

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ПОЛТАВСЬКИЙ
ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ім. В.Г.Короленка**

Охріменко Анатолій Іванович

**МЕТОДИКА
ОЦІНКИ РАДІАЦІЙНОЇ ОБСТАНОВКИ
ПРИ АВАРІЇ НА АТОМНИХ
ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯХ**

Полтава- 2007

Охріменко А.І. Методика оцінки радіаційної обстановки при аварії на атомних електростанціях: Методичний посібник. - Полтава. - 2007.- 30с

Рецензенти: к.в.н., доцент Вістак Н.Л.
к.ф.м.н., доцент Іванко В.В.

У пропонованому посібнику наведені вихідні дані та методика оцінки радіаційної обстановки за результатом прогнозування наслідків аварії на атомних електростанціях (АЕС) і даними радіаційної розвідки, а також режими радіаційного захисту населення.

Посібник рекомендується студентам університету для підготовки до практичних занять, виконання контрольних робіт і самостійної роботи з цивільного захисту.

Ухвалено до друку вченою радою Полтавського державного педагогічного університету ім. В.Г. Короленка протокол №_____від

| | |
|--|----|
| Вступ | 4 |
| 1. Послідовність оцінки радіаційної обстановки | 5 |
| 2. Прогнозування зон радіоактивного забруднення території за слідом хмари | 7 |
| 3. Прогнозування дози опромінення на осі сліду радіоактивної хмари | 11 |
| 4. Виявлення радіаційної обстановки за даними розвідки | 13 |
| 5. Визначення зон радіоактивного забруднення | 15 |
| 6. Таблиці | 17 |
| 7. Додаток: Режими радіаційного захисту населення | 29 |
| Список використаної літератури | 30 |

Вступ

У випадку аварії на АЕС або зруйнування її у воєнний час обов'язковою умовою є оцінка радіаційної обстановки методом прогнозування і за даними радіаційної розвідки масштабів і ступеня радіоактивного забруднення місцевості й атмосфери та її вплив на діяльність сил цивільного захисту, населення і об'єкти народного господарства.

Оцінка проводиться з метою:

- визначення впливу радіоактивного забруднення місцевості на дії формувань цивільного захисту і населення;
- обґрунтування оптимальних режимів їх діяльності.

Оскільки процес формування радіоактивного середовища триває кілька годин, попередньо проводять оцінку радіаційної обстановки за результатами прогнозування радіоактивного зараження місцевості. Це дозволяє своєчасно, тобто до підходу радіоактивної хмари, провести заходи щодо захисту населення.

Для об'єкта народного господарства, розміри якого незначні у порівнянні з зонами радіоактивного забруднення місцевості, можливі тільки два варіанти прогнозу:

- персонал об'єкта підпадає чи не підпадає під опромінення.

Об'єкт цивільного захисту:

1. У місті - школа, завод, заклад і т.д.
2. У сільській місцевості - населений пункт.

Для наочності й оперативності використання даних радіаційної обстановки при розв'язанні типових завдань передбачається відображення на картах (схемах) фактичних або прогнозованих зон радіоактивного забруднення місцевості. Характеристика зон радіоактивного забруднення місцевості при аварії на АЕС наведена у табл. 6.

При ліквідації наслідків аварії незалежно від зони необхідно дотримуватись основних заходів радіаційного і дозиметричного контролю, захисту органів дихання, профілактичного прийому йодистих препаратів, санітарної обробки особового складу, дезактивації одягу і техніки.

У межах зони М радіоактивної небезпеки необхідно скоротити перебування людей, які не залучаються до ліквідації наслідків радіаційної аварії.

У межах зони А. помірного радіоактивного забруднення формування цивільного захисту здійснюють рятувальні та інші невідкладні роботи у засобах захисту органів дихання з використанням бронетехніки.

У зоні Б сильного радіоактивного забруднення люди повинні бути

в захисних спорудах.

У зоні В небезпечного радіоактивного забруднення перебування людей можливе в дуже захищеній техніці протягом кількох годин.

У зоні Г надзвичайно небезпечного забруднення навіть короткочасне перебування людей недопустимо.

