

УДК 550.34

Ю.О. Гордієнко¹, О.І. Солонець², С.В. Петров³¹Головний центр спеціального контролю, Макарів-1²Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків³Українська інженерно-педагогічна академія, Харків

ОЦІНКА ЧАСУ ОТРИМАННЯ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ДАНИХ ВІД МЕРЕЖІ СЕЙСМІЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ГЦСК

Показана необхідність використання засобів Головного центру спеціального контролю в якості інформаційних елементів системи моніторингу, прогнозування і запобігання надзвичайним ситуаціям. Наведено приклади реєстрації мережею сейсмічних спостережень Головного центру спеціального контролю надзвичайних ситуацій природного та техногенного походження. Визначено показники функціональної ефективності мережі сейсмічних спостережень, найбільш критичним з яких є час отримання інформації про надзвичайну ситуацію. Проведена оцінка часу отримання вимірювальних даних від мережі сейсмічних спостережень.

Ключові слова: моніторинг, сейсмічний сигнал, мережа сейсмічних спостережень.

Вступ

Постановка проблеми. Запобігання надзвичайним ситуаціям (НС), оперативна ліквідація їх наслідків, максимальне зниження масштабів втрат та збитків є загальнодержавною проблемою і одним з найважливіших завдань органів влади та управління всіх рівнів.

Україна, як одна з найбільших за територією країн Європи, має високі показники рівня потенційної небезпеки виникнення техногенних аварій та катастроф, які можуть мати серйозні екологічні та соціальні наслідки. В Україні функціонує близько 14,5 тисяч потенційно небезпечних підприємств та інших об'єктів, стан близько тисячі з них може призвести до виникнення надзвичайної ситуації державного та регіонального рівня [1]. Крім техногенних НС, державі постійно доводиться стикатись з ліквідацією наслідків природних явищ, прогнозувати та протистояти яким досить складно. Але при здійсненні певних організаційно-технічних заходів можливо зменшити руйнівні наслідки НС техногенного та природного характеру.

На виконання зазначених заходів Концепцією Загальнодержавної цільової програми розвитку цивільного захисту на 2009-2013 роки [1] передбачено створення єдиної системи цивільного захисту (ЄСЦЗ), системи моніторингу, прогнозування і запобігання надзвичайним ситуаціям (СМПЗ). Основною складовою якісного виконання завдань, що стоять перед ЄСЦЗ, є своєчасне одержання інформації про НС та їх наслідки.

Забезпечити оперативне та дистанційне одержання інформації про НС на території України та суміжних держав має змогу Головний центр спеціального контролю (ГЦСК) Державного космічного агентства України. Для використання засобів ГЦСК в якості інформаційних елементів СМПЗ необхідно визначити показники їх функціональної ефективності у забезпеченні рішення завдань, пов'язаних з моніторингом НС.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В роботі [2] розглянуто особливості створення системи моніторингу НС, яка складається з контактних та дистанційних підсистем моніторингу існуючих та потенційних джерел НС.

В роботах [3 – 5] проведені дослідження, що можуть бути покладені в основу прогностичних спостережень, які виконуються ГЦСК у межах функціонування Національної системи сейсмічних спостережень України, для оперативного забезпечення Урядової інформаційно-аналітичної системи з питань надзвичайних ситуацій інформацією про майбутній землетрус з осередком у сейсмонебезпечному районі. Однак основна увага приділялась оцінці характеристик вибіркової системи сейсмічного групування. В статті [6] визначено шляхи оцінки часових обмежень упередження максимального сейсмічного ефекту землетрусу.

Формулювання мети статті. Метою статті є оцінка часових можливостей дистанційної підсистеми моніторингу надзвичайних ситуацій на базі сейсмічних засобів Головного центру спеціального контролю.

Виклад основного матеріалу дослідження

Перевагою контактної підсистеми моніторингу є оперативність отримання інформації про можливість виникнення та факт НС різної природи [2]. Однак в даному випадку може виникнути загроза як для апаратно-технічних засобів спостереження, так і для обслуговуючого персоналу. Перевагою дистанційної підсистеми моніторингу є можливість здійснення одночасного моніторингу декількох потенційних джерел НС, однак при цьому збільшується час на отримання інформації про факт НС та зменшується чутливість системи.

