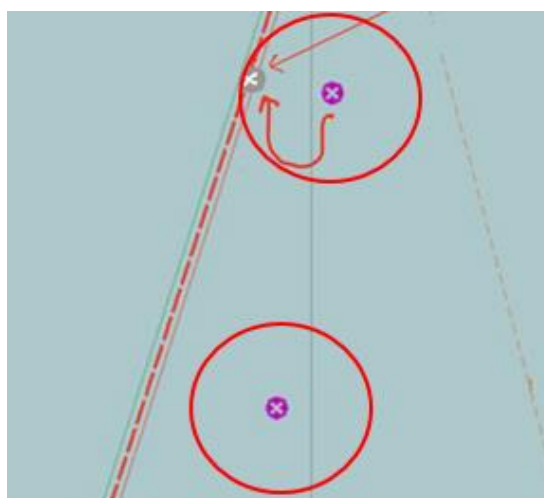


Рис. 4 – Приклад використання інструментарію ECDIS для визначення перетину маршруту та можливого місцерозташування небезпеки

Далі, якщо коло, у межах якого може знаходитись ця небезпека, перетинає межі ХТД, потрібно вирішувати питання або про зменшення відстані ХТД відповідного борту судна, або робити додаткову WayPoint для оминання кола небезпеки (рис. 5).



Рис. 5 – Зміщення ХТД з відповідного борту

Потрібно встановлювати LDL для відображення зміщення ізобат та інших об'єктів акваторії в ручному режимі внаслідок дії географічної похибки відповідно до даної зони CATZOC (рис. 6).

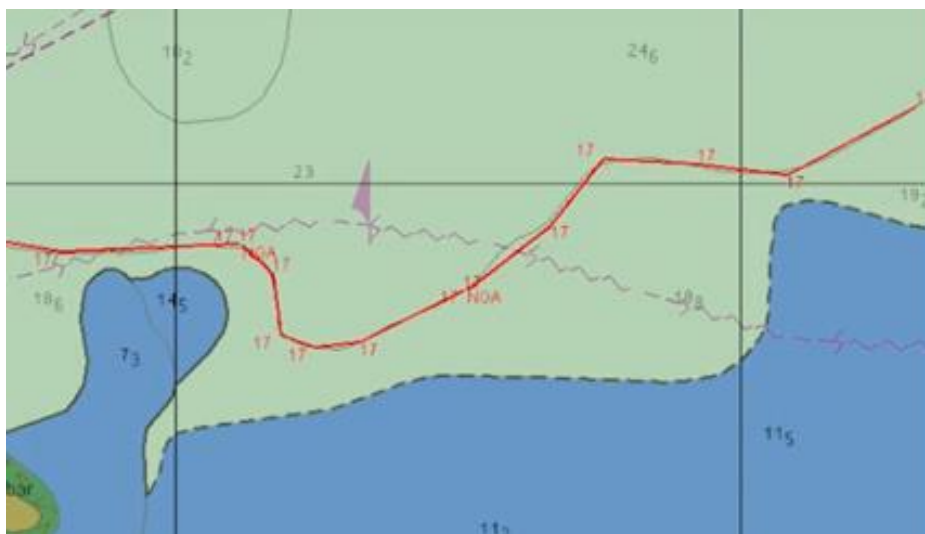


Рис. 6 – Приклад встановлення LDL для ізобати

Звісно, при наявності карт погоди в векторному вигляді необхідно робити відповідні накладання полігонів небезпечних погодних умов: великих хвиль, потужного вітру та ін. Це можливо зробити за допомогою LDL (рис. 7).

Додаткові WP (Way Point) потрібні, якщо маршрут перетинає різні зони CATZOC, внаслідок різних значень УКС, а значить і розраховані значення Safety Contour будуть різні, а ось надані ізобати від ECDIS як Safety Contour можуть залишитись без змін. Наприклад, розрахований на поточному плечі Safety Contour дорівнює 15 м, але внаслідок додавання додаткової WP з одного плеча ми отримуємо два плеча із розрахованими значеннями Safety Contour 15 м та 16.5 м. При кроці ізобат 10 м ECDIS залишить надану ізобату 20 м на обох плечах маршруту.

