

УДК 528.92

DOI: 10.31653/2306-5761.38.2025.49-63

ANALYSIS OF THE MODERN S-100 AND S-200 SERIES STANDARDS IN THE CONTEXT OF UKRAINE'S HYDROGRAPHIC SYSTEM

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ СТАНДАРТІВ СЕРІЇ S-100 ТА S-200 В КОНТЕКСТІ ГІДРОГРАФІЧНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ

V. Sikirin , Ph.D., associate professor, M. Golodov , Ph.D., associate professor

В.Є. Сікірін, к.т.н., доцент, М.Ф. Голодов, к.т.н., доцент

National university «Odesa maritime academy», Ukraine

Національний університет «Одеська морська академія», Україна

ABSTRACT

The article summarizes an assessment of the readiness of Ukraine's hydrographic infrastructure to transition from IHO S-57 to the next-generation S-100 and IALA S-200 standards. It shows that these standards provide a unified model for maritime geospatial data, support for multidimensional layers (bathymetry, currents, weather), compatibility with GIS, and secure exchange via SECOM, which is a critical prerequisite for integration into the global e-navigation system. The study finds partial readiness: the cartographic base and human capital are the most developed, whereas data-exchange systems and the regulatory framework require substantial updates. In this context, the article proposes considering a concept for implementing maritime information architecture with a unified data repository and product catalogues (S-128); services for disseminating charts (S-101), bathymetry (S-102), navigational warnings (S-124), and aids-to-navigation data (S-201); as well as SECOM-based interoperability. The implementation priorities outlined include modernization of shore-based systems, deployment of a national marine geospatial data infrastructure, S-100/S-200 web services, a transition roadmap, S-124/S-201 prototypes, staff training, and formal recognition of S-100 products in national regulation. Comprehensive implementation will enhance navigational safety, the timeliness of information, and the environmental sustainability of Ukraine's maritime activities.

Keywords: aids to navigation, navigation standards, object catalogue, information technology, hydrographic data model, digital information service.

АНОТАЦІЯ

У статті узагальнено результати оцінювання готовності гідрографічної інфраструктури України до переходу від ІНО S-57 до системи стандартів нового покоління S-100 та IALA S-200. Показано, що ці стандарти забезпечують уніфіковану модель морських геопросторових даних, підтримку багатовимірних шарів (батиметрія, течії, погода), сумісність із ГІС та безпечний обмін через SECOM, що є критичною передумовою інтеграції у глобальну е-навігацію. За результатами дослідження встановлено часткову готовність: найбільш розвинені картографічна база й кадровий потенціал; натомість системи обміну даними та нормативне забезпечення потребують оновлення. В цьому контексті, пропонується роздільняння концепції впровадження архітектури інформаційного морського простору з єдиним репозиторієм і каталогами продуктів (S-128), сервісами розповсюдження карт (S-101), батиметрії (S-102), морських попереджень (S-124) і даних про засоби навігації (S-201), а також взаємодією за SECOM. Окреслено пріоритети впровадження: модернізація берегових засобів, розгортання національної морської інфраструктури даних, веб-сервіси S-100/S-200, дорожня карта переходу, прототипи S-124/S-201, підготовка персоналу та нормативне закріплення статусу продуктів

S-100. Комплексна імплементація підвищить безпеку судноплавства, оперативність інформації та екологічну стійкість морської діяльності України.

Ключові слова: засоби навігаційного обладнання, навігаційні стандарти, каталог об'єктів, інформаційні технології, гідрографічна модель даних, цифрова інформаційна служба.

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими або практичними завданнями

Сучасна морська навігація ґрунтується на цифрових гідрографічних даних, які є основою для функціонування електронних картографічних навігаційно-інформаційних систем (ЕКНІС) та інших елементів інфраструктури е-навігації. Якість, структура та сумісність цих даних безпосередньо впливають на рівень безпеки судноплавства, ефективність управління рухом суден і захист морського середовища.

Діючий в Україні стандарт морських картографічних даних S-57 забезпечив базову уніфікацію електронних навігаційних карт, проте його функціональні можливості є обмеженими. S-57 не підтримує сучасні вимоги до інтеграції багатовимірних гідрографічних даних, сітчастої батиметрії, динамічних об'єктів та обміну інформацією у реальному часі. Водночас міжнародна морська спільнота переходить до впровадження нової універсальної моделі гідрографічних даних S-100, яка забезпечує об'єктно-орієнтовану структуру, розширюваність і сумісність з геоінформаційними системами.

Для України цей перехід є стратегічним завданням у сфері морської безпеки та цифрової трансформації гідрографічної діяльності. Необхідно розробити технічні, нормативні й організаційні механізми впровадження стандартів ІНО S-100 та IALA S-200, інтегрувати їх у національну систему навігаційно-гідрографічного забезпечення та забезпечити сумісність із міжнародними системами обміну даними. Відсутність такої інтеграції ускладнює участь України у глобальних ініціативах е-навігації та створює ризики інформаційної несумісності на стратегічному рівні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і виділення невирішених раніше частини загальної проблеми

Огляд наукових і нормативно-технічних джерел свідчить про стійку тенденцію до переходу від стандарту S-57 до S-100, що визначається сучасними вимогами до інтегрованого морського інформаційного середовища. У працях ІНО та IALA [1–5] детально розкрито еволюцію гідрографічних стандартів і переваги об'єктно-орієнтованої моделі даних S-100 порівняно з традиційним форматом S-57. Зокрема, S-100 забезпечує багаторівневу структуру даних, розширюваність, підтримку динамічних об'єктів і можливість об'єднання гідрографічних, метеорологічних та навігаційних шарів у межах єдиного просторового фреймворку [6–7].

Відповідно до поправок до Конвенції SOLAS, з 2012 року судна торговельного флоту обладнуються електронними картографічними навігаційно-інформаційними системами (ЕКНІС), що базуються на стандартизованих електронних навігаційних картах (ЕНК). Це сприяло масовому впровадженню цифрових картографічних технологій, однак подальший розвиток систем е-навігації потребує переходу на нову модель даних S-100.

