

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/М/ОК 2-2023
	Екземпляр № 1	Арк. 39 / 1

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Державного університету
«Житомирська політехніка»
протокол від 31 серпня 2023 р.
№ 10

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ для практичного вивчення навчальної дисципліни «Цивільний захист»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «магістр»
спеціальності 184 «Гірництво»
освітньо-професійна програма «Маркшейдерська справа»
факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
кафедра маркшейдерії

Рекомендовано на засіданні
кафедри маркшейдерії
28 серпня 2023 р., протокол № 7

Розробник: к.т.н., доцент кафедри маркшейдерії КРИВОРУЧКО Андрій

Житомир
2023

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/М/ОК 2-2023
	Екземпляр № 1	Арк. 39_ / 2

КРИВОРУЧКО Андрій. Методичні рекомендації для практичного вивчення навчальної дисципліни «Цивільний захист» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «магістр» спеціальності 184 «Гірництво», ОПП «Маркшейдерська справа» – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2023. – 39 с.

Рецензенти:

ШЛАПАК Володимир, кандидат технічних наук, завідувач кафедри маркшейдерії, Державний університет «Житомирська політехніка».

ШАМРАЙ Володимир, кандидат технічних наук, доцент кафедри гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т, Державний університет «Житомирська політехніка».

Затверджено на засіданні кафедри маркшейдерії Державного університету «Житомирська політехніка» як методичні рекомендації.

Протокол № 7 від «28» серпня 2023 р.

Затверджено на засіданні вченої ради факультету гірничої справи, природокористування та будівництва Державного університету «Житомирська політехніка».

Протокол № 07 від «30» серпня 2023 р

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/М/ОК 2-2023
	Екземпляр № 1	Арк. 39 / 3

Методичні положення ідентифікації та паспортизації ОГ щодо визначення потенційної небезпеки

Запобігання виникненню НС – одне з головних завдань ЦЗ. Воно можливе за рахунок підготовки і реалізації комплексу заходів, що спрямовані на регулювання безпеки, управління ризиками та завчасне реагування на загрозу виникнення НС.

Нормативні документи, що спрямовані на регулювання безпеки, є різними за формою і можуть бути загальнодержавними та галузевими. Відповідно вони затверджуються і вводяться в дію Законами України, Постановами Кабінету Міністрів України або Наказами міністерств.

До заходів, спрямованих на регулювання безпеки, відносяться:

- врахування та реалізація вимог ЦЗ при розробці містобудівної документації;
- ідентифікація та облік потенційно небезпечних об'єктів;
- паспортизація та реєстрація потенційно небезпечних об'єктів;
- ідентифікація та облік об'єктів підвищеної небезпеки;
- декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки;
- страхування ризику суб'єктом господарювання;
- державна стандартизація з питань безпеки у НС техногенного і природного характеру;
- державна експертиза у сфері захисту населення і територій від НС техногенного і природного характеру;
- державний нагляд і контроль у сфері захисту населення і територій від НС техногенного і природного характеру.

Потенційно небезпечний об'єкт (ПНО) – це об'єкт, на якому можуть використовуватися або виготовляються, переробляються, зберігаються чи транспортуються небезпечні речовини, біологічні препарати, а також інші об'єкти, що за певних обставин можуть створити реальну загрозу виникнення аварії.

Ідентифікація ПНО – процедура виявлення на об'єкті джерел та чинників небезпеки, на підставі яких об'єкт визнається потенційно небезпечним.

Ідентифікація ПНО полягає у виявленні на ОГ джерел та чинників небезпеки, які здатні за негативних обставин (аварія, стихійне лихо тощо) ініціювати виникнення НС, а також в оцінці максимального рівня можливих НС.

Ідентифікації підлягають усі ОГ, які розташовані на території України і перебувають у державній, колективній або приватній власності юридичних або фізичних осіб, а також інші об'єкти, визначені комісіями з питань

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/М/ОК 2-2023
	Екземпляр № 1	Арк. 39 / 4

техногенної безпеки та НС або відповідними центральними та місцевими органами виконавчої влади.

Ідентифікація ПНО здійснюється за територіальним та галузевим принципом. Порядок проведення ідентифікації ПНО встановлює ДСНС України.

Відповідальність за проведення ідентифікації у визначені терміни покладається на відповідальних осіб ПНО.

Центральні та місцеві органи виконавчої влади, органи місцевого самоврядування, територіальні та місцеві органи державного нагляду в сфері ЦЗ сприяють відповідальним особам ПНО в організації і проведенні його ідентифікації в повному обсязі та контролюють додержання встановлених вимог.

Об'єкт ідентифікується як ПНО за наявності в його складі хоча б одного джерела небезпеки, що може спричинити НС будь-якого з рівнів.

За результатами ідентифікації ПНО складається Повідомлення про результати ідентифікації щодо визначення потенційної небезпеки, яке узгоджується з відповідним місцевим органом державного нагляду у сфері ЦЗ. Один примірник Повідомлення про результати ідентифікації щодо визначення потенційної небезпеки залишається на підприємстві, другий – надається місцевому органу державного нагляду у сфері ЦЗ для організації обліку і планових перевірок ПНО.

Місцеві органи державного нагляду в сфері ЦЗ на основі отриманих Повідомлень про результати ідентифікації щодо визначення потенційної небезпеки складають та щороку уточнюють переліки потенційно небезпечних об'єктів та подають їх до відповідного територіального органу державного нагляду у сфері ЦЗ.

Територіальний орган, в свою чергу, подає переліки до відповідної комісії з питань техногенної безпеки та НС, і далі вони направляються до Державної інспекції цивільного захисту та техногенної безпеки.

Порядок проведення ідентифікації ОГ щодо визначення потенційної небезпеки

Процедура ідентифікації здійснюється за такими етапами (наказ МНС України від 23.02.2006 № 98):

- вибір кодів НС, виникнення яких можливе на ОГ, згідно із Класифікацією надзвичайних ситуацій;
- аналіз показників ознак НС, які обрані на попередньому етапі, та визначення їх порогових значень з використанням Класифікаційних ознак надзвичайних ситуацій;
- виявлення за результатами аналізу джерел небезпеки, які при

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/М/ОК 2-2023
	Екземпляр № 1	Арк _39_ / 5

певних умовах (аварії, порушення режиму експлуатації, виникнення природних небезпечних явищ тощо) можуть стати причиною виникнення НС;

- визначення видів небезпеки для кожного з виявлених джерел небезпеки;
- визначення переліку небезпечних речовин, що використовуються на ОГ, їх кількості та класу небезпеки за допомогою нормативних документів у сфері визначення небезпечних речовин;
- оцінка на підставі отриманих даних зони поширення НС;
- оцінка можливих наслідків НС для кожного з джерел небезпеки;
- встановлення максимально можливих рівнів НС для кожного з джерел небезпеки;
- визначення державних (галузевих) реєстрів (кадастрів), в яких зареєстровано або необхідно зареєструвати ОГ з використанням Переліку затверджених державних (галузевих) реєстрів України для обліку небезпечних об'єктів;
- визначення відповідності об'єкта діючим нормативно - правовим актам у сфері визначення небезпечних об'єктів.

Для встановлення рівня можливих НС необхідно визначити: територіальне поширення імовірних НС; кількість осіб, що можуть постраждати від впливу наслідків можливих НС; кількість осіб, яким можуть бути порушені умови життєдіяльності у результаті можливої аварії на об'єкті; збитки від наслідків можливих НС.

ОГ, який за результатами ідентифікації не підпадає під вищезазначені вимоги, не визнається ПНО.

Позачергова ідентифікація проводиться у таких випадках:

- поява у складі ОГ, якого за результатами останньої ідентифікації щодо визначення потенційної небезпеки не визнано як ПНО, хоча б одного джерела небезпеки, що може стати причиною НС державного, регіонального, або місцевого рівнів;
- ліквідація на ОГ усіх джерел небезпеки, наявність яких обумовила віднесення його до категорії ПНО.

