

за кількома критеріями: екологічна безпечність, вартість, терміни реалізації, соціальна значущість, енергоефективність, транспортна доступність і сумісність із планами просторового розвитку території [1, 4].

Отже, застосування інформаційно-аналітичних систем у плануванні відбудови територій з урахуванням екологічних ризиків є обґрунтованим і перспективним напрямом для сучасної України. Такі системи забезпечують підвищення якості управлінських рішень, прозорість пріоритезації відновлювальних заходів, зменшення ймовірності вторинних техногенних та екологічних загроз, а також сприяють переходу від реактивної моделі відбудови до проактивного, даними керованого управління територіальним розвитком. Подальші дослідження доцільно спрямувати на розроблення архітектури таких систем для рівня громади або регіону, а також на формування методів інтеграції екологічного моніторингу з цифровими платформами управління відбудовою.

Джерела та література

1. Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030. Geneva: UNDRR, 2015. 37 p.
2. Environmental impact of the conflict in Ukraine: a preliminary review. Nairobi : United Nations Environment Programme, 2022. 92 p.
3. Burrough P. A., McDonnell R. A., Lloyd C. D. Principles of geographical information systems. 3rd ed. Oxford: 2015. 407 p.
4. ISO 14001:2015 Environmental management systems — Requirements with guidance for use. Geneva: International Organization for Standardization, 2015.
5. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 25.06.1991 № 1264-XII.
6. Про стратегічну екологічну оцінку: Закон України від 20.03.2018 № 2354-VIII.

УДК 316.485

Лазарюк В., канд. техн. наук, доц.; Окіпний І., канд. техн. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЦИФРОВІ ІНДИКАТОРИ ПОВЕДІНКОВИХ РЕАКЦІЙ НА НЕБЕЗПЕКУ В УМОВАХ ВІЙНИ

***Анотація.** У роботі досліджено пошукову активність населення України як непрямий поведінковий індикатор реакцій на небезпеку в умовах повномасштабної війни. На основі даних Google Trends та Google Year in Search (2022–2025) показано зміну структури запитів від реакцій на безпосередню загрозу до інфраструктурної адаптації та повсякденних практик виживання. Запропоновано підхід до формування агрегованого індексу воєнно-тривожної пошукової поведінки, який дозволяє інтерпретувати динаміку змін характеру реакцій населення та оцінювати потенційні поведінкові ризики.*

***Ключові слова:** пошукова активність, поведінкові реакції, колективний стрес, воєнні загрози, безпека життєдіяльності.*

Lazaryuk V., Ph.D. (Tech.), Assoc. Prof.; Okipnyi I., Ph.D. (Tech.), Assoc. Prof.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ukraine

DIGITAL INDICATORS OF BEHAVIORAL RESPONSES TO THREAT IN WAR CONTEXTS

***Abstract.** The paper explores online search activity in Ukraine as an indirect behavioral indicator of how people respond to threat under conditions of full-scale war. Drawing on Google Trends and Google Year in Search data (2022–2025), it traces a shift in search patterns from immediate threat-related queries to infrastructure-focused concerns and everyday coping practices. The study outlines an approach to constructing an aggregated index of war-related anxiety in*

search behavior, which can be used to interpret changes in response patterns over time and to consider emerging behavioral risks.

Keywords: search activity, behavioral responses, collective stress, war-related threats, human safety.

Повномасштабна війна в Україні сформувала умови тривалого психоемоційного навантаження, що виходить за межі індивідуальних реакцій і проявляється як колективна травма та колективний травматичний стрес, [1, 2]. На відміну від посттравматичного стресового розладу як клінічного діагнозу, ці явища проявляються через зміну поведінкових моделей населення, зокрема у формах адаптації, пошуку безпеки та постійного моніторингу загроз.

У сучасних умовах важливим інструментом дослідження таких процесів є аналіз цифрових слідів поведінки, зокрема пошукових запитів у Google. Пошукова активність формується в режимі реального часу та відображає актуальні реакції населення на кризові події. Водночас вона не є прямим індикатором психічного стану, а може розглядатися як непрямий поведінковий маркер колективного травматичного стресу.

Попередні дослідження показали [3-5], що онлайн-пошукова поведінка може слугувати індикатором і навіть предиктором дій людини в кризових ситуаціях. Водночас її застосування до умов тривалої війни та аналіз динаміки поведінкових реакцій залишаються недостатньо дослідженими.

Формування масиву тригерних запитів здійснювалось на основі даних Google Year in Search (Україна, 2022–2025) та Google Trends. Відбір проводився за критерієм різкої зміни динаміки після початку повномасштабної війни: до аналізу включалися запити, що демонстрували зростання на декілька порядків або перехід від мінімальних значень до стабільно високих рівнів. Додатково враховувались повторюваність піків та їх зв'язок із воєнними або інфраструктурними подіями.