Одним з методів дистанційного моніторингу джерел НС, засобами якого оснащений ГЦСК, є сейсмічний.

Сейсмічні хвилі дозволяють оперативно отримувати інформацію про НС, пов'язані з вибухами або землетрусами, завдяки поширенню на значні

відстані з великими швидкостями [7 – 10]. Основними перевагами сейсмічного методу моніторингу є висока оперативність встановлення факту сейсмічної події та можливість проведення дистанційного моніторингу підконтрольних об'єктів (районів), що зменшує ризик для технічних засобів спостереження та обслуговуючого персоналу.

Модернізація засобів реєстрації, передачі та обробки вимірювальних даних, перехід на цифрову обробку інформації, які проводяться у ГЦСК в межах національних та міжнародних програм [11], дозволяють проводити оперативний моніторинг геофізичної обстановки, в тому числі і в районах НС природного та техногенного характеру. Зокрема, мережа сейсмічних спостережень (МСС) ГЦСК (рис. 1), при використанні її в якості інформаційних елементів СМПЗ, дозволить вирішити завдання попередження та ліквідації наслідків НС, які створюють сейсмічні збурення (землетруси, вибухи тощо).

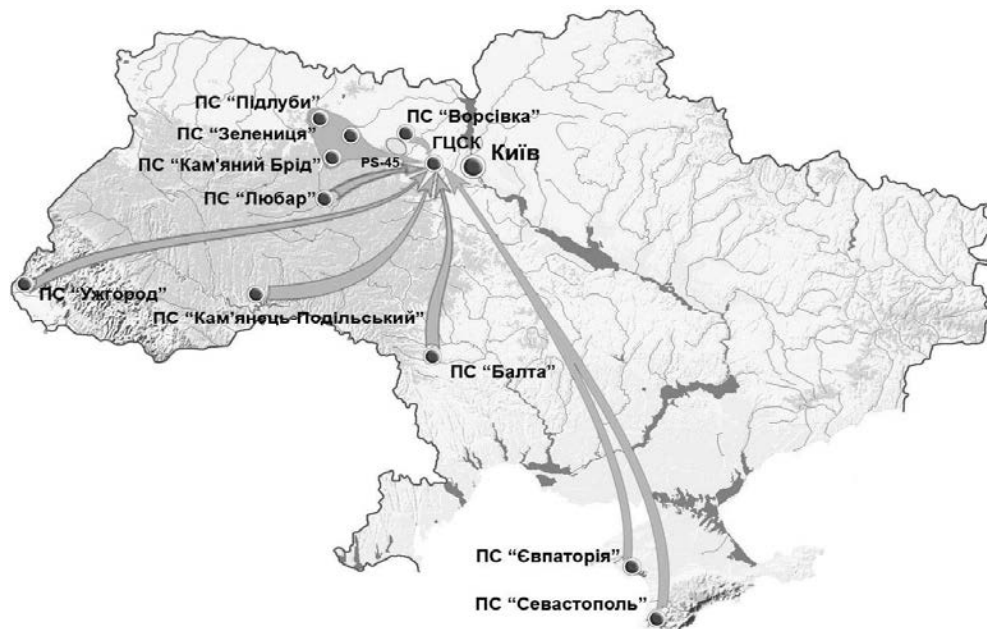


Рис. 1. Мережа сейсмічних спостережень ГЦСК

На рис. 2 – 5 наведено приклади сигналограм, зареєстрованих сейсмічними засобами ГЦСК, від НС природного та техногенного походження, які відбулися на території України та суміжних держав.

В якості показників функціональної ефективності МСС ГЦСК пропонується час отримання інформації про НС, точність визначення параметрів НС (час події, потужність, місцеположення осередку) та мінімальний енергетичний клас НС (тротиловий еквівалент для вибухів та інтенсивність для землетрусів).

