УДК 528.94

**Виявлення радіаційного забруднення місцевості під час військових дій**

***Нагорний Є.І.,Нікітін А.А., Конецький Я.М.,***

***Пащенко Є.Ю.***

*(Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАН України, м. Київ. Національний університет оборони України імені Івана Черняховського, Київ, Україна*

Питання безперервного контролю радіаційної обстановки (РО) і своєчасного виявлення радіоактивного забруднення місцевості (РЗМ) продовжують залишатися актуальними і нині. Це обумовлено двома чинниками: збільшенням кількості об'єктів ядерної енергетики, як джерела дешевшої енергії, і активізацією сил міжнародного екстремізму та військових дій на території України. У разі загострення міжнародного стану не можна унеможливити масову атаку терористів на об'єкти атомної енергетики, підприємства ядерного паливного циклу, а також могильники радіоактивних відходів. Як показує практика, превентивні заходи захисту не завжди виявляються ефективними. Таким чином, можливе виникнення ситуації, коли значні території піддатися радіоактивному забрудненню одночасно від декількох джерел. Виявлення радіоактивного забруднення місцевості буде першим завданням ліквідації наслідків подібних ситуацій. Нині усі АЕС обладнані апаратурою, що забезпечує безперервний цілодобовий контроль скидань і викидів радіоактивних речовин в довкілля, сигналізацію перевищення в повітрі допустимих концентрацій, автоматичне, без участі оператора, фіксацію об'ємної активності радіонуклідів у воді і повітрі (інформаційно вимірювальна система «Кільце», апаратура РКС-03-01, АК РБ-06 та ін.). Деякі АЕС частково обладнані датчиками, які досягши потужності дози гамма випромінювання порогового значення, автоматично включають прилади, що вимірюють сумарну активність ізотопів йоду, інертних радіоактивних газів (ИРГ) і потужність дози бета випромінювання. Отримана таким чином інформація передається по дротяних засобах зв'язку потужним чинником, що робить істотний вплив на життєдіяльність населення, роботу адміністративних структур і органів державного управління в цілому[1]. Джерелами радіоактивного забруднення в мирний час можуть бути: аварії ядерних енергетичних установок з викидом продуктів реакції; руйнування сховищ (контейнерів) з радіоактивними речовинами; руйнування активної зони або системи теплоносія ядерних енергетичних установок в результаті терористичних актів; руйнування могильників радіоактивних відходів.

У разі виявлення радіоактивного забруднення місцевості за фактичними даними через відсутність практично реалізованого програмного забезпечення для цих систем можна говорити лише про певні наукові опрацювання завдання. Деякі з причин такого стану справ очевидні. Ця невідповідність, в тому або іншому ступені, між фактичним РЗМ і модельним, неповна і неточна інформація про джерела радіоактивного забруднення, значні помилки визначення потужності дози випромінювання приладами радіаційної розвідки, великий об'єм оброблюваних даних, що мають розкид за часом вимірів.

Наявне математичне забезпечення для обробки інформації про РЗМ в автоматизованих системах контролю РО, на наш погляд, має істотний недолік. Апарат оцінки РЗМ в АСКРО створювався після аварії на Чорнобильській АЕС і тому значною мірою орієнтований на специфіку завдань, що вирішуються в системах контролю радіаційної обстановки. Виявлення і оцінка радіаційної обстановки здійснюється, як правило, в два етапи. На першому - на підставі даних про джерела радіоактивного забруднення і метеообстановку, здійснюється прогноз РЗМ. На другому - виявляється фактична радіаційна обстановка за даними розвідки (контролю). Результати прогнозу можуть бути використані тільки для орієнтовної оцінки радіаційної обстановки [2]. Необхідно особливо відмітити, що ці прогнозування повинні обов'язково уточнюватися радіаційною розвідкою [1]. Такий порядок роботи характерний як для систем контролю радіаційної обстановки, так і для систем військового призначення (АСУВ). Єдина Державна автоматизована система контролю радіаційної обстановки одним із завдань повинна мати виявлення і оцінку (за прогнозом і фактичними даними) масштабів і наслідків погіршення екологічної обстановки на контрольованій території і об'єктах [3]. Нині досить добре пропрацювали методи прогнозування радіоактивного забруднення місцевості при ядерних вибухах. Проте, ці підходи неприйнятні при виникненні надзвичайних ситуацій на об'єктах атомної енергетики і підприємствах ядерного паливного циклу. Це пов'язано з тим, що набір радіонуклідів, що забруднюють навколишній простір при аварії на АЕС, істотно відрізнятиметься від їх складу при ядерному вибуху. Так, при аварії ядерного енергетичного реактора довгоживучих радіонуклідів буде в 100-2200 разів більше, ніж при використанні ядерної зброї [4]. Крім того, принципово іншим буде процес поширення продуктів реакції. Це обумовлено: різною висотою підйому радіоактивних хмар з аварійного реактора і від ядерного вибуху; пульсуючим характером витікання радіоактивних речовин із зруйнованої зони ядерного реактора; нестабільністю метеопараметрів в приземному (пограничному) шарі атмосфери в порівнянні з високими шарами атмосфери, де відбувається поширення радіоактивної хмари ядерного вибуху. Розглянемо модель поширення радіоактивної хмари в пограничному шарі атмосфери. Ця модель [5] дозволяє розрахувати потужність дози випромінювання на сліді радіоактивної хмари при аварії ядерного реактора. У основу моделі покладені наступні залежності.

