

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»

ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ ТА РАДІАЦІЙНА БЕЗПЕКА:

методичні рекомендації
до виконання індивідуальних завдань

Запоріжжя 2025



УДК 614.8:539.1(072)
Ц57

Рекомендовано Науково-методичною радою
ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
(протокол № __ від 30 травня 2025 р.)

Укладач

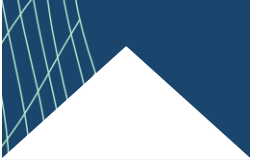
Таврель М.І., старший викладач

Ц57 **Цивільний захист та радіаційна безпека** : методичні рекомендації до виконання індивідуальних завдань / уклад: М.І.Таврель. Запоріжжя : ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2025. 37 с.

Методичні рекомендації до виконання індивідуальних завдань з дисципліни «Цивільний захист та радіаційна безпека» включають інформацію щодо видів завдань, змісту та вихідних даних за варіантами; містить перелік основної та додаткової літератури, критерії оцінювання індивідуальних завдань, вимоги до його оформлення, зразки титульної сторінки протоколу звіту та презентації захисту.

УДК 614.8:539.1(072)

© ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2025



ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ	6
1.1 Індивідуальне завдання №1. Оцінка ризиків та реагування на надзвичайні ситуації	6
1.2 Індивідуальне завдання №2. Оцінка радіаційної обстановки при аварії на АЕС	14
2 ВИМОГИ ОФОРМЛЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ	25
3 ПОДАННЯ НА ПЕРЕВІРКУ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ	30
4 СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	32
Додаток А - ПРИКЛАД ОФОРМЛЕННЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА	33
Додаток Б - ПРИКЛАД ОФОРМЛЕННЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА ПРЕЗЕНТАЦІЇ	34
Додаток В - ПРИКЛАДИ ОФОРМЛЕННЯ БІБЛІОГРАФІЧНОГО ОПИСКУ	35



ВСТУП

Метою навчальної дисципліни «Цивільний захист та радіаційна безпека» є формування у майбутніх фахівців необхідного рівня знань і практичних навичок у галузі забезпечення безпеки населення та об'єктів господарювання в умовах надзвичайних ситуацій. Основна увага приділяється оцінці ризиків виникнення пожеж, затоплень, радіаційного забруднення та розробці заходів для мінімізації їх впливу.

Дисципліна охоплює вивчення методів розрахунку індивідуальних ризиків, оцінку обстановки при природних та техногенних катастрофах, аналіз ефективності систем захисту, а також розробку заходів із запобігання та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

Освітній компонент «Цивільний захист та радіаційна безпека» важливий для забезпечення сталого розвитку суспільства, охорони здоров'я людей, захисту інфраструктури та збереження навколишнього середовища. Його вивчення сприяє усвідомленню майбутніми фахівцями ключової ролі безпеки у сучасному світі.

Дисципліна є вибіркоvim освітнім компонентом підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр». Вивчення цього курсу сприяє розвитку базових знань про природні та техногенні небезпеки, закономірності їх виникнення, оцінку ризиків і стратегії реагування.

У рамках дисципліни студенти виконують індивідуальні завдання, спрямовані на закріплення теоретичних знань і розвиток практичних умінь:

Перша індивідуальна робота передбачає відповіді на теоретичні питання та розрахунок двох задач:

Розрахунок значення індивідуального пожежного ризику в будівлі класу ФЗ.4, обладнаній системами автоматичного пожежогасіння та протипожежного захисту.

Оцінка обстановки, що може скластися внаслідок паводку, з урахуванням параметрів інтенсивності опадів, площі їх випадіння, характеристик річки (ширина, глибина, швидкість течії) та висоти розташування об'єкта над рівнем річки.

Об'єкт аналізу включає промислові споруди з легким каркасом та двоповерхову будівлю заводууправління.

Друга індивідуальна робота стосується оцінки радіаційної обстановки під час аварії на АЕС, зокрема, розрахунку зон радіоактивного забруднення місцевості.

Виконання цих завдань дозволяє студентам застосувати теоретичні знання у практичних умовах, розвинути вміння аналізувати складні ситуації та приймати обґрунтовані рішення для забезпечення безпеки в надзвичайних умовах.



Застереження щодо рівня попередніх знань.

Для вивчення курсу студенти потребують базових знань зі шкільних курсів з безпеки життєдіяльності, фізики, хімії та правознавства, які є достатніми для розуміння практичного значення дисципліни. Опанування цих знань дозволяє легше засвоювати принципи оцінки ризиків, взаємодії з природними і техногенними процесами та розробки заходів захисту. Додатково рекомендується ознайомитися з основами екології, які допоможуть глибше усвідомити вплив небезпечних факторів на довкілля та способи його захисту.

Результати навчання та їхня відповідність ОПП.

- Обирати оптимальні способи та застосовувати засоби захисту від впливу негативних чинників радіаційного походження.
- Аналізувати суспільні явища й процеси на рівні, необхідному для професійної діяльності, знати нормативно-правові засади забезпечення цивільного захисту, охорони праці, питання нормативного регулювання забезпечення заходів у сфері цивільного захисту та техногенної безпеки об'єктів і територій.
- Пояснювати процеси впливу шкідливих і небезпечних чинників, що виникають у разі небезпечної події; застосовувати теорії захисту населення, території та навколишнього природного середовища від уражальних чинників джерел надзвичайних ситуацій, необхідні для здійснення професійної діяльності.
- Обирати оптимальні заходи і засоби, спрямовані на зменшення професійного ризику, захист населення, запобігання надзвичайним ситуаціям.



1 МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ

Робочою програмою дисципліни додатково передбачено виконання наступних індивідуальних завдань №1 «Оцінка ризиків та реагування на надзвичайні ситуації» та №2 «Оцінка радіаційної обстановки при аварії на АЕС» завдання та алгоритм виконання яких наведено нижче:

1.1 Індивідуальне завдання №1. Оцінка ризиків та реагування на надзвичайні ситуації

Індивідуальна робота з дисципліни «Цивільний захист та радіаційна безпека» спрямована на закріплення теоретичних знань і розвиток практичних навичок оцінки небезпек та управління ризиками. Завдання включають:

Відповіді на теоретичні питання щодо управління цивільним захистом, технічного забезпечення заходів безпеки, прогнозування та оцінки обстановки у разі надзвичайних ситуацій.

Розв'язання двох практичних задач:

Розрахунок індивідуального пожежного ризику в будівлях із сучасними протипожежними системами.

Оцінка обстановки, що може скластися під час паводків, з визначенням впливу на об'єкти господарювання.

Виконання завдань дозволяє студентам опанувати базові методики аналізу ризиків та розробки заходів із запобігання й ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру.

Мета завдання: Формування у студентів системного підходу до оцінки ризиків у сфері цивільного захисту та радіаційної безпеки, розвитку практичних навичок розрахунків індивідуального пожежного ризику, прогнозування наслідків природних та техногенних катастроф, а також прийняття обґрунтованих рішень щодо запобігання і ліквідації надзвичайних ситуацій.

Завдання 1:

1. Дати письмову відповідь на два теоретичні питання за варіантами (таблиця 1.1) [1-4].

1) Державне управління у системі цивільного захисту.

2) Технічне забезпечення заходів цивільного захисту у мирний та військовий час.

3) Організація технічного забезпечення розосередження і евакуації населення із небезпечної зони у випадку надзвичайної ситуації.

4) Прогнозування і оцінка обстановки у разі вибуху газоповітряної суміші.



- 5) Діяльність з цивільної безпеки підприємства у надзвичайній ситуації.
- 6) Характеристика осередків ураження та можливі дози опромінення при аваріях на атомних електростанціях.
- 7) Особливості захисту співробітників при виникненні пожежі на підприємстві.
- 8) Забезпечення засобами пожежогасіння території та приміщень підприємства.
- 9) Характеристика осередків ураження при стихійних лихах і їх вплив на виробничу діяльність підприємств.
- 10) Індивідуальний та колективний захист співробітників та населення від радіоактивного опромінення.
- 11) Захист співробітників від хімічного ураження.
- 12) Необхідність евакуації співробітників підприємства та населення із небезпечної зони.
- 13) Визначення основних показників джерел природних та техногенних надзвичайних ситуацій.
- 14) Умови введення превентивних заходів щодо зменшення масштабів надзвичайних ситуацій.
- 15) Основні етапи аналізу надзвичайних ситуацій та прогнозування їх наслідків.
- 16) Зонування територій за ступенем небезпеки.
- 17) Методика планування заходів із ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.
- 18) Характеристики зон радіоактивного, хімічного та біологічного зараження.
- 19) Планування заходів із запобігання поширенню інфекційних захворювань з первинного осередку.
- 20) Характеристика наслідків, які виникають під час руйнування підірних споруд (греблі) водосховищ.

