

# ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ ЕСТРЕННИХ ВИКЛИКІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

<sup>1</sup> Вінницький національний технічний університет;

## *Анотація*

*Запропоновано метод підвищення пропускної спроможності системи екстрених служб в системі екологічної безпеки, що дозволяє врахувати вплив сукупності факторів, таких як: вибір структури системи екстрених служб; загальне число центрів обслуговування викликів в системі; вплив методу розподілу надлишкового трафіку; особливості формування оперативного резерву.*

**Ключові слова:** система екстрених служб, екологічна безпека, центр обслуговування викликів, розподілення надлишкового трафіку, оперативний резерв, надзвичайна ситуація, TETRA, LTE, IP- 4G, RDA.

## *Abstract*

*A method of increasing the capacity of the emergency services system is proposed in the system of ecological safety, which allows to take into account the influence of a set of factors, such as: the choice of the structure of the emergency services system; the total number of call centers in the system; the influence of the method of distribution of excess traffic; features of the formation of the operational reserve.*

**Keywords:** emergency system, ecological safety, call center, redundancy distribution, operational reserve, emergency, TETRA, LTE, IP-4G, RDA

## **Вступ**

Актуальність теми. Багатофункціональний комплекс центру обслуговування (обробки) екстрених викликів (ЦОВ) повинен забезпечувати прийом і обробку вхідних звернень від населення силами операторів «Системи 112», розподіл заявок на реагування між екстреними службами. Інтеграція ресурсів екстрених служб в рамках «Системи 112» для попередньої обробки викликів операторами «Системи 112» дозволяє передавати в автоматизованому режимі дані екстреного виклику операторам таких служб як пожежна, швидка допомога, поліція, газова служба, «Антитерор». Безпосередньо в ЦОВ «Системи 112» можуть формуватися групи операторів для виконання спеціальних завдань. Передбачається, що розгортання «Системи 112» буде сприяти підвищенню оперативності взаємодії між екстреними службами, зменшувати час реагування на техногенні, надзвичайні ситуації (НС).

Перспективним є використання в «Системі 112» засобів професійного радіотелефонного зв'язку та безпілотних літальних апаратів (БПЛА) для координації аварійно-рятувальних робіт, як при виникненні НС, так і при ліквідації її наслідків (доступ до мобільного зв'язку може бути обмежений через загрозу терактів).

У даній роботі досліджено особливості об'єднання в системі екстрених служб ресурси декількох центрів обслуговування викликів ЦОВ для обслуговування трафіку екстрених викликів. Така система взаємодопомоги повинна забезпечувати можливість перенаправлення надлишкового трафіку від центру обслуговування викликів із зони НС (далі позначаємо його як ЦОВ - НС) в ЦОВ екстрених служб, які не порушені надзвичайною екологічною ситуацією. Передбачається, що відмова в обслуговуванні виклику (напрямок виклику на інтерактивні голосові меню Interactive voice menu, IVR) настає, якщо в момент надходження екстреного виклику в системі будуть відсутні вільні і доступні оператори. Зменшення частки викликів, які направляються на IVR, буде сприяти зниженню рівня паніки.

Таким чином, перехід від традиційного варіанту організації незалежних екстрених служб до єдиної інформаційної територіально-розподіленої «Системи 112» відкриває нові напрямки досліджень. Актуальність дослідження підтверджується необхідністю своєчасного реагування екстрених служб на звернення громадян, тенденцією швидкого зростання трафіку екстрених викликів при виникненні НС, потребою ефективного використання технічних ресурсів «Системи 112».

Мета: дослідження і розробка методу підвищення пропускної спроможності системи екстрених служб при виникненні надзвичайної екологічної ситуації, що враховує особливості організації

взаємодопомоги і можливість виділення оперативного резерву в центрах обслуговування викликів.

Предметом розгляду є аналіз перспективності використання систем цифрового транкінгового зв'язку в «Системі 112» із залученням безпілотних літальних апаратів (БПЛА) як додаткового ресурсу зв'язку при виникненні НС.

### Результати дослідження

Загальні тенденції конвергенції, інтеграції та консолідації ресурсів мобільного та фіксованого зв'язку повинні враховуватися при організації сучасних служб екстреного зв'язку [1-3].

