УДК 004.031.42

О. А. Шевчук
Я. В. Іванчук

СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ІНФОРМУВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Зростання частоти та масштабу надзвичайних ситуацій (НС) вимагає вдосконалення інформаційних систем прогнозування та оповіщення. У статті аналізуються сучасні методи прогнозування НС, зокрема моделі часових рядів (ARIMA, GARCH), штучні нейронні мережі, алгоритми машинного навчання та великі дані. Особлива увага приділена використанню геоінформаційних систем (GIS) та Інтернету речей (IoT) для автоматичного моніторингу загроз у реальному часі. Досліджено ефективність національних і міжнародних систем оповіщення (WEA, NINA, J-ALERT) та визначено основні критерії їхньої оцінки: швидкість передачі повідомлень, охоплення населення, адаптивність та достовірність інформації. Запропоновано концепцію інтегрованої системи оповіщення, що об'єднує різні технологічні рішення для підвищення ефективності реагування на НС.

Ключові слова: надзвичайні ситуації, системи оповіщення, прогнозування, штучний інтелект, часові ряди, машинне навчання, інформаційні технології.

Abstract

The increasing frequency and scale of emergencies require the improvement of information systems for forecasting and alerting. This paper analyzes modern methods for predicting emergencies, including time series models (ARIMA, GARCH), artificial neural networks, machine learning algorithms, and big data. Special attention is given to the use of Geographic Information Systems (GIS) and the Internet of Things (IoT) for real-time automated threat monitoring. The effectiveness of national and international alert systems (WEA, NINA, J-ALERT) is examined, with key evaluation criteria identified: message transmission speed, population coverage, adaptability, and information reliability. A concept for an integrated alert system that combines various technological solutions to enhance emergency response efficiency is proposed.

Keywords: emergencies, alert systems, forecasting, artificial intelligence, time series, machine learning, information technology.

Вступ

Частота та інтенсивність НС природного, техногенного та соціального характеру постійно зростають, що створює значні загрози для безпеки населення. Традиційні системи оповіщення не завжди забезпечують належну швидкість, достовірність і охоплення. Використання сучасних інформаційних технологій, таких як штучний інтелект, аналіз великих даних та Інтернет речей, сприяє підвищенню ефективності прогнозування та інформування. Проте впровадження таких рішень пов'язане з викликами, зокрема проблемами кібербезпеки, стандартизації даних та інтеграції різних каналів комунікації [1, 2].

Метою даного дослідження є аналіз сучасних інформаційних систем інформування та прогнозування надзвичайних ситуацій для визначення шляхів розробки ефективних інформаційних рішень, що дозволить підвищити загальний рівень безпеки життєдіяльності населення.

Результати дослідження

Прогнозування надзвичайних ситуацій базується на математичних моделях і аналізі великих обсягів даних. Основними методами є:

- Часові ряди (ARIMA, GARCH) – застосовуються для аналізу історичних даних про природні явища та техногенні аварії. Вони дозволяють визначати закономірності та передбачати можливі загрози [1].

- Нейронні мережі та алгоритми машинного навчання – можуть аналізувати складні взаємозв'язки між різними факторами ризику, наприклад, погодними умовами, сейсмічною активністю або технічним станом об'єктів критичної інфраструктури.

- Аналіз великих даних (Big Data) – обробка великих обсягів інформації з різних джерел (датчики, супутникові знімки, соціальні мережі) для виявлення потенційних загроз і прогнозування розвитку ситуації.

Застосування сучасних технологій дозволяє значно підвищити ефективність систем оповіщення. основними напрямами яких є:

- геоінформаційні системи (GIS) – забезпечують картографічну візуалізацію зон ризику та дозволяють в режимі реального часу оцінювати вплив катастроф на території, що потребують негайного втручання [2];

- інтернет речей (IoT) – створює мережу підключених пристроїв (сейсмічні датчики, метеостанції, сенсори рівня води), які автоматично передають інформацію в центри управління [3];

- супутникові технології – надають можливість передавати сигнали оповіщення навіть у випадках, коли традиційні канали зв'язку недоступні через пошкодження інфраструктури.

