В.І. Коновець, Н.Б. Смиринська

Науково-дослідний центр ЗС України “Державний океанаріум”

Інституту ВМС Національного університету “Одеська морська академія”, Одеса

ОРГАНІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ВЗАЄМОДІЇ З ПЕРСПЕКТИВНИМИ БЕРЕГОВИМИ РАДАР-СЕНСОРАМИ СИСТЕМИ ВИСВІТЛЕННЯ НАДВОДНОЇ ОБСТАНОВКИ

В статті наведено результати аналізу питань організації інформаційної взаємодії елементів радіотехнічного озброєння радіотехнічних постів берегової системи спостереження Військово-Морських Сил Збройних Сил України (зокрема – радар-сенсорів), їх інформаційного обміну із системою висвітлення надводної обстановки. Із врахуванням цього аналізу розроблено рекомендації щодо вибору варіантів комплектації радіотехнічних постів радіолокаційними засобами.

Ключові слова: радар-сенсор, радіотехнічний пост, система висвітлення надводної обстановки, навігаційна РЛС, система управління рухом суден (СУРС), Radar-Extractor.

Вступ

Постановка проблеми. Актуальність дослідження обумовлена необхідністю створення сучасної системи висвітлення надводної обстановки (СВНО) з метою забезпечення реалізації Указу Президента України від 14 березня 2016 року “Про Концепцію розвитку сектору безпеки і оборони України” [1], “Стратегії інтегрованого управління кордонами на період до 2025 року”, яка затверджена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 24 липня 2019 р. [2], “Морської доктрини України на період до 2035 року” [3], та більш детально розкрита у публікації [4], що є складовою частиною дослідження присвяченого проблематиці розширення можливостей СВНО за рахунок включення до її складу існуючих (модернізуємих) та перспективних зразків радіотехнічного озброєння (РТО) Військово-Морських Сил Збройних Сил України (ВМС ЗС України).

В першій частині дослідження [4], наведено результати аналізу питань практичної інтеграції даних від навігаційних радіолокаційних станцій (РЛС) кораблів та суден ВМС ЗС України у СВНО. Основна мета проведеного аналізу полягала в наданні рекомендацій щодо шляхів отримання максимального обсягу корисної інформації про надводні цілі, що спостерігаються за допомогою типової суднової навігаційної РЛС без її спеціальної модернізації.

З метою подальшого підвищення обізнаності про морську обстановку шляхом нарощування кількості сенсорів, вважається за доцільне розглянути питання задіяння берегових РЛС радіотехнічних постів берегової системи спостереження за надводною обстановкою ВМС ЗС України (РТП) та ви-

вчення питання організації їх інформаційної взаємодії на інструментальному рівні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Аналіз останніх публікацій та нормативних документів [1–3; 5–11], свідчить про те, що на сьогодні, як на національному рівні, так і в керівних документах НАТО, відсутні чітко сформульовані нормативні вимоги до типового технічного оснащення РТО РТП системи висвітлення надводної обстановки. Переліки обов'язкових та опціональних функцій та параметрів, які зумовлюють структуру та склад РТО конкретного РТП, зазвичай надаються в конкретних технічних завданнях на кожен РТП. Але основною їх складовою завжди залишаються радіолокаційні засоби.

Існує два основних варіанти обладнання РТП радіолокаційними станціями: береговими РЛС спостереження або типовими судновими навігаційними РЛС (НРЛС).

Найбільш простим варіантом оснащення є встановлення на береговому РТП типової суднової НРЛС та інтегрування її в СВНО за аналогією з корабельним варіантом, який було детально розглянуто в [4]. Проте, даний варіант не є ефективним, оскільки він викликає обмеження функціональності берегової РЛС до рівня суднової НРЛС.

РТП повинен вирішувати низку інших, специфічних виключно для берегового спостереження, задач, розв'язання яких штатними засобами типових суднових НРЛС є неможливим. Саме це й зумовлює необхідність детального аналізу можливих варіантів побудови РТО берегових РТП, зокрема – його радіолокаційної компоненти.

Метою статті є аналіз питання організації інформаційної взаємодії елементів радіотехнічного

озброєння РТП ВМС ЗС України на різних рівнях, а також дослідження питання їх інформаційного обміну із зовнішніми системами (зокрема – СВНО) та безпосередньо з перспективними радар-сенсорами РТП на інструментальному рівні.

Виклад основного матеріалу

Найбільш близьким до РТП ВМС ЗС України цивільним прототипом відповідно до призначення є пости системи управління рухом суден (СУРС), що створюються і діють з метою підвищення безпеки та ефективності судноплавства, охорони життя на морі та захисту морського середовища, узбережжя, берегових та шельфових споруд від негативного впливу судноплавства [12].

В міжнародних вимогах [13–14] викладені керуючі принципи побудови СУРС, що містять рекомендації з загальної архітектури всієї системи, складу необхідних сенсорів, організації зв'язку, обробки та обміну інформацією тощо, на які доцільно спиратися і при проектуванні РТП ВМС ЗС України.

Оскільки задача спостереження надводних цілей, їх ідентифікація, супроводження з розрахунком динамічних параметрів руху цілей в реальному часі, являється одним з основних завдань як для СУРС, так і для РТП СВНО, то й склад їх обладнання, принципи побудови та інформаційної взаємодії в основних рисах схожі.

