

Б. В. Бондаренко, Г. А. Кучук

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

## МЕТОД ВЗАЄМОДІЇ КОМПОНЕНТІВ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ ПРИ СПОВІЩЕННІ ПРО НАДЗВИЧАЙНУ СИТУАЦІЮ

**Анотація.** У статті розглянуто систему повідомлень про надзвичайні ситуації, яка може використовуватись для запобігання та реагування на різні надзвичайні ситуації. Розглянуто різноманітні види надзвичайних ситуацій, такі як природні катастрофи, техногенні аварії, кібератаки та терористичні акти, та обговорено важливість швидкої та ефективної реакції на них. Також розглянуто існуючі системи повідомлень та їх функції, а також варіативність архітектури та конфігурації елементів таких систем. На основі аналізу можна підсумувати, що ефективні системи повідомлень про надзвичайні ситуації повинні мати гнучку архітектуру, варіативність функцій та можуть мати різноманітну конфігурацію елементів задля забезпечення їх адаптації до різноманітних випадків застосування. Як висновок – визначена найкраща та найвідмовостійкіша система сповіщення про надзвичайні ситуації.

**Ключові слова:** надзвичайна ситуація, система повідомлень, взаємодія компонентів, комп'ютерні системи, запобігання, Cell Broadcast, Mesh-мережі, архітектура, конфігурація, безпека.

### Вступ

Дивлячись на шлях розвитку людства можна з подивом визначити, що інформація є одним з ключових його ресурсів, хоч і не таких очевидних як - матеріали чи винаходи.

Ще від зародження перших племен своєчасна комунікація та корисна практична інформація - мали вирішальне значення, адже за допомогою них невеликі групи наших пращурів кроманьйонців перемогли більших та численніших від себе неандертальців. Крізь тисячоліття змінювались форми, сенси та способи передачі інформації, але незмінним був сам концепт - змінювати видимий горизонт подій адресата, з певною метою. До слова буде не зайвим згадати про роздуми двох великих митців 20-го століття про світовий устрій майбутнього. Один з яких поміж іншим передбачав тотальний контроль за інформацією, а інший передрікав небезпеку саме у доступності та переповненості нею загального соціуму. По-своєму

були праві обидва, та все ж не можна забути про те що на сьогодні людство виробляє нескінченно велику кількість різноманітної і не рідко вторинної та фіктивної інформації.

Надзвичайні ситуації можуть траплятись у будь-якому місці та в будь-який час, і часто вони негативно впливають на людей та навколишнє середовище. Швидко та ефективно сповіщення про надзвичайну ситуацію може допомогти зменшити шкоду, запобігти катастрофі, або зберегти життя людей [1–4].

**Мета статті** – розглянути метод взаємодії компонентів комп'ютерних систем при сповіщенні про надзвичайну ситуацію.

### Виклад основного матеріалу

**Види надзвичайних ситуацій.** Існує безліч різних видів надзвичайних ситуацій (рис. 1), оскільки вони можуть бути спричинені багатьма різними причинами [5, 6]. Однією з основних класифікацій є поділ на природні та штучні надзвичайні ситуації.



Рис. 1. Класифікація надзвичайних ситуацій

Природні надзвичайні ситуації включають, наприклад:

– стихійні лиха, такі як землетруси, торнадо, урагани, повені, цунамі та інші природні катаклізми;

– екологічні кризи, такі як забруднення повітря та води, лісові пожежі, зриви землі, викиди небезпечних речовин та інші негативні впливи на довкілля.

Штучні надзвичайні ситуації можуть виникнути з різних причин, таких як:

- техногенні аварії, наприклад, вибухи на заводах або пожежі на територіях промислових об'єктів;
- катастрофи, пов'язані з транспортом, наприклад, зіткнення літаків, потоплення кораблів або зіткнення автомобілів;
- терористичні акти та злочини, такі як напади на цивільних, вибухи бомб, злочинні вчинки на публічних заходах та інші.

