

-
- и Украины //Материалы семинара научно – практической конференции. – Екатеринбург. – 2003.- С.17-20.
3. Пантелят Г.С., Андронов В.А., Левченко Ю.В. Основные принципы создания замкнутых систем оборотного водоснабжения промышленных предприятий// Наукові записки Харківського інституту екології і соціального захисту . – Харків, 2003. -С.40-49.
 4. Алферова Л.А., Нечаев А.П. Замкнутые системы водного хозяйства промышленных предприятий, комплексов и районов. - М.: Стройиздат, 1984. - 272 с.
 5. Красавцев Г.Н., Ильичев Ю.И., Кашуба А.И. Рациональное использование и защита водных ресурсов в черной металлургии. –М.: Металлургия. –1989.–288с.
 6. Пантелят Г.С., Кузнецова Л.Н., Особенности химически загрязненных сточных вод, промышленных сточных вод //Науковий вісник будівництва. – Харків: вид. ХДТУБА ХОТВАБУ, 2000. – Вип. 18. – С. 284-287.

УДК 539.1:621.039:681.3:311.214

*Безсонний В.Л., викл., УЦЗУ,
Соловей В.В., д-р техн. наук, проф., УЦЗУ*

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ДЖЕРЕЛ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ В СИСТЕМАХ РАДІАЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ

Представлено алгоритм процесу ідентифікації джерел іонізуючого випромінювання, виходячи з урахуванням характеру випромінювання. Техногенне іонізуюче випромінювання і випромінювання фону мають різні періоди коливань середніх значень.

Постановка проблеми. Широкий розвиток атомної енергетики обумовив виникнення нового компонента моніторингу довкілля – радіаційного моніторингу довкілля. Його розвиток протікає і протікає у тісному зв'язку з розвитком засобів контролю (детекторів іонізуючих випромінювань, аналізаторів спектрів і т.п.), засобів обробки, збереження, передачі та відображення інформації.

Наслідки радіаційних катастроф та інцидентів оцінюються як все більш загрозливі через їх масштабність і довготривалу дію на людину, будівлі, техніку та екосистеми [1]. У зв'язку з цим при вирішенні задач радіаційного моніторингу дуже важливим є не тільки детектування іонізуючого випромінювання, а й виявлення його джерел.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Проблеми ідентифікації джерел іонізуючого випромінювання тісно пов'язані з використанням приладів радіаційного контролю. В роботах [3,4,5] наведено ілюстративну інформацію, класифікацію приладів радіаційного контролю та класифікацію джерел випромінювання, роботу [6] присвячено автоматизації дистанційних методів радіаційного моніторингу та ідентифікації забруднення природного середовища, в роботах [7, 8] описуються системи радіаційного моніторингу, впроваджені в окремих регіонах Російської Федерації, в роботах [9, 10] приводяться прогностичні моделі зміни радіоактивного забруднення території, розглядаються процеси радіаційного забруднення природних середовищ та ідентифікація джерел іонізуючого випромінювання.

Враховуючи дані [10, 11], можна дійти висновку, що середня індивідуальна доза опромінення населення земної кулі, обумовлена глобальними техногенними забрудненнями біосфери за нормальної діяльності об'єктів атомної енергетики, не перевищувала до аварії на Чорнобильській АЕС 0,03-0,05% значення 650 мкЗв/рік (за рахунок зовнішнього опромінення), обумовленого природним радіаційним фоном. В місцях концентрації об'єктів атомної енергетики ця цифра, звичайно, набагато більше. Так, за даними [10, 11], середня індивідуальна доза опромінення населення, що мешкає в зоні радіусом 100 км навколо об'єктів атомної енергетики, за рахунок газоаерозольних викидів складає від 0,06 до 6,0 мкЗв/рік в залежності від типу реактора та потужності об'єкту, тобто може складати до 1% ефекту, обумовленого природним фоном. Як видно з наведених даних, виділення техногенної складової за нормальної і навіть аномальної роботи об'єкта та джерела радіації являє собою достатньо складу технічну задачу. До цього необхідно додати, що природний радіаційний фон не стабільний – він має добові та сезонні коливання, а крім того, залежить від опадів, туману та інших природних факторів, які можуть випадково змінюватися, що може викликати більш ніж двократні флуктуації фону відносно постійної складової при максимальних

відхиленнях від середнього, досягаючих (5-7)-кратних значень [12].