Для успішного виконання покладених на них задач, як пост СУРС, так і РТП системи висвітлення обстановки повинні бути оснащені комплексом різноманітних технічних засобів – джерел даних.

В залежності від вимог до конкретної СУРС (конфігурація зони відповідальності, визначена роздільна здатність та інші технічні параметри), та виходячи з економічних лімітів, виконується вибір радар-сенсору для локальних та віддалених постів. Під терміном “радар-сенсор” в цьому випадку розуміється прийомо-передавач РЛС та антена в моноблочному виконанні, або у вигляді двох роздільних блоків.

На відміну від судової НРЛС, де блок індикації та управління входить до складу самої станції, являючись її невід'ємною складовою частиною, для СУРС і РТП радар-сенсор та автоматизоване робоче місце (АРМ) оператора найчастіше є окремими продуктами, які інтегрує в систему стороння фірма – постачальник комплексного рішення для СУРС (фірма-інтегратор).

Саме до задач фірми-інтегратора входить забезпечення інформаційної взаємодії СУРС з сенсорами від різноманітних виробників, а також із зовнішніми споживачами.

Інформаційна взаємодія на інструментальному рівні в СУРС – це організація взаємодії сенсорів з АРМ оператора, сервером системи, тощо [15].

Очевидно, що при обладнанні РТП ВМС ЗСУ ситуація буде аналогічною. Вибір відповідних сенсорів буде здійснюватися замовником з числа тих, що виробляються промисловістю та відповідають його вимогам, а забезпечення інформаційної взаємодії з сенсорами та врахування особливостей (таких, наприклад, як підтримка Additional Military Layers (AML) [16], можливість обміну повідомленнями по протоколу ADataP-3, тощо) буде покладено на фірму-інтегратора при створенні АРМ оператора РТП.

Інтегрований АРМ РТП (СУРС) повинен дозволити оператору взаємодіяти з цілим рядом сенсорів: базова станція АІС, радар, пеленгатор, базова станція цифрового вибіркового виклику УКХ-діапазону, база даних суден, тощо (рис. 1).

Організація інформаційної взаємодії сенсорів з АРМ оператора та сервером системи є одним з основних етапів створення інтегрованого РТО РТП.

Не виключений і варіант, коли замовник (наприклад – командування ВМС ЗС України) самостійно буде виступати інтегратором окремих зразків обладнання в єдиний комплекс РТО РТП з урахуванням власних потреб, тобто здійснювати комплектування РТО РТП сенсорами, створення АРМ оператора, сервера системи, тощо.

Саме для цього випадку і стане актуальним проведений у даній роботі аналіз поточної ситуації щодо можливостей інформаційної взаємодії з радар-сенсорами від провідних виробників, а також можливих варіантів її організації з АРМ оператора та сервером РТП.

З точки зору організації інформаційної взаємодії СУРС/РТП можна розглядати як інтелектуальний вузол (хаб), який здійснює стикування різноманітних рівнів та протоколів інформаційної взаємодії – від інструментального (приладового) рівня “sensor layer” (наприклад – радар-сенсори, транспондери системи АІС, пеленгатори, тощо) до рівня взаємодії з такими різноманітними зовнішніми користувачами за межами СУРС/РТП, як судна, рятувально-координаційні центри, різноманітні служби, які контролюють процеси в морській сфері, до яких належить і СВНО.

Організація інформаційної взаємодії радар-сенсора з модулем керування, обробки та візуалізації (АРМ оператора) на сьогодні нестандартизована. У фірм-виробників радар-сенсорів протоколи інформаційної взаємодії, переважно, різняться, але, при цьому, всі вони мають багато спільного, оскільки вихідною інформацією з радар-сенсору є радіолокаційна картинка навколишньої обстановки, яка, за своїм змістом, однакова для будь-якого оглядового радару.

Як правило, виробники спеціалізованих радарів спостереження за надводною обстановкою викорис-

товують пропрієтарний мережевий протокол для інформаційної взаємодії та після укладення догово-

ру про нерозголошення, передають його опис фірмі-інтегратору.

Рис. 1. Інтегрована в АРМ СУРС панель управління пеленгатором
Джерело: [17, С. 15].

Інформаційна взаємодія РТП з СВНО

Питання організації інформаційної взаємодії РТП із зовнішніми споживачами (зокрема – СВНО) потребує окремого детального вивчення. Важливо знайти баланс між практиками й досвідом різних спільнот морської сфери та об'єднати їх у рамках гармонізованого підходу, враховуючи конкретні властивості морських даних.

Нижче коротко наведено відомості, що допомагають отримати уявлення щодо можливих варіантів організації інформаційної взаємодії РТП із зовнішніми споживачами. Ці відомості ґрунтуються на принципах організації інформаційної взаємодії постів СУРС із зовнішніми споживачами.

Розробка нормативних документів з обміну морською інформацією між СУРС та зовнішніми системами знаходиться в межах компетенції Міжнародної асоціації морських засобів навігації та маячних служб/ International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities (IALA). IALA підготувала низку нормативних документів щодо організації інформаційного обміну СУРС з відповідними суміжним службами та іншими організаціями, а саме:

- IALA Recommendation R0145 (V-145) (Рекомендації МАМС про службу формату обміну між VTS (IVEF) [14];

- IALA Guideline 1086:2012 (Керівництво МАМС щодо обміну морськими даними та інфор-

мацією на міжнародному рівні) [18–19].

