

Тимочко О.І., Олізаренко С.А., Сітков О.М., Руденко В.М.

МЕТОДИКА РОЗПОДІЛУ ЗАСОБІВ ПОШУКУ В ОБЛАСТІ ІНТЕРЕСУ ДЛЯ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОШУКОВИХ ОПЕРАЦІЙ НА МОРІ

Метою статті є розробка методики розподілу засобів пошуку по квадратах пошуку на основі розрахунку ймовірності знаходження об'єкта пошуку даним засобом пошуку у квадраті з найбільшою ймовірністю перебування об'єкта для інформаційно-аналітичного забезпечення особи, що приймає рішення. Поставлена мета досягається шляхом аналізу джерел інформації щодо можливих підходів до розподілу засобів пошуку зниклого об'єкта для формування в особи, що приймає рішення, відповідного інформаційно-аналітичного забезпечення та розробки методики розподілу обмеженого ресурсу засобів пошуку по можливих місцях знаходження об'єкта інтересу. Доведено, що основу сучасних методик проведення пошукових операцій складають суб'єктивні судження особи, що приймає рішення, на основі яких оцінюється можливе місцезнаходження об'єкта пошуку та здійснюється відповідний розподіл засобів пошуку. Встановлено, що на розгортання наявних пошукових засобів впливає розподіл точок можливого розташування об'єкта пошуку в межах області інтересу. Для найбільшої ефективності розстановки засобів пошуку запропоновано поділити область інтересу на райони пошуку; оцінити ймовірності знаходження об'єкта пошуку для кожного району; розробити план, що забезпечує виконання цілей операції пошуку; реалізувати план пошуку; за результатами попередніх етапів, коригувати значення координат точок можливого місцезнаходження об'єкта пошуку; використовувати уточнені значення ймовірності місцезнаходження об'єкта пошуку для подальшого пошуку. Показано, що основу для отримання всієї необхідної інформації для визначення області інтересу можна отримати з системи е-Навігації. Запропонований підхід дозволяє коригувати план операції пошуку у процесі його виконання. Реалізація даної методики забезпечує підтримку прийняття рішень при розподілі засобів пошуку у передбачуваному районі пошуку, що дозволяє знизити ризик неправильного визначення пріоритету пошуку. Найбільш суттєвим результатом є розробка методики розподілу засобів пошуку необхідних об'єктів, яка відрізняється розбиттям площі пошуку на відповідні квадрати з розрахунком ймовірності знаходження об'єкта пошуку у квадраті з найбільшою ймовірністю перебування об'єкта для інформаційно-аналітичного забезпечення особи, що приймає рішення. Подальшим напрямом роботи є розширення переліку факторів, що впливають на якість виконання завдання пошуку, формалізація відповідних ознак, що впливають на результат пошуку та не введені до наведеної моделі; аналіз повноти і достовірності вхідної інформації для визначення переваги пропонованих варіантів рішення з формуванням вектору "довіри" до варіантів рішення.

Ключові слова: засіб пошуку, ймовірність знаходження, інформаційно-аналітичне забезпечення, пошуково-рятувальна операція, е-Навігація, район пошуку, площа пошуку.

Постановка проблеми. Дослідження в галузі судноплавства та проведення пошуково-рятувальних операцій свідчать, що забезпечення успішного пошуку об'єктів на морі є пріоритетом в будь-якій рятувальній операції. Успішне досягнення цілей пошукової операції залежить від оперативності планування та проведення операції. Тому швидке отримання органом пошуку інформації, необхідної для всебічної оцінки навігаційної обстановки та прийняття рішення про оптимальний комплекс заходів пошуку, є нетривіальним завданням.