Приклад 1.1. Провести ідентифікацію автомобільної заправної станції щодо визначення потенційної небезпеки.

Вирішення

1. На підставі документів об'єкта заповнюються розділи Повідомлення про результати ідентифікації щодо визначення потенційної

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/М/ОК 2-2023
	Екземпляр № 1	Арк _39_ /6

небезпеки: довідкові дані, загальні дані, відомості про внесення до державних (галузевих) реєстрів (кадастрів).

2. Вибір кодів НС, виникнення яких можливе на ОГ (табл. 1.1), згідно з Державним класифікатором НС ДК 019-2001.

3. Аналіз показників ознак НС, обраних на попередньому етапі (табл. 1.2), і визначення їх порогових значень із використанням Класифікаційних ознак надзвичайних ситуацій, затверджених наказом МНС України від 22 квітня 2003 року № 119.

Таблиця 1.1. Вибір кодів згідно Державного класифікатора НС

Код НС	Назва НС
10211	Пожежі, вибухи у спорудах, на комунікаціях та технологічному обладнанні промислових об'єктів
10310	Аварії з викидом (загрозою викиду), утворення та розповсюдження НХР під час їх виробництва, перероблення або зберігання (захоронення)

Таблиця 1.2. Аналіз показників ознак НС

№ ознаки	Опис ознаки	Порогове значення
2.1	Загибель або травмування людей внаслідок аварій, катастроф, отруєнь та нещасних випадків	Загинуло – від 3 осіб, госпіталізовано – від 10 осіб
2.10	Викид або безпосередня загроза викиду НХР з технологічного обладнання, що можуть створити або створюють фактори ураження для персоналу об'єкта, населення або інших об'єктів навколишнього середовища для НХР 4-го класу	Від 0,5 т

4. Виявлення за результатами аналізу джерел небезпеки, які за певних умов (аварії, порушення режиму експлуатації, виникнення природних небезпечних явищ тощо) можуть стати причиною виникнення НС з перевищенням порогових значень показників ознак НС (табл. 1.3).

Таблиця 1.3. Джерела небезпеки, що можуть стати причиною виникнення НС

Джерело небезпеки	Аналог джерела небезпеки за додатком 4
-------------------	--

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/М/ОК 2-2023
	Екземпляр № 1	Арк _39_ / 7

	наказу МНС України від 23.02.2006 № 98
Резервуари з бензином	Резервуари, цистерни, балони та інші ємності з небезпечними речовинами
Резервуар з диз-паливом	Резервуари, цистерни, балони та інші ємності з небезпечними речовинами
Паливороздавальні колонки	Технологічне обладнання, пов'язане з використанням, виготовленням, переробкою, зберіганням або транспортуванням небезпечних речовин

5. Визначення видів небезпеки для кожного з виявлених джерел небезпеки (табл. 1.12).

Таблиця 1.3. Види небезпеки для кожного джерела небезпеки

Джерело небезпеки	Вид небезпеки
Резервуари з бензином	Хімічна, екологічна, пожежна, вибухова
Резервуар з дизпаливом	Хімічна, екологічна, пожежна, вибухова
Паливороздавальні колонки	Пожежна, вибухова

6. Визначення переліку небезпечних речовин, що використовуються на ОГ, їх кількості та класу небезпеки (табл. 1.4).

Таблиця 1.4. Небезпечні речовини, що використовуються на ОГ

Назва	Кількість, т	Клас небезпеки
Бензин	61	4
Дизельне паливо	21,6	4

7. Оцінка на підставі отриманих даних зони поширення НС, які можуть ініціювати кожен з виявлених джерел небезпеки, оцінка можливих наслідків НС для кожного із джерел небезпеки та встановлення максимально можливих рівнів НС для кожного із джерел небезпеки (табл. 1.5) відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 24 березня 2004 року № 368.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/М/ОК 2-2023
	Екземпляр № 1	Арк. 39 / 8

8. Визначення державних (галузевих) реєстрів (кадастрів), в яких зареєстровано або необхідно зареєструвати ОГ.

Для даного випадку – це Державний реєстр об'єктів підвищеної небезпеки, реєстраційний номер 12.13473160.01.1.

9. Визначення відповідності об'єкта діючим нормативно - правовим актам (табл. 1.6).

Максимальний рівень можливої НС визначено як об'єктовий. На підставі того, що зазначений об'єкт підпадає під дію постанов Кабінету Міністрів України від 27 липня 1995 року № 554 (554– 95– п), від 15 жовтня 2003 року № 1631 (1631– 2003– п), від 11 липня 2002 року № 956 (956– 2002– п) автомобільну заправну станцію визнано потенційно небезпечним об'єктом.

Таблиця 1.5. Оцінка зони поширення, можливих наслідків та максимально можливих рівнів НС

Джерело небезпеки	Територія поширення	Кількість загиблих, осіб	Кількість постраждалих, осіб	Порушено умови життєдіяльності, осіб	Збитки, тис. мінім. розмірі в зарплати	Рівень НС
Резервуари з бензином	НС не вийшла за територію об'єкта	–	2	–	0,6	об'єктовий
Резервуар з дизпаливом	НС вийшла за територію об'єкта	–	2	–	0,2	об'єктовий
Паливо-роздавальні колонки	НС не вийшла за територію об'єкта	–	4	–	0,1	об'єктовий

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/М/ОК 2-2023
	Екземпляр № 1	Арк _39_ /9

Таблиця 1.6. Відповідності об'єкта діючим нормативно-правовим актам

Об'єкт підпадає (не підпадає) під дію нормативно-правового акта	Назва нормативно-правового акта
1	2
Підпадає Автозаправні станції	Постанова Кабінету Міністрів України від 27 липня 1995 року № 554 (554– 95– п) “Про перелік видів діяльності та об'єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку”
Не підпадає	Перелік особливо небезпечних підприємств, припинення діяльності яких потребує проведення спеціальних заходів щодо запобігання заподіяння шкоди життю та здоров'ю громадян, майну, спорудам, навколишньому природному середовищу, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 6 травня 2000 року № 765 (765– 2000– п)

Продовження табл. 1.6

1	2
Не підпадає	Постанова Кабінету Міністрів України від 4 серпня 2000 року № 1214 (1214– 2000– п) “Про затвердження переліку об'єктів та окремих територій, які підлягають постійному та обов'язковому на договірній основі обслуговуванню державними аварійно-рятувальними службами”

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/М/ОК 2-2023
	Екземпляр № 1	Арк _39_ / 10

Підпадає Додаток до пункту 2 Об'єкти, на яких викорис- товуються, виготовляють- ся, переробляються або зберігаються самозаймис- ті та легкозаймисті тверді речовини та матеріали у кількості, що дорівнює чи перевищує нормативно встановлені порогові маси	Перелік об'єктів, машин, механізмів, устат- кування підвищеної небезпеки, визначені постановою Кабінету Міністрів України від 15 жовтня 2003 року № 1631 (1631– 2003– п) (із змінами)
Підпадає за результатами проведеної ідентифікації щодо об'єктів підвищеної небезпеки	Постанова Кабінету Міністрів України від 11 липня 2002 року № 956 (956– 2002– п) “Про ідентифікацію та декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки”

За результатами проведення ідентифікації об'єкта заповнюються розділи Повідомлення про результати ідентифікації щодо визначення потенційної небезпеки (z0062– 01).

Паспортизація ПНО

Паспортизація ПНО – процедура підготовки та надання паспорта потенційно небезпечного об'єкта.

Паспортизація ПНО здійснюється відповідно до переліків ПНО, затверджених комісіями із питань техногенної безпеки та НС, які складаються на підставі результатів ідентифікації ПНО.

