

Однак реалізація цього педагогічного потенціалу залежить не від самої моделі, а від здатності педагога чітко сформулювати освітнє завдання через структуровані запити, що робить інженерію промптів ключовою компетенцією.

Щоб повною мірою розкрити педагогічний потенціал LearnLM у Gemini, недостатньо ставити загальні питання. Необхідно створювати структуровані запити (промпти), які чітко визначають очікувану поведінку моделі. Для цього був розроблений простий та ефективний фреймворк PARTS (табл. 1).

Такий підхід дозволяє перетворити Gemini на гнучкий інструмент для створення найрізноманітніших освітніх продуктів та матеріалів.

### **Висновки.**

Штучний інтелект, подібний до Gemini з можливостями LearnLM, має потенціал кардинально змінити майбутнє освіти. Він може стати тим самим інструментом, що реалізує давню мету освітніх технологій: надати персонального репетитора для кожного учня та ефективного асистента для кожного вчителя, роблячи якісну освіту більш доступною та ефективною для всіх. Завдяки інтеграції можливостей LearnLM, Gemini - це не просто генератор відповідей, а продуманий освітній інструмент, створений на основі перевірених наукових методів, який адаптується, спрямовує та навчає. Тепер кожен користувач може мати доступ до персонального помічника у навчанні, який допоможе досліджувати світ, розуміти складні концепції та досягати нових освітніх вершин.

### **Список використаної літератури**

1. Gemini 2.5: the leading model for learning. LearnLM in Gemini. URL: [https://services.google.com/fh/files/misc/learnlm\\_prompt\\_guide.pdf](https://services.google.com/fh/files/misc/learnlm_prompt_guide.pdf).

УДК 004.8:623.495:355.4

## **ІНТЕГРАЦІЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ З АВТОНОМНИМИ СИСТЕМАМИ ПРИ ГУМАНІТАРНОМУ РОЗМІНУВАННІ**

**Скорлупін О. В., Подорожняк А. О.**

(oleksandr.skorlupin@cit.khpi.edu.ua,

andrii.podorozhniak@khpi.edu.ua)

*Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут” (Україна)*

*В тезах розглянуто інтеграцію штучного інтелекту з автономними системами в гуманітарному розмінванні. Проаналізовано роль мультимодальних сенсорних мереж, глибокого навчання та федеративних підходів у підвищенні точності виявлення вибухових пристроїв. Підкреслено важливість принципу “людина в контурі управління”, етичних стандартів, пояснюваності алгоритмів та захисту даних для безпечного і гуманного впровадження ШІ-технологій у системи гуманітарного розмінвання.*

Подальший розвиток у сфері виявлення вибухових пристроїв неминуче залежить від органічного злиття систем комп'ютерного зору з розгалуженими сенсорними мережами та високоінтелектуальними механізмами управління. Самі лише візуальні дані, навіть якщо вони походять від найпередовіших RGB-камер, є недостатніми, особливо в умовах, коли мета пошуку частково прихована, або повністю заглиблена під ґрунтовим шаром [1, 2].

Незважаючи на бурхливий поступ автономних технологій, фінальне слово у сфері гуманітарного розмінвання все ще належить людині. Важливо наголосити – система не замінює кваліфікованого фахівця, а слугує інструментом для розширення його можливостей, забезпечуючи безпечніші та результативніші дії.

Метою проведеного дослідження є аналіз шляхів подальшого розвитку автономних систем у гуманітарному розмінванні, включаючи особливості співпраці між людиною-оператором і

штучним інтелектом (ШІ), та етичні і безпекові аспекти впровадження систем штучного інтелекту у галузі гуманітарного розмінування.

Наступний логічний крок розвитку сучасних автономних систем у гуманітарному розмінуванні полягає в агрегації інформації з кількох незалежних сенсорних джерел. До них належать засоби мультиспектральної зйомки, тепловізійні прилади, магнітометри, лідарні установки та радары, що застосовуються для підповерхневого зондування [3, 4]. Такий багатосенсорний синтез є основою для формування єдиного інтелектуального інформаційного простору в якому алгоритми глибокого навчання (deep learning) отримують значно повніше й достовірніше відображення середовища [5]. Це надасть моделям штучного інтелекту наступного покоління здатність не лише ідентифікувати об'єкти за їхніми зовнішніми атрибутами, але й формувати висновки щодо їхньої внутрішньої структури, теплового і магнітного профілю та точного просторового розміщення.