Особливістю роботи пошукових засобів на воді є велика площа області інтересу, в якій може знаходитись об'єкт пошуку. У теперішній час при проведенні пошукових операцій на морі не в повній мірі використовуються наукові методи. Застосування статистичних методів не є адекватним через унікальність кожного випадку проведення пошуково-рятувальних заходів. Існуючі методики проведення пошукових операцій здійснюють оцінку місцезнаходження об'єкта пошуку та розподіл засобів пошуку, як правило, на основі суб'єктивних суджень особи, що приймає рішення (ОПР). Це може призвести до підвищення ризику помилки у плануванні та проведенні пошуку. Відсутність моделей та алгоритмів інформаційно-аналітичної підтримки прийняття рішення у процесі планування призводить до збільшення часу пошуку об'єкта та нераціонального використання наявних сил та засобів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У роботі [1] запропоновано підхід щодо ідентифікації складних подій, перевагами якого є проведення аналізу моделі руху суден на основі онтології [2]. Класифікація рухомих об'єктів, наведена у роботі [3], містить побудову моделі, здатної передбачати мітки класів, на основі їх траєкторій та інших ознак. Автори пропонують структуру генерації ознак TraClass для даних траєкторії із супутникових зображень і вимірювань слідів газу, яка генерує ієрархію ознак.

Дослідження [4, 5, 6] показують ефективність використання AIS даних для планування пошукових операцій. У роботі [7] автори розробляють три різні моделі для виявлення потенційної рибальської поведінки відповідно до виду риболовної діяльності; для траулерів розроблено модель Маркова; для парусних суден підхід розпізнавання образів на основі алгоритму Лав'єля. Використання даних AIS створює ряд пов'язаних проблем управління та обробки даних. Багато традиційних підходів інтелектуального аналізу даних припускають, що базові дані відносяться до рівномірного розподілу. Проте глобальні дані AIS часто мають великий розмір та прогалини в географічному охопленні, конфлікти повідомлень або помилкові повідомлення, особливо при обробці великих площ [8, 9].

У роботі [10] автори використовують ядра траєкторії в поєднанні з опорними векторними машинами (SVM) для виявлення активності за даними AIS. У статті [11] розглядається можливість застосування інформаційних технологій при моніторингу руху суден для пошуку нових рішень на основі концепції електронної навігації.

Метою дослідження є розробка методики розподілу засобів пошуку по квадратах пошуку на основі розрахунку ймовірності знаходження об'єкта пошуку даним засобом пошуку у квадраті з найбільшою ймовірністю перебування об'єкта для інформаційно-аналітичного забезпечення ОПР.

Основні результати дослідження. Основне завдання полягає у визначенні порядку використання наявних пошукових засобів для підвищення їх ефективності. Важливим фактором досягнення поставлених цілей пошукової операції у надводному та підводному просторі є оперативна та обґрунтована розстановка засобів планування і пошуку. При плануванні пошукової операції необхідно визначити таку відстань між наявними засобами, яка забезпечить швидке обстеження області інтересу при мінімізації витрат наявних ресурсів. Об'єкт пошуку може перебувати як у надводному, так і у підводному положенні. Також час, що пройшов від зникнення об'єкта до початку пошукової операції, може знаходитись в інтервалі від декількох хвилин до днів, місяців і навіть років. При цьому розподіл засобів на дуже великій відстані один від одного може знизити ефективність обстеження області інтересу.

Згідно з [12], у процесі планування пошукової операції необхідно вивчити та провести оцінку всієї наявної інформації щодо об'єкта пошуку:

- зниклих безвісти людей або судна, що зазнає лиха, кількість людей на борту такого судна, включаючи тих, що потребують медичної допомоги;
- переміщення і місцезнаходження суден у можливих областях інтересу;
- результати спостереження за ситуацією з використанням каналів радіо- та електрозв'язку;

– гідрометеорологічні умови на місці проведення операції з пошуку і рятування та призначати відповідальних за режим фіксації та реєстрації цих умов з метою їх подальшого аналізу та прогнозування;

– обладнання, механізми, прилади, інструменти, медичні вироби, лікарські засоби, засоби колективного та індивідуального захисту, наявні на борту пошуково-рятувальних одиниць;

– сповіщення суден, які перебувають у можливих районах пошуку, про їх залучення як засобів пошуку і рятування.

Для забезпечення підтримки прийняття управлінських рішень при плануванні пошуку необхідно:

- нанести область інтересу на навігаційну карту;
- прийняти рішення про методи та пошукові засоби, які необхідно використати;
- здійснити розрахунок параметрів області інтересу.