Паспорт ПНО – документ певної форми, який містить структуровані дані про окремий ПНО. Форма паспорта ПНО повинна відповідати виду господарської діяльності окремого

об'єкту (1НС – підприємство, 2НС – вугільна шахта, 3НС – гідротехнічний об'єкт тощо). Форми паспортів потенційно небезпечних об'єктів розміщуються на офіційному сайті ДСНС України.

Типовий паспорт ПНО складається з розділів, в яких подається така інформація:

1. Загальні положення. Характеристика регіону та виробничого

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/М/ОК 2-2023
	Екземпляр № 1	Арк _39_ / 11

комплексу.

2. Характеристика техногенної безпеки. Небезпечні об'єкти, що створюють екологічні проблеми. Небезпечні об'єкти, пов'язані з небезпекою виробництва та експлуатації (хімічні, радіаційні, пожежні, вибухові, гідродинамічні, об'єкти енергетики, свердловини і трубопроводи, комунально - господарські об'єкти, мости).
3. Характеристика небезпечних природних явищ. Небезпечні геологічні, метеорологічні, гідрологічні процеси.
4. Стан аварійності будинків, що постраждали від небезпечних природних явищ.
5. Перелік керівників небезпечних об'єктів, які наведені в паспорті.
6. Розподіл за групами ризику небезпечних об'єктів, які наведені в паспорті.

Паспорт ПНО підлягає переоформленню кожні п'ять років. Розташовані на території України ПНО підлягають реєстрації, тобто внесенню до Державного реєстру потенційно небезпечних об'єктів, що веде Державний департамент страхового фонду документації. Реєстрація обов'язкова для всіх ПНО незалежно від форми власності і підпорядкування. Не підлягають реєстрації залізничні, морські, повітряні та інші транспортні засоби, які перевозять небезпечні речовини.

ОГ, який містить у своєму складі кілька джерел безпеки, розташованих за однією адресою, реєструється як один ПНО, а ОГ, який містить у своєму складі кілька джерел безпеки, розташованих за різними адресами, реєструється як кілька окремих ПНО відповідно до адрес місцезнаходження джерел безпеки.

Під час реєстрації Державний департамент страхового фонду документації надає кожному ПНО окремий реєстраційний номер, який зберігається у реєстрі до повної ліквідації небезпечного об'єкта, а також свідоцтво про його реєстрацію.

Виключення ПНО з реєстру проводиться у разі отримання Державним департаментом страхового фонду документації від осіб, які зареєстрували небезпечні об'єкти, акта про їх ліквідацію.

Методика планування заходів із захисту персоналу та ліквідації наслідків аварій на об'єкті

Методику планування заходів розглянемо на прикладі радіаційно небезпечного об'єкту (РНО).

План заходів щодо захисту персоналу у випадку аварії на радіаційно небезпечному об'єкті розробляється експлуатуючою організацією і повинен бути затверджений її керівником після узгодження з усіма організаціями,

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/М/ОК 2-2023
	Екземпляр № 1	Арк _39_ / 12

участь яких може знадобитися при проведенні робіт з ліквідації наслідків аварії на цьому підприємстві.

План заходів необхідно розробляти, виходячи з розглянутих можливих проектних і запроектних аварій, що характеризуються найгіршими радіаційними наслідками, і з урахуванням специфіки майбутнього етапу життєвого циклу об'єкта.

План заходів для об'єктів, що споруджуються, повинен бути розроблений і введений в дію до початку експлуатації РНО.

На РНО, що має у своєму складі кілька об'єктів ядерного паливного циклу (заводи, цехи, дільниці тощо), для кожного об'єкта повинен бути розроблений свій об'єктовий план заходів щодо захисту персоналу, що є складовою частиною загального плану заходів РНО.

План заходів повинен переглядатися не рідше одного разу у п'ять років.

У випадку введення в експлуатацію нових об'єктів у складі РНО, а також після реконструкції діючих об'єктів або введення в дію нових нормативних документів, за результатами перевірки готовності РНО до аварійного реагування в процесі тренувань і

навчань у діючий план заходів повинні вноситися необхідні зміни і доповнення.

У плані заходів повинно бути наведено короткий опис небезпечних робіт, які виконуються на РНО, та представлено перелік небезпечних дільниць, розташованих на його території.

У якості вихідних даних для планування заходів щодо захисту персоналу наводяться:

- географічні і адміністративні характеристики розміщення РНО;
- відомості про місце розташування площадки РНО щодо границь адміністративного поділу, а також водойм і річок, плани площадки РНО та території санітарно - захисної зони;
- відомості про можливий радіаційний вплив на людину і навколишнє середовище у випадку аварії на РНО;
- опис будинків, де розміщуються радіаційно небезпечні установки, компонування їх основних технологічних приміщень;
- основні параметри і режими експлуатації РНО;
- категорії потенційної радіаційної небезпеки об'єктів РНО;
- стан контролю радіаційної обстановки;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/М/ОК 2-2023
	Екземпляр № 1	Арк _39_ / 13

- дані про групу індивідуального дозиметричного контролю, про порядок її функціонування в умовах нормальної експлуатації та в умовах аварії на РНО;
- дані радіаційної обстановки в основних технологічних приміщеннях РНО і на території санітарно-захисної зони;
- результати розрахункового прогнозу наслідків можливих аварій;
- короткий опис сценаріїв можливих аварій;
- оцінка очікуваної радіаційної обстановки при варіації можливих погодних умов;
- прогноз зон ураження при радіаційній аварії;
- перелік організацій, з якими експлуатуюча організація повинна здійснювати взаємодію при проведенні невідкладних робіт у випадку аварії на РНО;
- критерії оголошення стану "Аварійна готовність" і стану "Аварійна обстановка";
- перелік посадових осіб, що мають право приймати рішення про оголошення стану "Аварійна готовність" і стану "Аварійна обстановка" на РНО.

До основних заходів із захисту персоналу та ліквідації наслідків аварії належать:

1. Заходи з матеріально-технічного забезпечення.
Наводяться:
 - інформація про наявні на РНО захисні спорудження, їх клас і місткість, що забезпечують можливість екстреного укриття працівників РНО;
 - номенклатура створеного на РНО аварійного запасу засобів індивідуального захисту, дозиметричних приладів, приладів радіаційної розвідки, засобів зв'язку, інструментів, медикаментів та ін.
 - номенклатура аварійного запасу, що зберігається безпосередньо на РНО;
 - встановлений (при необхідності) порядок забезпечення продовольством і водою учасників робіт з ліквідації наслідків аварії, включаючи працівників із зовнішніх організацій, а також евакуйованого персоналу.
2. Організація оповіщення та зв'язку. Наводяться:
 - встановлений порядок оповіщення за допомогою наявних засобів зв'язку персоналу;
 - схема оповіщення і список абонентів оповіщення;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/М/ОК 2-2023
	Екземпляр № 1	Арк _39_ / 14