Сучасні дослідження в площині "мультимодальної інтеграції" (multimodal fusion) підтверджують, що комбінування різномірних даних (візуальна інформація, спектральні підписи, теплові карти, географічні координати) забезпечує зростання точності виявлення на рівні 10–15%. При цьому обчислювальні витрати збільшуються незначною мірою. Цей прогрес відкриває шлях до створення високоавтономних "розумних" дронів, здатних самостійно прокладати оптимальні траєкторії руху, миттєво інтерпретувати зібрані відомості та приймати необхідні рішення без постійного втручання або зв'язку з оператором [6].

Одним із ключових напрямків подальшого вдосконалення є імплементація федеративного навчання (federated learning) [7]. Ця методологія надасть змогу системам навчатися безпосередньо на даних, зібраних у польових умовах, без необхідності їхнього перевантаження на централізовані сервери. Як наслідок, підвищиться конфіденційність інформації, зменшиться залежність від стабільності інтернет-з'єднання, а сама система стане значно адаптивнішою до специфічних умов конкретного регіону.

Отже, розбудова мережі взаємодіючих автономних комплексів зробить можливою координацію дій кількох безпілотних апаратів. Вони зможуть колективно виконувати місії з розмінування, обмінюючись критично важливою інформацією в реальному часі. Цей підхід є предметом інтенсивного вивчення в межах європейських програм, таких як HORIZON, і він має потенціал стати фундаментом для розгортання в Україні комплексної національної системи моніторингу та оцінки мінної небезпеки.

Ми розглядаємо не "цілковиту автоматизацію без оператора", а модель співпраці між людиною та штучним інтелектом. Оператор виконує роль центрального елемента прийняття рішень: він контролює роботу кількох безпілотників, аналізує висновки нейронної мережі та формує остаточне судження щодо подальших кроків. Цей підхід, відомий як "Human-in-the-loop AI" (ШІ з людиною в контурі управління), дає можливість зберегти людський контроль, водночас мінімізуючи ймовірність помилок, спричинених людським фактором [8].

Систему слід будувати таким чином, щоб забезпечити повну довіру оператора. Це вимагає розробки таких інтерфейсів, які не просто відображають координати та зображення об'єктів, а й надають повне пояснення логіки, якою користувався алгоритм для прийняття конкретного рішення. Критично важливим тут є розвиток напряму "Explainable AI", або "Пояснювального штучного інтелекту". Прозорість роботи алгоритмів підвищить рівень довіри до системи, знизить частоту хибних спрацьовувань та зробить процес розмінування значно більш керованим.

Крім цього, гостро постає питання підготовки кадрів. Персонал, який працює з подібними технологіями, мусить володіти не лише технічними навичками, а й глибоко розуміти принципи функціонування моделей машинного навчання, їхні потенційні обмеження та можливі збої. Отже, створення структурованих програм для навчання операторів є одним із ключових завдань для успішного впровадження цих систем у практичну діяльність.

Звертаємо особливу увагу на те, що за кожним рішенням на полі, за кожним натисканням кнопки "підтвердити" стоїть людина, з її усвідомленням відповідальності, емоційним сприйняттям та розумінням абсолютної цінності людського життя. І саме тому, навіть найдосконаліший штучний інтелект повинен залишатися лише інструментом у руках людини, а не домінуючою силою.

Створення розумних систем для розмінування територій, що постраждали від конфліктів, є не суто інженерною проблемою, а глибоко вкоріненою у гуманістичних цінностях справою. Етичні

дилеми, питання захисту інформації та встановлення відповідальності тут набувають особливої значущості.

Передусім, комплекс, який обробляє інформацію, отриману з дронів, зобов'язаний забезпечити непорушну секретність та надійний захист усіх відомостей. На знімках поверхонь часто фіксуються об'єкти, що стосуються цивільного життя, або ж елементи, які можна вважати особистими даними. Таким чином, усі вхідні дані мають підлягати обробці згідно з міжнародними стандартами кібербезпеки (зокрема, ISO/IEC 27001) та обов'язково бути зашифровані під час будь-якого передавання.