З точки зору попередження максимального сейсмічного ефекту землетрусів та оперативності прийняття рішення про НС в першу чергу необхідно оцінювати час отримання інформації про НС. Час отримання інформації про НС за результатами сейсмічних спостережень складається з часу поширення сейсмічних хвиль, часу обробки вимірювальних даних та

часу оповіщення (надання інформації користувачам).

Із зазначених складових найбільш критичним є час поширення сейсмічних хвиль, необхідних для оцінки параметрів сейсмічної події, оскільки він є незмінним і визначається швидкістю основних типів сейсмічних хвиль та конфігурацією мережі сейсмічних спостережень. Інші складові можуть бути покращені шляхом розробки більш ефективних алгоритмів обробки, використання потужних обчислювальних засобів та сучасних інформаційних систем передачі даних.

Під час землетрусу або вибуху від епіцентру джерела розходяться сейсмічні хвилі пружних коливань у всіх напрямках [7 – 9]. Ці коливання поширюються на значні відстані від епіцентру та являють собою важливе джерело інформації для ідентифікації явища та оцінки його параметрів.



Рис. 2. Сигналограма від вибуху на магістральному газопроводі "Уренгой-Помари-Ужгород" в Київській області 07.05.2008 р.

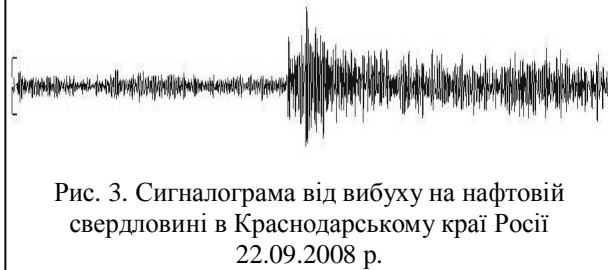


Рис. 3. Сигналограма від вибуху на нафтовій свердловині в Краснодарському краї Росії 22.09.2008 р.

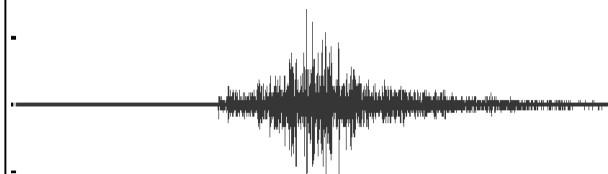


Рис. 4. Сигналограма від землетрусу на території Румунії, який відчувався в Україні 25.04.2009 р.

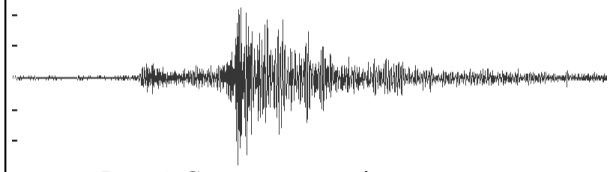


Рис. 5. Сигналограма від землетрусу у Дніпропетровській області 13.06.2010 р.

Виділяють динамічні (поляризація, амплітуди та частоти) та кінематичні (час пробігу) характеристики сейсмічних хвиль.

Аналіз характеру зміщення ґрунту для різних типів хвиль показує, що найбільш небезпечними при сейсмічних подіях є горизонтальні зміщення, які призводять до найбільших руйнувань [6 – 10]. А різна швидкість поширення основних типів сейсмічних хвиль дозволяє використовувати дану обставину в якості додаткового фактора попередження НС.

Для визначення швидкості поширення сейсмічних хвиль існують годографи – емпірично визначені графіки залежності часу поширення основних типів сейсмічних хвиль від епіцентральної відстані між джерелом та сейсмоприймачем (рис. 6) [6].