Таблиця 1.1 - Варіанти індивідуальної розрахункової роботи

Варіант	Номер теоретичних питань
1	1, 11
2	2, 12
3	3, 13
4	4, 14
5	5, 15
6	6, 16
7	7, 17
8	8, 18
9	9, 19
10	10, 20

Завдання 2:

Розрахувати значення індивідуального пожежного ризику в будинку компанії, де встановлені та ефективно працюють системи автоматичного пожежогасіння та протипожежного захисту.

Вихідні дані по варіантам наведено в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 - Вихідні дані

Варіант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$t_{р.}, \text{хв.}$	3	2	1,5	2	3	4	3	2	10	12
$t_{п.е.}, \text{хв.}$	0,5	0,2	0,2	0,3	0,5	0,9	0,1	0,3	1,1	1,3
$t_{бл.}, \text{хв.}$	4	4	2	3	4	5	6	4	15	14
$t_{ск.}, \text{хв.}$	1	0,5	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,2	7	8
$t_{функц.}, \text{год.}$	8	12	12	12	8	8	8	16	16	16

Теоретичні відомості

Індивідуальний пожежний ризик відповідає необхідному, якщо виконується наступна умова:

$$Q_B \leq Q_B^H \quad (1.1)$$

де Q_B^H - нормативне значення індивідуального пожежного ризику,

$$Q_B^H = 10^{-6} \text{ рік}^{-1};$$

Q_B - розрахункова величина індивідуального пожежного ризику, рік.

Розрахункова величина індивідуального пожежного ризику Q_B у кожному будинку розраховується за формулою, рік⁻¹:

$$Q_B = Q_{п} (1 - K_{ап}) \cdot P_{пр} (1 - P_e) \cdot (1 - K_{пз}), \quad (1.2)$$

де $Q_{п}$ - частота виникнення пожежі в будинку протягом року, визначається на підставі статистичних даних, рік⁻¹.

При відсутності статистичної інформації допускається приймати $Q_{п} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ рік}^{-1}$ для кожного будинку [5];

$K_{ап}$ - коефіцієнт, що враховує відповідність установок автоматичного пожежогасіння (УАПГ) вимогам нормативних документів по пожежній безпеці.

Значення параметра $K_{ап}$ приймається рівним 0,9, якщо будинок обладнаний системою УАПГ або обладнання будинку нею не потрібно відповідно до вимог нормативних документів по пожежній безпеці. В інших випадках $K_{ап}$ приймається рівним нулю [5];



$P_{пр}$ - імовірність присутності людей у будинку, що визначається за формулою:

$$P_{пр} = t_{функц}/24 \quad (1.3)$$

де $t_{функц}$ - час знаходження людей у будинку, год;
 P_e - імовірність евакуації людей.

Імовірність евакуації P_e розраховується за формулою 1.4:

$$P_e = \begin{cases} 0,999 \cdot \frac{0,8 \cdot t_{бл} - t_p}{t_{пе}}, & \text{якщо } t_p < 0,8 \cdot t_{бл} < t_p + t_{пе} \text{ і } t_{ск} \leq 6 \text{ хв;} \\ 0,999, & \text{якщо } t_p + t_{пе} \leq 0,8 \cdot t_{бл} \text{ і } t_{ск} \leq 6 \text{ хв;} \\ 0, & \text{якщо } t_p \geq 0,8 \cdot t_{бл} \text{ або } t_{ск} > 6 \text{ хв,} \end{cases}$$

де t_p — розрахунковий час евакуації людей, хв;
 $t_{п.е.}$ — час початку евакуації (інтервал часу від виникнення пожежі до початку евакуації людей), хв;
 $t_{бл.}$ — час від початку пожежі до блокування евакуаційних шляхів у результаті поширення на них небезпечних факторів пожежі (час блокування шляхів евакуації), хв;
 $t_{ск.}$ — час існування скупчень людей на ділянках шляху, хв.;
 $K_{пз}$ — коефіцієнт, що враховує відповідність системи протипожежного захисту, спрямованої на забезпечення безпечної евакуації людей при пожежі, вимогам нормативних документів по пожежній безпеці.

Коефіцієнт $K_{пз}$ розраховується за формулою:

$$K_{пз} = 1 - (1 - K_{спс} \cdot K_{соке}) \cdot (1 - K_{спс} \cdot K_{пдз}) \quad (1.5)$$

де $K_{спс}$, $K_{соке}$ та $K_{пдз}$ — коефіцієнти, що враховують відповідність вимогам нормативних документів по пожежній безпеці систем пожежної сигналізації, оповіщення людей про пожежу і керування евакуацією людей та протидимного захисту.

Значення кожного з параметрів $K_{спс}$, $K_{соке}$ та $K_{пдз}$ приймаються рівним 0,8, якщо будинок обладнаний відповідними системами або обладнання будинку ними не потрібно відповідно до вимог нормативних документів по пожежній безпеці. В інших випадках значення цих параметрів дорівнює нулю [5].

Приклад розв'язування

Розрахувати індивідуальний пожежний ризик в будинку класу ФЗ.1, де встановлені та ефективно працюють системи автоматичного пожежогасіння та протипожежного захисту. Якщо: $t_p = 4$ хв., $t_{пе} = 0,2$ хв., $t_{бл} = 6$ хв., $t_{ск} = 0$ хв., $t_{функц} = 8$ год.

Вирішення

Визначаємо всі складові формули (1.2).

Приймаємо $Q_p = 4 \cdot 10^{-2}$ рік⁻¹; оскільки системи автоматичного пожежогасіння встановлені та працюють, тому $K_{ап} = 0,9$.

Імовірність присутності людей у будинку за (1.3):

$$P_{пр} = 8/24 = 0,3333.$$

Визначаємо імовірність евакуації людей за (1.4).

Виконується друга умова, тобто:

$$t_p + t_{пе} = 4 + 0,2 = 4,2 \text{ хв.} < 0,8t_{бл} = 0,8 \cdot 6 = 4,8 \text{ хв.} \\ \text{тому } P_e = 0,999.$$

Імовірність ефективної роботи системи протипожежного захисту визначаємо за (5) при значеннях: $K_{соке} = 0,8$; $K_{спс} = 0,8$; $K_{пдз} = 0,8$.

$$K_{пз} = 1 - (1 - 0,8 \cdot 0,8) \cdot (1 - 0,8 \cdot 0,8) = 0,8704.$$

Тоді величина індивідуального пожежного ризику за (1.1):

$$Q_v = 4 \cdot 10^{-2} (1 - 0,9) \cdot 0,3333 \cdot (1 - 0,999) \cdot (1 - 0,8704) \\ = 2 \cdot 10^{-7} \text{ рік}^{-1}$$

Таким чином, $Q_e = 2 \cdot 10^{-7} \text{ рік}^{-1} < Q_e^H = 10^{-6} \text{ рік}^{-1}$, умова індивідуального пожежного ризику виконується, тобто люди при пожежі зможуть безпечно евакуюватися з будинку.

Завдання 3:

Оцінити обстановку, що може скластися на об'єкті господарювання в результаті паводку від зливи, якщо: інтенсивність опадів — J , площа їх випадіння — F , ширина річки — b_0 , глибина річки — h , швидкість течії — V_0 , висота розміщення об'єкту на рівнем річки (висота місця) — h_m . На об'єкті знаходяться: промислові будови з легким каркасом та 2 поверхова споруда заводоуправління [7].

Вихідні дані по варіантам наведено в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 - Вихідні дані

Варіант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
J , мм/год	40	50	60	70	80	30	45	55	65	75
F , м ²	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
b_0 , м	80	90	100	110	120	130	140	90	100	110
h_0 , м	2	2,5	3	4	3	5	3,5	3	2	3
V_0 , м/с	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	1	2	3
Тип русла	Трикутне русло									
h_m , м	2	2	2	3	3	3	3	2	2	2



Теоретичні відомості

При розрахунку зон затоплення враховують схему русла річки.

Русло — найбільш знижена частина долини, вироблена потоком води, по якій здійснюється переміщення основної частини донних наносів і стік води в міжпаводкові періоди.

Розрізняють трикутні та трапецієподібні русла річки [7].

Розрахунок зони затоплення при трикутному руслі річки

Витрати води до випадіння опадів, м³/с:

$$Q_0 = \frac{1}{2} h_0 b_0 V_0 \quad (2.1)$$

де h_0 та b_0 — відповідно глибина та ширина річки до паводку, м;
 V_0 — швидкість течії річки, м/с.

Витрати води в річці при випадінні опадів та утворенні паводку, м³/с:

$$Q_{\max} = V_{\max} \cdot S = \frac{J \cdot F}{3,6} + Q_0 \quad (2.2)$$

де V_{\max} — швидкість потоку при проходженні паводку, м/с;

S — площа поперечного перетину потоку при проходженні паводку, м²;

J — інтенсивність опадів, мм/год;

F — площа, на якій випадають опади, км².

