

### Практичне заняття 3 Прогнозування та оцінювання радіаційної обстановки під час аварії на радіаційно небезпечному об'єкті

Навчальною метою практичного заняття є надання студентам навичок у розв'язанні типових задач з оцінки радіаційної обстановки, формуванні висновків та визначення заходів щодо захисту людей і довкілля в разі радіаційної аварії.

#### ЗАВДАННЯ СТУДЕНТАМ

**Умова:** На АЕС сталася аварія з руйнуванням ядерного реактора і викидом радіоактивних речовин у навколишнє середовище. За даними радіаційного контролю отримані дані про рівні радіації на території об'єкта на початку його зараження. Реактор ВВЕР-1000. Напрямок вітру - на об'єкт.

**Завдання:** Оцінити радіаційну обстановку, що може скластися в районі об'єкту та вибрати найбільш ефективний спосіб захисту робітників і службовців об'єкту. Під час оцінки обстановки розв'язати такі задані:

Задача № 1. Визначити в яку зону РЗ потрапив об'єкт.

Задача № 2. Визначити, які дози радіації отримають люди, якщо вони:

- а) залишаться працювати на робочому місці;
- б) укриються в захисних спорудженнях (ЗС);
- в) евакуюються із зони зараження.

Задача № 3. Визначити допустиму тривалість праці на робочому місці при установленій дозі радіації.

Задача № 4. Визначити, коли об'єкт зможе почати працювати повними робочими змінами.

#### НАВЧАЛЬНИЙ МАТЕРІАЛ

Під радіаційною обстановкою (РО) розуміють радіоактивне забруднення (зараження) місцевості, водоймищ, продовольства, фуражу вище природних (допустимих) значень, в результаті аварій на радіаційно-небезпечних об'єктах, а також при застосуванні ядерної зброї (ЯЗ), яка вимагає вживання певних мір захисту населення (виробничого персоналу об'єктів господарювання).

Для того, щоб спрогнозувати ступінь радіаційної небезпеки і вжити певних мір захисту населення (виробничого персоналу об'єкту), необхідно виявити РО і її оцінити.

Суть виявлення РО полягає в нанесенні на географічну карту місцевості зон радіоактивного зараження в напрямку розповсюдження хмари зараженого радіонуклідами повітря.

РО може бути виявлена двома способами:

- спосіб, що полягає в застосуванні методу прогнозу;
- спосіб, що полягає у використанні даних радіаційної розвідки.

Прогнозування РО може бути завчасним (оперативним) і аварійним (при виникненні радіаційної аварії). Прогноз РО проводиться для прийняття негайних рішень по організації захисту виробничого персоналу об'єктів і населення на початковій фазі радіаційної аварії і полягає в наступному.

Користуючись даними існуючих таблиць, визначаються розміри прогнозованих зон зараження в залежності від категорії стійкості атмосфери (інверсія, ізотермія, конвекція), а також швидкості переносу радіоактивної хмари, які в вигляді правильних еліпсів в масштабі наносяться на карту у напрямку вітру.

Далі визначається, чи потрапляє об'єкт (населений пункт) в зону зараження. Якщо

потрапляє, то визначається в яку саме зону.

Під оцінкою РО розуміють розв'язання задач з різних варіантів дії населення (виробничого персоналу об'єктів) на зараженій місцевості, аналіз отриманих результатів та вибір найбільш доцільного варіанту дій, при якому люди отримають найменшу експозиційну дозу випромінювання. Це можуть бути укриття людей в захисних спорудах, використання засобів індивідуального захисту, евакуація людей в безпечні райони, а також здійснення наступних захисних заходів:

- забезпечення людей чистою водою та продуктами харчування;
- ретельне виконання правил особистої гієни;
- знання допустимих норм радіонуклідів в продуктах харчування (додаток 4) [5];
- періодичне проходження медичних оглядів;
- щорічний виїзд із забрудненої зони (мінімальний термін один місяць) на відпочинок та інше.