Постановка задачі та її вирішення. Проблема ідентифікації джерела іонізуючого випромінювання має ряд аспектів. По-перше, необхідно в'яснити, іонізуюче випромінювання є фоновим чи техногенним. По-друге, шляхом ідентифікації джерел іонізуючого випромінювання визначити природу радіаційного забруднення середовища, тобто відмінність радіаційного забруднення, обумовленого діяльністю об'єктів атомної енергетики чи джерел радіації, радіоактивне забруднення яких є наслідками ядерних вибухів. Також необхідно ідентифікувати і викид: нормальний, аномальний чи аварійний. Крім того, для реєстрації факту аварії дуже важливу роль відіграє визначення таких параметрів джерела викиду, як потужність джерела, ефективна висота викиду, спектр викиду.

Тим не менше, задача виділення техногенного сигналу може бути теоретичного обґрунтована та практично розв'язана. З цією метою необхідно виявити особливості характеристик флуктуацій техногенного радіаційного забруднення і фону, використовуючи такі показники, як величина вибіркового стандартного відхилення коливань потужності дози гамма-випромінювання (ПДГВ), розподілення енергетичного спектру і спрямованості іонізуючого випромінювання, просторові і часові відмінності в коливаннях ПДГВ та ін. [13].

Детектор ПДГВ, що розташований на місцевості, вимірює величину, що є сумою різноманітних компонент:

$$z(t) = x(t) + y(t) + \xi(t),$$

де $z(t)$ – показання ПДГВ на виході із детектора; $x(t)$ – ПДГВ, обумовлена впливом техногенного джерела іонізуючого випромінювання; $y(t)$ – ПДГВ, обумовлена фоном; $\xi(t)$ – власний фон детектора.

В свою чергу, ПДГВ фону є сумою трьох компонент:

$$y(t) = y_1(t) + y_2(t) + y_3(t),$$

де $y_1(t)$ – ПДГВ ґрунту; $y_2(t)$ – ПДГВ від фонових радіонуклідів, що містяться в повітрі; $y_3(t)$ – ПДГВ космічного випромінювання.

Таким чином, задача виділення сигналу техногенного походження еквівалентна задачі фільтрацію процесу $x(t)$, який спостерігається на фоні поміх $y_1(t)$, $y_2(t)$, $y_3(t)$. Процедура фільтрації можливо реалізувати, оскільки техногенне іонізуюче випромінювання і випромінювання фону мають різні періоди коливань. При природних коливаннях рівня ПДГВ період цих коливань звичайно перевищує 1 год. Зміни фону пов'язані з різкими змінами погодних умов (початок грози, утворення туману і т.п.), які як правило мають періодичну складову, яка характеризується більшою тривалістю періоду (не говорячи вже про добові та сезонні коливання). Зміни інтенсивності випромінювання техногенного походження обумовлені флуктуаціями швидкості і напрямку вітру, ступені стійкості атмосфери і т.п., тобто процесами, що мають період, обчислюваний хвилинами.

Алгоритм процесу ідентифікації джерел іонізуючого випромінювання при цьому можна представити у наступному вигляді.

1. Регулярне, з інтервалом δt (наприклад, через кожні 10-20 с) вимірювання і запам'ятовування значень ПДГВ $z(t_i)$, де $t_i = i \times \delta t$, $i=1, \dots, n$.

