

С. П. Фриз, О. В. Кальватинський, С. О. Соболенко, Р. О. Авсієвич

АНАЛІЗ КОСМІЧНИХ СИСТЕМ ІДЕНТИФІКАЦІЇ РУХОМИХ НАДВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

Керівні документи передбачають створення в Україні до 2025 року державної інтегрованої системи висвітлення надводної та підводної обстановки в акваторіях Чорного й Азовського морів, басейнів річок Дніпро і Дунай, а також Єдиної автоматизованої системи управління Збройних Сил України. Обидві системи функціонуватимуть в інтересах Військово-Морських Сил Збройних Сил України та дозволятимуть отримувати оперативні дані про надводну обстановку з метою захисту суверенітету та територіальної цілісності нашої держави, а також протидії протиправній діяльності в межах виключної (морської) економічної зони України.

У статті розглянуто можливість застосування в складі наведених систем космічних систем ідентифікації рухомих надводних об'єктів. На даний час подібні космічні системи вже використовуються в складі систем висвітлення надводної обстановки ЄС, США, а також іншими морськими державами, оскільки вони дозволяють виконувати одночасно всі три завдання систем висвітлення надводної обстановки: виявлення, ідентифікацію та спостереження за рухомими надводними об'єктами. Крім того, описані системи надають можливість моніторити надводну обстановку на значних відстанях від берегової лінії за будь-яких погодних умов та в різний час доби. При цьому відсутні ризики для особового складу та технічних засобів спостереження.

Під рухомими надводними об'єктами у статті слід розуміти пілотовані або безпілотні морські й річкові поодинокі та групові об'єкти, здатні переміщуватися на водній поверхні. У публікації описано зазначені космічні системи, а також здійснено огляд космічних апаратів, які використовують для ретрансляції бортової навігаційної інформації. Подібні космічні системи також застосовують для виявлення, ідентифікації та супроводження повітряних та наземних рухомих об'єктів.

Ключові слова: надводна обстановка; виключна (морська) економічна зона; космічна система; радіолінія; навігаційна інформація; AIS; LRIT; COSPAS-SARSAT; SSAS; VMS.

Постановка проблеми в загальному вигляді. Стратегічні керівні документи в сфері безпеки й оборони України передбачають створення до 2035 року державної інтегрованої системи висвітлення надводної та підводної обстановки в акваторії Чорного й Азовського морів, басейнів річок Дніпро і Дунай, а також Єдиної автоматизованої системи управління (ЄАСУ) Збройних Сил України. Відповідні рішення закріплені в: Стратегії воєнної безпеки України, Стратегічному оборонному бюлетені, Стратегії Військово-Морських Сил Збройних Сил України 2035, Морській доктрині України на період до 2035 року, Стратегії розвитку Державної прикордонної служби України, Стратегії імплементації положень директив та регламентів Європейського Союзу у сфері міжнародного морського

© С. П. Фриз, О. В. Кальватинський, С. О. Соболенко, Р. О. Авсієвич, 2022

та внутрішнього водного транспорту («дорожньої карти»), рішеннях Ради національної безпеки та оборони України, а також постановах та розпорядженнях Кабінету Міністрів України [1–13].

Державна інтегрована система висвітлення надводної та підводної обстановки в акваторіях Чорного й Азовського морів, басейнів річок Дніпро і Дунай може становити основу для підсистеми забезпечення інформацією про обстановку автоматизованої системи управління захистом морського узбережжя ЄАСУ Збройних Сил України [14]. Ця система функціонуватиме в інтересах Військово-Морських Сил Збройних Сил України, Державної прикордонної служби України, Міністерства інфраструктури України, Міністерства аграрної політики та продовольства України, а також інших зацікавлених державних органів влади.

Джерела даних системи висвітлення надводної обстановки можна класифікувати таким чином (див. рис. 1).

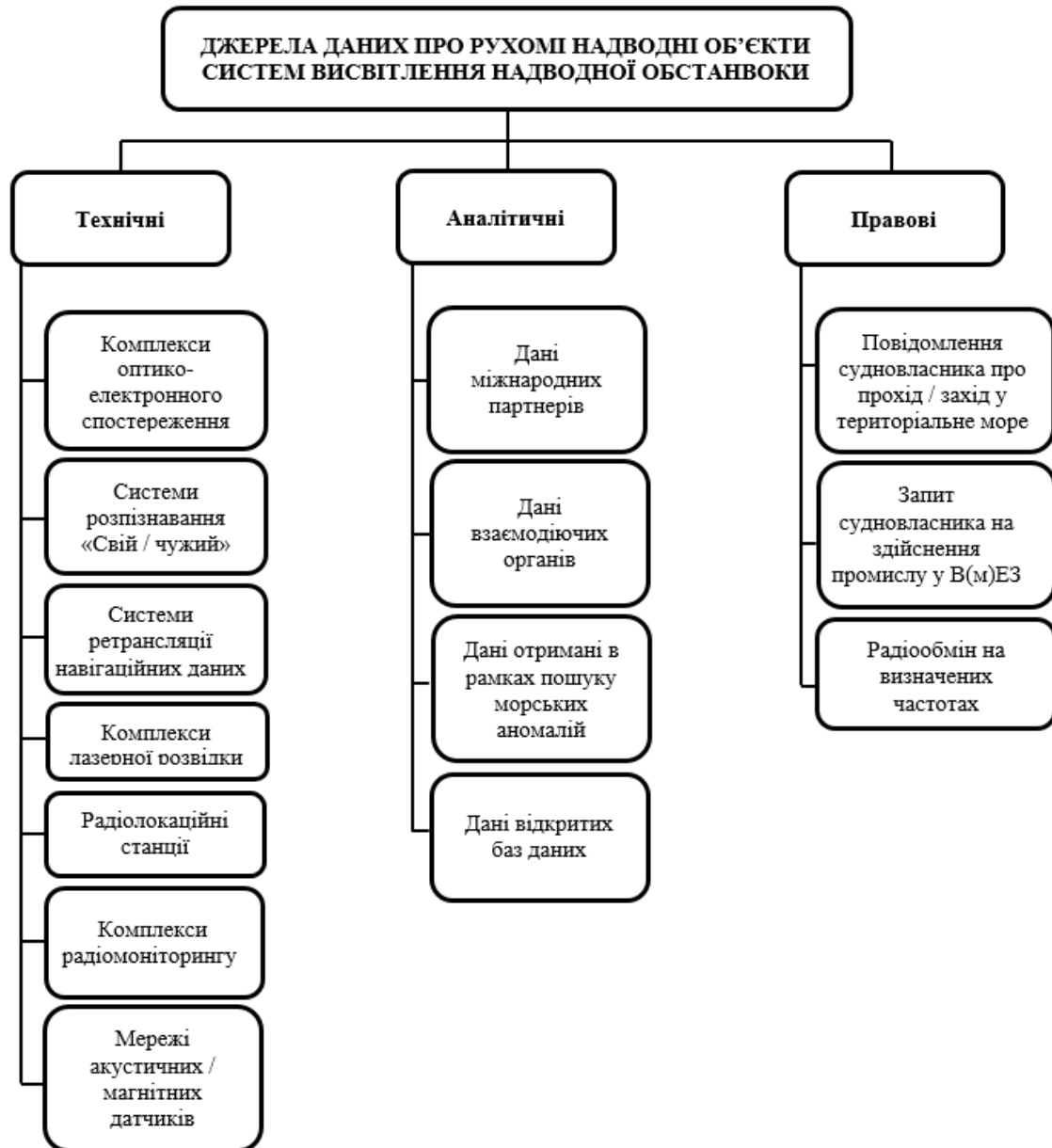


Рис. 1. Опис джерел даних систем висвітлення надводної обстановки

На рис. 1 під технічними джерелами отримання інформації слід розуміти стаціонарні та мобільні технічні засоби наземного, морського, повітряного та космічного базування, що використовуються для отримання інформації про рухомі надводні об'єкти. Перевагою технічних джерел є те, що вони дозволяють автоматизувати процес моніторингу та зменшити людський фактор під час висвітлення надводної обстановки.

Під аналітичними джерелами інформації слід розуміти дані, які акумулюються в результаті міжнародного, міжвідомчого та внутрішньовідомчого обміну інформацією, а також містяться у відкритих базах даних, засобах масової інформації, соціальних мережах, що піддаються аналітичній обробці для встановлення оперативної обстановки в межах визначеної території.