Для нанесення області інтересу на навігаційну карту на початковому етапі пошукової операції необхідно визначити вихідну точку, на основі оцінки відомих фактів та низки припущень, пов'язаних з об'єктом пошуку. Далі оцінюється ступінь невизначеності координат вихідного пункту та визначаються межі області інтересу, де знаходяться всі можливі точки місця знаходження об'єкта пошуку.

Розподіл точок можливого розташування об'єкта пошуку в межах області інтересу є одним з важливих факторів при плануванні пошуку, оскільки, виходячи з цього розподілу, проводиться розгортання наявних пошукових засобів. Можливі точки місцезнаходження об'єкту пошуку визначаються щодо вихідної точки або вихідної лінії.

1. Вихідна точка визначатися безпосередньо координатами, або дальністю та пеленгом від останньої відомої точки місця знаходження об'єкту пошуку.

2. Вихідна лінія. Для визначення даного показника використовуються відомі дані про маршрут або передбачуваний напрямок руху об'єкту пошуку.

Максимальна ефективність розстановки засобів досягається шляхом:

- поділу області інтересу на райони пошуку;
- оцінки можливості місцезнаходження об'єкта пошуку для кожного району;
- розроблення плану пошуку, що забезпечує виконання цілей операції пошуку;
- здійснення плану пошуку;
- коригування всіх значень координат точок можливого місцезнаходження об'єкта пошуку з урахуванням результатів попередніх робіт;
- використання уточнених значень ймовірності місцезнаходження об'єкта пошуку для забезпечення виконання поставлених завдань при подальшому пошуку.

Даний підхід дозволяє коригувати план операції пошуку у процесі його виконання. Навіть якщо на першому етапі у момент вибору вихідної точки або вихідної лінії об'єкт пошуку не знаходиться в обраному районі, використання даного підходу дозволить вийти в район можливого знаходження об'єкту пошуку.

Визначення області інтересу полягає у формуванні меж відповідно до максимальних дистанцій, які міг подолати об'єкт пошуку з моменту, коли було отримано останні дані про місце розташування або передбачуваного часу зникнення об'єкту пошуку. Всю необхідну інформацію для визначення області інтересу можна отримати з системи е-Навігації. З технічної точки зору е-Навігація – це єдине інформаційне середовище та інструменти, що поєднують в єдиний організм усіх учасників морського руху: від судноводіїв до операторів берегових служб, від судноплавних компаній до служб пошуку та рятування, від портів до провайдерів ІТ-послуг, від митних служб до гідрографічних організацій – для оперативного та повного обміну інформацією. Дана система дозволяє обмін такою інформацією:

- передача з борту судна на берег і назад інформації про маршрути судна:
 - запланований маршрут руху судна або передача з борту судна на станцію берегового спостереження та інші судна;

- рекомендований маршрут для плавання у прибережних водах та заходу до порту або передача зі станції берегового стеження на борт судна;
- короткострокова передбачена траєкторія руху судна або передача з борту судна на станцію берегового спостереження та інші судна;
 - передача інформації про навігаційну обстановку зі станції берегового стеження на борт судна:
 - завдання системи управління рухом судна (СУРС);
 - інформація про безпечні фарватери;
 - гідрографічна, гідрологічна та метеорологічна інформація або передача з берега на борт судна:
 - докладні електронні навігаційні карти для заходу до порту;
 - електронні карти промірів морських глибин;
 - електронні карти льодової обстановки;

Якщо відомі координати та час зникнення об'єкту, то область інтересу в якій необхідно здійснювати пошук, можна задати таким чином:

$$R_{mov}^2 = x_{dis}^2 + y_{dis}^2, \quad (1)$$

де x_{dis}, y_{dis} – координати зникнення об'єкту пошуку;

R_{mov} – радіус області інтересу відносно об'єкту пошуку який визначається:

$$R_{mov} = V_{mov} \cdot T_{bg}, \quad (2)$$

де

$$T_{bg} = (t_b - t_{dis}), \quad (3)$$

t_b – прогнозований час початку операції пошуку;

t_{dis} – час зникнення об'єкту пошуку;

V_{mov} – прогнозована швидкість руху об'єкту пошуку після зникнення.