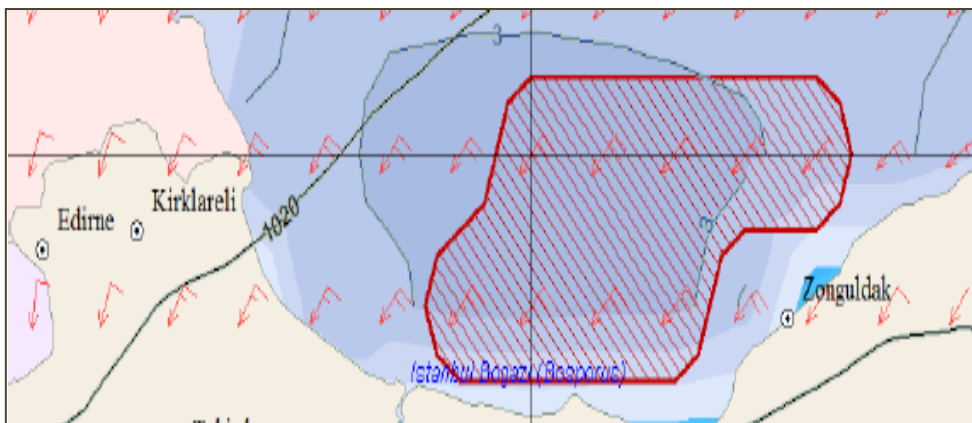


Рис. 7 – LDL зони вітрової/хвильової небезпеки

Safety Contour є найважливішим параметром безпеки в ECDIS для відображення небезпечних акваторій, виявлення ізольованих небезпек і для спрацьовування сигналізації від посадки судна на міліну при користуванні Safety Frame протягом виконавчої прокладки або перетинанні символом судна такої ізобати. У безпечній зоні, якщо є такі глибини, що дорівнюють встановленому значенню Safety Contour, вони позначаються замкнутим контуром із заливкою синього кольору (за умовчужанням). Синій колір використовується для позначення небезпечних областей, в той час як білий або сірий – для безпечних областей (за умовчужанням). Контур безпеки, якщо він не вказаний судноводієм, встановлено 30 м [6]. На відміну від паперових карт ECDIS дозволяє судноводію встановлювати параметри безпеки відповідно до статичних або динамічних характеристик судна. Незважаючи на суттєве значення такого параметру, його тлумачення досить широке [11-13], внаслідок чого формули його розрахування дещо відрізняються.

Контур безпеки можна розрахувати наступним чином (1) [14, 15]:

$$\text{SAFETY CONTOUR} = \max(\text{SHIP'S STATIC DRAFT}) + \text{UKC} - \text{Height of Tide}, \quad (1)$$

де Height of Tide – висота припливу, м. Потрібно рахувати саме ту висоту припливу, яка є мінімальною за весь термін проходження судном відповідної акваторії з урахуванням знаку (наприклад, якщо від'ємний приплив). На прикладі (рис. 8), це значення 1.8 м за період проходження судном з 10:30 до 14:00. Якщо обирати саме максимальне значення 2.65 м за цей період, то в моменти початку руху і наприкінці реальні значення UKC будуть нижче за необхідні. За запропонованим варіантом безпечна глибина буде більше або дорівнюватиме припустимій (рис. 8).

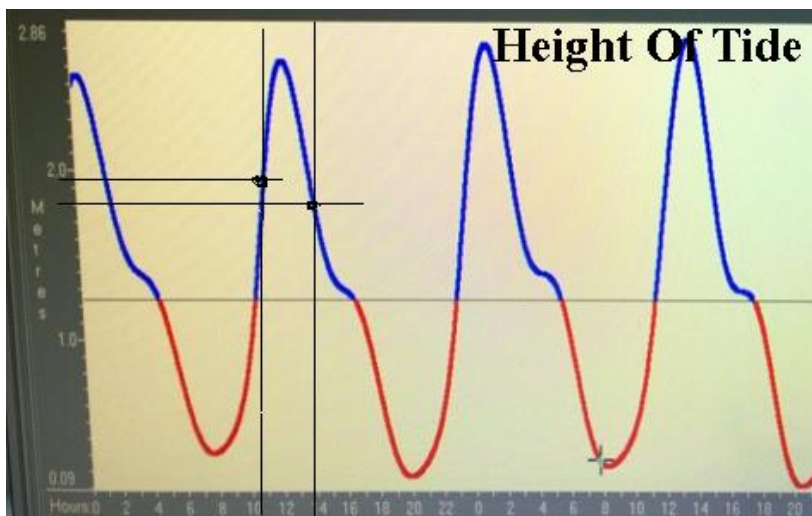


Рис. 8 – Визначення висоти припливу Navi Sailor 4000

Ship's static draft – статична осадка судна, м. Щодо значення (динамічної) максимальної осадки, враховуючу «добру» морську практику слід врахувати розрахунок УКС – запас глибини під кілем судна, враховуючи максимально всі фактори, м (2):