Максимальну швидкість потоку при проходженні паводку можна розрахувати наступним чином, м/с:

$$V_{\max} = V_0 \left(\frac{h_0 + h}{h_0} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (2.3)$$

де h — висота підйому води в річці при проходженні повені, м.

Висота підйому води в річці при проходженні паводку, м:

$$h = \left(\frac{2Q_{\max} \sqrt[3]{h_0^5}}{b_0 V_0} \right)^{\frac{3}{8}} - h_0 \quad (2.4)$$

Ширина території, що підлягає затопленню при проходженні паводку, м:

$$L_{\text{л}} = \frac{h}{\sin \alpha} \quad (2.5)$$

де α — кут нахилу берегової лінії згідно схеми русла річки, град.

Для трикутного русла $\text{tg} \alpha$ дорівнює:

$$\text{tg} \alpha = \frac{2h_0}{b_0} \quad (2.6)$$

Максимальна швидкість потоку затоплення, м/с:

$$V_3 = V_{\max} f \quad (2.7)$$

де f — параметр зміщення об'єкту від русла річки (табл. 1.4).

Таблиця 1.4 - Значення параметру зміщення об'єкту від русла річки f

Відношення h_3/h	Трикутне русло	Трапецієподібне русло
0,1	0,3	0,23
0,2	0,5	0,43
0,4	0,72	0,64
0,6	0,96	0,84
0,8	1,18	1,05
1	1,32	1,2

Глибина затоплення об'єкту, м:

$$h_3 = h - h_M, \quad (2.8)$$

де h_M - висота місця об'єкта (розміщення об'єкту над рівнем річки до паводку, тобто в звичайних умовах), м [5, 7].

Вражаюча дія повені на будівлі, обладнання визначається за табл. 1.5 в залежності від V_3 та h_3 .

Таблиця 1.5 - Вражаюча дія повені на будівлі та обладнання

Об'єкти	Параметри хвилі води що призводять до руйнувань					
	Слабкі		Середні		Сильні	
	h_3 , м	V_3 , м	h_3 , м	V_3 , м	h_3 , м	V_3 , м
Промислові будови:						
- з легким каркасом	2	1	4	2	5	2,5
- із залізобетонним каркасом	4	1,5	9	3	12	3
Цегляні 1-3 етажні споруди	2	1	3	2	4	2,5
Дерев'яні споруди	2,5	1,5	4	2,5	6	3
Збірні споруди	1	1	2,5	1,5	3,5	2
Пірс	1	1	2,5	1,5	3	2
Судна, висотою до 2м	2,5	1,5	5	1,5	7	2
Мости металеві та залізобетонні	-	-	1	2	2	3

Приклад розв'язування

Оцінити наслідки паводку, який виник в результаті зливи, на території деревопереробного комбінату. На нижньому складі комбінату знаходяться збірні споруди, 3-етажна будівля адміністрації, пірс та буксир.

Інтенсивність опадів - $J = 50$ мм/год;

площа їх випадіння - $F = 150$ м²;

ширина річки - $b_0 = 100$ м;

глибина- $h_0 = 2,5$ м;

швидкість течії - $V_0 = 1$ м/с;

русло річки трикутне; висота місця - $h_M = 2$ м.



Вирішення

Витрати води до випадіння опадів за (2.1):

$$Q_0 = 0,5 \cdot 2,5 \cdot 100 \cdot 1 = 125 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Витрати води в річці при випадінні опадів та утворенні повені за (2.2):

$$Q_{\max} = \frac{50 \cdot 150}{3,6} + 125 = 2208 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Висота підйому води в річці при проходженні паводку за (2.4):

$$h = \left(\frac{2 \cdot 2208^3 \sqrt{(2,5)^5}}{100 \cdot 1} \right)^{\frac{3}{8}} - 2,5 = 4,84 \text{ м}.$$

Оскільки $h = 4,84 \text{ м} > h_m = 2 \text{ м}$, то об'єкт буде затоплений.

Визначаємо кут нахилу берегової лінії за (2.6):

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2 \cdot 2,5}{100} = 0,05$$

$$\alpha = 2,9^\circ$$

Тоді ширина території, що підлягає затопленню при проходженні паводку за (2.5):

$$L_{\text{л}} = \frac{4,84}{\sin 2,9} = 95,6 \text{ м}$$

Глибина затоплення об'єкту за (2.8):

$$h_3 = 4,84 - 2 = 2,84 \text{ м}.$$

Максимальна швидкість потоку при проходженні паводку за (2.3):

$$V_{\max} = 1 \left(\frac{2,5 + 4,84}{2,5} \right)^{\frac{2}{3}} = 2,1 \text{ м/с}$$

Визначаємо параметр зміщення об'єкту від русла річки f за табл. 4.
Для трикутного русла річки та відношення:



$$\frac{h_3}{h} = \frac{2,84}{4,84} = 0,6$$

$$f = 0,96$$

Максимальна швидкість потоку затоплення за (2.7):

$$V_3 = 2,1 \cdot 0,96 = 2 \text{ м/с.}$$

Оцінюємо вражаючу дію повені за табл. 5.

При $h_3 = 2,84$ м та $V_3 = 2$ м/с збірні споруди та пірс отримують сильні руйнування, будівля адміністрації — середні, буксир — слабкі.

Для недопущення затоплення території деревопереробного комбінату на березі необхідно збудувати дамбу висотою 3 м.

1.2 Індивідуальне завдання №2. Оцінка радіаційної обстановки при аварії на АЕС

Індивідуальна робота з дисципліни «Цивільний захист та радіаційна безпека» спрямована на розвиток навичок аналізу радіаційної обстановки та планування заходів безпеки у разі аварій на атомних електростанціях.

Завдання включає:

- визначення зон радіоактивного забруднення;
- розрахунок часу початку випадання опадів та доз опромінення;
- оцінку тривалості перебування в зоні забруднення;
- розробку контрзаходів для захисту населення та персоналу.

Результати оцінки подаються у вигляді розрахунків, графічних схем та висновків з рекомендаціями щодо зменшення ризиків для здоров'я людей та довкілля.

Мета завдання Формування у студентів теоретичних знань і практичних умінь у сфері прогнозування радіаційних загроз, визначення зон радіоактивного забруднення та розробки заходів з мінімізації наслідків аварій на АЕС для населення, інфраструктури та довкілля.

Завдання:

1. Визначити зони радіаційного забруднення місцевості внаслідок аварії на АЕС та нанести їх на карту.
2. Розрахувати:
3. час початку випадання радіаційних опадів на об'єкті;
4. дозу опромінення, яку може отримати людина в зоні



забруднення;

5. тривалість перебування людей на забрудненій території;

6. допустимий час початку робіт у зоні радіаційного забруднення.

7. Оцінити можливі санітарні втрати серед населення та персоналу.

8. Розробити невідкладні контрзаходи залежно від рівня радіаційного забруднення.

9. Зробити висновки щодо ефективності заходів захисту та надати рекомендації для зменшення радіаційних ризиків.

Теоретичні відомості

Основними етапами оцінки радіаційної ситуації під час аварії на атомній електростанції є:

- визначення радіаційно забруднених зон та їх відображення на карті (схемі);
- оцінка часу початку випадання радіаційних опадів на об'єкті;
- розрахунок доз опромінення, які можуть отримати люди на зараженій території;
- визначення максимально допустимого часу перебування людей на забрудненій території;
- оцінка можливих санітарних втрат внаслідок радіаційної аварії [6].

Для оцінки радіаційної обстановки необхідно знати такі вихідні дані: тип і потужність ядерного реактора, кількість аварійних реакторів, частка викинутих радіоактивних речовин, географічні координати об'єкта, де сталася аварія, точний час аварії, метеорологічні умови (швидкість і напрямок вітру на висоті 10 м, категорія стійкості атмосфери), відстань до місця аварії, час початку роботи персоналу об'єкта, а також коефіцієнт ослаблення дози випромінювання [8].

Для зручності та швидкості використання радіаційних даних передбачається відображення зон радіоактивного забруднення на картах (схемах), що демонструють фактичні або прогнозовані зони забруднення місцевості.

При оцінці радіаційної ситуації для визначення рівня зараження та його впливу на людей і навколишнє середовище виділяються п'ять основних зон: зона М — радіаційної небезпеки; зона А — помірного забруднення; зона Б — сильного забруднення; зона В — небезпечного забруднення; зона Г — надзвичайно небезпечного забруднення [9].

Прогнозовані зони забруднення відображаються на картах-схемах у вигляді еліпсів, як показано на рисунку 1.1.