2. Періодичний (наприклад, з інтервалом $\Delta t = n\delta t = 5-6$ хв.) розрахунок середнього значення ПДГВ, виміряного на кожному із інтервалів Δt :

$$\bar{z}(\Delta t) = (1/n) \sum_z (t_i).$$

3. Визначення вибіркового стандартного відхилення середніх значень ПДГВ на інтервалі, наприклад, $T = k\Delta t = 60$ хв.

$$S = \left\{ (k-1)^{-1} \sum_{i=1}^k \left[\bar{r}_i^2(\Delta t) - \bar{z}^2(\Delta t) \right] \right\}^{1/2},$$

де $\bar{z}(\Delta t) = (k) \sum_{i=1}^k \bar{z}_i(\Delta t)$.

4. Порівняння вибіркового стандартного відхилення, отриманого в п. 3 з максимальним (S_{\max}), характерним для фону в даній місцевості, і прийняття рішення щодо характеру джерела іонізуючого випромінювання, при чому, якщо $S \leq S_{\max}$, приймається гі-

потеза про природне джерело випромінювання, в іншому випадку – про його техногенне походження.

5. Розрахунок середнього значення техногенної складової, $S > S_{\max}$, наприклад, у вигляді

$$x(t) = \Delta S = S_{\max} - S.$$

Процедура визначення вибіркового стандартного відхилення звичайно виконується для ковзаючого інтервалу T , тобто для інтервалу $T = (m - l)\Delta t$, де $m - l = k$ і m – поточний номер інтервалу усереднення.

Дану процедуру ідентифікації джерела іонізуючого випромінювання можна застосовувати для досить великих значень техногенної складової, співрозмірних з фоновими значеннями. Якщо ця умова не дотримується, краще використовувати процедуру, що ґрунтується на оцінці функцій розподілення ймовірностей значень ПДГВ $F(z)$ і $F(y)$ або функцій щільності ймовірності, при чому, передбачається, що функція розподілення ймовірностей (або щільності ймовірності) значень ПДГВ фонові складові $F(y)$ достатньо добре відома [14].

Використовуючи певні статистичні критерії і при заданому рівні значимості можна перевірити гіпотезу про ідентичність $F(y)$ [чи $f(y) = dF(y)/dy$] і функції розподілення ймовірностей у вибірці $F(z)$ або відповідної функції щільності ймовірності $f(z) = dF(z)/dz$. Якщо ця гіпотеза не підтверджується, фіксується факт виявлення техногенної складові $x(t)$.

