

С. П. Куліков, Р. А. Андрощук, Ю. А. Андрущенко, В. І. Корнієнко

## **МОЖЛИВІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЇ ГОЛОВНОГО ЦЕНТРУ СПЕЦІАЛЬНОГО КОНТРОЛЮ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЕПОЛОЖЕННЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ МАСШТАБІВ ТЕХНОГЕННИХ КАТАСТРОФ**

*На прикладах реєстрації реальних геофізичних сигналів від аварій, що спричинили потужні вибухи, показано можливість технічних засобів Головного центру спеціального контролю (ГЦСК) Державного космічного агентства України щодо надання інформації про місцеположення та масштаби техногенних катастроф. Надано пропозиції з проведення подальших досліджень у цьому напрямі.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді, її зв'язок із важливими науковими і практичними завданнями.** Наявність на території України значної кількості потенційно небезпечних об'єктів економіки, вибухопожежонебезпечних військових об'єктів, об'єктів атомної енергетики та хімічної промисловості, наявність природних осередків епідемії, а також негативні зміни стану атмосфери Землі створюють передумови виникнення різнопланових техногенних катастроф (ТК).

Для оптимального оперативного управління процесом ліквідації наслідків ТК у державі існує єдина державна система (ЄДС) цивільного захисту. ЄДС – сукупність органів управління, сил та засобів центральних і місцевих органів виконавчої влади, органів самоврядування, на які покладається реалізація державної політики у сфері запобігання і реагування на надзвичайні ситуації (НС) техногенного та природного характеру [1].

З метою оперативного та ефективного реагування на ТК, організації заходів з ліквідації їх наслідків, забезпечення управління виділеними силами та засобами Збройних Сил (ЗС) України у Генеральному штабі ЗС України створено оперативні групи (ОГ). Інформаційним базисом діяльності ОГ мають бути напрацьовані бази даних та знань, за допомогою яких, з урахуванням оперативної інформації з місця подій, приймаються відповідні рішення, організовується й контролюється їх ресурсне забезпечення та своєчасне виконання.

На вищому рівні забезпечення управління процесом ліквідації ТК здійснюється оперативною групою Генерального штабу ЗС України, яка працює в Ситуаційному центрі Головного командного центру ЗС України. Згідно з типом ТК залучається до роботи відповідна ОГ, укомплектована галузевими фахівцями ЗС України. Але перш ніж приймати будь-яке рішення, кожний із членів ОГ повинен уявити обстановку. Тому на перше місце виходить проблема оперативного отримання інформації про місцеположення та масштаби ТК.

Однією з установ, що може надавати таку інформацію, є ГЦСК. Так, одним із завдань ГЦСК є своєчасне забезпечення ЄДС, інших зацікавлених міністерств та відомств держави інформацією про сейсмічні події, їх параметри та можливі наслідки.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питанням організації моніторингу стану потенційно небезпечних об'єктів та надання інформації про масштаби ТК на основі аналізу геофізичної інформації присвячено чимало робіт [2–5]. Зокрема в [2], сформовано загальні вимоги до створення системи моніторингу НС. У [3] пропонується розглядати ГЦСК як інформаційний сегмент системи моніторингу надзвичайних ситуацій. У [4] запропоновано підхід до здійснення безперервного моніторингу потенційно небезпечних об'єктів на основі обробки вимірювальних даних сейсмічних станцій. У [5] розглянуто питання організаційної взаємодії ГЦСК та Ситуаційного центру Головного командного центру ЗС України. Однак питання аналізу можливостей технічних засобів ГЦСК здійснювати реєстрацію сигналів від ТК та надавати інформацію про їх місцезположення та масштаби не висвітлювались.

**Мета статті** – розкрити можливості ГЦСК щодо надання інформації про місцезположення та масштаби ТК для оцінювання їх наслідків, показати приклади реєстрації типових сигналів від ТК.