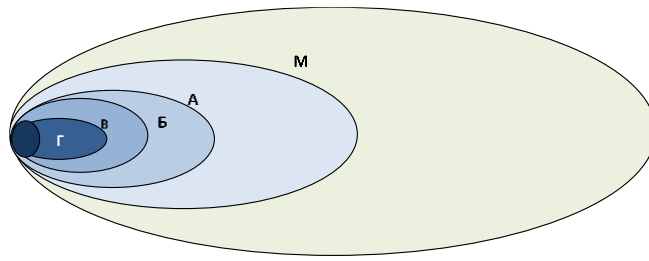


Рисунок 1.1 - Схема нанесення прогнозованих зон радіоактивного забруднення після аварії на АЕС

Опис зон радіоактивного забруднення при аваріях на АЕС наведений у таблиці 1.6. Під час ліквідації наслідків аварії необхідно виконувати основні заходи радіаційного і дозиметричного контролю, захисту органів дихання, профілактичного прийому йодистих препаратів, санітарної обробки персоналу, а також дезактивації техніки та одягу [10, 11].

У зоні М, що визначається як зона радіаційної небезпеки, потрібно обмежити перебування людей, які не беруть участь у ліквідації наслідків аварії.

У зоні А, де спостерігається помірне забруднення, слід скорочувати час перебування людей на відкритому повітрі та використовувати захист для органів дихання в залежності від обставин.

У зоні Б, яка характеризується сильним забрудненням, людям рекомендується знаходитися в захисних спорудах.

У зоні В, де спостерігається небезпечне забруднення, перебування людей дозволяється тільки в спеціалізованій захищеній техніці і протягом обмеженого часу.

У зоні Г, що є надзвичайно небезпечною, навіть короточасне перебування людей заборонено [6].

Таблиця 1.6 – Характеристика зон радіоактивного забруднення місцевості при аваріях на АЕС [8]

Зона	Індекс зони	Доза випромінювання за 1 - й рік після аварії, рад.			Потужність зони випромінювання через 1 год. після аварії, рад/год.	
		На зовнішній межі	На внутрішній межі	В середині зони	На зовнішній межі	На внутрішній межі
Радіаційної безпеки	М	5	50	16	0,014	0,140
Помірного забруднення	А	50	500	160	0,140	1,40
Сильного забруднення	Б	500	1500	866	1,40	4,2
Небезпечного забруднення	В	1500	5000	2740	4,2	14
Надзвичайно небезпечного забруднення	Г	5000	-	9000	14	-



Приклад оцінки радіаційної обстановки після аварії на АЕС
Внаслідок аварії на АЕС стався викид в атмосферу радіоактивних речовин реакторного походження.

Таблиця 1.7 - Вихідні дані прикладу

Час початку аварії	10год 30хв
Час початку роботи (входження в зону зараження)	14год 30хв
Час доби	день
Хмарність	середня
Швидкість вітру на висоті 10м (V_{10}), м/с	5
Напрямок середнього вітру (азимут), °	30
Вимірний рівень радіації на початку роботи, рад/ год	5
Час виконання робіт на зараженій території T, год.	6
Установлена доза радіації $D_{рад.}$, рад	10
Тип реактора	ВВЕР-1000
Частка викинутих в атмосферу радіоактивних речовин (РР), %	3
Коефіцієнт ослаблення дози опромінювання $K_{осл.}$	1

Зведена команда протирадіаційного та хімічного захисту (ЗвКПР і ПХЗ) повинна виконати рятувальні та інші невідкладні заходи на відкритих територіях, що піддалися зараженню радіацією [6].

Завдання полягають у визначенні:

- меж зон радіоактивного забруднення та їх графічного відображення.
- доз радіації, яку може отримати персонал ЗвКПР і ПХЗ під час роботи в зонах забруднення [6].
- рівня радіації (потужності дози) на певний час.
- максимально допустимого часу перебування персоналу ЗвКПР і ПХЗ в зонах забруднення.
- часу, який може бути використаний для початку робіт в зазначених зонах.
- відверну дозу радіації на основі часу, що пройшов від аварії [8].

Потрібно зробити висновки та визначити невідкладні заходи, ґрунтуючись на найнижчих межах доз і рівнях безумовної виправданості.

Рішення:

1. За таблицею 1.8 визначаємо категорію стійкості атмосфери на момент аварії АЕС, враховуючи метеорологічні умови та швидкість вітру $V_{10}=5$ м/с. Встановлюється ізотермія.

1.1. За таблицею 1.9 визначаємо середню швидкість вітру, яка дорівнює 5 м/с.

1.2. Використовуючи таблиці 1.10-1.14, в залежності від стійкості атмосфери, середньої швидкості вітру, частки викиду радіоактивних матеріалів та типу реактора, визначаємо розміри прогнозованих зон забруднення.



1.3. На схемі позначаємо місце аварії реактора і за азимутом 30° проводимо ось прогнозованого сліду радіоактивної хмари. Азимут вітру визначається як кут між напрямком на північ і напрямком на вітер (у нашому випадку північно-східний).

За даними таблиці 1.11 (ізотермія, $V_{\text{сер}}=5$ м/с, тип реактора ВВЕР-1000 та 3% викиду радіоактивних речовин) визначаємо такі розміри прогнозованих зон забруднення:

- Зона М: довжина $L_M=74,5$ км, ширина $\text{Ш}_M=3,7$ км, площа $S_M=216$ км²;
- Зона А: довжина $L_A= 9,9$ км, ширина $\text{Ш}_A= 0,29$ км, площа $S_M= 2,27$ км².

З урахуванням азимуту вітру наносимо знак АЕС і виконуємо пояснювальний надпис синім кольором.

З урахуванням масштабу відкладаємо на осі сліду довжини зон М і А. На відстані $\frac{1}{2}$ довжини зони М і А відкладаємо ширину зон М і А, які можуть сформуватися через годину після аварії (рис. 1.2).

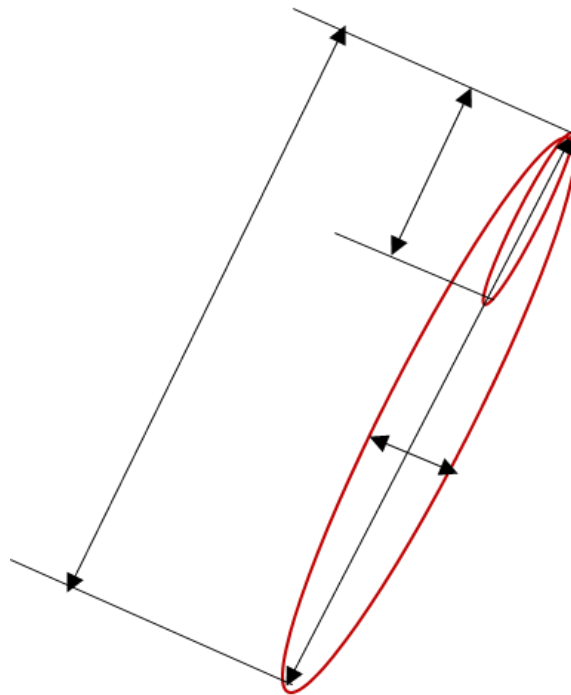


Рисунок 1.2 - Схема зображення зон радіоактивного забруднення місцевості

2. Визначаємо час, що сплинув після аварії до кінця роботи:

$$t_k = t_n + T = 4+6 = 10 \text{ год}$$

де t_n - час, що минув від моменту аварії до моменту, коли були розпочаті роботи ($t_n = 14.30 - 10.30 = 4$ год);

T - час виконання роботи на забрудненій території.

2.1. Визначаємо рівень радіації на одну годину після аварії,

$$D_1 = \frac{D_{t_n}}{K_{t_n}} = \frac{D_4}{K_4} = \frac{5}{0.575} = 8.7 \text{ рад/год}$$

де D_{t_n} - вимірний рівень радіації на початку роботи;
 $K_{t_n} = t_n^{-0.4}$ - коефіцієнт (знаходимо з таблиці 1.15 в залежності від часу).

2.2. Знаходимо рівень радіації після закінчення роботи (через 10 годин після аварії):

$$D_k = D_1 \cdot K_{t_n} = D_1 \cdot K_{10} = 8,7 \cdot 0,4 = 3,5 \text{ рад/год}$$

де $K_{t_n} = t_n^{-0.4}$ - беремо з табл.1.15.

3. Визначаємо дозу радіації, яку може отримати особовий склад ЗвКПР і ПХЗ за шість годин роботи в зонах забруднення:

$$D = 1.7(D_{10} \cdot t_{10} - D_4 \cdot t_4) = 1.7(3.5 \cdot 10 - 5 \cdot 4) = 25.5 \text{ рад/год}$$

4. Визначаємо допустимий час роботи ЗвКПР і ПХЗ на забрудненій радіоактивними речовинами місцевості:

$$\alpha = \frac{D_4}{D_{\text{рад.}} \cdot K_{\text{осл.}} \cdot K_t} = \frac{5}{10 \cdot 1 \cdot 0.575} = 0.9$$

де D_4 - вимірний рівень радіації на певний час;
 $K_{t_n} = t_n^{-0.4}$ - коефіцієнт, який відповідає часу (беремо з таблиці 1.15);
 $K_{\text{осл.}}$ - коефіцієнт ослаблення, приймаємо рівним 1;
 $D_{\text{рад.}}$ - заданий рівень радіації (з умови задачі).

