

УДК 355.7-049.65:614.841-027.274

В. В. ОНІЩЕНКО^{1*}, С. М. СУХАЙ^{2*}

^{1*}Державна спеціальна служба транспорту, вул. Якова Гніздовського, 5, Київ, Україна, 02094, тел. +38 (063) 212 54 01, ел. пошта jvobotyrj988@gmail.com, ORCID 0009-0004-9347-6821

^{2*}Каф. військової підготовки спеціалістів Державної спеціальної служби транспорту, Український державний університет науки і технологій, вул. Лазаряна, 2, Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (063) 838 65 63, ел. пошта suhays@i.ua, ORCID 0009-0000-2539-6839

Особливості організаційних і технічних заходів щодо підвищення рівня живучості і вибухопожежобезпеки потенційно небезпечних об'єктів

Мета. Робота спрямована на дослідження особливостей організаційних і технічних заходів підвищення рівня вибухопожежобезпеки потенційно небезпечних об'єктів. **Методика.** Для досягнення поставленої мети: 1) проведено дослідження з визначення можливих небезпек та ризиків на потенційно небезпечних об'єктах; 2) проаналізовано практичні організаційні і технічні заходи щодо підвищення рівня вибухопожежобезпеки небезпечних об'єктів; 3) оцінено склад і можливості системи раннього виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій та оповіщення, а також можливості реалізації цієї системи на відповідних об'єктах Збройних сил України; 4) розглянуто основні види автоматизованого сповіщення та принципи їх роботи, також проаналізовано наявні технічні рішення. **Результати.** Узагальнено особливості організаційних і технічних заходів щодо підвищення рівня вибухопожежобезпеки об'єктів зберігання засобів ураження. З'ясовано ключові етапи реалізації технологічних рішень для забезпечення живучості потенційно небезпечних об'єктів. **Наукова новизна.** Уперше проведено аналітичне обґрунтування необхідності застосування на об'єктах зберігання засобів ураження, інших потенційно небезпечних об'єктах систем моніторингу безпеки та своєчасного оповіщення про можливі надзвичайні ситуації. Розглянуто особливості конструктивно-технологічних рішень щодо підвищення рівня вибухопожежобезпеки об'єктів зберігання засобів ураження шляхом проведення організаційних та технічних заходів. **Практична значимість.** Упровадження ефективних конструктивно-технологічних рішень щодо застосування систем моніторингу безпеки та своєчасного оповіщення про можливі надзвичайні ситуації дозволить перейти від заходів локалізації збитків до прогнозу і попередження катастроф і надійного захисту об'єктів зберігання засобів ураження Збройних сил України, інших потенційно небезпечних об'єктів та об'єктів критичної інфраструктури держави.

Ключові слова: живучість; вибухопожежобезпека; потенційно небезпечні військові об'єкти; безпечне розміщення засобів ураження; декомпозиція; складна технічна система; системи моніторингу безпеки та своєчасного оповіщення

Вступ

Живучість системи (об'єкта) в умовах війни – це здатність цієї системи вижити і продовжувати виконувати свої функції, незважаючи на негативний вплив воєнних дій, природних катастроф, технічних ушкоджень та інших викликів. Характерною рисою живучості системи (об'єкта) є її здатність відновлюватися, адаптуватися до змінних умов та продовжувати функціонувати з ефективністю згідно зі своїм призначенням [18]. Відповідно до вказаних характеристик живучості об'єктів підвищеної безпеки, саме забезпечення їх засобами постійного й оперативного технічного контролю є одним із ключових у здатності системи продовжувати функціонувати з ефективністю за призначенням.

Стан живучості об'єктів зберігання засобів ураження Збройних сил України значно впливає на боєздатність військ, а в разі виведення цих об'єктів зі сталого стану функціонування становить реальну загрозу населенню та національній економіці.

У теперішній воєнно-політичній обстановці, в умовах ведення бойових дій виникає велика вірогідність використання агресором різноманітних актів на об'єкти критичної інфраструктури, зберігання засобів ураження, стратегічних запасів та інші потенційно небезпечні об'єкти, із метою їх повного знищення, із застосуванням ударних авіаційних безпілотних комплексів. Як наслідок виникають надзвичайні ситуації, такі як вибухи, пожежі, витіки шкідливих речовин, руйнування будівель та споруд, що можуть при-

ЕКОЛОГІЯ ТА ПРОМИСЛОВА БЕЗПЕКА

звести до людських втрат, знищення відповідних запасів, включаючи засоби ураження.

До того ж практика свідчить що недостатня реалізація заходів із живучості, охорони та захисту потенційно небезпечних об'єктів, разом із низьким рівнем підготовки відповідних фахівців, є факторами, які, безумовно, можуть спричинити надзвичайні ситуації (НС). Ці ситуації загрожують життю людей, призводять до втрат, знищення військового потенціалу та значних матеріальних збитків. З іншого боку, відсутність повної інтеграції до загальнодержавної системи автоматизованого оповіщення й центрального виклику, а також недоліки в цьому процесі, зокрема недостатність сучасних (цифрових багатофункційних) систем раннього виявлення загрози на військових об'єктах із підвищеним рівнем небезпеки, суттєво ускладнюють ефективну реакцію на потенційні кризові ситуації. Такі недоліки збільшують ризик серйозних наслідків у випадку виникнення небезпечних обставин на вказаних об'єктах з різних причин.

