

Н.В. Рашкевич<sup>1</sup>, О.С. Рашкевич<sup>2</sup>, О.В. Ребров<sup>3</sup>, Р.І. Шевченко<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Національний університет цивільного захисту України, Харків, Україна

<sup>2</sup>Головне управління Державної служби України з надзвичайних ситуацій у Харківській області, Україна

<sup>3</sup>Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту, Київ, Україна

## ПОПЕРЕДЖЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРУ В ЗОНІ БОЙОВИХ ДІЙ

У роботі основну увагу приділено небезпеці забруднення атмосферного повітря та питної води шкідливими (забруднювальними) речовинами в зоні бойових дій. Описано процедури обмеження поширення наслідків забруднення атмосферного повітря, уточнені для ґрунтових вод. Наведено рекомендації з використання лазерного комплексу як інструменту методики попередження надзвичайних ситуацій техногенного характеру в зоні бойових дій.

**Ключові слова:** ґрунт, повітря, моніторинг, лазерний комплекс, надзвичайна ситуація.

### Постановка проблеми

Моніторинг атмосферного повітря, ґрунтів, ґрунтових вод в зоні бойових дій є важливим завданням забезпечення цивільної безпеки населення. Військові конфлікти часто супроводжуються значним забрудненням навколишнього середовища через руйнування інфраструктури, використання вибухо-небезпечних предметів [1, 2]. Забруднення компонентів довкілля, їх деградація можуть тривати десятиліттями після завершення конфлікту.

Під час бойових дій у повітря можуть вивільнятися шкідливі (забруднювальні) речовини, здатні спричинити серйозні захворювання, включно із респіраторними та онкологічними хворобами. Важкі метали, токсичні речовини, пально-мастильні матеріали напряму забруднюють ґрунти, які, зі свого боку, стають джерелом забруднення ґрунтових вод. Забруднені води становлять загрозу для питного водопостачання, сільського господарства та «здоров'я» екосистеми загалом.

Організація моніторингу компонентів довкілля в зоні впливу бойових дій є важливим етапом для попередження надзвичайних ситуацій на територіях, які зазнали ракетно-артилерійських уражень [3, 4]. Моніторинг надзвичайних ситуацій (НС) дозволяє виявити та оцінити небезпеку.

Виявлення перевищення гранично допустимої концентрації шкідливих (забруднювальних) речовин є інформаційною основою для розробки заходів із забезпечення безпеки постраждалих регіонів, а сучасні технології, як-от дистанційне зондування, – технічною основою, що робить моніторинг НС більш ефективним і точним.

Отже, попередження надзвичайних ситуацій техногенного характеру унаслідок наявності у навколишньому середовищі шкідливих (забруднювальних) речовин понад гранично допустимі концентрації в зоні бойових дій є актуальним науково-практичним завданням.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

НС спричиняють величезні матеріальні втрати та руйнування, забирають людські життя та призводять до вимушеної міграції. У разі неминучих наслідків небезпеки потрібен цілісний огляд ситуації в режимі реального часу, щоб скерувати та створити план дій для швидкого прийняття рішень. Для цього потрібні інструменти управління НС, сучасні технологічні рішення [5].

Пріоритет системи цивільного захисту в сучасних умовах варто надати не ліквідації, а прогнозуванню, моніторингу і, у разі можливості, попередженню НС [6].

Прогнозування дає змогу оцінити потенційні ризики та заздалегідь вжити відповідні заходи, у такий спосіб зменшуючи ймовірність виникнення НС або їх масштабів. Моніторинг навколишнього середовища та об'єктів критичної інфраструктури дозволяє своєчасно виявляти їх відхилення від нормального стану та оперативно реагувати на них. Попередження – недопущення переростання наслідків небезпеки з одного рівня на більш високий [7].

Труднощі пов'язані в основному зі здатністю керувати невизначеністю та несподіваними ситуаціями, використовуючи структуровані процеси для реагування [8, 9].

Математичні моделі прогнозування процесу виникнення НС, збитків є фундаментом попере-

дження і мінімізації можливих наслідків [10].

Система підтримки прийняття рішень в умовах НС повинна мати відповідне програмне, апаратне та інформаційне забезпечення. Це підвищує оперативність реагування при досягненні порогових рівнів контрольованих показників та дозволяє за даними моніторингу вжити дій щодо попередження НС [11].

У роботі [12] запропоновані шляхи підвищення ефективності попередження НС. Серед шляхів – покращити роботу в частині виявлення та оцінювання обставин у районі НС. Це включає використання сучасних технологій для збору та аналізу даних, що дає змогу швидко і точно визначити потенційні загрози.

Запропоновано створення ефективної інформаційно-аналітичної підсистеми управління процесами попередження й локалізації наслідків НС шляхом комплексного включення в чинну Єдину державну систему цивільного захисту по вертикалі від об'єктового до державного рівнів різних функціональних елементів територіальної системи моніторингу НС та складових системи ситуаційних центрів [13].

Критичною суперечністю функціонування системи управління попередженням та мінімізацією наслідків НС визначено суперечність між необхідністю достатнього рівня матеріально-технічного та фінансового забезпечення системи управління попередженням та мінімізацією наслідків виникнення НС та низьким рівнем наявного матеріального резерву [14].

Актуальною проблемою є розробка інформаційно-аналітичних систем попередження НС. Елементами таких систем є підсистеми «Прогнозування, планування заходів», «Підготовки і контролю виконання завдань і рішень» [15].

Дослідниками [16] розроблена структурна схема комп'ютерної системи для розв'язання задач попередження НС при забрудненнях атмосферного повітря, яка складається з підсистеми управління базами даних та знань, математичного забезпечення, підсистеми візуалізації результатів, підтримки прийняття управлінських рішень.

Результатами дослідження [17] є формування інформаційної QR-технології моніторингу стану поверхневих вод на територіях, які постраждали внаслідок бойових дій.

Інноваційним напрямком є застосування інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень [18].

У роботі [19] представлена методика попередження НС регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів, яка пов'язана із захистом населення, територій, навколишнього природного середовища та майна від НС та реагування на них.