**Виклад основного матеріалу.** Як відомо [3], ГЦСК має технічні засоби реєстрації: радіотехнічні, сейсмічні, акустичні, магнітні та аерозольні. Такі засоби розміщені більш як у 10 пунктах спостереження (ПС), що дозволяє здійснювати моніторинг ТК на території України та суміжних держав. За даними засобів спостереження можна отримати таку інформацію: встановити факт появи ТК; зареєструвати час її появи; визначити напрям на епіцентр (пеленг) ТК; виміряти відстань до епіцентру ТК; визначити енергетичні характеристики ТК. Отримана інформація дозволяє оцінити можливі наслідки ТК та здійснити планування заходів щодо її ліквідації. Можливості технічних засобів ГЦСК наведено у табл. 1 [3].

Таблиця 1

**Можливості мережі геофізичних спостережень ГЦСК**

Основні характеристики	Технічні засоби ГЦСК				
	радіотехнічні	сейсмічні	акустичні	магнітні	аерозольні
Явище, що реєструється	грозова активність	вибухи, землетруси та зсуви	вибухи	вибухи	техногенні аварії з викидом радіоактивних елементів
Сигнали, що реєструються	електро-магнітні імпульси	сейсмічні хвилі	інфра-звукові хвилі	збурення магнітного поля Землі	радіоактивні продукти
Швидкість розповсюдження	300 тис. км/с	5–13 км/с	0.3–0.4 км/с	300 тис. км/с	–
Тривалість сигналів	декілька мс	декілька хв	десятки хв	декілька хв	–
<b>Відстань виявлення</b>	до 10000 км	до 10000 км	до 2000 км	до 10000 км	<b>до 5000 км</b>
Оперативність отримання інформації	2–3 хв	15–40 хв	1 год.	2–3 хв	Через 24 год. після відбору проб

Аналіз даних, наведених у табл. 1, свідчить про можливість реєстрації технічними засобами ГЦСК широкого кола геофізичних явищ, джерелом утворення яких можуть бути ТК. Щомісячно за результатами обробки спостережень у ГЦСК формується бюлетень геофізичних явищ. У бюлетені відображені всі збурення геофізичних середовищ, що викликані природними та штучними чинниками на території України та всієї земної кулі, зареєстровані за попередній місяць. Таким чином, передумовою використання інформації ГЦСК для визначення місцеположення та оцінювання масштабів ТК є наявність розвинутої мережі ПС та реєстрація технічними засобами відповідних збурень геофізичних полів (внаслідок впливу ТК) з наступною їх обробкою.

Одні з основних технічних засобів, що надають інформацію про потужні вибухи на поверхні Землі (як наслідок аварій на промислових підприємствах, нафто- та газогонах, кораблях та човнах, падіння літаків) є сейсмічні. Обробка вимірювальних даних сейсмічних засобів здійснюється в ручному та автоматичному режимах. Процес обробки зареєстрованих сейсмічних сигналів включає: встановлення типів сейсмічних хвиль ( $P$ ,  $S$ ,  $Lq$ ,  $L_R$ ); визначення параметрів складових сейсмічного сигналу (час вступу, максимальна амплітуда та період); розрахунок епіцентральної відстані ( $\Delta$ ); обчислення азимута на епіцентр ( $\alpha$ ), часу події в джерелі та глибини гіпоцентру джерела; оцінювання потужності (магнітуди) сейсмічної події. Рішення про параметри сейсмічної події приймається за результатами комплексного аналізу матеріалів реєстрації всіх ПС. Час надання попередньої інформації користувачам становить 15 хв від моменту події.

Приклади реєстрації сейсмічними засобами подій різного техногенного характеру наведено на рис. 1, 2.