Зважаючи на зазначені фактори, важливо враховувати особливості функціонування зазначених об'єктів в умовах війни. Це, у свою чергу, вимагає проведення планування та реалізації невідкладних заходів із всебічного захисту об'єктів для підвищення рівня їх живучості та вибухопожежобезпеки.

Отже, сьогодні важливо проводити постійну попереджувальну роботу та впроваджувати комплексну систему раннього виявлення загроз, пов'язаних із можливими воєнними діями, а також виникненням надзвичайних ситуацій. Забезпечення ефективної передачі інформації на регіональному рівні є ключовим елементом для своєчасного реагування на надзвичайні ситуації та інші виклики і загрози.

Мета

Основна мета цієї статті полягає в огляді особливостей організаційних і технічних заходів, спрямованих на підвищення рівня живучості та вибухопожежобезпеки потенційно небезпечних об'єктів, аналізі сучасних підходів і технологій, спрямованих на впровадження комплексних систем раннього виявлення надзвичайних ситуацій на потенційно небезпечних об'єктах, до яких належать і місця зберігання засобів ураження Збройних сил України. Ці системи запобігають

виникненню надзвичайних ситуацій та екологічних катастроф на об'єктах. У разі настання таких ситуацій їх головною метою є мінімізація ризиків руйнування, втрати життів та інших негативних наслідків. У контексті визначеної мети слід розглянути застосування систем моніторингу джерел небезпеки, що передбачає перехід від заходів локалізації збитків до прогнозу і попередження катастроф та надійного захисту об'єктів зберігання засобів ураження Збройних сил України, інших потенційно небезпечних об'єктів критичної інфраструктури держави, а також висвітлити найефективніші стратегії для гарантування безпеки цих об'єктах.

Методика

Дослідження особливостей організаційних і технічних заходів щодо підвищення рівня живучості і вибухопожежобезпеки потенційно небезпечних об'єктів, у тому числі військових (арсеналів, баз, складів), передбачає комплексний аналіз факторів, які впливають на ефективність попереджувальної роботи, а також реалізації на відповідних об'єктах системи раннього виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій. Основними етапами дослідження є такі:

- визначення сучасного рівня вибухопожежобезпеки на потенційно небезпечних об'єктах;
- оцінка дієвості застосовуваних організаційних і технічних заходів;
- визначення основних ризикових факторів та їх взаємодії на об'єкті;
- класифікація потенційних загроз з урахуванням їхнього впливу на вибухопожежобезпеку;
- аналіз роботи технічних систем, спрямованих на запобігання вибухів та пожеж;
- визначення прогалів та можливостей для вдосконалення технічних засобів;
- вивчення систем управління вибухопожежобезпекою на підприємстві;
- оцінка дії стандартів, інструкцій та процедур у сфері безпеки;
- оцінка ефективності нових технологій та матеріалів у контрольованих умовах;
- формулювання конкретних рекомендацій з удосконалення організаційних і технічних заходів.

Ця методика досліджень дозволяє систематично та комплексно вивчати особливості заходів для подальшого вдосконалення систем безпеки на потенційно небезпечних об'єктах.

Результати

Відповідно до поглядів авторів, для підтримання живучості, вибухопожежобезпеки на арсеналах, базах, складах ракет і боєприпасів Збройних сил України, інших потенційно небезпечних об'єктах держави потрібно, безумовно, впроваджувати такі системні організаційно-профілактичні заходи:

- розосередження відповідних запасів у найбільш захищені сховища (місця зберігання);
- проведення технічних, технологічних, інших дій, спрямованих на попередження виникнення можливих екстремальних ситуацій і недопущення людських та матеріальних втрат;
- вдосконалення системи детекції та реагування на загрози;
- застосування інноваційних матеріалів, що зменшують ризик поширення вогню та об'єму вибуху;
- спеціальна підготовка особового складу об'єктів до роботи в екстремальних умовах, забезпечення його засобами охорони і захисту, спеціальною технікою та спорядженням, системами захисту від безпілотних літальних апаратів (БПЛА);
- уведення до штатної структури арсеналів, баз та складів ракет і боєприпасів (далі АБС) Збройних сил України підрозділів протиповітряної оборони й радіоелектронної боротьби (РЕБ) [1, 3].

Актуальність проблеми живучості та вибухопожежобезпеки об'єктів зберігання засобів ураження Збройних сил України та інших потенційно небезпечних об'єктів, які можуть становити загрозу для населення і території, викликає необхідність у глибокій модернізації діючих систем контролю за технічними об'єктами, а також у створенні комплексної автоматизованої системи моніторингу джерел безпеки і раннього виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій, пов'язаних із військовими діями, людським фактором або природними явищами та катаклізмами на зазначених об'єктах.

У цьому контексті актуальним є не лише створення та застосування системи раннього виявлення і протидії техногенним загрозам на потенційно небезпечних військових об'єктах, але й інтеграція цієї системи до загальнодержавної та регіональної в межах Єдиної державної системи цивільного захисту.

Створення й інтеграція сучасних систем моніторингу джерел безпеки на АБС та інших потенційно небезпечних військових об'єктах до Єдиної державної системи цивільного захисту є ключовим кроком, що передбачає перехід від заходів локалізації збитків до прогнозу та попередження катастроф.

