

УДК 351.861

В.В. Тютюник<sup>1</sup>, В.Д. Калугін<sup>1</sup>, Л.Ф. Черногор<sup>2</sup>, Р.І. Шевченко<sup>1</sup><sup>1</sup> Національний університет цивільного захисту України, Харків<sup>2</sup> Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Харків

## РОЗРОБКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНИХ ОСНОВ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ЗОНИ НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ, ЯКА ВКЛЮЧАЄ ДОСТАВКУ АВТОМАТИЗОВАНИХ ПРИСТРОЇВ КОНТРОЛЮ ПОВІТРЯНИМИ БЕЗПІЛОТНИМИ ЗАСОБАМИ

*Розв'язані науково-технічні основи для технічної реалізації системи моніторингу за зміною меж зони надзвичайної ситуації (НС), рівнем небезпеки в ній та прогнозування виникнення нових ризиків. Ця система характеризується тим, що для підвищення оперативності моніторингу сумісно застосовуються безпілотні повітряні засоби та наземні автоматизовані пристрої контролю факторів небезпеки НС. Доставка наземних пристроїв контролю у зону НС виконується повітряними безпілотними рухомими платформами.*

**Ключові слова:** надзвичайна ситуація, моніторинг зони надзвичайної ситуації, повітряні безпілотні засоби, автоматизовані пристрої контролю.

### Вступ

**Обґрунтування проблеми.** Розв'язання проблеми ефективного попередження та ліквідації НС різної природи [1 – 3] потребує розробки науково-технічних основ системи виявлення небезпечних чинників на етапі їх зародження та впливу на них з метою недопущення виникнення НС [4 – 6]. Одним з перспективних напрямків розв'язання цієї проблеми являється контроль стану небезпеки території при виникненні НС за допомогою безпілотних повітряних та наземних засобів безперервного отримання у реальному масштабі часу, інформації про рівень дії небезпечних факторів НС та оперативного прогнозування розмірів зони небезпеки та обстановки в ній.

**Аналіз останніх досліджень.** У рамках проведеного з глибиною пошуку до десяти років аналізу винахідницько-дослідницької діяльності [7 – 11] відомі технічні рішення визначення границь зон НС, які використовують космічні засоби встановлення місцезнаходження та розділяються за використанням повітряних і наземних рухомих платформ, для розташування засобів контролю факторів небезпеки, які викликані НС. При використанні повітряних рухомих платформ відомі корисні моделі: безпілотного літального апарату малого розміру для моніторингу територій пожеж, терористичних актів і техногенних катастроф [7], а також літака для повітряного моніторингу стану довкілля [8].

Безпілотний літальний апарат малого розміру для моніторингу територій пожеж, терористичних актів і техногенних катастроф [7], обладнаний засобами моніторингу, які включають навігаційне обладнання, радіопеленгатор, тепlopеленгатор і телекамеру, сполучені через бортовий комп'ютер з приймально-передавальною антеною GPS, «ГЛОНАС» або стільникового зв'язку для передачі результатів

моніторингу на центральний пункт управління літальним апаратом. Літак для повітряного моніторингу стану довкілля [8] обладнаний, по меншій мірі, одним засобом для моніторингу довкілля, який встановлено під крилом літака.

Недоліками використання повітряних рухомих засобів моніторингу зони НС у рамках відомих технічних реалізацій [7, 8] є те, що під час виникнення масштабної НС для охоплення необхідного обсягу точок вимірювання потребується використання декількох (в залежності від розмірів зони НС) літаків з організацією окремих каналів управління їх польотом і каналів передачі телеметричної інформації від засобів моніторингу. При реалізації режиму безперервного отримання у реальному масштабі часу інформації про стан зони враження цей спосіб моніторингу потребує збільшення у два-три рази кількості літаків і засобів контролю, якими вони обладнані, їх обслуговування, обладнання паливом і проведення ремонтних робіт. Крім того, виникає утруднення при управлінні безпілотними літальними апаратами при їх знаходженні у зонах поганої видимості (які виникають під впливом дій небезпечних факторів НС), у нічний час, у разі погіршення погодних умов, а також при необхідності проведення контролю небезпечних факторів НС біля поверхні Землі.