У зоні Б, В, Г ніякі роботи в мирний час, як правило, не повинні проводитись.

Послідовність оцінки радіаційної обстановки

- визначаються можливі розміри зон радіоактивного зараження за допомогою таблиць, монограм та розрахункової лінійки;

- для прийняття рішення по захисту населення зони в масштабі наноситься на карту;

індексація зон:

М - червоного кольору,

А - синього кольору,

Б - зеленого кольору,

В – коричневого кольору,

Г - чорного кольору.

- визначається:

а). чи потрапляє об'єкт у зону радіоактивного зараження;

б). час початку зараження (випадання радіоактивних опадів)

$$t = R_x / V_B \quad \text{де:}$$

R_x - відстань від АЕС до нашого об'єкта, км;

V_B - швидкість середнього вітру, км/год (швидкість 1 м/с = 3,6 км/год);

в). режим радіаційного захисту населення, який залежить від потужності дози радіації (додаток).

Під режимом радіаційного захисту розуміємо порядок дій людей, використання способів та засобів захисту в зонах радіаційного зараження, що передбачає максимальне зменшення можливих доз опромінення.

- у законі України НР/98 - ВР «Про захист людини від впливу іонізуючих опромінювань», прийнятому 14 січня 1998 року, визначено заходи щодо укриття людей, тимчасової евакуації та йодної профілактики, розроблено п'ять режимів захисту населення у випадку ускладнення обстановки на АЕС.

Оцінка радіаційної обстановки при аварії на АЕС

Розглянемо варіанти розв'язання основних задач оцінки радіаційної обстановки при аварії на АЕС.

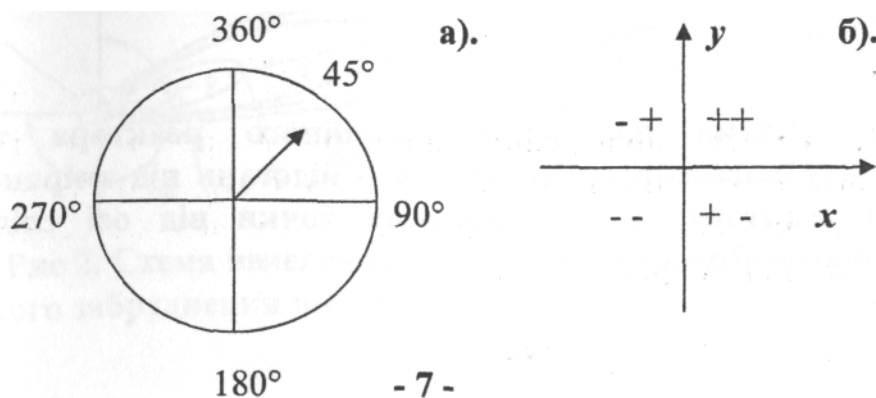
Задача І.

Прогнозування зон радіоактивного забруднення території за слідом хмари.

Вихідні дані; Інформація про АЕС. Тип ядерного реактора (РБМК або ВВЕР). Електрична потужність реактора, МВт. Кількість аварійних реакторів n . Координати АЕС: $X_{\text{АЕС}}$; $Y_{\text{АЕС}}$ Час аварії $T_{\text{АВ}}$, діб, год. Частка викинутих із реактора радіоактивних речовин, $h, \%$. Метеорологічні умови: швидкість вітру на висоті 10 м- v_{10} м/с; напрямок вітру на висоті 10м, град.: стан хмарного покриття - відсутній, середній або суцільний.

На АЕС стався вибух реактора РБМК - 1000 об 11.20, Викинуто $h = 10 \%$ радіоактивних речовин. Напрямок середнього вітру - 90° , швидкість вітру на висоті 10 метрів $v_{10} = 3 \text{ м/с}$. Середня хмарність.

Визначити. Розміри можливих зон радіоактивного забруднення місцевості, нанести на карту прогнозовану радіаційну обстановку.



Примітки:

1. У тих випадках, коли потужність дози радіації на забрудненій місцевості виміряти неможливо, частка викинутих радіоактивних речовин приймається $h = 10 \%$
2. Напрямок вітру - 90° (західний) (а).
3. Координати X, Y (б)!