У зв'язку з порушеною проблематикою розглянемо основні аспекти систем раннього виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій та моніторингу джерел безпеки, а також їх потенційні переваги для ефективного прогнозу та попередження катастроф, включаючи ті, що можуть трапитися на АБС.

Системи прогнозу та попередження надзвичайних ситуацій, катастроф містять різноманітні технічні та наукові методи, спрямовані на передбачення небезпек та мінімізацію їх наслідків. Розглянемо декілька ключових аспектів цих засобів:

1. Системи раннього виявлення та протидії техногенним загрозам передбачають:

- використання сучасних технологій для виявлення можливих надзвичайних ситуацій, катастроф на потенційно небезпечних об'єктах, пов'язаних у тому числі з воєнними діями;
- розвиток систем автоматизованого контролю за технічними об'єктами збереження засобів ураження, небезпечних речовин (ракетного палива), радіоактивних матеріалів та іншими аспектами безпеки.

2. Технології штучного інтелекту та аналізу даних спрямовані на використання алгоритмів машинного навчання для аналізу великих обсягів даних та виявлення патернів, що можуть передбачати кризові ситуації на об'єктах та навколо них.

3. Евакуаційні та рятувальні заходи передбачають розвиток планів евакуації та ефективних систем для надання допомоги та проведення рятувальних дій у разі надзвичайних ситуацій, катастроф.

4. *Захист, оборона об'єктів АБС.*

Ці засоби працюють у взаємодії для максимально ефективного прогнозування, попередження та управління небезпеками на потенційно небезпечних об'єктах національної економіки, і з такою ж ефективністю можуть працювати на арсеналах, базах і складах Збройних сил України.

Необхідно зазначити, що ідея впровадження систем раннього виявлення надзвичайних ситуацій, катастроф та моніторингу джерел небезпеки базується на необхідності постійного оперативного визначення потенційних загроз і ефективного контролю на потенційно небезпечних об'єктах. Головне їх призначення – раннє виявлення, моніторинг небезпеки та своєчасне оповіщення про можливі надзвичайні ситуації на об'єктах.

У разі запровадження вказаних систем на військових об'єктах збереження засобів ураження й інтеграції до їх Єдиної державної системи цивільного захисту будуть створені технічні умови, які дозволять вийти з будь-якої надзвичайної ситуації з найменшими втратами або ж взагалі їх уникнути.

Маємо підкреслити, що застосування системи раннього виявлення надзвичайних ситуацій, моніторингу джерел небезпеки на потенційно небезпечних військових об'єктах є важливим елементом національної безпеки для багатьох країн, включаючи ті, що є членами НАТО. Результати досліджень свідчать, що загальні принципи і тенденції, які використовують в організаційних і технічних заходах для підвищення рівня живучості та вибухопожежобезпеки на потенційно небезпечних об'єктах, у тому числі на військових об'єктах держав – членів НАТО, складають єдину систему раннього виявлення надзвичайних ситуацій і відповідають пріоритетам і державним вимогам у галузі безпеки. Основними з них є:

Стандарти та нормативи. Країни – члени НАТО постійно дотримуються міжнародних стандартів та нормативів у галузі безпеки, включаючи ті, що стосуються вибухопожежобезпеки та живучості об'єктів, зокрема військових.

2. Використання сучасних систем раннього виявлення загроз та інтегрованих систем моніторингу для швидкого виявлення потенційних небезпек.

3. Застосування передових технологій для забезпечення ефективної реакції та попередження аварій, таких як системи штучного інтелекту, датчики та аналітичні засоби.

4. Проведення регулярних тренувань та симуляцій, щоб перевірити готовність персоналу до дій у надзвичайних ситуаціях.

5. Упровадження систем інтеграції та координації для забезпечення спільної реакції в разі надзвичайних ситуацій.

6. Особливу увагу приділяють заходам із забезпечення захисту критичної інфраструктури, зокрема енергетичних об'єктів, важливих комунікацій, транспортних систем, військових об'єктів.

7. Співпраця та обмін досвідом.

Отже, на думку авторів, забезпечення безпеки та захисту АБС, а також інших небезпечних об'єктів повинно базуватися на вивченні та застосуванні досвіду країн – членів НАТО, моніторингу джерел небезпеки комплексному використанні сучасних систем раннього виявлення надзвичайних ситуацій та автоматизованих систем раннього виявлення надзвичайних ситуацій та оповіщення (далі – СРВНСО; АСРВО), які успішно працюють на потенційно небезпечних об'єктах національної економіки держави навіть під час воєнного стану.

У контексті вирішення завдання дослідження розглянемо призначення, основні складові АСРВО, а також її переваги над іншими системами виявлення надзвичайних ситуацій.

Автоматизовану систему раннього виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій та оповіщення персоналу (особового складу об'єкта) впроваджують для виявлення ознак загрози на об'єкті шляхом контролю значень параметрів джерел первинної інформації та визначення можливих сценаріїв її розвитку, а також у разі необхідності оповіщення працівників та керівників об'єкту, відповідальних за стан техногенної безпеки, посадових осіб відповідного командування Збройних сил України, відповідних органів виконавчої влади та місцевого самоврядування і населення. Склад та наповнення СРВНСО може бути різним і залежить від її технологічного призначення, але обов'язково повинен відповідати вимогам відповідних Державних будівельних норм (далі ДБН), іншим нормативним і законодавчим актам у цій сфері.