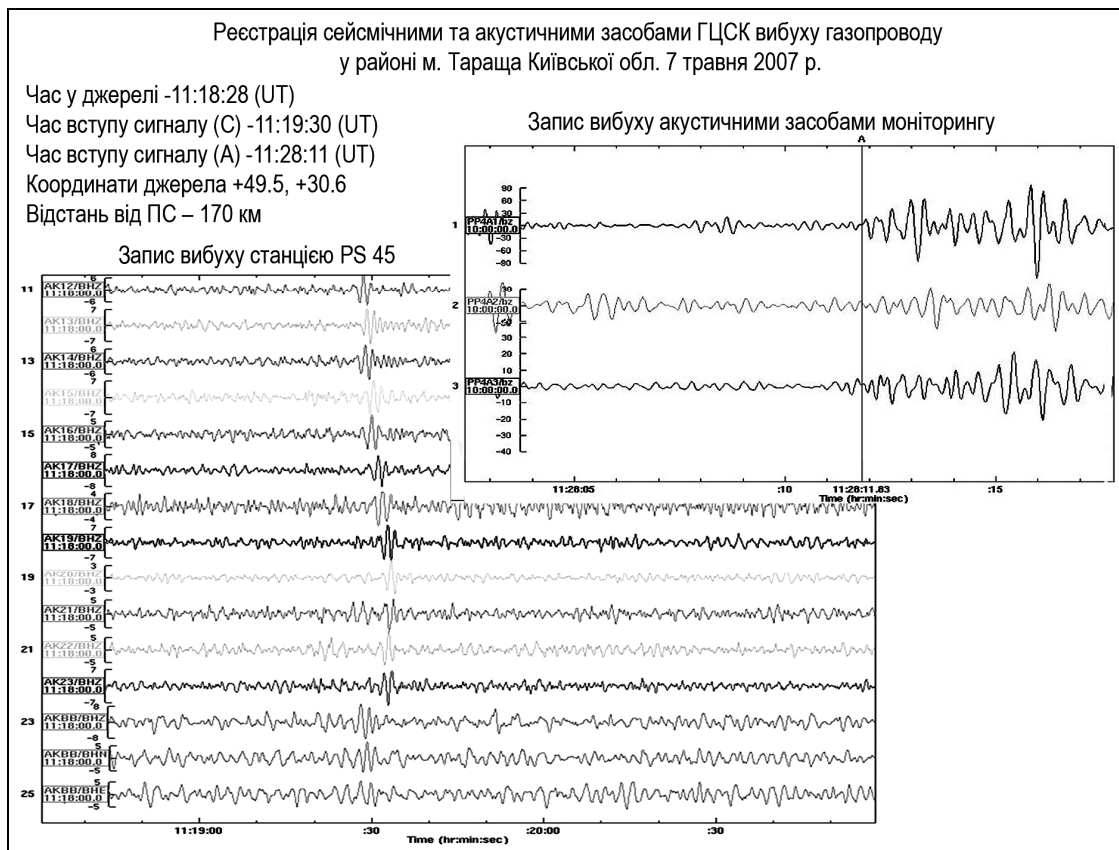


Рис. 1. Запис сигналу сейсмічними та акустичними засобами від вибуху на газогоні об 11 год. 18 хв 28 с 07.05.2007 у Київській обл. (49°05' пн. ш., 30°06' сх. д.)