Крім того, надзвичайні ситуації можуть відбуватися на різних рівнях, від індивідуальних подій до глобальних криз, і можуть потребувати різного рівня реагування та координації.

**Різновид телекомунікацій.** Телекомунікація - це передача інформації на відстань за допомогою електронних та оптичних засобів. Цей процес може відбуватися на різних відстанях і з використанням різноманітних пристроїв [7]. Розглянемо один з різновидів телекомунікацій - мобільну телекомунікацію.

Мобільна телекомунікація - це технологія передачі голосової інформації та даних на відстань за допомогою мережі стільникових веж у мобільних пристроїв, таких як смартфони та планшети. Мобільні телефонні мережі були розроблені у 1970-х роках, і з того часу ця технологія стала все більш популярною та широко поширеною в усьому світі.

Однією з ключових особливостей мобільної телекомунікації є можливість забезпечення зв'язку з будь-якого місця з покриттям мережі. Мобільна телекомунікація використовує різноманітні технології, такі як GSM, CDMA, 3G, 4G, 5G. Кожна з цих технологій має свої переваги та недоліки та забезпечує різну швидкість передачі даних. З появою 5G, мобільна телекомунікація набуває нових можливостей та перспектив.

Телекомунікації охоплюють широкий спектр технологій та методів передачі та обміну інформацією на відстані між віддаленими точками зв'язку. У науковій літературі можна знайти наступні різновиди телекомунікацій:

**Радіозв'язок.** Це передача інформації за допомогою радіохвиль, що передаються з одного пристрою до іншого через проміжний канал зв'язку, наприклад, радіо або супутникові системи.

**Телефонія.** Це передача голосової інформації через телефонні лінії або мобільні телефонні мережі.

**Комп'ютерні мережі.** Це передача даних між комп'ютерами та іншими пристроями, підключеними до мережі, за допомогою різних протоколів та технологій, таких як Інтернет, Wi-Fi, Bluetooth тощо.

**Супутникові комунікації.** Це передача інформації за допомогою супутників, які обертаються навколо Землі та забезпечують покриття на великих відстанях та в віддалених регіонах.

**Телевізійне та радіомовлення.** Це передача інформації у вигляді звуку та зображень через радіо- або телевізійні мережі.

**Оптичні мережі.** Це передача даних за допомогою світла через волоконно-оптичні кабелі.

**Радіолокація та радіонавігація.** Це використання радіохвиль для визначення положення об'єктів на землі, в повітрі або на морі, а також для навігації та

визначення маршруту руху транспортних засобів, наприклад, автомобілів, літаків та суден.

**Способи оповіщення людей про надзвичайні ситуації різного типу.** Один із найбільш поширених способів оповіщення про надзвичайні ситуації - це використання систем електронного оповіщення, таких як мобільні додатки, електронні повідомлення, тощо. Ці системи дозволяють відправляти швидкі та точні повідомлення про надзвичайні ситуації безпосередньо на мобільні телефони користувачів, що дозволяє швидко розповсюджувати інформацію та отримати відповідні інструкції щодо дій в такій ситуації.

Іншим ефективним способом оповіщення про надзвичайні ситуації є використання телевізійних та радіомовних ефірних мереж. Ці мережі можуть бути використані для трансляції ефірних повідомлень про надзвичайні ситуації, які будуть доступні для перегляду та прослуховування людьми в області покриття ефірної мережі.

Для більш точного та ефективного оповіщення про надзвичайні ситуації також використовуються системи аварійного оповіщення, такі як система аварійного оповіщення (Emergency Alert System - EAS) в США, або системи інформування населення про надзвичайні ситуації на базі Cell Broadcast. Ці системи дозволяють відправляти автоматичні та надійні повідомлення про надзвичайні ситуації, які можуть стати загрозою для життя та здоров'я людей, на телевізори та радіоприймачі в зоні покриття системи. Такі системи можуть також використовуватись для оповіщення людей про погодні катастрофи, природні катастрофи та інші події, що можуть відбутися в конкретній зоні.