У випадку коли координати зникнення об'єкту пошуку невідомі, проте відомі маршрут руху, область інтересу визначається виразом

$$\frac{x^2}{l_x} + \frac{y^2}{l_y} = 1, \quad (4)$$

де

$$l_x = \frac{x_{dst} - x_{kn}}{2}, \quad (5)$$

$$l_y = \frac{h}{2}, \quad (6)$$

h – ширина коридору пошуку;

x_{dst} – координата точки маршруту, до якої рухався об'єкт;

x_{kn} – координата останньої відомої точки місця знаходження об'єкту пошуку.

Результатом виконання даного етапу є нанесення на навігаційну карту області інтересу, в якій необхідно здійснити пошук об'єкта (рис. 1).

Після визначення області інтересу відбувається його розподіл на квадрати та визначення для кожного квадрату ймовірності знаходження у ньому об'єкта пошуку у певний момент часу. Ймовірність знаходження (P_{st}) об'єкта пошуку визначається:

$$P_{st} = \int_{R_{st}} f(X, t_i) dX, \quad (7)$$

де $f(X, t_i)$ – функціонал, що описує рух об'єкта відповідно до умов навігаційної обстановки та припущень щодо стану об'єкта.

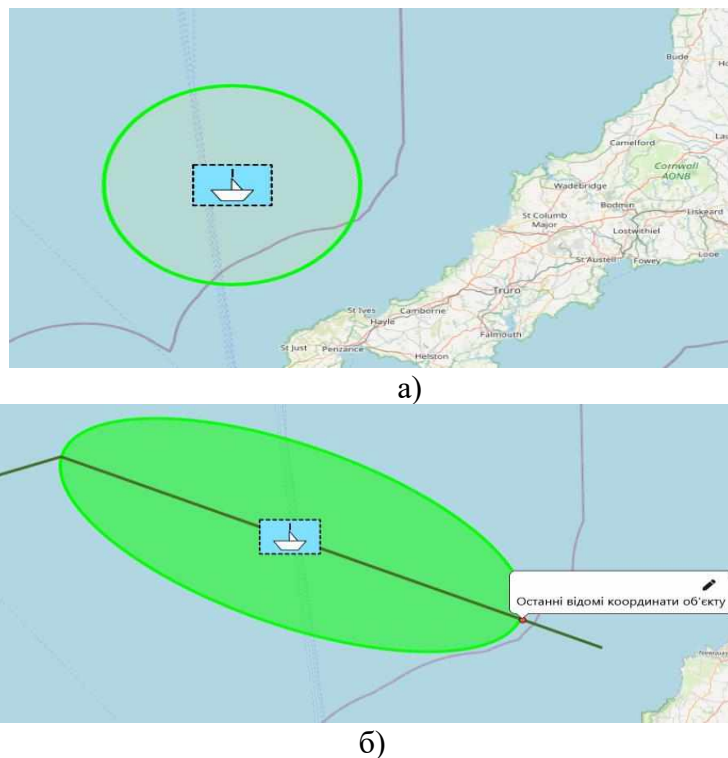


Рисунок 1 – Графічне зображення області інтересу, в якій необхідно здійснити пошук об'єкта

R_{st} – квадрат пошуку.

Відповідно, при пошуку об'єкта можна зробити такі припущення:

- об'єкт дрейфує;
- об'єкт затонув;
- в об'єкта несправні органи управління;
- об'єкт захоплено;
- інше.

Дані припущення робляться на основі попередньої інформації про рух об'єкта та отриманих від нього сигналів. Район пошуку наведено на рис. 2.

