

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВИЯВЛЕННЯ ТЕХНОГЕННИХ КАТАСТРОФ ЗА ІНФОРМАЦІЄЮ ГОЛОВНОГО ЦЕНТРУ СПЕЦІАЛЬНОГО КОНТРОЛЮ

У статті розглянуто можливість виявлення техногенних катастроф, що спричиняють потужні вибухи, з використанням технічних засобів Головного центру спеціального контролю (ГЦСК). Побудована математична модель виявлення техногенних катастроф дозволяє розрахувати ймовірність виявлення вибухів, що є причиною або наслідком надзвичайної ситуації. Такий підхід сприятиме розширенню сфери застосування наявних технічних засобів ГЦСК та формуванню вимог до розміщення перспективних пунктів спостереження (ПС) мережі.

Ключові слова: *система моніторингу надзвичайних ситуацій, геофізичний моніторинг, вибух, техногенна катастрофа.*

Постановка проблеми в загальному вигляді. Нестабільна внутрішньополітична ситуація в Україні, проведення антитерористичної операції в окремих районах Донецької та Луганської областей, наявність на території України значної кількості потенційно небезпечних об'єктів промисловості, вибухопожежонебезпечних військових об'єктів, об'єктів атомної енергетики, тепло- та гідроелектростанцій створюють передумови виникнення різнопланових надзвичайних ситуацій техногенного характеру. Як показали останні події в Україні (вибухи складів з боєприпасами в Калинівці 26 вересня 2017 року, в Балаклії 23 березня 2017 року), ці надзвичайні ситуації перейшли із розряду потенційно можливих до цілком імовірних. Для прийняття своєчасного та правильного рішення щодо визначення масштабів катастрофи і необхідних дій для ліквідації її наслідків необхідна оперативна і повна інформація про надзвичайну ситуацію. Однією з установ, що може надавати таку інформацію, є ГЦСК Національного центру управління та випробування космічних засобів Державного космічного агентства України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням створення системи моніторингу надзвичайних ситуацій на основі аналізу геофізичної інформації присвячено чимало робіт, зокрема [1–5]. Так, в [1] визначено основні вимоги до створення системи моніторингу надзвичайних ситуацій. У [2] ГЦСК розглядається як інформаційний сегмент системи моніторингу надзвичайних ситуацій. У [3] запропоновано підхід до оброблення вимірвальних даних трикомпонентних сейсмічних станцій з метою безперервного моніторингу надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру. У [4] розглянуто питання організаційної взаємодії ГЦСК та Ситуаційного центру Головного командного центру Збройних Сил України. У [5] зроблено висновок про можливість визначення координат та потужності вибухів техногенного походження сейсмічною та акустичною апаратурою ГЦСК і наведено відповідні приклади. Однак питання розроблення математичної моделі та кількісного оцінювання можливостей технічних засобів ГЦСК здійснювати реєстрацію сигналів від джерела надзвичайної ситуації та надання інформації про його місцеположення й параметри не висвітлювалися.

© Р. А. Андрощук, Р. В. Дзюбчук, 2017

Формулювання завдання дослідження. Отже, метою статті є дослідження можливостей технічних засобів ГЦСК щодо отримання інформації про надзвичайні ситуації техногенного характеру, які супроводжуються потужними вибухами, шляхом розроблення відповідної математичної моделі.

Виклад основного матеріалу. Постійний контроль стану потенційно небезпечних об'єктів засобами ГЦСК досягається безперервною, цілодобовою реєстрацією геофізичних явищ. Їх виявлення ґрунтується на реєстрації збурень різноманітних геофізичних полів Землі, обробці та аналізі отриманих даних. Реєстрація геофізичних явищ забезпечується технічними засобами радіотехнічного, сейсмічного, акустичного, магнітного та аерозольного методів виявлення [6].

Розміщення технічних засобів спостереження ГЦСК дозволяє здійснювати моніторинг джерел надзвичайних ситуацій як природного, так і штучного походження на території України та суміжних держав. За даними засобів спостереження можна встановити факт появи надзвичайної ситуації; зареєструвати час її виникнення; визначити координати її епіцентру та енергетичні характеристики. Отримана інформація дозволяє оцінити можливі наслідки надзвичайної ситуації та здійснити планування заходів щодо її ліквідації.