Розв'язання.

- 1) За табл.7 визначити категорію стійкості атмосфери, яка відповідає погодним умовам і заданому часу доби.
- 2) За табл. 8 визначити середню швидкість вітру в шарі поширення

- радіоактивної хмари - V_{CP} ,
- 3) На карті (схемі) позначити положення аварійного реактора. Відповідно до напрямку вітру нанести вісь прогнозованого сліду радіоактивної хмари (рис.1)

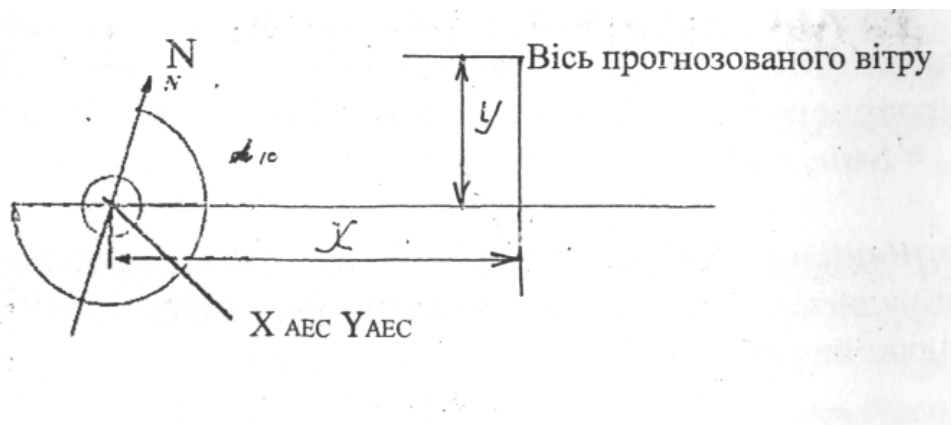


Рис.1. Схема положення аварійного реактора та заданого населеного пункту: X - відстань від зміряної точки реактора; Y - віддалення точки від осі сліду радіоактивної хмари.

- 4). Визначити табличну частку радіоактивних речовин, викинутих із реактора потужністю 1000 МВт при аварії в результаті якої можна очікувати еквівалентні розміри зон радіоактивного забруднення:

$$h_{ТАБЛ} = h * 10^{-3} * w * n \quad \text{де:}$$

W- потужність зруйнованого реактора.

Якщо частка РР, викинутих з реактора незначна, то потрібно керуватись приміткою 1.

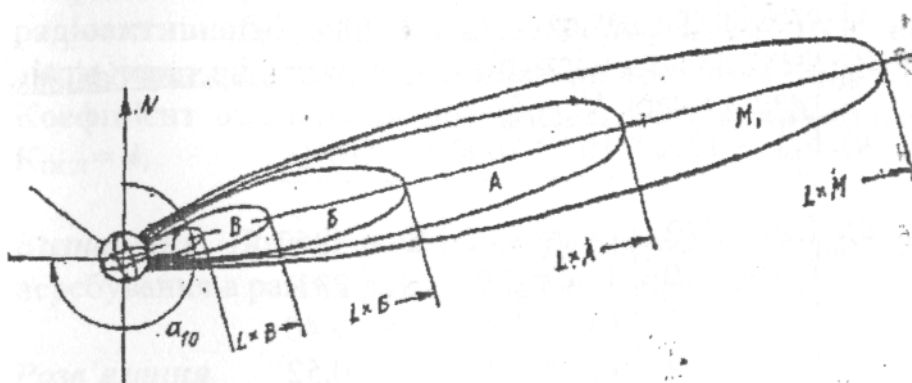


Рис 2. Схема нанесення прогнозованих зон радіоактивного забруднення після аварії на АЕС.