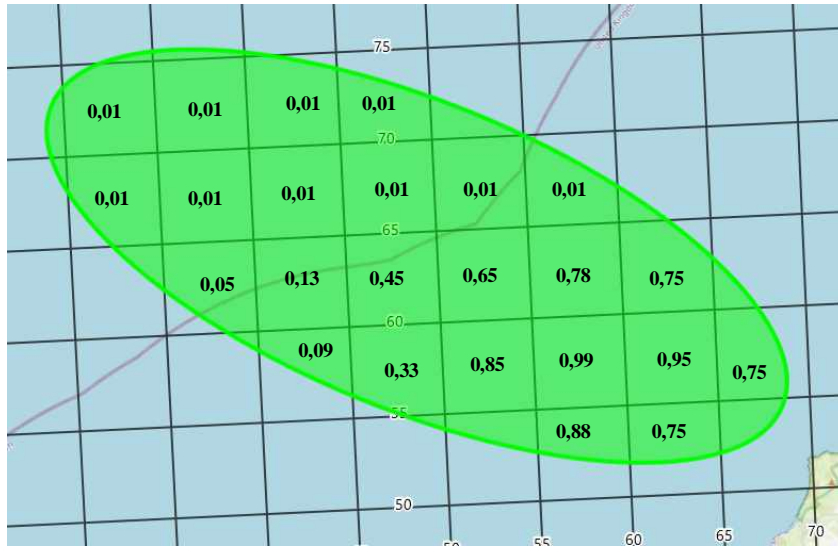


Рисунок 2 – Розподіл району пошуку на квадрати ймовірності знаходження у ньому об’єкта пошуку в певний момент часу

Відповідно, алгоритм побудови карти ймовірностей знаходження об’єкта наведено на рис. 3.

Після побудови карти ймовірностей визначаються підрайони пошуку. Щодо отриманих підрайонів визначається сумарна площа, яку необхідно обстежити пошуковими засобами. Після виконується розподіл засобів по підрайонах пошуку. Для цього визначається кількість наявних у розпорядженні засобів та їх можливості. До факторів, які необхідно при цьому враховувати, відносяться пошукова швидкість, можлива тривалість пошуку, сенсори, погодні умови, видимість, форма дна, розмір об’єкта пошуку та ін. Ці фактори визначають ширину огляду і відстань, яке пошуковий засіб може обстежити у районі пошуку. Пошукова швидкість, можлива тривалість пошуку та ширина огляду визначають площу ефективного обстеження, яку здатний забезпечити кожен засіб. Далі визначається ймовірність виконання завдання P_{su} засобом пошуку:

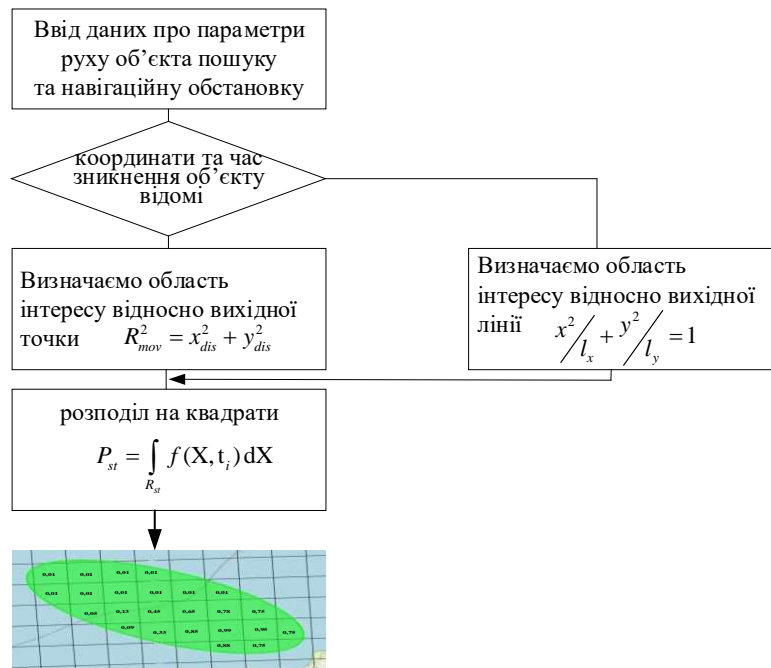


Рисунок 3 – Алгоритм побудови карти ймовірностей знаходження об’єкта

$$P_{su} = P_{mi} \cdot P_{R_{st}} \cdot P_{gms} \cdot P_{obn}, \quad (8)$$

де P_{mi} – ймовірність того, що пошуковий засіб буде справним протягом пошукової операції або рівень його справності не вплине на виконання завдання (ймовірність безвідмовної роботи);

$P_{R_{st}}$ – ймовірність того, що пошуковий засіб вийде в квадрат пошуку;

P_{obn} – ймовірність виявлення об'єкта наявними засобами при заданих умовах;

P_{gms} – ймовірність подолання несприятливих впливів у виконавчій зоні та при підході до неї.