У [5] показано можливості технічних засобів ГЦСК щодо реєстрації широкого кола геофізичних явищ, джерелом утворення яких можуть бути надзвичайні ситуації техногенного характеру, та зазначено, що технічною проблемою отримання інформації про їх місцеположення та масштаби є те, що реєстрація сигналів від джерела надзвичайної ситуації здійснюється тільки при утворенні досить потужного вибуху (на рівні потужності вибуху в промисловому кар'єрі). У даній статті будемо розглядати лише ті випадки, які відповідають зазначеній умові.

Вихідними даними для дослідження є:

1. Сучасний стан ГЦСК (склад, дислокація та тактико-технічні характеристики засобів, що залучаються для надання інформації про надзвичайну ситуацію). Визначимо множину ПС як $PS = \{\varphi_i, \lambda_i\}$, $i = [1, n]$, де i – номер ПС, φ та λ – його географічні координати (широта і довгота відповідно), n – кількість ПС.

2. Координати потенційно небезпечних об'єктів, що потребують контролю. Визначимо множину таких об'єктів як $PL = \{\varphi_k, \lambda_k\}$, $k = [1, m]$, де k – номер об'єкта, m – кількість об'єктів, стан яких необхідно контролювати. Враховуючи, що моніторингу в рамках дослідження підлягають лише об'єкти на території України, усі подальші розрахунки наведено для ближньої зони (відстань від ПС до об'єкта контролю не перевищує 1000 км).

Результатом дослідження має бути рішення щодо можливості моніторингу k -го об'єкта множиною ПС PS із заданими показниками якості.

Першим етапом дослідження є визначення показників якості моніторингу.

Точність визначення координат джерела надзвичайної ситуації в ближній зоні повинна бути достатньою для того, щоб зробити висновок про можливість та ступінь пошкодження об'єкта, поблизу якого або безпосередньо на якому відбувся вибух. При такому підході точність визначення координат має залежати від типу об'єкта, стан якого контролюється, і площі, на якій він розташований. Оскільки зони пошкодження стану

об'єкта зображують у вигляді простих фігур (коло, еліпс), то й об'єкти можна відобразити у вигляді таких фігур. Імовірність того, що координати епіцентру вибуху розраховані з похибкою не більше σ_r , можна знайти з виразу [7]

$$P_{MB} = 1 - e^{-\frac{S}{2\pi\sigma_r^2}}, \quad (1)$$

де S – площа об'єкта, стан якого контролюється;

σ_r – середньоквадратична похибка у визначенні координат епіцентру вибуху.

У теорії застосування технічних засобів ГЦСК [7] прийнято вважати, що допустима точність місцевизначення досягається при $P_{MB} = 0,9$. Більшість об'єктів, що необхідно контролювати засобами ГЦСК на території України, спрощено можна описати колом радіусом $r = 0,5 \dots 1$ км. У такому разі $S = \pi r^2$. Виходячи з цього та використовуючи вираз (1), можна записати

$$\sigma_r = \sqrt{-\frac{r^2}{2\ln(1-P_{MB})}}. \quad (2)$$

Розрахунки, здійснені за виразом (2) при заданих вихідних даних показують, що σ_r повинна бути не більше $0,23 \dots 0,47$ км.

Вимоги щодо точності визначення потужності вибуху. Точність визначення потужності вибуху в ближній зоні повинна бути достатньою для того, щоб зробити висновок про ступінь пошкодження об'єкта, поблизу якого або на якому він відбувся. Якщо ймовірність правильного визначення стану об'єкта знаходиться в межах $0,85 \dots 0,9$, то для обґрунтування вимог до точності потужності використаємо співвідношення [7]

$$\frac{q_1}{q_2} = \left(\frac{R_{П1}}{R_{П2}}\right)^3 = 1,36, \quad (3)$$

де q – потужність вибуху;

$R_{П}$ – радіус пошкодження об'єкта.