У сучасних публікаціях ІНО [7] підкреслюється, що S-100 є базовим стандартом для створення нових типів гідрографічних продуктів і для інтеграції з іншими інформаційними системами морської інфраструктури. Разом із цим, аналіз джерел свідчить про відсутність у відкритій літературі детально розроблених методик або дорожніх карт переходу від S-57 до S-100 у національних гідрографічних службах.

Окремо слід зазначити роль стандарту IALA S-200, розробленого на основі S-100. Документ IALA Guideline G1106 [8] визначає принципи створення та адаптації специфікацій продуктів серії S-200 для систем управління засобами навігаційного обладнання. У рамках концепції e-Navigation, представлено у джерелах [9–10], узагальнюється архітектура, у якій стандартизований зміст морських даних (S-100/S-200) інтегрується з багатоканальними мережами зв'язку, що забезпечують надійний і безпечний обмін критичною навігаційною інформацією.

Таким чином, наявна наукова та нормативна база визначає теоретичні засади переходу на S-100/S-200, однак відсутні практичні методики та технічні рекомендації щодо впровадження цих стандартів у національних гідрографічних системах, зокрема в Україні. Саме ця прогалина становить невирішену частину загальної проблеми та формує предмет даного дослідження.

Формулювання цілей статті (постановка завдання)

Метою статті є обґрунтування підходів та визначення напрямів технічної і організаційної імплементації стандартів ІНО S-100 та IALA S-200 у національну систему навігаційно-гідрографічного забезпечення України. Дослідження спрямоване на аналіз поточного стану використання стандарту S-57, виявлення його обмежень та розроблення пропозицій щодо переходу до універсальної моделі гідрографічних даних S-100, яка забезпечує інтеграцію просторової, навігаційної та гідрографічної інформації у єдиному цифровому середовищі.

Виклад матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів

1. Стандартизація моделі гідрографічних даних

Завдяки технологічному вдосконаленню обмін інформацією в морській галузі з часом буде повністю цифровим, і очікується, що компетентні організації в галузі навігації надаватимуть свої послуги у цифрових форматах, коли це можливо.

Одними із стандартів навігаційного забезпечення, які потребують впровадження в морській галузі України, є стандарт ІНО S-100 та розроблений на його основі стандарт IALA S-200.

Універсальну гідрографічну модель даних S-100 було прийнято Міжнародною гідрографічною організацією. Вона була розроблена як еволюція старого стандарту S-57 для підтримки сучасних потреб у гідрографічних та морських даних, зокрема для електронних навігаційних карт (ENC) та надання послуг електронної навігації e-Navigation.

S-100 – це сучасний картографічний стандарт даних, який підтримує широке різноманіття гідрографічних і картографічних цифрових джерел даних, і повністю відповідає основним міжнародним картографічним стандартам, зокрема серії ISO 19100 [11-25], що дозволяє здійснювати більш легку інтеграцію гідрографічних даних і додатків.

У таблиці 1 представлений аналіз відповідності структурних частин стандарту S-100 вимогам ISO.

Таблиця 1. Відповідність S-100 вимогам ISO

Назва частини S-100	Номер частини	Стандарт ISO 19100
Концептуальна схематична мова	Частина 1 S-100	ISO 19103, Географічна інформація - концептуальна схема мови Міжнародної організації зі стандартизації

Управління Картографічними Інформаційними Регістрами МГО	Частина 2 S-100	ISO 19135, Географічна інформація - процедури для реєстрації пунктів географічної інформації
Регістри Концептуальних Словників Об'єктів	Частина 2а S-100	ISO 19135, Географічна інформація - процедури реєстрації об'єктів географічної інформації. ISO/DIS 19126, Географічна інформація – Концептуальні словники об'єктів і реєстри
Загальна Модель об'єкта і правила для схем додатків	Частина 3 S-100	ISO 19109, Географічна інформація - правила для схем додатків
Метадані	Частина 4а S-100	ISO 19115, Географічна інформація - Метадані
Метадані для зображень і мережевих даних	Частина 4б S-100	ISO 19115, Географічна інформація - Метадані
Метадані, якісні дані	Частина 4в S-100	ISO 19113, Географічна інформація - принципи якості ISO 19114, Географічна інформація - принципи якості ISO 19138, Географічна інформація - принципи якості
Каталог Об'єктів	Частина 5 S-100	ISO 19110, Географічна інформація - методологія каталогізації об'єктів
Системи Координат	Частина 6 S-100	ISO 19111, Географічна інформація - просторова прив'язка за координатами
Просторова Схема	Частина 7 S-100	ISO 19107, Географічна інформація - просторова схема
Графічні і мережеві дані	Частина 8 S-100	ISO 19123, Географічна інформація – геометрична схема і функції ISO 19129, Географічна інформація - Основа для графічних і мережевих даних
Графіка	Частина 9 S-100	
Формати кодування	Частина 10 S-100	
ISO/IEC 8211 Кодування	Частина 10а S-100	ISO/IEC 8211 Специфікація для файлу, що описує дані для реалізації структури обміну інформацією
Специфікації продуктів	Частина 11 S-100	ISO 19131 Географічна інформація - специфікація продукту
Процедури з обслуговування S-100		Частина 12 S-100

Оскільки стандарт S-100 стає все більш важливим для обміну морською інформацією, дуже важливо забезпечити безпечний, надійний та ефективний обмін даними S-100. Стандартизація загального інтерфейсу веб-служби для обміну продуктами на базі S-100 забезпечить більшу технічну сумісність, дозволяючи використовувати один і той же інтерфейс служби для обміну інформацією, незалежно від оперативного використання, і роблячи його спільним для різних морських служб.

Коротко щодо переваг, які надає для судноводія використання стандарту S-100:

- завдяки мережевим і графічним даним судноводій зможе отримувати інформацію про будь-який об'єкт карти, інформацію не тільки про характеристики об'єкта, але

і витримки з навігаційних посібників, а також зображення об'єкта, і завдяки мережевій структурі можна спостерігати об'єкт із різних ракурсів;

- завдяки мережевим службам буде підтримуватись постійне оновлення наявної інформації, що є однією з важливих умов безпечного мореплавства (інформація про погоду повністю інтегрується у навігаційне середовище ЕКНІС);
- S-100 підтримує 3D продукти, що відкриває поле для 3D відображення морської ділянки, що підтримується офіційним стандартом ІНО і дозволяє користувачу ЕКНІС легко розуміти навігаційну обстановку;
- S-100 підтримує величини, що залежать від часу (як приклад, використання цього компонента дозволяє розглянути зміни глибин внаслідок припливно-відпливних течій);
- S-100 буде підтримувати нові додатки, які використовуються поза традиційною гідрографією, наприклад, високощільна батиметрія. Батиметричні ENC – це карти із додатковими шарами, що містять інформацію щодо глибин високої щільності.