- 5). За табл. 9-11 для заданого типу реактора та частки викинутих із нього РР визначити розміри прогнозованих зон забруднення:

- довжину ($L_{XM} L_{XA} L_{XB} L_{XB} L_{XГ}$)
- ширину ($L_{YM} L_{YA} L_{YB} L_{YB} L_{YГ}$)
- площу ($S_M S_A S_B S_B S_Г$)

б). Використовуючи величини знайдені в п'ятій дії, нанести прогнозовані зони радіоактивного забруднення у вигляді правильних еліпсів на карту з урахуванням масштабу, (рис. 2)

Примітки:

1. У тих випадках, коли частка РР, викинутих при аварії реактора, невідома, рекомендується виконати такі дії:
 - а) виміряти потужність дози на осі сліду $R_{ВИМ}$, на відстані 5- 15км від реактора $X_{ВИМ}$;
 - б) виміряне значення потужності дози перерахувати на 1 годину після аварії

$$R_{ВИМ} = R_{ВИМ} Kt$$

Коефіцієнт Kt визначається за табл.16.

в) за табл. 12 для відповідного типу реактора, відстані $X_{ВИМ}$ швидкості середнього вітру визначити прогнозовану потужність дози при 10% викидів радіоактивних речовин ($R_{ПРОГН}$).

г) оцінити частку (%) викидання РР із реактора за співвідношенням:

2. У тих випадках, коли потужність дози на забрудненій місцевості виміряти неможливо, частка викинутих РР приймається $h = 10\%$,

- 1). атмосфера має категорію стійкості Д;
- 2). середня швидкість вітру в шарі поширення радіоактивної хмари $V_c = 5\text{м/с}$;
- 4). $h_{ТАБЛ} = 10\% * 10^{-3} * 1000 * 1 = 10\%$;
- 5).

| | | |
|-----------------|-----------------|--------------|
| $L_{XM} = 270$ | $L_{YM} = 18.2$ | $S_M = 3860$ |
| $L_{XA} = 75.0$ | $L_{YA} = 3.92$ | $S_A = 231$ |
| $L_{XB} = 17.4$ | $L_{YB} = 0.69$ | $S_B = 9,40$ |
| $L_{XB} = 5.80$ | $L_{YB} = 0.11$ | $S_B = 0,52$ |
| $L_{XГ} = -$ | $L_{YГ} = -$ | $S_Г = -$ |

Задача 2.

Прогнозування дози опромінення на осі сліду радіоактивної хмари.

Вихідні дані: Інформація про АЕС. Тип ядерного реактора РБМК або ВВЕР. Електрична потужність реактора МВт. Кількість аварійних реакторів п. Координати АЕС: $X_{\text{АЕС}}$ $Y_{\text{АЕС}}$. Час аварії $T_{\text{АВ}}$ діб, год. Частка викинутих із реактора радіоактивних речовин h , %. Метеорологічні умови: швидкість вітру на висоті 10м - g_{10} град., стан хмарного покриву - відсутній, середній або суцільний.

Характеристика умов, у яких перебувають люди (населення, працюючі, особовий склад формувань ЦО). Координати району розміщення: x , y . Час початку дій $T_{\text{Поч}}$ год. Тривалість дій $\Delta t_{\text{роб}}$, діб, год. Коефіцієнт ослаблень потужності дози вимірювана $K_{\text{осл}}$

Дані про реактор і характеристики атмосфери взяті із задачі 1. Об'єкт народного господарства (завод) має координати (50км., 2км) відносно АЕС по осі сліду радіоактивного забруднення. Формування ЦО почали діяти через $t_{\text{поч}} = 3$ год, після аварії протягом $\Delta t_{\text{роб}} = 12$ год. Коефіцієнт ослаблення потужності дози випромінювання

$$K_{\text{осл}} = 4$$

Визначити. Дозу опромінення D , одержану людьми за час перебування в районі радіоактивного забруднення.

Розв'язання.

1-5). Визначити так само як і у задачі 1.

6). Використовуємо знайдені в дії 5 розміри зон, за масштабом карти у вигляді правильних еліпсів наносимо прогнозовані зони забруднення місцевості.

7). За допомогою карти з нанесеними на ній прогнозованими зонами забруднення місцевості визначити, у якій знаходяться люди, і віддаленість даного місця (X) від аварійного реактора (рис. 3).