Далі подамо $q_2 = q_1 - \Delta q$, де Δq – похибка у визначенні потужності вибуху. Після такої підстановки у вираз (3) і здійснення розрахунку відносно q_1 отримаємо, що $(\Delta q/q_1) = 0,265$. Таким чином, максимальна допустима відносна похибка у визначенні потужності вибуху повинна бути не більше 26,5%.

Вимоги до ймовірності правильного виявлення та ймовірності хибної тривоги. Існує велика кількість методик обґрунтування вимог до складних інформаційно-розвідувальних систем щодо ймовірності правильного виявлення та ймовірності хибної тривоги [7, 8]. Згідно із проведеними розрахунками допустима ймовірність правильного виявлення має бути не менше 0,95, а допустима ймовірність хибної тривоги – не більше 0,01.

Вимоги щодо встановлення часу вибуху. Інформація про момент вибуху є важливим елементом процесу оцінювання стану об'єктів, пошкодження на яких змінюється з часом (для прикладу, вибуху на сховищах боєприпасів). Проте такі ситуації не вимагають високої точності визначення цього показника. На сучасному етапі точність виміру часу вибуху за інформацією ГЦСК дорівнює одній секунді, що достатньо для прийняття управлінських рішень.

У загальному випадку ймовірність виявлення надзвичайної ситуації внаслідок вибуху буде визначатися його потужністю q_k , відстанню від його епіцентру до ПС R_{ik} , технічними характеристиками сейсмічної апаратури, каналів зв'язку та апаратури обробки даних ПС.

Апаратуру ПС можна охарактеризувати такими показниками: чутливістю (поріг спрацювання) E_i , розрізнявальною здатністю алгоритмів селекції δ_i , надійністю технічних засобів $P_{наді}$. Апаратуру прийому та передачі даних можливо оцінити за ймовірністю безпомилкової передачі повідомлення при трансляції його до центру обробки даних $P_{АППДі}$. Таким чином, у загальному випадку ймовірність виявлення сигналу від вибуху $P_{вл}$ можна подати у вигляді функціонала

$$P_{вл} = F(q_k, R_{ik}, E_i, \delta_i, P_{наді}, P_{АППДі}, l) = P_{ik} \cdot P_{наді} \cdot P_{АППДі}, \quad (4)$$

де l – кількість ПС ГЦСК, що виявили сигнал від вибуху;

P_{ik} – ймовірність отримання й обробки інформації i -м ПС від k -го об'єкта контролю.

Для того, щоб установити аналітичний запис виразу для $P_{вл}$, спочатку знайдемо величину P_{ik} [7]:

$$P_{ik} = P_{pik} \cdot P_{ід.ік}, \quad (5)$$

де P_{pik} – ймовірність реєстрації сигналу від k -го об'єкта контролю технічними засобами i -го ПС;

$P_{ід.ік}$ – ймовірність ідентифікації сигналу від k -го об'єкта контролю в i -му ПС.

Розглянемо величину P_{pik} , яка є ймовірністю перевищення амплітудою сигналу від k -го об'єкта контролю встановленого рівня порога, що для різних ПС обирається залежно від фонового рівня. Таким чином, P_{pik} залежить від $q_k, R_{ik}, E_i, \delta_i$, його можна подати в такому вигляді [8]:

$$P_{pik} = 0,5 \cdot (1 - \Phi(Q_{0i} - Q_{ik})), \quad (6)$$

де Q_{0i} – відносний рівень значення порога сигналу, що реєструється (визначається рівнем хибних тривог) для i -го ПС;

Q_{ik} – відношення сигнал-шум для сигналів, що реєструються від k -го об'єкта контролю в i -му ПС $Q_{ik} = \frac{A_{ik}(q_k, R_{ik})}{A_{0i}}$;

$A_{ik}(q_k, R_{ik})$ – амплітуда поздовжніх (або поперечних) хвиль сигналу від k -го об'єкта контролю внаслідок вибуху потужністю q_k в i -му ПС;

A_{0i} – амплітуда фонового рівня коливань в i -му ПС, що визначається умовами, у яких функціонують технічні засоби, та чутливістю апаратури.