Нині на основі стандарту S-100 розробляються різноманітні специфікації, продукти та послуги. Так, ІНО розробляє специфікації S-101 – S-129 (навігаційна обстановка), зокрема S-101 «Електронна навігаційна карта (ЕНК)», S-102 «Батиметрична поверхня» тощо (рис. 1).

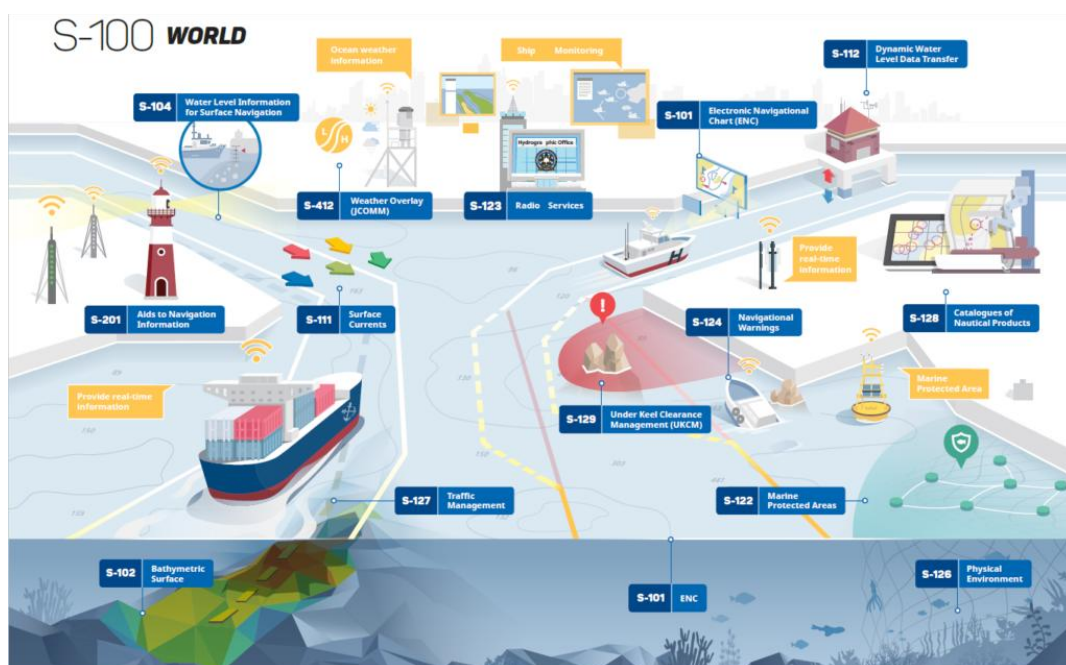


Рис. 1. Схема впровадження стандарту S-100 [7]

Після випуску нової версії S-100 очікується, що гідрографічна служба України має надавати послуги S-100 ENC, починаючи з 2026 року.

Це буде включати виробництво та розповсюдження S-100 ENC поряд з існуючими S-57 ENC. Потім буде період «подвійного використання», протягом якого будуть доступні як S-57, так і S-100 ENC. Після 1 січня 2029 року все нові судна мають бути оснащені установками ЕКНІС, здатними підтримувати новий стандарт S-100.

2. Універсальний стандарт IALA S-200

Стійкі методи роботи мають вирішальне значення для всієї галузі морських засобів навігаційного обладнання (ЗНО), оскільки вони допомагають досягати економічних та екологічних цілей. Економічну доцільність сталого надання послуг ЗНО необхідно розглядати

в рамках майбутніх вимог до стандартизації та розвитку ЗНО з огляду на зростання кількості автономних суден, що вимагатиме нових рішень у навігації.

В цьому контексті, необхідно надавати чіткі рекомендації про те, як виконувати встановлені законом зобов'язання, зводячи до мінімуму вплив на навколишнє середовище та максимізуючи суспільну користь.

В інтересах запровадження міжнародних стандартів навігаційного забезпечення на морях слід розглядати:

- Міжнародні нормативні бази у сфері сталого розвитку ЗНО;
- Вплив компонентів ЗНО на довкілля протягом життєвого циклу.
- Інтеграція сталого розвитку у процесі прийняття рішень щодо ЗНО
- Економічне обґрунтування сталого розвитку ЗНО
- Забезпечення необхідного набору стандартів для майбутніх дій із ЗНО.
- Використання ІТ-технологій у забезпеченні сталої роботи ЗНО.

Для вирішення цих питань в Україні потрібно:

- Отримати інформацію від провідних організацій та експертів у галузі ЗНО.
- Розробити проект позиційного документа України з питань сталого розвитку ЗНО та впровадження навігаційних стандартів.
- Визначити основні дії, фінансування та рекомендації для морської адміністрації України.

Важливим є покращення засобів навігаційного обладнання, що передбачає, щоб модернізації ЗНО враховували необхідність більш стійких ЗНО та встановлення нових засобів у критичних місцях на основі консультацій з користувачами водних шляхів, зацікавленими сторонами та традиційними службами забезпечення.

Модернізація ЗНО також має включати заміну існуючих морських буїв на більші, що краще підходять для динамічних умов морського регіону України.

Крім того, поряд із стандартами навігаційного забезпечення необхідно впровадження нових засобів навігаційного забезпечення, таких як:

- Берегові вогні у необладнаних районах узбережжя.
- Відновлення ЗНО зруйнованих внаслідок бойових дій.
- Додаткові навігаційні буї покращать розмежування та обладнання морських каналів.
- Навігаційні буї, що вказують на прибережні мілини в основних судноплавних районах.
- Відновлення всіх зруйнованих ліній електропередач для забезпечення роботи ЗНО.

