

*А.В. Загора, к.т.н., доцент, ст. викладач, НУЦЗУ,  
А.Б. Фещенко, к.т.н., доцент, НУЦЗУ*

## **ВИБІР КАНАЛУ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ ПІДСИСТЕМИ ЗБОРУ ТА ВІДОБРАЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ РУХОМИХ ОБ'ЄКТІВ РАЙОНУ НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ**

(представлено д.філос. Б. Сцакал)

Розглянуто підходи до проблеми вибору каналів передачі даних у системі моніторингу мобільних об'єктів шляхом оптимізації основних експлуатаційних показників системи. Представлені можливі варіанти побудови системи моніторингу, адаптовані до умов надзвичайної ситуації.

**Ключові слова:** системи моніторингу, структура системи, надзвичайна ситуація, моніторинг мобільних об'єктів.

**Постановка проблеми.** Необхідність координації руху транспортних засобів екстреної допомоги в епоху урбанізації і наступних за нею в умовах сучасного міста повсякденних місцевих пробок породила потребу поліпшення управління рухомими одиницями в режимі реального часу. Актуальною також залишається проблема забезпечення під час надзвичайної ситуації (НС) швидкого прямого зв'язку між екіпажами ліквідаторів і базовою станцією (диспетчером), а також між екіпажами. Наявні зараз технічні рішення систем моніторингу рухомих об'єктів (СМРО) дозволяють оперативно відслідковувати стан транспортних засобів (ТЗ) на інтерактивній карті, читати статуси їх роботи, давати оперативні команди і безпосередньо зв'язуватися з водіями й екіпажами [1]. В той же час вразливим елементом СМРО, який зараз має суттєвий вплив на надійність її функціонування, залишається канал передачі даних підсистеми збору та відображення інформації (ПЗВІ), за яким йдуть сигнали управління та здійснюється передача даних о поточних параметрах об'єктів моніторингу на сервер обробки даних. В якості такого каналу в сучасних СМРО пропонується переважно використання каналів GSM-зв'язку, але під час масштабних НС, таких як лісові пожежі, повені, а також при виконання підрозділами ліквідаторів завдань за межами населених пунктів функціонування стільникового зв'язку стає ненадійним, або не забезпечується взагалі через низький розвиток відповідної інфраструктури у сільській місцевості. Проблема, таким чином, полягає у забезпеченні СМРО надійним каналом передачі даних ПЗВІ, спроможним виконувати покладені на нього завдання в умовах надзвичайної ситуації.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У роботі [1] запропоновано варіант практичної реалізації СМРО пасажирського транспорту з використанням GSM-каналу збору даних. В роботі [2] наводиться прик-

лад повнофункціонального супутникового навігаційного блоку СМРО пасажирського транспорту на базі УКХ- радіостанції. В роботі [3] наведено приклад мобільної реалізації базової станції GSM-зв'язку.

Розглядаються також варіанти підвищення надійності радіонавігаційних визначень СМРО шляхом комплексування глобальних і локальних (регіональних) систем навігації [4, 5].

В роботі [6] наведені загальні критерії надійності функціонування складних систем управління та зв'язку у сфері цивільного захисту.

**Постановка завдання та його вирішення.** Існуючі в наш час СМРО містять, як один з головних елементів підсистему збору та відображення інформації (рис. 1), яка забезпечує збір параметрів руху РО, що визначаються навігаційними модулями, встановленими на РО.



Рис. 1. Загальна структура СМРО

Функціонування ПЗВІ дозволяє відстежити в реальному часі розташування, швидкості руху, статуси і стани додаткових датчиків, увімкнених на РО, що охоплюються системою; графічно подати інформацію про пройдений РО шлях на картах, встановлених як на серверах системи, так і на терміналах диспетчерів (ліквідаторів НС); наносити на карту зразкові маршрути і вказівки, а також, повідомлення про перетин РО кордонів робочої зони або зміну маршруту, визначати критерії, що дозволяють інформувати диспетчера про порушення у функціонуванні ТЗ; обслуговувати бази архівних даних підключених до системи ТЗ; розраховувати час роботи ТЗ за вказаний період часу; створювати докладних дорожніх карт для конкретних пожежних машин; аналізувати зібрані архівні дані, складати зведені таблиці і графіки, обробляти статистичні дані задля оптимізації управління людськими і технічними ресурсами, ефективного розміщення баз і пунктів постачання. За допомогою СМРО диспетчер може постійно контролювати місце розташування ліквідаторів або ТЗ, що беруть участь в операції, розміщення підрозділів (мобільних груп), що знаходяться у районі НС, що може істотно впливати на оперативність прийняття рішень, збільшити шанси на успіх рятувальної операції, підвищити безпеку праці.