ЕКОЛОГІЯ ТА ПРОМИСЛОВА БЕЗПЕКА

З метою вивчення складу і можливостей системи розглянемо варіант загальної, типової ідеології побудови і роботи СРВНСО (рис. 1).

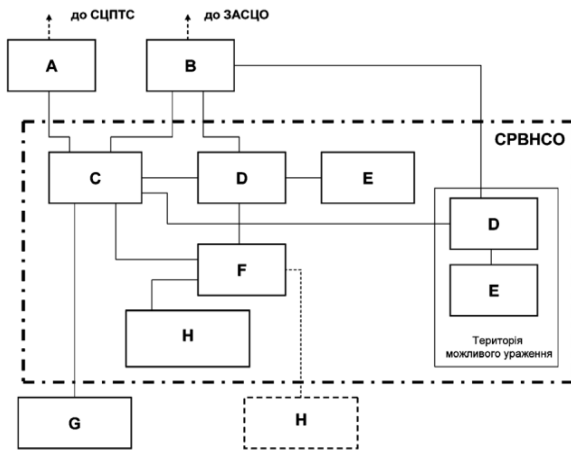


Рис. 1. Структурна схема СРВНСО:

СЦПТС – система централізованого пожежного та техногенного спостереження;

ЗАСЦО – загальнодержавна автоматизована система централізованого оповіщення;

A – ПЦС – пульт централізованого спостереження;

B – ТАСЦО – територіальна автоматизована система централізованого оповіщення;

C – ПК – пульт керування СРВНСО;

D – ПО – пристрій оповіщення;

E – КТЗІО – кінцеві технічні засоби інформування та оповіщення;

F – КП – комунікаційний пристрій;

H – джерела первинної інформації;

G – суміжні системи гарантування безпеки

Fig. 1. Block diagram of the SEDEW:

SCFMO – system of centralized fire and man-made observation;

NACAS – nationwide automated centralized alert system;

A – CMS – centralized monitoring station;

B – TASCOS – territorial automated system of centralized warning;

C – CP – control panel of the SRVNSO;

D – WD – warning device;

E – TTMIW – terminal technical means of information and warning;

F – CP – communication device;

H – sources of primary information;

G – related safety assurance systems

АСРВО повинна виконувати з необхідною надійністю, оперативністю, точністю, достовірністю та рівнем автоматизації такі функції:

а) безперервно автоматично вимірювати поточні значення параметрів джерел техногенної та/або природної небезпеки на об'єкті, а в разі

задання додаткових функцій навколо об'єкта – на завданих відстанях;

б) контролювати в реальному вимірі часу відповідність поточних (граничних) значень параметрів стану об'єкта (об'єктів) проектним технологічним режимам;

в) автоматично й оперативно інформувати персонал, осіб відповідальних за функціонування об'єкта і технологічного обладнання на ньому, а також посадових осіб, які відповідають за стан техногенної безпеки на об'єкті, щодо фактів досягнення докритичних та критичних значень контрольованих параметрів;

г) у випадках, які передбачені технічним завданням на проектування АСРВО, у тому числі в разі спрацювання ручних сповіщувачів, автоматично вмикати зональне оповіщення персоналу, що працює на об'єкті, де зафіксовані ознаки виникнення аварійної ситуації;

д) автоматично передавати на пульт керування системою та до адміністрації об'єкта інформацію щодо факту досягнення критичних або докритичних значень контрольованих параметрів, а також щодо спрацювання ручних сповіщувачів із фіксацією в архівному журналі дати і часу надходження цієї інформації та підтвердження оператором її отримання;

е) автоматично діагностувати працездатність основних складових системи;

є) автоматично контролювати канали зв'язку та стан електроживлення;

ж) за командою оператора пульта керування чи автоматично (у разі відсутності реагування оператора на інформацію щодо факту досягнення критичних значень контрольованих параметрів або спрацювання ручних сповіщувачів формувати сповіщення для передавання до АСЦС щодо виявлення загрози виникнення або виникнення НС разом з ідентифікатором формалізованого в електронних картках аварії прогнозованого сценарію розвитку цієї ситуації (у разі відсутності реагування оператора – відповідного найгіршого сценарію розвитку НС), а також з ідентифікатором картки ПНО, яка містить дані з паспорта об'єкта з Державного реєстру ПНО;

з) оповіщати керівників та працівників ПНО, чергових служб територіальних органів управління та сил цивільного захисту;

ЕКОЛОГІЯ ТА ПРОМИСЛОВА БЕЗПЕКА

и) оповіщати відповідальних посадових осіб підприємств, установ і організацій, що розташовані в зоні можливого ураження, а також населення, що проживає або знаходиться в прогнозованих зонах ураження (здійснюється виключно за командою оператора пульта) [2, 8, 18].

Варто зазначити, що ефективна робота системи раннього виявлення загроз виникнення надзвичайних ситуацій та оповіщення базується на можливостях виявляти потенційні небезпеки як на окремих ділянках небезпечних об'єктів, так і загалом на об'єкті, а за необхідності і навколо об'єкта. Вказані функціональні можливості системи досягаються шляхом автоматичного контролю параметрів джерел і факторів небезпеки з реєстрацією фактів перевищення граничних (докритичних та критичних) значень, що свідчать про загрозу виникнення надзвичайної ситуації.

