

РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА РАДІОАКТИВНИМИ РЕЧОВИНАМИ ПРИ РУЙНУВАННІ АТОМНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

к.в.н. С.В. Лазебник, к.в.н. А.В. Писарєв, Е.О. Кочанов
(подав д.б.н., проф. В.Д. Зінченко)

Запропоновано модель забруднення навколишнього середовища радіоактивними речовинами при руйнуванні атомної електростанції. Модель дозволяє більш детально визначати основні показники радіоактивного забруднення при проведенні прогнозу.

Прогнозування розсіювання викиду радіоактивних речовин із зони реакції ядерного енергетичного реактора можна проводити з використанням різних моделей розсіювання домішок. Маємо три типи моделей.

1. *Гауссові моделі*. Вони найбільш прості, вимагають інформацію про швидкість і напрямок вітру в місці викиду, атмосферної стійкості, висоту й потужність викиду.

2. *Моделі факелу по Лагранжу*. Вони більш складні, вимагають інформацію про швидкість і напрямок вітру більш ніж в одній точці. Дають реалістичну оцінку траєкторії смолоскипа концентрацій, що складаються, у повітрі на відстанях понад 5-10 км.

3. *Тривимірні моделі переміщення й дифузії*. Ці моделі вимагають множинних вимірів швидкості й напрямку вітру в горизонтальному і вертикальному напрямках з урахуванням впливу рельєфу, шорсткості підсипаючої поверхні і зміни стійкості атмосфери.

З огляду на те, що при руйнуванні ядерного енергетичного реактора (ЯЕР) вихід основної активності із зони реакції буде мати вигляд залпового викиду, то можна сказати, що зруйнований ЯЕР може бути так само і миттєвим джерелом. Тому для розподілу концентрації X радіоактивних речовин для миттєвого крапкового джерела, яке видало в момент $t = 0$ кількість речовини Q обрано вираз

$$X(x, y, z, t) = \frac{Q}{(4\pi t)^{3/2} (K_x K_y K_z)^{1/2}} \cdot \exp \left[-\frac{1}{4t} \left(\frac{x^2}{K_x} + \frac{y^2}{K_y} + \frac{z^2}{K_z} \right) \right], \quad (1)$$

де Q - кількість речовини, що вийшла із зони реакції;

K_x, K_y, K_z - коефіцієнти дифузії по відповідних осях (X, Y, Z).

У реальній атмосфері на противагу розглянутій нескінченне середовище має цілий ряд важливих характеристик, які істотно впливають на процес дифузії.

У приземних шарах атмосфери спостерігаються значні зміни основного вітру і за величиною, і за напрямком. Швидкість вітру повинна зростати від нуля (на деякому рівні над землею, чи на поверхні землі) до значення, характерного для вільної атмосфери, на яку земна поверхня вже майже впливає. Крім того, на процес дифузії повинна впливати земна поверхня з її різними геометричними формами, викликаючи в приземному шарі значні зміни вертикальної термічної структури атмосфери – від нейтральної чи мінливої вдень до дуже стійкої у ясні спокійні ночі.

Розглядаючи атмосферу як напівпростір, і з огляду на наявність земної поверхні, можна одержати формулу для розподілу концентрації у напрямку вітру від миттєвого точкового джерела в анізотропному випадку

$$X_{(x,y,z,t)} = \frac{Q}{3\pi C_x C_y C_z \left(\bar{U}t\right)^{\frac{3(2-n)}{2}}} \exp \left[- \left(\frac{\bar{U}t}{\bar{U}}\right)^{n-2} \left[\frac{x^2}{(C_x)^2} + \frac{y^2}{(C_y)^2} + \frac{z^2}{(C_z)^2} \right] \right], \quad (2)$$

де $X_{(x,y,z,t)}$ – концентрація радіоактивних речовин у радіоактивній хмарі на віддаленні X – від джерела, Y – від осі поширення і на висоті Z ;

Q – потужність джерела (Мэв/с);

n – безрозмірний параметр, зв'язаний зі стійкістю атмосфери;

t – час (сек.);

U – середня швидкість вітру, м/с;

C_x, C_y, C_z – «віртуальні коефіцієнти дифузії» відповідно в напрямку X, Y, Z , які визначаються за формулами [6, 7]:

$$C_x = \frac{4v^n}{(1-n)(2-n)\left(\bar{U}\right)^n} \left[\frac{\left(\frac{\bar{U}}{\bar{U}}\right)^2}{\left(\frac{\bar{U}}{\bar{U}}\right)^2} \right]^{1-n}; \quad (3)$$

$$C_Y = \frac{4v^n}{(1-n)(2-n)\left(\bar{U}\right)^n} \left[\left(\frac{\bar{i}}{\bar{U}}\right)^2 / \left(\frac{\bar{i}}{\bar{U}}\right)^2 \right]^{1-n}; \quad (4)$$

$$C_Z = \frac{4v^n}{(1-n)(2-n)\left(\bar{U}\right)^n} \left[\left(\frac{\bar{i}}{\bar{U}}\right)^2 / \left(\frac{\bar{i}}{\bar{U}}\right)^2 \right]^{1-n}, \quad (5)$$

Таким чином, запропоновані математичні залежності дозволяють більш детально проводити прогнозування радіаційної обстановки, що склалася при руйнуванні АЕС.

ЛІТЕРАТУРА

1. Атомная энергетика. – М.: Атомиздат, 1987. – 326 с.
2. Защита от оружия массового поражения. / Под ред. В.В. Мясникова. – М.: Воениздат, 1989. – 287 с.
3. Грабовой И.Д. Современное оружие и защита от него. – М.: ДОСААФ СССР, 1984. – 196 с.
4. Михно Е.П. Ликвидация последствий аварий и стихийных бедствий. – М.: Атомиздат, 1979. – 286 с.
5. Берлянд М.Е. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнение атмосферы. – Л: Гидрометеоиздат, 1986. – 322 с.
6. Дымников В.П., Филатов А.Н. Устойчивость крупномасштабных атмосферных процессов. – Л: Гидрометеоиздат, 1990. – 236 с.
7. Метеорология и атомная энергия. / Перевод с англ. под ред. И.Л. Бызовой. – 1983. – 383 с.

Надійшла до редколегії 15.10.2001