

**ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ ГЕОФІЗИЧНОГО МОНІТОРИНГУ
ГОЛОВНОГО ЦЕНТРУ СПЕЦІАЛЬНОГО КОНТРОЛЮ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ
ЗАВДАНЬ В ІНТЕРЕСАХ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ**

У статті розглянуто етапи обробки геофізичної інформації, наведено приклади реєстрації технічними засобами джерел природного та техногенного походження. Крім того, окреслено напрямки застосовування засобів геофізичного моніторингу Головного центру спеціального контролю для вирішення завдань в інтересах Збройних Сил України.

Ключові слова: *засоби геофізичного моніторингу, національна безпека, геофізична обстановка.*

Постановка проблеми загальному вигляді. Наявність у світі ядерного озброєння та небезпека його застосування були та залишаються загрозою для існування людства. Протидія поширенню ядерної зброї, відповідно до Закону України «Про основи національної безпеки України», є одним з основних напрямків державної політики з питань національної безпеки. Усвідомлюючи загрозу, переважна більшість країн світу підписали Договір про всеосяжну заборону ядерних випробувань (далі – Договір). У 1998 році розпорядженням Президента України Національне космічне агентство України було уповноважене представляти інтереси України в Підготовчій комісії Організації Договору про всеосяжну заборону ядерних випробувань (ОДВЗЯВ) [1]. Розуміючи всю важливість Договору, Україна в 2000 році ратифікувала його [2] і взяла на себе зобов'язання, що з ним пов'язані. У структурі ОДВЗЯВ як інструмент об'єктивного контролю створено Міжнародну систему моніторингу (МСМ), яка включає 320 геофізичних станцій спостереження в 92 країнах світу. Для цього використовують 4 види моніторингу: сейсмічний, гідроакустичний, інфразвуковий та радіонуклідний.

Моніторинг геофізичної обстановки в Україні здійснюється технічними засобами Головного центру спеціального контролю (ГЦСК) Національного центру управління та випробувань космічних засобів Державного космічного агентства України. З 1997 року постійно проводиться модернізація технічних засобів, а з 2000 року автоматизований комплекс апаратури сейсмічного групування включений до мережі сейсмічного моніторингу МСМ як станція PS-45. Налагоджений обмін даними між ГЦСК та Міжнародним центром даних ОДВЗЯВ.

Для забезпечення покладених на ГЦСК завдань оперативного та достовірного забезпечення інформацією центральних органів державної влади, що здійснюють повноваження у сфері національної безпеки й оборони, застосовується комплекс засобів геофізичного моніторингу: радіотехнічного, сейсмічного, акустичного, магнітного та аерозольного (радіонуклідного), – що охоплюють спостереження за процесами в різних геосферах Землі.

Система геофізичних спостережень ГЦСК протягом останнього десятиріччя отримала значний розвиток, розширився діапазон завдань моніторингу техногенних та природних

явищ. Вирішуються завдання контролю за виконанням умов Договору, створення систем локалізації катастроф штучного походження, моніторингу розташування об'єктів критичної інфраструктури, оцінювання координат промислових вибухів, шумового моніторингу довкілля, переміщення радіонуклідів тощо. Система спеціального контролю є пасивною інформаційною вимірювальною системою, а отримана інформація від національних технічних засобів, Міжнародного центру даних може бути складовою стратегічної, оперативної, тактичної ланок та використовуватися для інформаційного забезпечення Збройних Сил (ЗС) України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням застосування засобів геофізичного моніторингу ГЦСК для вирішення різного характеру завдань присвячено низку робіт [4–13].

У [4] проаналізовано можливості комплексного використання акустичної та сейсмічної інформації при ідентифікації джерел збурень штучного походження.

У [5] досліджено ефективність виявлення акустичних сигналів технічними засобами для локалізації джерел геофізичних збурень.