Рекомендація МАМС E-142 щодо спільного використання морських даних у IALA-NET [20].

Керівництво МАМС № 1086 (IALA Guideline 1086:2012) надає рекомендації і вказівки членам IALA щодо релевантних аспектів, пов'язаних з обміном морськими даними та інформацією (наприклад, даними від наземних і супутникових АІС) на міжнародному рівні, у контексті підвищення безпеки судноплавства, покращення захисту навколишнього середовища та підвищення ефективності морських перевезень.

У *військово-морській сфері* СВНО, відповідно до класифікації сервісів Consultation, Command and Control (C3) НАТО [21], задіяна у забезпеченні функціонування сервісу “Recognized Maritime Picture” (RMP) з пулу інформаційних послуг (Maritime Domain Services) на підтримку морських операцій.

Сервіс RMP повинен генерувати несуперечливу і узгоджену картину морського середовища за допомогою збору, агрегації, співставлення та об'єднання інформації з кількох джерел.

Діючі стандарти НАТО передбачають можливість підключення РТП до інформаційного обміну з зовнішніми споживачами, зокрема й СВНО, з урахуванням правил, прийнятих в НАТО для Морського обміну повідомленнями та зв'язку (Maritime Messaging and Communication), а саме – за допомогою формалізованих текстових повідомлень (FORMETS) [22].

Обмін стандартизованими морськими повідомленнями повинен бути сумісний з наступними форматами:

– ADatP-3 (A) з APP-11 (C) Chg.1 / APP-11 (D) [22, 23];

– OTH-T GOLD (опційно) [24].

Таким чином, процес гармонізації процедури передачі даних та обміну даними між РТП та СВНО, тобто забезпечення можливості отримувати доступ до даних в інтероперабельний спосіб з клієнтських прикладних програм, спираючись на сумісну архітектуру системи для поширення даних мережами, опис відповідних продуктів, що містять морські дані, структури узгоджених моделей та форматів даних для гармонізації/стандартизації, у світовій сфері морського зв'язку на сьогодні ще не завершено.

Тому, для обміну інформацією з СВНО на РТП доцільно використовувати найбільш придатний стандарт або забезпечити підтримку кількох можливих варіантів, надаючи споживачу свободу у виборі зручного для нього варіанту підключення.

Яскравим прикладом такого рішення є фірма “ExactEarth” – світовий постачальник даних супутникового моніторингу станцій AIC [25], яка надає інформацію споживачам відразу в кількох найбільш популярних протоколах: NMEA v4.0, OTH-Gold, XML та Google Earth KML. Аналогічним чином чинять й основні постачальники готових радіотехнічних рішень для потреб військово-морського флоту країн-членів НАТО [26–27].

Інформаційна взаємодія із перспективним береговим радар-сенсором РТП на інструментальному рівні

Пропонується розглянути низку берегових радар-сенсорів (та їх протоколи взаємодії) від провідних виробників, які застосовуються фірмами-інтеграторами на постах СУРС та можуть бути використані у складі РТО перспективних (модернізуємих) РТП ВМС ЗС України.

Для встановлення на постах СУРС першої та вищої категорії використовують радар-сенсори з антеною не менше 18 футів для забезпечення необхідної роздільної здатності.

Радар-сенсор компанії “Terma” типу Scanter. Компанія “Terma” – один з провідних постачальників радарних датчиків, що спеціалізується на виявленні малих цілей в екстремальних погодних умовах та займає нішу між великими військовими радіолокаційними системами та невеликими навігаційними радіолокаторами [28–30]. Архітектура радіолокаційних станцій даного виробника включає прийомо-передавач, блок управління антеною та антенний блок (рис. 2). Прийомо-передавач виконується у форм-факторі навісного блоку з усіма необхідними входами/виходами, окрім хвильоводу. Інформаційна взаємодія з прийомо-передавачем реалізовано через стандартний протокол Ethernet (LAN або WAN). Доступні IP-відео, цифрове й аналогове відео, а також IP-мережа та/або послідовний інтерфейс для моніторингу та налаштування.

Рис. 2. Зовнішній вигляд антени (а) та прийомо-передавача (б) РЛС типу Scanter компанії “Terma”
Джерело: [29–30].

Фірма “Terma” передає фірмі-інтегратору для інтеграції пропріетарний протокол (Scanter LAN Video Protocol) управління радар-сенсором та отримання радар-відео в АРМ оператора поста СУРС [31]. *Scanter LAN Video Protocol* використовує TCP протокол для управління радаром та UDP протокол для поширення радар-відео. Для отримання радар-відео, клієнт повинен встановити управляюче

з’єднання, де обмін даними організовано в ASCII-форматі.