Під правовими джерелами отримання інформації слід розуміти дані, що надходять у результаті передачі судовласником відомостей про судно в рамках виконання національних та міжнародних процедур, передбачених на законодавчому рівні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У результаті аналізу відкритих джерел інформації [15–19] встановлено, що провідні морські держави під час створення систем висвітлення надводної обстановки зазвичай використовують усі з перерахованих джерел. Такий підхід сприяє покращенню оперативності та достовірності отримуваних даних. У статті пропонуємо розглянути космічні системи ідентифікації надводних рухомих об'єктів. Їх перевагою є те, що вони дозволяють виявляти, ідентифікувати та вести спостереження за рухомими надводними об'єктами у будь-якій точці Світового океану за різних погодних умов без загрози особовому складу й технічним засобам в умовах збройної агресії та без обмежень за часом використання. Космічні системи ідентифікації надводних рухомих об'єктів використовуються в складі багатьох систем висвітлення надводної обстановки: GICOMS (Південна Корея), MarNIS, SafeSeaNet, CleanSeaNet, (відомствами ЄС), «Стратегія» (рф), NASTOP (відомствами США та Канади).

У даному контексті слід зазначити, що подібні космічні системи також використовуються для моніторингу рухомих повітряних об'єктів – система ADS-B [20], наземних об'єктів – російська система «Гонец» [21], а також в інших системах відстеження вантажів, пасажиропотоків та транспортних засобів тощо. Враховуючи вказане, результати дослідження можуть використовуватися і в інших сферах, де є потреба відстеження координат рухомих об'єктів.

Формулювання завдання дослідження. Мета статті – проведення аналізу діючих космічних систем ідентифікації надводних рухомих об'єктів для встановлення доцільності їх використання в складі системи висвітлення надводної обстановки в інтересах сектору безпеки й оборони України. Для цього слід проаналізувати керівні документи, що регламентують використання космічних систем ідентифікації надводних рухомих об'єктів, а також ознайомитися з порядком функціонування та технічними характеристиками цих систем. Отримані в рамках дослідження результати можуть бути використані під час створення державної інтегрованої системи висвітлення надводної та підводної обстановки в акваторіях Чорного й Азовського морів, басейнів річок Дніпро і Дунай, а також Єдиної автоматизованої системи управління Збройних Сил України.

Виклад основного матеріалу. Станом на 2022 рік для моніторингу рухомих надводних об'єктів використовували космічні системи ідентифікації, наведені на рис. 2.

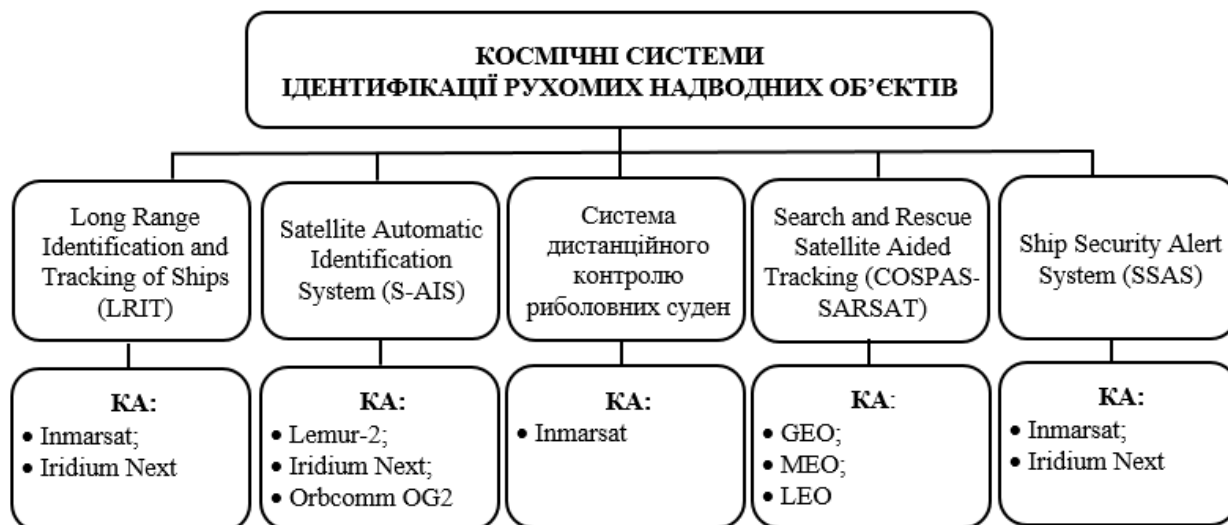


Рис. 2. Класифікація космічних систем ідентифікації рухомих надводних об'єктів

В Україні операторами космічних систем (рис. 2) є Казенне підприємство «Морська пошуково-рятувальна служба» Міністерства інфраструктури України [22] та Державне підприємство «Центр моніторингу та безпеки риболовних суден» Міністерства аграрної політики та продовольства України [23, 24]. Космічні системи ідентифікації рухомих надводних об'єктів передають таку навігаційну інформацію: ідентифікаційні дані, технічні параметри та географічні координати рухомого надводного об'єкта.

Система LRIT експлуатується з 31.12.2008 на всіх пасажирських та вантажних судах водотоннажністю 300 т та більше, що здійснюють міжнародні рейси, а також на плавучих бурових установках [25]. Відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 22.09.2015 № 379 [22] в Україні оператором системи є Національний центр дальньої ідентифікації та контролю місцезнаходження суден Казенного підприємства «Морська пошуково-рятувальна служба» Міністерства інфраструктури України.

Система LRIT дозволяє отримувати державним органам країн-підписантів Міжнародної конвенції SOLAS-74/88 [26] інформацію про: ідентифікатор, країну походження та координати судна незалежно від його належності та місця розташування. Зазначена інформація передається бортовою апаратурою судна в автоматичному режимі з визначеною періодичністю (від 15 хв до одного разу за добу) або за дистанційним запитом із центру збору даних з унеможливленням втручання екіпажу судна у структуру відомостей. Термін отримання відповідної інформації кінцевим користувачем має становити 15 хвилин після її передачі судном, а за запитом – протягом 30 хвилин після його надсилання. Зазвичай період оновлення даних становить 6 годин. Система LRIT може бути відключена на судні за таких умов: міжнародні договори, правила або стандарти передбачають захист навігаційних даних або якщо робота системи несе загрозу судну чи екіпажу.

Інформацію системи LRIT мають право використовувати уповноважені органи: держави прапора судна, держави порту призначення судна, прибережні держави (відносно суден, що знаходяться на відстані до 1000 морських миль від їх берега), а також пошуково-рятувальні служби.

До складу системи LRIT входять: бортова апаратура судна, космічний сегмент (навігаційні й телекомунікаційні КА), а також національний, регіональний і глобальний центри збору та обробки інформації.

Для обміну інформацією в системі LRIT використовують 17 типів повідомлень. 3-поміж них координати судна передають у трьох типах: періодичний звіт про місцезнаходження, звіт про місцезнаходження на запит, звіт про місцезнаходження за запитом пошуково-рятувальних служб.

Корабельне обладнання системи LRIT передає дані про свої координати у форматі, наведеному в табл. 1.

Таблиця 1

Формат пакету даних системи LRIT із географічними координатами судна

Обладнання	Параметр	Значення	Опис	Формат
Корабельне обладнання	Широта	Широта	Географічне значення координат широти у форматі WGS84: градуси, хвилини та частки хвилин із додаванням літери N або S	nn.nn.nn.c
	Довгота	Довгота	Географічне значення координат довготи у форматі WGS84: градуси, хвилини та частки хвилин із додаванням літери E або W	nnn.nn.nn.c
	Часова мітка	Дата та час	Дата та час отримання географічних координат через ГНСС у форматі UTC	xs:dateTime
	Ідентифікатор обладнання	Унікальний номер	Унікальний ідентифікатор суднового обладнання	C1...Cn

Примітка. У табл. 1 символи мають такі значення:

n – одна цифра від 0 до 9 у форматі ASCII;

C – одна літера у форматі ASCII;

C1...Cn – набір літер у форматі ASCII;

xs:dateTime – часовий штамп у форматі UTC: «_»? уууу (рік) «_» mm (місяць) «_» dd (день) «T» (початок відображення часу) hh (години у форматі 24, але значення не може бути більшим за 23) «:» mm (хвилини) «:» ss (секунди) Z (часова зона). Приклад: 2009-10-10T12:00:00Z.