У роботах [6–8] розглянуто можливості мережі сейсмічних спостережень ГЦСК у рамках вирішення завдань інформаційного забезпечення екологічної безпеки про параметри сейсмічних подій та їх можливих наслідків.

У [9] розглянуто можливість використання мережі ГЦСК для потреб ЗС України, при цьому основна увага зосереджена на застосуванні сейсмічних засобів моніторингу.

У зв'язку з розширенням мережі спостережень, переходом на цифрову реєстрацію, організацією багаторівневої оперативної обробки інформації, застосуванням сучасного програмно-математичного забезпечення обробки даних та розширенням міжнародного співробітництва доцільно в сучасних умовах функціонування ГЦСК визначити шляхи застосування всього комплексу засобів геофізичного моніторингу для вирішення завдань в інтересах ЗС України.

Формулювання завдання дослідження. Метою роботи є аналіз можливостей використання засобів геофізичного моніторингу ГЦСК для вирішення завдань в інтересах ЗС України.

Виклад основного матеріалу. Забезпечення моніторингу в режимі часу, близькому до реального, передбачає оперативну та цілодобову обробку даних, що надходять із геофізичних мереж. ГЦСК є територіально-розподіленою інфраструктурою, що включає в себе мережу геофізичних пунктів спостереження, супутникові, проводові, оптоволоконні засоби зв'язку та Інтернет, гарантоване живлення, обчислювальні засоби. На базі обчислювального центру ГЦСК створено Національний центр даних, який приймає потік даних більш ніж із 300 станцій світу. Інформація про зареєстровані геофізичні явища в цифровому, аналоговому, формалізованому вигляді (донесення, доповіді) надходить до пункту управління, де здійснюється її повна обробка, приймається рішення про просторові та енергетичні параметри джерела збурень та можливі наслідки. За результатами комплексної обробки даних приймається рішення про параметри джерела та у вигляді доповідей, зведень, бюлетенів надається в короткий період часу за визначеними критеріями та формами споживачам інформації.

Обробка аналогових даних здійснюється поетапно та включає:

первинну обробку – виділення сигналів з безперервної хвильової послідовності та визначення їх параметрів;

комплексну обробку – розрахунок параметрів джерел, аналіз сигналів на приналежність до одного джерела, ідентифікацію типу джерела (ядерний вибух, землетрус, техногенний вибух тощо).

Обробка цифрових даних проводиться також за декілька етапів. На першому дані обробляються в автоматичному режимі, другим є залучення в режимі, близькому до реального, кваліфікованих аналітиків для проведення ручної обробки. За необхідності уточнення параметрів геофізичних джерел здійснює група експертів (рис. 1).



Рис. 1. Алгоритм роботи експертної групи ГЦСК

Можливості мережі визначають її технічні засоби. Комплекс засобів геофізичного моніторингу унікальний, як і його складові, призначені для контролю за обстановкою в певній геофізичній оболонці Землі.

Так, засоби радіотехнічного моніторингу ґрунтуються на реєстрації електромагнітних імпульсів, джерелами яких можуть бути ядерні вибухи та природні чинники (наприклад, грозові розряди). Смуга частот у діапазоні 9–50 кГц, динамічний діапазон 100 дБ з амплітудою шумів 1–3 мВ і часом дискретизації від 3 мс до 1 с на відстанях (залежно від потужності джерела) понад 5000 км. Контроль радіостанцій у частотному діапазоні роботи технічних засобів дозволяє проводити пасивне похиле зондування. Такий підхід може бути використаний для моніторингу за аномальною поведінкою певних іоносферних ділянок.

Засоби сейсмічного моніторингу призначені для реєстрації коливань земної поверхні, які відбулися внаслідок подій техногенного або природного походження. Частотна смуга технічних засобів становить 0,01–20 Гц. Динамічний діапазон 130 дБ з амплітудами фону на рівні одиниць нанометрів. За час існування ГЦСК було зареєстровано всі відчутні землетруси на території України та потужні сейсмічні явища на земній кулі, включаючи ядерні випробування останніх десятиріч.