Аналіз показав, що у 2022 році домінували запити, пов'язані з безпосередньою загрозою та орієнтацією у подіях («Карта повітряних тривог», «Новини України», «Гостомель», «Маріуполь»), а також із виживанням («генератор», «Starlink»). У 2023–2024 роках структура змістилась у бік інфраструктурних запитів («графік відключення світла», «зарядні станції») та термінології війни («РЕБ», «КАБ»), що відображає перехід до тривалого адаптаційного режиму. У 2025 році зберігається домінування інфраструктурних і адміністративних тем із частковим поверненням розважальних запитів.

Відібрані запити було згруповано у три функціональні класи: індикатори негайної загрози, індикатори моніторингу ситуації та індикатори інфраструктурного виживання. Показники запитів воєнно-тривожної пошукової поведінки відображають інтенсивність реакції населення на загрози в цифровому середовищі.

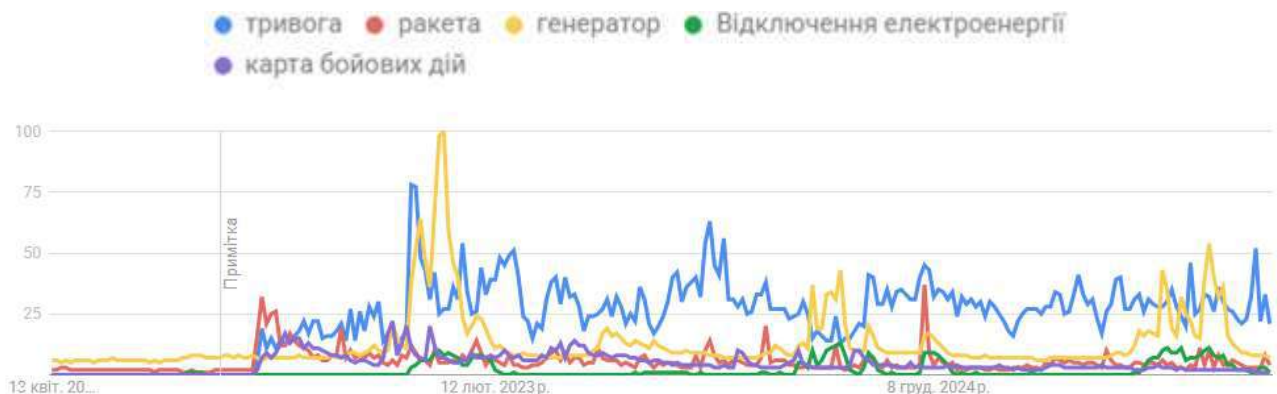


Рис. 1 – Динаміка пошукових запитів у Google Trends за 2021–2026 рр.

Аналіз динаміки окремих запитів показав, що найбільш чутливим індикатором є «тривога», яка формує різкі піки та визначає загальну варіацію індексу. Це свідчить про те, що поведінкова реакція населення орієнтована насамперед на сигнал небезпеки, а не на її причину. Інфраструктурні запити формують стабільний фон і відображають адаптаційні процеси.

● тривога ● ракета ● генератор ● Відключення електроенергії
● карта бойових дій

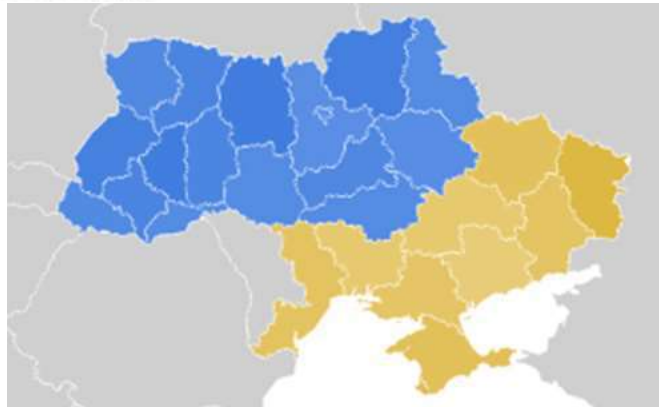


Рис. 2 – Просторова диференціація запитів воєнно-тривожної пошукової поведінки (показано області максимальної переваги певного запиту за 2022-2026 рр.).

Виявлено просторову диференціацію пошукової поведінки, що проявляється у відмінностях між регіонами за домінуванням різних типів запитів. Спостерігається відносно чітке розмежування моделей реагування, однак ці відмінності не слід трактувати як прямі показники рівня адаптації чи стадій колективної травми, оскільки вони можуть бути зумовлені різними зовнішніми факторами.

Аналіз динаміки пошукової активності показує не лише поведінкові реакції, а може розглядатися як прояв змін колективного психологічного стану. Різкі піки запитів, пов'язаних із сигналами небезпеки, виділяють часові проміжки для дослідження умовної фази загострення, що можуть мати ознаки гіперпильності та підвищеної чутливості до зовнішніх загроз. Стабілізовані інфраструктурні запити можуть бути свідченням умовної стадії адаптації, у якій загроза інтегрується у повсякденні практики. Відмінності пошукової активності між регіонами можуть бути наслідком різної інтенсивності стресових ситуацій, а також різного інформаційного середовища та доступу до нього.