Технічною документацією на систему LRIT не передбачено обмежень щодо використання каналів передачі даних [25]. Єдиною вимогою є те, що інформаційні запити мають опрацьовуватися у визначені інтервали часу.

Однак «Правила обладнання морських суден» [27] передбачають обов'язкове використання на борту суден, що виходять у райони плавання АЗ, супутникових станцій із підтримкою сервісів передачі даних Inmarsat C або Inmarsat mini C. Зазначені сервіси

використовують для передачі інформації Глобальної системи зв'язку в разі лиха (SafetyNet). Ця система для ретрансляції даних у райони плавання АЗ використовує супутникові канали зв'язку, організовані через КА Inmarsat. Здебільшого дані системи LRIT також передаються через КА Inmarsat із використанням сервісів Inmarsat C та Inmarsat mini C шляхом відправлення коротких текстових повідомлень із зазначенням координат судна, часової мітки та ідентифікатора судна (data reporting).

Зазначене також підтверджується даними Міжнародної морської організації (ncsr 8/9/1 15.01.2021), зокрема: станом на вересень 2020 року у світі активно експлуатувалося більше 155000 терміналів, що були підключені до сервісів Inmarsat C та mini C [28]. При цьому дані ООН вказують на те, що станом на 2021 рік у світі зареєстровано близько 54000 цивільних суден із валовою тоннажністю понад 1000 т (середні та великі судна). У зв'язку із цим функціонування системи LRIT пропонуємо детально розглянути на прикладі орбітального угруповання КА Inmarsat.

Космічний сегмент оператора Inmarsat станом на 2021 рік складався з 11 активних геостационарних КА Inmarsat [29] (табл. 2).

Таблиця 2

Перелік КА оператора Inmarsat

№ з/п	Назва КА	Точка на орбіті	Дата пуску	Період експлуатації, років
1	Inmarsat-4 F1	143,5E	01.03.2005	15
2	Inmarsat-4 F2	63,9E	08.11.2005	15
3	Inmarsat-4 F3	98,9W	19.08.2008	15
4	Inmarsat-4 AF4 (Alphasat)	24,8E	25.07.2013	15
5	Inmarsat-5 F1	62,6E	08.12.2013	15
6	Inmarsat-5 F2	55W	01.02.2015	15
7	Inmarsat-5 F3	178,6E	28.08.2015	15
8	Inmarsat-5 F4	56,5E	15.05.2017	15
9	Inmarsat-5F5	11E	29.11.2019	15
10	Inmarsat-6 F1	28W	21.12.2021	15
11	Hellassat-3	39E	28.06.2017	15

Так, у табл. 2 наведено чотири різні покоління КА: Inmarsat-4, Inmarsat-4A, Inmarsat-5, Inmarsat-6 та Hellassat. Сервіси Inmarsat C та Inmarsat mini C станом на 2021 рік функціонували через КА серії Inmarsat-4. Зону дії відповідних КА наведено на рис. 3.

За результатами аналізу зони дії та технічних характеристик КА [30] (табл. 2) встановлено, що для ретрансляції даних системи LRIT з використанням сервісів Inmarsat C та Inmarsat mini C в акваторії Чорного та Азовського морів використовують геостационарні КА Inmarsat-4 AF4 (24,8E), а також частково Inmarsat-4 F2 (63,9E).

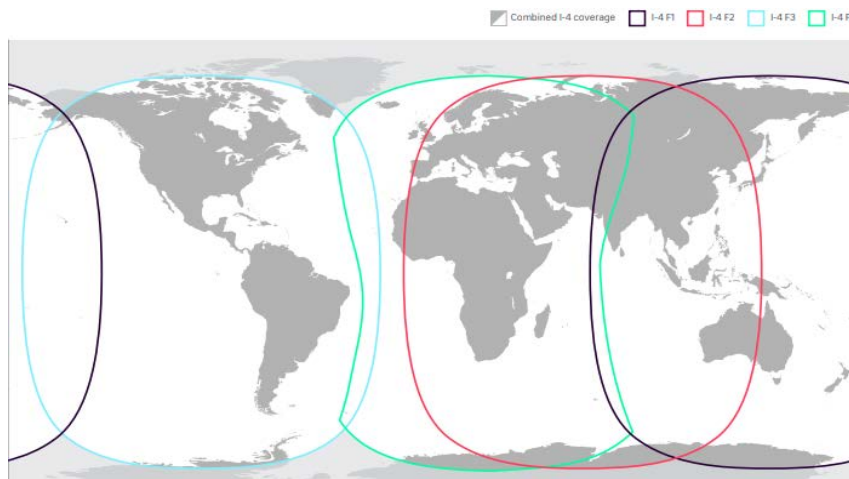


Рис. 3. Зона дії КА серії Inmarsat-4

КА Inmarsat-4 AF4 (Alphasat I-XL) є експериментальним апаратом, створеним спільно з Європейським космічним агентством [31]. Окрім радіообладнання, необхідного для організації морського мобільного зв'язку, встановленого на всіх КА серії Inmarsat-4, на його борту також встановлено:

- експериментальний ретранслятор радіосигналів Q/V радіодіапазонів;
- модуль лазерного зв'язку з низькоорбітальними КА;
- ретранслятор Ка-діапазону;
- розширений ретранслятор радіосигналів L-діапазону радіочастот.

Порівняльну характеристику КА Inmarsat-4 AF4 (24,8E) та Inmarsat-4 F2 (63,9E) наведено в табл. 3 [32].

Таблиця 3

Зведені характеристики радіоліній КА Inmarsat

Назва параметра	Inmarsat-4	Inmarsat-4A	
Діапазон радіочастот L-діапазону (МГц)	Вверх	1626,5–1660,5	1626,5–1660,5 1668,0–1675,0
	Вниз	1525,0–1559,0	1518,0–1525,0 1525,0–1559,0
Діапазон радіочастот С-діапазону (МГц)	Вверх	6424,0–6575,0	6425,0–6575,0
	Вниз	3550,0–3700,0	3550,0–3700,0
EIRP, dB W (global/wide/narrow)	L	41/56/67	48/60/70
	C	31	35
Добротність (G/T), dB/K (global/wide/narrow)	L	-10/0/10	-8/1/13
	C	-10	-10
Кількість частотних каналів	46	750	

У L-діапазоні радіочастот є можливість комутації абонентських каналів на борту КА без використання шлюзових наземних станцій. У разі необхідності підключення до шлюзових станцій трафік передається в С-діапазоні радіочастот.

Сервіси на КА серії Inmarsat-5 надаються незалежно від реалізованих через КА серії Inmarsat-4. КА серії Inmarsat-5 [30] застосовують для організації високошвидкісних каналів передачі даних у Ка-діапазоні радіочастот. Ці КА підтримують можливість ретрансляції інформації за стандартом DVB-S2, що передбачає адаптовані режими передачі даних та використання значного різноманіття видів модуляцій і символічних швидкостей. У зв'язку із впровадженням у світі технології 5G оператор Inmarsat у перспективі може відмовитися від використання С-діапазону радіочастот через скасування ліцензій на використання цього діапазону радіочастот супутниковим операторам на території країн, де вони здійснюють комерційну діяльність.

Бортові станції супутникового зв'язку, що використовуються для передачі даних через сервіси Inmarsat-C та Inmarsat mini-C, функціонують лише в L-діапазоні радіочастот (1525–1650 МГц). Символьна швидкість передачі даних становить 1200 Бод. Застосовується модуляція BPSK. Швидкість передачі даних – 600 біт/с або 1200 біт/с. Термінали не передбачають наявності шифрування даних. Однак підключення до мережі жорстко регламентується технічною документацією та передбачає проходження відповідних процедур.

В Україні підключення суден до системи Inmarsat здійснюється через приватне підприємство «Бейнлеумі Україна» (код ЄДРПОУ 32281304).

У разі експлуатації суден у крайніх широтах для передачі даних системи LRIT можуть додатково використовуватися термінали системи супутникового зв'язку Iridium, що також функціонують в L-діапазоні радіочастот (1616–1625 МГц).

Недоліком застосування системи LRIT є наявність затримки в передачі навігаційної інформації. Так, система LRIT в автоматичному режимі відправляє звіт у середньому лише один раз за шість годин, а в разі відправлення запиту береговою службою затримка відповіді становить до 30 хвилин.