Засоби акустичного моніторингу ґрунтуються на реєстрації інфразвукових коливань атмосферного тиску, що виникають при ядерних та хімічних вибухах, антропогенних та природних катаклізмах, потужних атмосферних, океанських та підземних явищах. Коливання акустичного поля Землі реєструються в діапазоні частот 0,003–12 Гц, у динамічному діапазоні 100 дБ та з амплітудами фону на рівні 0,01 Па.

Засоби магнітного моніторингу реєструють варіації магнітного поля Землі, природними джерелами яких можуть бути магнітні бурі та інші процеси в магнітосфері, які створюють перешкоди для роботи радіотехнічних, енергетичних та навігаційних систем. Так, найбільш наочна подія, що стала відображенням актуальності цього впливу у збройних конфліктах, – великі втрати американського спецпідрозділу в Афганістані 04 березня 2002 року. Прогнозування «космічної погоди» в США є питанням забезпечення національної безпеки, а 29 жовтня 2015 року на сайті Білого дому з'явилися програмні документи щодо мінімізації втрат від катастрофічних магнітних бур. Варіації магнітного поля засобами ГЦСК реєструються трьома складовими в діапазоні частот 0,005–5 Гц, у динамічному діапазоні 100 дБ і з амплітудами фону на рівні 0,03 нТл, на відстанях від джерела понад 10000 км.

Засоби радіонуклідного моніторингу дозволяють виявити в повітрі радіоактивні речовини, що, у свою чергу, сприяє встановленню факту проведення наземних та повітряних ядерних вибухів, аварій на атомних електростанціях (АЕС) та підприємствах, що використовують радіоактивне паливо.

Реєстрація інформації в цифровому вигляді дозволяє застосовувати сучасне програмно-математичне забезпечення обробки даних, впроваджувати автоматизований процес обробки, досліджувати просторово-часову структуру сигналів, особливості їх розповсюдження, спектрального складу, кореляційних властивостей з метою встановлення нових інформативних параметрів, що свідчать про ті чи інші події.

Технічні характеристики засобів геофізичного моніторингу наведено в табл. 1.

Таблиця 1

	Засіб моніторингу				
	радіотехнічний	сейсмічний	акустичний	магнітний	аерозольний
Явище, що реєструється	Електромагнітне випромінювання в діапазоні радіохвиль	Об'ємні та поверхневі сейсмічні хвилі	Інфразвукові хвилі	Збурення магнітного поля Землі	Радіоактивні речовини від ядерних вибухів, аварій на АЕС та підприємствах, які використовують радіоактивне паливо
Частотний діапазон, Гц	$(2...50) \cdot 10^3$	0,01...20	0,003...12	0,005...5	–
Швидкість поширення хвиль, км/с	300 000	5...13	0,3...0,4	300 000	–
Тривалість сигналів	Декілька мс	Декілька хв	Десятки хв	Декілька хв	–
Апаратура, що застосовується для реєстрації	Радіопеленгатор К-103-Р. Апаратура автоматичного знімання, перетворення та виведення інформації К-120-Р	Сейсмоприймачі: Guralp CMG-40, КСВ-М, КСГ-М, К212 - С1, С2, К-213-С, АЦСС; підсилювачі селективні; К-207-С, К-210-С1, К-210-С2; підсилювач прецизійний WAD-2A-MAX-G	Перешкодозахисний пристрій; станція К-304-А, малоапертурні акустичні групи	Магнітні ферозонди, станція К-403-МЗ	Фільтровентиляційна установка ФВУ; спектрометр енергій гамма- та бета-випромінювань

Багаторічний досвід експлуатації засобів геофізичного моніторингу ГЦСК підтвердив можливість щодо реєстрації сигналів від джерел природного та техногенного походження, а найбільші значущі з них наведено в табл. 2.