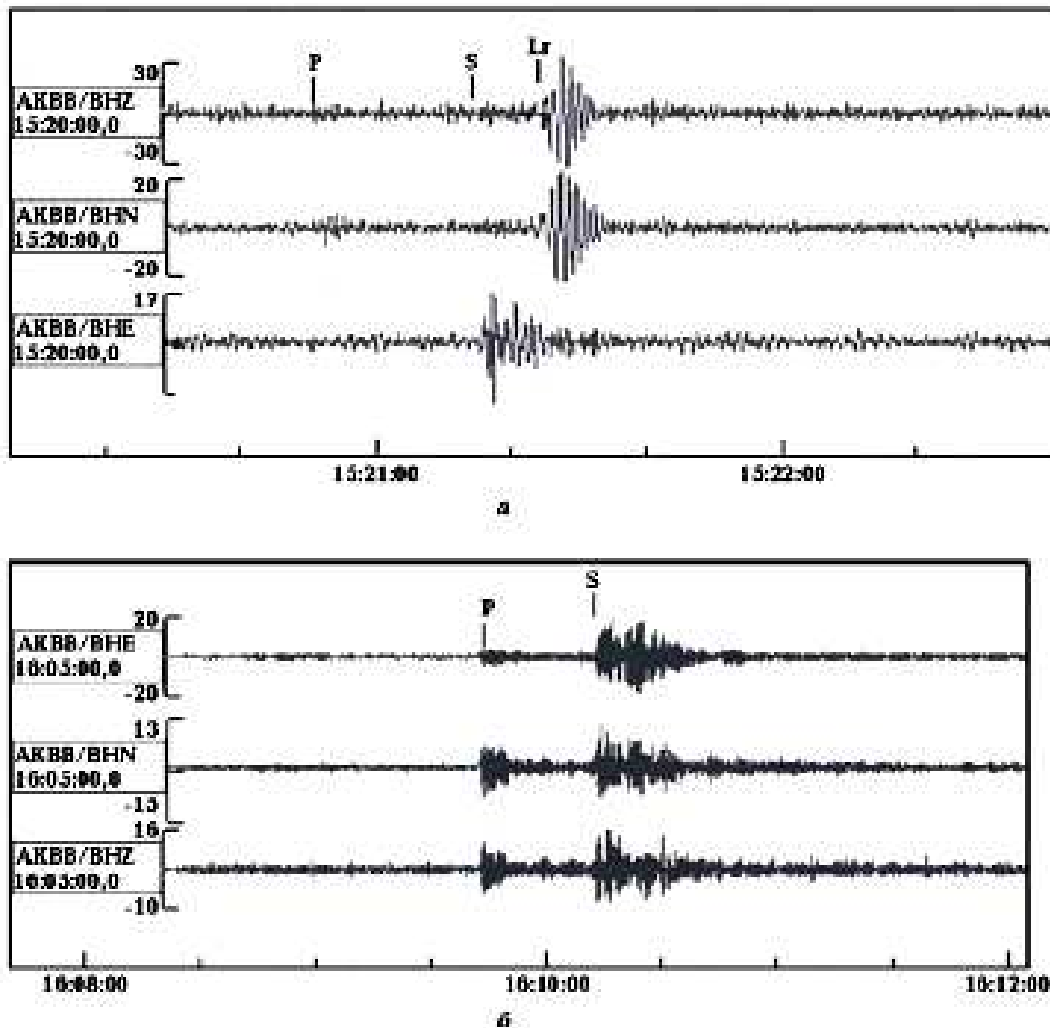


Рис. 2. Запис сейсмічного сигналу трикомпонентною установкою (цифрова реєстрація) на сейсмічній станції ПС (м. Малин):  
 а) від промислового вибуху в кар'єрі Вінницької обл. 08.11. 2012;  
 б) землетрусу у тій ж місцевості 27.09.2004