Система AIS з 01.07.2008 є обов'язковою для встановлення на всіх пасажирських та вантажних суднах водотоннажністю більше 300 тонн, що здійснюють міжнародні рейси, а також більше 500 тонн, якщо не здійснюють їх [34]. Також обладнання системи AIS мають право встановлювати всі зацікавлені особи, задіяні до морських або річкових рейсів. Система призначена для: підвищення рівня безпеки мореплавства; покращення ефективності судноводіння; забезпечення функціонування центру управління рухом суден; захисту навколишнього середовища; розпізнавання суден; контролю дотримання режиму плавання.

Передача навігаційних даних системою здійснюється автоматично з визначеною періодичністю (від 2 с до 3 хв) або за запитом. Зазначений інтервал оновлення інформації є значно коротшим порівняно із системою LRIT.

Система AIS функціонує в напрямках судно – судно, судно – берег та судно – засіб загородження. Вона є відкритою на відміну від системи LRIT. Остання забезпечує виключно адресну доставку інформації, натомість AIS доступна усім користувачам з відповідним обладнанням.

Обладнання системи AIS має два класи: А та Б. Перший встановлюють на всіх судах, визначених керівними документами. Обладнання класу Б призначене для встановлення на яхтах за бажанням судновласника.

Зараз на постах технічного спостереження Військово-Морських Сил та Державної прикордонної служби України використовують дані системи AIS, що передаються за протоколом SOTDMA (Self Organising Time Division Multiple Access) у радіоканалах: AIS1 – 161,975 МГц, AIS2 – 162,025 МГц, AIS3 – 156,775 МГц та AIS4 – 156,825 МГц. Однак частоти передачі можуть змінюватися в межах діапазону 156,025–162,025 МГц з кроком 25 кГц або 12,5 кГц. У радіоканалах використовують частотну модуляцію GMSK. Ширина спектра становить 12,5 кГц або 25 кГц. Швидкість передачі інформації – 9600 біт/с. Робота кожної станції AIS жорстко синхронізована за часом UTC з можливою похибкою не гірше 10 мкс. Для передачі інформації використовують періодичні кадри тривалістю одна хвилина. Кожен кадр розбивається на 2250 таймслотів тривалістю 26,67 мс, що містять навігаційну інформацію окремого судна. Пропускна здатність одного частотного каналу – 2000 повідомлень за одну хвилину. Система AIS не передбачає використання завадозахисного кодування, скремблювання та переміщення біт. Виявлення помилок здійснюється шляхом підрахунку контрольної суми в пакеті даних.

У результаті проведених експериментальних досліджень [35] встановлено, що прийом радіосигналів системи AIS від рухомих надводних об'єктів у разі використання стандартного обладнання можливий на відстані до 60 км (див. рис. 4).

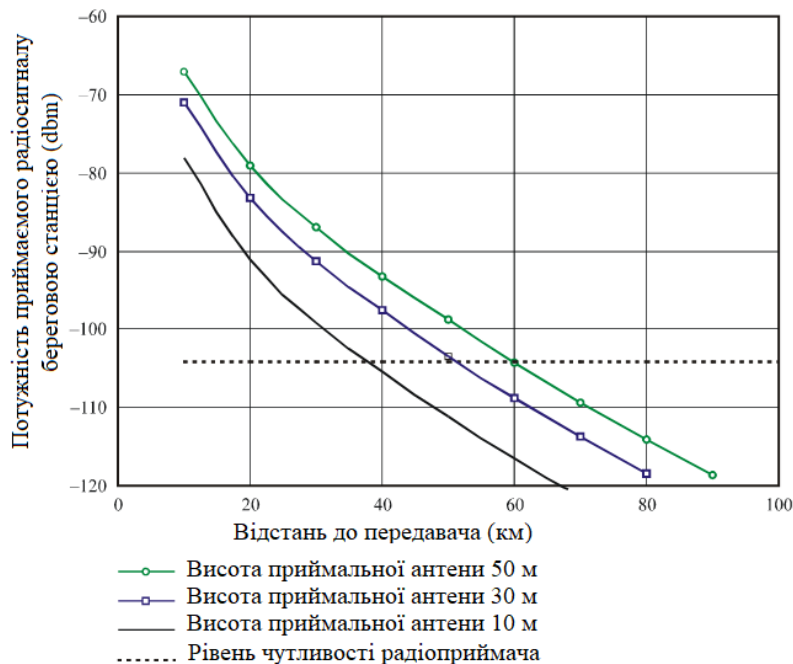


Рис. 4. Дальність прийому радіосигналу AIS залежно від висоти антени та чутливості радіоприймального пристрою

Водночас, у разі використання спеціалізованого обладнання за ідеальних умов, з урахуванням явища атмосферного заломлення радіосигналу, виявлення факту наявності радіосигналу системи AIS без його декодування можливе на відстані до 230 км від берегової лінії. Однак у цьому разі не буде виконано ідентифікацію рухомого надводного об'єкта, а лише його виявлення.

З метою збільшення зазначеної відстані різними авторами розглядалася можливість використання ретрансляторів повітряного та морського базування. Запропоновані заходи дозволяли збільшити відстань ретрансляції даних, однак такий підхід вимагав значних зусиль для підтримання стабільності з'єднання. З появою нових технологій у космічній сфері можливою стала ретрансляція даних системи AIS через низькоорбітальні сузір'я КА типу CubeSat. Ця технологія отримала назву Satellite-AIS [36].

У разі ретрансляції даних через КА виникає затримка в розповсюдженні радіосигналу, що вимагає використання специфічної структури пакета даних, яка відрізняється від стандартної [35]. Слід зауважити, що за таких умов передача даних здійснюється на частотних каналах AIS3 та AIS4. При цьому періодичність оновлення даних становить 3 хв. Структуру пакета даних системи AIS для ретрансляції через КА з висотою орбіти до 1000 км наведено в табл. 4.

Таблиця 4

Структура пакета даних повідомлень AIS для космічних систем

Поля пакета даних	Кількість біт у полі	Значення
Лінійне прискорення	8	Заповнюється бітами поки формується фронт слота
Навчальна послідовність	24	Послідовність, що складається з 0 та 1 (010101...). Може починатися з 0 або 1. Кодується кодом NRZI
Прапор старту	8	Прапор протоколу HDLC у вигляді «01111110». Не піддається вставці біт (0 після п'яти 1)
Поле даних	96	Для звичайних повідомлень розмір даного поля становить 168 біт. У цьому разі поле скорочене на 72 біти для забезпечення роботи буфера приймальної системи великого радіуса дії. Кодується кодом NRZI. Зміна стану відбувається за передачі 0
CRC	16	Контрольна сума з 16 біт, що розраховується відповідно до ISO/IEC 13239:2002. Контрольна сума розраховується виключно для поля даних
Прапор закінчення	8	Прапор протоколу HDLC у вигляді «01111110». Не піддається вставці біт (0 після п'яти 1)
Буфер приймальної системи AIS	96	Використовується для компенсації затримки під час розповсюдження радіосигналу. Заповнюється бітами = 4 біти. Синхронізація (рухома станція) = 3 біти. Синхронізація (рухома станція / КА) = 1 біт. Різниця в затримці часу розповсюдження = 87 біт. Запас = 1 біт
Усього	256	У разі, якщо тривалість слота становить 26 мс. У скороченому повідомленні тривалістю 17 мс у слоті передається 160 біт. Скорочені повідомлення не використовуються в системі AIS великого радіуса дії

З таблиці випливає, що поле даних та сам пакет не містять міток часу. Даний параметр присвоюється пакету безпосередньо апаратурою ретрансляції КА.

Структура поля даних пакета більш детально наведено в табл. 5.