#### Вихідні данні:

- Відстань об'єкта господарювання від АЕС  $R = \text{_____}$  км
- Швидкість вітру  $V_v = \text{_____}$  м/с від АЕС, напрямок - на об'єкт;
- Рівень радіації на об'єкті на початку його зараження  $P_{\text{п}} = \text{_____}$  Р/год;
- Доза радіації, що установлюється на одну робочу зміну  $D_y = \text{_____}$  Р;
- Тривалість робочої зміни  $t_p = 8$  год;
- Коефіцієнт ослаблення радіаційного випромінювання будівлею, де працюють люди  $K_{\text{осл.буд}} = 6$ ;
- Коефіцієнт ослаблення радіаційного випромінювання транспортним засобом, на якому евакуюються люди  $K_{\text{осл.тр.}} = 2$ ;
- Коефіцієнт ослаблення радіаційного випромінювання захисною спорудою  $K_{\text{осл.зс.}} = \text{_____}$ ;
- Довжина маршруту евакуації по зараженій місцевості  $L = \text{_____}$  км
- Середня швидкість руху транспортного засобу  $V_{\text{рух.тр}} = \text{_____}$  км/год
- Середня швидкість руху пішої колони  $V_{\text{рух.п}} = 5$  км/год

Розв'язання задач

**Задача 1.** Визначення зони РЗ, в яку потрапив об'єкт.

1. Визначається час початку зараження території об'єкту

$$t_{\text{п}} = \frac{R}{V_v} = \text{_____} = \text{_____} \text{ год.}$$

2. Розраховується рівень радіації на 1 год після аварії за формулою

$$P_1 = P_{\text{п}} \cdot t_{\text{п}}^{-0,4} = \text{_____} = \frac{P}{\text{год}}$$

На зараженій радіоактивними речовинами місцевості виділяють п'ять зон РЗ (Рис.1):

Зона М - радіаційної небезпеки;

Зона А - помірного зараження;

Зона Б - сильного зараження;

Зона В — небезпечного зараження;

Зона Г - наднебезпечного зараження.

Рівні радіації на межах зон перераховані на одну годину після початку викиду (аварії).

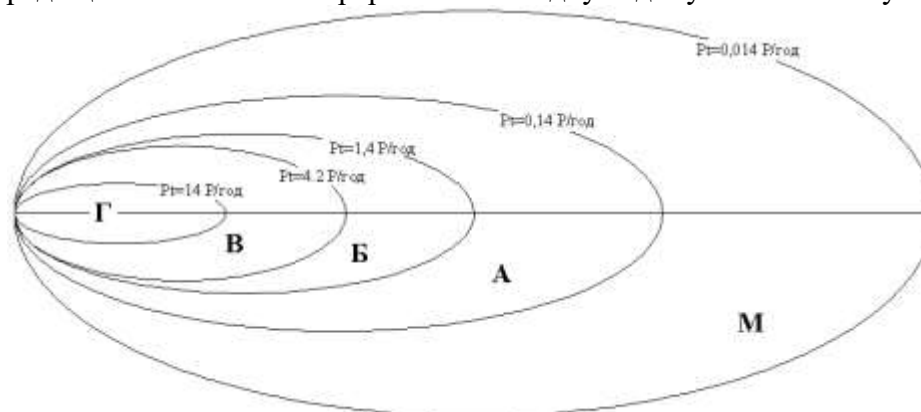


Рис. 1 Зони РЗ після аварії на АЕС

**Висновок:** згідно з рис. 1 об'єкт потрапив в зону \_\_\_\_\_

**Задача 2.** Визначення доз радіації, які можуть отримати люди.

1. Визначається доза радіації, яку можуть отримати люди на своєму робочому місці за повну робочу зміну ( $t_p=8$  год), якщо почнуть роботу з початку зараження об'єкту (це найгірший випадок з можливих) за формулою

$$D_{\text{буд}} = \frac{P_1(t_k^{0,6} - t_n^{0,6})}{0,6 \cdot K_{\text{осл.буд}}} = \text{_____} = \text{P.}$$