Крім того, існують спеціальні системи оповіщення про надзвичайні ситуації, які використовуються в школах, офісах, на об'єктах підвищеної небезпеки та інших місцях, де збирається багато людей. Ці системи можуть включати звукові сигнали, світлові сигнали та інші способи оповіщення, які дозволяють людям зрозуміти, що відбувається, та отримати необхідні інструкції.

Важливо зазначити, що кожен спосіб оповіщення про надзвичайні ситуації має свої переваги та недоліки, і їх вибір залежить від типу надзвичайної ситуації, її масштабу та інших факторів. Наприклад, системи електронного оповіщення можуть бути найшвидшим способом розповсюдження інформації, але вони можуть не працювати у випадку відключення електропостачання чи інтернету. Телевізійні та радіомовні ефірні мережі можуть бути доступні для більшої кількості людей, але вони можуть бути обмежені географічним покриттям.

У будь-якому випадку, важливо мати належну систему оповіщення про надзвичайні ситуації та навчити людей, як правильно реагувати на такі ситуації. Це допоможе зберегти життя та здоров'я людей, а також зменшити можливі наслідки надзвичайної ситуації. Крім того, важливо регулярно перевіряти роботу систем оповіщення та необхідно проводити навчання цивільних, щоб соціум був готовим до різних надзвичайних ситуацій. Для цього можна викорис-

товувати тренувальні вправи та тренувальні ситуації, щоб забезпечити ефективну реакцію в разі реальної надзвичайної ситуації.

**Cell Broadcast [8].** Cell Broadcast (CB) є технологією масового сповіщення, яка дозволяє надсилати короткі повідомлення на мобільні телефони користувачів, які знаходяться в певній географічній зоні. Ця технологія була розроблена з метою покращення системи оповіщення про надзвичайні ситуації та зменшення часу реагування на події.

Перед введенням СВ технології, системи сповіщення про надзвичайні ситуації в основному використовували SMS-повідомлення або виклики до конкретних користувачів. Однак, обидві ці технології мали свої недоліки, зокрема високу затримку в надходженні повідомлень та відсутність можливості надіслати повідомлення тільки користувачам, які знаходяться в певній географічній зоні.

СВ технологія, з іншого боку, дозволяє надсилати повідомлення всім мобільним користувачам, які перебувають в заданій географічній зоні, незалежно від того, чи є вони користувачами мобільних операторів, та забезпечує доставку повідомлень протягом кількох секунд.

Одним з найбільш значущих прикладів використання СВ технології є система оповіщення про надзвичайні ситуації в Японії. Японська система СВ, яка називається "Aerea Mail", була розроблена в 2007 році і була використана під час катастрофи в Фукусімі в 2011 році.

У порівнянні з іншими технологіями масового сповіщення, СВ має декілька переваг. Окрім швидкості та можливості відправки повідомлень всім користувачам, які перебувають в заданій зоні, СВ також дозволяє надсилати повідомлення безпосередньо на мобільні телефони, що робить його більш ефективним та надійним способом оповіщення про надзвичайні ситуації.

Однак, СВ також має деякі недоліки. Зокрема, він залежить від наявності покриття мобільної мережі в заданій географічній зоні та може бути обмежений кількістю повідомлень, які можна надіслати за раз. Крім того, є ризик спаму та надсилання непотрібної інформації, що може призвести до ігнорування повідомлень користувачами.

**Системи сповіщення про надзвичайні ситуації різних країн.** У США є національна система екстреного оповіщення (National Emergency Alert System).

Вона дозволяє відправляти повідомлення про надзвичайні ситуації на телебачення та радіо у всіх штатах (Приклад узятий з журналу «Latency and geofence testing of wireless emergency alerts intended for the ShakeAlert® earthquake early warning system for the West Coast of the United States of America» за доступом до ресурсу <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925753522002375>, рис. 2).

Ця система використовується для оповіщення населення про такі події, як природні катастрофи, терористичні атаки та інші загрози безпеці. У деяких штатах, таких як Каліфорнія, також існують системи оповіщення через мобільний зв'язок, що дозволяє

відправляти повідомлення про надзвичайні ситуації на телефони всіх підключених користувачів.