Радар-сенсор компанії “HENSOLDT UK” (“Kelvin Hughes”) типу SBS-800. Компанія “HENSOLDT UK” представляє лінійку радарів Kelvin Hughes Shore Based Sensor (SBS) (рис. 3). Ці системи спроможні виявляти малорозмірні цілі з малою ефективною поверхнею розсіювання. Високі

вихідні характеристики та надійність досягаються за рахунок використання якісних твердотільних комплектуючих та програмного забезпечення прийомо-передавача SharpEye™. Технологія SharpEye™, що доступна на радарх Kelvin Hughes SBS-800, забезпечує ще вищі, порівняно з традиційними радарми, можливості виявлення цілей на великих відстанях та у складних погодних умовах [32].

Також, “HENSOLDT UK” тісно співпрацює із системними інтеграторами, пропонуючи гнучкі пропозиції з урахуванням потреб замовників. Чотири доступні конфігураційні продукти пропонують системному інтегратору стандартизоване економічне рішення для радарів, оптимізоване для особистих вимог системи спостереження за берегом або радіолокаційним датчиком, що представляє частину системи VTS [33]. Усі зовнішні підключення здійснюються через радіолокаційний розподільний пристрій (RDU).

Радаром типу SBS-800 можна керувати декількома різноманітними способами, котрі залежать від

положення перемикача в RDU (місцево/дистанційно):

- дистанційне управління через АРМ оператора від стороннього виробника;
- локальне управління через передню панель RDU;
- локальне управління через сервісний дисплей “Kelvin Hughes”.

Як правило, системою керують дистанційно через АРМ оператора СУРС.

Локальне управління необхідне для контролю та налаштування радар-сенсора перед включенням системи до поста СУРС.

Використовуються спеціальні протоколи “Kelvin Hughes”, які базуються на стеку протоколів TCP/IP, на основі формату ASTERIX. Цифрові радіолокаційні дані в форматі ASTERIX є стандартними для систем SBS-800.

Цифрове відео, з 8-бітним розширенням за амплітудою, виводиться у форматі ASTERIX з використанням методів багатоадресної передачі UDP через локальну мережу Ethernet.

а

б

Рис. 3. Зовнішній вигляд антени (а) та прийомо-передавача (б) РЛС типу Kelvin Hughes SBS-800 компанії “HENSOLDT UK”

Джерело: [32–33].

ASTERIX є протоколом прикладного/представницького рівня, який розроблений Європейською організацією з безпеки повітряного руху (EUROCONTROL) структурі повідомлень, відомий за абревіатурою ASTERIX (All Purpose STructured Eurocontrol SuRveillance Information Exchange – багатоцільовий структурований обмін інформацією про спостереження Євроконтролю) [34].

Протокол передачі даних ASTERIX CAT-240 останнім часом “де-факто” стає загальноприйнятим стандартом для передачі радар-відео для радарів систем берегового спостереження за морською поверхнею [35]. Наведені вище спеціалізовані радар-сенсори для СУРС від провідних виробників здійснюють оцифрування відеосигналу в самому радар-сенсорі.

На інструментальному рівні вони, зазвичай, на-

дають цифрові відеодані у власному пропріетарному форматі або ж у форматі ASTERIX CAT-240 для використання в обладнанні інтегратора. Варто зазначити, що вказані РЛС є достатньо дорогими та орієнтовані на використання на постах СУРС вищої та першої категорій.

Інформаційна взаємодія із радар-сенсором типової суднової НРЛС на інструментальному рівні

Якщо технічні вимоги до поста спостереження за морською обстановкою не є жорсткими, а бюджет обмежений, то у якості радар-сенсора доцільно використовувати радар-сенсор у форм-факторі моноблоку з 9-ти футовою антеною від звичайної суднової НРЛС.

Суднова НРЛС вирішує, перш за все, навіга-

ційні задачі в інтересах безпечного судноплавства. Головними серед них є розрахунок кінетичних параметрів визначених цілей та оцінка параметрів небезпечного зближення з ними для інформаційного забезпечення маневру безпечного розходження. Таким чином, значна частина функціоналу суднової НРЛС у складі РТО РТП системи висвітлення надводної обстановки просто не використовується, оскільки для берегового об'єкта задача інформаційного забезпечення маневру безпечного розходження із зустрічними цілями природньо відсутня.

Проте, обладнання РТП типовими радар-сенсорами суднових НРЛС все ж може розглядатися у якості ефективного малозатратного рішення для організації повноцінного спостереження за водною поверхнею.

В Україні рішення на базі суднових НРЛС реалізовано на значній частині постів спостереження Державної прикордонної служби [36].

Розглянемо можливу організацію інформаційної взаємодії з радар-сенсором типової суднової навігаційної РЛС на інструментальному рівні.

Складність застосування типових радар-сенсорів суднових НРЛС полягає у відсутності в них реалізації специфікованих цифрових інтерфейсів для підключення зовнішнього управляючого обладнання від сторонніх виробників. Вони є модулем у складі конкретної суднової навігаційної РЛС і організація управління таким модулем перебуває виключно в компетенції її виробника. Відразу зазначимо, що технічні бар'єри для стандартизації та розробки інтерфейсу обміну радіолокаційною інформацією в цифровому вигляді з підтримкою управління через мережу для радар-сенсорів суднових навігаційних РЛС відсутні.

Однак, існує ряд чинників, які перешкоджають цьому процесу.

По-перше, ринок продуктів інтерфейсу радіолокаторів є невеликим і вузькоспеціалізованим, тому формальний процес стандартизації не може бути виправданим.