Вираз для $A_{ik}(q_k, R_{ik})$ має такий вигляд [7]:

$$A_{ik}(q_k, R_{ik}) = K_{gik} \cdot \frac{q_k^p}{R_{ik}^u}, \quad (7)$$

де K_{gik} – коефіцієнт пропорційності, який визначається за виразом

$$K_{gik} = \sqrt{\frac{1 - a \cdot e^{-b \cdot q_k}}{G}}; \quad (8)$$

p, u, a, b, G – постійні коефіцієнти: $p = 0,75 \dots 0,91$; $u \approx 2,3$; $a = 1 \dots 0,875$; $b = 0,0047 \dots 0,00183$; $G = 0,0463$, які можуть бути визначені для i -го ПС.

Ефективність розпізнавання за спостереженнями мережі станцій становить при нульовому пропуску вибухів не менше 95% (тобто $P_{id.ik} = 0,95$) [8]. Таким чином, при обробці сейсмічних сигналів унаслідок вибухів із 100 не більше 5 будуть ідентифіковані як землетруси.

Величина $P_{наді}$ визначається характеристиками сейсмічної апаратури та її резервуванням. Ця величина є відомою й у більшості випадків наближається до 1. При подальших розрахунках її значення прийнято як 0,999.

В умовах відсутності штучних завод при передачі інформації кабельними лініями зв'язку $P_{АПДі}$ можна прийняти рівним 1.

Оскільки хибна тривога виникає у випадку, коли сигнал від вибуху має однакову з сигналом землетрусу форму, то її ймовірність буде визначатися характеристикою потоку таких сигналів. Інтенсивність їх реєстрації залежить від величини рівня порога пристрою виявлення сигналів. У такому разі ймовірність хибної тривоги можна визначити за виразом [7]

$$P_{x.m.} = 0,5 \cdot (1 - \Phi(Q_0)), \quad (9)$$

де Q_0 – відносний рівень порога сигналів, що реєструються (для сучасних алгоритмів ідентифікації $Q_0 \geq 2$, тоді $P_{x.m.} \leq 10^{-2}$ [9]);

$\Phi(Q_0)$ – функція розподілу Лапласа від Q_0 .

Таким чином, вирази (4) та (8) становлять математичну модель виявлення вибухів засобами ГЦСК. Отримані ймовірності дозволяють розв'язати задачу оцінювання можливості застосування технічних засобів ГЦСК для моніторингу надзвичайних ситуацій унаслідок вибухів шляхом порівняння розрахованих значень з тими, що вимагаються від таких систем: $P_{вл} \geq P_{вл.дон}$, та $P_{x.m.} \leq P_{x.m.дон}$.

Приклад реалізації математичної моделі виявлення техногенних катастроф засобами ГЦСК. Розглянемо завдання щодо контролю стану атомних електростанцій (АЕС). Задані координати (табл. 1) будемо вважати геометричними центрами об'єктів, що підлягають контролю сейсмічними засобами ГЦСК, розміщеними в ПС (табл. 2).

Таблиця 1

Розташування АЕС України

№ з\п	Назва об'єкта	Координати об'єкта	
		широта (град.)	довгота (град.)
1	Хмельницька АЕС	+50,21°	+26,35°
2	Рівненська АЕС	+51,20°	+25,45°
3	Запорізька АЕС	+47,30°	+34,45°
4	Чорнобильська АЕС	+51,19°	+30,14°
5	Южно-Українська АЕС	+48,02°	+30,52°

Розташування ПС ГЦСК

№ з/п	Умовний номер ПС	Координати ПС	
		широта (град.)	довгота (град.)
1	ПС № 013	+50,60°	+29,28°
2	ПС № 009	+48,03°	+29,58°
3	ПС № 007	+48,33°	+26,27°
4	ПС № 093	+50,93°	+27,67°
5	ПС № 094	+50,75°	+28,19°
6	ПС № 095	+50,43°	+27,85°
7	ПС № 047	+49,50°	+27,00°
8	ПС № 055	+48,06°	+22,03°