Розроблено науково-технічні основи створення комплексної функціональної схеми системи моні-

рингу, попередження та ліквідації НС та забезпечення екологічної безпеки, яка характеризується багаторівневою будовою та включає послідовно чотири взаємозв'язані за функціями моніторингу, попередження та ліквідації НС, екологічної безпеки підсистеми об'єктового, місцевого, регіонального та державного рівнів [20].

Перспективним напрямком досліджень є розробка нових нормативів для вдосконалення первинної підготовки особового складу піротехнічних підрозділів до попередження НС, пов'язаних з імпульсним характером викидання небезпечної хімічної речовини, яке ініціюється малогабаритним вибухонебезпечним предметом [21].

У роботі [22] проведено аналіз НС, пов'язаних із погіршенням якості води. Запропоновано метод експрес-аналізу водних розчинів, який передбачає вимірювання електропровідності досліджуваних водних розчинів та розрахунок коефіцієнта ідентифікації.

Автором [23] запропоновано розв'язок окремих задач інженерно-технічного методу попередження НС унаслідок аварій на технологічному обладнанні потенційно небезпечних об'єктів, із застосуванням електропровідності та коефіцієнта ідентифікації.

Моніторинг стану водних об'єктів у населених пунктах, які постраждали внаслідок бойових дій, слід здійснювати за п'ятьма етапами в такій послідовності: вибір періодичності досліджень та місць відбору проб води; вимірювання проб води за параметром електропровідності; визначення коефіцієнтів ідентифікації цих проб; порівняння отриманих коефіцієнтів ідентифікації з референтними значеннями (якими є усереднені сезонні значення, виміряні в довоєнний період); прийняття управлінських рішень щодо стану вод [24].

Дослідниками [25] порушуються питання технічної бази моніторингу та телеметрії, що об'єднує різноманітні технології збору, передачі та аналізу даних, для попередження та управління НС.

Створення нових інженерно-технічних методів попередження НС техногенного характеру на об'єктах критичної інфраструктури за допомогою оперативного контролю стану повітряного середовища, який ґрунтується на динамічних мірах рекурентності (повторюваності) станів вектора концентрацій забруднень [26].

У роботі [27] представлено інформаційно-технічний метод попередження НС техногенного характеру з використанням аероплатформ на базі БПЛА. Автори в роботі обґрунтовують потрібну кількість сил та засобів екологічного моніторингу операційних зон і районів ведення бойових дій з урахуванням критерію мінімуму за умови виконання повного обсягу моніторингових робіт.

Оптимальна кількість ресурсів для управління НС визначається потребою у збалансованому розпо-

ділі людських, матеріальних і фінансових ресурсів, що забезпечують ефективну підготовку, реагування та відновлення під час та після виникнення надзвичайних ситуацій [28].

Авторами [29] запропоновано модель взаємодії компонентів геоінформаційної системи виявлення та попередження НС.

Сформульовано методи попередження НС унаслідок пожежі, які складаються із системи рівнянь, а саме рівняння зв'язку між інтегральним показником наслідків надзвичайної ситуації та змінними чинниками спектральної та фрактальної обробки акустичного сигналу з осередку надзвичайної ситуації та рівняння вибору рішень окремих задач з послідовного формування акустичного ряду спектрів, наявних в осередку небезпеки [30].

У роботі [31] описано інформаційно-технічний метод попередження НС шляхом комплексного використання систем акустичного контролю в контексті процесу функціонування системи «надзвичайна ситуація – аварійно-рятувальні роботи – рятувальники».

### Мета та завдання статті

Мета роботи – розробити методику НС техно-



Рис. 1. Алгоритм реалізації методики попередження НС техногенного характеру внаслідок наявності в повітрі шкідливих (забруднювальних) речовин понад гранично допустимі концентрації

Перша процедура «**планування і підготовка**» передбачає чітке визначення мети моніторингу; обрання стратегічних локацій для проведення вимірювань із врахуванням джерела забруднення, рельєфу місцевості; визначення методів та обладнання для вимірювань, частоти і тривалості вимірювань.

Друга процедура «**вимірювання і збір даних**» – використання інструменту залежно від типу забруднювачів, що є необхідною умовою для точного і надійного моніторингу кількісного та якісного складу атмосферного повітря.

Третя процедура «**аналіз і обробка даних**» передбачає систематичний підхід до використання методів аналізу та інтерпретації результатів з метою виявлення закономірностей і отримання знань про стан об'єкта моніторингу.

Четверта процедура «**прийняття управлінських рішень**» полягає в розробці та плануванні конкретних заходів зі зменшення негативного впливу, серед яких обмеження дій, евакуацію, впровадження захисних

технологій.

П'ята процедура «**контроль**» полягає в супроводі відповідних заходів безпеки і реагуванні на виявлені аномалії чи погіршення ситуації.

Використання лазерних комплексів дозволяє забезпечити високоточний і оперативний моніторинг зони бойових дій, надаючи низку ключових переваг. Серед переваг можна виділити:

- проведення моніторингу НС на безпечній відстані, що знижує ризик для операторів;
- висока точність виявлення та ідентифікації забруднювальних речовин, як-от газу, аерозолі;
- оперативність в роботі, що дозволяє швидко реагувати на зміни в ситуації.

Лазерний монітор складається з наступних основних компонентів:

### Виклад основного матеріалу

1) лазерне джерело випромінювання. Для різних типів досліджень можуть використовуватися різні типи джерел з відповідною довжиною хвилі і потужністю;

2) оптична система, яка включає компоненти

для направлення лазерного променя на об'єкт (частинки в атмосфері) і для збору розсіяного або фіксації поглинутого випромінювання;

3) детектор, який приймає розсіяне випромінювання або сигнал, що повертається від атмосферного об'єкта. Він перетворює цей сигнал на електричний сигнал, який потім можна аналізувати та обробляти;

4) електроніка і оброблювач даних для керування лазерним джерелом, обробки сигналу з детектора і збору даних. Являє собою програмне забезпечення для аналізу даних і візуалізації результатів моніторингу;

5) система живлення, яка забезпечує стабільність і надійність працездатності лазерного монітора;

6) корпус і захист, який захищає внутрішні компоненти від впливу навколишнього середовища і забезпечує безпеку в експлуатації.