При використанні наземних рухомих платформ відомі: спосіб визначення меж зон надзвичайних ситуацій [9] і спосіб оперативного визначення епіцентрів, зміни меж зон НС і одержання оперативної інформації щодо прогнозування виникнення нових ризиків [10]. Спосіб визначення меж зон НС [9] застосовує наземні рухомі засоби та геостационарні супутники. Точки вимірювання встановлюються за допомогою наземних рухомих і геостационарних супутників, точки вимірювання переміщуються за допомогою наземних рухомих засобів.

Спосіб оперативного визначення епіцентрів, зміни меж зон НС та одержання оперативної інформації щодо прогнозування виникнення нових ризиків [10] застосовує наземні рухомі засоби з контрольно-вимірювальними засобами та засоби електрозв'язку, а також диспетчерський пункт та супутникові засоби з засобами електрозв'язку та електронно-обчислювальними засобами. Визначають зони НС та зміну факторів ризику за допомогою наземних рухомих засобів з контрольно-вимірювальними засобами, які надають інформацію про наслідки НС до диспетчерських пунктів за допомогою засобів електрозв'язку через супутникові засоби.

Недоліками використання наземних рухомих засобів моніторингу зони НС у рамках відомих підходів [9, 10] є те, що під час моніторингу неможливо охопити вимірюванням потрібний обсяг точок вимірювання у зоні НС, оскільки не всі точки є доступними для вимірювання. Крім того, реалізація цих підходів не забезпечує оперативного одержання потрібних обсягу та точності інформації.

Найбільш близьким технічним рішенням до проблеми розробки науково-технічних основ системи моніторингу зони НС є спосіб оперативного визначення ризиків НС [11]. Цей спосіб передбачає за допомогою наземних рухомих засобів з контрольно-вимірювальними пристроями визначати зони НС та зміну факторів ризику. Роль наземних рухомих засобів можуть відігравати транспортні засоби, а також окремі (піші) патрульні. Для надання інформації до диспетчерських пунктів напряму та через супутникові засоби про наслідки НС застосовують засоби електрозв'язку. Для аналізу динаміки подій, що виникатимуть у процесі тривання НС та підвищення оперативності збору інформації, повітряні рухомі засоби обладнують контрольно-вимірювальними й електронно-обчислювальними засобами з електронно-картографічними програмами, засобами радіонавігації й електрозв'язку.

Недоліками описаного вище способу оперативного визначення ризиків НС [11] є те, що можливості реалізації режиму безперервного у реальному масштабі часу оперативного одержання потрібного обсягу інформації про епіцентри та зміни меж зон НС обмежені можливостями використання (патрулювання) особового складу підрозділів, залучених до ліквідації НС. Крім того, термін моніторингу обмежується терміном знаходження літака у повітрі, що потребує використання декількох літаків, які обладнані ідентичними контрольно-вимірювальними й електронно-обчислювальними засобами з електронно-картографічними програмами, засобами радіонавігації й електрозв'язку.

### Постановка задачі та її розв'язання

**Метою цієї роботи** є розвиток науково-технічних основ для реалізації оперативного моні-

торингу за зміною меж зони НС, рівнем небезпеки в ній та прогнозування виникнення нових ризиків, за рахунок об'єднаного застосування безпілотних автоматизованих повітряних засобів та наземних пристроїв контролю факторів небезпеки НС, де доставка наземних пристроїв контролю у зону НС виконується повітряними рухомими платформами.