Таблиця 2

№ з/п	Вид події	Дата події	Засоби моніторингу
1	2	3	4
1.	Аварія літака Ан-70	Лютий 1995 р.	Сейсмічні
2.	Вибух на борту підводного крейсера «Курськ»	Серпень 2000 р.	Сейсмічні
3.	Вибухи боєприпасів у Новобогданівці, Сватово	Травень 2004 р., жовтень 2015 р.	Сейсмічні
4.	Ядерні випробування в Китаї, Франції, Пакистані, Індії та КНДР	1998–2017 рр.	Сейсмічні
5.	Вибухи на військових складах у м. Новаки (Словаччина)	Березень 2007 р.	Акустичні
6.	Аварія літака Бе-12 ЧФ РФ	Жовтень 2012 р.	Акустичні
7.	Вибух метеорита над м. Челябінськ (Російська Федерація)	Лютий 2013 р.	Акустичні
8.	Вибухи на військових складах поблизу м. Балаклея Харківської обл.	Березень 2017 р.	Сейсмічні Акустичні

Продовження табл. 2

1	2	3	4
9.	Вибухи на військових складах поблизу м. Калинівка Вінницької обл.	Вересень – жовтень 2017 р.	Сейсмічні Акустичні
10.	Геомагнітні бурі	Вересень – листопад 2017 р.	Магнітні
11.	Наявність в атмосфері ізотопів: йоду-131; рутенію-106	Березень 2011 р., жовтень 2017 р.	Радіонуклідні

Отримані в ході експлуатації результати дозволяють визначити напрямки їх застосування для вирішення низки завдань в інтересах ЗС України.

Засоби радіотехнічного моніторингу доцільно застосовувати для моніторингу грозової активності та стану іоносфери над пунктами постійної дислокації підрозділів (районом бойових дій), що важливо при організації зв'язку, у ході планування застосування авіації та експлуатації навігаційних систем.

Засоби сейсмічного моніторингу доцільно використовувати для контролю сейсмічної обстановки в місцях розташування військових підрозділів, в тому числі в місцях дислокації військовослужбовців ЗС України, які беруть участь у миротворчих операціях та міжнародних операціях з підтримання миру і безпеки, а при застосуванні мобільних комплексів – для спостереження за районами зосередження або переміщення військ противника, розвідки найбільш імовірних маршрутів їх розгортання, охорони місць дислокації своїх сил, державного кордону та ліній поділу протидіючих сил.

Засоби акустичного моніторингу за певних умов здатні вирішувати завдання щодо: підвищення інформативної обізнаності особового складу на блокпостах; визначення координат пострілів снайперів, артилерії противника; моніторингу діяльності аеродромів, запуску ракет-носіїв зі стартових комплексів та баз міжконтинентальних ракет; виявлення безпілотних літальних апаратів тощо. Залежно від енергії джерела сигналу доцільним є розділення акустичних комплексів на стаціонарні та мобільні.

Геомагнітні засоби доцільно використовувати для завдань моніторингу стану «космічної погоди», що впливає на супутникові системи, наземні радіотехнічні, радіоелектронні системи та комплекси, засоби зв'язку, навігації, безпеку авіапольотів тощо. У разі застосування мобільних комплексів магнітні засоби можуть бути використані самостійно або у складі системи для виявлення транспортних засобів, бойової техніки, а також особового складу, що має при собі зброю (ніж, пістолет, автомат) або інші ферромагнітні предмети в обмундируванні.

Засоби аерозольного моніторингу можливо застосовувати для:

контролю рівня гамма-випромінювання, що дозволяє встановити факт підвищення рівня радіації, який може бути результатом аварії або руйнування об'єктів, що використовують ядерне паливо;

спектрометричного аналізу проби, який дозволяє визначити ізотопний склад та концентрацію радіонуклідів, що, у свою чергу, дає можливість оптимально спланувати заходи радіаційного, хімічного та бактеріологічного захисту військ (сил).