Основне рівняння лазерної локації описує залежність потужності відбитого (розсіяного) сигналу від різних параметрів системи та середовища. Це рівняння зазвичай формується як функція відстані до цілі, характеристик цілі, властивостей середовища та параметрів лазерного імпульсу. Рівняння може бути приведено до такого вигляду:

$$P_s = \frac{PS\eta\beta}{R^2} e^{-2\Gamma}, \quad (1)$$

де  $P_s$  – потужність відбитого (розсіяного) сигналу випромінювання;

$P$  – вихідна потужність випромінюваного лазерного імпульсу;

$S$  – ефективна площа приймача (детектора), яка визначає, скільки розсіяного сигналу буде зібрано для подальшого аналізу;

$\eta$  – його ефективність;

$\beta$  – об'ємний коефіцієнт зворотного розсіювання випромінювання, що падає;

$\Gamma = \int_0^R \alpha(R) dR$  – інтегральний коефіцієнт поглинання лазерного випромінювання;

$\alpha$  – об'ємний коефіцієнт поглинання лазерного випромінювання в атмосфері;

$\alpha = \alpha_m + \alpha_a$  ( $\alpha_m, \alpha_a$  – коефіцієнти, що описують молекулярне та аерозольне поглинання);

$R$  – відстань до цілі.

Коефіцієнт молекулярного поглинання описує, наскільки сильно молекули певного газу поглинають випромінювання на певній довжині хвилі. Його можна визначити за допомогою спектроскопічних даних, і він залежить від концентрації молекул в атмосфері.

Коефіцієнт аерозольного поглинання описує, як частинки аерозолію в атмосфері поглинають лазерне випромінювання. Цей коефіцієнт є важливим параметром для оцінки впливу аерозолів на проходження лазерного сигналу через атмосферу. Він залежить від розміру, форми, складу та концентрації аерозольних частинок, а також від довжини хвилі лазерного випромінювання.

Рівняння (1) дозволяє моделювати і прогнозувати потужність відбитого сигналу залежно від умов експерименту та властивостей середовища. Розуміння цього рівняння є ключовим для точного вимірювання параметрів атмосфери і виявлення забруднювачів за допомогою лазерного моніторингу.

У випадку імпульсного зондування відстань до цілі визначається за допомогою вимірювання часу, який потрібен лазерному імпульсу, щоб дістатися до цілі і повернутися назад до приймача. Це принцип, на якому базується метод часового зондування:  $R = c\tau/2$ , де  $c$  – швидкість світла у вакуумі,  $\tau$  – час, який пройшов від моменту випромінювання імпульсу до моменту отримання відбитого сигналу.

Детально розглянемо алгоритм реалізації методики попередження НС техногенного характеру внаслідок наявності в питній воді шкідливих (забруднювальних) речовин понад гранично допустимі концентрації в зоні бойових дій (рис. 2). За основу візьмемо результати напрацювань [32], де передбачена реалізація дев'яти процедур з організації та проведення моніторингу НС.



Рис. 2. Алгоритм реалізації методики попередження НС техногенного характеру внаслідок наявності в питній воді шкідливих (забруднювальних) речовин понад гранично допустимі концентрації



Перша процедура **«збір та аналіз статистичних даних»** спрямована на отримання даних щодо можливого впливу на ґрунтові води поруч розташованих об'єктів.

Метою є попереднє ознайомлення з територією для встановлення джерел забруднення. Потрібно звертати увагу на:

- по-перше, під час бойових дій часто відбувається руйнування інфраструктури, зокрема водопроводів, каналізаційних систем та очисних споруд, як наслідок – виток забруднених стоків у підземні водоносні горизонти;

- по-друге, використання важкої військової техніки та вибухових речовин спричиняє механічне порушення ґрунту, що може змінювати природні водоносні шари та сприяти забрудненню води хімічними речовинами, серед яких нафтопродукти, важкі метали та залишки вибухових речовин;

- по-третє, бойові дії можуть спричинити значні пожежі, внаслідок яких вивільнюються токсичні речовини, що можуть проникати у ґрунт і досягати ґрунтових вод;

- по-четверте, масове переміщення населення через бойові дії часто призводить до збільшення навантаження на локальні водні ресурси, як наслідок – виснаження ґрунтових водних запасів та погіршення їхньої якості через надмірне використання.

Друга процедура – **«визначення пріоритетних ділянок моніторингу»**. Це можуть бути місця з високим рівнем концентрації населення, ключові екологічні території (національні парки, заповідники) чи водозабори, з огляду на зони інтенсивних бойових дій.

Третя процедура – **«визначення цілей за видами небезпек»**. Основними видами небезпек є:

- хімічне забруднення (обумовлено впливом вибухових речовин та боєприпасів, руйнуванням та пошкодженням об'єктів видобування, транспортування, зберігання нафтопродуктів);

- біологічне забруднення (обумовлено порушенням санітарних умов, що спричиняє розповсюдження бактерій, вірусів та інших патогенних мікроорганізмів у ґрунт і, відповідно, у ґрунтові води);

- фізичне забруднення (обумовлено впливом фрагментів будівельних матеріалів зруйнованих будівель та споруд, що можуть потрапити в ґрунт і вплинути на його якість і, відповідно, на якість ґрунтових вод);

- термічні впливи (вибухи та пожежі під час бойових дій можуть призвести до значних термічних впливів на ґрунт, що може змінити фізичні та хімічні властивості ґрунту та призвести до його подальшого забруднення і, відповідно, ґрунтових вод).

Саме від виду небезпеки будуть залежати цілі моніторингу:

- встановлення забруднювальних (шкідливих)

речовин (організмів);

- визначення масштабів поширення забруднювальних (шкідливих) речовин (організмів) та ідентифікація вразливих водних ресурсів;

- оцінка потенційних ризиків для здоров'я людей та екосистеми;

- розробка стратегій захисту джерел питної води.

Четверта процедура – **«постановка завдань»**.

Основними завданнями є:

- ідентифікація небезпеки;

- визначення просторового розподілу;

- визначення ступеня небезпеки.

Ступінь небезпеки може оцінюватися за кількістю викидів, концентрацією забруднювачів, можливістю розповсюдження забруднення та його впливом на здоров'я людей і екосистеми.