Нові та модернізовані засоби навігаційного обладнання є частиною зобов'язань щодо забезпечення безпеки на морі та ефективної навігації.

В рамках розвитку системи ЗНО розглянемо трансформацію стандарту Міжнародної гідрографічної організації S-100 до стандарту Міжнародної організації з морських засобів навігації (IALA) S-200.

Серія S-200 є набором специфікацій продуктів даних, розроблених і керованих IALA (рис. 2) [1-5]. Цей простір імен визначає різні набори даних, пов'язані з морськими засобами навігаційного обладнання (AtoN), службами руху суден (VTS) та іншими продуктами, пов'язаними з безпекою навігації. На даний момент активно розробляється серія S-201 для служб ЗНО та VTS.

Специфікацію інформаційного продукту AtoN (Aids to Navigation/ ЗНО) S-201, було випущено у редакції 1.1.0 у жовтні 2022 року. Ця версія призначена для тестування та подальшої розробки. Зрештою, цей документ буде переведено до версії 2.0, яка призначена для оперативного виробництва. Він забезпечує загальну структуру для обміну інформацією AtoN, включаючи буї, маяки, радіолокаційні маяки, вогні, звукові сигнали та обладнання, яке виробляє або підтримує створення цих сигналів. Він містить позиції, властивості, робочий стан та загальні коментарі, що відносяться до об'єкта, що розглядається і призначений для обміну інформацією стандартизованим та гармонізованим способом.

В останні роки багато країн розробили власний формат даних з метою обслуговування та обміну ними з іншими органами. Однак специфікації продукту IALA S-200 внесуть покрокову зміну в такі моделі даних морських засобів навігації.

Враховуючи терміни впровадження нової системи S-100, ЕКНІС, яка включає інформацію, що міститься у стандарті IALA S 201 AtoN, а також швидкість різних ініціатив з цифровізації у морській сфері, здається, що зараз саме час розпочати підготовку до цієї цифрової трансформації в морській галузі України. Відповідним керуючим структурам (Морська адміністрація) необхідно запланувати інвестиції та розпочати зусилля щодо розробки необхідної технічної інфраструктури для підтримки надання цифрових послуг.

На 9 сесії NCSR IMO завершила роботу над проектом перегляду Стандартів продуктивності для ЕКНІС. Оновлення вводять, зокрема, застосування нових стандартів даних ІНО S-98, S-100 та S-101 щодо обладнання ЕКНІС. У зв'язку з цим перегляд стандартів надає IALA часові рамки для розробки відповідних специфікацій продукту, а членам IALA потрібно бути готовими створити набір даних, що відповідає формату даних S-201.

З цією метою IALA закликає своїх зацікавлених осіб провести аналіз розривів між національним набором даних AtoN та специфікацією продукту S-201. Цей процес аналізу розривів дозволить зацікавленим особам вивчити рівень зусиль, необхідних для отримання сумісності S-201, та визначити, як найкраще досягти поставленої мети. Це завдання також постає перед службами навігаційного забезпечення України.

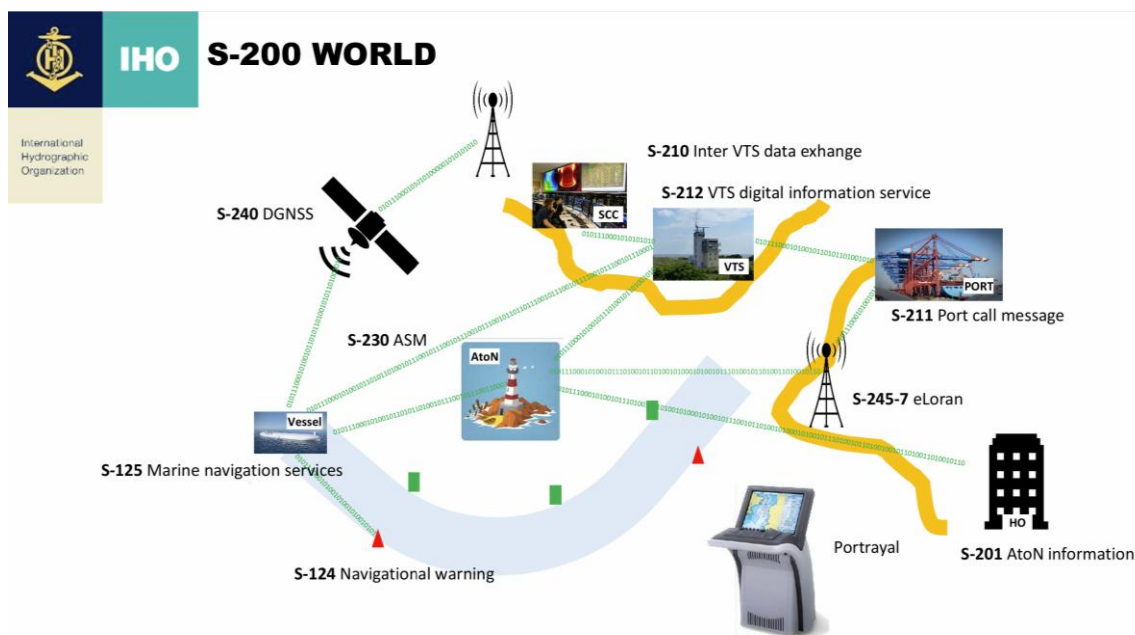


Рис. 2. Схема впровадження стандарту IALA S-200

Для тих країн, які не мають формату для обміну наборами даних, стандартний шаблон таблиці, що відповідає S-201, може допомогти в його розробці.

Перелік даних, що підлягають розробленню специфікацій та їх впровадженню, в рамках стандарту S-200 наступний [1-5]:

- інформація про засоби навігації;
- формат обміну даних VTS;
- інформація про захід суден у порт;
- цифрова інформаційна служба;
- альманах станцій глобальних супутникових систем;
- альманах станцій РНС e-Loran;
- альманах диференційних опорних станцій;
- інформація про перешкоди для безпечної навігації;
- встановлення та робота засобів навігаційного обладнання;
- гідрографічна інформація (глибини, характер ґрунту);
- метеорологічна інформація, прогнози погоди [3].