- склад і порядок функціонування чергово-диспетчерської служби експлуатуючої організації;
 - дані про наявні лінії зв'язку (основні і резервні), що забезпечують екстрене оповіщення персоналу РНО і посадових осіб експлуатуючої організації, а також стійкий зв'язок з органами місцевого самоврядування і державною інспекцією з ядерного регулювання.
3. Порядок приведення в готовність служби і підрозділи експлуатуючої організації, що беруть участь у проведенні робіт з ліквідації наслідків аварії.
4. Захист учасників робіт з ліквідації наслідків аварії. Наводяться:
- порядок допуску персоналу і інших осіб до радіаційно-небезпечних робіт у зоні аварії;
 - місця зберігання аварійного запасу засобів індивідуального захисту, дозиметричних приладів і індивідуальних дозиметрів, порядок їх видачі і використання;
 - організація і технічне забезпечення моніторингу радіаційної обстановки в районі проведення робіт з ліквідації наслідків аварії;
 - місця і порядок проведення санітарної обробки учасників аварійних робіт, спеціальної санітарної обробки при порушенні цілісності шкіри тощо;
 - експрес-методи попередньої оцінки внутрішніх надходжень радіонуклідів і порядок виявлення осіб, що підлягають додатковому обстеженню біофізичними методами і спектрометрією тіла;
 - порядок і методи контролю забруднення спецодягу і шкірних покривів на виході із забрудненої зони, а також особистого одягу при евакуації із площадки РНО;
 - заходи щодо захисту особового складу зовнішніх постів охорони і їх оснащення засобами індивідуального дозиметричного контролю.
5. Радіаційна і загальна розвідка.
Наводяться: склад груп радіаційної і загальної розвідки, їх оснащення, порядок збору, аналізу і узагальнення даних, отриманих групами розвідки, порядок подання інформації керівництву експлуатуючої організації, а також (при необхідності) керівникам організацій, з якими взаємодіє експлуатуюча організація при проведенні робіт з ліквідації наслідків аварії.
6. Надання медичної допомоги потерпілим.
7. Фізичний захист РНО.
8. Забезпечення громадського порядку.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/М/ОК 2-2023
	Екземпляр № 1	Арк _39_ / 15

9. Заходи щодо евакуації персоналу.
10. Дії оперативного персоналу РНО і посадових осіб експлуатуючої організації при ліквідації наслідків аварії.
11. Організація робіт з ліквідації осередку радіоактивного забруднення.
12. Протипожежні заходи.

Наводяться: організаційно-технічні заходи щодо протипожежного захисту і забезпечення ядерної та радіаційної безпеки у випадку пожежі на території РНО, склад сил і засобів для гасіння пожежі.

13. Організація робіт з ліквідації наслідків аварійного викиду небезпечних речовин.
14. Заходи з ліквідації наслідків аварії, що стосуються надзвичайних ситуацій, викликаних характерними для району розміщення РНО зовнішніми впливами природного і техногенного походження, які можуть мати радіаційні наслідки.
15. Організаційно-технічні заходи, що забезпечують оперативне і ефективне аварійне реагування персоналу РНО і посадових осіб експлуатуючої організації.

До основних з них належать:

- ознайомлення посадових осіб (у межах їх компетенції), які беруть участь у реалізації плану заходів, з його змістом під розпис;
- розміщення на робочих місцях інструкцій і пам'яток про першочергові дії персоналу у випадку аварії, місцях зберігання і порядку застосування засобів індивідуального захисту, препаратів стабільного йоду і протирадіаційних медичних препаратів, а також місцях укриття і маршрутах проходження в укриття, до місць посадки на транспорт при евакуації з території РНО;
- розробка переліку посадових осіб, що залишаються на робочих місцях до розпорядження керівника аварійних робіт;
- відпрацювання дій персоналу в процесі проведення навчальних занять і тренувань, учбово-методичних зборів або командно-штабних навчань, при цьому відпрацювання дій оперативного персоналу РНО повинна проводитися щорічно;
- періодична перевірка системи оповіщення працівників РНО і організацій, з якими вона взаємодіє при ліквідації наслідків аварії;
- періодичне відновлення аварійного запасу препаратів стабільного йоду і медичних протирадіаційних препаратів.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/М/ОК 2-2023
	Екземпляр № 1	Арк _39_ / 16

Методика розрахунку характеристик зон ураження при вибухах газоповітряних сумішей у відкритому просторі

Однією із причин виробничих аварій і катастроф є вибухи, які на промислових підприємствах супроводжуються обвалом і деформаціями споруд, пожежами, виходами з ладу енергосистем.

Найчастіше спостерігаються вибухи котлів у котельнях, газів, апаратів, продукції і напівфабрикатів на хімічних підприємствах, парів бензину та інших складових палива, лакофарбовових розчинників, нерідкі випадки вибуху побутового газу. Причинами вибухів промислового газу (вугільного, дерев'яного пилу, газоповітряних сумішей) є відкритий вогонь або електрична іскра, зокрема від статичної електрики.

Уражальним фактором будь-якого вибуху є ударна хвиля. Дія ударної хвилі на елементи споруд характеризується складним комплексом навантажень: прямий тиск, тиск відбиття, тиск обтікання, тиск затікання, навантаження від сейсмовибухових хвиль.

Ударна хвиля – зона стиснутого повітря, яка поширюється у всі боки від центру вибуху зі швидкістю, вищою за швидкість звуку.

Основний параметр ударної хвилі – надлишковий тиск у фронті ударної хвилі (ΔP_{ϕ}), кПа:

$$\Delta P_{\phi} = P_{\phi} - P_0, (3.1)$$

де P_{ϕ} – максимальний тиск у фронті ударної хвилі при вибуху, кПа; P_0 – атмосферний тиск, кПа (при розрахунках приймають 101 кПа).

Надлишковий тиск у будь-якій точці залежить від відстані до центра вибуху і маси продуктів вибуху. Ударна хвиля руйнує інженерні споруди, комунікації, дерева, завдає людям травм різного ступеня важкості.

Як відомо, аварії на об'єктах з вибухонебезпечними технологіями можуть призвести до витікання в атмосферу газоподібних або розріджених вуглеводневих продуктів. При змішуванні вуглеводневих продуктів з повітрям утворюються вибухо- або пожежонебезпечні суміші – газоповітряні суміші (ГПС). Найбільш вибухо- і пожежонебезпечними є суміші з повітрям вуглеводневих газів: метану (CH_4), пропану (C_3H_8), бутану (C_4H_{10}) та ін. Розрахувати точне значення надлишкового тиску під час вибуху газоповітряної суміші у цьому випадку надзвичайно складно. Це пов'язано з невизначеністю багатьох факторів, які впливають на утворення хмари суміші, наприклад, напрямок і швидкість руху повітря за певної щільності будови, стан турбулентності атмосфери, температура і вологість повітря тощо.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/М/ОК 2-2023
	Екземпляр № 1	Арк _39_/17

На практиці широко використовують дві методики, які дають достовірні результати.

В одній з методик зону НС при вибуху ГПС ділять на 3 зони: зона детонації (детонаційної хвилі), зона дії (поширення) продуктів вибуху та зона повітряної ударної хвилі (рис. 3.1).

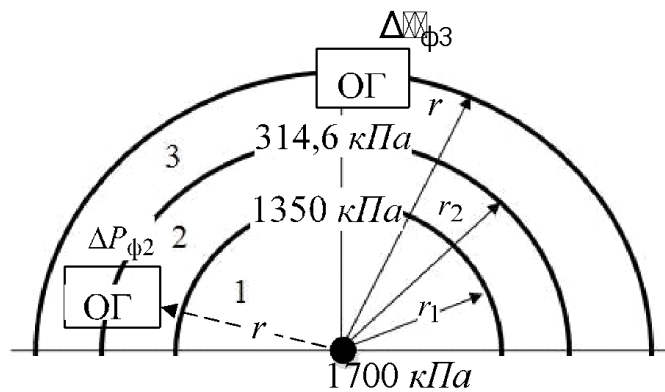


Рис. 3.1. Зонування територій під час вибуху ГПС

Основні параметри цих зон розраховуються наступним чином:

1. Зона детонаційної хвилі з постійним значенням надлишкового тиску в епіцентрі вибуху $\Delta P_{\phi 1} = 1700$ кПа і радіусом, м:

$$r_1 = 17,5 \sqrt[3]{m}, \quad (3.2)$$

де m – маса газу, що зберігався в ємності, т.

2. Зона дії продуктів вибуху з радіусом, м:

$$r_2 = 1,7 r_1. \quad (3.3)$$

Надлишковий тиск в межах зони змінюється від 1350 кПа ($r = r_1$) до 314,6 кПа ($r = r_2$) та визначається за формулою, кПа:

$$\Delta P_{\phi 2} = 1300 \left(\frac{r_1}{r} \right)^3 + 50, \quad (3.4)$$

де r – відстань від центру вибуху до точки, що розглядається, м.