Оцінимо можливість моніторингу стану зазначених об'єктів з ПС ГЦСК. Географічні координати ПС та потенційно небезпечних об'єктів можна задати у вигляді відповідних матриць:

$$PL = \begin{pmatrix} 50,21 & 51,20 & 47,30 & 51,19 & 48,02 \\ 26,35 & 25,45 & 34,45 & 30,14 & 30,52 \end{pmatrix};$$

$$PS = \begin{pmatrix} 50,60 & 48,03 & 48,33 & 50,93 & 50,75 & 50,43 & 49,50 & 48,06 \\ 29,28 & 29,58 & 26,27 & 27,67 & 28,19 & 27,85 & 27,00 & 22,03 \end{pmatrix}.$$

Потужності вибуху подамо у вигляді масиву $q = \{0,1, 0,5\}$ т тротилового еквівалента; обмеження, що накладаються на обрані показники ефективності виявлення вибухів засобами ГЦСК, наведено вище.

Шляхом розв'язання прямої або зворотної геодезичної задачі [7] знайдемо матрицю азимутів та відстаней між ПС та об'єктами, стан яких необхідно контролювати.

У подальшому розраховується ймовірність виявлення в ПС сигналу від вибуху. Залежність імовірності виявлення надзвичайної ситуації внаслідок вибуху потужністю $q = 0,1$ т тротилового еквівалента від відстані показано на рис. 1.

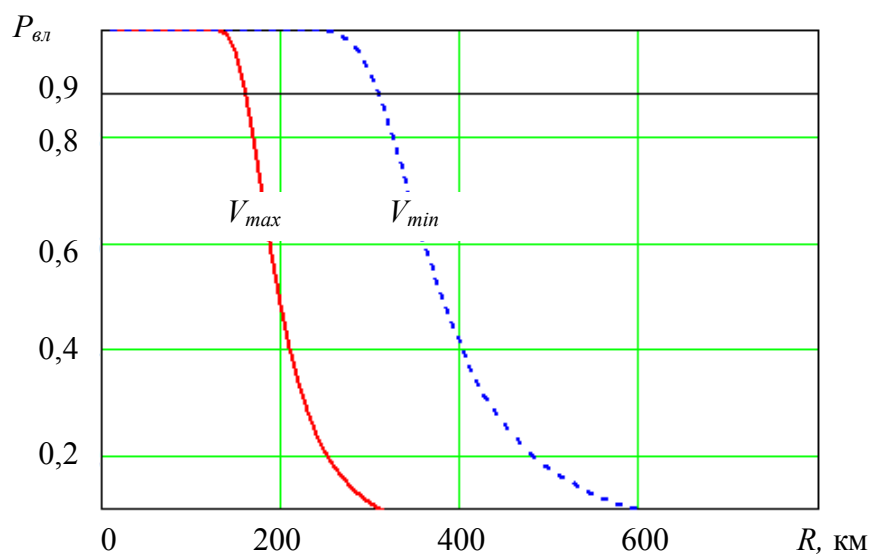


Рис. 1. Імовірність виявлення надзвичайної ситуації внаслідок вибуху потужністю $q = 0,1$ т тротилового еквівалента від відстані для апаратури з різною чутливістю (V_{min}, V_{max})

Аналіз даних, наведених на рис. 1, показує, що задача виявлення надзвичайної ситуації, що призвела до вибуху з тротиловим еквівалентом до 0,1 т тротилового еквівалента, буде розв’язана із заданим показником якості ($P_{ел} \geq 0,9$) у ПС з максимальною чутливістю апаратури на відстані до 300 км, а в пунктах з мінімальною (найгіршою) чутливістю апаратури – на відстані до 180 км.

Результати розрахунків ймовірності виявлення надзвичайної ситуації при різних потужностях вибуху наведено на рис. 2.