Первинною (вихідною) інформацією для виявлення ознак загрози виникнення надзвичайних ситуацій та визначення можливих сценаріїв її розвитку є дані джерел первинної інформації (далі ДПІ).

Центральною підсистемою СРВНСО є її моноблоки, до яких входять такі пристрої: комунікаційний пристрій, пульт керування зональним оповіщенням, пристрій оповіщення та ін. На передбачені в моноблоці пульта керування надходять дані про всі виявлені збої, граничні значення і параметри, які що контролюють оператори (диспетчери) СРВНСО.

У свою чергу відповідно пульт СРВНСО інформує паралельно з оператором відповідальних осіб щодо досягнення граничних значень контрольованих параметрів, а також:

- відображає на екрані пульта план (схему) з місцем розташування відповідного ДПІ та одночасно має можливість відтворювати тривожний звуковий сигнал (через трансляційну мережу);

- у зручному вигляді на моніторі показує основні контрольовані показники СРВНСО, у вигляді індикаторів та у вигляді структурної схеми та інтерактивної карти;

- відображає список посадових осіб, яких сповіщають про НС, процес та результати їх оповіщення;

- здійснює інформаційну підтримку дій оператора (диспетчера) у разі наявності на пульті загрози виникнення НС, відображаючи при цьому

відповідні картки аварії, які визначають на підставі отриманих від ДПІ даних та необхідної додаткової інформації;

- автоматично формує (у разі відсутності реагування оператора (диспетчера) на сигнали про досягнення критичних значень параметрів або спрацювання ручних сповіщувачів) та передає до пульта централізованого спостереження (далі ПЦС (ПТО)) відповідне сповіщення разом з ідентифікаторами картки ПНО та картки аварії за найгіршим сценарієм розвитку НС;

- реєструє в архівному журналі інформацію, що надходить від складових системи та щодо дій оператора (диспетчера) із зазначенням дати та часу реєстрації;

- контролює працездатність складових каналів зв'язку, КП та інформує диспетчера в разі відсутності зв'язку з будь-яким компонентом протягом певного часу;

- проводить запуск за командою оператора системи оповіщення, установок локалізації/ліквідації НС або інших зовнішніх приладів. У разі перевищення граничних значень сигналів первинних джерел інформації автоматично активує відкладений старт системи оповіщення, таким чином в оператора (диспетчера) пульта керування СРВНСО є час прийняти рішення (негайно запустити систему оповіщення або відмінити запуск тривоги). У разі відсутності своєчасного реагування оператора пульта на режим відкладеного старту оповіщення система оповіщення запускається автоматично максимально через 240 с [4, 5, 12, 13].

Для своєчасного оповіщення, інформування персоналу про надзвичайні ситуації на об'єкті або їх загрозу створюється трансляційна мережа з кінцевими технічними засобами оповіщення, що дозволяє передавати заздалегідь записані мовні повідомлення та безпосередньо мікрофонні повідомлення відповідальної особи.

Оповіщення керівного складу об'єкта про загрозу або виникнення надзвичайних ситуацій здійснюється автоматизовано за каналами зв'язку (смс-повідомлення, голосові дзвінки, електронна пошта). У разі НС модуль повідомлень транслює (дзвонить) відповідальним особам залежно від типу аварії відповідне повідомлення та проводить реєстрацію результатів оповіщення (підтвердження респондентами факту прийому мовних повідомлень).

Передача службових і тривожних сповіщень від СРВНСО до пульта відбувається через інтернет з різною системою захисту, наприклад, криптографічний протокол SSL/TLS, асиметричне шифрування RSA з відкритим ключем.

Наукова новизна та практична значимість

Автори роботи вперше дослідили деякі нетипові конструктивно-технологічні рішення можливого застосування комплексних систем раннього виявлення надзвичайних ситуацій на потенційно небезпечних об'єктах, до яких належать місця зберігання засобів ураження Збройних сил України.

Застосування таких конструктивно-технологічних рішень дозволить перейти від заходів локалізації збитків до прогнозу й попередження катастроф і надійного захисту об'єктів зберігання засобів ураження Збройних Сил України, інших потенційно небезпечних об'єктів критичної інфраструктури держави.

Висновки

Питання забезпечення живучості, безпеки і захисту об'єктів зберігання засобів ураження Збройних сил України, інших потенційно небезпечних об'єктів держави повинні ґрунтуватися на комплексному використанні сучасних технічних засобів охорони, засобів пожежної сигналізації, автоматичного пожежогасіння, нових типів зв'язку і своєчасного реагування на загрозу можливих надзвичайних ситуацій на вказаних об'єктах.

Упровадження систем раннього виявлення загроз надзвичайних ситуацій на АБС Збройних сил України, інтеграція їх до Єдиної державної системи цивільного захисту дасть змогу значно поліпшити стан вибухопожежобезпеки та не допустити виникнення надзвичайних ситуацій на потенційно небезпечних об'єктах Збройних сил України, інших об'єктах критичної інфраструктури держави, а також створити необхідні умови для безпеки військовослужбовців, працівників Збройних сил України та цивільного населення.