Мета роботи досягається тим, що безперервний та тривалий у реальному масштабі часу оперативний моніторинг за зоною НС здійснюється за рахунок:

а) сумісного об'єднання у систему моніторингу безпілотних автоматизованих повітряних засобів та наземних пристроїв контролю факторів небезпеки НС;

б) оперативної доставки наземних мобільних пристроїв контролю у зону НС безпіотною повітряною рухомою платформою (безпілотним літаком або гелікоптером);

в) створення в зоні та в околиці НС тимчасової (на період ліквідації НС) контролюючої мережі з автоматизованих наземних мобільних пристроїв контролю;

г) отримання й обробки інформації від наземних мобільних пристроїв контролю диспетчерським пунктом, який розташовано на наземній рухомій платформі (штабний автомобіль; пожежно-рятувальний автомобіль; автомобіль радіаційної, хімічної та біологічної розвідки; бронетранспортер; машина військової розвідки; тягач та ін.).

Функціональну схему цієї системи оперативного моніторингу за зміною меж зони НС, рівнем небезпеки в ній та прогнозування виникнення нових ризиків представлено на рис. 1, де 1 – наземний рухомий центр моніторингу; 2 – територія, на якій виникла НС; 3 – повітряна рухома платформа; 4 – наземний автоматизований пристрій контролю небезпечних факторів НС; 5 – супутникові засоби GPS навігації; 6 – зона враження НС; 7 – парашути для спускання п-ої кількості пристроїв контролю.

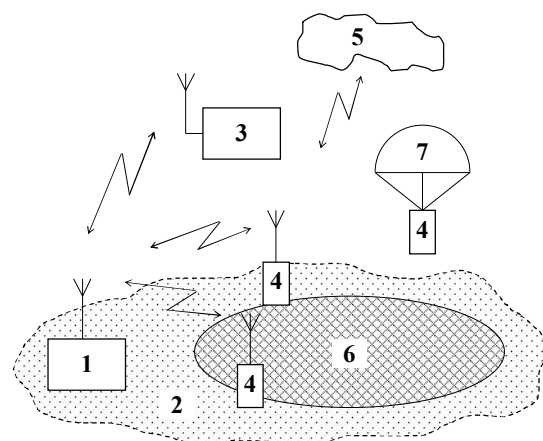


Рис. 1. Комплексна функціональна схема системи оперативного моніторингу за зміною меж зони НС, рівнем небезпеки в ній та прогнозування виникнення нових ризиків, з доставкою автоматизованих пристроїв контролю повітряними безпілотними засобами

Наземний автоматизований пристрій контролю 4, схему якого представлено на рис. 2, а, включає: 4.1 – контрольно-вимірювальний блок, який в залежності від надзвичайної ситуації змінюється на необхідний комплект, з відповідними датчиками контролю; 4.2 – блок відеоспостереження; 4.3 – блок встановлення місця знаходження; 4.4 – блок корегування місця положення мобільного пристрою на поверхні Землі; 4.5 – блок ручного корегування роботою мобільного пристрою; 4.6 – блок зберігання інформації; 4.7 – блок індикації; 4.8 – мікроконтроллер; 4.9 – блок живлення; 4.10 – блок радіозв'язку; 4.11 – антена. Наземний рухомий центр моніторингу 1, схему якого представлено на рис. 2, б, включає: 1.1 – комп'ютеризовану аналітичну систему прогнозу границь зони надзвичайної ситуації, рівня небезпеки в ній та можливості виникнення нових надзвичайних ситуацій на об'єктах, які можуть потрапити під вплив небезпечних факторів від надзвичайної ситуації, що виникла; 1.2 – контрольно-вимірювальний блок; 1.3 – блок метеорологічного контролю; 1.4 – блок встановлення місця знаходження наземного рухомого центру моніторингу; 1.5 – блок керування рухом повітряної рухомої платформи; 1.6 – блок отримання й аналізу інформації від наземних мобільних пристроїв про рівень небезпеки у зоні надзвичайної ситуації; 1.7 – блок збереження інформації; 1.8 – блок старту повітряної рухомої платформи; 1.9 – блок радіозв'язку; 1.10 – антену.