Структура поля даних у пакеті даних системи AIS для космічних систем

Параметр	Кількість біт	Опис
ID повідомлення	6	Завжди 27
Індикатор повтору	2	Завжди 3
ID користувача	30	Номер MMSI судна
Точність місцевизначення	1	1 – менше 10 м 0 – більше 10 м
Прапор RAIM	1	Автономний контроль цілісності даних радіоприймального пристрою. 1 – використовується (якщо радіоприймальний пристрій підключений до глобальної навігаційної супутникової системи); 0 – не використовується
Навігаційний статус	4	0 – на ходу з використанням двигуна; 1 – на якірній стоянці; 2 – в очікуванні команди; 3 – обмежена маневреність; 4 – обмежений осадкою; 5 – пришвартований; 6 – на міліні; 7 – зайнятий рибальством; 8 – на ходу під вітрилом; 9, 10, 13, 15 – зарезервовано; 11 – судно з механічним приводом з буксуванням за кормою; 12 – судно з механічним приводом з буксуванням штовханням або бортовим штовханням; 14 – AIS-SART, MOB-AIS, EPIRB-AIS
Довгота	18	Значення довготи з точністю до 1/10 хв (+/- 180°. Значення «+» – східна; «-» – західна)
Широта	17	Значення широти з точністю до 1/10 хв (+/- 90°. Значення «+» – північна; «-» – південна)
SOG	6	Швидкість руху у вузлах (0–62). Значення 63 відповідає неможливості визначення швидкості руху
COG	9	Напрямок руху в градусах (0–359); значення 511 відповідає неможливості визначення напрямку руху
Затримка визначення місцеположення	1	0 – затримка визначення місцеположення менше 5 с; 1 – затримка визначення місцеположення більше 5 с
Запасний	1	Завжди 0

У зв'язку з тим, що КА має широку зону приймання даних AIS, яка є значно ширшою за 60 км (залежно від висоти орбіти та конструкції приймальних бортових антен діаметр зони приймання може становити від 2000 км до 3500 км), сигнали одночасно приймаються від великої кількості суден. Якщо в зону дії потрапляє більше 2000 суден, може відбутися накладка їх часових слотів. Зазначене призводить до некоректної обробки даних. Деякі оператори космічних систем реалізували часткову обробку на борту КА даних системи S-AIS для усунення цього недоліку. Ретрансляція даних з низькоорбітальних КА на наземні станції здійснюється в УКХ та НВЧ діапазонах радіочастот (VHF, S, L, X, C, Ku, Ka), що обумовлено використанням різноманітних технологій комерційними операторами та наявністю в них ліцензій на різні радіочастотні діапазони.

Станом на грудень 2022 року на низькій навколосемній орбіті перебувало більше 200 КА, призначених для ретрансляції даних системи S-AIS [29]. Найбільші їх угруповання експлуатуються такими операторами: Spire Global Inc. (117), exactEarth (66) та OrbComm (12). Параметри КА цих трьох операторів наведено в табл. 6.

Таблиця 6

Параметри радіоліній КА, що здійснюють ретрансляцію даних AIS

№ з/п	Назва оператора	Назва КА	Кількість КА	Висота орбіти, км	Нахил орбіти, град.	Назва обладнання	Діапазон частот лінії КА – Земля, МГц	Вид модуляції
1	Spire Global	Lemur-2	117	400–700	-	Sense	2020–2025	Дані відсутні
2	ExactEarth	Iridium NEXT	66	780	86	ExactView RT (Harris AppStar)	19400–19600	QPSK
3	OrbComm	Orbcomm OG2	12	750	47	AIS	137–150	OQPSK

Інформаційна цінність системи S-AIS є вищою порівняно з LRIT за рахунок меншого періоду оновлення даних.

Система дистанційного контролю риболовних суден. Використання в межах виключної (морської) економічної зони України Системи дистанційного контролю риболовних суден регламентовано постановами Кабінету Міністрів України від 25.12.2003 № 466 [23] та від 28.07.2004 № 963 [24]. Відповідно до цих нормативно-правових документів судновласник зобов'язаний облаштувати судно технічними засобами контролю його місцезнаходження. Якщо риболовне судно здійснює промисел на відстані, що не перевищує 2 морські милі від узбережжя (близько 3,71 км), то воно обладнується GPS трекером, що передає дані про його місцезнаходження через канали стільникових операторів зв'язку (*стандартом GSM передбачено, що максимальна відстань між базовою станцією і мобільним абонентом не повинна перевищувати 32 км для забезпечення часової синхронізації таймслотів*). Якщо рибний промисел здійснюється на відстані більше 2 морських миль, то судно обладнується технічним засобом контролю, що має можливість підключення до міжнародної космічної системи Inmarsat. Оператором Системи дистанційного контролю риболовних суден є Державне підприємство «Центр моніторингу та безпеки риболовних суден» Міністерства аграрної політики та продовольства України. Дані передаються через сервіси Inmarsat C та Inmarsat mini C. Принцип функціонування цієї системи аналогічний LRIT.

Система AIS також передбачає передачу інформації про те, що судно здійснює рибний промисел. Зокрема, її повідомлення містять поле «навігаційний статус», яке в разі проведення відповідної конфігурації передає дану інформацію в радіоефір.

Також функціонують й інші подібні системи моніторингу риболовних суден. Найбільшою міжнародною космічною системою такого плану є система Argos [37], яка для ретрансляції даних використовує 7 КА: NOAA-15, NOAA-18, NOAA-19, METOP-B, METOP-C, SARAL, Angels. Відомі також космічні системи моніторингу суден, організовані через КА комерційних операторів (Iridium, Orbcomm, GlobalStar) та інші.

В окремих випадках можуть використовуватися національні космічні системи. Для прикладу на території російської федерації функціонує космічна система моніторингу «Вікторія» [38], яка для передачі даних використовує канали зв'язку, організовані через КА Inmarsat. У перспективі можливе використання також національних КА. Зокрема, у межах Північного морського шляху планується використовувати КА «Арктика-М».

Система COSPAS-SARSAT функціонує з 1985 року [39]. В Україні оператором системи є Державний морський рятувально-координаційний центр Казенного підприємства «Морська пошуково-рятувальна служба України» Міністерства інфраструктури України. Система призначена для своєчасного встановлення факту катастрофи повітряних та морських суден з одночасним визначенням географічних координат місця події через приймання радіосигналів від аварійних буїв. Радіобуї встановлюють на всіх пасажирських суднах, а також вантажних водотоннажністю 300 тонн і більше.

Система «Коспас-Sarsat» складається з таких компонентів: аварійні радіобуї; космічний сегмент (навігаційні та ретрансляційні КА); наземний сегмент (станції приймання та обробки інформації, рятувальні підрозділи).

Активация радіобуя здійснюється вручну або автоматично, при цьому його аварійний сигнал починає передаватися на частоті 406 МГц, він приймається і ретранслюється КА, що знаходяться на низькій, середній та геостаціонарній орбітах. Станом на грудень 2021 року в рамках функціонування системи використовувалися 16 КА: «Метеор-М № 2», «Електро-Л № 2», «Електро-Л № 3», GOES-16, GOES-17, GSAT-17, INSAT-3D, INSAT-3DR, «Луч-5А», «Луч-5В», Meteosat-8, Meteosat-10, Meteosat-11, NOAA-18, NOAA-19, Metop-B, Galileo, GPS, BDS, «Глонас-К».

Ретрансляція аварійного радіосигналу з борту КА на наземні станції приймання здійснюється на частотах L-діапазону (1544–1545 МГц). Сигнал радіобуя містить інформацію про тип та назву судна, його державну належність, а також час від початку активації. Окремі радіобуї в активованому стані також передають інформацію GPS координат. Стандартне повідомлення містить 15 символів, що складається із цифр та латинських літер. Разом з повідомленням також передається контрольна сума з метою перевірки цілісності прийнятих даних та уникнення помилок під час зіставлення даних радіобуя з тими, що містяться у міжнародних реєстрах.

Система SSAS. Суднова система охоронного оповіщення (SSAS – Ship Security Alert System) дозволяє в разі загрози захоплення судна приховано подати обумовлений сигнал тривоги через натискання відповідної тривожної кнопки [40]. Він надсилається одним з обраних способів (sms, email, телефонний виклик тощо) через систему супутникового зв'язку Inmarsat або іншу. Зазначене повідомлення містить дані про назву судна, його координати та час відправлення сигналу.

Висновки. У результаті проведеного аналізу встановлено, що найбільш поширеними космічними системами ідентифікації рухомих надводних об'єктів є такі: LRIT, S-AIS, Система дистанційного контролю риболовецьких суден, COSPASS-SARSAT, SSAS.

Розглянуті космічні системи дозволяють збільшити ефективність функціонування створюваної системи висвітлення надводної обстановки за рахунок зняття обмеження

щодо відстані моніторингу надводної обстановки, часу доби та погодних умов. Крім того, використання зазначених систем в умовах збройної агресії збільшує живучість системи висвітлення надводної обстановки. Разом з цим слід вказати і на той факт, що космічні системи ідентифікації надводних рухомих об'єктів дозволяють одночасно вирішувати такі основні завдання, поставлені для систем висвітлення надводної обстановки: виявлення, ідентифікація, супроводження рухомих надводних об'єктів та інформаційний обмін цими даними.