3. Зона повітряної ударної хвилі (ПУХ). Значення надлишкового тиску у цій зоні, кПа:

при $\psi \leq 2$,
$$\Delta P_{\phi 3} = \frac{700}{3(\sqrt{1+29,8\psi^3}-1)}; \quad (3.5)$$

при $\psi > 2$,
$$\Delta P_{\phi 3} = \frac{22}{\psi(\sqrt{1,9\psi+0,158})}, \quad (3.6)$$

де $\psi = 0,24 \frac{r}{r_1}$ – допоміжний коефіцієнт.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/М/ОК 2-2023
	Екземпляр № 1	Арк _39_/18

Інженерна обстановка на об'єкті господарювання (ОГ) в результаті вибуху характеризується ступенем руйнування будівель, споруд, комунально-енергетичних мереж, обладнання тощо, які можуть бути: повними, сильними, середніми та слабкими (табл. 3.2). Дія ударної хвилі на людину може призвести до різного ступеня травм: легких, середньої важкості, важких та вкрай важких (табл. 3.3).

Повне руйнування – руйнування і обвалення всіх елементів будинків, включаючи підвальних приміщень, ураження людей, що знаходяться в них. Збитки складають більше 70 % вартості основних виробничих фондів (більше 70 % балансової вартості бдинків, споруд, комунікацій), подальше їх використання не можливе. Відновлення можливе тільки в порядку нового будівництва.

Таблиця 3.2. Ступені руйнування елементів ОГ при різних надлишкових тисках ударної хвилі, кПа

Елементи ОГ	Руйнування			
	слабке	середнє	сильне	повне
1	2	3	4	5
I. Виробничі, адміністративні та житлові будови				
1. Бетонні та залізобетонні будови і будови антисейсмічної конструкції	25– 80	80– 120	150– 200	200
2. Будови з легким металевим каркасом та безкаркасної конструкції	10– 20	20– 30	30– 50	50– 70
3. Промислові будови з металевим каркасом та бетонним заповненням	10– 20	20– 30	30– 40	40– 50
4. Промислові будови з металевим каркасом та суцільним заповненням стін і даху	10– 20	20– 30	30– 40	40– 50
5. Багатоповерхові залізобетонні будови з великою площею засклення	8– 20	20– 40	40– 90	90– 100
6. Будови зі складного залізобетону	10– 20	20– 30	–	30– 60
7. Одноповерхові будови з металевим каркасом і стіновим заповненням з листового металу	5– 7	7– 10	10– 15	15
8. Будови фідерної або трансформаторної підстанцій з цегли або блоків	10– 20	20– 40	40– 60	60– 80
9. Складські цегляні будови	10– 20	20– 30	30– 40	40– 50
10. Адміністративні багатоповерхові будови з металевим або залізобетонним каркасом	20– 30	30– 40	40– 50	50– 60

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/М/ОК 2-2023
	Екземпляр № 1	

11. Цегляні малоповерхові будинки (один-два поверхи)	8– 15	15– 25	25– 35	35– 40
II. Деякі види обладнання				
1. Верстати важкі	25– 40	40– 60	60– 70	–
2. Верстати середні	15– 25	25– 35	35– 45	–

Продовження табл. 3.2.

1	2	3	4	5
3. Верстати легкі	6– 12	–	15– 25	–
4. Крани і кранове обладнання	20– 30	30– 50	50– 70	70
5. Підйомно-транспортне обладнання	20	50– 60	60– 80	80
6. Стрічкові конвеєри в галереї на залізобетонній естакаді	5– 6	6– 10	10– 20	20– 40
7. Електродвигуни потужністю до 2 кВт, відкриті	20– 40	40– 50	–	50– 80
8. Ті самі, герметичні	30– 50	50– 70	–	80– 100
9. Електродвигуни потужністю від 2 до 10 кВт, відкриті	30– 50	50– 70	–	80– 90
10. Ті самі, герметичні	40– 60	60– 75	–	75– 100
11. Електродвигуни потужністю 10 кВт і більше, відкриті	50– 60	60– 80	–	80– 120
12. Ті самі, герметичні	60– 70	70– 80	–	80– 120
13. Трансформатори від 100 до 1000 кВт	20– 30	30– 50	50– 60	60
14. Трансформатори блочні	30– 40	50– 60	–	–
15. Генератори на кВт	30– 40	50– 60	–	–
16. Відкритий розподільчий пристрій	15– 25	25– 35	–	–
17. Контрольно-вимірювальна апаратура	5– 10	10– 20	20– 30	30
18. Магнітні запускаті	20– 30	30– 40	40– 60	–
19. Стелажі	10– 25	25– 35	35– 50	50– 70
III. Комунально-енергетичні будови і мережі				
1. Газгольдери та наземні резервуари для хімічних речовин	15– 20	20– 30	30– 40	40
2. Підземні металеві та залізобетонні резервуари	20– 50	50– 100	100– 200	200
3. Частково заглиблені резервуари	40– 50	50– 80	80– 100	100
4. Наземні металеві резервуари та ємності	30– 40	40– 70	70– 90	90

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/М/ОК 2-2023
	Екземпляр № 1	Арк _39_/20

5. Відкрито розміщене обладнання артезіанських свердловин	70– 110	110– 130	130– 170	170
6. Водонапірні башти	10– 20	20– 40	40– 60	60
7. Котельні регуляторні станції	7– 13	13– 25	25– 35	35– 45
8. Металеві вишки суцільної конструкції	20– 30	30– 50	50– 70	70
9. Трансформаторні підстанції закритого типу	30– 40	40– 60	60– 70	70– 80
10. Теплові електростанції	10– 15	15– 20	20– 25	25– 40
11. Кабельні підземні лінії	200– 300	300– 600	600– 1000	1500

Продовження табл. 3.2.

1	2	3	4	5
12. Кабельні наземні лінії	10– 30	30– 50	50– 60	60
13. Повітряні лінії високої напруги	25– 30	30– 50	50– 70	70
14. Повітряні лінії низької напруги	20– 60	60– 100	100– 160	160
15. Повітряні лінії низької напруги на дерев'яних опорах	20– 40	40– 60	60– 100	100
16. Силові лінії електрифікованих залізниць	30– 50	50– 70	70– 120	120
17. Підземні сталеві зварні трубопроводи діаметром до 350 мм	600– 1000	1000– 1500	1500– 2000	2000
18. Ті самі діаметром понад 350 мм	200– 350	350– 600	600– 1000	1000
19. Підземні чавунні та керамічні трубопроводи на розтрубах, азбоцементні – на муфтах	200– 600	600– 1000	1000– 2000	–
IV. Захисні споруди				
1. Сховища, які стоять окремо, розраховані на надлишковий тиск ударної хвилі 500 кПа	500– 600	600– 700	700– 900	900
2. Вбудовані сховища, що стоять окремо, розраховані на надлишковий тиск ударної хвилі 300 кПа	300– 400	400– 500	550– 650	650
3. Ті самі, розраховані на 200 кПа	200– 300	300– 370	370– 450	450
4. Ті самі, розраховані на 100 кПа	100– 140	140– 180	180– 220	220
5. Ті самі, розраховані на 50 кПа	50– 70	70– 90	90– 110	110

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/М/ОК 2-2023
	Екземпляр № 1	Арк _39_/21

6. Протирадіаційні укриття (ПРУ), розраховані на 30 кПа	30– 40	40– 60	60– 90	90
7. Підвали без підсилення несучих конструкцій	20– 30	30– 60	60– 80	80
V. Засоби транспорту, будівельна техніка, мости				
1. Вантажні автомобілі і автоцистерни	20– 30	30– 55	55– 65	90– 130
2. Легкові автомобілі	10– 20	20– 30	30– 55	60
3. Автобуси і спецавтомашини з кузовами автобусного типу	15– 20	20– 45	45– 55	60– 80
4. Шосейні дороги з асфальтовим та бетонним покриттям	120– 300	300– 1000	1000– 2000	2000– 4000

Продовження табл. 3.2.