Перелік специфікацій домену S-200, що вже розроблені або знаходяться на стадії розробки, зведено до таблиці 2.

Таблиця 2. Перелік специфікацій IALA в категорії S-200

S-201	Інформація про засоби навігації (проект підготовлено)
S-210	Формат обміну Inter VTS (в стадії розробки)
S-211	Інформація про захід до порту (проект підготовлено)
S-212	Цифрова інформаційна служба VTS (в стадії розробки)
S-230	Повідомлення, специфічні для додатку (планується)
S-240	Альманах станцій DGNSS (завершено)
S-245	Дані про eLoran ASF (у розробці)
S-246	Альманах станцій eLoran (у розробці)
S-247	Альманах диференційних опорних станцій (у розробці)

Також IALA розробила версію 2.0 інструменту перевірки та валідації S-200, який можна використовувати для перевірки набору даних серії S-200 та їх відображення. Зацікавленим сторонам IALA пропонується використовувати інструмент тестування та перевірки S-200 та повідомляти про будь-які результати до секретаріату IALA (tm@iala-aism.org).

Також IALA готується подати документ про те, як керувати просторами імен в організаціях узгодженим чином. Він також включатиме рекомендації та передовий досвід з розробки просторів імен, специфічних для організацій. Наприклад:

- <http://efficiensea2.org/> – для ідентифікації користувачів і послуг;
- <http://stmvalidation.eu/> – для ідентифікації організацій, послуг і рейсів;

– <http://www.smartnav.org> – для ідентифікації користувачів.

В цьому контексті, назва морського ресурсу (MRN) – це схема найменувань, яка може однозначно ідентифікувати будь-який морський ресурс у глобальному масштабі. Під морським ресурсом мається на увазі все, що має певну ідентифікацію (рис. 3). Це можуть бути організації, співробітники, людина, фізичний чи віртуальний об'єкт, наприклад, електронний документ, буй, корабель, моряк, навігаційна карта чи електронна послуга.

Присвоєння ідентифікаторів організацій переважно зарезервовано для організацій з розробки морських стандартів, дослідницьких проектів, наукових товариств та подібних організацій.



Рис. 3 Схема інформаційного морського ресурсу [5]

Послуги в контексті електронної навігації впливають із потреб користувачів. Ці потреби користувачів, які є високорівневими та функціонально визначеними, мають бути перетворені на вимоги до послуг для реалізації необхідної функціональності. Розробка вимог до послуг управляє моделлю даних, яка, своєю чергою, генерує специфікацію продукту та елементи для реєстрації. На рис. 4 показано глобальну ідею маршруту від потреби користувача до специфікації продукту.

Щоб розробити специфікацію продукту, необхідно чітко уявляти, яким має бути продукт. Для надання електронної навігації цей продукт має бути частиною портфеля морських послуг (MSP). Орган, відповідальний за відповідну послугу, створює опис бажаного продукту та потреб користувача. Потім розробник специфікації продукту повинен перевірити реєстр та з'ясувати, чи існують необхідні функції.

Потім необхідно створити модель даних за допомогою мови концептуальних схем, або за допомогою мови кодування. Нарешті, попередня та інша інформація фіксується у документі, званому специфікацією продукту. Потім цей документ буде зареєстровано після процесу затвердження у реєстрі специфікацій продукту Реєстру GI.

Щоб пояснити використання реєстру та необхідність специфікації продукту напівтехнічним способом, використовується наступний приклад.

З потреб користувача випливає, що швидкість вітру в заданому районі має бути надана зацікавленій стороні на морі. Надання швидкості вітру заздалегідь для певних районів може бути корисним для підтримки прийняття рішень щодо навігації та швартування.

Перший зацікавлений суб'єкт, який хоче надати послугу, має написати специфікацію продукту. У цій специфікації відзначається вся відповідна інформація, і після процесу затвердження специфікація продукту додається до Реєстру. Тепер специфікацію продукту можна використовувати для розробки програми, як на судні, і на березі.

Далі необхідно, щоб суднова система або програма мали цю інформацію щодо швидкості вітру в заданому районі.

Розробник суднової системи або програми шукатиме в реєстрі, щоб дізнатися, чи надається вже ця послуга, і він знайде специфікацію продукту.

З цією інформацією про дані розробник може створити свою програму. Розробник знає, де можна отримати інформацію і як дані повинні оброблятися. Можливо, буде потрібний додатковий розрахунок, якщо програма з визначення швидкості вітру працює з милями на годину.

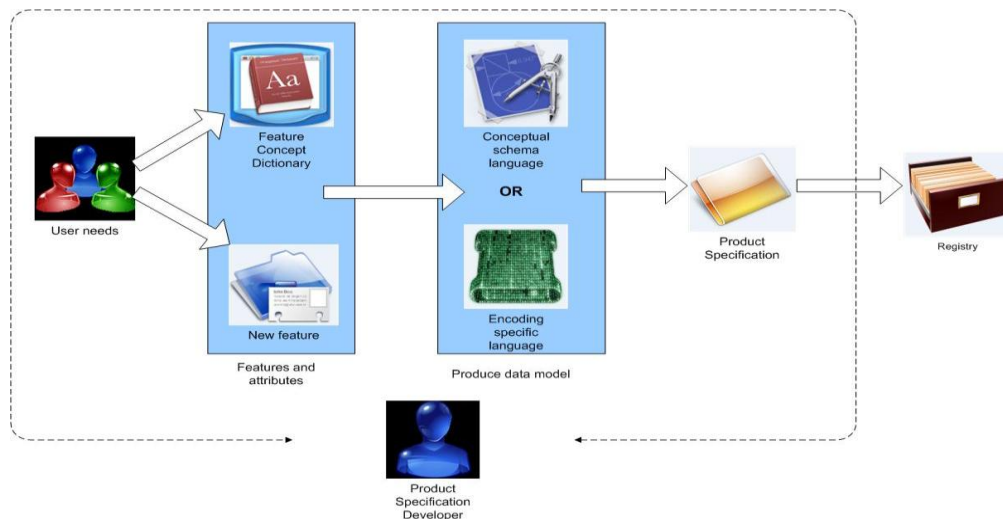


Рис. 4. Схема маршруту від потреб користувача до специфікації [2]

Те саме стосується постачальників інформації. Якщо інший відповідальний орган хоче надати послугу швидкості вітру, він може спочатку виконати пошук у реєстрі, щоб дізнатися, чи існує ця послуга. Специфікацію продукту буде знайдено в реєстрі, як згадувалося раніше. На основі цієї інформації розробник знає, як потрібно кодувати дані і що швидкість вітру має бути надана в метрах на секунду. Жодної нової розробки не потрібно, і це економить час та витрати.