Рис. 2. Приклад повідомлення National Emergency Alert System

Канада має система оповіщення про надзвичайні ситуації, яка називається Alert Ready. Ця система також передбачає використання телебачення та радіо для відправлення повідомлень про надзвичайні ситуації, а ще можливість оповіщення через мобільний зв'язок та Інтернет. Крім того, в Канаді існує система сповіщення про загрозу терористичних актів (National Public Alerting System), яка дозволяє відправляти повідомлення про потенційну загрозу терористичних актів на телефони та інші пристрої підключених користувачів.

Японія розробила систему оповіщення про надзвичайні ситуації, яка називається J-Alert. Ця система дозволяє оповіщати населення про небезпечні ситуації, такі як землетруси, цунамі, виверження вулканів, тощо. Оповіщення можуть надходити через мобільний зв'язок, телебачення та радіо. Крім того, в Японії існує спеціальна система оповіщення про ядерну небезпеку, яка дозволяє відправляти повідомлення про можливу радіаційну небезпеку на телефони та інші пристрої підключених користувачів.

У Ізраїлі є система оповіщення про ракетні загрози, яка називається Iron Dome. Ця система дозволяє виявляти ракетні атаки та відправляти повідомлення на мобільні телефони та інші пристрої про можливу небезпеку та необхідність захисту. Крім того, в Ізраїлі існує система оповіщення про надзвичайні ситуації, яка називається Home Front Command, яка дозволяє надсилати повідомлення на мобільні телефони та інші пристрої про можливі небезпеки та інструкції щодо дій у разі надзвичайних ситуацій.

Очевидно що запровадження подібних заходів врятували не одну сотню людських життів.

**Меш мережі та їх переваги.** Mesh-мережа є технологією, що передбачає побудову мережі без центральної точки доступу до Інтернету або не маючи "головного" вузла. Вона передбачає, що кожен вузол мережі може бути використаний як маршрутизатор для передачі даних між іншими точками мережі. Таким чином, мережа створюється шляхом сполучення вузлів, які забезпечують передачу даних від одного вузла до іншого, забезпечуючи маршрутизацію на рівні протоколу.

Найпоширенішим прикладом Mesh-мереж є Wi-Fi мережі, які можуть бути використані для створення Mesh-мережі. Інші приклади включають мережі сенсорів та мережі зв'язку для військових додатків.

В основному, Mesh-мережі використовуються в тих випадках, коли наявність центральної точки доступу до мережі є неможливою або необхідна більш висока стійкість до перебоїв.

Однією з головних переваг Mesh-мереж є те, що вони забезпечують більш високу стійкість до перебоїв. Оскільки вузли мережі можуть бути використані для передачі даних між іншими вузлами, мережа може продовжувати працювати навіть у випадку відмови одного або кількох вузлів. Більше того, Mesh-мережі можуть бути більш легкими та менш дорогими для встановлення, оскільки вони не потребують центральної точки доступу до мережі.

Mesh-мережі також можуть бути корисними в тих випадках, коли необхідна мобільність. Наприклад, у випадку війни або катастрофи, Mesh-мережі можуть бути використані для забезпечення зв'язку між різними військовими підрозділами або для організації зв'язку між пошкодженими районами та рятувальними службами. У цих випадках, Mesh-мережі можуть бути швидко встановлені, оскільки вони не потребують наявності інфраструктури, і можуть бути більш ефективними в забезпеченні зв'язку.

**Поєднання технології Cell Broadcast та Mesh мереж за для максимізації поінформованості населення та функціонуванні системи у надзвичайних умовах.** Головним недоліком системи географічного повідомлення Cell Broadcast є її безпорадність за умов виходу з ладу одної або декількох сітльникових веж під час надзвичайних ситуацій.

Саме для цього можуть бути використані усі телефони людей у області лиха для встановлення меш

мережі, яка допоможе постраждалим комунікувати між собою та рятувальниками або поліцією, під час надзвичайних ситуацій. Кликати на допомогу та сигналізувати про своє місцезнаходження навіть під завалами.