П'ята процедура **«обрання схеми моніторингу»** полягає у визначенні оптимальних точок відбору проб ґрунтових вод.

Вибір точок здійснюється до, в межах та поза зоною бойових дій. Точки моніторингу вгору за течією ґрунтових вод для визначення початкового стану вод. Точки в межах зони бойових дій для визначення безпосередніх ефектів забруднення. Точки вниз за течією для виявлення розповсюдження забруднення.

Необхідно врахувати низку факторів:

- геологічні умови, а саме тип порід, їх проникність;

- гідрогеологічні характеристики, а саме напрямок руху ґрунтових вод, наявність водозатримних шарів;

- локацію бойових дій;

- вплив потенційних джерел забруднення, як-от склади боєприпасів, військові бази, паливні склади тощо;

- доступність точок відбору проб;

- безпеку персоналу, що виконує відбір проб, особливо в районах з активними бойовими діями;

- репрезентативність вибраних точок для загальної оцінки стану ґрунтових вод у зоні бойових дій.

Схема моніторингу НС повинна бути гнучкою і може змінюватися з часом відповідно до нових умов.

Шоста процедура **«обрання характеристик моніторингу»** полягає у визначенні глибини та частоти відбору проб. Факторами, що впливають, є:

- інтенсивність бойових дій (частота збільшується в районах з високою інтенсивністю бойових дій через підвищений ризик забруднення);

- гідрогеологічні умови (високопроникні ґрунти та гідрогеологічні структури вимагають більш частого моніторингу через швидке поширення забруднювальних речовин);

- тип забруднювальних речовин (хімічні речовини, що швидко розкладаються, можуть вимагати частішого відбору проб для відстеження динаміки їх

концентрації);

– пора року (сезонні зміни, зокрема опади або танення снігу, можуть впливати на якість ґрунтових вод, тому частота відбору може бути збільшена в певні періоди року).

Сьома процедура «**вирішення питань забезпечення моніторингу**» полягає в обранні та підготовці матеріально-технічного забезпечення процедур моніторингу (обладнання для відбору проб, зберігання, аналізу; відповідних реактивів; транспортних засобів для перевезення; засобів захисту від ризику вибуху, контакту з токсичними речовинами), залученні компетентних фахівців за напрямом робіт.

Восьма процедура «**проведення моніторингу**» передбачає роботи з відбору визначених проб, пакування, маркування, документування, подальшого транспортування, за необхідності зберігання, аналізу та фіксації результатів.

Дев'ята процедура – «**прийняття управлінських рішень з обмеження поширення наслідків небезпеки**». До управлінських рішень можна віднести впровадження захисних зон, заборону використання, очищення, встановлення бар'єрів.

Ефективно сплановані та проведені процедури моніторингу НС з урахуванням сучасного інструментального забезпечення дозволяють попередити поширення наслідків надзвичайної ситуації техногенного характеру – обмежити кількість жертв та постраждалих, площу поширення небезпеки.

## Висновки

Алгоритм реалізації методики попередження надзвичайної ситуації техногенного характеру унаслідок наявності в атмосферному повітрі шкідливих (забруднювальних) речовин понад гранично допустимі концентрації у зоні бойових дій складається з процедур: планування і підготовки; вимірювання і збору даних; аналізу і обробки даних; прийняття управлінських рішень; контролю.

Використання лазерного комплексу для попередження надзвичайних ситуацій, де вирішується двоєдина задача з моніторингу забруднювальних газів та аерозолів, є інноваційним підходом, що дозволяє точно і ефективно виявляти потенційні загрози та контролювати їх розвиток.

Алгоритм реалізації методики попередження надзвичайної ситуації техногенного характеру унаслідок наявності в питній воді шкідливих (забруднювальних) речовин понад гранично допустимі концентрації у зоні бойових дій, де ґрунтові води є переважним об'єктом небезпеки, складається з процедур: збору та аналізу статистичних даних; визначення пріоритетних ділянок моніторингу; визначення цілей за видами небезпек; постановки завдань; обрання схеми моніторингу; обрання характеристик моніторингу; вирішення питань забезпечення моніторингу;

проведення моніторингу; прийняття управлінських рішень з обмеження поширення наслідків небезпеки.

## Література

1. Рашкевич, Н.В. Аналіз сучасного стану попередження надзвичайних ситуацій на територіях України, які зазнали ракетно-артилерійських уражень [Текст] / Н.В. Рашкевич // Комунальне господарство міст. – 2023. – Том 4. – Вип. 178. – С. 232–251. DOI: 10.33042/2522-1809-2023-4-178-232-251.
2. Рашкевич, Н.В. Аналіз сучасного стану попередження надзвичайних ситуацій пов'язаних з небезпекою ґрунтових вод [Текст] / Н.В. Рашкевич, О.М. Мирошник, Р.І. Шевченко // Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідація. – 2023. – Том 7. – № 2. – С. 193–216.
3. Рашкевич, Н.В. Формування математичної моделі аналізу небезпечного впливу на стан ґрунтових вод міських агломерацій від ракетно-артилерійських уражень [Текст] / Н.В. Рашкевич, Р.І. Шевченко Р.І., Т.С. Вовчук // Комунальне господарство міст. – 2024. – Том 1. – Вип. 182. – С. 229–240. DOI: 10.33042/2522-1809-2024-1-182-229-240.
4. Рашкевич, Н. В., Лобойченко В. М., Шевченко Р. І. Мінімізація наслідків екологічної небезпеки території, внаслідок їх вогневого ураження боєприпасами. Матеріали I Міжнародна науково-практична конференція «Подолання екологічних ризиків та загроз для довкілля в умовах надзвичайних ситуацій - 2022». – Полтава, 2022. – С. 113–116.
5. Pavkovic, B., Berbakov, L., Vrane, S., Milenkovic, M. (2014, September). Situation awareness and decision support tools for response phase of emergency management: a short survey. In 2014 25th International Workshop on Database and Expert Systems Applications (pp. 154–159). IEEE.
6. Осуховський, В.Ю., Савіна, О.Ю. Попередження, як ключовий елемент моніторингу надзвичайних ситуацій. Матеріали II Всеукраїнської наукової конференції «Актуальні питання техногенної та цивільної безпеки України». – Миколаїв: Видавець Торубара В. В., 2020. – С. 95–97.
7. Рашкевич, Н., Розділ. 3.9. Попередження надзвичайних ситуацій на потенційно-небезпечних об'єктах з надлишковим енергоємним технологічним устаткуванням в контексті вирішення проблеми підвищення безпеки та якості життя в сучасному світі [Текст] / Н. Рашкевич, Ю. Гончаренко, Т. Вовчук // Improving living standards: current opportunities and limitations. Monograph. Editors: Wojciech Duczmal, Iryna Ostapolets. – Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020. – P. 369–379. ISBN 978-83-66567-21-4.
8. Hugelius, K., Becker, J., Adolfsson, A. (2020). Five challenges when managing mass casualty or disaster situations: a review study. *International journal of environmental research and public health*, 17(9), 3068. <https://doi.org/10.3390/ijerph17093068>
9. Jain, S., Patel, A. (2020). Situation-aware decision-support during man-made emergencies. In *Proceedings of ICETIT 2019: Emerging Trends in Information Technology* (pp. 532–542). Springer International Publishing.
10. Іванець, Г.В. Формалізована математична модель прогнозування надзвичайних ситуацій та можливих завдань збитків внаслідок них [Текст] / Г.В. Іванець, М.Г. Іванець, В.В. Матухно, І.О. Толкунов, Є.І. Стецюк, І.І. Попов // Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць. – Полтава: ПНТУ, 2020. – Т. 4 (62). – С. 92–97. DOI: 10.26906/SUNZ.2020.4.092.
11. Ткаченко, В.В., Чередніченко, О.Ю. Використання системи підтримки прийняття рішень для попередження виникнення надзвичайних ситуацій. Матеріали Міжнародної конференції «Системи управління, навігації та зв'язку».