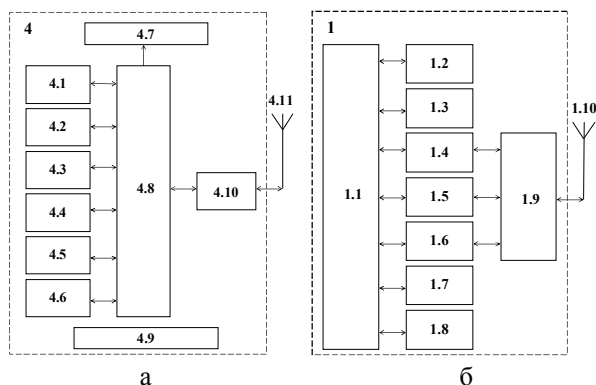


Рис. 2. Функціональні схеми: а – наземного автоматизованого пристрою контролю небезпечних факторів НС; б – наземного рухомого центру моніторингу

Ефективність та оперативність моніторингу за зміною меж зони надзвичайної ситуації, рівня небезпеки в ній та прогнозування виникнення нових ризиків у системі моніторингу забезпечується наступним чином. У процесі руху та по прибуттю до місця виникнення надзвичайної ситуації 2 наземним рухомим центром моніторингу 1 проводиться: безперервний контроль (блок 1.1) рівня радіаційної, хімічної та біологічної небезпеки для роботи персоналу та функціонування обладнання; безперервний контроль (блок 1.4; система радіозв'язку 1.9; супутникові засоби 5) місця положення центру моніторингу 1; безперервний контроль (блок 1.3) локальної метеорологічної обстановки; підтримання зв'язку (блок 1.9) зі штабом ліквідації НС й уточнення інформації про НС, що виникла.

Оперативність доставки наземного рухомого центру моніторингу 1 в задану точку земної поверхні досягається шляхом залучення залізничного транспорту або транспортної авіації. Процес підготовки до роботи (за умов прибуття до місця виникнення надзвичайної ситуації 2) наземного рухомого центру моніторингу 1, повітряної рухомої платформи 3 та пристроїв контролю 4 пов'язано з включенням в схему роботи контрольно-вимірювальних блоків 4.1 наземних пристроїв контролю 4 відповідних датчиків контролю, в залежності від типу НС; розташуванням необхідної кількості пристроїв контролю 4 на борту повітряної рухомої платформи 3; розташуванням повітряної рухомої платформи 3 на місці її старту на борту наземного рухомого центру моніторингу 1 – блок 1.8.

Процес моніторингу меж зони НС та прогнозу рівня небезпеки в ній і можливості виникнення нових НС на об'єктах, які можуть потрапити під вплив небезпечних факторів від НС, що виникла, здійснюється шляхом:

– старту повітряної рухомої платформи 3 (керування польотом рухомої платформи 3 здійснюється центром моніторингу 1 через блок керування рухом повітряної рухомої платформи 1.5);

– безперервного контролю через супутникову систему 5 місця знаходження повітряної рухомої платформи 3;

– безперервного контролю рівня небезпеки за бортом повітряної рухомої платформи 3 бортовими контрольно-вимірювальними пристроями, ведення відеоспостереження бортовою камерою відеоспостереження та передачі отриманої інформації до наземного рухомого центру моніторингу 1;

– розкидання з повітряної рухомої платформи 3 над зоною надзвичайної ситуації 6 пристроїв контролю 4, які за допомогою парашутів 7 потрапляють у зону 6;

– включення центру моніторингу 1 у процес керування роботою пристроїв контролю 4;

– встановлення через супутникову систему 5 місця знаходження пристроїв контролю 4 (блок 4.3);

– корегування (у разі необхідності), через блок 4.4, місця положення пристроїв контролю 4 на поверхні Землі;

– встановлення, за допомогою блоку 4.4 та висувного телескопічного штативу на необхідну (до 3 м) висоту над поверхнею Землі, датчиків контролю небезпечних факторів НС та камер відеоспостереження;