**Можливий подальший розвиток технології у багатошарову систему безпеки.** Наступний розвиток технології порятунку може бути виконаний через співпрацю державного Міністерства цифрової трансформації України, більшості операторів стільникової мережі (що вже було протестовано державною службою України з надзвичайних ситуацій) та поєднано у єдиний мобільний додаток що заздалегідь має вбудовані інструкції поведінки у різних надзвичайних ситуаціях та мапою безпосередньо найближчих місць сховку.

Та не менш важливе – має щоденні коефіцієнти можливості тих чи інших природних та техногенних лих на базі синоптичного обґрунтування та показників з об'єктів підвищеної небезпеки.

### Висновки

У статті проаналізовано особливості функціонування систем оповіщення про надзвичайні ситуації та сторони можливого їх покращення.

Проаналізовано існуючі системи поза межами та усередині країни.

Проаналізовано методи підвищення ефективності функціонування цих систем.

Зроблено висновок, що виникла необхідність у створенні методів забезпечення населення за допомогою більш розвиненої та досконалої версії системи реагування на надзвичайні ситуації.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Андрієнко М. В., Дячкова О. М., Борисов А. В., Соколенко О. І. Інформаційна система державного оповіщення при виникненні надзвичайних ситуацій в Україні. *Державне управління: удосконалення та розвиток*. 2019. № 5. URL: [http://www.dy.nayka.com.ua/pdf/5\\_2019/5.pdf](http://www.dy.nayka.com.ua/pdf/5_2019/5.pdf).
2. Про затвердження Положення про єдину державну систему цивільного захисту: Постанова Кабінету Міністрів від 9 січня 2014 р. № 11. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/11-2014-%D0%BF>.
3. Положення про організацію оповіщення про загрозу виникнення або виникнення надзвичайних ситуацій та зв'язку у сфері цивільного захисту. 2017 р. № 733. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/733-2017-%D0%BF#n9>.
4. Кодекс цивільного захисту України: закон від 02 жовтня 2012 р. № 5403-VI // Відомості Верховної Ради України. 2013. № 34-35. Ст. 458. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#n140>.
5. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 № 5403-VI. URL: <https://www.uzhnu.edu.ua/en/infocentre/get/732>.
6. Офіційний сайт Державної служби України з надзвичайних ситуацій. URL: <https://dsns.gov.ua/>.
7. Воробієнко П. П., Нікітюк Л. А., Резніченко П. І. Телекомунікаційні та інформаційні мережі : Підручник [для вищих навчальних закладів]. К.: САММІТ-Книга, 2010. 708 с. URL: [https://www.dut.edu.ua/uploads/1\\_472\\_12078122.pdf](https://www.dut.edu.ua/uploads/1_472_12078122.pdf).
8. Cel@lert (2005) Cell broadcasting. URL: [http://www.cell-alert.co.uk/cell\\_broadcasting.html](http://www.cell-alert.co.uk/cell_broadcasting.html).

Received (Надійшла) 22.01.2023

Accepted for publication (Прийнята до друку) 01.03.2023

### Method of interaction of computer systems components during emergency notification

Bohdan Bondarenko, Heorhii Kuchuk

**Abstract.** The article discusses the emergency notification system, which can be used to anticipate and respond to various emergency situations. Various types of emergencies, such as natural disasters, man-made accidents, cyber-attacks and acts of terrorism, are considered and the importance of a quick and effective response to them is discussed. The existing message systems and their functions, as well as the variability of the architecture and configuration of the elements of such systems are also considered. Based on the analysis, it can be concluded that effective emergency notification systems should have flexible architecture, variability of functions and configuration of elements to ensure their adaptation to various application cases. As a conclusion, the best and most fault-tolerant emergency notification system has been determined.

**Keywords:** emergency situation, message system, interaction of components, computer systems, prevention, cell broadcast, mesh- networking, architecture, configuration, security.