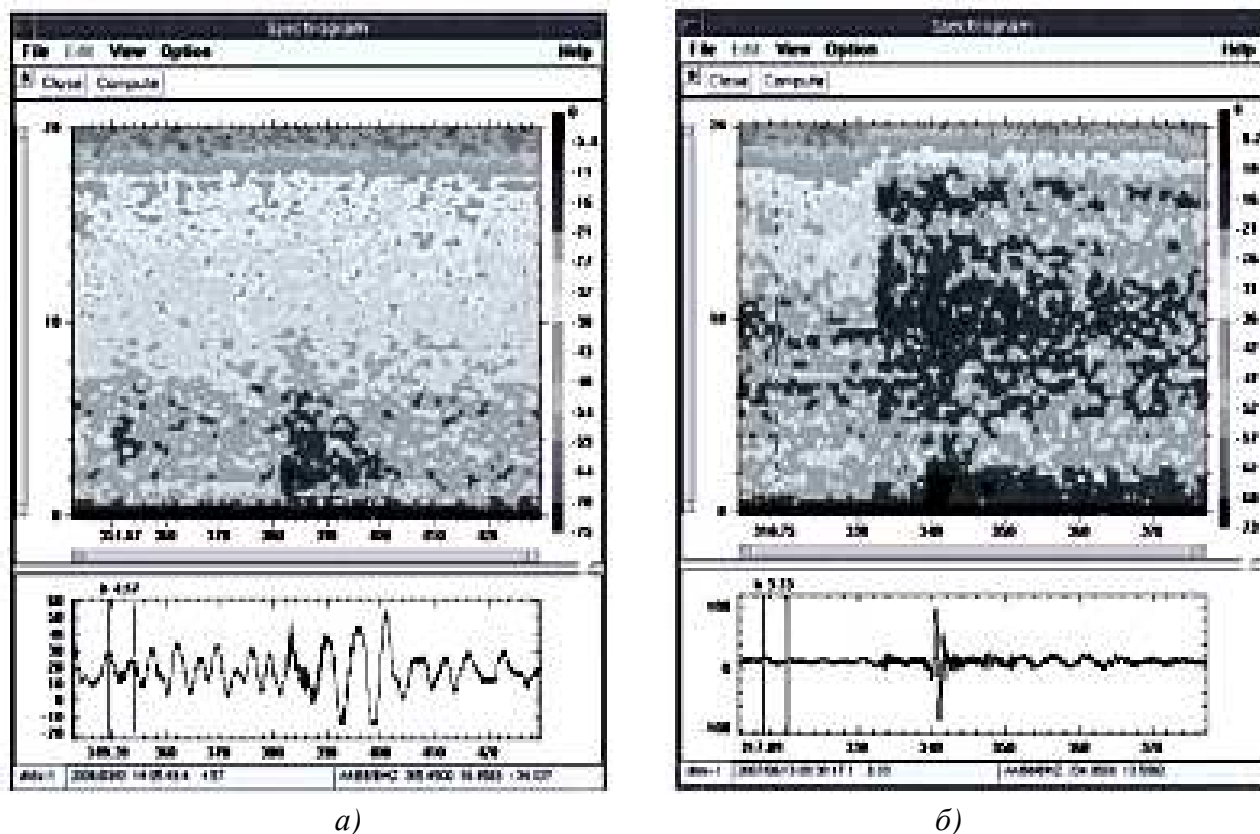
Реєстрація сигналів здійснюється в аналоговому та цифровому вигляді. Як видно з наведених на рис. 1, 2 сигналів, на даний час існуючі методики дозволяють визначати місцеположення та оцінювати енергетичні параметри ТК (аварій), що спричинили досить потужні вибухи. За кожним із зареєстрованих сигналів складається довідка про подію у табличному вигляді (табл. 2 – для сигналу на рис. 2, а) або, як показано на рис. 1, з відображенням сигналів.

Таблиця 2

Дата	Час у джерелі	Координати джерела		Глибина	Магнітуда	Інтенсивність джерела	Місце джерела	Пункти, які зареєстрували сигнал
		Широта	Довгота					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
08.11.2012	15.20.32	+48,59	+29,30	–	0,5	–	Вінницька обл.	Ворсовка, Ужгород, Кам'яний Брід

Технічною проблемою отримання інформації про місцезположення та масштаби ТК від ГЦСК є те, що реєстрація сигналів від ТК здійснюється тільки при утворенні внаслідок ТК досить потужного вибуху (на рівні потужності вибуху у промисловому кар'єрі). Для реєстрації сигналів від ТК меншої потужності необхідно здійснювати розширення мережі ПС, особливо це стосується східної частини України.

Наявність великого статистичного матеріалу, отриманого за результатами інструментальних спостережень (у цифровому вигляді) на сейсмічних станціях ГЦСК, дає змогу визначити ефективні критерії ідентифікації вибухів, що спричинені ТК, та інших джерел (землетрусів), наприклад за результатами аналізу спектрограм [6] (рис. 3).