По каналах передачі даних ПЗВІ здійснює зв'язок з навігаційними модуль, встановленими у ТЗ служби порятунку (GPS-трекерами). Головним завданням GPS-трекера є збір і передача на сервер системи у режимі реального часу даних про поточну позицію, швидкість та стани увімкнених на РО датчиків. Крім цього він може забезпечувати ряд додаткових функцій, таких як розрахунки необхідного часу на переміщення, швидку передачу текстових повідомлень кнопками статусів (станів), на кшталт "виїзд на виклик", "на місці", "локалізація", "повернення на базу", або, наприклад, "потрібна допомога".

В умовах НС, коли функціонування стільникового зв'язку стає ненадійним, передача даних від GPS-трекерів може здійснюватися резервними засобами - рухомими радіостанціями, які є на озброєнні ліквідаторів: переносними, або автомобільними засобами радіозв'язку, обладнаними додатковими пристроями (модемами) для передачі цифрових текстових (СМС), або мовних повідомлень (рис. 2).



**Рис. 2. Передача даних ПЗВІ по радіоканалам управління**

Очевидно, що вартість додаткового телекомунікаційного обладнання такої системи буде збільшуватись при збільшенні кількості РО.

Для забезпечення дії великої кількості ліквідаторів може бути обрано інше рішення – розгортання у районі НС мобільних ретрансляторів стільникового зв'язку (рис. 3), розміри яких у наш час можуть бути дуже малими [4]. Цей підхід дозволяє також частково забезпечити використання в умовах НС звичайних стільникових терміналів зв'язку для передачі мовних і інших повідомлень.

Оскільки задачі, які вирішують підрозділи ДСНС, можуть суттєво відрізнитися залежно від масштабу катастроф, що долаються, виникає проблема оптимізації вибору структури ПЗВІ, технічних засобів, що використовуються для створення каналів передачі даних.



**Рис. 3. Передача даних ПЗВІ через мобільні ретранслятори стільникового зв'язку**

Оскільки задачі, які вирішують підрозділи ДСНС, можуть суттєво відрізнятися залежно від масштабу катастроф, що долаються, виникає проблема оптимізації вибору структури ПЗВІ, технічних засобів, що використовуються для створення каналів передачі даних. Вирішення проблеми вимагає урахування низки технічних і економічних показників підсистеми, що застосовується. Як головні технічні показники цієї ПЗВІ можуть розглядатися такі, як:

- час передачі даних від GPS-трекера на сервер системи;
- час обробки обчислювальною підсистемою отриманих даних;
- час видачі на екран обладнання відображення оперативно-довідкової інформації;
- максимальна кількість параметрів РО, що водночас можуть обслуговуватися системою;
- коефіцієнт готовності обчислювального комплексу;
- середнє напруцювання системи на відмову при виконанні функції в умовах НС;
- вірогідність виникнення помилки у складі системи (безвідмовної роботи технічного засобу)  $P_{ТЗ}$  тощо.

Для врахування економічної ефективності функціонування СМРО може бути прийнято відношення узагальненого результату застосування цієї підсистеми в реальних умовах до приведених витрат на побудову та експлуатацію системи:

$$E_C = E/C, \quad (1)$$

де узагальнений результат застосування (економічний ефект) СМРО можна визначити як

$$E = \alpha[(C_{\text{дп1}} - C_{\text{дп2}}) + (C_{\text{пп1}} - C_{\text{пп2}}) + (C_{\text{нп1}} - C_{\text{нп2}})], \quad (2)$$

де  $C_{\text{дп1}}, C_{\text{дп2}}$  – середні значення матеріальних втрат, які виникають на об'єкті гасіння (НС) до початку пожежі відповідно при відсутності СМРО та при її застосуванні;  $C_{\text{пп1}}, C_{\text{пп2}}$  – середні значення матеріальних втрат, які виникають під час гасіння пожежі відповідно при відсутності СМРО та при її застосуванні;  $C_{\text{нп1}}, C_{\text{нп2}}$  – середні значення не-прямих матеріальних втрат, які виникають під час гасіння пожежі, відповідно при відсутності СМРО та при її застосуванні;  $\alpha$  – середня кількість пожеж (НС) за досліджуваній період.

Приведені витрати на побудову та експлуатацію СМРО можна визначити як

$$C = C_{\text{ек}} + E_{\text{н}} K_{\text{п}} \quad (3)$$

де  $C_{\text{ек}}$  – витрати на експлуатацію системи (технічне обслуговування, профілактику, ремонт);  $E_{\text{н}}$  – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень;  $K_{\text{п}}$  – витрати на побудову СМРО (капітальні вкладення).

Оскільки ефективність застосування СМРО залежить також від ймовірності безвідмовної роботи технічних засобів  $P_{\text{ТЗ}}$ , з урахуванням цього показника ефективність функціонування СМРО необхідно визначати як

$$E_{\text{С}} = E \times P_{\text{ТЗ}}/C. \quad (4)$$

Імовірність безвідмовної роботи підсистеми є імовірністю того, що в межах заданого часу з початку роботи відмова об'єкта не виникає. На практиці імовірність безвідмовної роботи можна визначити за формулою

$$P_{\text{ТЗ}} = (N - n(t))/N, \quad (5)$$

де  $N$  – число виробів, поставлених на випробування в момент часу  $t_0 = 0$ ,  $n(t)$  – число виробів, що відмовляють за час  $t$ .