Запити воєнно-тривожної пошукової поведінки можуть бути об'єднані у агрегований індекс для непрямого відображення динаміки реакції населення на стрес. Це дасть можливість спостерігати можливі переходи між імовірними фазами загострення та адаптації і, відповідно, зміни у характері поведінки людей. Такий аналіз може мати значення для сфер, де критичною є сталість дій у побуті, дорожній поведінці, використанні технічних засобів, оскільки поява ознак гіперпильності або виснаження може супроводжуватися нестабільністю уваги, коливанням швидкості реакції та зниженням якості прийняття рішень, що потенційно впливає на безпечність повсякденної діяльності, [6].

Таким чином, динаміка пошукової активності дозволяє фіксувати не лише реакції на події, а й може розглядатися як непрямий індикатор змін характеру реакцій населення на стрес та формування нових поведінкових ризиків у суспільстві.

Джерела та література

1. Лазарюк В. Колективна психологічна травма в умовах надзвичайної ситуації російської збройної агресії проти України / В. Лазарюк // Збірник тез III Міжнародної наукової конференції „Воєнні конфлікти та техногенні катастрофи: історичні та психологічні наслідки“, 20-21 квітня 2023. — Т. : ФОП Паляниця В. А., 2023. — С. 174–177. URL: <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/41130>

2. Лазарюк В. В. Шляхи подолання колективної психологічної травми від російської війни проти України / Лазарюк Валерій Володимирович // V Міжнародна наукова конференція «Воєнні конфлікти та техногенні катастрофи: історичні та психологічні наслідки», 15-16 квітня 2025 року. — Т. : ФОП Паляниця В. А, 2025. — С. 22–25. URL: <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/48525?locale=ca>

3. Yabe T., Sekimoto Y., Tsubouchi K. Predicting evacuation decisions using representations of individuals' pre-disaster web search behavior [Електронний ресурс] // arXiv.org, Cornell University Library, arXiv:1906.07770v1 [cs.SI], 18 Jun 2019. – Ithaca, NY, USA, 2019. URL: <https://arxiv.org/abs/1906.07770>

4. Tsunamis evacuation behavior: a systematic review and proposal for a standardized research framework [Електронний ресурс] // Natural Hazards. – Berlin, Germany : Springer Nature, 2026. – Vol. 122, Article 280. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11069-026-08035-7>

5. The validity of Google Trends search volumes for behavioral forecasting of national suicide rates in Ireland [Електронний ресурс] // International Journal of Environmental Research and Public Health. – Basel, Switzerland : MDPI, 2019. – Vol. 16, No. 17, Article 3201. – DOI: 10.3390/ijerph16173201. URL: <https://doi.org/10.3390/ijerph16173201>

6. Вплив воєнної агресії Росії на екосистему та безпеку життєдіяльності / Гурик О. Я., Окіпний І. Б., Сенчишин В.С., Мариненко С. Ю., Король О. І. // V Міжнародна наукова конференція «Воєнні конфлікти та техногенні катастрофи: історичні та психологічні наслідки», 15-16 квітня 2025 року. — Т. : ФОП Паляниця В. А, 2025. — С. 108–110. URL: <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/48560>

УДК 004.9

Лемешов Р.

Хмельницький національний університет, Україна

КІБЕРФІЗИЧНА СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОЇ ФІКСАЦІЇ ПОРУШЕНЬ ПРАВИЛ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

***Анотація.** У роботі обґрунтовано актуальність впровадження інтелектуальних кіберфізичних систем для автоматичної фіксації порушень правил дорожнього руху в умовах інтенсифікації міського трафіку. Розглянуто переваги переходу від централізованих моделей відеоспостереження до гібридних архітектур із використанням технологій периферійних обчислень (edge-AI). Деталізовано багаторівневу архітектуру системи, що включає фізичний, обчислювальний, мережевий та прикладний рівні.*

***Ключові слова:** кіберфізичні системи, автоматична фіксація порушень правил дорожнього руху, периферійний штучний інтелект (Edge-AI), інтелектуальні транспортні системи, гібридна архітектура відеоспостереження.*

Lemeshov R.

Khmelnytskyi National University, Ukraine

CYBER-PHYSICAL SYSTEM FOR AUTOMATIC RECORDING OF TRAFFIC VIOLATIONS

***Absdtract.** The paper substantiates the relevance of implementing intelligent cyber-physical systems for automatic recording of traffic violations in conditions of intensification of urban traffic. The advantages of transitioning from centralized video surveillance models to hybrid architectures using edge computing technologies (edge-AI) are considered. The multi-level architecture of the system, which includes the physical, computational, network and application levels, is detailed.*

***Keywords:** cyber-physical systems, automatic detection of traffic violations, edge artificial intelligence (Edge-AI), intelligent transportation systems, hybrid video surveillance architecture.*