*Рис. 3. Спектрограми сейсмічних сигналів зареєстрованих на сейсмічній станції ПС (м. Малин) від: а) землетрусу у Тернопільській обл. 01.03.2012 (49.7° пн.ш., 25.4° сх.д.); б) від промислового вибуху в кар'єрі Житомирської обл., Коростенського району 13.06.2012 (50.9° пн.ш., 28.7° сх.д.)*

Широкі міжнародні зв'язки дозволяють ГЦСК отримувати інформацію з Міжнародного центру даних (м. Відень), мережа пунктів спостережень якого охоплює всю земну кулю. Прикладом такої співпраці є реєстрація вибуху на підводному човні «Курськ» сейсмічними групами NORSAR (рис. 4).

Крім сейсмічних засобів, промислові та техногенні вибухи можуть бути зареєстровані акустичними засобами. Для прикладу, на рис. 5 наведено реєстрацію акустичного сигналу від промислового вибуху на відстані 60 км від малоапертурної акустичної групи (МАОГ), розрахункова потужність -18 т (тротилу). При цьому за допомогою групи вдалося не тільки виявити сигнал, але і визначити швидкість та напрямок його надходження [7], що є важливим при визначенні координат вибуху.

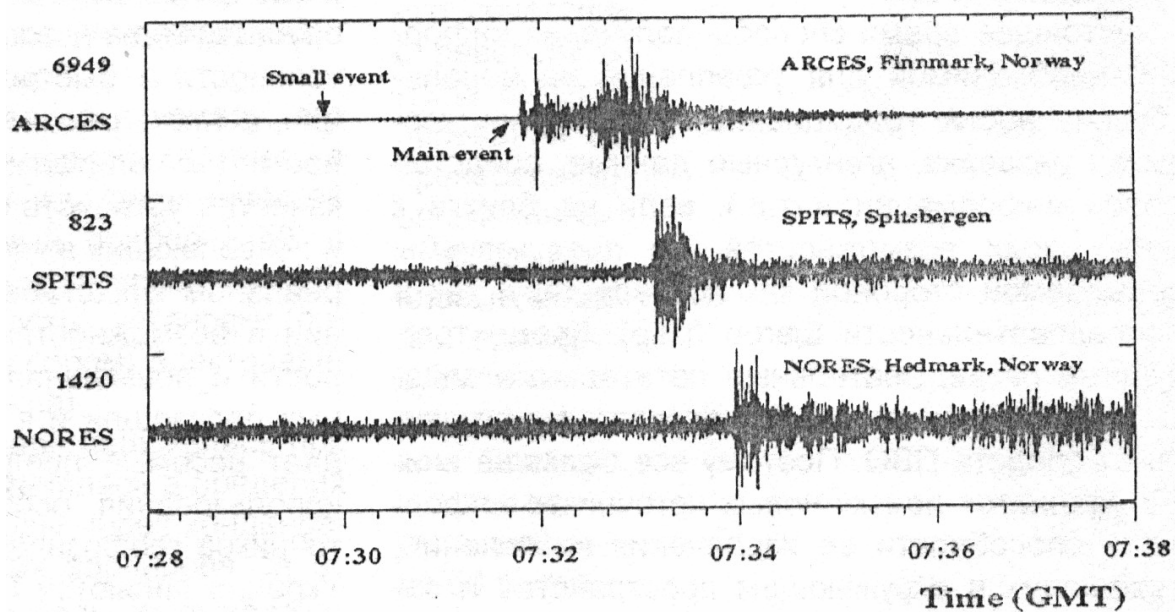


Рис. 4. Результати реєстрації вибуху на підводному човні «Курськ» сейсмічними групами NORSAR 12.08.2000