Досліджено ефективність міжнародних систем оповіщення:

- WEA (США) – надсилає безкоштовні SMS-повідомлення громадянам, незалежно від перевантаження мобільних мереж.

- NINA (Німеччина) – мобільний додаток для отримання офіційних сповіщень у реальному часі[4].

- J-ALERT (Японія) – автоматизована система, що передає екстрені повідомлення через телебачення, радіо та мобільні пристрої.

Основні критерії ефективності цих систем включають:

- швидкість передачі повідомлень – мінімізація часу між виявленням загрози та її повідомленням населенню;

- охоплення аудиторії – можливість інформування максимальної кількості осіб, включаючи людей з обмеженими можливостями;

- адаптивність до загроз – здатність працювати в різних сценаріях (природні катастрофи, техногенні аварії, соціальні кризи);

- достовірність інформації – уникнення фальшивих сповіщень, що може спричинити паніку.

Попри очевидні переваги, впровадження сучасних систем оповіщення стикається з низкою викликів [3]:

- кібербезпека – загрози хакерських атак на інфраструктуру систем оповіщення потребують розширених заходів захисту, таких як блокчейн-технології та системи аномального виявлення вторгнень;

- інтеграція різних каналів зв'язку – необхідність поєднання мобільного зв'язку, радіотрансляцій, супутникових технологій і соціальних мереж для максимального охоплення населення [5];

- автоматизація процесів – створення самонавчальних систем, які можуть прогнозувати події та адаптувати способи сповіщення залежно від рівня загрози.

Для підвищення ефективності оповіщення запропоновано концепцію інтегрованої системи, яка включає [4, 5]:

- комбінування методів прогнозування – поєднання часових рядів, машинного навчання та аналізу великих даних для точнішого передбачення надзвичайних ситуацій;

- автоматизацію рішень – використання штучного інтелекту для аналізу рівня загрози та вибору оптимального каналу оповіщення;

- інтеграцію із сучасними цифровими платформами – підключення мобільних додатків, GIS-систем і супутникового моніторингу для забезпечення масштабованості та гнучкості реагування.

Висновки

Впровадження сучасних інформаційних систем прогнозування та оповіщення НС є критично важливим для забезпечення громадської безпеки. Використання технологій ШІ, IoT та великих даних дозволяє значно підвищити точність прогнозування та швидкість реагування. Проте для їхньої ефективної реалізації необхідне вирішення питань інтеграції, кібербезпеки та автоматизації. Запропонована концепція інтегрованої системи оповіщення сприятиме зниженню ризиків та підвищенню готовності населення до надзвичайних ситуацій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Box, G. E. P., Jenkins, G. M., & Reinsel, G. C. (2015). Time Series Analysis: Forecasting and Control. John Wiley & Sons.

2. Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A Survey. Computer Networks, 54(15), 2787-2805.

3. Perera, C., Zaslavsky, A., Christen, P., & Georgakopoulos, D. (2014). Context Aware Computing for The Internet of Things: A Survey. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 16(1), 414-454.

4. Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe. NINA App [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.bbk.bund.de/DE/Service/NINA/nina_node.html.

5. Kshetri, N. (2017). Can Blockchain Strengthen the Internet of Things?. IT Professional, 19(4), 68-72.

Шевчук Олена Андріївна — аспірант кафедри комп`ютерних наук, Вінницький національний технічний університет,м.Вінниця, e-mail: helenshevchuk99@gmail.com.

Іванчук Ярослав Володимирович — д-р техн. наук, доцент, професор кафедри комп'ютерних наук, e-mail: ivanchuck@ukr.net.

Olena A. Shevchuk — graduate student of the Department of Computer Sciences, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: helenshevchuk99@gmail.com.

Yaroslav V. Ivanchuk - Dr. Sc. (Eng.), Associate Professor, Professor of the Chair of Computer Sciences, e-mail: ivanchuck@ukr.net.