– включення датчиків контролю 4.1 і камер відеоспостереження 4.2 пристроїв контролю 4 та оцінки факторів небезпеки НС та відеоспостереження за обстановкою в зоні 2. Контроль ведеться у безперервному автоматичному режимі за весь термін працездатності акумуляторів 4.9. Отримана інформація зберігається у блоці зберігання інформації 4.6;

– передавання отриманої від датчиків контролю 4.1 та камер відеоспостереження 4.2 пристроїв контролю 4 інформації через основний наземний або резервний космічний канали радіозв'язку до наземного рухомого центру моніторингу 1 – блок 1.9;

– аналізу (блок 1.6), отриманої через блок 1.9, інформації від пристроїв контролю 4;

– роботи комп'ютеризованої аналітичної системи 1.1 та отримання прогностичної інформації щодо меж зони НС, рівня небезпеки в ній та можливості виникнення нових НС на об'єктах, які можуть потрапити під вплив небезпечних факторів від НС, що виникла;

– видавання прогностичної інформації до штабу ліквідації НС та зберігання її у блоці збереження інформації 1.7;

– доставки у зону надзвичайної ситуації 6 додаткової партії пристроїв контролю 4 у разі необхідності – при необхідності підвищити точність прогнозу; при розширенні зони НС; при втраті працездатності акумуляторів 4.9 тощо.

Після ліквідації НС наземним рухомих центром моніторингу 1 проводиться збирання всіх розкиданих пристроїв контролю 4. Після цього виконується перевірка їх працездатності, перезарядка акумуляторів і підготовка для наступного виконання роботи.

## Висновки

1. Розроблені науково-технічні основи створення комплексної функціональної схеми системи моніторингу за зміною меж зони НС, рівнем небезпеки в ній та прогнозування виникнення нових ризиків, яка характеризується тим, що для підвищення оперативності моніторингу та прогнозування виникнення нових ризиків сумісно застосовуються безпілотні автоматизовані повітряні засоби та наземні пристрої контролю небезпечних факторів НС.

2. Розроблена система моніторингу дозволяє проводити доставку в зону НС наземних автоматизованих пристроїв контролю повітряними рухомими платформами (безпілотний літак або вертоліт).

3. Запропонована система моніторингу передбачає розташування диспетчерського пункту отримання й обробки інформації та обладнання для старту повітряних безпілотних засобів на наземній рухомій платформі (штабний автомобіль; пожежно-рятувальний автомобіль; автомобіль радіаційної, хімічної та біологічної розвідки; бронетранспортер; машина військової розвідки; тягач та ін.).

## Список літератури

1. Черногор Л.Ф. Физика и экология катастроф / Л.Ф. Черногор – Х.: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2012. – 556 с.

2. Природні та техногенні загрози, оцінювання небезпек / В.А. Андронов, А.С. Рогозін, О.М. Соболев, В.В. Тютюнник, Р.І. Шевченко – Х.: НУЦЗУ, 2011. – 264 с.

3. Оцінка індивідуальної небезпеки населення регіонів України в умовах надзвичайних ситуацій / В.В. Тютюнник, Р.І. Шевченко, О.В. Тютюнник // Проблеми надзвичайних ситуацій. – Х.: УЦЗУ, 2009. – Вип. 9. – С. 146 – 157.

4. Азімов О.Т. Огляд поточного стану природно-техногенної безпеки в Україні та перспективи розвитку аналітичної інтерактивної системи моніторингу надзвичайних ситуацій засобами дистанційних, телематичних та ГІС-технологій / О.Т. Азімов, П.А. Коротинський, Ю.Ю. Колесніченко // Геоінформатика. – 2006. – № 4. – С. 52 – 66.

5. Тютюнник В.В. Основні принципи інтегральної системи безпеки при надзвичайних ситуаціях / В.В. Тютюнник, Р.І. Шевченко // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Х.: ХУПС, 2008. – Вип. 3(18). – С. 179 – 180.