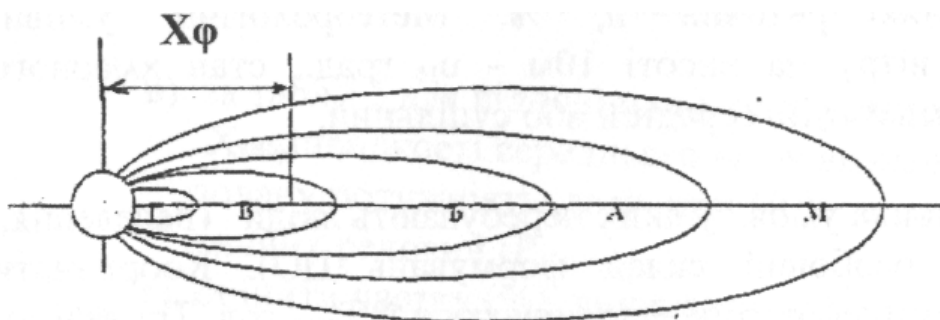


Рис.3 Визначення дози опромінення при перебуванні на осі сліду хмари радіоактивного забруднення після аварії на АЕС.

- 8). За табл.13 визначити час формування сліду радіоактивної хмари ($t\Phi$).
- 9). Визначити час початку дії формувань ЦО (чи початку сільськогосподарських робіт) у заданому районі $T_{\text{поч}} = t\Phi + T$
- 10). Визначити час початку ($t_{\text{поч. ОПРОМ}}$) і тривалість опромінення ($T_{\text{ОПР}}$) особового складу формувань ЦО.
- а). Для $t_{\text{поч}} < t\Phi$ ЯКЩО $\Delta t_{\text{поч}} + \Delta t_{\text{РОБ}} > t\Phi$, ТО $t_{\text{поч}} = t\Phi$;
 $\Delta t_{\text{ОПР}} = t_{\text{поч}} + \Delta t_{\text{РОБ}} - t\Phi$; ЯКЩО $t_{\text{поч}} + \Delta t_{\text{РОБ}} \leq t\Phi$, ТО $D_{\text{ОС.СКЛ}} = 0$;
- б). Для $t_{\text{поч}} > t\Phi$, $t_{\text{поч}} - \Delta t_{\text{ОПР}} = \Delta t_{\text{РОБ}}$

11). За табл. 14, 15 для необхідної зони забруднення місцевості визначити дозу опромінення ($D_{\text{зони}}$) при умові відкритого розміщення особового складу формувань ЦО в середині зони і коефіцієнт ($K_{\text{зони}}$), який враховує забрудненість місцевості в межах зони.

12). Доза, яку одержить особовий склад формувань ЦО (населення, працюючі в сільському господарстві) за час перебування в забрудненому районі, буде дорівнювати:

$$D'_{\text{зони}} = D_{\text{ОПР}} \frac{1}{K_{\text{ОСЛ}}} \times K_{\text{зони}}$$

Порядок визначення $K_{\text{зони}}$ описаний у примітках до табл. 14,15.

- 7). об'єкт знаходиться у зоні А ;
- 8). $t\Phi$ -2.5 год;
- 9). $T_{\text{поч}} = 11.30 + 2.5 = 14.00$ год ;
- 10). $t_{\text{ОПР}} =$;
- 11). $K_{\text{зони}} = 1$ (об'єкт знаходиться всередині зони)

$$D_{\text{ОПР}} = 3.13 - \left(\frac{3.13 - 2.66}{4} \right) = 3.01(\text{рад});$$

12). $D_{\text{зони}} = \frac{3.01}{4} \times 1 = 0.75(\text{рад})$

Задача 3.

Виявлення радіаційної обстановки за даними розвідки.

Вихідні дані: Інформація про АЕС. Тип реактора РБМК або ВВЕР. Час аварії $T_{\text{ав}}$, діб, год. Дані розвідки і вимірне значення потужності дози випромінювання – $P_{\text{вим}}$, Р/год, час вимірювання дози випромінювання – $T_{\text{вим}}$, діб, год. Додаткова інформація. Заданий час, на який визначається потужність дози - T_3 діб, год.

Дані про реактор взяти із задачі 1. Через 2 доби після аварії виміряна потужність дози опромінення $P_{\text{вим}} = 2$ Р/год. Визначити потужність дози через $T_{\text{зад}} = 7$ год. після аварії.