Виділення засобів пошуку в квадраті, де практично відсутні шанси знаходження об'єкта пошуку ($P_{st} \approx 0$), вважається неефективним. Аналогічно, проведення пошуку об'єкта в квадраті, де ймовірність його знаходження є майже повною R_{st} ($P_{st} \approx 0,99$), засобом, який на може виконати це завдання (ймовірність виконання завдання ($P_{su} \approx 0$)), також вважається недоцільним. Якщо P_{st} або P_{su} дорівнюють нулю, то і ймовірність знаходження об'єкта пошуку P_{fobj} при даному пошуку також дорівнює нулю. Фактична ймовірність P_{fobj} перебуває у взаємозв'язку із P_{st} та P_{su} , і описується залежністю:

$$P_{fobj} = P_{st} \cdot P_{su}. \quad (9)$$

Навіть невдалий пошук у тому чи іншому квадраті дає певну інформацію про ймовірне місцезнаходження об'єкту пошуку. Після проведення пошуку в квадраті, в якому не було виявлено об'єкт пошуку, виконується перерахунок P_{st} , використовуючи таку формулу:

$$P_{fobj} = (1 - P_{su}) \cdot P_{st}. \quad (10)$$

Якщо квадрат не обстежується, значення P_{st} не змінюється. Методику розподілу засобів пошуку наведено на рис. 4.

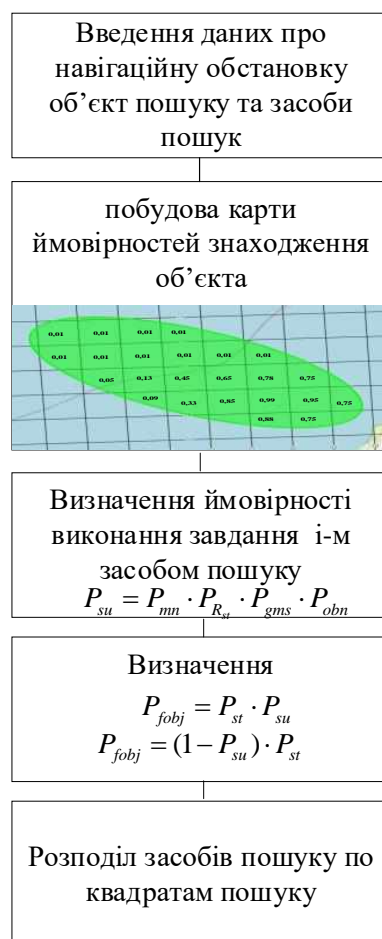


Рисунок 4 – Методика розподілу засобів пошуку по квадратах пошуку

Даний алгоритм забезпечить підтримку прийняття рішень при розподілі засобів пошуку у передбачуваному районі пошуку, що дозволить знизити ризик неправильного визначення пріоритету потреб.

Висновки. У статті розроблено алгоритм побудови карти ймовірностей знаходження об'єкта пошуку в області інтересу, яка використовує отримані критерії, а також відстань до останнього відомого місцезнаходження об'єкта пошуку. Запропоновано методику розподілу засобів пошуку по квадратах пошуку на основі розрахунку ймовірності знаходження об'єкта пошуку даним засобом пошуку у квадраті з найбільшою ймовірністю перебування об'єкта для інформаційно-аналітичного забезпечення ОНР.

ЛІТЕРАТУРА

1. Patroumpas, K. et al. 2017. Online event recognition from moving vessel trajectories. *GeoInformatica*. 21, 2 (Apr. 2017), 389–427. DOI:<https://doi.org/10.1007/s10707-016-0266-x>.