По-друге, для самих виробників суднових РЛС існує інтерес до збереження пропрієтарних протоколів, що забезпечує використання радарів-сенсорів їх виробництва виключно у поєднанні з дисплеєм або програмним забезпеченням для обробки сигналів їхнього ж виробництва, оскільки з комерційної точки зору недоцільно надавати стороннім користувачам доступ до даних власних РЛС.

Ця ситуація є типовою для багатьох РЛС, які підпадають під вимоги Міжнародної Морської Організації (International Maritime Organization) (ІМО РЛС): вони або взагалі не мають цифрових виходів радіолокаційної інформації або використовують пропрієтарні протоколи.

Саме це й ускладнює використання вказаних радарів-сенсорів у складі РТО РТП, оскільки дешевий радар-сенсор суднової ІМО РЛС зі специфікованим цифровим відеовиходом став би ідеальним "кандидатом" для таких цілей.

У той же час, чисельні радар-сенсори, як і раніше, підтримують старий аналоговий інтерфейс, який, в свою чергу, забезпечує єдину можливість їх інтеграції в системи від сторонніх виробників.

Згаданий аналоговий інтерфейс (Analogue Radar Data Outputs) передбачає виведення наступних сигналів:

- Video – аналоговий відеосигнал;
- Sync – синхроімпульси запуску зондуючого імпульсу.

Азимут кожного зондуючого імпульсу може бути визначений через використання набору імпульсів, що називаються ACP і ARP.

ACP (Azimuth Change Pulse) – імпульс зміни азимута – це послідовність імпульсів, де інтервал між імпульсами є фіксованим кутом. Зазвичай на 360 градусів доводиться 2048, 4096 або 8192 імпульси.

ARP (Azimuth Reset Pulse) – імпульс скидання азимута – це імпульс скидання, який виникає в контрольній точці, при проходженні нуля по азимуту. Отже, кут випромінювання радару визначається шляхом підрахунку кількості імпульсів ACP з моменту останнього імпульсу ARP.

Власне, саме до цього аналогового інтерфейсу (Analogue Radar Data Outputs) можливо підключити пристрій, що має назву "Radar-Extractor" (рис. 4), основне призначення якого – оцифрувати аналоговий радарний відеосигнал і перетворити його в цифровий відеопотік в будь-якому стандарті (пропрієтарному або відкритому). Зазвичай, універсальні модулі "Radar-Extractor" перетворюють аналоговий радарний відеосигнал в цифровий потік стандарту ASTERIX CAT-240.

Таким чином, саме "Radar-Extractor" дозволяє організувати інформаційну взаємодію радар-сенсора суднової НРЛС з іншими елементами РТО РТП на інструментальному рівні.

Вартість суднового радар-сенсора є модулем "Radar-Extractor" є доволі прийнятною. Тому, одними з найбільш доцільних варіантів стала б закупівля готових модулів "Radar-Extractor" іноземного виробництва або розробка та налагодження їх виробництва на одному з вітчизняних підприємств.

Ще одним варіантом отримання відео-потіку з радар-сенсора моноблокової НРЛС на береговому РТП може стати використання відкритого програмного забезпечення OpenCPN з плагіном Radar_pi [37].

Рис. 4. Схема підключення радар-сенсора до "Radar-Extractor"

Джерело: розроблено авторами.

На підтвердження цього можуть бути наведені результати, отримані власниками прогулянкових суден, що використовували безкоштовне програмне забезпечення для навігаційних дисплеїв OpenCPN з вказаним вище плагіном Radar_pi (рис. 5).

Значна частина НРЛС для прогулянкових суден використовують для поширення оцифрованого ра-

дар-відео через мережу Ethernet пропріетарний протокол.

Шляхом отримання та аналізу обміну даних через суднову мережу, автори плагіну Radar_pi реалізували підключення цілої низки малогабаритних РЛС до зовнішніх систем візуалізації.

Рис. 5. Вигляд зображення, що отримано з OpenCPN з плагіном Radar_pi

Джерело: розроблено авторами за даними [37].

Для підключення нового типу радару потрібен збір та аналіз трафіку даних та навички програмування на рівні, що дозволяє додати протокол зв'язку в плагін Radar_pi.

Наведені вище відомості щодо протоколів поширення радар-відео дають уявлення про протоколи, що використовуються, та надають допомогу у

здійсненні аналізу трафіку.

Плагін розроблено так, що загальні задачі, такі як рендеринг зображення, здійснюються загальним кодом для всіх типів радарів. Для кожного типу радару необхідно додати визначені команди типу радару та методу передачі даних. Деякі початкові аспекти проблематики та реалізації наведено в [38].

Висновки

Під час комплектування РТП ВМС ЗС України радіотехнічним озброєнням (зокрема - радіолокаційними засобами) існує декілька варіантів: від вибору замовником готового комплексного відпрацьованого рішення для РТП, що включає АРМ і сенсори, до варіанту, коли сам замовник буде виступати інтегратором окремих зразків обладнання в єдиний комплекс РТО РТП.

Саме для останнього випадку і є актуальним проведений у даній роботі аналіз поточної ситуації щодо можливостей інформаційної взаємодії з радар-сенсорами від провідних виробників, а також варіантів її організації з АРМ оператора та сервером РТП. Вибір радар-сенсору для стаціонарних та мобільних РТП здійснюється в залежності від вимог до конкретного РТП (конфігурація зони відповідальності, визначена роздільна здатність та інші технічні параметри) та з урахуванням фінансових лімітів.