Конвергенція виражається в прагненні об'єднати ресурси телекомунікацій та інформатизації для надання якісно нових послуг користувачам. Основні вимоги до організації єдиної екстреної спеціальної служби, що отримала назву «Система 112» або «Служба 112», вперше були визначені рішенням Європейського Союзу (ЄС) від 29 липня 1991 року.

У зв'язку з епідемією коронавірусу 2020 року з'явилася тенденція організації на базі «Системи 112» волонтерських служб. Досвід розгортання «Системи 112» в ЄС і в Україні становить практичний інтерес для країн.

Процес консолідації може бути проілюстрований можливістю залучення і використання в режимі надзвичайної ситуації (НС) ресурсів телекомунікації, що належать різним регіональним операторам зв'язку.

Для успішного функціонування «Системи 112» потрібно інтегрувати ЦОВ з іншими інформаційними системами, забезпечуючи обслуговування абонентів різних варіантів доступу (мобільний, стаціонарний і доступ через Інтернет) [4]. Таким чином, перехід від традиційного варіанту організації незалежних екстрених служб до об'єднання ресурсів в єдиній «Системі 112» відкриває нові напрямки досліджень, що дозволяють врахувати останні мережеві і системні аспекти розвитку екстрених служб. Передбачається, що розгортання «Системи 112» буде сприяти підвищенню оперативності взаємодії між службами і скорочувати час реагування на надзвичайні події.

При організації «Системи 112» потрібно враховувати мінливі вимоги, що стосуються якості роботи системи і обслуговування населення, а також додаткові можливості з розвитку системи з урахуванням впровадження нових технологій, методів керування потоками трафіку і устаткування з розширеним функціоналом [4]. Організація і розвиток «Системи 112» вимагає додаткового аналізу і досліджень з точки зору забезпечення сталого функціонування в різних умовах роботи, в тому числі - при надзвичайних ситуаціях.

При нестачі ресурсів (в даному випадку - це вільні оператори) засоби автоматичного контролю умов перевантаження дозволяють відправляти на розподільник надлишкового навантаження ЦОВ-НС повідомлення про недоступність ресурсів даного ЦОВ. Комутатор навантаження, що отримав інформацію про недоступність конкретного ЦОВ, припиняє надсилати надлишкові виклики до цього ЦОВ. Далі комутатор навантаження включає функцію Reroute Control, яка забезпечує регулювання частки викликів, які направляються до інших ЦОВ [2-4]. Перерозподіл частки навантаження відбувається поступово.

Як приклад - частина операторів ЦОВ ЕДДС може резервуватися для обслуговування трафіку, традиційно надходить із «своїї» зони обслуговування, утворюючи так званий оперативний резерв (ОР). Можливий варіант організації перенаправлення викликів на верхньому рівні ієрархії «Системи 112», а саме при наявності зв'язку між ЕДСС по оптичному кільцю з залученням технологій пакетної комутації, передбачає застосування методу надлишкового перенаправлення Over flow Reroute (ORR). Принцип його роботи полягає в тому, що при переході будь-якого ЦОВ екстрених служб в режим блокування (всі оператори зайняті) в цьому ЦОВ активізується метод ORR [1]. В останньому в ланцюжку взаємодопомоги ЦОВ активізується скасування методу надлишкового перенаправлення за допомогою процедури Cancel Reroute Overflow (CRO).

За рекомендацією МСЕ-Т в системі порятунку можуть використовуватися технологія GSM і технологія LTE. Але є велика ймовірність того, що такі технології не будуть доступні до використання (загроза терористичних актів).

Системи цифрового транкінгового зв'язку спеціально розроблені для застосування в екстрених службах, комерційних підприємствах і транспортних компаніях [2].

Система мобільного радіозв'язку повинна відповідати чотирьом ключовим вимогам, щоб її можна було використовувати для професійного зв'язку.

Інфраструктура повинна бути стійкою і високо доступною. Зазвичай це досягається за допомогою надлишкової мережевої архітектури, надлишкових каналів між мережевими елементами і використанням відмовостійких мережевих елементів. Крім того, базові станції можуть підвищити доступність своїх осередків, працюючи в резервному режимі і надаючи мінімальне обслуговування, коли з'єднання з інфраструктурою втрачається і коли послуги всій мережі не можуть тимчасово підтримуватися [3].