4.1. За таблицею 1.16 знаходимо допустимий час роботи на забрудненій території - $t_{\text{доп}} = 2,05$ год.

5. Використовуючи розрахований коефіцієнт α і час виконання робіт на забрудненій території ($T = 6$ год.) за табл. 1.16 знаходимо допустимий час початку роботи ЗвКПР і ПХЗ - $t_{\text{п.р.}} = 2,25$ год.

6. Знаходимо відвернуту дозу радіації за перші два тижні після аварії за формулою:

$$D_{\text{від.}} = 1.7(D_{360} \cdot t_{360} - D_4 \cdot t_4) = 1.7(0.8 \cdot 360 - 5 \cdot 4) = 456 \text{ рад} = 45600 \text{ Зв}$$

де $K_{t_{360}} = 0,09$ (з табл.1.15)

1Р= 1рад=1бер; 1Зв=100бер.

Використовуючи дані табл. 1.17, визначаємо невідкладні контрзаходи. Оскільки $D_{\text{вд}} = 456003\text{в}$, то необхідно провести укриття, йодну профілактику та обмежити перебування дітей і дорослих на відкритому повітрі.

Таблиця 1.8 - Категорія стійкості атмосфери [8]

Швидкість (V_{10}) вітру на висоті 10 м, м/с	Час доби				
	День			Ніч	
	Наявність хмарності				
	Відсутня	Середня	Суцільна	Відсутня	Суцільна
$V_{10} < 1$	А	А	А	А	А
$2 < V_{10} < 3$	А	А	Д	Р	Р
$3 < V_{10} < 5$	А	Д	Д	Д	Р
$5 < V_{10} < 10$	Д	Д	Д	Д	Д
$V_{10} > 10$	Д	Д	Д	Д	Д

Примітка: А - сильно нестійка (конвекція); Д - нейтральна (ізотермія); Р - дуже стійка (інверсія)

Таблиця 1.9 - Середня швидкість вітру в шарі від поверхні землі до висоти переміщення центру хмари, м/с [8]

Категорія стійкості атмосфери	Швидкість вітру на висоті 10 м $^{(0)}$, м/с					
	< 2	2	3	4	5	> 6
А	2	2	5	-	-	-
Д	-	-	5	5	5	10
Р	-	5	10	10	-	-

Таблиця 1.10 - Розміри прогнозування зон забруднення місцевості на сліду хмари при аварії на АЕС (категорія стійкості атмосфери А (конвекція), середня швидкість вітру $V_{10} = 2$ м/с) [8]

Вихід активності, %	Індекс зони	Тип реактора					
		РБМК-1000			ВВЕР-1000		
		Довжина, км	Ширина, км	Площа, км ²	Довжина, м	Ширина, км	Площа, км ²
3	М	62,5	12,1	595	82,5	16,2	1050
3	А	14,1	2,75	30,4	13,0	2,22	22,7
10	М	140	29,9	3290	185	40,2	5850
10	А	28,0	5,97	131	39,4	6,81	211
10	Б	6,88	0,85	4,52	-	-	-
30	М	249	61,8	12100	338	82,9	22000
30	А	62,6	12,1	595	82,8	15,4	1000
30	Б	13,9	2,71	29,6	17,1	2,53	34,0
30	В	6,96	0,87	4,48	-	-	-
50	М	324	81,8	20800	438	111	38400
50	А	88,3	18,1	1260	123	24,6	2380
50	Б	18,3	3,64	52,3	20,4	3,73	59,8
50	В	9,21	1,57	11,4	8,87	1,07	7,45

Таблиця 1.11 - Розміри прогнозування зон забруднення місцевості на сліду хмари при аварії на АЕС (категорія стійкості атмосфери Д (ізотермія), середня швидкість вітру $V_{10}=5$ м/с) [8]

Вихід активності, %	Індекс зони	Тип реактора					
		РБМК-1000			ВВЕР-1000		
		Довжина, км	Ширина, км	Площа, км ²	Довжина, м	Ширина, км	Площа, км ²
3	М	145	8,42	959	74,5	3,70	216
3	А	34,1	1,74	42,6	9,9	0,29	2,27
10	М	270	18,2	3860	155	8,76	1070
10	А	75	3,92	231	29,5	1,16	26,8
10	Б	17,4	0,69	9,40	-	-	-
10	В	5,8	0,11	0,52	-	-	-
30	М	418	31,5	10300	284	18,4	4110
30	А	145	8,42	959	74,5	3,51	205
30	Б	33,7	1,73	45,8	9,9	0,28	2,21
30	В	17,6	0,69	9,63	-	-	-
50	М	583	42,8	19600	379	25,3	7530
50	А	191	11,7	1760	100	5,24	411
50	Б	47,1	2,4	88,8	16,6	0,62	8,15
50	В	23,7	1,1	20,5	-	-	-
50	Г	9,41	0,27	2,05	-	-	-

Таблиця 1.12 - Розміри прогнозування зон забруднення місцевості на сліду хмари при аварії на АЕС (категорія стійкості атмосфери Р(інверсія), середня швидкість вітру $V_{10}=5$ м/с) [8]

Вихід активності, %	Індекс зони	Тип реактора					
		РБМК-1000			ВВЕР-1000		
		Довжина, км	Ширина, км	Площа, км ²	Довжина, м	Ширина, км	Площа, км ²
3	М	126 (1/138)	3,63	359	17 (28/48)	0,61	8,24
10	М	241 (8/249)	7,86	1490	76 (13/89)	2,58	154
10	А	52 (16/69)	1,72	71	-	-	-
30	М	430 (6/436)	14	4760	172 (10/182)	5,08	686
30	А	126 (13/139)	3,63	359	17 (28/45)	0,61	8,25
50	М	561 (5/566)	18	8280	204 (8/212)	6,91	1110
50	А	168 (10/178)	4,88	644	47 (17/64)	1,52	56
50	Б	15 (27/42)	0,41	4,95	-	-	-

Таблиця 1.13 - Розміри прогнозування зон забруднення місцевості на сліду хмари при аварії на АЕС (категорія стійкості атмосфери Р (інверсія), середня швидкість вітру $V_{10}=10$ м/с) [8]

Вихід активності, %	Індекс зони	Тип реактора					
		РБМК-1000			ВВЕР-1000		
		Довжина, км	Ширина, км	Площа, км ²	Довжина, м	Ширина, км	Площа, км ²
3	М	115 (13/128)	3,04	275	-	-	-
10	М	239 (10/249)	6,81	1280	73 (15/88)	2,1	118
10	А	42 (19/61)	1,18	38	-	-	-
30	М	441 (6/447)	12	4470	162 (11/173)	4,4	558
30	А	115 (15/130)	3,04	275	-	-	-
50	М	579 (6/585)	17	7960	224 (10/234)	6,3	1410
50	А	156 (11/156)	4,24	519	33 (22/55)	0,95	25

Таблиця 1.14 - Розміри прогнозованих зон забруднення місцевості на сліді хмари при аварії на АЕС (категорія стійкості атмосфери Д (ізотермія), середня швидкість вітру $V_{10} = 10$ м/с) [8]

Вихід активності, %	Індекс зони	Тип реактора					
		РБМК-1000			ВВЕР- 1000		
		Довжина (поч/ кін), км	Ширина, км	Площа, км ²	Довжина (поч/ кін), км	Ширина, км	Площа, км ²
3	М	135	5,99	-	53	1,87	78
	А	26	1,04	21	5,22	0,07	0,31
	Б	-	-	-	-	-	-
	В	-	-	-	-	-	-
	Г	-	-	-	-	-	-
10	М	272	14	3080	110	5,33	400
	А	60	2,45	115	19	0,58	875
	Б	11	0,32	3,02	-	-	-
	В	-	-	-	-	-	-
	Г	-	-	-	-	-	-
30	М	482	28	10700	274	13	2880
	А	135	5,99	635	53	1,87	78
	Б	25	1,02	20	5,05	0,07	0,29
	В	12	0,33	3,14	-	-	-
	Г	-	-	-	-	-	-
50	М	619	37	18300	369	19	5690
	А	184	8,71	1260	79	3,22	201
	Б	36	1,51	42	10	0,27	2,18
	В	17	0,59	838	-	-	-
	Г	-	-	-	-	-	-

Таблиця 1.15 - Коефіцієнти $K_t = t^{-0,4}$ для перерахунку рівнів радіації на різний час після аварії (руйнування) АЕС [8]

t, год	K_t	t, год	K_t	t, год	K_t	t, год	K_t	t, год	K_t
0,5	1,32	3,5	0,61	6,5	0,48	9,5	0,41	16	0,33
1	1	4	0,58	8	0,44	10	0,4	20	0,31
1,5	0,86	4,5	0,55	7,5	0,45	10,5	0,4	24	0,29
2	0,76	5	0,53	8	0,44	11	0,39	48	0,22
2,5	0,7	5,5	0,51	8,5	0,43	11,5	0,38	72	0,19
3	0,65	6	0,49	9	0,42	12	0,38	96	0,17
								360	0,1