- дної науково-практичної конференції «Проблеми і перспективи розвитку IT-індустрії». Х.: ХНЕУ імені Семена Кузнеця, 2018. – С. 54.
12. Сергєєв, А.А., Мірошник, В.М. Шляхи підвищення ефективності попередження надзвичайних ситуацій. XVIII Міжнар. наук. конгрес «Публічне управління XXI століття: світові практики та національні перспективи». – Х.: Вид-во ХарПІ НАДУ «Магістр», 2018. – С. 514–516.
13. Тютюник, В.В., Основоположні принципи створення у єдиній державній системі цивільного захисту інформаційно-аналітичної підсистеми управління процесами попередження й локалізації наслідків надзвичайних ситуацій [Текст] / В.В. Тютюник, В.Д. Калугін, О.О. Писклакова, // Системи управління, навігації та зв'язку. – Полтава: ПНТУ, 2018. – Т. 4 (50). – С. 168–177. <https://doi.org/10.26906/SUNZ.2018.4.168>.
14. Маслей, В. Визначення критичного протиріччя у функціонуванні системи управління попередженням та мінімізацією наслідків надзвичайних ситуацій [Текст] // Науковий вісник: Державне управління, (2021). – № 1 (7). – С. 180–194. [https://doi.org/10.32689/2618-0065-2021-1\(7\)-180-194](https://doi.org/10.32689/2618-0065-2021-1(7)-180-194).
15. Комяк, В.М. Застосування організаційно-технічних методів аварійного порятунку населення із зони надзвичайної ситуації у процесі попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій. Всеукраїнська науково-практична конференція Проблеми техногенно-екологічної безпеки в сфері цивільного захисту. – 2022. – С. 187–189.
16. Попов, О.О. Проектування комп'ютерної системи для розв'язання задач попередження надзвичайних ситуацій при забрудненні атмосферного повітря на територіях розміщення АЕС України. [Текст] / О.О. Попов, В.О. Ковач // Сучасні інформаційні технології та системи в управлінні. – 2018. – С. 180–181. <https://core.ac.uk/download/pdf/197269238.pdf>.
17. Вовчук, Т., Лобойченко, В., Рашкевич, Н., Шевченко, О., Шевченко, Р. Формування інформаційної QR – технології моніторингу стану поверхневих вод на територіях, які постраждали внаслідок бойових дій. Scientific foundations in research in Engineering: collective monograph / Kornlyo I., Gnyr O. – etc. – International Science Group. – Boston: Primedia eLaunch, 2022. – 709 p. DOI 10.46299/ISG.2022.MONO.TECH.2 C. 357–368.
18. Aifadopoulou, G., Chaniotakis, E., Stamos, I., Mamarikas, S., Mitsakis, E. (2018). An intelligent decision support system for managing natural and man-made disasters. *International Journal of Decision Support Systems*, 3(1-2), 91–105.
19. Методика попередження надзвичайних ситуацій регіонального рівня в умовах обмежених оперативних можливостей аварійно-рятувальних підрозділів: монографія / Андронов В.А., Бурменко О.А. – Харків. Видавець: О.А. Мірошніченко, 2023. – 106 с.
20. Калугін, В.Д. Розробка науково-технічних основ для створення системи моніторингу, попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру та забезпечення екологічної безпеки. [Текст] / В.Д. Калугін, В.В. Тютюник, Л.Ф. Черногор, Р.І. Шевченко // Системи обробки інформації. – 2013. – № 9(116). – С. 204–216. <http://repositcs.nuczu.edu.ua/handle/123456789/2790>
21. Стрілець, В.В. Закономірності виконання типових операцій попередження надзвичайних ситуацій, пов'язаних з імпульсним характером викидання небезпечних хімічних речовин [Текст] / Комунальне господарство міст. – 2019. – Том 6. – Вип. 152. – С. 239–245. DOI 10.33042/2522-1809-2019-6-152-239-245.
22. Loboichenko, V., Strelec, V. (2018). The natural waters and aqueous solutions express-identification as element of determination of possible emergency situation. *Water and Energy International*, 61(9), 43–50. <http://repositcs.nuczu.edu.ua/handle/123456789/10156>.
23. Лобойченко, В.М. Формування окремих задач математичної моделі інженерно-технічного метода попередження надзвичайних ситуацій унаслідок аварій на технологічному обладнанні потенційно небезпечних об'єктів [Текст] // Комунальне господарство міст. – 2019. – Том 6. – № 152. – С. 224–232. DOI 10.33042/2522-1809-2019-6-152-224-232.
24. Бондаренко, А.Ю., Рашкевич, Н.В., Лобойченко, В.М., Шевченко, Р.І. Інноваційні підходи в попередженні надзвичайних ситуацій, пов'язаних із забрудненням водних об'єктів населених пунктів, де відбувались бойові дії. I Міжнародна науково-практична конференція «Подолання екологічних изиків та загроз для довкілля в умовах надзвичайних ситуацій – 2022». – Полтава: НУПП, 2022. – С. 113–116.
25. Sarma, D., Bera, U. K., Das, A. (2019). A mathematical model for resource allocation in emergency situations with the co-operation of NGOs under uncertainty. *Computers & Industrial Engineering*, 137, 106000. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106000>.
26. Pospelov, B., Rybka, E., Meleschenko, R., Borodych, P., Gornostal, S. (2019). Development of the method for rapid detection of hazardous atmospheric pollution of cities with the help of recurrence measures. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1, 10(97), 29–35. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.155027>.
27. Морці, С.В. Інформаційно-технічний метод попередження надзвичайних ситуацій техногенного характеру з використанням аероплатформ на базі БПЛА. V міжнародна науково-практична конференція «Напрямки застосування сучасних науково-технічних розробок для моніторингу, попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру». – К.: TIEMS, 2020. – С. 22–31.
28. Qin, J., Xing, Y., Wang, S., Wang, K., Chaudhry, S. (2012). An inter-temporal resource emergency management model. *Computers & operations research*, 39(8), 1909–1918. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2011.07.008>.
29. Гулевець, В.Д., Васюхін, М.І., Бойко, О.Л., Лобанчикова, Н.М., Чукаріна, Н.М., Гулевець, Д.В. Шляхи побудови та модель взаємодії компонентів геоінформаційної системи виявлення та попередження надзвичайних ситуацій на території аеропорту. III Міжнародна науково-технічна конференція «Комп'ютерні системи та мережеві технології». – Київ, 2010. – С. 25–26.
30. Левтеров, О.А. Формулювання методів попередження надзвичайних ситуацій унаслідок пожежі на потенційно-небезпечних об'єктах. The 2nd International scientific and practical conference “Priority directions of science development”. – SPC “Sciconf.com.ua”, Lviv, Ukraine. 2019. – С. 199–202.
31. Камишенцев, Г. Інформаційно-технічний метод попередження надзвичайних ситуацій шляхом комплексного використання систем акустичного контролю в контексті процесу функціонування системи «надзвичайна ситуація–аварійно-рятувальні роботи–рятувальник». [Текст] / Г. Камишенцев, І. Соловійов, Д. Белюченко, В. Стрілець // Інженерія природокористування. – 2020. – №3(17). – С. 133–139. DOI: 10.37700/епп.2020.3(17).
32. Рашкевич, Н.В. Формування алгоритму інформаційно-технічного методу попередження надзвичайної ситуації на територіях, що зазнали ракетно-артилерійських уражень [Текст] / Н.В. Рашкевич, Р.І. Шевченко, О.В. Нешпор // Комунальне господарство міст. – 2024. – Том 3. – Вип. 184. – С. 223–228. DOI: 10.33042/2522-1809-2024-3-184-223-228.