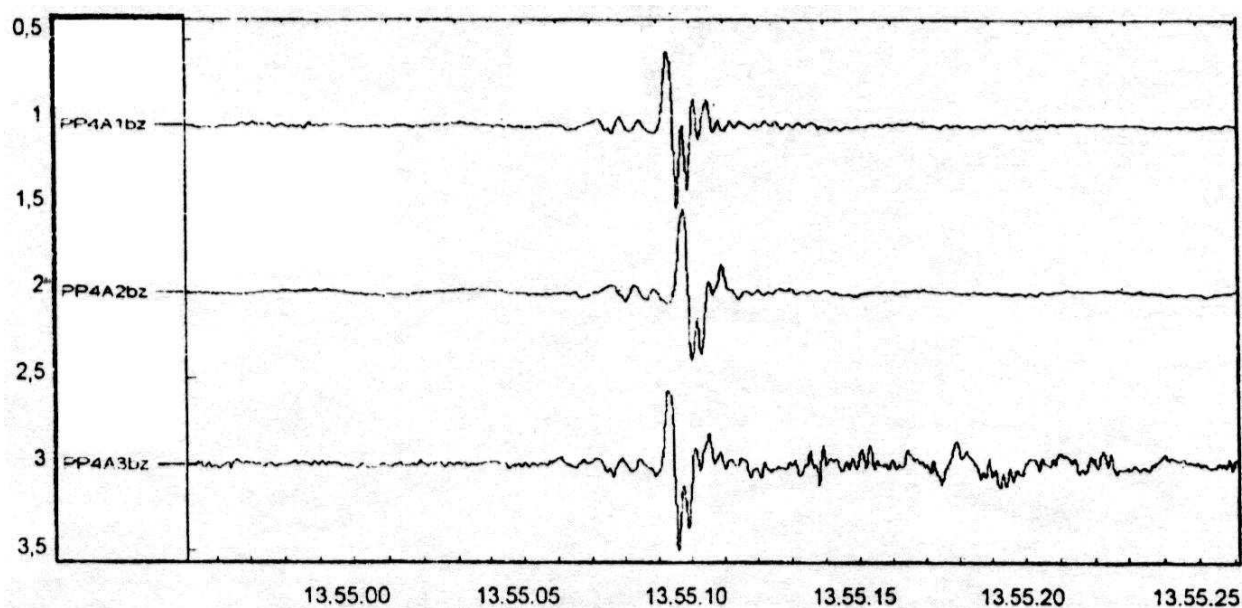


Рис. 5. Запис акустичного сигналу МААГ на станції ПС (м. Малін) (цифрова реєстрація) від промислового вибуху в кар'єрі

#### Висновки, перспективи подальших розробок у даному напрямі

Таким чином, на теперішній час ГЦСК має засоби і достатній досвід обробки сейсмічних і геофізичних даних, на основі яких можливе створення об'єднаного центру даних і системи оперативного аналізу геофізичних сигналів, які можуть виникнути внаслідок вибухів, пов'язаних з аваріями на промислових підприємствах, літаків, човнів та інших ТК.

На даний час технічними засобами ГЦСК були зареєстровані всі ядерні випробування у Пакистані, Індії, Китаї, Франції, Північній Кореї, вибух на борту російського атомного підводного човна «Курськ» у Баренцовому морі, переміщення астероїда над Антарктидою, а також інші геофізичні явища природного та штучного походження.

Перспективним напрямом подальших розробок є комплексування даних від усіх технічних засобів ГЦСК, що дозволить отримати об'єктивну інформацію про стан усіх природних середовищ і виникаючі в них аномальні явища. Таке комплексування інформації в Національному центрі даних ГЦСК може бути використано з метою [7–9]:

визначення місцеположення та аналізу масштабів аварій на різних типах промислових і військових підприємств;

викриття ходу військових навчань, пересування колон військової техніки, зльоту та посадки бойових літаків;

прогнозування землетрусів;

визначення ймовірного місця аварії човнів та падіння літаків та ін.

Таке розширення завдань, покладених на ГЦСК, вимагає проведення додаткових досліджень у галузі комплексування інформації про аномальні явища, які викликані ТК. Отримання інформації про місцеположення та масштаби аварій на промислових об'єктах та місця падіння літаків, як показує практика, можливе тільки у випадку, коли аварія спричиняє доволі потужні вибухи. Для отримання інформації про ТК меншої потужності необхідно здійснювати розширення існуючої мережі ПС, особливо в східній частині України.