Таблиця 1.16 - Допустима тривалість перебування людей на радіоактивно забрудненій місцевості при аварії (руйнуванні) АЕС, год, хв [8]

$a = P_1 / D_{рад} K_{осл.}$	Час, що пройшов з моменту аварії до початку опромінення, год.									
	1	2	3	4	6	8	12	24	30	40
0,2	7,3	8,35	10	11,3	12,3	14	16	21	23	24
0,3	4,5	5,35	6,3	7	8	9	10,3	13,3	16	18
0,4	3,3	4	4,35	5,1	5,5	6,3	7,3	10	11	12
0,5	2,45	3,05	3,35	4,05	4,3	5	6	7,5	8,5	10
0,6	2,15	2,35	3	3,2	3,45	4,1	4,5	6,25	7,5	8
0,7	1,5	2,1	2,3	2,4	3,1	3,3	4	5,25	6	7
0,8	1,35	1,5	2,1	2,25	2,45	3	3,3	4,5	5,5	6
0,9	1,25	1,35	1,55	2,05	2,25	2,4	3,05	4	4,5	5,5
1	1,15	1,3	1,4	1,55	2,1	2,2	2,45	3,4	4	4,5
2	0,5	0,75	0,8	0,9	1	1,15	1,3	1,75	2	2,25

Таблиця 1.17 - Найнижчі межі виправданості та рівня безумовної виправданості для невідкладних контрольних заходів (НРБУ-97) [8]

Контрзаходи	Відвернута доза за перші два тижні після аварії					
	Межі виправданості			Рівні безумовної виправданості		
	МЗВ*	МГР**		МЗВ	МГР	
	на все тіло	на щитовидну залозу	на шкіру	на все тіло	на щитовидну залозу	на шкіру
Укриття, Евакуація	5 20	50 300	100 500	50 500	300 1000	500 3000
Йодна профілактика: діти дорослі		50 200			200 500	
Обмеження перебування на відкритому повітрі: діти дорослі	1 2	20 200			100 200	300 1000

Примітки: *МЗВ – мілізіверт **МГР - мілігрей

Втручання виправдане - таке втручання, за якого користь для здоров'я від відвернутої ним дози більше загального збитку, завданого введенням усього втручання.

Втручання безумовно виправдане - таке втручання, за якого значення відвернутих доз настільки велике, що користь для здоров'я від даного втручання явно перевищує той сумарний збиток, яким ця акція супроводжується.

Висновки і пропозиції. Отже особовий склад ЗвКПР і ПХЗ може виконувати РІНР у зоні надзвичайно небезпечного зараження. За шість годин робота ЗвКПР і ПХЗ може отримати дозу опромінення 25,5 рад, що перевищує $D_{\text{рад}}=10$ рад. Щоб не отримати дозу опромінення більше 10 рад, необхідно скоротити час роботи в зоні зараження до $i_{\text{доп}} = 2,05$ год або виконувати роботу з використанням спеціального транспорту ($K_{\text{осл}}=20-30$).

Роботу можна розпочинати через 2,25 год. після аварії.

Таблиця 1.18 - Вихідні дані

Вихідні дані	Номер варіанта											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Час аварії $T_{\text{ав}}$ (год)	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00
Час доби	День											
Хмарність	Відсутня		Суцільна		Середня		Суцільна		Відсутня		Середня	
Швидкість вітру на висоті 10 м (V_{10}) м/с	1	2,1	2,2	2,3	2,4	2,6	2,8	3,5	4,6	5,2	5,5	10
Напрямок середнього вітру азимут, град	0	30	45	90	180	135	210	235	0	15	45	90
Вимірний рівень радіації (потужність дози) на початку роботи P , рад/год	10	11	12	14	15	16	17	18	19	20	10	11
Час початку роботи (входження в зону зараження) t_n , год	8.00	10.00	10.30	11.00	12.30	13.00	14.00	15.30	16.30	17.00	18.00	18.30
Час виконання робіт T , год	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Установлена доза (задана) радіації $D_{\text{уст}}$, рад	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	10
Тип реактор	Всі реактори типу ВВЕР-1000											
Частка викиду РР в атмосферу, %	3	10	30	50	30	50	30	10	50	10	30	50



2 ВИМОГИ ОФОРМЛЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ

Мовою виконання індивідуального завдання здобувачів вищої освіти є державна мова. Завдання складається з двох аналітично-розрахункових частин, кожна з яких оцінюється в 20 балів.

Текст кожного індивідуального завдання здобувача оформлюється на сторінці книжкової орієнтації з наступними обмеженнями полів: лівим – 20 мм, правим – 20 мм, верхнім – 20 мм, нижнім – 20 мм. Для великих таблиць і рисунків допускається альбомна орієнтація сторінок, на яких вони розміщені. Текст роботи друкується шрифтом Arial або Times New Roman, кеглем 14 з полуторним міжрядковим інтервалом. При оформленні роботи не використовується підкреслений шрифт.

Робота починається з титульного аркуша (додаток А). Викладачем надається шаблон документу для звіту та шаблон презентації для захисту роботи. За титульним аркушем розміщують послідовно: зміст індивідуальної роботи, розділи роботи, висновки, список використаних джерел та додатки.

Нумерація сторінок повинна бути наскрізною, починаючи з титульного аркуша і до останньої сторінки, арабськими цифрами у нижньому правому кутку сторінки без крапки в кінці. Титульний аркуш вважається першою сторінкою, але номер на ньому не ставиться. Якщо в роботі є додатки, їх також потрібно пронумерувати.

Зміст містить найменування та номери початкових сторінок всіх розділів та підрозділів роботи. Назви розділів та підрозділів у змісті і тексті індивідуальної роботи мають бути тотожними. Вступ, кожний розділ і висновки, які розміщуються у вказаній послідовності, починають з нової сторінки. Заголовки структурних частин індивідуальної роботи – ЗМІСТ, ВСТУП, РОЗДІЛ, ВИСНОВКИ, СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ, ДОДАТКИ – друкуються великими літерами по центру сторінки. Заголовки підрозділів пишуться або друкуються маленькими літерами (крім першої великої) з абзацу. Крапка в кінці заголовка не ставиться. Якщо заголовок складається з двох і більше речень, їх розділяють крапкою. Перенесення слів у заголовку не допускається.

Абзацний відступ 1,25 та має бути однаковим впродовж усього тексту. Відстань між заголовком і подальшим чи попереднім текстом має бути не менше, ніж одна строка.

У межах розділу новий підрозділ починається на тій самій сторінці, де закінчився попередній. Назву підрозділу не можна розміщувати в кінці сторінки, а текст підрозділу має розпочинатися на наступній сторінці. Сторінки роботи повинні бути заповнені текстом повністю, за винятком останніх сторінок вступу, розділів, висновків, списку використаних джерел, де площа повинна бути не менше третини сторінки. Якщо розмір рисунка чи таблиці не дозволяє розмістити їх на вільній площі в кінці сторінки, на них робиться посилання, а текст продовжується на цій самій сторінці.



Рисунок або таблиця наводяться на початку наступної сторінки, при цьому вони повинні йти після завершення абзацу. Розділ чи підрозділ не може завершуватися рисунком, таблицею чи формулою, після них обов'язково має бути пояснюючий текст або висновок.

Текст основної частини індивідуального завдання може поділятися на розділи, підрозділи, пункти та підпункти згідно з планом. Після номера крапку не ставлять і великими літерами друкують заголовок розділу.

Підрозділи нумерують у межах кожного розділу. Номер підрозділу складається з номера розділу і порядкового номера підрозділу, між якими ставлять крапку. У кінці номера підрозділу повинна стояти крапка, наприклад, «2.3.» (третій підрозділ другого розділу). Потім у тому ж рядку йде заголовок підрозділу. ЗМІСТ, ВСТУП, ВИСНОВКИ, СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ, ДОДАТКИ не нумерують.

Розрахункова частина індивідуальної роботи повинна мати як основні формули розрахунків так і самі розрахунки за алгоритмом. Після останніх розрахунків необхідно навести основний висновок, що відобразить поставлені цілі задач.