 (1.1.)

де τ – тривалість компанії, доба. Стандартна компанія ядерних ректорів РБМК і ВВЭР на території України близько трьох років або 1100 діб;

Wэл - електрична потужність ядерного реактора, МВт;

η – доля викиду радіоактивних речовин з ядерного реактора, %.

Якщо доля викиду невідома (типова ситуація в початковій стадії аварії), то вона приймається рівною 10%, причому для ядерних реакторів РБМК 25% викиду вважається хмарою, а 75% викиду - струмінь. Для ядерних реакторів ВВЭР 75% викиду - хмара і 25% - струмінь;

R - коефіцієнт, величина якого залежить від типу ядерного реактора і категорії стійкості атмосфери. Значення R приведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Значення коефіцієнта R

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Тип ядерного реактора | Категорія стійкості атмосфери | | |
| Конвекція (А) | Ізотермія (D) | Інверсія (F) |
| РБМК | 0,01104 | 0,11435 | 0,17282 |
| ВВЭР | 0,00644 | 0,01421 | 0,03044 |

V - швидкість вітру в шарі 0-200 м, м/с;

X - відстань від аварійного ядерного реактора по напряму вітру, км;

До - коефіцієнт, що враховує зменшення потужності дози на початковій ділянці сліду. (1.2)

Для категорії стійкості атмосфери А і D K=1, але його величину необхідно враховувати для категорії стійкості атмосфери F;

 – інтеграл вірогідності (функція Лапласа);

Х50 - відстань від АЕС до точки, в якій потужність дози випромінювання в два рази менше максимальної на осі сліду, км;

Y - відстань точки від осі сліду, км;

σy - дисперсія бічного відхилення сліду на відстані Х км від АЕС

, (1.3)

де С3 - критерій Пасквилла, величина якого залежить від категорії стійкості атмосфери. Як показує аналіз цієї моделі привласнення невідомим параметрам моделі фіксованих значень, поза сумнівом, погіршує якість моделі в цілому.Крім того, ця модель не враховує пульсуючий характер викиду радіоактивних речовин з аварійного реактора, що цілком імовірно, як показав досвід аварії на Чорнобильській АЕС.

На наш погляд ця модель може використовуватися для складання прогнозу радіоактивного забруднення місцевості у тому разі якщо активна фаза розвитку ядерної реакції припиняється після викиду радіоактивних речовин в атмосферу[7].

Виходячи з вищесказаного, можна зробити висновок про те, що методики прогнозування радіоактивного забруднення місцевості, що базуються на використанні модельних уявлень про формування сліду ядерного вибуху, непридатні відносно радіаційних аварій, або вимагають істотної переробки. Інші методики, при обробці інформації про аварії на ядерних енергетичних установках, повинні враховувати радіонуклідний склад продуктів реакції. Отриманий формальний опис досліджуваної системи і оточуючого її середовища, виходячи із принципів системного підходу.

**ЛІТЕРАТУРА**

1. Закон України "Про Цивільну оборону України" від 28.02.1991 р.
2. Триснюк В.М. Система управління екологічною безпекою природних і антропогенно-модефікованих геосистем. Системи обробки інформації. –2016. –№12. – С.185-188. Index Copernicus Белов П.Г. Моделирование опасных процессов в техносфере: Методическое пособие. – К.: КМУГА, 1999. – 124 с.
3. Загальні вимоги до розвитку і розміщення потенційно небезпечних виробництв з урахуванням ризику надзвичайних ситуацій техногенного походження/ НАН України, Рада по вивченню продуктивних сил України. Наукові керівники: чл.-кор. НАН України С.І. Дорогунцов і генерал-лейтенант В.Ф. Гречанінов. – К., 1995. – 120 с.
4. [Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 № 5403-VI (Редакція від 12.05.2017)](http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/5403-17)
5. В.П.Романюк, В.М.Триснюк, Т.Л.Куртсеітов. Постановка задач ліквідації наслідків природних та техногенних катастроф на території України.. Системи управління, навігації та зв’язку. Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка. Полтава. Випуск 3 (61) 2020р. – С. 138-143.
6. Trysnyuk, V., Trysnyuk, T., Okhariev, V., Shumeiko, V., Nikitin, A. [2018] Cartographic Models of Dniester River Basin Probable Flooding. Сentrul Universitar Nord Din Bala Mare - UTPRESS ISSN 1582-0548, №1. 61-67.