де  $t_k = t_n + t_p = t_n + 8 = \text{_____}$  год

2. Визначається доза радіації, яку можуть люди отримати під час перебування у захисній споруді, протягом 24 год за формулою

$$D_{\text{зс}} = \frac{P_1(t_k^{0,6} - t_n^{0,6})}{0,6 \cdot K_{\text{осл.зс}}} = \text{_____} = \text{P}$$

3. Визначається доза радіації, яку можуть отримати люди під час евакуації, якщо вони почнуть рух з моменту початку зараження об'єкту за формулою

а) під час маршу пішої колони

$$D_{\text{ев.п.}} = \frac{P_n \cdot L}{2 \cdot K_{\text{осл.п.}} \cdot V_{\text{рух.п.}}} = \text{_____} = \text{P.}$$

б) під час маршу авто колони

$$D_{\text{ев.тр.}} = \frac{P_n \cdot L}{2 \cdot K_{\text{осл.}} \cdot V_{\text{рух.тр.}}} = \text{_____} = \text{P.}$$

**Задача 3.** Визначення допустимої тривалості роботи зміни у зоні РЗ при установленій дозі радіації.

1. Визначається допоміжний параметр за формулою

$$a = \frac{P_1}{D_y \cdot K_{\text{осл.буд}}} = \text{_____} = \text{1/год.}$$

2. Визначається допустима тривалість робочої зміни у будинку за формулою.

$$T_{\text{доп}} = (t_n^{0,6} + \frac{0,6}{a})^{0,6} - t_n = ( \text{_____} + \frac{0,6}{\text{_____}} )^{0,6} - \text{_____} = \text{_____} \text{ год.}$$

**Задача 4.** Визначення часу початку роботи об'єкту повними робочими змінами ( $t_{п.р.з}=8$  год).

1. Користуючись графіком (Додаток 3), для  $t_{р\max}=8$  год і  $a=$  \_\_\_\_\_ 1/год, знаходимо  $t_{п.р.з}=$  \_\_\_\_\_ год

#### Підсумкова таблиця

$P_1$ Р/год	Доза радіації, Р				$T_{доп}$ , год	Початок роботи у звичайному режимі, год
	$D_{буд}$	$D_{зс}$	$D_{ев\ п}$	$D_{ев\ тр}$		

#### Висновки

- Об'єкт господарювання потрапив у зону \_\_\_\_\_
- Відповідно до Закону України «Про забезпечення захисту населення в умовах радіаційного зараження» від 27.02.1991 виробничий персонал об'єкту підлягає обов'язковій евакуації в безпечний район, оскільки рівень радіації на об'єкті набагато більше 150 мкР/год.
- Доцільним способом проведення евакуації є евакуація з використанням транспортних засобів, оскільки отримана доза радіації при цьому буде на порядок менше, ніж при евакуації пішим порядком.
- До початку евакуації потрібно здійснювати такі заходи захисту : укрити людей у захисних спорудах, йодну профілактику, обмежити перебування на відкритій місцевості.
- Об'єкти з безперервним циклом виробництва за рішенням Уряду можуть продовжувати роботу при умові, якщо тривалість роботи зміни не буде перевищувати  $T_{доп}=$  \_\_\_\_\_ год .
- Потрібно розраховувати режим роботи об'єкту скороченими змінами.
- Об'єкт може почати працювати повними змінами ( $t_p=8$  год) через \_\_\_\_\_ годин після аварії на АЕС
- Для зменшення рівня випромінювання, на об'єкті потрібно провести дезактивацію будинків, територій, технологічного обладнання.