Процес обробки сейсмічних сигналів включає:

- визначення основних типів хвиль;
- визначення параметрів сейсмічних сигналів (час вступу хвилі, максимальна амплітуда певної хвилі та відповідний їй період);

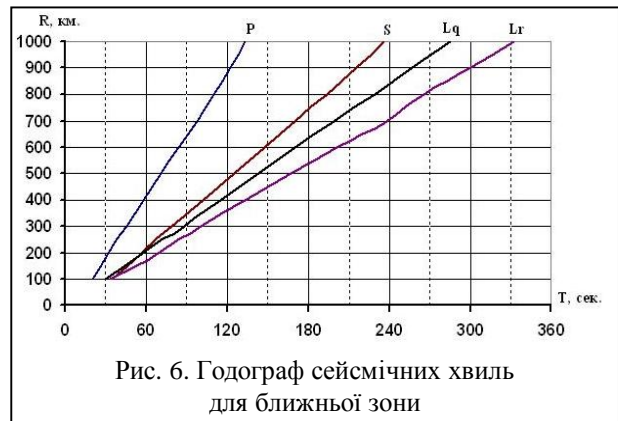


Рис. 6. Годограф сейсмічних хвиль для ближньої зони

– розрахунок епіцентральної відстані, визначення азимуту на епіцентр, часу в джерелі та глибини гіпоцентру сейсмічного джерела;

– визначення магнітуди (потужності) сейсмічного джерела.

Оцінка параметрів сейсмічної події та ідентифікації її природи (вибух або землетрус) проводиться з використанням параметрів всіх типів сейсмічних хвиль, зареєстрованих на не менш ніж трьох станціях МСС ГЦСК.

Виходячи з особливостей кінематичних характеристик сейсмічних сигналів, процесу обробки вимірювальних даних та визначення параметрів сейсмічної події оцінка часу отримання вимірювальних даних МСС ГЦСК з різних регіонів України визначається як мінімальне значення функції:

$$f(\lambda, \varphi, t) = \max_t (t_i(\lambda, \varphi), t_j(\lambda, \varphi), t_k(\lambda, \varphi)),$$

де λ та φ – географічні координати певного джерела сейсмічного збурення; $t_i(\lambda, \varphi)$ – час пробігу сейсмічної хвилі від певного джерела сейсмічного збурення до i -го пункту спостереження; $i, j, k = 1..N$, де N – кількість пунктів спостереження (для існуючої МСС ГЦСК $N = 10$), $i \neq j \neq k$.

Ізолінії на рис. 7 відповідають часу отримання вимірювальних даних (хвилини) МСС ГЦСК з різних районів України. Аналіз рисунку показує, що для центральних, західних та південних районів України цей час не перевищує 3 хвилини. Для східних районів час отримання даних становить 3–5.5 хвилин. Збільшення часу для цих районів зумовлено конфігурацією МСС ГЦСК, а саме відсутністю в східному регіоні засобів сейсмічного моніторингу ГЦСК.

Висновки

Таким чином, використання МСС ГЦСК в якості інформаційних елементів СМПЗ дозволяє отримувати вимірювальні дані сейсмічного методу, пов'язані з НС, для різних регіонів України протягом 1-6 хвилин. Зменшення часу отримання вимірювальних даних сейсмічного методу може бути досягнуто шляхом розширенням МСС та розробки нових



Рис. 7. Час отримання вимірювальних даних МСС ГЦСК від надзвичайної події з різних регіонів України

методів обробки вимірювальних даних сейсмічного методу. Основним напрямком розробки нових методів обробки вимірювальних даних сейсмічного методу повинно бути:

- рішення задачі визначення місцеположення осередку НС за результатом обробки вимірювальних даних окремого пункту спостереження;
- рішення задачі визначення місцеположення осередку НС МСС за результатом обробки вимірювальних даних перших складових сейсмічного сигналу;
- використання для прийняття рішення про осередок НС вимірювальних даних за іншими методами геофізичних спостережень ГЦСК.

Список літератури

1. Концепція Загальнодержавної цільової програми розвитку цивільного захисту на 2009-2013 роки : схвалено розпорядженням Каб. Мін. України від 20 серпня 2008 р. N 1156-р [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=1156-2008-%F0>.

2. Абрамов Ю.А. Основные требования к созданию системы мониторинга чрезвычайных ситуаций / Ю.А. Абрамов, В.В. Тютюник, Р.И. Шевченко // Системы обработки информации. – Х.: ХУПС, 2005. – Вып. 6 (46). – С. 203-207.