На рис. 5. представлено приклад в графічному вигляді:

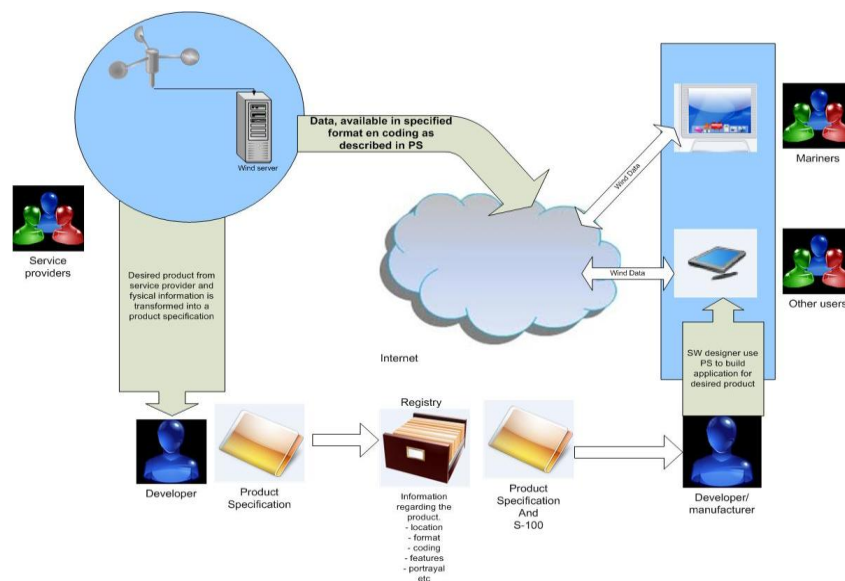


Рис. 5. Схема формування специфікації [2]

Для формування специфікації використовується конструктор об'єктів — це програма, яка підтримує створення каталогу об'єктів у форматі XML.

Основні завдання формування каталогу об'єктів такі:

- створення каталогу об'єктів, який визначає символіку та посібник з представлення об'єктів у каталозі об'єктів;
- конструктор каталогів об'єктів буде підтримувати створення каталогу об'єктів;
- модель метаданих профілю для опису набору даних AtoN;
- визначення формату кодування та доставки набору даних AtoN;
- на основі всіх попередніх кроків інформація є повною, і шаблон може бути заповнений.

Після завершення шаблону специфікація продукту (PS – product specification) завершена і може бути надіслана за призначенням.

3. Наукові дослідження щодо впровадження навігаційних стандартів в Україні

Для оцінки ступеня готовності гідрографічної інфраструктури України авторами даної статті в рамках наукової роботи НУ «ОМА» було виконано 2 науково-дослідні роботи (НДР), присвячені впровадженню міжнародних навігаційних стандартів і підвищенню безпеки мореплавства.

Перший дослідний проєкт – *«Вдосконалення безпеки навігації на глибоководному судновому ході Дунай – Чорне море»*, зосереджений на підвищенні безпеки навігації на глибоководному судновому ході «Дунай – Чорне море», виявив низку критичних потреб модернізації. Зокрема, дослідження наголосило на необхідності оновлення системи засобів навігаційного обладнання (буї, маяки, знаки тощо) відповідно до стандартів та рекомендацій IALA. Одним із ключових напрямків стала імплементація в Україні сучасних стандартів ІНО, зокрема переходу на універсальну гідрографічну модель даних S-100 (а разом із нею – стандартів S-44 для точності гідрографічних зйомок [26] і S-99 для управління морською геопросторовою інформацією [27]). Це підкріплено висновками про те, що вся існуюча електронна картографічна система країни базується на застарілому форматі S-57, тож перехід на S-100 є нагальним завданням. В рамках першого дослідження також були проаналізовані стан картографічного забезпечення та обґрунтовані рекомендації щодо створення національної системи морських геопросторових даних. Окрім того, приділено увагу підтриманню глибин фарватеру (через гідрографічні проміри та днопоглиблення), що є важливим аспектом безпеки судноплавства.

На основі отриманих результатів наукових досліджень першого НДР було сформульовано конкретні рекомендації, спрямованих на підвищення безпеки судноплавства України.

Зокрема, запропоновано коригувати діючі навігаційні правила і режими плавання на судновому ході відповідно до актуальної обстановки, а також створити систему моніторингу навігаційних засобів (наприклад, дистанційного контролю стану буїв і маяків). Відзначено потребу у впровадженні міжнародних стандартів ІНО та IALA на національному рівні – цей крок є стратегічним і вказує, що без нормативного закріплення стандарти залишатимуться лише рекомендаціями. Рекомендації включають розвиток берегової інфраструктури зв'язку та спостереження: створення мережі базових станцій AIS вздовж узбережжя України та системи моніторингу надводної обстановки (для відстеження судноплавної ситуації в режимі реального часу). Такі технічні заходи прямо вказують, що нинішня інфраструктура зв'язку та спостереження є лише частково готовою і потребує розширення. Так само запропоновано впровадити мережу автоматичних станцій контролю рівня води та вдосконалити систему

диференційної навігації (DGNSS) шляхом розрахунку оптимальних зон покриття берегових станцій корекції GPS-сигналу. Окремо виявлено проблему узгодженості морської навігаційної інформації з сусідами: з метою безпеки рекомендовано гармонізувати українські електронні навігаційні карти на транскордонних ділянках з румунськими аналогами. Це свідчить про усвідомлення необхідності інтероперабельності даних та координації зусиль з іншими гідрографічними службами – важливий інституційний аспект готовності. Також першою НДР порушено питання інтеграції української Річкової інформаційної служби (PIC) на Дунаї до загальноєвропейської системи PIC, що підкреслює потребу в модернізації систем обміну даними і їх відповідності міжнародним стандартам.