У роботі запропоновано два основних варіанти обладнання РТП радіолокаційними станціями:

– достатньо дорогими спеціалізованими береговими радар-сенсорами виробництва фірм “TERMA” або “Kelvin Hughes”, які, при використанні їх продукції у складі комплексу, надають інтегратору доступ на інструментальному рівні до циф-

рових відеоданих, що передаються у власному пропрієтарному форматі або ж у форматі ASTERIX CAT-240;

– у випадку, коли технічні вимоги до РТП не є жорсткими, а бюджет доволі обмежений – типовими судовими навігаційними РЛС. Такі радар-сенсори, повинні мати відповідні цифрові інформаційні виходи для підключення візуалізуючого та управляючого обладнання інтегратора на інструментальному рівні, або ж мати аналоговий вихідний інтерфейс для підключення спеціалізованого пристрою типу Radar-Extractor.

Питання організації інформаційної взаємодії РТП із зовнішніми споживачами (зокрема – СВНО) потребує окремого детального вивчення, але на сьогодні можна чітко зазначити, що для обміну інформацією з СВНО на РТП доцільно використовувати найбільш придатні стандарти обміну інформацією про морську обстановку (зокрема – NMEA v4.0, OTH-Gold, ADatP-3, XML та Google Earth KML) або забезпечити підтримку кількох можливих варіантів, надаючи споживачу свободу у виборі зручного для нього варіанту підключення. У подальших дослідженнях у цьому напрямку вважається за доцільне більш детально розглянути протоколи інформаційної взаємодії радар-сенсорів на інструментальному рівні.

Список літератури

1. Указ Президента України “Про Стратегію воєнної безпеки України № 121 від 25.03.2021 р.” [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/121/2021#n9>.
2. Розпорядження Кабінету Міністрів України “Про схвалення стратегії інтегрованого управління кордонами на період до 2025 року № 687-р від 24.07.2019 р.” [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/687-2019-%D1%80#n279>.
3. Постанова Кабінету Міністрів України “Про затвердження Морської доктрини України на період до 2035 року № 1108 від 18.12.2018 р.” [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1307-2009-%D0%BF#Text>.
4. Коновець В.І. Шляхи підвищення проінформованості про морську обстановку за рахунок інтеграції корабельних навігаційних РЛС в систему висвітлення надводної обстановки / В.І. Коновець, Н.Б. Смиринська // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. – 2020. – № 4(66). – С. 71-78. <https://doi.org/10.30748/zhups.2020.66.10>.
5. Закон України “Про державний кордон України № 1777-ХІІ від 04.11.1991 р.” [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1777-12#Text>.
6. Закон України “Про виключну (морську) економічну зону України № 162/95-ВР від 16.05.1995 р.” [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/162/95-%D0%B2%D1%80#Text>.
7. Указ Президента України “Про невідкладні заходи щодо захисту національних інтересів на Півдні та Сході України, у Чорному та Азовському морях і Керченській протоці № 320/2018 від 12.10.2018 р.” [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/320/2018#Text>.
8. Наказ Командування Військово-Морських Сил Збройних Сил України “Тимчасове положення з організації чергування зі спостереження та взаємного обміну інформацією у Військово-Морських Силах Збройних Сил України № 149 від 24.12.2016 р.”. – О.: ВМС ЗС України, 2016. – 48 с.
9. Наказ Командування Військово-Морських Сил Збройних Сил України “Тимчасова настанова з організації берегової системи спостереження у Військово-Морських Силах Збройних Сил України № 351 від 23.12.2019 р.”. – О.: ВМС ЗС України, 2019. – 24 с.
10. Allied Joint Doctrine for Maritime Operations, AJP-3.1, Edition A, Version 1. – Brussels: NATO Standardization Office, 2016. – 86 p.
11. Naval Doctrine Publication 1. Naval Warfare March Us Navy 2010 [Electronic resource]. – Scotts Valley: Create Space Independent Publishing Platform, 2016. – 86 p. – Available at: <http://www.iwar.org.uk/military/resources/aspc/pubs/ndp1.pdf>.
12. The official site IMO.ORG. Resolution A.857(20):1997 – Guidelines for Vessel Traffic Services. – Available at:

[https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/AssemblyDocuments/A.857\(20\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/AssemblyDocuments/A.857(20).pdf).

13. The official site IALA-AISM.ORG. IALA Guideline 1111:2015 – Preparation of operational and technical performance requirements for VTS systems. – Available at: <https://www.iala-aism.org/product/preparation-of-operational-and-technical-performance-for-vts-equipment/>.

14. The official site IALA-AISM.ORG. IALA Recommendation R0145 (V-145) – The Inter-VTS Exchange Format (IVEF) Service. – Available at: <https://www.iala-aism.org/product/inter-vts-exchange-format-service-145/>.

15. Streaming Real-time Data in Distributed Dispatcher and Teleinformation Systems for Visualization of Multimedia Data of the Border Guard / B. Czaplewski, S. Kaczmarek, J. Litka, M. Narloch, M. Sac // International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation. – 2018. – № 12(2). – P. 217-229. <https://doi.org/10.12716/1001.12.02.01>.