Однак зазначені системи мають і низку недоліків. Зокрема, космічні системи ідентифікації цілодобово повинні використовуватися лише цивільними суднами, що не завжди відбувається на практиці. На урядових та військових кораблях системи моніторингу в обов'язковому порядку мають застосовуватися лише в місцях з інтенсивним рухом суден, під час проходження морських проток та поблизу портів тощо. У разі вимкнення бортового обладнання космічні системи не здійснюватимуть ретрансляції навігаційної інформації. Також системи радіозв'язку аналогічно, як і системи радіомоніторингу, зазнають впливу радіоперешкод. У даному контексті слід зазначити, що в акваторії Чорного моря неодноразово фіксувалися випадки постановки радіоперешкод, у результаті чого відбувалася підміна навігаційної інформації, а в окремих випадках обмін даними взагалі унеможлилювався. Крім того, є ймовірність встановлення радіобладнання систем ідентифікації з реальних суден на сторонні об'єкти для маскуванню маршруту переміщення цих суден.

Наявність перерахованих недоліків вимагає використання в системах висвітлення надводної обстановки різних джерел інформації. Такий підхід дозволяє отримувати консолідовану інформацію для прийняття ефективних управлінських рішень. За аналогічним принципом функціонують системи висвітлення надводної обстановки провідних морських держав, зокрема Південної Кореї, США, Канади, ЄС тощо.

Враховуючи зазначене, використання розглянутих космічних систем ідентифікації рухомих надводних об'єктів у складі державної інтегрованої системи висвітлення надводної та підводної обстановки в акваторіях Чорного й Азовського морів, басейнів річок Дніпро і Дунай є доцільним.

Серед розглянутих космічних систем найбільшу інформаційну цінність з урахуванням періодичності оновлення даних становлять системи: LRIT, S-AIS та Система дистанційного контролю риболовних суден. Системи COSPAS-SARSAT та SSAS використовуються лише в разі виникнення надзвичайних ситуацій.

При цьому слід зауважити, що питання використання даних космічних систем S-AIS залишається неврегульованим у законодавчому полі України.

СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ

1. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 25 березня 2021 року «Про Стратегію воєнної безпеки України» : Указ Президента України від 25.03.2021 № 121/2021. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/121/2021> (дата звернення: 24.11.2022).
2. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 20 серпня 2021 року «Про Стратегічний оборонний бюлетень України» : Указ Президента України від

17.09.2021 № 473/2021. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/473/2021#Text> (дата звернення: 24.11.2022).

3. Про невідкладні заходи щодо захисту національних інтересів на Півдні та Сході України, у Чорному та Азовському морях і Керченській протоці : рішення Ради національної безпеки та оборони України від 12.10.2018 № 0011525. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/n0011525-18#Text> (дата звернення: 10.12.2022).

4. Про Річну національну програму під егідою Комісії Україна – НАТО на 2021 рік : Указ Президента України від 11.05.2021 № 189/2021. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/189/2021#Text> (дата звернення: 10.12.2022).

5. Про схвалення Концепції створення державної інтегрованої інформаційної системи забезпечення управління рухомими об'єктами (зв'язок, навігація, спостереження) : розпорядження Кабінету Міністрів України від 17.07.2003 № 410-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/410-2003-%D1%80#Text> (дата звернення: 10.12.2022).

6. Про затвердження Державної цільової науково-технічної програми створення державної інтегрованої інформаційної системи забезпечення управління рухомими об'єктами (зв'язок, навігація, спостереження) : постанова Кабінету Міністрів України від 17.08.2008 № 834. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/834-2008-%D0%BF#Text/> (дата звернення: 02.11.2022).

7. Про затвердження плану першочергових заходів з облаштування державного кордону вздовж берегової лінії та забезпечення охорони територіального моря України в межах Донецької, Запорізької, Херсонської та Миколаївської областей : розпорядження Кабінету Міністрів України від 13.10.2015 № 1068-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1068-2015-%D1%80#Text> (дата звернення: 02.11.2022).

8. Про підвищення обороноздатності і безпеки держави в частині створення сучасної системи висвітлення надводної обстановки : постанова Кабінету Міністрів України від 11.11.2015 № 926. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/926-2015-%D0%BF#Text> (дата звернення: 24.10.2022).

9. Про схвалення Стратегії розвитку Державної прикордонної служби України : розпорядження Кабінету Міністрів України від 23.11.2015 № 1189-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1189-2015-%D1%80#Text> (дата звернення: 24.10.2022).

10. Про схвалення Основних напрямів розвитку озброєння та військової техніки на довгостроковий період : розпорядження Кабінету Міністрів України від 14.06.2017 № 398-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/398-2017-%D1%80#Text> (дата звернення: 24.11.2022).

11. Про схвалення Стратегії імплементації положень директив та регламентів Європейського Союзу у сфері міжнародного морського та внутрішнього водного транспорту («дорожньої карти») : розпорядження Кабінету Міністрів України від 11.10.2017 № 747-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/747-2017-%D1%80#Text> (дата звернення: 24.11.2022).

12. Про внесення змін до Морської доктрини України на період до 2035 року : постанова Кабінету Міністрів України від 18.12.2018 № 1108. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1108-2018-%D0%BF#Text> (дата звернення: 24.11.2022).

13. Стратегія Військово-Морських Сил Збройних Сил України 2035. URL: <https://navy.mil.gov.ua/strategiya-vijskovo-morskyh-syl-zbrojnyh-syl-ukrayiny-2035/> (дата звернення: 24.11.2022).

14. Горбулін В. П. Щодо захисту морського узбережжя України // Вісник Національної академії наук України. 2020. № 9. С. 30–40. <https://doi.org/10.15407/vsn2020.09.030>
15. GICOMS. URL: <https://www.gicoms.go.kr> (дата звернення: 24.11.2022).
16. MarNIS. URL: <https://www.cordis.europa.eu/project/id/506408> (дата звернення: 24.11.2022).
17. Каталог даних Європейського агентства морської безпеки. URL: <http://www.emsa.europa.eu/copernicus.html> (дата звернення: 08.12.2022).
18. Росія посилює радіотехнічний контроль над Чорним морем і Кримом. URL: <https://medianova.com.ua/rosiya-posilyuye-radiotekhnichniy-kontrol-nad-chornim-morem-krimom/> (дата звернення: 08.12.2022).
19. The North American Satellite Tracking of Pollution (NASTOP) Program. URL: <https://blog.response.restoration.noaa.gov/north-american-satellite-tracking-pollution-nastop-program-canada-us-collaborative-effort-marine> (last accessed: 10.12.2022).
20. Overview of Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B) Out. URL: <https://www.icao.int/NACC/Documents/Meetings/2021/ADSB/P01-OverviewADSBOut-ENG.pdf> (last accessed: 10.12.2022).
21. Супутникова система «Гонец». URL: <https://gonets.ru/rus/solutions/transport/> (дата звернення: 10.12.2022).
22. Про затвердження Положення про Національний центр дальньої ідентифікації та контролю місцезнаходження суден : наказ Міністерства інфраструктури України від 22.09.2015 № 379. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1214-15#Text> (дата звернення: 03.12.2022).
23. Про утворення системи дистанційного контролю риболовних суден : наказ Міністерства аграрної політики України від 25.12.2003 № 466. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1258-03#Text> (дата звернення: 03.12.2022).
24. Про створення системи моніторингу риболовних суден : постанова Кабінету Міністрів України від 28.07.2004 № 963. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/963-2004-%D0%BF#Text> (дата звернення: 08.12.2022).
25. Перелік міжнародних нормативних документів ІМО, що регулюють діяльність системи дальньої ідентифікації і контролю місцезнаходження суден / Український національний центр даних системи дальньої ідентифікації і контролю місцезнаходження суден. URL: http://lrit.gov.ua/ukr/imo_ua.html (дата звернення: 08.12.2022).
26. Міжнародна конвенція з охорони людського життя на морі 1974 р. (СОЛАС-74) (SOLAS). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_251#Text (дата звернення: 08.12.2022).
27. Правила щодо обладнання морських суден // Регістр судноплавства України. URL: <http://www.shipregister.ua/books/POSS2020.pdf> (дата звернення: 08.11.2022).
28. Розвиток послуг Глобальної морської системи зв'язку у випадку лиха / Міжнародна морська організація. URL: https://iho.int/uploads/user/Inter-Regional%20Coordination/WWNWS/WWNWS13/WWNWS13_2021_INF.1_EN_NCSR8-9-1-Analysis_and_assessment_of_the_GMDSS_performance_of_Inmarsat_Global_Limited.pdf (дата звернення: 08.11.2022).
29. Космічний каталог. URL: <https://celestrak.com/satcat/search.php> (дата звернення: 08.11.2022).