2. OBDAIR: Ontology-Based Distributed Framework for Accessing, Integrating and Reasoning with Data in Disparate Data Sources (PDF Download Available): https://www.researchgate.net/publication/319280828_OBDAIR_Ontology-Based_Distributed_Framework_for_Accessing_Integrating_and_Reasoning_with_Data_in_Disparate_Data_Sources.

3. Lee, J.-G. et al. 2008. TraClass: Trajectory Classification Using Hierarchical Region-based and Trajectory-based Clustering. *Proc. VLDB Endow.* 1, 1 (Aug. 2008), 1081–1094. DOI:<https://doi.org/10.14778/1453856.1453972>.

4. Mazzarella, F. et al. 2014. Discovering vessel activities at sea using AIS data: Mapping of fishing footprints. 17th International Conference on Information Fusion (FUSION) (Jul. 2014), 1–7.
5. Millefiori, L. et al. 2016. A distributed approach to estimating sea port operational regions from lots of AIS data. (Washington D.C., USA, 2016).
6. Pallotta, G. et al. 2013. Vessel Pattern Knowledge Discovery from AIS Data: A Framework for Anomaly Detection and Route Prediction. *Entropy*. 15, 6 (Jun. 2013), 2218–2245. DOI:<https://doi.org/10.3390/e15062218>.
7. Souza, E.N. de et al. 2016. Improving Fishing Pattern Detection from Satellite AIS Using Data Mining and Machine Learning. *PLOS ONE*. 11, 7 (2016),. DOI:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158248>.
8. Poļevskis, J. et al. 2012. Methods for Processing and Interpretation of AIS Signals Corrupted by Noise and Packet Collisions. *Latvian Journal of Physics and Technical Sciences*. 49, (Jan. 2012), 25–31. DOI:<https://doi.org/10.2478/v10047-012-0015-3>.
9. Yang, M. et al. 2012. Collision and Detection Performance with Three Overlap Signal Collisions in Space-Based AIS Reception. 2012 IEEE 11th International Conference on Trust, Security and Privacy in Computing and Communications (Jun. 2012), 1641–1648.
10. de Vries, G.K.D. and van Someren, M. 2012. Machine learning for vessel trajectories using compression, alignments and domain knowledge. *Expert Systems with Applications*. 39, 18 (Dec. 2012), 13426–13439. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.05.060>.
11. Якусевич, Ю. ., Тришин, В. і Дорофєєва, З. (2021) «Побудова навігаційної системи судна на основі сучасних інформаційних технологій», Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил, (4(70), с. 83-88. doi: 10.30748/zhups.2021.70.12.
12. Постанова Кабінету міністрів України № 227, від 06.03.2022, Про Національну систему пошуку і рятування на морі.

REFERENCES

1. Patroumpas, K. et al. 2017. Online event recognition from moving vessel trajectories. *GeoInformatica*. 21, 2 (Apr. 2017), 389–427. DOI:<https://doi.org/10.1007/s10707-016-0266-x>.
2. OBDAIR: Ontology-Based Distributed Framework for Accessing, Integrating and Reasoning with Data in Disparate Data Sources (PDF Download Available): https://www.researchgate.net/publication/319280828_OBDAIR_Ontology-Based_Distributed_Framework_for_Accessing_Integrating_and_Reasoning_with_Data_in_Disparate_Data_Sources.
3. Lee, J.-G. et al. 2008. TraClass: Trajectory Classification Using Hierarchical Region-based and Trajectory-based Clustering. *Proc.VLDB Endow.* 1, 1 (Aug. 2008), 1081–1094. DOI:<https://doi.org/10.14778/1453856.1453972>.
4. Mazzarella, F. et al. 2014. Discovering vessel activities at sea using AIS data: Mapping of fishing footprints. 17th International Conference on Information Fusion (FUSION) (Jul. 2014), 1–7.
5. Millefiori, L. et al. 2016. A distributed approach to estimating sea port operational regions from lots of AIS data. (Washington D.C., USA, 2016).
6. Pallotta, G. et al. 2013. Vessel Pattern Knowledge Discovery from AIS Data: A Framework for Anomaly Detection and Route Prediction. *Entropy*. 15, 6 (Jun. 2013), 2218–2245. DOI:<https://doi.org/10.3390/e15062218>.
7. Souza, E.N. de et al. 2016. Improving Fishing Pattern Detection from Satellite AIS Using Data Mining and Machine Learning. *PLOS ONE*. 11, 7 (2016),. DOI:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158248>.
8. Poļevskis, J. et al. 2012. Methods for Processing and Interpretation of AIS Signals Corrupted by Noise and Packet Collisions. *Latvian Journal of Physics and Technical Sciences*. 49, (Jan. 2012), 25–31. DOI:<https://doi.org/10.2478/v10047-012-0015-3>.