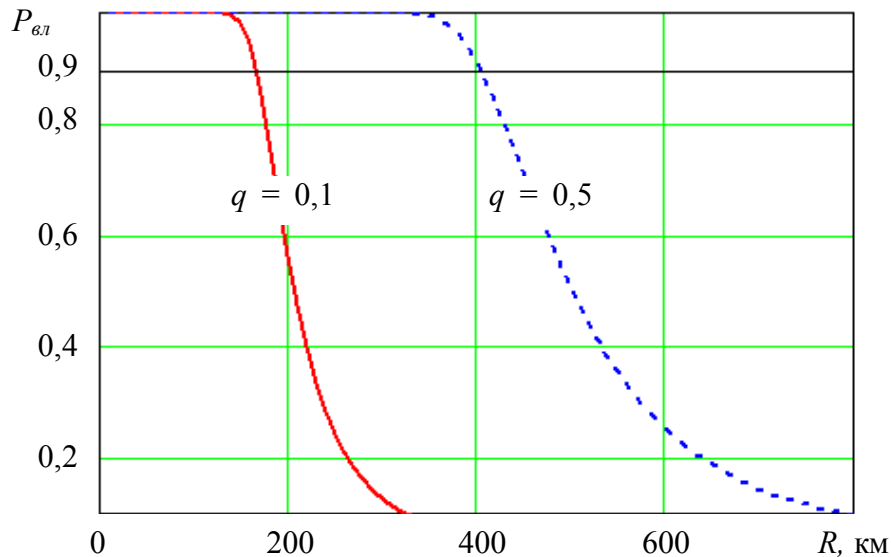


Рис. 2. Залежність ймовірності виявлення надзвичайної ситуації від потужності вибуху

Аналіз даних, наведених на рис. 2, показує, що задача виявлення надзвичайної ситуації ($P_{ел} \geq 0,9$) при збільшенні потужності вибуху з 0,1 т до 0,5 т тротилового еквівалента на ПС з мінімальною чутливістю апаратури розв’язується на відстані від 180 км до 400 км.

Аналіз отриманих результатів розрахунку ймовірності виявлення надзвичайної ситуації (табл. 3) показує, що завдання виявлення надзвичайної ситуації існуючою мережею ПС ГЦСК для заданих вихідних умов вирішується для Хмельницької та Южно-Української АЕС (вибух виявлено в трьох і більше ПС). Для цих об’єктів можна реалізувати автоматичний виявник надзвичайної ситуації, поєднуючи в автоматизовану систему збігів [7].

Таблиця 3

Результати розрахунку ймовірності виявлення надзвичайної ситуації

ПС	Назва об’єкта					
	Хмельницька АЕС	Рівненська АЕС	Запорізька АЕС	Чорнобильська АЕС	Южно-Українська АЕС	
$P_{ел}$	1	0,3	0,12	0,038	0,515	1,0
	2	0	0	0,027	0,965	0,518
	3	0,48	0,1	0,034	0,715	0,94
	4	0,99	0,74	0,033	0,206	1,0
	5	0,98	0,48	0,038	0,458	1,0
	6	1,0	0,44	0,035	0,353	1,0
	7	1,0	0,14	0,029	0,223	0,984
	8	0	0	0,026	0,056	0,07

Для Рівненської та Запорізької АЕС задача виявлення надзвичайної ситуації може бути розв'язана лише за умови введення додаткових 2-3 ПС, що будуть розташовані на відстані не більше 180 км від АЕС.

Висновки. Запропонований у статті підхід дозволяє автоматизувати процес контролю стану потенційних джерел надзвичайних подій за рахунок використання інформації від мережі ПС ГЦСК, які обладнані сейсмічними засобами спостереження. Для реалізації запропонованих рішень необхідно включати до мережі, що контролює стан об'єкта, ПС, у яких імовірність виявлення сигналу від аварії більше 0,9. За наявності трьох таких пунктів їх можливо поєднати за допомогою автоматизованої системи збігів і отримувати інформацію про надзвичайну подію (вибух) протягом 1 хв від її початку.