30. Зона електромагнітної доступності космічних апаратів / Оператор Inmarsat. URL: <https://www.inmarsat.com/en/about/technology/satellites.html> (дата звернення: 04.12.2022).
31. Альфасат / Європейське космічне агентство. URL: https://www.esa.int/Applications/Telecommunications_Integrated_Applications/Alphasat (дата звернення: 04.12.2022).
32. Макаренко С. Описательная модель системы спутниковой связи Inmarsat // Системы управления, связи и безопасности. 2018. № 4. С. 64–91. URL: <https://sccs.intelgr.com/archive/2018-04/04-Makarenko.pdf> (дата обращения: 08.12.2022)
33. Комісія з питань конкуренції та захисту прав споживачів Австралії. URL: <https://www.accc.gov.au/system/files/Inmarsat.pdf> (дата звернення: 08.12.2022).
34. Automatic identification system / Міжнародна морська організація. URL: <https://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Pages/AIS.aspx> (last accessed: 08.11.2022).
35. Long range detection of automatic identification system (AIS) messages under various tropospheric propagation conditions / Міжнародний союз електрозв'язку. URL: <https://www.itu.int/pub/R-REP-M.2123> (last accessed: 08.11.2022).
36. Improved satellite detection of AIS / Міжнародний союз електрозв'язку. URL: https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-M.2169-2009-PDF-E.pdf (last accessed: 02.10.2022).
37. Argos System. URL: <https://www.argos-system.org/> (last accessed: 08.10.2022).
38. Система «Викторія». URL: https://victoria.lrit.ru/index_rus/index.html (дата обращения: 06.12.2022).
39. Система COSPAS-SARSAT. URL: <https://www.cospas-sarsat.int/en/documents-pro/system-documents> (дата звернення: 08.11.2022).
40. Guidance on the provision of information for identifying ships when transmitting ship security alerts / Міжнародна морська організація. URL: <https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Security/Documents/MSC.Circ.1190.pdf> (last accessed: 08.12.2022).

Стаття надійшла до редакції 15.12.2022.

REFERENCES

1. Pro rishennia Rady natsionalnoi bezpeky i oborony Ukrainy vid 25 bereznia 2021 roku «Pro Stratehiiu voiennoi bezpeky Ukrainy» : Ukaz Prezydenta Ukrainy vid 25.03.2021 № 121/2021 [On the decision of the National Security and Defense Council of Ukraine of March 25, 2021 "On the Strategy of Military Security of Ukraine": Decree of the President of Ukraine of 25.03.2021 № 121/2021]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/121/2021> [in Ukrainian].
2. Pro rishennia Rady natsionalnoi bezpeky i oborony Ukrainy vid 20 serpnia 2021 roku «Pro Stratehichniy oboronnyi biuleten Ukrainy» : Ukaz Prezydenta Ukrainy vid 17.09.2021 № 473/2021 [On the decision of the National Security and Defense Council of Ukraine of August 20, 2021 "On the Strategic Defense Bulletin of Ukraine": Decree of the President of Ukraine of 17.09.2021 № 473/2021]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/473/2021#Text> [in Ukrainian].
3. Pro nevidkladni zakhody shchodo zakhystu natsionalnykh interesiv na Pivdni ta Shhodi

Ukrainy, u Chornomu ta Azovskomu moriakh i Kerchenskii prototsi : rishennia Rady natsionalnoi bezpeky ta oborony Ukrainy vid 12.10.2018 № 0011525 [On urgent measures to protect national interests in the South and East of Ukraine, in the Black and Azov Seas and the Kerch Strait: decision of the National Security and Defense Council of Ukraine dated 12.10.2018 № 0011525]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/n0011525-18#Text> [in Ukrainian].

4. Pro Richnu natsionalnu prohramu pid ehidoiu Komisii Ukraina – NATO na 2021 rik : Ukaz Prezydenta Ukrainy vid 11.05.2021 № 189/2021 [On the Annual National Program under the auspices of the NATO-Ukraine Commission for 2021: Decree of the President of Ukraine of 11.05.2021 № 189/2021]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/189/2021#Text> [in Ukrainian].

5. Pro skhvalennia Kontseptsii stvorennia derzhavnoi intehrovanoi informatsiinoi systemy zabezpechennia upravlinnia rukhomymy ob'iektamy (zv'iazok, navihatsiia, sposterezhennia) : rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 17.07.2003 № 410-p [About approval of the Concept of creation of the state integrated information system of maintenance of management of mobile objects (communication, navigation, supervision): the order of the Cabinet of Ministers of Ukraine from 07/17/2003 № 410-p]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/410-2003-%D1%80#Text> [in Ukrainian].

6. Pro zatverdzhennia Derzhavnoi tsilovoi nauково-tekhnichnoi prohramy stvorennia derzhavnoi intehrovanoi informatsiinoi systemy zabezpechennia upravlinnia rukhomymy ob'iektamy (zv'iazok, navihatsiia, sposterezhennia) : postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 17.08.2008 № 834 [About the statement of the State target scientific and technical program of creation of the state integrated information system of maintenance of management of mobile objects (communication, navigation, supervision): the resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine from 17.08.2008 № 834]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/834-2008-%D0%BF#Text/> [in Ukrainian].

7. Pro zatverdzhennia planu pershocherhovykh zakhodiv z oblashtuvannia derzhavnoho kordonu vzdovzh berehovoii linii ta zabezpechennia okhorony terytorialnoho moria Ukrainy v mezhakh Donetskoii, Zaporizkoii, Khersonskoii ta Mykolaivskoii oblastei : rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 13.10.2015 № 1068-p [On approval of the plan of priority measures for the arrangement of the state border along the coastline and protection of the territorial sea of Ukraine within the Donetsk, Zaporizhia, Kherson and Mykolaiv regions: order of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 13.10.2015 № 1068-p]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1068-2015-%D1%80#Text> [in Ukrainian].

8. Pro pidvyshchennia oboronozdatnosti i bezpeky derzhavy v chastyni stvorennia suchasnoi systemy vysvitlennia nadvodnoi obstanovky : postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 11.11.2015 № 926 [On improving the defense capabilities and security of the state in terms of creating a modern system of lighting the surface situation: the resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine from 11.11.2015 № 926]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/926-2015-%D0%BF#Text> [in Ukrainian].

9. Pro skhvalennia Stratehii rozvytku Derzhavnoi prykordonnoi sluzhby : rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 23.11.2015 № 1189-p [On approval of the Strategy for the development of the State Border Guard Service: order of the Cabinet of Ministers of Ukraine

dated 23.11.2015 № 1189-p]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1189-2015-%D1%80#Text> [in Ukrainian].

10. Pro skhvalennia Osnovnykh napriamiv rozvytku ozbroiennia ta viiskovoi tekhniky na dovhostrokovi period : rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 14.06.2017 № 398-p [On approval of the Main directions of development of armaments and military equipment for the long term: order of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 14.06.2017 № 398-p]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/398-2017-%D1%80#Text> [in Ukrainian].

11. Pro skhvalennia Stratehii implementatsii polozhen dyrektyv ta rehlamentiv Yevropeiskoho Soiuzu u sferi mizhnarodnoho morskoho ta vnutrishnoho vodnoho transportu («dorozhnoi karty») : rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 11.10.2017 № 747-p [On approval of the Strategy for implementation of the provisions of directives and regulations of the European Union in the field of international maritime and inland water transport ("road map"): order of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 11.10.2017 № 747-p]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/747-2017-%D1%80#Text> [in Ukrainian].

12. Pro vnesennia zmin do Morskoï doktryny Ukrainy na period do 2035 roku : postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 18.12.2018 № 1108 [On Amendments to the Maritime Doctrine of Ukraine for the Period up to 2035: resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine of December 18, 2018 № 1108]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1108-2018-%D0%BF#Text> [in Ukrainian].

13. Stratehiia Viiskovo-Morskykh Syl Zbroinykh Syl Ukrainy 2035 [Strategy of the Naval Forces of the Armed Forces of Ukraine 2035]. Retrieved from <https://navy.mil.gov.ua/strategiya-vijskovo-morskyh-syl-zbroinyh-syl-ukrayiny-2035/> [in Ukrainian].

14. Horbulin, V. P. (2020). Shchodo zakhystu morskoho uzberezhzhia Ukrainy [Regarding the protection of the sea coast of Ukraine]. *Visnyk Natsionalnoi akademii nauk Ukrainy [Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine]*, 9, 30–40. <https://doi.org/10.15407/visn2020.09.030> [in Ukrainian].