1	2	3	4	5
5. Залізничні колії	100– 150	150– 200	200– 300	300– 500
6. Металеві мости з довжиною прольоту 30– 40 м	50– 100	100– 150	150– 200	200– 300
7. Мости залізничні з довжиною прольоту 20 м	50– 60	60– 110	110– 130	200– 300
8. Дерев'яні мости	40– 60	60– 110	110– 130	200– 250

Таблиця 3.3. Дія ударної хвилі на людину

Величина надлишкового тиску, кПа	Види травм	Характер ураження
>100	Вкрай важкі	Одержувані травми дуже часто призводять до смертельного результату
60– 100	Важкі	Сильна контузія всього організму, ушкодження внутрішніх органів і мозку, важкі переломи кінцівок. Можливі смертельні випадки.
40– 60	Середньої важкості	Серйозні контузії, ушкодження органів слуху, кровотеча з носа і вух, сильні вивихи і переломи кінцівок.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/М/ОК 2-2023
	Екземпляр № 1	Арк _39_/22

20– 40	Легкі	Легка загальна контузія організму, тимчасове ушкодження слуху, забиті місця і вивихи кінцівок.
--------	-------	--

Сильне руйнування – руйнування частини стін і перекриттів верхніх поверхів, виникнення тріщин в стінах, деформація перекриттів нижніх поверхів, ураження більшої кількості людей, що знаходилися в них. Збитки складають від 30 до 70 % вартості основних виробничих фондів (балансової вартості будинків, споруд і комунікацій), можливе обмежене використання потужностей, що збереглися. Відновлення можливе в порядку капітального ремонту.

Середнє руйнування – руйнування головним чином другорядних елементів (покрівлі, перегородок, віконних і дверних заповнень), виникнення тріщин в стінах. Перекриття, як правило, не обрушені, підвальні приміщення збереглися, ураження людей, головним чином, уламками конструкцій. Збитки складають від 10 до 30 % вартості основних виробничих фондів (балансової вартості будинків, споруд і комунікацій). Промислове обладнання, техніка, засоби транспорту відновлюються в порядку середнього ремонту, а будинки і споруди – після капітального ремонту.

Слабке руйнування – руйнування віконних і дверних заповнень та перегородок. Можливе ураження людей уламками конструкцій. Підвали і нижні поверхи повністю збереглися і придатні для тимчасового використання після поточного ремонту будинків, споруд, обладнання і комунікацій. Збиток складає до 10 % вартості основних виробничих фондів (балансової вартості будинків і споруд). Відновлення можливе в порядку середнього або поточного ремонту.

Приведена методика придатна для розрахунку значень надлишкового тиску в зонах при вибуху газоповітряної суміші з масою газу, що перевищує 100 т. За меншої маси газу рекомендується використовувати формули для звичайних тротилових зарядів, наприклад, формулу академіка Садовського, кПа:

$$\Delta P_{\phi} = 95 \frac{\sqrt[3]{m}}{r} + 390 \frac{\sqrt[3]{m^2}}{r^2} + 1300 \frac{m}{r}, \quad (3.7)$$

де m – маса тротилового заряду, т.

Приклад 3.1. Побудувати зони, які утворюються при вибуху 125 т метану. Визначити, в якій зоні знаходиться склад (ОГ), ступені руйнування будівлі та обладнання, якщо він розташований на відстані 200 м від епіцентру вибуху. На складі знаходяться: електродвигуни потужності від 1 до 7 кВт,

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/М/ОК 2-2023
	Екземпляр № 1	Арк _39_/23

контрольно-вимірювальна апаратура, стелажі. Будівля складу з легким металевим каркасом. Оцінити характер травм персоналу.

Вирішення

Під час вибуху газоповітряної суміші виділяють три зони:

1. Зона детонаційної хвилі з постійним значенням надлишкового тиску в епіцентрі вибуху за (3.2):

$$r_1 = 17,5 \sqrt[3]{125} = 87,5 \text{ м.}$$

$\Delta P_{\phi 1} = 1700$ кПа і радіусом 87,5 м.

Порівнюємо: $r_1 = 87,5 < r = 200$ м, тобто об'єкт в першій зоні не знаходиться. (Якщо об'єкт знаходиться в цій зоні, то надлишковий тиск можна визначити за допомогою пропорції, знаючи ΔP на межах зони).

2. Зона дії продуктів вибуху з радіусом за (3.3):

$$r_2 = 1,7 \cdot 87,5 = 149 \text{ м.}$$

Оскільки $r_2 = 149 < r = 200$ м, то ОГ буде знаходитися в 3 зоні.

3. Зона повітряної ударної хвилі (ПУХ).

Оскільки:

$$\begin{aligned} \psi &= 0,24 \frac{200}{87,5} = 0,549; \\ &= 0,549 < 2, \end{aligned}$$

тому визначаємо значення надлишкового тиску в цій зоні за (3.5):

$$\Delta P_{\phi 3} = \frac{700}{3 \left(\sqrt{1 + 29,8 \cdot (0,549)^3} - 1 \right)} = 162 \text{ кПа}$$

Радіус цієї зони дорівнює відстані до складу, тобто 200 м. Будуємо розраховані зони (рис. 3.2).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/М/ОК 2-2023
	Екземпляр № 1	Арк _39_/24

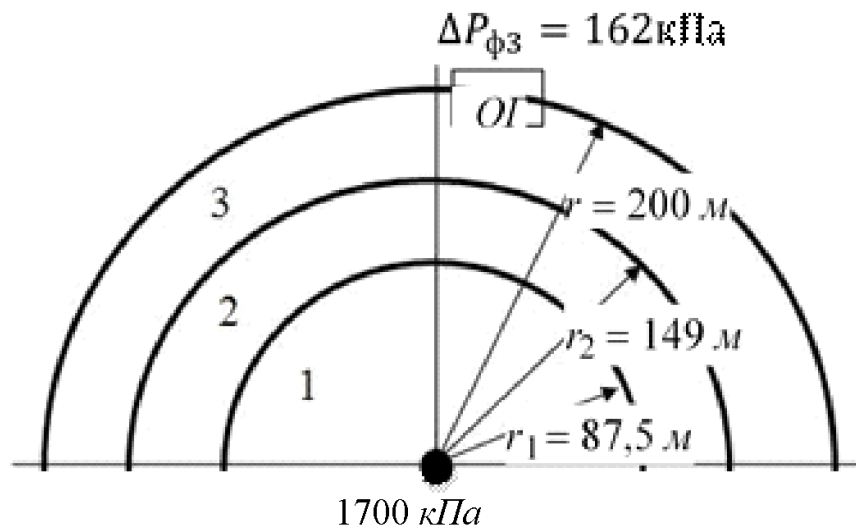


Рис. 3.2. Зонування території при вибуху 125 т метану

Отже, склад знаходиться в зоні ПУХ з надлишковим тиском у фронті ударної хвилі – 162 кПа.

Як впливає з табл. 3.2, склад буде повністю зруйновано разом з усім обладнанням, а персонал отримує вкрай важкі травми, що часто призводять до смертельного результату (табл. 3.3).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/М/ОК 2-2023
	Екземпляр № 1	Арк _39_/25

4. ПРОГНОЗУВАННЯ ОБСТАНОВКИ ТА ПЛАНУВАННЯ ЗАХОДІВ ЗАХИСТУ В ЗОНАХ РАДІОАКТИВНОГО, ХІМІЧНОГО І БІОЛОГІЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ

4.1. Характеристика зон радіоактивного забруднення

Серед вражаючих факторів ядерної аварії і ядерного вибуху особливе місце займає радіоактивне забруднення. Воно поширюється на сотні кілометрів. При цьому на великих площах може створюватися забруднення, яке буде небезпечним для населення протягом тривалого часу.