Друга НДР – *«Підвищення навігаційної безпеки морських перевезень у територіальному морі та внутрішніх морських водах України в інтересах агропромислового комплексу в умовах воєнного стану»*. Предметом дослідження НДР була розробка системи шляхів руху суден і судноплавних фарватерів у територіальному морі та внутрішніх морських водах для перевезення агропромислової продукції України в умовах воєнного стану з використанням міжнародного загальноєвропейського транспортного коридору E-80 у транскордонній системі України, Болгарії і Румунії.

В роботі, серед іншого, було проаналізовано діючі правила судноплавства у прибережних водах і рекомендовано їх перегляд та коректуру з урахуванням підвищених ризиків і необхідності міжнародної координації. В аспекті технічного забезпечення навігації, дослідження здійснило аналіз функціонування наявної системи активного моніторингу засобів навігаційного обладнання і надало пропозиції щодо її вдосконалення відповідно до сучасного стандарту IALA S-200. Додатково, в межах цього проєкту були оцінені і підтверджені першочергові кроки для переходу морського картографічного виробництва України на стандарт S-100. Було визначено поточний стан впровадження S-100 у країні та окреслено перспективні заходи, необхідні для переходу – фактично складено “дорожню карту” на рівні рекомендацій. Важливо, що дослідження приділило увагу і якості гідрографічних робіт: запропоновано алгоритм врахування систематичних похибок при вимірюванні глибин відповідно до стандарту ІНО S-44. Це вказує на прагнення підвищити точність та надійність навігаційних даних до рівня міжнародних вимог, що є складовою готовності до S-100 (адже нові стандарти висувають суворіші критерії до вихідних даних).

Проведені дослідження чітко демонструють, що Україна знаходиться у стані *часткової готовності* до переходу від S-57 на S-100. Виконання прикладних НДР підтвердило, що наступні елементи можуть слугувати основою для переходу: наявний фонд електронних карт S-57 може бути конвертовано в S-101, наявні системи AIS та ДГНСС можуть бути розширені для повноцінної підтримки е-навігації. З іншого боку, дослідження висвітлюють низку питань та незавершених завдань, без виконання яких повномасштабна імплементація S-100 неможлива. Серед них – відсутність інтегрованої системи обміну морськими даними за новим стандартом, недостатня автоматизація моніторингу навігаційних засобів, неповне покриття узбережжя необхідними технічними засобами (AIS, датчики рівня води тощо), а також брак актуальної нормативної бази, що узаконює використання S-100. Важливо, що обидва дослідження не лише ідентифікували проблеми, але й надали конкретні рекомендації, виконання яких підвищить готовність України до переходу. Фактично окреслено «дорожні карти» модернізації окремих компонентів – від регуляторних змін до впровадження нових технологій.

Згідно з глобальними планами ІНО, стандарт S-57 і новий S-101 (що базується на S-100) співіснуватимуть протягом перехідного періоду до кінця десятиліття, і Україна фактично йде в руслі цього плану. Очевидно, що реалізація рекомендацій, розроблених у згаданих наукових працях, дозволить усунути виявлені питання. Перспективи повного впровадження стандартів

S-100 і IALA S-200 в Україні виглядають досяжними за умови належної підтримки держави та міжнародної координації. Впровадження цих стандартів матиме стратегічний ефект: забезпечить гармонізацію морського інформаційного простору України з глобальною системою е-навігації, сприятиме цифровізації галузі та підвищенню ефективності й безпеки судноплавства. Це означає, що інвестиції у доведення кожного компоненту інфраструктури до готовності є виправданими, оскільки в підсумку Україна отримає сучасну навігаційно-гідрографічну систему, сумісну з міжнародними вимогами та здатну забезпечувати мореплавців найактуальнішою і надійною навігаційною інформацією.

Висновки і перспектива подальшої роботи по даному напрямку

У статті узагальнено результати аналізу стану готовності гідрографічної інфраструктури України до переходу зі стандарту ІНО S-57 на сучасну систему міжнародних стандартів S-100 та IALA S-200. Визначено технічні, організаційні й нормативні передумови впровадження цих стандартів, а також окреслено пропозиції щодо архітектури інформаційного морського простору України.

Перехід на стандарти нового покоління є ключовою умовою інтеграції України у глобальну систему е-навігації. Вони забезпечують уніфіковану модель представлення морських геопросторових даних, підтримку багатовимірної інформації (батиметрія, течії, погодні шари), сумісність з геоінформаційними системами та безпечний обмін інформацією через протокол SECOM (*Secure Exchange and Communication of S-100-based products*). Використання S-100/S-200 дозволяє створювати інтегровані сервіси, що поєднують дані навігаційного обладнання, VTS, DGNSS, гідрометеорологічних і портових систем у єдиному цифровому середовищі.

Результати виконаних у межах дослідження науково-дослідних робіт підтверджують, що українська гідрографічна інфраструктура перебуває на етапі часткової готовності до переходу. Найбільш розвиненими є картографічна база та кадровий потенціал, тоді як системи обміну даними й нормативне забезпечення потребують суттєвого оновлення. Для повноцінного впровадження стандартів необхідно завершити модернізацію берегових технічних засобів, розгорнути національну морську геопросторову інфраструктуру даних, впровадити веб-сервіси обміну даними у форматах S-100/S-200 та адаптувати нормативно-правову базу.

Таким чином, архітектура інформаційного морського простору передбачає побудову багаторівневої системи управління морськими даними, що може включати:

- єдиний репозиторій гідрографічних даних і каталоги продуктів (S-128);
- сервіси розповсюдження навігаційних карт (S-101), батиметрії (S-102), морських попереджень (S-124) та даних про засоби навігаційного обладнання (S-201);
- взаємодію через стандартизовані інтерфейси SECOM із міжнародними системами е-навігації та координацію з ІНО, IALA і ІМО.

Подальші дослідження мають бути спрямовані на:

- створення національної дорожньої карти переходу до S-100/S-200 із визначенням етапів і пріоритетів;
- розробку прототипів сервісів на базі S-124 і S-201;
- впровадження програм підготовки персоналу та міжнародного тестування сумісності;
- підготовку нормативних актів, що закріплюють офіційний статус продуктів S-100 в Україні.