По-друге, критично важливим є забезпечення відповідального та етичного застосування розробок на базі штучного інтелекту. Такі технології можуть використовуватись виключно для гуманітарних цілей – для мінімізації втрат людських життів, а не для використання у військових атакуючих діях. Саме в цьому місці наукова діяльність сходиться з моральною відповідальністю: наше завдання – формувати технології, які сприяють збереженню, а не спричиняють руйнування.

По-третє, необхідно звертати увагу на потенційний ризик, відомий як ефект “непрозорі системи” (або “чорної скриньки”), коли логіка, за якою приймається рішення моделлю, є незрозумілою і непідзвітною навіть для інженерів-розробників. Ця проблема є особливо загрозовою у тих системах, від яких безпосередньо залежить фізична безпека людей. Отже, розвиток напрямку “підзвітності” моделей (auditability) – тобто спроможності системи фіксувати повний протокол усіх прийнятих рішень для можливості подальшого аналізу – має стати інтегральною вимогою до таких проєктів.

Завжди необхідно враховувати, що основною рушійною силою цієї діяльності є прагнення врятувати людські життя. У кожній візуальній інформації, яку інтерпретує нейронна мережа, у кожному окресленому зеленому прямокутнику, що позначає знахідку, міститься частка тієї надії, яка свідомо вкладається у технологічні рішення. Наш професійний обов'язок полягає в тому, щоб гарантувати, що ці передові системи служитимуть людству, а не навпаки.

Перспективи подальшого розвитку автономних систем у гуманітарному розмінванні полягають у створенні високоінтегрованих багатосенсорних систем з «пояснюваним» ШІ, що функціонують у моделі співпраці «людина-в-контурі» для колективної роботи взаємодіючих автономних дронів безпілотників. Ключовими завданнями для їх реалізації є впровадження федеративного навчання, розробка зрозумілих інтерфейсів, забезпечення безпеки функціонування цих систем та створення комплексних програм підготовки операторів.

### Список використаної літератури

1. Podorozhniak, A., Liubchenko, N., Skorlupin, O., Korolenko, and S., Stas, A. (2025) Mobile explosive object detection system for humanitarian demining needs. 2025 IEEE 6th KhPI Week on Advanced Technology, KhPIWeek 20245. Kharkiv, Ukraine, 2025, pp. 1-6.
2. Levchenko, D., Podorozhniak, A., and Liubchenko, N. (2025). Tools and methods for explosive objects detection using artificial intelligence and computer vision. *Navigation and Communication Systems*, 3 (81), pp. 117 – 121. DOI: <https://doi.org/10.26906/SUNZ.2025.3.117>.
3. Qiu, Z., Guo, H., Hu, J., Jiang, H., and Luo, C. (2023) Joint Fusion and Detection via Deep Learning in UAV-Borne Multispectral Sensing of Scatterable Landmine. *Sensors*, 2023, vol. 23, iss. 12, article number 5693. DOI: <https://doi.org/10.3390/s23125693>.
4. Sineglazov, V., Lesohorskyi, K. and Lytvynenko, V. (2024). Intelligent hyperspectral image processing for landmine detection and classification. *CEUR Workshop Proceedings*, 2024, vol. 3777. [Online]. Available: <https://ceur-ws.org/Vol-3777/paper4.pdf> [Accessed: October 10, 2025]
5. Mishchuk, V., Podorozhniak, A. (2024). Analysis of Trade-Offs Between Accuracy and Speed of Real-Time Object Detectors for the Tasks of Explosive Ordnance Detection. 2024 IEEE 5th KhPI Week on Advanced Technology, KhPIWeek 2024. Kharkiv, Ukraine, 2024, pp. 1-5. doi: <https://doi.org/10.1109/KHPIWEEK61434.2024.10878035>.
6. Huang, W., Wang, D., Ouyang, X., Wan, J., Liu J., and Li, T. (2024). Multimodal federated learning: Concept, methods, applications and future directions. *Information Fusion*, 2024, vol. 112, article number 102576. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.inffus.2024.102576>.
7. Wang, Z., Yang, W., Xu, Z., Chen, W., Liu, J., Xu, T., Wang, Zehua., and Leung, V. C. M. (2025). SDANet: A Federated Efficient Remote Sensing Object Detection for Space-Air-Ground IoT. *IEEE*

Internet of Things Journal, vol. 12, no. 17, pp. 35634-35648, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1109/IJOT.2025.3579027>.

