

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ДЛЯ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У ГУМАНІТАРНОМУ РОЗМІНУВАННІ

Масштабне забруднення території України вибухонебезпечними предметами (ВНП) внаслідок військової агресії створило безпрецедентний виклик, перетворивши країну на найбільш заміновану у світі. За оцінками, близько 139-174 тис. км² потребують обстеження та розмінування, що вимагає колосальних ресурсів (понад \$37 млрд) та часу (понад 750 років за традиційних підходів) [1, 2]. Це створює критичні загрози для життя людей, гальмує соціально-економічне відновлення, особливо в аграрному секторі, та впливає на глобальну продовольчу безпеку [3]. Традиційні методи (ручний пошук, кінологія, механічне розмінування) є повільними, небезпечними та недостатньо ефективними в поточних умовах, що зумовлює гостру потребу в інноваційних, технологічних рішеннях.

Відповіддю на ці виклики може стати парадигма інноваційного розмінування, що базується на інтеграції передових інформаційних технологій: глибокого навчання (Deep Learning, DL), мультисенсорних систем та геопросторової аналітики (ГІС). Метою є створення комплексної інформаційно-аналітичної системи підтримки прийняття рішень для всіх етапів протимінної діяльності – від виявлення до планування та пріоритезації.

Сучасні архітектури глибокого навчання, зокрема згорткові нейронні мережі (CNN) та їх еволюція (наприклад, моделі сімейства YOLO), демонструють значний потенціал для автоматизованого виявлення ВНП на основі даних дистанційного зондування [4, 5]. Аналізуючи зображення, отримані з безпілотних літальних апаратів (БПЛА), зокрема термальні та оптичні, DL-моделі здатні ідентифікувати об'єкти та ознаки їх присутності значно швидше та потенційно точніше, ніж людина.

Жоден окремий сенсор не є універсальним для виявлення всіх типів ВНП (включаючи пластикові міни) в різноманітних умовах (грунт, рослинність). Тому ключовим елементом парадигми є мультисенсорний підхід, що передбачає інтеграцію даних з різноманітних джерел: оптичних камер високої роздільної здатності, термальних сенсорів, магнітометрів, георадарів та гіперспектральних датчиків. Технології злиття даних (Multi-Modal Data Fusion) на різних рівнях дозволяють поєднувати переваги кожного сенсора, підвищуючи надійність виявлення та зменшуючи кількість хибних спрацювань [6]. Управління потоками даних від мультисенсорних платформ (зокрема, на БПЛА) є актуальною задачею для інформаційних систем.

Ефективне розмінування вимагає не лише виявлення, але й раціонального планування та пріоритезації дій, особливо в умовах обмежених ресурсів. Геоінформаційні системи (ГІС) та методи геопросторового аналізу стають основою для цього. Запропонована методологія передбачає розробку моделі оцінки пріоритетності територій на основі методів багатокритеріального аналізу (англ. multiple-criteria decision-making, MCDM), що інтегрує безпекові, соціально-економічні та екологічні фактори [7, 8]. ГІС дозволяє візуалізувати ризики, моделювати сценарії та створювати інтерактивні системи підтримки прийняття рішень (СППР) для операторів протимінної діяльності.

Запропонована інтегрована парадигма передбачає створення єдиної технологічної платформи, що об'єднує збір даних з БПЛА, їх обробку за допомогою ШІ, аналіз у середовищі ГІС та надання результатів кінцевим користувачам у зручному вигляді. Це вимагає вирішення задач обробки великих даних, можливо, з використанням edge computing та сучасних мереж зв'язку. Хоча розробка та впровадження таких систем стикається з викликами (наприклад, потреба у великих датасетах для

навчання ШІ, стандартизація технологій), потенційний ефект полягає у значному прискоренні розмінування, підвищенні безпеки та оптимізації використання ресурсів.

Інтегрована парадигма, що поєднує глибоке навчання, мультисенсорні технології та геопросторову аналітику, є перспективним напрямком розвитку інформаційних технологій для вирішення критичної проблеми розмінування в Україні. Вона відповідає сучасним трендам інтелектуалізації систем управління та створення комплексних СППР. Подальші дослідження в рамках PhD роботи будуть спрямовані на розробку конкретних алгоритмів, моделей та архітектур компонентів цієї парадигми, а також їх експериментальну валідацію.

Список використаних джерел

1. Національна платформа протимінної діяльності. Офіційний веб-сайт. URL: <https://demine.gov.ua/> (дата звернення: 06.04.2025).
2. GLOBSEC. Walking on Fire: Demining in Ukraine. 26 April 2023. URL: <https://www.globsec.org/what-we-do/publications/walking-fire-demining-ukraine> (дата звернення: 06.04.2025).
3. Dunais N., Jensen S., Clarke E., Meryon R., Kirk H., Giugovaz M. From Economic Recovery to Global Food Security: The Urgent Need to Demine Ukraine. Tony Blair Institute for Global Change. September 2024.
4. Панчелюга О.П., Жуковський В.В. Деякі аспекти виявлення нерозірваних боєприпасів та мін за допомогою глибокого навчання на основі термальних зображень. Тези доповідей 10-ї Міжнародної наукової конференції пам'яті почесного професора КПНУ імені Івана Огієнка А.Ф. Верляня, 2024. С. 54-55.
5. Bajić M., Potočnik B. UAV Thermal Imaging for Unexploded Ordnance Detection by Using Deep Learning. Remote Sensing. 2023. Vol. 15(4). 967. <https://doi.org/10.3390/rs15040967>
6. Tang, Q., Liang, J., & Zhu, F. (2023). A comparative review on multi-modal sensors fusion based on deep learning. Signal Process., 213, 109165. <https://doi.org/10.1016/j.sigpro.2023.109165>.
7. Malczewski J., Rinner C. Multicriteria decision analysis in geographic information science. Springer Berlin. 2015. 331 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-74757-4>
8. Панчелюга О.П., Жуковський В.В. Теоретико-методологічні засади оцінювання черговості розмінування сільськогосподарських угідь з використанням геопросторового аналізу. Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції «Управління та моніторинг ґрунтів: сучасні вимірювання та поствоєнне відновлення». Одеса: ІКОСГ НААН, 2024. С.28-32.

Науковий керівник: Жуковський В.В., к.т.н., доцент.

*Паплінський В.В., студент
Київський національний економічний
університет імені Вадима Гетьмана
raplinskyi.vladyslav@kneu.ua*

ІНФОРМАЦІЙНІ УПРАВЛЯЮЧІ СИСТЕМИ ДЛЯ ТУРИСТИЧНОЇ ГАЛУЗІ

У сучасних умовах цифрової трансформації та високої конкуренції в туристичній галузі інформаційні системи управління (ІУС) стають критично важливим інструментом для ефективного функціонування туристичних агенцій. З огляду на різноманітність пропозицій на ринку програмного забезпечення та швидкі темпи змін у технологічному середовищі, туристичні підприємства стикаються з низкою викликів під час вибору та впровадження ІУС. До них належать труднощі з адаптацією систем до індивідуальних бізнес-процесів, надмірна вартість впровадження, недостатня