Таким чином, одним із найбільш ефективних напрямів зниження ризиків виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру є всебічний контроль, проведення профілактичних заходів, упровадження в Збройних сил систем

раннього виявлення надзвичайних ситуацій на основі широкого використання автоматизованих і комп'ютерних засобів із залученням їх до Єдиної державної системи цивільного захисту. Крім того, для ефективного забезпечення живучості, охорони та захисту потенційно небезпечних військових об'єктів (АБС) слід вжити такі додаткові заходи:

- аналіз та ідентифікація потенційних загроз;
- оцінка можливих ризиків для військових об'єктів;
- визначення потенційних сценаріїв атак та надзвичайних ситуацій;
- розробка та впровадження системи живучості;
- розробка планів дій у разі різних загроз;
- забезпечення незалежності та автономності військових об'єктів;
- упровадження технологій, що забезпечують збереження функціональності під час атак та аварій.

Упровадження система моніторингу та реагування передбачає встановлення ефективної системи виявлення атак та порушень безпеки, розробку систем автоматизованого моніторингу стану об'єктів і реагування на виявлені загрози.

Для підвищення безпеки та захисту потрібно забезпечити фізичну та кібернетичну безпеку військових об'єктів, впроваджувати заходи щодо захисту від хімічних, біологічних та радіологічних загроз.

Тренування персоналу та проведення симуляцій спрямоване на організацію регулярних тренувань із реагування на надзвичайні ситуації та проведення симуляцій атак для перевірки ефективності заходів безпеки.

Партнерство та співпраця сприяють взаємодії з іншими військовими об'єктами й організаціями для обміну досвідом та інформацією, а також передбачають співпрацю з владними та правоохоронними органами для підтримки безпеки.

Проведення систематичних аудитів безпеки для виявлення слабких місць та недоліків сприяє впровадженню колективних заходів та постійному вдосконаленню систем безпеки військових об'єктів [9, 10, 15].

Отже, проведене дослідження підтверджує, що стан живучості арсеналів, баз і складів озброєння, ракет і боєприпасів Збройних сил України значно впливає на їх боєздатність. В умовах

ЕКОЛОГІЯ ТА ПРОМИСЛОВА БЕЗПЕКА

збройної агресії з боку російської федерації збереження наявного боєзапасу Збройних сил України набуло неабиякого значення.

Надзвичайні ситуації, які сталися з причини скоєння диверсійно-терористичних атак на арсенали (склади) Збройних сил України, засвідчили необхідність запровадження додаткових організаційно-технічних заходів щодо захисту об'єктів зберігання боєзапасу Збройних сил України.

Упровадження систем раннього виявлення надзвичайних ситуацій на основі широкого використання автоматизованих і комп'ютерних засобів із залученням їх до Єдиної державної системи цивільного захисту в усіх режимах управління безпекою на потенційно небезпечних об'єктах надасть органам управління:

- цілодобову оперативну інформацію про стан безпеки на об'єктах та практичні рекомендації щодо усунення загрози виникнення НС;
- оперативну інформацію з використанням різних джерел та форм подання (цифрові карти,

схеми, графіки, фото, відео, космічні знімки і т. ін.) для з'ясування цілодобової обстановки на об'єкті, у випадку виникнення НС для всіх фахівців, залучених до її ліквідації, – матеріал у реальному часі про стан об'єкта для прийняття рішень;

– електронний «чорний ящик», що містить документальне відображення всіх подій, заходів, рішень, що стосуються об'єкта і проведених заходів. Інформація «чорного ящика» за необхідності буде використана в подальшому для оцінки дій усіх працівників (учасників), задіяних у проведенні тих чи інших заходів;

– органам військового управління та суб'єктам реагування на НС необхідну інформацію для прийняття рішень щодо недопущення виникнення НС [14, 16].

Матеріал наукової публікації містить елементи наукової новизни. Розглянута комбінація конструктивно-технологічних рішень потребує подальшого наукового дослідження з метою впровадження в практичну діяльність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Військовий стандарт ВСТ 01.201.001-2008 (01). Живучість та вибухопожежобезпека арсеналів, баз та складів озброєння, ракет і боєприпасів. Терміни та визначення. Управління стандартизації, кодифікації та каталогізації. Київ, 2021. 15 с.*
2. *ДБН В.2.5-76:2014 Автоматизовані системи раннього виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій та оповіщення населення. Зі Зміною № 1. [Чинний 2014-06-01]. Київ, 2020. 34 с.*
3. *Державна служба з надзвичайних ситуацій України. URL: <http://www.mns.gov.ua>*
4. *ДСТУ 3890–1999 Безпека в надзвичайних ситуаціях. Основні положення. [Чинний від 2000–01–01]. Київ : Держстандарт України, 1999. 5 с.*
5. *ДСТУ 3891–1999 Безпека в надзвичайних ситуаціях. Терміни та визначення основних понять. [Чинний від 2000–01–01]. Київ : Держстандарт України, 1999. 21 с.*
6. *ДСТУ 4933:2008 Техногенні надзвичайні ситуації. Терміни та визначення основних понять. [Чинний від 2008–07–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 17 с.*
7. *ДСТУ 4934:2008 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Джерела фізичного походження природних надзвичайних ситуацій. Номенклатура та показники впливів уражальних чинників. [Чинний від 2008–07–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 7 с.*
8. *ДСТУ 5058–2008 Безпека в надзвичайних ситуаціях. Навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях. Основні положення. [Чинний від 2008–07–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 19 с.*
9. *ДСТУ 7095–2009 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Захист населення у надзвичайних ситуаціях. Основні положення. [Чинний від 2010–02–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2009. 13 с.*
10. *ДСТУ 7098–2009 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Ліквідування надзвичайних ситуацій та їх наслідків. Загальні положення. [Чинний від 2011–07–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2009. 17 с.*
11. *ДСТУ 7134–2009 Безпека в надзвичайних ситуаціях. Державний реєстр потенційно небезпечних об'єктів. Основні положення. [Чинний від 2010–07–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2009. 14 с.*
12. *ДСТУ 7135–2009 Безпека в надзвичайних ситуаціях. Паспорт потенційно небезпечного об'єкта. Загальні вимоги. [Чинний від 2010–07–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2009. 9 с.*