Для оцінки надійності підсистеми, що може відновлюватися при проведенні ремонту, з урахуванням реальних умов експлуатації і проведення технічного обслуговування можуть застосовуватися такі показники, як коефіцієнт готовності, коефіцієнт оперативної готовності. Коефі-

цієнт готовності характеризує ймовірність справного стану системи моніторингу у будь-який довільний час

$$K_{\Gamma} = T_{CP} / (T_{CP} + T_B), \quad (6)$$

де  $T_{CP}$  – середнє напрацювання до відмови;  $T_B$  – середній час на відновлення засобу чи системи.

Якщо деякі відмови передбачувані, то вони можуть бути усунені шляхом технічного обслуговування при наявності апаратури прогнозування відмов.

Коефіцієнт оперативної готовності характеризує ймовірність того, що система моніторингу у будь-який довільний час буде знаходитися у справному стані та відпрацює протягом часу  $t$ :

$$K_{OG} = K_{\Gamma} P_{T3}(t), \quad (7)$$

Цей показник характеризує ефективність застосування СМРО.

Наведені технічні й економічні показники характеризують ефективність роботи ПЗВІ з різних боків і будуть залежати від обраних засобів передачі даних, а також від тактичних особливосте їх застосування, масштабів надзвичайної ситуації, яка долається. Порівнюючи ці показники можна зробити обґрунтований вибір ПЗВІ і СМРО у цілому.

**Висновки.** Розглянуті показники ефективності підсистеми збору та відображення системи моніторингу рухомих об'єктів можуть бути застосовані для вибору каналів передачі даних і структури відповідної підсистеми у різних варіантах застосування підрозділів ДСНС, використання мобільних підрозділів ліквідаторів при порушенні (відсутності) роботи звичайних каналів телекомунікації. Застосування мобільних технічних засобів дозволяє не лише підвищити рівень інформаційного забезпечення керівництва ліквідацією НС, прискорити процес її подолання, а й підвищить безпеку праці ліквідаторів в умовах надзвичайної ситуації.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Моніторинг пасажирського транспорту [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://www.sattrans.com.ua/ukr/spets-rishennya/kontrol-pasazhirskogo-transportu/sistema-gps-monitoringu.html>
2. Автоматизированная радионавигационная система диспетчерского управления пассажирским транспортом (АСУ-Навигация) [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://www.transnavi.ru/projects/asdu/about/about.php>.
3. Мобильная базовая станция на КАМАЗе. [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://habrahabr.ru/company/beeline/blog/132643>.

4. Как повысить точность и надёжность ГЛОНАСС [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://vestnik-glonass.ru/stati/kak-povysit-tochnost-i-nadyezh-nost-glonass>.

5. Загора О.В. Підвищення точності місцевизначення підсистеми моніторингу мобільних об'єктів ДСНС шляхом комплексування каналів [Електронний ресурс] / А.Б. Фещенко, Є.Є. Селеєнко // Проблеми надзвичайних ситуацій. – Х.: НУЦЗУ, 2014. – №20. – С. 53-59. Режим доступу: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/3091/1/zakora.pdf>.

6. Чуб І.А. Автоматизовані системи управління та зв'язок у сфері цивільного захисту [Електронний ресурс] / В.Є. Пустоваров, Г.Е. Винокуров, П.М. Бортнічук, Л.А. Клименко. – Х.: АЦЗУ, 2005. – 272 с. Режим доступу: [http://univer.nuczu.edu.ua/tmp\\_metod/88/88.pdf](http://univer.nuczu.edu.ua/tmp_metod/88/88.pdf).

7. Сотовая базовая станция в вашем кармане [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://geektimes.ru/post/113437>.

*Отримано редколегією 02.09.2017*

А.В. Загора, А.Б. Фещенко

**Выбор канала передачи данных подсистемы сбора и отображения информации системы мониторинга подвижных объектов района чрезвычайной ситуации**

Рассмотрены подходы к проблеме выбора каналов передачи данных в системе мониторинга мобильных объектов путем оптимизации основных эксплуатационных показателей системы. Представлены возможные варианты построения системы мониторинга, адаптированные к условиям чрезвычайной ситуации.

**Ключевые слова:** системы мониторинга, структура системы, чрезвычайная ситуация, мониторинг мобильных объектов.

O.V. Zakora, A.B. Feshchenko

**Choice of the data transmission channel of the subsystem for the collection and display of information of the monitoring system for mobile objects in the emergency area**

Approaches to the problem of the choice of data transmission channels in the monitoring system of mobile objects are considered through optimization of the main operational indicators of the system. The possible variants of the system construction, adapted to the emergency conditions are presented.

**Keywords:** monitoring system, system structure, emergency situation, monitoring of mobile objects.