6. Розробка науково-технічних основ для створення системи моніторингу, попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру та забезпечення екологічної безпеки / В.Д. Калугін, В.В. Тютюнник, Л.Ф. Черногор, Р.І. Шевченко // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2013. – Вип. 9 (116). – С. 204 – 216.

7. Пат. 105884 РФ, МПК В64С39/02. Малоразмерный беспилотный летательный аппарат для мониторинга территорий пожаров, террористических актов и техногенных катастроф / Басаргин О.С., Звонов А.А.; патентообладатель: Венес А.В., Емельянов К.Л., Каптуров С.Ю., Кожебахтеев Э.Х., Муниципальное образовательное учреждение Основная общеобразовательная школа-интернат 3, Щербакова Н.С. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://catiz.tverlib.ru/105884>.

8. Пат. 92848 Российская Федерация, МПК В64С. Самолет для воздушного мониторинга состояния окружающей среды / Волков А.М., Мухина М.Б. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bankpatentov.ru/node/32506>.

9. Бабушкин Ю.Н. Применение спутниковой навигации при действиях в экстремальных условиях / Ю.Н. Бабушкин // Информост. – 2001. – № 3. – С. 74 – 85.

10. Сердюк И. Пока не грянул гром / И. Сердюк, В. Цымбал // Зеркало недели. – 2005. – 9-15 апреля.

11. Пат. 60922 Україна, МПК(2011.01) G01V3/00. Спосіб оперативного визначення ризиків надзвичайних ситуацій / Якорнов Є.А., Ліпчевська І.Л. та інші.; Власники патенту: Якорнов Є.А., Ліпчевська І.Л. та інші. – № u201101676; заявл. 14.02.2011; опубл. 25.06.2011, бюл. № 12.

Надійшла до редколегії 9.09.2014

**Рецензент:** д-р техн. наук проф. М.І. Адаменко, Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, Харків.

## РАЗРАБОТКА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ОСНОВ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЗОНЫ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ, ВКЛЮЧАЮЩЕЙ ДОСТАВКУ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ УСТРОЙСТВ КОНТРОЛЯ ВОЗДУШНЫМИ БЕСПИЛОТНЫМИ СРЕДСТВАМИ

В.В. Тютюнник, В.Д. Калугин, Л.Ф. Черногор, Р.И. Шевченко

Развиты научно-технические основы для технической реализации системы мониторинга за изменением границ зоны чрезвычайной ситуации (ЧС), уровнем опасности в ней и прогнозирования возникновения новых рисков. Эта система характеризуется тем, что для повышения оперативности мониторинга совместно используются воздушные беспилотные средства и наземные автоматизированные устройства контроля опасных факторов ЧС. Доставка наземных устройств контроля в зону ЧС выполняется воздушными беспилотными подвижными платформами.

**Ключевые слова:** чрезвычайная ситуация, мониторинг зоны чрезвычайной ситуации, воздушные беспилотные средства, автоматизированные устройства контроля.

**DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC AND TECHNICAL BASIS OF MONITORING SYSTEM FOR EMERGENCY AREA, WHICH INCLUDES DELIVERY OF AUTOMATED CONTROL DEVICES BY UNMANNED AIRCRAFTS**

V.V. Tiutiunik, V.D. Kalugin, L.F. Chernogor, R.I. Shevchenko

*In this paper the scientific and technical basis for technical implementation of monitoring system for change the boundaries of emergency area, the level of danger in it and forecasting appearances of new risks is developed. This system is characterized by using unmanned aircrafts and ground-based automated control devices of dangerous factors of emergencies for improving the efficiency of monitoring. Delivery of ground-based control devices to the emergency area is performed by unmanned aerial mobile platforms.*

**Keywords:** *emergency area, monitoring of emergency area, unmanned aircrafts, automated control devices.*