16. The official site NSO.NATO.INT. STANAG 7170:2015 – Additional Military Layers (AML) – Digital Geospatial Data Products. – Available at: <https://nso.nato.int/nso/nsdd/ListPromulg.html>.

17. Инструкция оператора: Система обработки, отображения и регистрации радиолокационной и звуковой информации “Изумруд-В1”. Автоматизированное Рабочее Место оператора IVO-100. – Izumi Boeki: Co., Ltd, 2000. – 58 с.

18. The official site IALA-AISM.ORG. IALA Guideline 1086:2012 – The Global Sharing of Maritime Data & Information. – Available at: <https://www.iala-aism.org/product/global-sharing-of-maritime-data-1086/>.

19. Керівництво МАМС 1086 щодо обміну морськими даними та інформацією на міжнародному рівні. Вид. 1. – 2012 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://hydro.gov.ua/dl/iala/ua/1086_Guideline_June%202012_Translation.pdf.

20. Рекомендація МАМС E-142 щодо спільного використання морських даних у IALA-NET [Електронний ресурс]. – 2009. – Режим доступу: http://hydro.gov.ua/dl/IALA/17_E-142_MAMS_vol_1.pdf.

21. The official site NSO.NATO.INT. C3 Taxonomy Baseline 4.0:2020. – Available at: https://www.nato.int/cps/en/natohq/topics_157573.htm.

22. ДСТУ STANAG 5500:2018 (STANAG 5500 Ed:7/ADatP-03 Ed. A, IDT). Система НАТО для форматування текстових повідомлень (FORMETS). Концепція системи НАТО для форматування текстових повідомлень (CONFORMETS); чинний з 2018-12-0. – К.: ДП “УкрНДНЦ”, 2018. – 25 с.

23. ДСТУ STANAG 7149:2018 (STANAG 7149 Ed:6/APP-11 Ed. D Ver. 1, IDT) Каталог повідомлень НАТО; чинний з 2018-12-0. – К.: ДП “УкрНДНЦ”, 2018. – 43 с.

24. The official site NISP.NW3.DK. Operational Specification for the Over-The-Horizon Targeting GOLD (OTH-G), US Department of Defense, Navy Center for Tactical Systems Interoperability, Revision C. – 2017. – Available at: <https://nisp.nw3.dk/standard/us-dod-oth-g.html>.

25. The official site CDN2.HUBSPOT.NET. Exact AIS Delivery. – Available at: http://cdn2.hubspot.net/hub/183611/file-988412833-pdf/exactAIS_Delivery.pdf.

26. Isenor A.W. The Use of GCCS in the Canadian Navy and its Relationship to C2IEDM [Electronic resource] / A.W. Isenor, E. Dorion // Technical Memorandum DRDC-Atlantic TM 2004-197, Canada. – 2005. – 47 p. – Available at: <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a436415.pdf>.

27. The official site SYSTEMATIC.COM. Comprehensive Recognised Maritime Picture and Mission Management Tools. – Available at: <https://systematic.com/defence/capabilities/c2/maritime-command-and-control/>.

28. The official site TERMA.COM. Coastal Surveillance. – Available at: <https://www.terma.com/surveillance-mission-systems/radar-systems/coastal-surveillance-radar/>.

29. The official site TERMA.COM. Radar antenna for extreme weather conditions. – Available at: <https://www.terma.com/press/news-2016/terma-launches-mid-life-radar-antenna-upgrade-to-withstand-extreme-weather-conditions/>.

30. The official site TERMA.COM. SCANTER 2000 Series Surveillance Radar. – Available at: https://www.terma.com/media/258070/43403_terma_scanner_2000_letter_mid-res.pdf.

31. SCANTER Network Video Protocol. Software Interface Specification, Document № 304124-SI. – Lystrup: Terma A/S, 2016.

32. The official site HENSOLDT.NET. SharpEye SBS-800 Coherent Radar System. – Available at: <https://uk.hensoldt.net/products/radar-iff-and-datalink/sharpeye-sbs-800/>.

33. The official site HENSOLDT.NET. Hensoldt SBS-800 Coherent Sensor System. – Available at: <https://dam.hensoldt.net/m/519cc7e15a8e0b5b/original/SBS-800-Coherent-Sensor-System-English.pdf>.

34. The official site EUROCONTROL.INT. EUROCONTROL Specification for Surveillance Data Exchange – ASTERIX Category 240: Radar Video Transmission. – Available at: <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/content/documents/nm/asterix/20150513-asterix-cat240-v1.3.pdf>.

35. Johnsonand D.G. Using ASTERIXCAT-240for Radar Video Distribution – Practical Considerations from Deployed Applications [Electronic resource] / D.G. Johnsonand, R. Warren. – Cambridge: Cambridge PixelLtd, 2015. – 5 p. – Available at: <https://www.cambridgepixel.com/site/assets/files/2485/asterix-cat240-for-video-distribution.pdf>.

36. Офіційний сайт UKRMILITARY.COM. НБК “Техімпекс” поставить ДПСУ радіолокаційні комплекси висвітлення надводної обстановки. – Режим доступу: <https://www.ukrmilitary.com/2019/01/radar.html#more>.