## References

- Rashkevich, N. (2023). Analysis of the current state of warning of emergency situations in the territories of Ukraine which were suffered by rocket and artillery impacts. *Municipal economy of cities*, 4(178), 232–251. <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2023-4-178-232-251>
- Rashkevich, N., Myroshnyk, O., Shevchenko, R. (2023). Analysis of the current state of warning of emergency situations related to the danger of groundwater. *Emergency Situations Prevention and Liquidation*, 7, 2, 193–216.
- Rashkevich, N., Shevchenko, R., Vovchuk, T. (2024). Development of a mathematical model for analysing the hazardous impact on the state of groundwater in city agglomerations from missile and artillery attacks. *Municipal economy of cities*, 1(182), 229–240. DOI: 10.33042/2522-1809-2024-1-182-229-240
- Rashkevich, N.V., Loboychenko, V.M., Shevchenko, R.I. (2022). *Minimizatsiya naslidkiv ekolohichnoyi nebezpeky terytoriyi, vnaslidok yikh vohnevoho vrazhennya boyeprypamy*. Materialy I Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiya «Podolannya ekolohichnykh ryzykiv ta zahrozy dlya dovkillia v umovakh nadzvychaynykh sytuatsiy - 2022», 113–116.
- Pavkovic, B., Berbakov, L., Vrane, S., Milenkovic, M. (2014, September). Situation awareness and decision support tools for response phase of emergency management: a short survey. In *2014 25th International Workshop on Database and Expert Systems Applications* (pp. 154–159). IEEE.
- Osukhovs'kyi, V.Yu., Savina, O.Yu. (2020). *Poperedzhennya, yak klyuchovyy element monitorynhu nadzvychaynykh sytuatsiy*. Materialy II Vseukrayins'koyi naukovo-y konferentsiyi «Aktual'ni pytannya tekhnohennoyi ta tsyvil'noyi bezpeky Ukrainy». Mykolayiv: Vydavets' Torubara V.V., 95–97.
- Rashkevich, N., Honcharenko, Yu., Vovchuk, T. (2020). *Rozdil. 3.9. Poperedzhennya nadzvychaynykh sytuatsiy na pokazano-nebezpechnykh ob'yektakh z nadlyshkovym enerhoyennym tekhnolohichnym ustakuvanniam u konteksti vyrishennya problemy pidvyshchennya bezpeky ta yakosti zhyttya v suchasnomu sviti*. Improving living standards: current opportunities and limitations. Monograph. Editors: Wojciech Duczmal, Iryna Ostopolets. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 369–379. ISBN 978-83-66567-21-4.
- Hugelius, K., Becker, J., Adolfsson, A. (2020). Five challenges when managing mass casualty or disaster situations: a review study. *International journal of environmental research and public health*, 17(9), 3068. <https://doi.org/10.3390/ijerph17093068>
- Jain, S., Patel, A. (2020). Situation-aware decision-support during man-made emergencies. In *Proceedings of ICETIT 2019: Emerging Trends in Information Technology* (pp. 532–542). Springer International Publishing.
- Ivanets, H.V. Ivanets, M.H., Matukhno, V.V., Tolkunov, I.O., Stetsyuk, YE.I., Popov, I.I. (2020). Formalizovana matematychna model' prohnozuvannya nadzvychaynykh sytuatsiy ta mozhlyvykh uskladnen' zbytkiv vnaslidok nykh. *Systemy upravlinnya, navihatsiyi ta zv'yazku. Zbirnyk naukovykh prats'*, 4 (62), 92–97. DOI: 10.26906/SUNZ.2020.4.092
- Tkachenko, V.V., Cherednichenko, O.YU. (2018). *Vykorystannya systemy pidtrymky pryynyattya rishen' dlya poperedzhennya vynyknennya nadzvychaynykh sytuatsiy*. Materialy Mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi «Problemy i perspektyvy rozvytku IT-industriyi». Kh.: KHNEU imeni Semena Kuznetsya, 54.
- Serhyeyev, A.A., Miroshnyk, V.M. (2018). *Shlyakhy pidvyshchennya efektyvnosti poperedzhennya nadzvychaynykh sytuatsiy*. XVIII Mizhnar. nauk. konhres «Publichne upravlinnya KHKHI stolittya: svitovi praktyky ta natsional'ni perspektyvy». Kh.: Vyd-vo KharRI NADU «Mahistr», 514–516.