$$UKC = SQUAT + \Delta T_{swell} + \Delta T_{dock\ allowance} + \Delta T_{list} + \Delta T_{pitch} + CATZOC + Min\ Company\ Requirements. \quad (2)$$

Судноплавні компанії вимагають додавати фіксоване значення глибини (*Min Company Requirements*) з метою надання додаткової глибини, наприклад, для компенсації значення динамічних змін УКС за рахунок таких параметрів, як *Hogging*, *Sagging* (вигиб/прогиб) *Squat* — просідання судна (3) (розподіляється на 2 типи: просідання у відкритому морі та мілководді, портах), м:

$$Squat_{open\ sea} = C_b \frac{STW^2}{100},$$

$$Squat_{shallow\ water} = C_b \frac{STW^2}{50}, \quad (3)$$

де C_b – загальний блок-коефіцієнт (4). Коефіцієнти повноти завжди знаходяться в діапазоні [0.6; 1]. Кожен клас суден має характерні значення коефіцієнтів повноти. Чим більше коефіцієнти повноти, тим повніше обводи судна і, навпаки, чим він менше, тим обводи більш витягнуті і загострені.

$$C_b = \frac{V}{L*B*T}, \quad (4)$$

де V – об'єм підводної частини судна, м³;

B – ширина судна, м;

L – найбільша довжина судна, м;

T – осадка, (висота підводної частини судна), м;

STW – швидкість судна відносно води, speed throw water, вуз;

$CATZOC$ – похибка категорії зони довіри карти, м. Оскільки зони довіри на одній тій самій карті можуть змінюватись, то при прокладанні маршруту крізь такі зони зміни ступеня довіри, краще встановити додаткову Way Point на приблизній лінії розмежування зон і маршруту.

$\Delta T_{dock\ allowance}$ or ΔT_{γ} – зміна осадки судна завдяки зміни щільності портових/обмежених вод у порівнянні із відкритим морем, м (5):

$$\Delta T_{\gamma} = \frac{Disp*TPC}{100} * \frac{SeaWaterDensity-ActualDensity}{ActualDensity}, \quad (5)$$

де TPC (tonn per centimetre) – кількість тонн на 1 см осадки. Для кожного судна своє, знаходиться в таблицях гідростатичних елементів судна. Збільшується зі збільшенням осадки судна. Вимірюють щільність за фактом (Actual Density) – денсиметром. Якщо щільність невідома, як, наприклад, в більшості приливних портів Англії, беруть осадку в прісній воді. Можна використовувати Master-Pilot Exchange. Цей запит посилається не менше ніж за 12 годин до підходу до лоцманської станції. Приходить відповідь з усіма вказівками, порадами, описами і особливими випадками, які виходять за рамки звичайного;

$Disp$ – дисплейсмент судна.

Збільшення осадки за рахунок диференту, (Draft increase by Trim, ΔT_{pitch}) (6):

$$\Delta T_{pitch} = 0.5 \times L \times \sin\alpha, \quad (6)$$

де α – вугол диференту, град;

L – довжина судна найбільша, м.

Збільшення осадки судна при крені (ΔT_{list}) можна обчислити за наближеною формулою (7):

$$\begin{aligned} \Delta T_{list} &= 0,008 \times B \times Q \text{ (for small angles of inclination) або} \\ \Delta T_{list} &= B/2 * \sin Q \text{ (for any angles of inclination),} \end{aligned} \quad (7)$$

де Q – крен судна, град (надається показаннями кренометра),

B – ширина судна, beam (width) of the ship, м.