37. The official site OPENCNP.ORG. Open user manual. – Available at: https://opencpn.org/wiki/dokuwiki/doku.php?id=opencpn:opencpn_user_manual:plugins:ais_radar:br24_radar.

38. The official site GITHUB.COM. Ray marine radar pi support. – Available at: https://github.com/opencpn-radar-pi/radar_pi/issues/79.

Відомості про авторів:**Коновець Віктор Іванович**

кандидат технічних наук старший науковий співробітник
провідний науковий співробітник
науково-дослідного центру Збройних Сил України
“Державний океанаріум” Інституту ВМС
Національного університету “Одеська морська академія”,
Одеса, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-5354-4234>

Смиринська Наталія Борисівна

провідний науковий співробітник
науково-дослідного центру Збройних Сил України
“Державний океанаріум” Інституту ВМС
Національного університету “Одеська морська академія”,
Одеса, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-5373-2625>

Information about the authors:**Viktor Konovets**

Candidate of Technical Sciences Senior Research
Lead Research
of the Scientific Research Center of the Armed Forces
of Ukraine “State Oceanarium” of the Naval Institute
of the National University “Odessa Maritime Academy”,
Odesa, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-5354-4234>

Nataliia Smyrnska

Lead Research
of the Scientific Research Center of the Armed Forces
of Ukraine “State Oceanarium” of the Naval Institute
of the National University “Odessa Maritime Academy”,
Odesa, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-5373-2625>

**ОРГАНИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ПЕРСПЕКТИВНЫМИ БЕРЕГОВЫМИ
РАДАР-СЕНСОРАМИ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ НАДВОДНОЙ ОБСТАНОВКИ**

В.И. Коновец, Н.Б. Смиринская

В статье приведены результаты анализа вопросов организации информационного взаимодействия элементов радиотехнического вооружения радиотехнических постов береговой системы наблюдения Военно-Морских Сил Вооруженных Сил Украины (в частности – радар-сенсоров), их информационного обмена с системой освещения надводной обстановки. С учетом этого анализа разработаны рекомендации по выбору вариантов комплектации радиотехнических постов радиолокационными средствами.

Ключевые слова: радар-сенсор, радиотехнический пост, система освещения надводной обстановки, навигационная РЛС, система управления движением судов (СУДС), Radar-Extractor.

**ORGANIZATION OF INFORMATION INTERACTION WITH PERSPECTIVE SHORE RADAR SENSORS
OF THE MARITIME SITUATIONAL AWARENESS SYSTEM**

V. Konovets, N. Smyrnska

The article presents the results of the analysis of the issues of organizing information interaction of elements of the radio-technical equipment of radio-technical units (RTU) of the coastal surveillance system of the Ukrainian Navy (in particular – radar sensors) and their information exchange with the maritime situational awareness system (MSAS). The relevance of this study is due to the need to create a modern MSAS. Thus, in order to enhance maritime situational awareness by increasing the number of sensors, it is expedient to consider engagement of coastal radars RTU and to study the issue of arranging their information exchange on the instrumental level. In process of the acquisition of the RTU with radio-technical equipment (in particular, with radar facilities), there are several options: from the customer's choice off-the-shelf solution for the RTU, including workstation and sensors, to the option when the customer himself will act as an integrator of individual equipment samples into an integrated radio-technical equipment (RTE) complex of the RTU. The analysis, carried out in this paper, of current situation regarding the possibilities of information interaction with radar-sensors from leading manufacturers, as well as variants of its organization with the operator's workstation and RTU server is actual, especially, for the last-mentioned solution when the customer himself will act as an integrator. Radar-sensor choice for stationary and mobile RTU is carried out depending on the requirements to the particular RTU (configuration of the area of responsibility, determined resolution and other technical parameters) and taking into account financial limits. The closest civilian prototype to the RTU of Ukrainian Navy, in accordance with the purpose, are the units of the Vessel Traffic Control System (VTS), on which the guiding principles of construction it is advisable to rely on when designing the RTU of Ukrainian Navy. On this basis, two basic options for equipping RTU with radar stations were proposed in the paper: rather expensive specialized coastal radar sensors produced by “TERMA” or “Kelvin Hughes” companies, which, when using their products as part of the complex, give the integrator access at the instrumental level to digital video data transmitted in their own proprietary format or in ASTERIX CAT -240 format; in the case when the technical requirements for the RTU are not strict, and the budget is rather limited - with typical shipborne navigation radars. Such radar-sensors must have appropriate digital information outputs for connecting visualizing and control equipment of the integrator at the instrumental level, or have an analog output interface for connecting a specialized device such as “Radar-Extractor”. The issues of organizing information interaction between the RTU and external consumers (in particular - MSAS) requires a separate detailed study, but for today it can be clearly noted that for the exchange of information with MSAS on the RTU, it is advisable to use the most appropriate standards for the exchange of information about the maritime environment (in particular - NMEA v4. 0, OTH-Gold, ADataP-3, XML, and Google Earth KML) or provide support for multiple options, giving consumers the freedom to choose the convenient option for him to connect.

Keywords: radar-sensor, radio-technical unit, maritime situational awareness system (MSAS), navigational radar, Vessel Traffic Control System (VTS), Radar-Extractor.