Висновки. Запропоновано процедуру оперативної ідентифікації іонізуючого випромінювання (фонового, техногенного), яка повинна розглядатися тільки як оціночна, що забезпечує вихідні дані для розробки рішення про зміну режиму моніторингу радіаційної обстановки (зміну часу інтегрування, частоти збору та передачі даних, діапазонів вимірювання, методів відбору проб, порядку опитування точок контролю, реконфігурації технічних засобів системи моніторингу і т.п.), підготовки переліку попередніх заходів щодо мінімізації наслідків аварійного викиду, а також ініціації процедур оцінки достовірності даних ідентифікації та повторного запуску програм ідентифікації джерела іонізуючого випромінювання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бессонный В.Л., Гернет Н.Д., Лисицкий В.Л., Пелихатый Н.М. Радиационный мониторинг – составная часть региональной системы управления. // Сучасні проблеми гуманізації та гармонізації управління. Матеріали 2-ї Міжнародної міждисциплінарної науково-практичної конференції. / Харків, Українська Асоціація “Жінки в науці та освіті”, Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, 2001. – С. 242-243.
2. Абрамов Ю.О., Грінченко Є.М., Кірючкін О.Ю. та ін. Моніторинг надзвичайних ситуацій. Підручник. Вид-во: АЦЗУ м. Харків, 2005. – 530 с.
3. Авсеенко В. Ф. Дозиметрические и радиометрические приборы и измерения. – К.: Урожай, 1990, - 144 с.
4. Гусев Н.Г., Машкович В.П., Суворов А.П. Защита от ионизирующих излучений. Том 1. Физические основы защиты от излучений. М.: Атомиздат, 1980, 461 с.
5. Назаров И.М., Николаев А.Н., Фридман Ш.Д. Основы дистанционных методов мониторинга загрязнений природной среды. Л.: Гидрометеиздат, - 1983, 280 с.
6. Букова Н., Иваницкая М., Куликов С. Автоматизированная система радиационного мониторинга Челябинской области // Системная интеграция. Экология. 1997.№4. С.40-44.
7. Хрисанов Ю.В. Радиационный мониторинг на Северо-Западе России. // Экология, 1992. №2 С.16-18.
8. Израэль Ю.А., Имшенник Е.В., Квасникова Е.В. и др. Долгосрочный прогноз изменения радиоактивного загрязнения территории России цезием-137 после аварии на Чернобыльской атомной станции. // Метеорология и климатология, 1998, №4, С.14-18.
9. Израэль Ю.А., Вакуловский С.М., Ветров В.А. и др. Чернобыль: радиоактивное загрязнение природных сред / под ред. Ю.А. Израэля. Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 296 с.
10. Козлов В.Ф. Справочник по радиационной безопасности. – 3-е изд., пере раб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 192 с.
11. Ядерная энергетика, человек и окружающая среда. – 2-е изд. / Под ред. А.П. Александрова. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 452 с.
12. Луянас В.Ю. Захарова Г.А., Зинкявичус П.К. Колебания фоновой радиоактивности приземного воздуха /Обеспечение ра-

- диационной безопасности при эксплуатации АЭС. Кн. 5. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – С. 60-66.
13. Мариути С. Способ измерения и оценки гамма-излучения окружающей среды величиной 5 мБэр в год // Radioisotopes. – 1979. – 25, N8. – Р. 519-527.
14. Еремеев И.С. Автоматизированные системы радиационного мониторинга окружающей среды. – Киев: Наук. думка, 1990. – 256 с.

УДК 629.76.004.82

*Бетин А.В., д-р техн. наук, проф., НАКУ «ХАИ»,
Мурин М.Н., ст. преп., УГЗУ,
Тутубалин В.А., мл. науч. сотр., НАКУ «ХАИ»,
Бондарева Н.В., мл. науч. сотр., НАКУ «ХАИ»*

ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДОВ ИНИЦИИРОВАНИЯ ВЗРЫВАТЕЛЕЙ ПРИ УТИЛИЗАЦИИ АРТИЛЛЕРИЙСКИХ БОЕПРИПАСОВ

(представлено д-ром физ.-мат. наук Яковлевым С.В.)

Предложены и обоснованы методы промышленной утилизации взрывателей артиллерийских боеприпасов.

Постановка проблемы. В настоящее время в Украине различным организациям поставлена задача утилизации боеприпасов с истекшими сроками хранения. Наиболее многочисленным по номенклатуре видом боеприпасов, подлежащих утилизации, являются артиллерийские боеприпасы, выпущенные в СССР, и хранящиеся на складах МО Украины. Составной частью любого артиллерийского боеприпаса является взрыватель и, как раз, задача по их утилизации в настоящее время достаточно полно не решена. Требуется утилизировать взрыватели различных типов, различных годов выпуска, хранившихся в различных условиях.

Взрыватель представляет собой сложное устройство, содержащее взрывчатые вещества (ВВ) различных типов. Даже при обращении с новыми взрывателями требуются особые меры безопасности, разбирать взрыватели не допускается. Взрыватели с истекшими сроками хранения представляют особую опасность. Профильные организации, занимающиеся утилизацией боеприпасов,

Бетин А.В., Мурин М.Н., Тутубалин В.А., Бондарева Н.В.