В критично важливих мережевих службах зв'язок повинен бути доступним і стабільним (особливо в разі великомасштабних лих). Навіть на межі стільника мовні пакети, короткі повідомлення даних і пакетні дані повинні надійно передаватися кінцевому користувачеві [4].

Важливим також є забезпечення мережею функції безпеки для захисту користувачів: взаємну аутентифікацію інфраструктури і терміналів; способи тимчасового і постійного відключення терміналів і смарт-карт; виявлення та компенсацію перешкод на радіоінтерфейсу; шифрування в радіоінтерфейсу призначених для користувача даних і даних сигналізації, включаючи адреси; наскрізне шифрування даних користувача.

Професійні користувачі в основному працюють в групах. При цьому, мережа повинна підтримувати багатоточковий зв'язок, тобто групові виклики, групові адресні короткі повідомлення даних і групові адресні пакетні дані.

Цифровий стандарт TETRA (TErrestrial TRunked RAdio) є відкритим стандартом цифрового транкінгового радіозв'язку, що дозволяє забезпечувати спільну роботу обладнання різних виробників. Етапи еволюції для стандартизації та впровадження TETRA 3 в якості професійної мобільної технології радіозв'язку для передачі голосу і даних з підтримкою 4G і повністю IP- 4G, описані в роботах [1-3] і представлені на рисунку 1.

Враховуються вимоги користувачів професійної мобільного радіозв'язку до широкосмугових додатків критично важливих даних, які включають передачу даних про місцезнаходження, передачу мультимедійного відео і фото, офісні додатки, завантаження і вивантаження оперативної інформації, запити до бази даних в режимі on-line. Мережа радіодоступу і базова мережа в версії TETRA 3 повинні стати повністю IP (Internet Protocol), зберігаючи при цьому високу якість обслуговування голосових послуг.

Стандарт TETRA відповідає перерахованим вище вимогам. Порівняльний аналіз цифрових стандартів професійного радіозв'язку, що набули поширення в ЄС і в Україні, за основними характеристиками (технічним, функціональним можливостям, що надаються зв'язку, можливості взаємодії з безпілотними літальними апаратами). Детально аналіз використання TETRA для побудови «Системи 112» представлено в публікаціях [3, 4].

Ресурси радіозв'язку TETRA використовувалися для організації навчань з ліквідації НС і для побудови єдиної мережі в системах порятунку в регіонах країни.

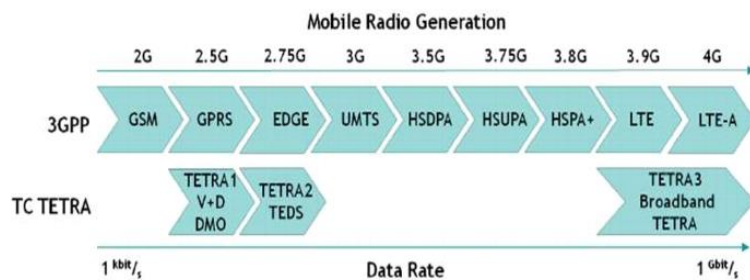


Рисунок 1 - Зіставлення комерційних стандартів мобільного радіозв'язку з реалізаціями професійного стандарту TETRA

Стандарт TETRA є технологічно найбільш досконалим стандартом професійного радіотелефонного зв'язку, і має найбільшу розгалуджену базу в світі. Цифрова система TETRA може працювати в трьох режимах зв'язку -напівдуплексу, дуплексу, передачі мультимедійного трафіку. При дослідженні можливостей обладнання стандарту TETRA, його можна розглядати з точки зору теорії телетрафіка як СМО з груповим надходженням заявок (заявки від джерела в режимі напівдуплекса, заявки від джерела в режимі дуплексу, і, на кінець, заявки від джерела в режимі мультимедіа). Для опису даної системи пропонується використовувати методи теорії телетрафіка.

Поява додаткового трафіку в системах і мережах зв'язку (в нашому випадку - при виникненні НС)

може проводити до підвищення ймовірності втрат за викликами. Загальноприйнятою практикою в організації роботи центрів обслуговування викликів є переадресація надлишкового трафіку на інтерактивне голосове меню. При виникненні НС така переадресація можлива, але оскільки прийняття рішень в цьому випадку затягується, то може бути упущено час на оперативне реагування.