- Tiutiunyk, V., Kalugin, V., Pisklakova, O. (2018). The making fundamental principles of the informational and analytical subsystem of prevention management processes and localization of emergency situation consequences within unified state civil protection system. *Management, navigation and communication systems*, 4 (50), 168–177. <https://doi.org/10.26906/SUNZ.2018.4.168>
- Masley, V. (2021). Vyznachennya krytychnoho protyrichchya u funktsionuvanni systemy upravlinnya poperedzhennyam ta minimizatsiyeyu naslidkiv nadzvychaynykh sytuatsiy. *Naukovyy visnyk: Derzhavne upravlinnya*, 1 (7), 180–194. [https://doi.org/10.32689/2618-0065-2021-1\(7\)-180-194](https://doi.org/10.32689/2618-0065-2021-1(7)-180-194)
- Komyak, V.M. (2022). *Zastosuvannya orhanizatsiynotekhnichnykh metodiv avariynoho poryatunku naseleennya iz zony nadzvychaynoyi sytuatsiyi u protsesakh poperedzhennya ta likvidatsiyi nadzvychaynykh sytuatsiy*. Vseukrayins'ka naukovo-praktychna konferentsiya Problemy tekhnohennokolohichnoyi bezpeky u sferi tsyvil'noho zakhystu, 187–189.
- Popov, O.O., Kovach, V.O. (2018). *Proektuvannya komp'yuternoyi systemy dlya rozv'yazannya zadach poperedzhennya nadzvychaynykh sytuatsiy pry porushenni atmosferneho povitrya na terytoriyi rozmishchennya AES Ukrainy*. Suchasni informatsiyni tekhnolohiyi ta systemy v upravlinni, 180–181. <https://core.ac.uk/download/pdf/197269238.pdf>
- Vovchuk, T., Loboychenko, V., Rashkevich, N., Shevchenko, O., Shevchenko, R. (2022). *Formuvannya informatsiynoyi QR – tekhnolohiya monitorynhu poverkhni stanovykh vod na terytoriyakh, yaki postachaly vnaslidok boyovykh diy*. Scientific foundations in research in Engineering: collective monograph. Kornilo I., Gnyp O. etc. International Science Group. Boston: Primedia eLaunch, 709 p. DOI 10.46299/ISG.2022.MONO.TECH.2 C. 357–368.
- Aifadopoulos, G., Chaniotakis, E., Stamos, I., Mamarikas, S., Mitsakis, E. (2018). An intelligent decision support system for managing natural and man-made disasters. *International Journal of Decision Support Systems*, 3(1-2), 91–105.
- Andronov, V.A., Burmenko, O.A. (2023). *Metodyka poperedzhennya nadzvychaynykh sytuatsiy rehional'noho rivnya v umovakh obmezhenykh operatyvnykh mozhlyvostey avariynoy-ryatuvail'nykh pidrozdiliv: monohrafiya*. Kharkiv. Vydavets': O. A. Miroshnychenko, 106s.
- Kalugin, V.D., Tiutiunik, V.V., Chernogor, L.F., Shevchenko, R.I. (2013). Development of scientific and technical basis for establishment of monitoring, prevention and liquidation of emergency situations of natural and man-made nature, and also ensuring of environmental of ecological security. *Systemy obrobky informatsiyi*, 9(116), 204–216. <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/2790>
- Strelec, V. (2019). Regularities of performing typical operations to prevent emergency situations related to the pulse character of emission of dangerous chemical. *Municipal economy of cities*, 6, 152, 239–245. DOI 10.33042/2522-1809-2019-6-152-239-245
- Loboichenko, V., Strelec, V. (2018). The natural waters and aqueous solutions express-identification as element of determination of possible emergency situation. *Water and Energy International*, 61(9), 43–50. <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/10156>
- Loboichenko, V. (2019). Formation of separate tasks of mathematical model of engineering and technical method of emergency prevention after emergency diseases of technologies. *Municipal economy of cities*, 6, 152, 224–232. DOI 10.33042/2522-1809-2019-6-152-224-232