8. Skorlupin, O., and Podorozhniak, A. (2025) Mobile explosive detection system for civil defense needs. Проблеми інформатики та моделювання (ПІМ-2025). Тези двадцять п'ятої міжнародної науково-технічної конференції (25 – 28 вересня 2025 р.). – Харків: НТУ "ХПІ", 2025. – С. 86. [Online]. Available: [http://web.kpi.kharkov.ua/pim/wp-content/uploads/sites/248/2025/09/Tezy\\_PIM\\_2025.pdf](http://web.kpi.kharkov.ua/pim/wp-content/uploads/sites/248/2025/09/Tezy_PIM_2025.pdf) [Accessed: October 10, 2025].

УДК 004.8

## ЗАСТОСУВАННЯ ML-МЕТОДІВ ДЛЯ РОЗШИРЕННЯ ФУНКЦІОНАЛУ LIFESTYLE-ВЕБЗАСТОСУНКІВ

Сокол Д. В. (Daria.Sokol@cs.khpi.edu.ua)

Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут» (Україна)

*У роботі розглянуто проблему обмеженості наявного функціоналу у вебзастосунках для керування повсякденними процесами і перспективи його розширення шляхом впровадження методів машинного навчання. Проаналізовано існуючі підходи та запропоновано рішення на основі використання алгоритмів Online Gradient Descent та Multi-Armed Bandit.*

Розробники уже певний час інтегрують у вебзастосунки ML-методи для вирішення щоденних завдань. Найбільш розповсюдженими напрямками використання машинного навчання є рекомендаційні системи, інтелектуальний пошук і прогнозування тенденцій. Системи надання рекомендацій та аналізу поведінки користувачів дозволяють підвищувати релевантність контенту (Strava, Headspace). Інтелектуальний пошук поєднує алгоритми ранжування з NLP для покращення результатів пошуку (Notion, Todoist), а прогнозні моделі передбачають майбутні зміни для прийняття обґрунтованих рішень (Calm, Mint). Попри активне впровадження ML у вебзастосунки, його використання здебільшого фрагментарне, адже зводиться до розв'язання окремих задач. Це створює потребу у вдосконаленні наявних практик і пошуку нових способів їх застосування, здатних розширити можливості вебзастосунків.

Пропонується доповнювати вебзастосунки методами, які дозволятимуть їм адаптуватися та самостійно оптимізувати свою роботу в режимі реального часу. Зокрема, Online Gradient Descent (OGD) [1] дає змогу моделі оновлювати параметри під час кожної нової взаємодії з користувачем. Це відкриває можливості для створення систем, які динамічно підлаштовуються до змін у даних, наприклад, автоматично регулюють розподіл серверних ресурсів залежно від навантаження або попереджають про можливі затримки. А також можливе комбіноване застосування алгоритмів: OGD – для прогнозування впливу вибору різних опцій на бажаний результат і Multi-Armed Bandit – для визначення оптимальних дій користувача [2], балансує між випробуванням нових та використанням уже перевірених ефективних. Сукупність цих методів дозволить динамічно адаптувати функціонал, пропонуючи найбільш оптимальні варіанти та одночасно покращуючи точність прогнозів на основі поточної поведінки користувача. Таке рішення буде корисним у вебзастосунках для управління розкладом і планування задач, моніторингу бюджету, способу життя, звичок тощо, адже система постійно навчатиметься та оптимізуватиме взаємодію, значно розширивши межі стандартних можливостей подібних продуктів. Недоліки включають потребу в ретельних налаштуваннях і великій кількості даних для навчання та ризик неточних рекомендацій на початку (cold start).

Машинне навчання у lifestyle-вебзастосунках вже стало стандартним інструментом для персоналізації, пошуку та прогнозування, проте розвиток технологій відкриває нові можливості для його впровадження з метою розширення наявного функціоналу. Методи Online Gradient Descent та Multi-Armed Bandit демонструють здатність безпосередньо розширювати стандартні можливості систем, роблячи їх ще більш динамічними й адаптивними. Попри певні виклики,