За цих умов необхідно організувати захист населення від радіоактивних речовин та їх випромінювань на основі даних про рівні радіації, характер, район і масштаби радіоактивного забруднення місцевості.

Для визначення впливу радіоактивного забруднення місцевості на особовий склад формувань ЦЗ при проведенні рятувальних і невідкладних робіт, населення, виробничу діяльність сільського і лісового господарства прогноують і оцінюють радіаційну обстановку.

Під *радіаційною обстановкою* при аваріях на АЕС розуміють ступінь радіоактивного забруднення місцевості і атмосфери, що оказують дію на життєдіяльність населення та проведення аварійнорятувальних і невідкладних відновлювальних робіт.

Прогнозування і оцінка радіаційної обстановки включає визначення:

- напрямку осі сліду хмари викиду радіоактивних речовин за метеоданими, внаслідок аварії або руйнування ядерного реактора АЕС;
- розмірів зон забруднення місцевості, які розмежовуються за очікуваними значеннями доз опромінювання населення;
- потужності дози гамма-випромінювання на осі сліду;
- доз внутрішнього (інгаляційного) опромінювання людей, що знаходяться на осі сліду, за час проходження хмари;
- концентрації радіоактивного йоду– 131 в повітрі за час проходження радіоактивної хмари;
- можливих радіаційних уражень людей, що знаходяться на забрудненій території;
- допустимого рівня перебування населення в зонах радіаційного забруднення.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/М/ОК 2-2023
	Екземпляр № 1	Арк _39_/26

Вказані завдання можуть вирішуватися розрахунковим методом з наступним уточненням на основі фактичних вимірювань на забрудненій місцевості (за даними радіаційної розвідки або систем контролю радіаційної обстановки).

Вихідними даними для прогнозування і оцінки радіаційної обстановки є:

- координати місця розташування АЕС;
- тип реактора і його електрична потужність;
- час початку викиду радіоактивних речовин в повітря;
- азимут A або напрям вітру і його швидкість на висоті флюгеру (10 м);
- клас стійкості атмосфери;
- загальна хмарність, висота хмари і вид хмарності;
- прогноз зміни метеорологічних даних на найближчі 12 го- дин після аварії.

На Україні працюють АЕС з двома типами реакторів:

- РБМК – “реактор большой мощности канальный” (українською – РВПК);
- ВВЕР – “водоводяной энергетический реактор”.

Ядерні реактори – це пристрої, які призначені для здійснення керованої ланцюгової реакції ділення ядер атомів урану та плутонію з метою отримання енергії, що йде на виробництво електроенергії або тепла.

Ядерні реактори є потужними джерелами штучних радіоактивних ізотопів хімічних елементів. Характерними з них є стронцій (Sr– 89 та Sr– 90), йод (I– 131 та I– 133), цезій (Cs– 134 та Cs– 137), а також плутоній (Pu– 239).

Руйнування ядерного реактора на АЕС призводить до виникнення двох вражаючих факторів:

- радіоактивної хмари, яка формується при миттєвому викиді радіоактивних речовин (РР) протягом тривалого часу;
- тривалого радіоактивного забруднення місцевості.

Азимут або *напрямок вітру* A – це кут, відрахований по ходу годинникової стрілки від північного напрямку до напрямку, звідки дує вітер.

На рис. 4.1 показано спосіб визначення напрямку вітру за заданим азимутом.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/М/ОК 2-2023
	Екземпляр № 1	Арк _39_/27

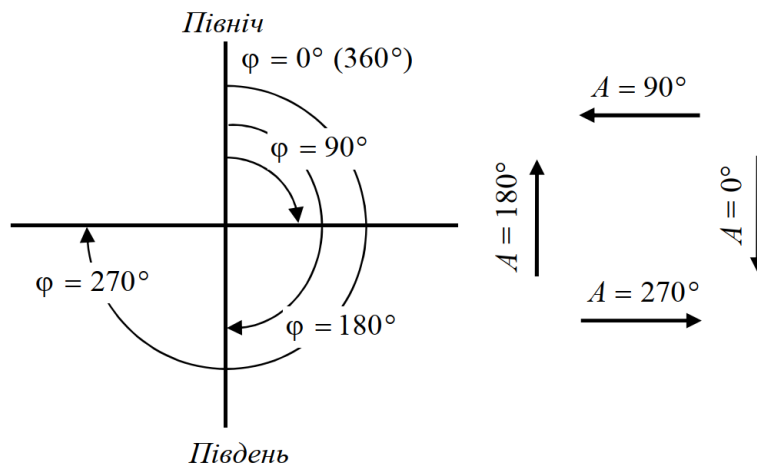


Рис. 4.1. Визначення напрямку вітру за заданим азимутом

Метод прогнозування дозволяє змоделювати можливі аварійні ситуації на об'єкті і завчасно розробити і реалізувати ефективну систему захисту робітників та службовців, населення, що проживає поблизу об'єкта.

До таких заходів належать:

- оповіщення про загрозу радіоактивного забруднення;
- підготовка об'єкту до переходу на режим роботи в умовах радіоактивного забруднення;
- підготовка протирадіаційних укриттів для розміщення в них людей;
- підготовка індивідуальних засобів захисту органів дихання;
- підготовка тваринницьких приміщень для укриття сільськогосподарських тварин;
- заготівля кормів;
- укриття урожаю;
- захист джерел питної води тощо.

У ході радіаційної аварії, як результат дії її наслідків, утворюються зони (рис. 4.2), що мають різний ступінь небезпеки для здоров'я людей і характеризуються тією чи іншою можливою дозою випромінювання.

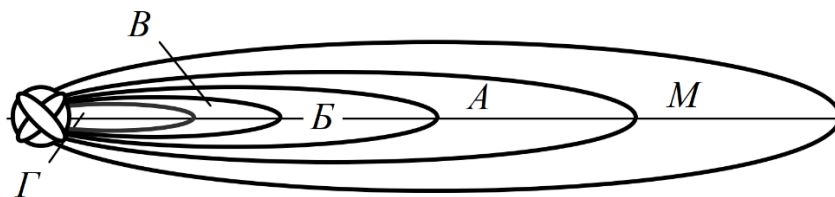


Рис. 4.2. Зони радіоактивного забруднення у випадку аварії на АЕС

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/М/ОК 2-2023
	Екземпляр № 1	Арк _39_/28

Зони забруднення на картах наносяться у вигляді правильних еліпсів відповідним кольором: *М* – червоним, *А* – синім, *Б* – зеленим, *В* – коричневим, *Г* – чорним. Дози випромінювання в цих зонах наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1. Дози випромінювання в зонах забруднення при аваріях на АЕС

Зони	Доза випромінювання на 1-й рік після аварії, рад			Потужність дози випромінювання через 1 годину після аварії, рад/год	
	На зовнішній межі	На внутрішній межі	В середині зони	На зовнішній межі	На внутрішній межі
<i>М</i>	5	50	16	0,014	0,140
<i>А</i>	50	500	160	0,140	1,40
<i>Б</i>	500	1500	866	1,40	4,2
<i>В</i>	1500	5000	2740	4,2	14
<i>Г</i>	5000	–	–	14	–

Зона радіоактивної небезпеки (зона М) – ділянка забрудненої місцевості, у межах якої доза випромінювання на відкритій місцевості буде становити від 5 до 50 рад на рік. У межах зони необхідно скоротити перебування людей, які не залучаються для ліквідації наслідків радіаційної аварії.