13. ДСТУ 7136–2009 Безпека в надзвичайних ситуаціях. Моніторинг потенційно небезпечних об'єктів. Порядок проведення. [Чинний від 2010–07–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2009. 11 с.
14. Комісаров О. Г., Хитра О. Л. Концептуальні підходи до використання категорії «кризові ситуації, що загрожують національній безпеці України». *Науковий вісник ДДУВС*. 2017. № 3. С. 104–111.
15. Мошковський М. С., Вишнівський О. В. Проблеми забезпечення живучості та вибухопожежобезпеки арсеналів, баз та складів озброєння, ракет і боєприпасів Збройних Сил України. *Тези доповіді на міжвідомчій науково-технічній конференції. ЦНДІ ОБТ ЗС України*. 2012. С. 91.
16. Мошковський М. С., Заєць В. В., Колоша С. П. Проблемні питання забезпечення живучості військових потенційно небезпечних об'єктів у особливий період. *Матеріали III міжнародної науково-практичної конференції – Хімічна технологія : наука, економіка та виробництво* (Шостка, 23-25 лист. 2016). Суми : СумДУ, 2016. С. 50–52
17. *Національний класифікатор України. Класифікатор надзвичайних ситуацій ДК 019:2010*. [Чинний від 2011–01–01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2010. 37 с.
18. *Про затвердження Положення про організацію оповіщення про загрозу виникнення або виникнення надзвичайних ситуацій та зв'язку у сфері цивільного захисту*. [Чинний від 2017–27–09]. Київ : 45 с.
19. *BLOC -Business Logic Components Pattern*. URL: <https://medium.com/nerd-for-tech/bloc-business-logiccomponents-pattern-8b0b9a01d611>
20. *Getting Started with Flutter Bloc Pattern*. URL: <https://www.mitrais.com/news-updates/getting-started-with-flutterbloc-pattern/>

V. V. ONISHCHENKO^{1*}, S. M. SUKHAI^{2*}

^{1*}State Special Transport Service, Yakova Hnizdovskoho Str., 5, Kyiv, Ukraine, 02094, tel. +38 (063) 212 54 01, e-mail jybotyrj988@gmail.com, ORCID 0009-0004-9347-6821

^{2*}Department of Military Training of Specialists of the State Special Transport Service, Ukrainian State University of Science and Technologies, Lazaryana St., 2, Dnipro, Ukraine, 49010, tel. +38 (063) 838 65 63, e-mail suhays@i.ua, ORCID 0009-0000-2539-6839

Features of Organizational and Technical Measures to Increase the Level of Survivability and Explosion and Fire Safety of Potentially Dangerous Objects

Purpose. The work is aimed at studying the peculiarities of organizational and technical measures to improve the level of explosion and fire safety of potentially dangerous objects. **Methodology.** To achieve this goal: 1) a study was conducted to identify possible hazards and risks at potentially hazardous facilities; 2) practical organizational and technical measures to improve the level of explosion and fire safety of hazardous facilities were analyzed; 3) the composition and capabilities of the system of early detection of the threat of emergencies and warning, as well as the possibility of implementing this system at the relevant facilities of the Armed Forces of Ukraine were assessed; 4) the main types of automated warning and the principles of their operation were considered, and the available technical solutions were analyzed. **Findings.** The peculiarities of organizational and technical measures to improve the level of explosion and fire safety of munitions storage facilities are summarized. The key stages of the implementation of technological solutions to ensure the survivability of potentially hazardous facilities are identified. **Originality.** For the first time, an analytical justification for the need to use hazard monitoring systems and timely warning of possible emergencies at munitions storage facilities and other potentially hazardous facilities was carried out. The features of design and technological solutions to improve the level of explosion and fire safety of munitions storage facilities through organizational and technical measures are considered. **Practical value.** The implementation of effective design and technological solutions for the use of hazard monitoring systems and timely warning of possible emergencies will allow to move from damage localization measures to the forecast and prevention of disasters and reliable protection of munitions storage facilities of the Armed Forces of Ukraine, other potentially dangerous facilities and critical infrastructure of the state.