Цифровий матеріал, як правило, подається в таблицях. Для таблиць використовується шрифт 12 pts Arial або Times New Roman через одинарний міжрядковий інтервал. За змістом таблиці поділяються на аналітичні та неаналітичні. Аналітичні таблиці є результатом обробки й аналізу цифрових показників. Як правило, після таких таблиць робиться узагальнення про нове (виведене самим здобувачем) знання, яке вводиться до тексту словами: «дані табл. 1.3 вказують на...», «дані табл. 2.1 свідчать про те, що...». Зазвичай такі таблиці сприяють виявленню і формулюванню певних тенденцій і закономірностей. До неаналітичних таблиць вміщують здебільшого необроблені статистичні дані, необхідні лише для подання інформації або констатації певного стану об'єкта дослідження. Кожна таблиця повинна мати тематичний заголовок, що відображає її зміст. Всі таблиці слід нумерувати. Ліворуч з абзацу та великої літери пишуть слово «Таблиця», її порядковий номер тире та назву з великої літери. Знак «№» перед цифрою не ставиться. Номер таблиці складається з номера розділу і порядкового номера таблиці в цьому розділі. Наприклад: Таблиця 2.1 (перша таблиця другого розділу). Крапка в кінці назви не ставиться (рис. 2.1).

Вертикальні колонки таблиці нумерують лише за наявності посилань на них у тексті або при частковому перенесенні таблиці. Колонка «№ з/п» у таблицях не використовується. Якщо всі показники таблиці мають однакові одиниці виміру, їх зазначають у заголовку таблиці; якщо одиниці виміру різні, їх вказують у боковику. Позначення одиниць виміру повинні відповідати чинним стандартам. Числові дані в таблиці мають бути уніфіковані за кількістю десяткових знаків. Заголовки граф пишуть з великої літери, а підзаголовки – з малої, якщо вони є частиною одного речення із заголовком, або з великої, якщо вони самостійні.



Таблиця __. __ - Назва

Шапка							Заголовки граф
							Підзаголовки граф
Рядки							

Колонки

Джерело: _____

Рисунок 2.1 – Оформлення таблиці

Перед кожною таблицею у тексті обов'язково наводиться посилання на неї. Таблиця, як правило, розташовується на одній сторінці, однак у разі необхідності допускається її перенесення, якщо вона містить взаємопов'язані характеристики об'єкта дослідження. У такому випадку назву таблиці подають лише над її першою частиною, а на наступних сторінках у правому верхньому куті зазначають: «Продовження таблиці...». За відсутності даних у будь-якому рядку таблиці проставляється прочерк. Кожна таблиця повинна містити посилання на джерело, що стало основою для її складання, а відповідні джерела мають бути зазначені у списку використаних джерел. Таблиці, розміщені у додатках, нумеруються в межах конкретного додатка, причому їхні позначення складаються з літери додатка та порядкового номера, наприклад: таблиця А.1 – перша таблиця додатка А.

Рисунки (схеми, діаграми, графіки, фотографії тощо) обов'язково супроводжуються коментарями. На кожний рисунок у тексті мають бути посилання, наприклад: «...як це видно з рис. 3.2», «...як це показано на рис. 2.4», або у круглих дужках: (рис. 1.2).

Розміщення рисунків здійснюється безпосередньо після тексту, де вони згадуються вперше, або на наступній сторінці. Усі рисунки нумеруються послідовно в межах одного розділу арабськими цифрами. Номер рисунка складається з номера розділу і порядкового номера рисунка, розділених крапкою, як у прикладі: рис. 2.2.

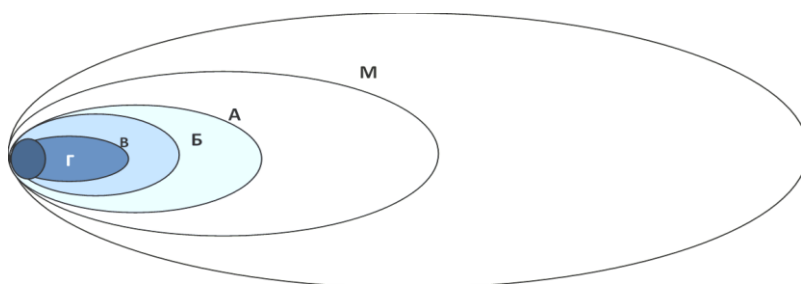


Рисунок 2.2 – Схема нанесення прогнозованих зон радіоактивного забруднення після аварії на АЕС



Рисунки, розміщені в додатках, нумеруються в межах кожного додатка, при цьому їхній номер складається з букви, що позначає додаток, та порядкового номера (наприклад, рис. А.1). Назви рисунків вказують безпосередньо після них, починаючи з їхнього номера, з абзацного відступу, при цьому текст вирівнюється по ширині. У разі потреби рисунки можуть доповнюватися пояснювальними даними у вигляді підрисункових підписів. Для діаграм обов'язково зазначають назви або розмірності осей.

Рисунки мають бути виконані за допомогою офісних програм або графічних редакторів, що забезпечує їхню якість і відповідність вимогам до оформлення. Рисунки, а також таблиці розміщуються таким чином, щоб їх можна було читати без повороту тексту чи з поворотом за годинниковою стрілкою.

Формули розташовуються безпосередньо після тексту, де вони вперше згадуються, і вирівнюються по центру сторінки. Вище і нижче формули залишають не менше одного вільного рядка. Формули, на які є посилання в тексті, нумеруються послідовно в межах розділу арабськими цифрами. Номер формули складається з номера розділу та її порядкового номера, розділених крапкою, наприклад: формула (2.1) – перша формула другого розділу. Номер розташовують у круглих дужках на рівні формули в крайньому правому положенні рядка.

При посиланні в тексті на формулу завжди вказується її повний номер у круглих дужках. Після формули наводиться слово «де», після якого пояснюються всі символи і числові коефіцієнти у тому порядку, в якому вони представлені у формулі. Після слова «де» двокрапка не ставиться, а пояснення подаються з нового рядка:

$$D_1 = \frac{D_{t_n}}{K_{t_n}}, \text{ рад/год} \quad (2.1)$$

де D_{t_n} - вимірний рівень радіації на початку роботи;
 $K_{t_n} = t_n^{-0,4}$ - коефіцієнт (знаходимо з таблиці 1.15 в залежності від часу).

Посилання у тексті оформлюються у вигляді порядкового номера джерела у списку використаних джерел і номера сторінки, розділених комою, в квадратних дужках, наприклад: [12, с. 36]. Якщо в тексті використовується пряма цитата, обов'язково зазначають автора, уривок подають за правилами прямої мови, і додають посилання на джерело. У разі переказу змісту своїми словами зберігається точність викладення інформації. Оформлення бібліографічних посилань у списку здійснюється відповідно до вимог ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні вимоги та правила складання». Зразки оформлення наведені у додатку В.



Додатки розташовують у порядку їх згадування у тексті роботи. Кожний додаток починають з нової сторінки, де надруковують слово «Додаток __» із зазначенням великої літери, що його позначає, по центру верхньої частини сторінки. Під цим словом друкують тематичний заголовок малими літерами з першої великої, також по центру сторінки. Додатки позначають послідовно літерами української абетки, виключаючи Г, Є, З, І, Ї, Й, О, Ч, Ъ (наприклад, додаток А). Нумерація сторінок додатків є наскрізною з основним текстом роботи. На другій і наступних сторінках додатка у верхньому правому куті зазначають: «Продовження додатка...». Посилання на додатки в тексті обов'язкові. Рисунки, таблиці та формули в додатках нумеруються окремо в межах кожного додатка.

3 ПОДАННЯ НА ПЕРЕВІРКУ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ

Контроль за виконанням, поданням на перевірку та представленням завершеної індивідуальної роботи здійснюється через освітню платформу Moodle. Для цього створюється поточна активність, в рамках якої студенти завантажують свої роботи згідно з графіком подання матеріалів на перевірку. Після того, як студент подає свою роботу, викладач, відповідно до семестрового графіку, аналізує її, надає зауваження та рекомендації, на основі яких студент має можливість виправити та вдосконалити свою роботу.

Оцінювання індивідуальної роботи здійснюється викладачем лише після її повного завершення з подальшим виставленням оцінки в Moodle. У разі потреби студент має можливість доопрацювати свою роботу, врахувавши зауваження та рекомендації викладача. Це дозволяє підвищити якість виконання завдання, отримати більше балів, а також продемонструвати здатність до самокорекції й удосконалення результатів. Такий підхід сприяє глибшому розумінню теоретичних і практичних аспектів дисципліни «Цивільний захист та радіаційна безпека» та успішному опануванню курсу.

Підсумкова оцінка за виконання індивідуального завдання освітнього компоненту розраховується як сума балів оцінки першої та другої індивідуальної роботи (згідно робочій програмі - максимум по 20 балів кожна).