Одним з можливих шляхів поліпшення зазначеної ситуації є обслуговування надлишкового трафіку з використанням обхідних (альтернативних) напрямку. Для розрахунку числа каналів в обхідному напрямку, на яке може надсилатися надлишкова для інших напрямків зв'язку навантаження, використовується метод RDA. Можливості, принципи використання методу RDA описані в роботах [2, 4]. Метод RDA дає досить точні оцінки числа каналів в повнодоступному пучку, що обслуговує суму надлишкових навантажень.

Актуально використання методу RDA: для оцінки стійкості до перевантажень центрів обслуговування викликів екстрених служб, об'єднаних в систему взаємодопомоги; для визначення необхідного числа радіоканалів при взаємодії з безпілотним літаючим апаратом, використовуваним для апаратного керування технічними і людськими ресурсами «Системи 112» при ліквідації наслідків техногенних НС.

Актуальність моделювання визначається високою складністю досліджуваної системи. Аналітичне дослідження функціонування системи екстрених служб передбачає: функціонування ЦОВ-НС з визначенням характеристик потоку трафіку викликів на вході розподільника надлишкових викликів, які передбачається проводити за методом RDA; функціонування центрів обслуговування екстрених викликів, в яких може виділятися оперативний резерв, недоступний для викликів із зони НС. Виділення оперативного резерву може бути актуально для збереження достатнього високої якості обслуговування користувачів в зонах, не порушених НС. Коректність аналітичного опису повинна бути підтверджена результатами моделювання. Для більшої наочності при написанні програми моделювання використовувалася робота з масивами даних, в яких будуть згруповані дані про моментах надходження заявок на обслуговування, тривалості їх обслуговування, наявності ресурсу вільних операторів для обслуговування заявок. Використання масивів даних дозволяє простежити в режимі on - line обслуговування конкретної заявки, або групи заявок.

### Висновок

Надзвичайні екологічні ситуації супроводжуються різким зростанням телекомунікаційного трафіку, що надходить в Систему 112. Центри обслуговування викликів є основною точкою входу для всіх звернень, тому необхідне рішення, яке забезпечить необхідний функціонал при виникненні і розвитку надзвичайної ситуації.

Об'єднання ресурсів в єдину систему екстрених служб для перерозподілу надходить трафіку в «Системі 112» є одним з перспективних підходів для усунення негативного впливу НС і забезпечення високої ймовірності успішного обслуговування екстрених викликів операторами ЦОВ. Актуальною науковою задачею є розроблення методу підвищення пропускну здатності системи екстрених служб, що дозволяє врахувати вплив сукупності факторів, таких як: вибір структури системи екстрених служб; загальне число центрів обслуговування викликів в системі; вплив методу розподілу надлишкового трафіку; особливості формування оперативного резерву. На етапі ліквідації наслідків НС для забезпечення оперативного зв'язку в рамках «Системи 112» перспективним є використання обладнання професійного радіотелефонного зв'язку. Обмежений ресурс радіоканалів визначає актуальність оцінки пропускну здатності радіоінтерфейсу для забезпечення надійного зв'язку.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ложковський А.Г. Нові методи теорії телетрафіка / Ложковський А.Г. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2018. – 80 с.
2. Математичні моделі та методи аналізу надійності радіоелектронних, електротехнічних та програмних систем: монографія / Ю. Я. Бобало, Б. Ю. Волочій, О. Ю. Лозинський, Б. А. Мандзій, Л. Д. Озірковський, Д. В. Федасюк, С. В. Щербовських, В. С. Яковина. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – 300 с.
3. Теорія масового обслуговування в телекомунікаціях / А.Г. Ложковський. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2010. – 112 с.
4. Волочій Б.Ю. Технологія моделювання алгоритмів поведінки інформаційних систем: монографія / Б.Ю. Волочій. – Львів: Вид-во Нац. ун-ту “Львівська політехніка”, 2004. – 220 с.

**Васильківський Микола Володимирович** — канд. техн. наук, доцент кафедри ТКСТБ, заступник декана факультету ІПЕН, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com

***VasykivskyMykola V.*** — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Telecommunication system and television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [mvasylkivskyi@gmail.com](mailto:mvasylkivskyi@gmail.com)