9. Yang, M. et al. 2012. Collision and Detection Performance with Three Overlap Signal Collisions in Space-Based AIS Reception. 2012 IEEE 11th International Conference on Trust, Security and Privacy in Computing and Communications (Jun. 2012), 1641–1648.
10. de Vries, G.K.D. and van Someren, M. 2012. Machine learning for vessel trajectories using compression, alignments and domain knowledge. Expert Systems with Applications. 39, 18 (Dec. 2012), 13426–13439. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.05.060>.
11. Yakusevych, Yu. ., Tryshin, V. and Dorofeeva, Z. (2021) "Building a ship's navigation system based on modern information technologies" ["Pobudova navihatsiynoyi systemy sudna na osnovi suchasnykh informatsiynikh tekhnolohiy"], Collection of Scientific Works of the Kharkiv National University of the Air Force, (4(70), pp. 83-88 . doi: 10.30748/zhups.2021.70.12.
12. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 227, dated 06.03.2022, On the National System of Search and Rescue at Sea.

Tymochko O.I., Rudenko V. M. Olizarenko S.A., Sitkov O.M.
METHODOLOGY FOR THE DISTRIBUTION OF SEARCH TOOLS IN THE AREA OF INTEREST FOR INFORMATION AND ANALYTICAL SUPPORT OF SEARCH OPERATIONS AT SEA

The purpose of the article is to develop a methodology for distributing search assets into search squares based on the calculation of the probability of finding the search object by a given search asset in the square with the highest probability of finding the object for information and analytical support of a decision maker. This goal is achieved by analysing the sources of information on possible approaches to the distribution of search means for a missing object to provide the decision-maker with appropriate information and analytical support and developing a methodology for allocating a limited resource of search means to possible locations of the object of interest. It is proved that the basis of modern methods of conducting search operations is the subjective judgement of the decision-maker, based on which the possible location of the object of search is assessed and the appropriate distribution of search means is carried out. It has been established that the deployment of available search means is influenced by the distribution of points of possible location of the search object within the area of interest. For the most efficient deployment of search assets, it is proposed to divide the area of interest into search areas; estimate the probability of finding the search object for each area; develop a plan that ensures the fulfilment of the objectives of the search operation; implement the search plan; based on the results of the previous stages, adjust the coordinate values of the points of possible location of the search object; use the adjusted values of the probability of finding the search object for further search. It is shown that the basis for obtaining all the necessary information to determine the area of interest can be obtained from the e-Navigation system. The proposed approach allows adjusting the plan of the search operation in the process of its execution. The implementation of this methodology provides decision-making support for the distribution of search assets in the intended search area, which reduces the risk of incorrectly determining the search priority. The most significant result is the development of a methodology for the distribution of search means for the required objects, which is distinguished by dividing the search area into appropriate squares with the calculation of the probability of finding the search object in the square with the highest probability of the object being located for information and analytical support of the decision maker. Further work is to expand the list of factors affecting the quality of the search task, formalise the relevant features that affect the search result and are not included in the above model; analyse the completeness and reliability of the input information to determine the advantage of the proposed solution options with the formation of a vector of "trust" in the solution options.

Keywords: search tool, probability of finding, information and analytical support, search and rescue operation, e-Navigation, search area, search area.