15. GICOMS. (n.d.). Retrieved from <https://www.gicoms.go.kr>

16. MarNIS. (n.d.). Retrieved from <https://www.cordis.europa.eu/project/id/506408>

17. Kataloh danykh Yevropeiskoho ahentstva morskoi bezpeky [Data catalog of the European Maritime Safety Agency]. (n.d.). Retrieved from <http://www.emsa.europa.eu/copernicus.html>

18. Rosiia posyliuie radiotekhnichni kontrol nad Chornym morem i Krymom [Russia is strengthening its radio control over the Black Sea and Crimea]. (n.d.). Retrieved from <https://medianova.com.ua/rosiya-posilyuye-radiotekhnichnyy-kontrol-nad-chornim-morem-krimom/> [in Ukrainian].

19. The North American Satellite Tracking of Pollution (NASTOP) Program. (n.d.). Retrieved from <https://blog.response.restoration.noaa.gov/north-american-satellite-tracking-pollution-nastop-program-canada-us-collaborative-effort-marine>

20. Overview of Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B) Out. (n.d.). Retrieved from <https://www.icao.int/NACC/Documents/Meetings/2021/ADSB/P01-OverviewADSBOut-ENG.pdf>

21. Suptnykova systema «Gonets» [Satellite system "Gonets"]. (n.d.). Retrieved from <https://gonets.ru/rus/solutions/transport/> [in Ukrainian].

22. Pro zatverdzhennia Polozhennia pro Natsionalnyi tsentr dalnoi identyfikatsii ta kontroliu mistseznakhodzhennia suden : nakaz Ministerstva infrastruktury Ukrainy vid 22.09.2015 № 379

- [On the approval of the Regulation on the National Center for Remote Identification and Control of the Location of Ships: Order of the Ministry of Infrastructure of Ukraine dated September 22, 2015 № 379]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1214-15#Text> [in Ukrainian].
23. Pro utvorennia systemy dystantsiinoho kontroliu rybolovnykh suden : nakaz Ministerstva ahrarnoi polityky Ukrainy vid 25.12.2003 № 466 [On the establishment of a system of remote control of fishing vessels: order of the Ministry of Agrarian Policy of Ukraine dated 12.25.2003 № 466]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1258-03#Text> [in Ukrainian].
24. Pro stvorennia systemy monitorynhu rybolovnykh suden : postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 28.07.2004 № 963 [On the creation of a fishing vessel monitoring system: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 07.28.2004 № 963]. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/963-2004-%D0%BF#Text> [in Ukrainian].
25. Ukrainskyi natsionalnyi tsentr danykh systemy dalnoi identyfikatsii i kontroliu mistseznakhodzhennia suden [Ukrainian national data center of the system of remote identification and control of the location of ships]. (n.d.). *Perelik mizhnarodnykh normatyvnykh dokumentiv IMO, shcho rehuliuuiut diialnist systemy dalnoi identyfikatsii i kontroliu mistseznakhodzhennia suden [List of IMO international normative documents regulating the activities of the system of long-range identification and control of the location of ships]*. Retrieved from http://irit.gov.ua/ukr/imo_ua.html [in Ukrainian].
26. Mizhnarodna konventsiiia z okhorony liudskoho zhyttia na mori 1974 r. (SOLAS-74). [International Convention for the Safety of Life at Sea 1974 (SOLAS-74)]. Retrieved from https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_251#Text [in Ukrainian].
27. Rehistr sudnoplavstva Ukrainy [Register of Shipping of Ukraine]. (n.d.). *Pravyla shchodo obladnannia morskyykh suden [Rules regarding the equipment of sea vessels]*. Retrieved from <http://www.shipregister.ua/books/POSS2020.pdf> [in Ukrainian].
28. Mizhnarodna morska orhanizatsiia [International Maritime Organization]. (n.d.). *Rozvytok posluh Hlobalnoi morskoi systemy zv'iazku u vypadku lykha [Development of services of the Global Maritime Communication System in the event of a disaster]*. Retrieved from https://iho.int/uploads/user/Inter-Regional%20Coordination/WWNWS/WWNWS13/WWNWS13_2021_INF.1_EN_NCSR8-9-1-Analysis_and_assessment_of_the_GMDSS_performance_of_Inmarsat_Global_Limited.pdf
29. Kosmichnyi kataloh [Satellite Catalog (SATCAT)]. (n.d.). Retrieved from <https://celestrak.com/satcat/search.php>
30. Operator Inmarsat [Inmarsat operator]. (n.d.). *Zona elektromahnitnoi dostupnosti kosmichnykh aparativ [Zone of electromagnetic accessibility of space vehicles]*. Retrieved from <https://www.inmarsat.com/en/about/technology/satellites.html>
31. Yevropeiske kosmichne ahentstvo [The European Space Agency]. *Alfasat [Alphasat]*. Retrieved from https://www.esa.int/Applications/Telecommunications_Integrated_Applications/Alphasat
32. Makarenko, S. (2018). Opisatel'naia model' sistemy sputnikovoi svyazi Inmarsat [Descriptive model of the Inmarsat satellite communication system]. *Sistemy upravleniia, svyazi i bezopasnosti [Control Systems, Communications and Security]*, 4, 64–91. URL: <https://sccs.intelgr.com/archive/2018-04/04-Makarenko.pdf> [in Russian].
archive/2018-04/04-Makarenko.pdf (data zvernennia: 08.12.2022)
33. Australian Competition and Consumer Commission. (n.d.). Retrieved from <https://www.accc.gov.au/system/files/Inmarsat.pdf>

34. International Maritime Organization. (n.d.). *Automatic identification system*. Retrieved from <https://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Pages/AIS.aspx>
35. International Telecommunication Union. (n.d.). *Long range detection of automatic identification system (AIS) messages under various tropospheric propagation conditions*. Retrieved from <https://www.itu.int/pub/R-REP-M.2123>
36. International Telecommunication Union. (n.d.). *Improved satellite detection of AIS*. Retrieved from https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-M.2169-2009-PDF-E.pdf
37. Argos System. (n.d.). Retrieved from <https://www.argos-system.org/>
38. Система «Викторія» ["Victoria" system]. (n.d.). Retrieved from https://victoria.lrit.ru/index_rus/index.html [in Russian].
39. COSPAS-SARSAT System. (n.d.). Retrieved from <https://www.cospas-sarsat.int/en/documents-pro/system-documents>
40. International Maritime Organization. (n.d.). *Guidance on the provision of information for identifying ships when transmitting ship security alerts*. Retrieved from <https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Security/Documents/MSC.Circ.1190.pdf>

S. P. Fryz, O. V. Kalvatynskyi, S. O. Sobolenko, R. O. Avsiievych

ANALYSIS OF SPACE SYSTEMS FOR MOVING WATER SURFACE OBJECTS IDENTIFICATION

The governing documents assume the creation in Ukraine by 2025 of a state integrated system of water surface and underwater environment of the Black and Azov seas and the basins of the Dnipro and Danube rivers, as well as a system of operational (combat) control, communication, intelligence and surveillance (C4ISR) of the Armed Forces of Ukraine. Both systems will function in the interests of the Naval Forces of Ukraine and will enable receiving operational data on the water surface environment for the purpose of protecting the sovereignty and territorial integrity of Ukraine, as well as countering illegal activities within the exclusive (maritime) economic zone of Ukraine.

The article considers the possibility of using space systems for moving water surface objects identification as part of the targeted water surface environment detection systems. The mentioned space systems allow to simultaneously solve all three tasks inherent in water surface environment detection systems, i.e. detection, identification and observation of moving water surface objects. In the article, moving water surface objects should be understood as manned or unmanned sea and riverine single and group objects capable of moving on the water surface. Currently, similar space systems are already used by the EU, the USA, as well as other maritime states. The abovementioned systems enable the performance of the tasks of covering the water surface environment at significant distances from the coastline under any weather conditions and at different times of the day. At the same time, there are no risks for personnel and technical means of surveillance. The article contains a description of the specified space systems, as well as an overview of the spacecraft used to relay on-board navigational information.

It should be noted that at the current stage, similar space systems are also used to detect, identify and track air and ground moving objects.

Keywords: *water surface environment; exclusive (maritime) economic zone; space system; radio line; navigation information; AIS; LRIT; COSPAS-SARSAT; SSAS; VMS.*