24. Bondarenko, A.Yu., Rashkevich, N.V., Loboychenko, V.M., Shevchenko, R.I. (2022). *Innovatsiyni pidkhody v poperedzhenni nadzvychaynykh sytuatsiy, pov'yazanykh iz zabrudnennym vodnykh ob'yektiv naselenykh punktiv, de vidbuvalysya boyovi diyi*. I Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiya «Podolannya ekolohichnykh izykyv ta zahrozy dlya dovkillia v umovakh nadzvy-chaynykh situatsiy – 2022». Poltava: NUPP, 113–116.
25. Sarma, D., Bera, U. K., Das, A. (2019). A mathematical model for resource allocation in emergency situations with the co-operation of NGOs under uncertainty. *Computers & Industrial Engineering*, 137, 106000. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106000>
26. Pospelov, B., Rybka, E., Meleschenko, R., Borodych, P., Gornostal, S. (2019). Development of the method for rapid detection of hazardous atmospheric pollution of cities with the help of recurrence measures. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1, 10(97), 29–35. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.155027>
27. Morshch, Ye.V. *Informatsiyno-tekhnichnyy metod poperedzhennya nadzvychaynykh situatsiy tekhnohennoho kharakteru z vykorystanniam aeroplatformy na bazi BPLA*. V mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiya «Napryamky zastosuvannya suchasnykh naukovo-tekhnichnykh rozrobok dlya monitorynhu, poperedzhennya ta likvidatsiyi nadzvychaynykh situatsiy pryrodnoho ta tekhnohennoho kharakteru». K.: TIEMS, 2020, 22–31.
28. Qin, J., Xing, Y., Wang, S., Wang, K., Chaudhry, S. (2012). An inter-temporal resource emergency management model. *Computers & operations research*, 39(8), 1909–1918. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2011.07.008>
29. Hulevets, V.D., Vasyukhin, M.I., Boyko, O.L., Lobanchykova, N.M., Chukarina, N.M., Hulevets, D.V. (2010). *Shlyakhy pobudovy ta modeli vzayemodiyi komponentiv heoinformatsiynoyi systemy vuyavlennya ta poperedzhennya nadzvychaynykh situatsiy na terytoriyi aeroportu*. III Mizhnarodna naukovo-tekhnichna konferentsiya «Komp'yuterni systemy ta merezhevi tekhnolohiyi», 25–26.
30. Lyevtyerov, O.A. (2019). *Formuvannya metodiv perezdzhennya nadzvychaynykh situatsiy unaslidok pozhezhi na nehatyvno-nebezpechnykh ob'yektakh*. The 2 nd International scientific and practical conference “Priority directions of science development”. SPC “Sciconf.com.ua”, Lviv, Ukraine, 199–202.
31. Kamyshentsev, H.V., Soloviov, I.I., Belyuchenko, D.Yu., Strelets, V.V. (2020). Information and technical method for preventing emergency situations by the integrated use of acoustic control systems in the context process of functioning of the system "emergency situation -rescue operations -rescuer". *Engineering of nature management*, 3(17), 133–139. DOI: 10.37700/enm.2020.3(17)
32. Rashkevich, N., Shevchenko, R., Neshpor, O. (2024). Development of an algorithm of the information and technical method of emergency prevention in the territories affected by rocket and artillery damage. *Municipal economy of cities*, 3, 184, 223–228. DOI: 10.33042/2522-1809-2024-3-184-223-228
- Рецензент:** д-р техн. наук, проф., заступник начальника інституту з навчальної та наукової роботи О.М. Мирошник, Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля Національного університету цивільного захисту України, Україна.
- Автор:** РАШКЕВИЧ Ніна Владиславна  
доктор філософії, доцент кафедри пожежної профілактики в населених пунктах  
Національний університет цивільного захисту України  
E-mail – [nine291085@gmail.com](mailto:nine291085@gmail.com)  
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5124-6068>
- Автор:** РАШКЕВИЧ Олександр Сергійович  
начальник сектора діловодства та архівної роботи  
Головне управління Державної служби України з надзвичайних ситуацій у Харківській області  
E-mail – [37asrras@gmail.com](mailto:37asrras@gmail.com)  
ID ORCID: <http://orcid.org/0009-0005-4374-4602>
- Автор:** РЕБРОВ Олександр Володимирович  
здобувач  
Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту  
E-mail – [feirmen3@gmail.com](mailto:feirmen3@gmail.com)  
ID ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-6654-7863>
- Автор:** ШЕВЧЕНКО Роман Іванович  
доктор технічних наук, професор, начальник кафедри автоматичних систем безпеки та інформаційних технологій  
Національний університет цивільного захисту України  
E-mail – [shevchenko605@i.ua](mailto:shevchenko605@i.ua)  
ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9634-6943>

## PREVENTION OF TECHNOLOGICAL EMERGENCIES IN THE WARFARE ZONE

N. Rashkevych<sup>1</sup>, O. Rashkevych<sup>2</sup>, O. Rebrov<sup>3</sup>, R. Shevchenko<sup>1</sup>

<sup>1</sup>National University of Civil Protection of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

<sup>2</sup>Main Directorate of the State Emergency Service of Ukraine in Kharkiv Oblast, Ukraine

<sup>3</sup>Institute of Public Administration and Research in Civil Protection, Kyiv, Ukraine

*In a war zone, there are potential risks of the spread of an emergency due to harmful (polluting) substances in the environment above the maximum permissible concentrations. The causes of the danger are explosions, detonations, chemical spills, military vehicles, shelling or destruction of the infrastructure of oil facilities, and damage to the infrastructure of water supply and drainage. Method of preventing emergencies of a technological nature includes procedures using modern technologies and information systems to ensure timely response and minimise risks for the population and the environment.*

*The algorithm for implementing the method of technological emergency prevention due to harmful (polluting) substances in the atmospheric air above the maximum permissible concentration in the combat zone consists of procedures. Procedures include work on planning and preparation, measurement and data collection, data analysis and processing, management decision-making, and control.*

*Using a laser complex to prevent emergencies is an innovative approach that helps to identify potential threats and control their development accurately and effectively. The laser complex solves the dual task of detecting and immediately evaluating polluting gases and aerosols.*

*The article also describes the algorithm for preventing technological emergencies due to harmful (polluting) substances in drinking water above the maximum permissible concentration in the combat zone. Groundwater is the predominant object of danger. The procedures consist of collecting and analysing statistical data, deciding the priority of monitoring areas, determining goals by types of hazards, setting tasks, choosing a monitoring scheme, determining monitoring procedures and their characteristics, solving monitoring issues, monitoring, making management decisions to limit the spread of the consequences of hazards.*

*Effective emergency prevention procedures planned and carried out using modern tools and instruments can contain the spread of the consequences of a technological emergency, limiting the number of victims and injured and the area of hazard spread.*

**Keywords:** soil, air, monitoring, laser complex, emergency.