Підсумкова оцінка за виконання закінчених індивідуальних робіт остаточно враховується в поточній успішності здобувачів і виставляється на підставі наступних критеріїв (табл. 3.1)

Таблиця 3.1 - Критерії оцінювання змісту та оформлення індивідуальної роботи

Кількість балів	Критерії оцінювання
1-5 балів (Суттєві помилки в роботі)	<ul style="list-style-type: none">• Робота представлена поверхнево, без розгорнутих пояснень та аналізу.• Оцінка рівня виконання роботи викликає сумніви через неухвалене ставлення до наукових методів та матеріалу.• Висновки мають суттєві помилки або не відповідають поставленій меті дослідження.• Захист роботи слабкий, студент не може аргументовано пояснити виконання завдання або наявні у роботі недоліки.
6-10 балів (Теоретичне осмислення та аналіз)	<ul style="list-style-type: none">• Робота має певні елементи узагальнення, однак є поверхневою у теоретичному осмисленні.• Формулювання висновків потребує додаткових уточнень.• Методи дослідження обрані правильні, але застосовані неповно або частково некоректно.• Пропозиції в роботі неповні або недостатньо обґрунтовані, деякі аспекти дослідження не повністю виконані.



Кількість балів	Критерії оцінювання
	<ul style="list-style-type: none">Захист роботи здійснюється частково, студент демонструє деяке розуміння матеріалу, але має труднощі у відповідях на питання.
11-15 балів (Розкриття проблеми та якість роботи)	<ul style="list-style-type: none">Текст роботи свідчить про узагальнення теоретичних основ та практичного вирішення проблеми.Методи дослідження відібрані коректно, застосовані науково обґрунтовано.Формулювання висновків частково творче, з можливими незначними помилками, що не впливають на загальне розуміння проблеми.Пропозиції в роботі обґрунтовані, але деякі з них могли б бути більш деталізованими або обґрунтованими.Завдання виконано, мета дослідження досягнута, однак можуть бути незначні упущення.Оформлення роботи відповідає вимогам, але є незначні порушення в структурі або стилі написання.Захист роботи чіткий, студент може обґрунтовано пояснити виконане завдання, хоча є деякі труднощі в детальному поясненні.
16-20 балів (Високий рівень виконання роботи)	<ul style="list-style-type: none">Текст роботи демонструє узагальнення і глибоке творче осмислення теоретичних основ та практичного вирішення проблеми.Методи дослідження підібрані і застосовані коректно та науково обґрунтовано.Формулювання висновків чіткі, логічні, відповідно до поставлених завдань. Пропозиції в роботі добре обґрунтовані, висвітлено всі важливі аспекти дослідження.Завдання повністю виконано, мета дослідження досягнута без жодних упущень.Оформлення роботи відповідає всім вимогам, структура і стиль написання належні.Захист роботи відмінний, студент чітко, аргументовано і глибоко пояснює всі аспекти виконаної роботи, демонструючи високий рівень володіння матеріалом.

4 СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1 Цивільний кодекс України від 16.01.2003 р. № 435-IV. Дата оновлення: 10.01.2025. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/435-15> (дата звернення: 22.01.2025).

2 Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року : Закон України 28.02.2019 р. № 2697-VIII. Дата оновлення: 28.02.2019. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#top> (дата звернення: 22.01.2025).

3 Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку : Закон України 8.02.1995 р. № 39/95-ВР. Дата оновлення: 01.01.2025. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/39/95-%D0%B2%D1%80#top> (дата звернення: 22.01.2025).

4 ДСТУ ISO 14001:2015. Системи екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосовування (ISO 14001:2015, IDT). [На заміну ДСТУ ISO 14001:2006 ; чинний від 2016-07-01]. Вид. офіц. Київ, 2015.

5 Цивільний захист : підручник / О. І. Запорожець та ін. Київ : Центр учбової літератури, 2016. 264 с.

6 Курбет Т. В., Мельник В. В. Радіаційна безпека : навчальний посібник для виконання самостійних та практичних робіт студентів. Житомир : Державний університет «Житомирська політехніка». 2021. 92 с.

7 Стеблюк М. І. Цивільна оборона та цивільний захист : навч. посіб. для вузів. Київ : Знання, 2013. 487 с.

8 Левчук К. О., Романюк Р. Я., Толок А. О. Цивільний захист : навчальний посібник. Дніпродзержинськ : ДДТУ, 2016 р. 325 с.

9 7. Шоботов В. М. Цивільна оборона : навчальний посібник. Вид. 2-ге, перероб. Київ : Центр навчальної літератури, 2006. 438 с.

10 Гродзинський Д. М. Радіобіологія : підручник. Київ : Либідь, 2000. 448 с.

11 Константінов М. П., Журбенко О. А. Радіаційна безпека : навчальний посібник. Суми : ВТД „Університетська книга”, 2003. 151 с.

12 Костенко В. К., Таврель М. І., Богомаз О. П. Підвищення ефективності забезпечення громад водними ресурсами шляхом термостабілізації відкритих водойм. *ВІСТІ Донецького гірничого інституту*. 2024. Т. 54, № 1. С. 34-42. DOI: <https://doi.org/10.31474/1999-981X-2024-1-34-42> .

Web-ресурси

13 Карта надзвичайних ситуацій : веб-сайт. URL: <https://alarmmap.online/> (дата звернення: 22.01.2025).

14 Карта радіаційного фону в Україні онлайн: моніторинг радіації – SaveEcoBot : веб-сайт. URL: <https://www.saveecobot.com/radiation-maps> (дата звернення: 22.01.2025).



15 Життя, здоров'я та радіація : Coursera. URL: <https://www.coursera.org/learn/life-health-radiation> (дата звернення: 22.01.2025).

16 Перша домедична допомога в умовах війни : Prometheus. URL: <https://prometheus.org.ua/prometheus-free/first-aid-during-war/> (дата звернення: 22.01.2025).



Додаток А

ПРИКЛАД ОФОРМЛЕННЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»

КАФЕДРА БЕЗПЕКИ ПРАЦІ ТА ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ

«ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ ТА РАДІАЦІЙНА БЕЗПЕКА»

Індивідуальна робота 1 (або 2)

Тема: «.....»

Група _____

ПІБ _____

Перевірив(ла): _____

(ПІБ викладача)

Запоріжжя, 20__

ПРИКЛАД ОФОРМЛЕННЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА ПРЕЗЕНТАЦІЇ

**ОЦІНКА РИЗИКІВ ТА
РЕАГУВАННЯ НА НАДЗВИЧАЙНІ
СИТУАЦІЇ**
ІНДИВІДУАЛЬНА РОБОТА 1

Група, ПІБ



mip metinvest
polytechnic

**ОЦІНКА РАДІАЦІЙНОЇ
ОБСТАНОВКИ ПРИ АВАРІЇ НА
АЕС**
ІНДИВІДУАЛЬНА РОБОТА 1

Група, ПІБ



mip metinvest
polytechnic

**ПРИКЛАДИ
ОФОРМЛЕННЯ БІБЛІОГРАФІЧНОГО ОПИСКУ
відповідно до Національного стандарту України ДСТУ 8302:2015**

Книги

1. **Одного автора:** Сидоренко О. П. Основи екології : навчальний посібник. Київ : Либідь, 2017. 256 с.
2. **Два або більше авторів:** Іваненко Т. М., Петров О. В. Економіка природокористування : підручник. Харків : Основа, 2015. 320 с.
3. **Редакція або упорядкування:** Екологічне право України : підручник / за ред. О. В. Краснова. Київ : Юрінком Інтер, 2019. 448 с.
4. **Іноземна книга:** Smith J. M. Environmental Science. 2nd ed. New York : Springer, 2018. 432 p.

Журнальні статті

1. **Українська стаття:** Іванов П. В. Вплив техногенного забруднення на атмосферу. *Науковий вісник*. 2020. № 3. С. 25–30.
2. **Іноземна стаття:** Johnson L. Climate change impacts on agriculture. *Journal of Environmental Studies*. 2019. Vol. 45. No. 2. P. 123–135.

Електронні ресурси

1. **Веб-сайт:** Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського : веб-сайт. URL: <http://www.nbuv.gov.ua> (дата звернення: 25.11.2024).
2. **Електронна книга:** Петренко О. Ю. Захист довкілля : електронний навчальний посібник. Київ : Видавництво КНУ, 2021. URL: <http://lib.knu.ua> (дата звернення: 20.11.2024).

Нормативні документи

1. **Національний стандарт:** ДСТУ 8302:2015. Бібліографічне посилання. Загальні вимоги та правила складання. [Чинний від 2016-07-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 16 с.

Дисертації та автореферати

1. **Дисертація:** Левченко І. М. Стратегія сталого розвитку регіонів України : дис. ... канд. екон. наук. Київ, 2018. 215 с.
2. **Автореферат дисертації:** Ткаченко Л. О. Управління природними ресурсами регіонів : автореф. дис. ... д-ра екон. наук. Київ, 2019. 32с.

Корисний ресурс для оформлення

Для швидкого і правильного створення бібліографічних описів відповідно до ДСТУ 8302:2015, рекомендується скористатися сайтом Grafiati.



Навчально-методичне видання

Таврель Марина Ігорівна

ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ ТА РАДІАЦІЙНА БЕЗПЕКА:

методичні рекомендації
до виконання індивідуальних завдань

Самостійне електронне мережеве видання

Публікується в авторській редакції