Визначити. Потужність дози випромінювання P (Р/год) на момент часу T_3 .

Розв'язання.

1). Розрахувати приведений час ($t_{\text{вим}}$), коли виміряна потужність дози випромінювання (час, який пройшов після аварії) : $t_{\text{вим}} = T_{\text{вим}} - T_{\text{ав}}$

2). Визначити приведені значення заданого часу ($t_{\text{зад}}$) на яке необхідно визначити потужність дози випромінювання: $t_{\text{зад}} = T_{\text{зад}} - T_{\text{ав}}$

Якщо $t_{\text{зад}} \leq 0$, тобто час, на який визначається потужність дози випромінювання, заданий до моменту аварії. $P = 0$

Якщо $t_{\text{зад}} > 0$, то за табл. 16 визначаємо коефіцієнт K_p який враховує зміну потужності дози випромінювання в часі.

3). Визначити потужність дози випромінювання на заданий час за формулою: $P = P_{\text{вим}} K_T$

1). $t_{\text{вим}} = 48$ год;

2). $t_{\text{зад}} = 7$ год, $K_T = 2$;

3). $P = 2 * 2 = 4$ Р/год ;

Задача 4.

Визначення зон радіоактивного забруднення.

Вихідні дані: Інформація про АЕС. Час аварії АЕС $T_{\text{ав}}$, доба, год. Дані радіаційної розвідки: виміряні значення потужності дози випромінювання $P_{\text{вим}}$ рад/год; $T_{\text{вим}}$, доба, год.

Вихідні дані взяті із задачі 3.

Визначити. Зони радіоактивного забруднення, їх назву.

Розв'язання.

1). Визначити приведені значення часу вимірювання потужності дози випромінювання: $t_{\text{зад}} = T_{\text{зад}} - T_{\text{ав}}$

2). За табл. 17 знайти значення потужності дози випромінювання на зовнішніх межах зон забруднення для часу $t_{\text{вим}}$

3). Нанести зони радіоактивного забруднення місцевості із значеннями потужності доз випромінювання на зовнішніх межах зон для часу випромінювання $t_{\text{вим}}$ (рис. 4).

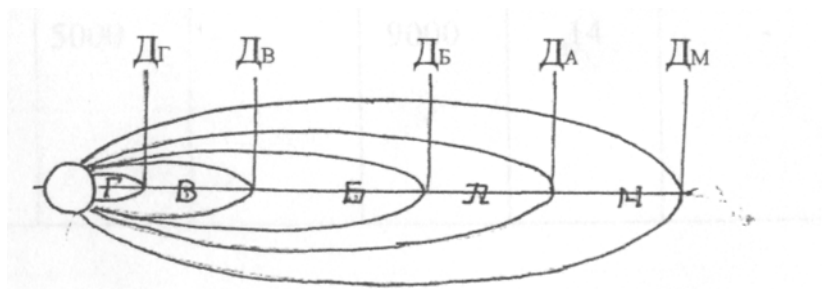


Рис. 4. Схема нанесення значення потужності доз випромінювання на зовнішніх межах зон радіоактивного забруднення після аварії на АЕС.

4). Порівняти вимірне значення потужності дози $P_{\text{вим}}$ із нанесеними на карту (схему) граничними значеннями і визначити положення точки вимірювання в межах зон забруднення.

Примітки:

У тих випадках, коли $P_{\text{вим}}$ - відрізняється від граничних значень ($P_{\text{Г}}$ $P_{\text{В}}$ $P_{\text{Б}}$ $P_{\text{А}}$ $P_{\text{М}}$) не більше ніж на 10-15% можна вважати, що точка вимірювання потужності дози розміщена поблизу відповідної межі зони. Дані розвідки з попередньої задачі.

1). $T_{\text{вим}} = 2$ доби;

2). $D_{\text{Г}} = 4.1$ рад/год

$D_{\text{В}} = 1.2$ рад/год

$D_{\text{Б}} = 0.41$ рад/год

$D_{\text{А}} = 0.04$ рад/год

$D_{\text{М}} = 0.004$ рад/год

4). Точка, в якій вимірювалася потужність, знаходиться поблизу внутрішньої межі зони В.