Висновки. Таким чином, ГЦСК як розподілена вимірювальна мережа з єдиним центром даних дозволяє реєструвати широкий спектр природних та техногенних явищ,

здійснювати автоматизовану обробку їх параметрів, а наявність оперативної чергової зміни забезпечує оперативне інформування центральних органів державної влади, у тому числі ЗС України, про геофізичні події та їх можливі наслідки.

Необхідність використання результатів обробки даних ГЦСК для потреб ЗС України полягає в тому, що при наявності достовірної інформації про реєстрацію тих чи інших геофізичних подій (явищ), виникненні природних або техногенних катастроф, які можуть вплинути на військові підрозділи, стає можливим корегування планів та прийняття зважених рішень командуванням.

Використання саме засобів геофізичного моніторингу для виконання завдань оборонного характеру має низку переваг, оскільки виявлення здійснюється пасивними засобами, а отримані результати дозволяють ототожнювати явища.

Для підвищення достовірності такої інформації доцільно застосовувати повний комплекс засобів геофізичного моніторингу, що є в розпорядженні ГЦСК, оскільки перешкодові фактори для різних фізичних принципів виявлення мають низький коефіцієнт кореляції.

Для розширення діапазону подій, що можуть реєструватися, особливо низькоенергетичних, доцільно продовжувати розробку зразків мобільних засобів геофізичного моніторингу, що мають при цьому однакові фізичні принципи та алгоритми обробки, але відрізняються значно меншими масогабаритами, енергоспоживанням, автономністю, стійкістю до зовнішніх чинників. Такі засоби доречно використовувати як розвідувально-сигналізаційні системи, а наявний у ГЦСК досвід може бути з користю використаний при їх розробці.

Подальші дослідження будуть спрямовані на розробку методик виявлення та ідентифікації озброєння та військової техніки за результатами геофізичного моніторингу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Про представництво інтересів України в Підготовчій комісії Організації з Договору про всеосяжну заборону ядерних випробувань : розпорядження Президента України від 17 липня 1998 р. № 402/98-рп [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/402/98>.
2. Про ратифікацію Договору про всеосяжну заборону ядерних випробувань : Закон України від 16 листопада 2000 р. № 2107-14 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2107-14>.
3. Про основи національної безпеки України : Закон України від 19 червня 2003 р. № 964-15 (зі змінами від 30 листопада 2017 р.) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/964-15>.
4. Застосування акустичної системи геофізичного моніторингу при здійсненні ідентифікації джерел збурень техногенного походження в ближній зоні / В. В. Стрінада, В. А. Кирилюк, О. І. Лящук, В. М. Шапка // Вісник ЖДТУ. Технічні науки. – 2007. – № 2 (41). – С. 77–82.
5. Стрінада В. В. Ефективність виявлення акустичних сигналів при локалізації джерел геофізичних збурень / В. В. Стрінада // Проблеми створення, випробування, застосування та експлуатації складних інформаційних систем : зб. наук. праць. – Житомир : ЖВІ НАУ, 2011. – № 5. – С. 166–172.