Swell effect – збільшення осадки при хвилюванні. З огляду на те, що на практиці висота хвиль визначається на око з похибкою 20-25%, в інтересах безпеки відповідні табличні дані при курсових кутах хвиль понад 40° слід помножити на коефіцієнт 1.4. Параметр з таблиць обирається відповідно до довжини судна. Часто для визначення власних даних потрібно розраховувати проміжні значення за допомогою формул інтерполяції (8) (якщо потрібна така точність):

$$F(x) = F(x_1) + (x - x_1) \frac{F(x_2) - F(x_1)}{x_2 - x_1}. \quad (8)$$

Наприклад, судно має довжину 90м, при цьому у таблиці немає такого значення, а лише 75 м та 100 м. При хвилях 4 м різниця параметрів складає 0.3 м, тобто значення для довжини 75 м – 2 м, та для 100 м – 1.7 м, але для визначення точного значення (9):

$$\Delta T_{swell\ 90} = 2 + (90 - 75) \frac{1.7 - 2}{100 - 75} = 1.82 \text{ м.} \quad (9)$$

Якщо внаслідок погодних умов необхідно збільшити Safety Contour, може виникнути ситуація, коли судно буде змушено рухатись у NGA (рис. 9).



Рис. 9 – Рух судна у NGA

Такий рух є дуже небезпечним і краще використовувати для збільшення інший параметр – Safety Depth, який залишить попереднє встановлене значення Safety Contour, але покаже небезпечні точкові глибини. Також PSC дуже часто вимагає, щоб ці два параметри дорівнювали один одному. Це саме через несуміщення розрахованого Safety Contour та наданої найближчої більшої до нього ізобати від ECDIS. Тоді Safety Depth притопленим шрифтом (Navi Sailor 4000) покаже точкові глибини у NGA, які є безпечними відповідно до розрахованого Safety Contour (і який дорівнює Safety Depth).

Значення Safety Depth потрібно збільшувати на ділянках, де внаслідок погодних умов або змінення CATZOC збільшується УКС, а значення Safety Contour – ні, якщо перехід буде здійснюватись у NGA: оскільки збільшення Safety Contour може привести до розповсюдження NGA на всю поточну ділянку і Safety Frame не буде реагувати на перетинання Safety Contour, оскільки судно вже буде поза межами безпечної акваторії на відміну від звичайного перетинання контуру (рис. 10).



Рис. 10 – Індикація тривоги є при перетинанні Safety frame ізобати Safety Contour [1]

Інші два параметри: Deep Contour розраховують в більшості випадків як подвійну осадку та Shallow Contour із обмеженнями обрання з діапазону від значення глибини гарантованої посадки на мілину (наприклад, осадка) до розрахованого значення Safety Contour – добре висвітлені у роботі [13].

Після формування основного маршруту обирають дистанції Port XTD та STBD XTD як лінії припустимого відхилення від маршруту. Тобто у їх межах ECDIS не буде надавати тривогу. Звісно, внаслідок обмежень акваторій та глибин, такі лінії також показують можливі відхилення у межах маршруту в безпечних для судна частинах акваторій. Такі лінії не повинні перетинати будь які навігаційні перешкоди, оскільки вони обмежують акваторію для безпечного маневру судна. Суть використання дистанцій XTD – це визначення безпечної частини акваторії для можливих маневрів. Перевірку попередньої прокладки потрібно здійснювати саме з XTD і перевіряти та усувати всі помилки у межах XTD.

Відсутність використання XTD приводить до невизначеності при маневрах, оскільки немає заздалегідь перевіреної безпечної акваторії поряд з плечем маршруту. В стислих за часом умовах маневрування це є досить небезпечним, оскільки ECDIS не перевіряє такі частини акваторії при перевірці маршруту на навігаційні небезпеки. Орієнтовні мінімальні значення XTD для різних типів акваторій: Open Sea – 1.0 м.м., Coastal water – 0.5 м.м., Harbor або Confined Waters – 0.25 м.м.

Висновки

Розглянуті питання налагодження SENC та запропоновані формули розрахунку основних параметрів навігаційних глибин, як один з таких варіантів, що розширюють існуючі альтернативи [12-14]. Надані пояснення з прикладами розрахунків параметрів безпеки щодо навігаційних глибин досить корисні для використання у відповідних навчальних закладах при наданні інформації щодо налагодження SENC у ECDIS для попередньої прокладки. На даний час триває також розробка та тестування новітніх стандартів гідрографії: S-100, S101 і S102, які будуть надавати до ECDIS додаткові шари інформації. Особливо цінним є отримання інформації у режимі реального часу щодо припливів на картах вказаних форматів. З часом, використання нових форматів

даних S1xx та вище для карт [16] буде сприяти у майбутньому меншим крокам ізобат внаслідок більш точніших вимірювань і наближенню до кроку 1 м, з яким визначення точкових значень Safety Depth можуть стати історією. Використання новітніх технологій, таких як сітчасті моделі (карти порту Гамбургу), дозволяють зробити точність батиметричних даних до 1 дециметра, також втілення методів штучного інтелекту [17] дозволить, під час обробки після зйомки, зосередитися виключно на географічній прив'язці батиметричних даних за допомогою детермінованих розрахунків.