#### **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Положення про Єдину державну систему цивільного захисту. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 9 січня 2014 року № 11 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://rada.gov.ua>.
2. Абрамов Ю. А. Основные требования к созданию системы мониторинга чрезвычайных ситуаций / Ю. А. Абрамов, В. В. Тютюник, Р. И. Шевченко // Системи обробки інформації. – Х. : ХУПС. – 2005. – Вип. 6 (46). – С. 203–207.
3. Мережа геофізичних спостережень ГЦСК як інформаційний сегмент системи моніторингу надзвичайних ситуацій / Р. А. Андрощук, О. І. Солонець, І. В. Толчонов, Ю. О. Гордієнко // Системи управління, навігації та зв'язку : зб. наук. праць. – Х. : ХУПС, 2011. – Вип. 2 (18). – С. 281–283.
4. Моніторинг сейсмічними засобами потенційних джерел надзвичайних подій / Р. А. Андрощук, Ю. О. Гордієнко, В. А. Кирилюк, О. І. Солонець // Проблеми створення, випробування, застосування та експлуатації складних інформаційних систем : зб. наук. праць. – Житомир : ЖВІ НАУ, 2011. – Вип. 5. – С. 173–180.
5. Розробка технології обміну геофізичною інформацією, що використовується в інтересах оборони та безпеки держави : звіт про НДР (заключний), шифр “Вулкан – ЖВІНАУ”, реєстр. № 0101U001317, вик. Андрощук Р. А., Рибачук О. І., Стрінада В. В., Андреев П. Б. – Житомир, 2011. – 80 с.
6. Андрущенко Ю. А. Спосіб ідентифікації природи сейсмічних джерел на основі спектрально-часового аналізу коливань / Ю. А. Андрущенко, Ю. О. Гордієнко // Геофизический журнал. – 2009. – Т. 31. – № 6. – С. 140–146.
7. Оцінка характеристик джерела інфразвукових коливань техногенного походження малоапертурною акустичною групою / О. А. Машков, В. А. Кирилюк, І. Г. Качалін,

Є. В. Карягін // Моделювання та інформаційні технології : зб. наук праць. – К. – 2004. – Вип. 29. – С. 44–54.

8. Андрощук Р. А. Структура інформаційної системи Головного центру спеціального контролю / Р. А. Андрощук, С. П. Куліков, Ю. О. Гордієнко // Вісник воєнної розвідки. – К. : Науково-практичне видання НДІ ГУР. – 2010. – № 21. – С. 37–39.

9. Теорія побудови систем геофізичного моніторингу : навч. посіб. / Р. А. Андрощук, О. І. Рибачук, В. В. Стрінада та ін. – Житомир : РУТА, 2012. – 220 с.

Подано 14.08.2014

**С. П. Куликов, Р. А. Андрощук, Ю. А. Андрущенко, В. И. Корниенко**

**ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ ГЛАВНОГО ЦЕНТРА СПЕЦИАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ УКРАИНЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ И ОЦЕНКИ МАСШТАБОВ ТЕХНОГЕННЫХ КАТАСТРОФ**

*На примерах регистрации реальных геофизических сигналов от аварий, которые создали мощные взрывы, показана возможность технических средств Главного центра специального контроля о выдаче информации о местоположении и масштабе техногенных катастроф. Сформированы предложения по проведению дальнейших исследований в этом направлении.*

**S. P. Kulikov, R. A. Androshchuk, J. A. Andrushchenko, V. I. Kornienko**

**POSSIBILITY OF USE OF THE INFORMATION OF THE MAIN CENTER OF THE SPECIAL CONTROL OF UKRAINE FOR DEFINITION OF THE SITE AND THE ESTIMATION OF SCALES OF TECHNOGENIC ACCIDENTS.**

*On examples of registration of real geophysical signals from failures which have created powerful explosions, possibility of means of the Main centre of the special control about delivery of the information on a site and scale of technogenic accidents is shown. Offers on carrying out of the further researches in this direction are generated.*