6. Мережа сейсмічних спостережень України як сегмент системи моніторингу джерел потенційної екологічної безпеки / В. М. Ващенко, С. О. Бабій, І. В. Толчонов, Ю. О. Гордієнко // Екологічна безпека : наук. журн. – 2011. – № 1 (11). – С. 26–30.
7. Напрямки розробки методологічних засад обробки вимірjувальних даних сейсмічних засобів для виявлення факторів безпеки надзвичайних ситуацій / Д. В. Дяченко, С. В. Росоха, О. І. Солонець, В. О. Самарін // Проблеми надзвичайних ситуацій : зб. наук. праць. – Х. : НУЦЗ України, 2014. – Вип. № 19. – С. 53–62.
8. Гордієнко Ю. О. Моніторинг потенційних джерел надзвичайних подій трикомпонентною сейсмічною станцією / Ю. О. Гордієнко, В. А. Кирилюк, О. І. Солонець // Моніторинг геологічних процесів та екологічного стану середовища : матеріали Х Міжнар. наук. конф. (м. Київ, 17–20 жовтня 2012 р.). – К., 2012. – С. 44–45.
9. Гуков В. М. О возможности использования сети наблюдения ГЦСК в интересах Вооружённых Сил Украины / В. Н. Гуков, Н. С. Пастушенко, А. И. Солонец // Зб. наук. праць ХВУ. – 2001. – Вип. 4 (34). – С. 73–76.
10. Обробка геофізичних сигналів у сучасних автоматизованих комплексах : навч. посіб. / М. Ф. Пічугін, О. А. Машков, В. А. Кирилюк та ін. – Житомир : ЖВІРЕ, 2006. – 178 с.
11. Мережа геофізичних спостережень ГЦСК, як інформаційний сегмент системи моніторингу надзвичайних ситуацій / Р. А. Андрoшук, І. В. Толчонов, Ю. О. Гордієнко, О. І. Солонець // Системи управління, навігації та зв'язку : зб. наук. праць. – К. : ЦНДІ НіУ, 2011. – Вип. 2 (18). – С. 281–283.
12. Можливість використання інформації Головного центру спеціального контролю для визначення місцеположення та оцінювання масштабів техногенних катастроф / С. П. Куліков, Р. А. Андрoшук, Ю. А. Андрущенко, І. В. Корнієнко // Проблеми створення, випробування, застосування та експлуатації складних інформаційних систем : зб. наук. праць. – Житомир : ЖВІ ДУТ, 2014. – Вип. 9. – С. 156–163.
13. Можливість використання даних інфразвукового моніторингу під час ідентифікації природи сейсмічних подій / О. І. Лящук, Ю. А. Андрущенко, Ю. О. Гордієнко та ін. // Геофізичний журнал. – 2015. – Т. 37, № 6. – С. 105–114.

Подано 21.12.2017

И. В. Корниенко, А. И. Лящук

ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ ГЕОФИЗИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ГЛАВНОГО ЦЕНТРА СПЕЦИАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ В ИНТЕРЕСАХ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ УКРАИНЫ

Мониторинг геофизической обстановки в Украине осуществляется техническими средствами Главного центра специального контроля Национального центра управления и испытаний космических средств Государственного космического агентства Украины.

Для обеспечения возложенных на Главный центр специального контроля задач оперативного и достоверного обеспечения информации центральных органов государственной власти, осуществляющих полномочия в сфере национальной безопасности и обороны, применяется комплекс средств геофизического мониторинга: радиотехнического, сейсмического, акустического, магнитного и аэрозольного

(радионуклідного), – которые охватывают наблюдения за процессами в различных геосферах Земли.

С целью анализа возможностей использования средств геофизического мониторинга Главного центра специального контроля для решения задач в интересах Вооруженных Сил Украины авторами рассмотрены этапы обработки геофизической информации и приведены примеры регистрации техническими средствами источников естественного и техногенного происхождения.

Ключевые слова: средства геофизического мониторинга, национальная безопасность, геофизическая обстановка.

I. V. Korniienko, O. I. Liashchuk

GEOPHYSICAL MONITORING FACILITIES OF THE MAIN CENTER OF SPECIAL MONITORING FOR SOLVING TASKS FOR INTEREST ARMED FORCES OF UKRAINE

The appointment, principles of construction, the main technical characteristics and experience of use of intelligence-signaling devices (ISD) in local wars and armed conflicts were considered. The main problem that ISD solve to obtain data about combined arms posture in areas (zones) of the conduct of battle action were determined. The analysis of possibilities of technical facilities of geophysical monitoring of the Main center of special monitoring for solution of intelligence tasks was done. Aspects of use of geophysical monitoring tools that analyzed in article, can be the basis for the development of advanced and modernization of the existing ISD. Described the main ways to improve the effectiveness of technical kinds of intelligence.

Keywords: systems and facilities of geophysical monitoring, national security, geophysical situation.