Перелік використаних джерел:

1. Application and usability of ECDIS A MAIB and DMAIB collaborative study on ECDIS use from the perspective of practitioners. URL: https://dmaib.com/media/8502/ecdis_application_and_usability.pdf (дата звернення: 15.04.2023).
2. Nova Cura 14 SEP 2017. URL: <https://www.nautinst.org/resources-page/nova-cura.html> (дата звернення: 23.06.2023).
3. Digital navigation: old skills in new technology: Lessons from the grounding of the Nova Cura The Hague, September 2017. The reports issued by the Dutch Safety Board. URL: https://www.onderzoeksraad.nl/en/media/attachment/2018/7/10/ef8c7f74927eovv_20172527_b_rapport_nova_cura_en_170913_cp.pdf (дата звернення: 10.05.2023).
4. IHO S-67. Mariners' guide to accuracy of electronic navigational charts (ENC). Edition 0.4. Monaco: International hydrographic organization, 2017. 20 p.
5. Rutkowski G. ECDIS limitations, data reliability, alarm management and safety settings recommended for passage planning and route monitoring on VLCC tankers. *TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*. 2018. Vol. 12. No. 3. Pp. 483-490. DOI: <https://doi.org/10.12716/1001.12.03.06>.
6. NAVI-SAILOR 4000/4100 ECDIS (VERSION 2.00.009) USER MANUAL, 2009 Transas Ltd. 311C. URL: https://www.bmemarine.com/wp-content/uploads/NS4000_4100_ECDIS_User_Guide_eng.pdf (дата звернення: 18.06.2023).
7. IHO S-57. IHO Transfer Standard for Digital Hydrographic Data. Supplementary Information for the Encoding of S-57 Edition 3.1 ENC Data. Supplement No. 3 to Edition 3.1. Monaco: International hydrographic organization, 2014. 24 p.
8. Category Zones of Confidence (CATZOC) - dispelling the myths. URL: <https://www.admiralty.co.uk/news/CATZOC-dispelling-the-myths> (дата звернення: 18.06.2023).
9. Weintrit A. Reliability of navigational charts and confidence in the bathymetric data presented (CATZOC). *Scientific Journals of the Maritime University of Szczecin*. 2018. Vol. 54(126). Pp. 84-92. DOI: <https://doi.org/10.17402/289>.
10. Weintrit A. Accuracy of bathymetric data in electronic navigational charts (CATZOC). *Scientific Journals of the Maritime University of Szczecin*. 2018. Vol. 55(127). Pp. 60-69. DOI: <https://doi.org/10.17402/302>.
11. Table CATZOC. URL: <https://assets.admiralty.co.uk/public/documents/2023-03/CATZOC%20Table.pdf?VersionId=blXaxNbUxMMRQMujIQV5bO4do3EzsbFj> (дата звернення: 30.05.2023).
12. Emiliano Caroletti. ECDIS: Depth Contours explained. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/ecdis-depth-contours-explained-emiliano-caroletti-> (дата звернення: 20.07.2023).
13. Andy Norris MNI. Safety depths and contours for port approaches. URL: <https://www.nautinst.org/resources-page/safety-contours.html> (дата звернення: 10.06.2023).
14. Setting SAFETY DEPTH and SAFETY CONTOURS in ECDIS. URL: https://legacy.iho.int/mtg_docs/com_wg/DIPWG/DIPWG4/TSMAD24-DIPWG4-09.9B_Setting_Safety_Depth_and_Safety_Contours_in_ECDIS.pdf (дата звернення: 23.06.2023).
15. Вагущенко Л.Л. Суднові навігаційно-інформаційні системи. Одеса : НУ «ОМА», 2016. 238 с.
16. IHO S-100. Universal hydrographic data model. Edition 3.0.0. Monaco: International hydrographic organization, 2017. 580 p.
17. Websdale D., Gutierrez F.J. Accelerating subsea data processing using artificial intelligence. *Hydro International*. 2022. Vol. 26(1). Pp. 24-25.