Keywords: survivability; explosion and fire safety; potentially hazardous military facilities; safe placement of munitions; decomposition; complex technical system; hazard monitoring and timely warning systems

REFERENCES

1. *Viiskovyi standart VST 01.201.001-2008 (01). Zhyvuchist ta vybukhopozhezhbezpeka arsenaliv, baz ta skladiv ozbroiennia, raket i boieprypasiv. Terminy ta vyznachennia. Upravlinnia standartyzatsii, kodyfikatsii ta kat-alohizatsii.* Kyiv. (in Ukrainian)
2. *Avtomatyzovani systemy rannoho vyjavlennia zahrozy vynyknennia nadzvychainykh sytuatsii ta opovishchennia naseleennia, 34 DBN V.2.5-76:2014.* (2020). Kyiv. (in Ukrainian)
3. *The State Emergency Service of Ukraine.* Retrieved from <http://www.mns.gov.ua>
4. *Bezpeka v nadzvychainykh sytuatsiiakh. Osnovni polozhennia, 5 DSTU 3890–1999.* (1999). Kyiv: Derzhstandart Ukrainy. (in Ukrainian)
5. *Bezpeka v nadzvychainykh sytuatsiiakh. Terminy ta vyznachennia osnovnykh poniat, 21 DSTU 3891–1999.* (1999). Kyiv: Derzhstandart Ukrainy. (in Ukrainian)
6. *Tekhnohenni nadzvychaini sytuatsii. Terminy ta vyznachennia osnovnykh poniat, 17 DSTU 4933:2008.* (2007). Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. (in Ukrainian)
7. *Bezpeka u nadzvychainykh sytuatsiiakh. Dzhherela fizychnoho pokhodzhennia pryrodnykh nadzvychainykh sytuatsii. Nomenklatura ta pokaznyky vplyviv urazhalnykh chynnykiv, 7 DSTU 4934:2008.* (2020). Kyiv. (in Ukrainian)
8. *Bezpeka v nadzvychainykh sytuatsiiakh. Navchannia naseleennia diiam u nadzvychainykh sytuatsiiakh. Osnovni polozhennia, 19 DSTU 5058–2008.* (2007). Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. (in Ukrainian)
9. *Bezpeka u nadzvychainykh sytuatsiiakh. Zakhyst naseleennia u nadzvychainykh sytuatsiiakh. Osnovni polozhennia, 13 DSTU 7095–2009.* (2009). Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. (in Ukrainian)
10. *Bezpeka v nadzvychainykh sytuatsiiakh. Likviduvannia nadzvychainykh sytuatsii ta yikh naslidkiv. Zahalni polozhennia, 17 DSTU 7098–2009.* (2009). Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. (in Ukrainian)
11. *Bezpeka v nadzvychainykh sytuatsiiakh. Derzhavnyi reiestr potentsiino nebezpechnykh obektiv. Osnovni polozhennia, 14 DSTU 7134–2009.* (2009). Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. (in Ukrainian)
12. *Bezpeka v nadzvychainykh sytuatsiiakh. Paspport potentsiino nebezpechnoho obiekta. Zahalni vymohy, 9 DSTU 7135–2009.* (2009). Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. (in Ukrainian)
13. *Bezpeka v nadzvychainykh sytuatsiiakh. Monitorynh potentsiino nebezpechnykh obektiv. Poriadok provedennia, 11 DSTU 7136–2009.* (2009). Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. (in Ukrainian)
14. Komissarov, O. G. & Khytra, O. L. (2017). Conceptual approaches to the use of category “crisis situations, threatening the national security of Ukraine. *Naukovyi visnyk DDUVS*, 3, 104-111. (in Ukrainian)
15. Moshkovskiy, M. S., & Vyshnivskiy, O. V. (2012). Problemy zabezpechennia zhyvuchosti ta vybukhopozhezhbezpeky arsenaliv, baz ta skladiv ozbroiennia, raket i boieprypasiv Zbroinykh Syl Ukrainy. In *Tezy dopovidi na mizhvidomchii naukovo-tekhnichnii konferentsii. TsNDI OVT ZS Ukrainy.* (in Ukraine)
16. Moshkovskiy, M. S., Zaiets, V. V., & Kolosha, S. P. (2015). Problemni pytannia zabezpechennia zhyvuchosti viiskovykh potentsiino nebezpechnykh obektiv u osoblyvyi period. In *Materialy III mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii-Khimichna tekhnolohiia: nauka, ekonomika ta vyrobnytstvo* (pp. 50-52). Sumi: SumDU. (in Ukrainian)
17. *Natsionalnyi klasyfikator Ukrainy. Klasyfikator nadzvychainykh sytuatsii, 37 DK 019:2010.* Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. (in Ukrainian)
18. *Pro zatverdzhennia Polozhennia pro orhanizatsiiu opovishchennia pro zahrozu vynyknennia abo vynyknennia nadzvychainykh sytuatsii ta zviazku u sferi tsyvilnoho zakhystu.* Kyiv. (in Ukrainian)
19. *BLOC – Business Logic Components Pattern.* Retrieved from <https://medium.com/nerd-for-tech/bloc-business-logiccomponents-pattern-8b0b9a01d611> (in English)
20. *Getting Started with Flutter Bloc Pattern.* Retrieved from <https://www.mitrails.com/news-updates/getting-started-with-flutterbloc-pattern/> (in English)

Надійшла до редколегії: 09.11.2023

Прийнята до друку: 10.03.2024