#### Додаток 1

##### Вихідні дані до роботи

Вар	Відстань до АЕС км	Швидкість вітру м/с	Перший вимір рівня радіації ( $P_n$ ), Р/год	Коефіцієнт ослаблення захисних споруд	Довжина маршруту в зоні РЗ, км	Середня швидкість автоколони км/год	Установлена доза радіації, Р
1	10	1	9	100	5	40	3
2	12	2	8	120	7	50	2,5
3	14	3	7	140	9	60	2
4	16	4	6	160	11	70	1,5
5	18	1	2	180	13	40	1
6	20	2	1,5	100	15	50	0,5
7	22	3	10	120	5	60	3
8	24	4	8	140	7	70	2,5
9	10	1	6	160	9	40	2
10	12	2	4,5	180	11	50	1,5
11	14	3	3,5	100	13	60	1
12	16	4	9	120	15	70	0,5
13	18	1	8	140	5	40	3

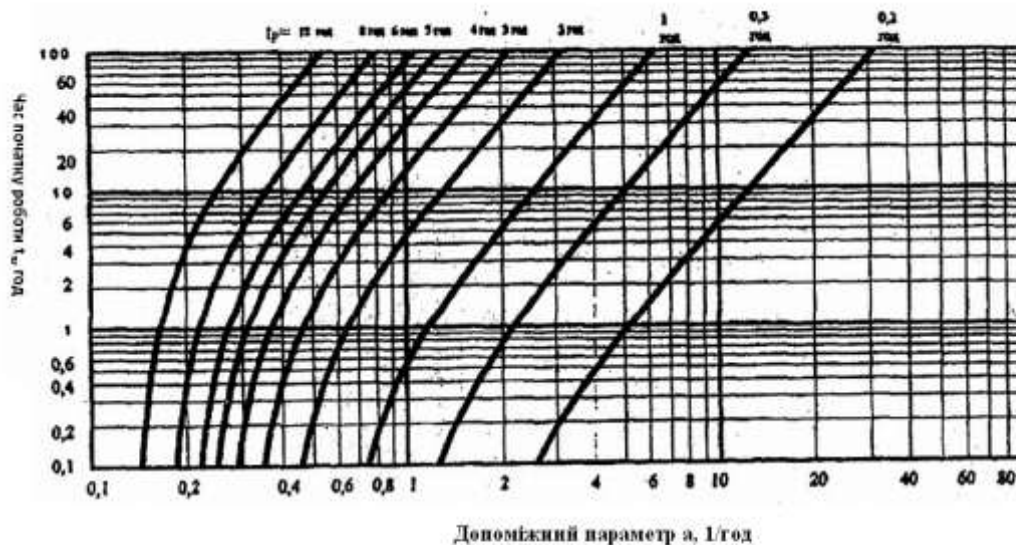
14	20	2	7	160	7	50	2,5
15	22	3	6	180	9	60	2
16	24	4	4	100	11	70	1,5
17	10	1	10	120	13	40	1
18	12	2	9	140	15	50	0,5
19	14	3	8	160	5	60	3
20	16	4	6	180	7	70	2,5
21	18	1	3,5	100	9	40	2
22	20	2	9	120	11	50	1,5
23	22	3	8	140	13	60	1
24	24	4	7	160	15	70	0,5

Додаток 2

Коефіцієнти ослаблення доз радіації  $k_{осл}$

Будівлі, споруди, транспортні	$k_{осл}$
Відкрита місцевість	1
Виробнича одноповерхова будівля цеху	7
Виробнича, адміністративна триповерхова будівля	6
Житлова кам'яна одноповерхова	10
Підвал	40
Житлова дерев'яна одноповерхова	2
Підвал	7
Житлова кам'яна триповерхова	20
Підвал	400
Відкрита щілина, траншея	3...4
Перекрита щілина	40...50
Протирадіаційне укриття ПРУ	150...500
Сховище	>1000
Автомобілі, автобуси, вантажна вагони	2
Кабіни бульдозерів, екскаваторів	4

Додаток 3



$P_1$  - рівень радіації на 1 годину після аварії, Р/год;

$D_p$  - величина установленної дози радіації, Р;

$$a = \frac{P_1}{D_p \cdot k_{осл} \cdot t_{зд}}, 1/год$$

$k_{осл}$  - коефіцієнт ослаблення радіації будівлею, спорудою і т.і.