3. Мониторинг сейсмонезопасных районов засобами сейсмічного групування / Д.В. Голкін, О.І. Солонець, О.С. Бутенко, Ю.О. Гордієнко // Системы обработки информации: зб. наук. пр. – Х.: ХВУ, 2004. – Вып. 8 (36). – С. 67-70.

4. Избирательные характеристики Украинской сейсмической группы при мониторинге сейсмоопасных районов в ближней зоне / Ю.А. Гордиенко, А.И. Солонец, И.Н. Сацук, В.Н. Шапка // Збірник наукових праць ЖВІРЕ. – Ж.: ЖВІРЕ, 2004. – Вып. 8. – С. 130-141.

5. Особенности активизации сейсмических процессов сейсмонезопасного района Вранча / Ю.О. Гордиенко, О.І. Солонець, В.А. Кирилюк, Р.А. Андричук // Проблемы создания, внедрения, применения та эксплуатации складных ИС. – Ж.: ЖВІ НАУ, 2009. – Вып. 2. – С. 125-130.

6. Гордиенко Ю.О. Сучасні інформаційно-комп'ютерні технології та мережа сейсмічних спостережень ГЦСК щодо упередження максимального сейсмічного ефекту від землетрусу в ближній зоні / Ю.О. Гордиенко, В.М. Капалаушенко // Вісник ЖДТУ. – 2006. – № 3 (38). – С. 61-78.

7. Саваренский Е.Ф. Сейсмические волны / Е.Ф. Саваренский. – М.: Недра, 1972. – 293 с.

8. Антикаев Ф.Ф. Сейсмические колебания при землетрясениях и взрывах / Ф.Ф. Антикаев. – М.: Наука, 1969. – 104 с.

9. Пасечник И.П. Характеристики сейсмических волн при ядерных взрывах и землетрясениях / И.П. Пасечник. – М.: Наука, 1970. – 191 с.

10. Руководство по анализу опасности аварийных взрывов и определению параметров их механического действия: РБ Г-05-039-96: утв. Госатомнадзором России 31.12.96; введ. в действие с 01.08.97. – М.: НТЦ ЯРБ Госатомнадзора России, 2000. – 118 с.

11. Украинская сейсмическая группа. Модернизация аппаратно-программных средств / В.А. Дядюра, И.Ю. Михайлик, А.В. Пененко и др. // Геофизический журнал. – 2000. – Т. 22, № 3. – С. 70-77.

Надійшла до редколегії 1.03.2011

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Д.В. Голкін, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

ОЦЕНКА ВРЕМЕНИ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ДАННЫХ ОТ СЕТИ СЕЙСМИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ ГЦСК

Ю.А. Гордиенко, А.И. Солонец, С.В. Петров

В статье показана необходимость использования средств Главного центра специального контроля в качестве информационных элементов системы мониторинга, прогнозирования и предотвращения чрезвычайных ситуаций. Приведены примеры регистрации сетью сейсмических наблюдений Главного центра специального контроля чрезвычайных ситуаций естественного и техногенного происхождения. Определены показатели функциональной эффективности сети сейсмических наблюдений, наиболее критическим из которых является время получения информации о чрезвычайной ситуации. Проведена оценка времени получения измерительных данных от сети сейсмических наблюдений.

Ключевые слова: мониторинг, сейсмический сигнал, сеть сейсмических наблюдений.

ESTIMATION OF TIME OF MEASUREMENTS INFORMATION RECEIPT FROM SEISMIC SUPERVISIONS NETWORK OF MCSK

J.A. Gordienko, A.I. Solonets, S.V. Petrov

In the article the necessity of the use of facilities of the Main center of the special control is rotined as informative elements of the system of monitoring, prognostication and prevention of extraordinary situations. The examples of seismic supervisions registration of the Main center of the special control of natural and technogenic origin extraordinary situations a network are resulted. The indexes of functional efficiency of seismic supervisions network most critical from which is time of information receipt about an extraordinary situation are certain. The estimation of time of measuring information receipt from the seismic supervisions network is conducted.

Keywords: monitoring, seismic signal, network of seismic supervisions.