Комплексне впровадження стандартів S-100 та S-200 забезпечить гармонізацію національної гідрографічної системи з міжнародними вимогами, підвищить точність і оперативність морської навігаційної інформації, а також сприятиме формуванню єдиного

цифрового морського середовища, що підвищить рівень безпеки судноплавства, ефективність управління та екологічну стійкість морської діяльності України.

REFERENCES

- [1] International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities (IALA), *Guideline G1106 Ed.2.1: Producing an IALA S-200 Series Product Specification*, Jun. 2017.
- [2] International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities (IALA), *Guideline G1087: Procedures for the Management of the IALA Domains under the IHO GI Register*.
- [3] International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities (IALA), *Recommendation R1019: Provision of Maritime Services in the Context of e-Navigation in the Domain of IALA*.
- [4] International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities (IALA), *Guideline G1128: Specification of e-Navigation Technical Services*, 2024.
- [5] International Hydrographic Organization (IHO), “IALA activities affecting HSSC – IALA Presentation,” Jun. 2023. [Online]. Available: https://iho.int/uploads/user/Services%20and%20Standards/HSSC/HSSC15/HSSC15_2023_07.3A_EN_IALA_report.pdf
- [6] International Electrotechnical Commission (IEC), *IEC 63173-2 Ed.1: Maritime Navigation and Radiocommunication Equipment and Systems—Data Interface—Part 2: Secure Exchange and Communication of S-100 Based Products (SECOM)*.
- [7] International Hydrographic Organization (IHO), *S-100 Universal Hydrographic Data Model*, ver. 2.0.0, Jun. 2015. [Online]. Available: <https://iho.int/en/introduction-0>
- [8] International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities (IALA), “G1106: Producing an IALA S-200 Series Product Specification,” Ed. 3.0, revised Jun. 13, 2025. [Online]. Available: <https://www.iala.int/product/g1106/>
- [9] International Maritime Organization (IMO), *MSC.467(101): Guidance on the Definition and Harmonization of the Format and Structure of Maritime Services in the Context of e-Navigation*.
- [10] International Maritime Organization (IMO), *MSC.1/Circ.1610: Initial Descriptions of Maritime Services in the Context of e-Navigation*.
- [11] International Organization for Standardization (ISO), “Geographic information – Conceptual schema language,” ISO 19103:2024, 2024. [Online]. Available: [iso.org/standard/83454.html](https://www.iso.org/standard/83454.html).
- [12] ISO, “Geographic information — Procedures for item registration – Part 1: Fundamentals,” ISO 19135-1:2015 (with Amd 1:2021), 2015/2021. [Online]. Available: [iso.org/standard/54721.html](https://www.iso.org/standard/54721.html); Amd 1: [iso.org/standard/78896.html](https://www.iso.org/standard/78896.html).
- [13] ISO, “Geographic information – Feature concept dictionaries and registers,” ISO 19126:2021, 2021. [Online]. Available: [iso.org/standard/78898.html](https://www.iso.org/standard/78898.html).
- [14] ISO, “Geographic information – Rules for application schema (General Feature Model),” ISO 19109:2025 (3rd ed.), 2025. [Online]. Available: [iso.org/standard/84700.html](https://www.iso.org/standard/84700.html).
- [15] ISO, “Geographic information – Metadata – Part 1: Fundamentals,” ISO 19115-1:2014 (with Amd 1:2018, Amd 2:2020), 2014/2018/2020. [Online]. Available: [iso.org/standard/53798.html](https://www.iso.org/standard/53798.html); Amd 1: [iso.org/standard/73118.html](https://www.iso.org/standard/73118.html); Amd 2: [iso.org/standard/80275.html](https://www.iso.org/standard/80275.html).

- [16] ISO, “Geographic information — Metadata — Part 2: Extensions for acquisition and processing,” ISO 19115-2:2019, 2019. [Online]. Available: iso.org/standard/67039.html.
- [17] ISO, “Geographic information — Metadata — Part 3: XML schema implementation for fundamental concepts,” ISO 19115-3:2023, 2023. [Online]. Available: iso.org/standard/80874.html.
- [18] ISO, “Geographic information — Data quality — Part 1: General requirements,” ISO 19157-1:2023, 2023. [Online]. Available: iso.org/standard/78900.html.
- [19] ISO, “Geographic information — Data quality — Part 2: XML schema implementation,” ISO/TS 19157-2:2016, 2016. [Online]. Available: iso.org/standard/66197.html.
- [20] ISO, “Geographic information — Methodology for feature cataloguing,” ISO 19110:2016, 2016. [Online]. Available: iso.org/standard/57303.html.
- [21] ISO, “Geographic information — Referencing by coordinates,” ISO 19111:2019 (with Amd 1:2021, Amd 2:2023), 2019/2021/2023. [Online]. Available: iso.org/standard/74039.html; Amd 1: iso.org/standard/81673.html; Amd 2: iso.org/standard/86173.html.
- [22] ISO, “Geographic information — Spatial schema,” ISO 19107:2019, 2019. [Online]. Available: iso.org/standard/66175.html.
- [23] ISO, “Geographic information — Schema for coverage geometry and functions — Part 1: Fundamentals,” ISO 19123-1:2023, 2023. [Online]. Available: iso.org/standard/70743.html.
- [24] ISO, “Geographic information — Imagery, gridded and coverage data framework,” ISO/TS 19129:2009, 2009 (current TS). [Online]. Available: iso.org/standard/43041.html.
- [25] ISO, “Geographic information — Data product specifications,” ISO 19131:2022 (2nd ed.), 2022. [Online]. Available: iso.org/standard/85092.html.
- [26] International Hydrographic Organization (IHO), “Standards for Hydrographic Surveys,” IHO S-44, Ed. 6.2.0, Oct. 2024. [Online]. Available: https://iho.int/uploads/user/pubs/standards/s-44/S-44_Edition_6.2.0_adopted.pdf
- [27] International Hydrographic Organization (IHO), *S-99 Operational Procedures*, ver. 1.1.0, Nov. 2012.