References:

1. Application and usability of ECDIS A MAIB and DMAIB collaborative study on ECDIS use from the perspective of practitioners [Online]. Available: https://dmaib.com/media/8502/ecdis_application_and_usability.pdf. Accessed on: April 15, 2023.
2. Nova Cura 14 SEP 2017 [Online]. Available: <https://www.nautinst.org/resources-page/nova-cura.html>. Accessed on: June 23, 2023.
3. Digital navigation: old skills in new technology: Lessons from the grounding of the Nova Cura The Hague, September 2017. The reports issued by the Dutch Safety Board [Online]. Available: https://www.onderzoeksraad.nl/en/media/attachment/2018/7/10/ef8c7f74927eovv_20172527_b_rapport_nova_cura_en_170913_cp.pdf. Accessed on: May 10, 2023.
4. *Mariners' Guide to Accuracy of Electronic Navigational Charts (ENC)*, IHO S-67, International hydrographic organization, April 2017.
5. G. Rutkowski, «ECDIS Limitations, Data Reliability, Alarm Management and Safety Settings Recommended for Passage Planning and Route Monitoring on VLCC Tankers», *TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, vol. 12, no. 3, pp. 483-490, 2018. doi: **10.12716/1001.12.03.06**.
6. NAVI-SAILOR 4000/4100 ECDIS (VERSION 2.00.009) USER MANUAL, 2009 Transas Ltd. 311C [Online]. Available: https://www.bmemarine.com/wp-content/uploads/NS4000_4100_ECDIS_User_Guide_eng.pdf. Accessed on: June 18, 2023.
7. *IHO Transfer Standard for Digital Hydrographic Data*, IHO S-57, International hydrographic organization, June 2014.
8. Category Zones of Confidence (CATZOC) - dispelling the myths [Online]. Available: <https://www.admiralty.co.uk/news/CATZOC-dispelling-the-myths>. Accessed on: June 18, 2023.
9. A. Weintrit, «Reliability of navigational charts and confidence in the bathymetric data presented (CATZOC)», *Scientific Journals of the Maritime University of Szczecin*, vol. 54(126), pp. 84-92, 2018. doi: **10.17402/289**.
10. A. Weintrit, «Accuracy of bathymetric data in electronic navigational charts (CATZOC)», *Scientific Journals of the Maritime University of Szczecin*, vol. 55(127), pp. 60-69, 2018. doi: **10.17402/302**.
11. Table CATZOC [Online]. Available: <https://assets.admiralty.co.uk/public/documents/2023-03/CATZOC%20Table.pdf?VersionId=blXaxNbUxMMRQMujIQV5bO4do3EzsbFj>. Accessed on: May 30, 2023.
12. Emiliano Caroletti. ECDIS: Depth Contours explained [Online]. Available: <https://www.linkedin.com/pulse/ecdis-depth-contours-explained-emiliano-caroletti->. Accessed on: July 20, 2023.
13. Andy Norris MNI. Safety depths and contours for port approaches [Online]. Available: <https://www.nautinst.org/resources-page/safety-contours.html>. Accessed on: June 10, 2023.
14. Setting SAFETY DEPTH and SAFETY CONTOURS in ECDIS [Online]. Available: https://legacy.iho.int/mtg_docs/com_wg/DIPWG/DIPWG4/TSMAD24-DIPWG4-09.9B_Setting_Safety_Depth_and_Safety_Contours_in_ECDIS.pdf. Accessed on: June 23, 2023.
15. L.L. Vahushchenko, *Sudnovi navihatsiino-informatsiini systemy* [Ship navigation and information systems]. Odesa, Ukraine: NU «OMA» Publ., 2016. (Ukr.)
16. *Universal Hydrographic Data Model*, IHO S-100, International hydrographic organization, April 2017.
17. D. Websdale, and F.J. Gutierrez, «Accelerating subsea data processing using artificial intelligence», *Hydro International*, vol. 26(1), pp. 24-25, 2022.

Рецензент: Д.В. Макаrchук
канд. техн. наук, лектор, Solent University

Стаття надійшла 12.08.2023

Стаття прийнята 14.09.2023