Перспективним напрямом подальших розробок є комплексна обробка даних від сейсмічних та акустичних технічних засобів ГЦСК, що дозволить отримати більш точну інформацію про стан природних середовищ й аномальні явища, які в них виникають.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. Розробка технології обміну геофізичною інформацією, що використовується в інтересах оборони та безпеки держави : звіт про НДР (заключний), шифр “Вулкан – ЖВІ НАУ” / ЖВІ НАУ; вик. : Р. А. Андрощук, О. І. Рибачук, В. В. Стрінада, П. Б. Андрєєв. – Житомир, 2011. – 80 с. – Реєстр. № 0101U001317.
5. Можливість використання інформації Головного центру спеціального контролю для визначення місцеположення та оцінювання масштабів техногенних катастроф / С. П. Куліков, Р. А. Андрощук, 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.
6. Мережа збору та обробки інформації Головного центру спеціального контролю [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://gcsk.gov.ua/merezha-zboru-ta-obrobki-informaczi.html>.
7. Теорія побудови систем геофізичного моніторингу : навч. посіб. / Р. А. Андрощук, О. І. Рибачук, В. В. Стрінада та ін. – Житомир : РУТА, 2012. – 220 с.
8. Андрощук Р. А. Алгоритм оцінки ефективності застосування засобів Служби спеціального контролю України / Р. А. Андрощук, С. П. Куліков // Вісник ЖІТІ. – Житомир : ЖІТІ. – 2001. – № 16. – С. 99–105.

9. Обробка геофізичних сигналів у сучасних автоматизованих комплексах : навч. посіб. / М. Ф. Пічугін, О. А. Машков, В. А. Кирилюк та ін. – Житомир : ЖВІРЕ, 2006. – 236 с.

Подано 21.12.2017

Р. А. Андрощук, Р. В. Дзюбчук

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОБНАРУЖЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ КАТАСТРОФ ПО ИНФОРМАЦИИ ГЛАВНОГО ЦЕНТРА СПЕЦИАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

В статье рассмотрена возможность обнаружения техногенных катастроф, которые возникают как следствие мощных взрывов, с использованием данных технических средств Главного центра специального контроля (ГЦСК). На основании известной теории обнаружения сейсмическими средствами источников геофизических возмущений, которые возникают вследствие взрывов, предложена математическая модель обнаружения техногенных катастроф. Разработанная модель позволяет рассчитать вероятность обнаружения взрывов, которые являются причиной или следствием чрезвычайной ситуации в контролируемых средствами специального контроля районах. Имея информацию о координатах взрыва и его мощности, можно оценить масштабы техногенной катастрофы. Для примера в статье рассмотрена возможность мониторинга техническими средствами ГЦСК состояния атомных электростанций Украины. Использование технических средств ГЦСК для мониторинга состояния потенциально опасных промышленных и военных объектов позволяет расширить сферу их применения и сформировать требования к размещению перспективных пунктов наблюдения.

Ключевые слова: система мониторинга чрезвычайных ситуаций, геофизический мониторинг, взрыв, техногенная катастрофа.

R. A. Androshchuk, R. V. Dziubchuk

MATHEMATICAL MODEL OF DETECTING TECHNOGENIC ACCIDENTS ACCORDING TO THE INFORMATION OF THE MAIN CENTER OF THE SPECIAL MONITORING

The article considers the possibility of identifying technogenic accidents that arise as a result of powerful explosions using the technical means of Main center of the special monitoring (MCSM). On the basis of the well-known theory of detection of geophysical events by seismic method, a mathematical model for identifying technogenic accidents was presented. The mathematical model makes it possible to calculate the probability of detecting explosions, which are the cause or consequence of an emergency situation in areas controlled by means of special controlled. Information about the coordinates of the explosion and its power makes it possible to assess the scale of the man-made disasters. For example, in the article, the possibility of monitoring the state of nuclear power plants in Ukraine by technical means of the MCSM is considered. Such an approach allows expanding the scope of existing technical means of the MCSM and forming the requirements for deployment of perspective observation posts.

Keywords: emergency monitoring system, geophysical monitoring, explosion, technogenic accident.