Зона помірного радіоактивного забруднення (зона А) – ділянка забрудненої місцевості, у межах якої доза випромінювання на відкритій місцевості становитиме від 50 до 500 рад на рік. У межах зони невоєнізовані формування здійснюють рятувальні та інші невідкладні роботи (РІНР) у засобах захисту органів дихання з використанням бронетехніки.

Зона сильного радіоактивного забруднення (зона Б) – ділянка забрудненої місцевості, у межах якої доза випромінювання на відкритій місцевості буде становити від 500 до 1500 рад на рік. Невоєнізовані формування здійснюють РІНР з використанням бронетехніки і розміщуються в захисних спорудженнях.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/М/ОК 2-2023
	Екземпляр № 1	Арк _39_/29

Зона небезпечного радіоактивного забруднення (зона В) – ділянка забрудненої місцевості, у межах якої доза випромінювання на відкритій місцевості буде становити від 1500 до 5000 рад на рік. Невоєнізовані формування здійснюють РІНР з використанням радіаційно-стійкої спеціальної техніки.

Зона надзвичайно небезпечного радіоактивного забруднення (зона Г) – ділянка забрудненої місцевості, у межах якої доза випромінювання на відкритій місцевості становитиме понад 5000 рад на рік. Не слід допускати навіть короткочасного перебування особового складу формування ЦЗ в зоні.

Гранично допустима доза (ГДД) – доза випромінювання, яка при систематичному впливі протягом необмежено тривалого часу не викликає у працюючих будь-яких патологічних змін або захворювань, що виявляються сучасними засобами дослідження.

Нормами радіаційної безпеки в Україні (НРБУ– 97) встановлені три категорії опромінення людей:

- *А* – професійні працівники, що мають безпосередній зв'язок із джерелами іонізуючого випромінювання. Загальна доза опромінення на рік – 5 бер (50 мЗв);
- *Б* – люди, які за умов проживання або розміщення можуть піддаватися опроміненню. Для них гранична доза опромінення на рік – 0,5 бер;
- *В* – решта населення держави. Доза не нормується, але не повинна перевищувати природний фон – від 40 до 200 мбер/рік.

4.2. Прогнозування радіаційної обстановки при аваріях на АЕС

Прогноз – передбачення змін в розвитку та ході будь-яких подій, явищ, процесів на підставі отриманих даних. Наприклад: прогнози метеорологічні, гідрологічні, морські, погоди, технологічні та інші.

Існує два поняття прогнозування: попереднє та оперативне.

Попереднє прогнозування здійснюється з метою визначення дії того чи іншого фактора явища на функціонування об'єктів господарювання та життєдіяльність населення для прийняття завчасних заходів захисту.

Оперативне прогнозування здійснюється в період виникнення надзвичайної ситуації техногенного, природного або воєнного характеру з урахуванням конкретних вихідних даних по даній ситуації з використанням спеціальних методик для прийняття рішення по захисту населення та персоналу об'єктів господарювання.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/М/ОК 2-2023
	Екземпляр № 1	Арк _39_/ 30

Розглянемо розрахунок оцінки радіаційної обстановки у випадку аварії на АЕС на прикладі.

Приклад 4.1. Оцінити радіаційну обстановку у випадку аварії на АЕС, визначити поверхневу активність радіоактивних речовин (щільність зараження місцевості) на сліди хмари A_s та дозу опромінення D , які отримає особовий склад формувань ЦЗ за час робіт на забрудненій території t_p .

Вихідні дані

Інформація про АЕС:

- тип ядерного енергетичного реактору (ЯЕР) – РВПК;
- електрична потужність ЯЕР – 1000 МВт;
- кількість аварійних реакторів – $n = 1$;
- координати ЯЕР чи АЕС – $X_{\text{АЕС}}, Y_{\text{АЕС}}$ (початок прямокутної системи координат суміщений з центром АЕС, а вісь OX вибирається в напрямку вітру);
- астрономічний час аварії $T_{\text{ав}}$, доба, година – XX.XX.XXXX р., 12⁰⁰ годин;
- частка викинутих з ЯЕР радіоактивних речовин (РР) – $\eta = 10\%$ (0,1 частина від загальної кількості).

Метеорологічна характеристика:

- швидкість вітру на висоті 10 м – $V_{10} = 6$ м/с;
- напрямок вітру на висоті 10 м – $A = 270^\circ$;
- хмарність – 1 бал.

Додаткова інформація:

- заданий астрономічний час, на який визначається поверхнева активність $T_{\text{зад}}$, доба, година – XX.XX.XXXX р., 14⁰⁰ годин;
- координати об'єкту: $X = 30$ км, $Y = 1$ км;
- тривалість опромінювання людини (час перебування формувань ЦЗ на об'єкті) – $t_{\text{опр}} = 3$ години;
 - захищеність людей – $K_{\text{посл}} = 2$.

Вирішення

За табл. 4.2 визначається категорія стійкості атмосфери, відповідно умовам погоди та заданому часу доби.

Таблиця 4.2. Категорії стійкості атмосфери

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/М/ОК 2-2023
	Екземпляр № 1	Арк _39_/31

Швидкість вітру на висоті 10м V_{10} , м/с	Час доби				
	День			Ніч	
	Наявність хмарності				
	відсутня	середня	суцільна	відсутня	суцільна
$V_{10} \leq 2$	A	A	A	A	A
$2 < V_{10} \leq 3$	A	A	Д	F	F
$3 < V_{10} \leq 5$	A	Д	Д	Д	F
$5 < V_{10} \leq 6$	Д	Д	Д	Д	Д
$V_{10} > 6$	Д	Д	Д	Д	Д

Позначення: A – дуже нестійка (конвекція); Д – нейтральна (ізотермія); F – дуже стійка (інверсія).

Примітка. Інверсія – стан приземного шару повітря, за якого температура поверхні ґрунту менша за температуру повітря на висоті 2 м від поверхні.

Ізотермія – стан приземного шару повітря, за якого температура поверхні ґрунту орієнтовно дорівнює температурі повітря на висоті 2 м від поверхні.

Конвекція – стан приземного шару повітря, за якого температура поверхні ґрунту більша за температуру повітря на висоті 2 м від поверхні.

Хмарність по балах: відсутня (0– 2 бали), середня (3– 7 балів), суцільна (8– 10 балів).

В даному випадку маємо категорію Д – ізотермія.

За табл. 4.3 визначається середня швидкість вітру в шарі атмосфери розповсюдження радіоактивної хмари.

Для даного випадку $V_c = 5$ м/с.

На карті визначається положення аварійного ЯЕР відповідно із заданим напрямком вітру $A = 270^\circ$.

Таблиця 4.3. Середня швидкість вітру (V_c) в шарі від поверхні землі до висоти переміщення центру хмари, м/с

Категорія стійкості атмосфери	Швидкість вітру на висоті 10 м (V_{10}), м/с					
	Менше 2	2	3	4	6	більше 6
A	2	2	2	–	–	–
Д	–	–	5	5	5	10
F	–	5	10	10	–	–

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/М/ОК 2-2023
	Екземпляр № 1	Арк. 39_ / 32

За табл. додатку А визначаються розміри зон радіоактивного забруднення.

Для категорії стійкості атмосфери D , середньої швидкості вітру 5 м/с, реактора РВПК– 1000 з часткою викиду радіоактивних речовин 10 % або 0,1 від загальної кількості, за табл. А.2 маємо наступні розміри зон (a – довжина, b – ширина):

- M ($a = 270$ км, $b = 18,2$ км);
- A ($a = 75$ км, $b = 3,92$ км);
- B ($a = 17,4$ км, $b = 0,89$ км);
- B ($a = 5,8$ км, $b = 0,11$ км);
- дані по розмірам зони Γ відсутні.

Визначимо, в якій зоні опинився особовий склад формувань ЦЗ.

В даному випадку, на відстані 30 км, це зона A .

Результати розрахунків представляємо у вигляді схеми (рис. 4.3).

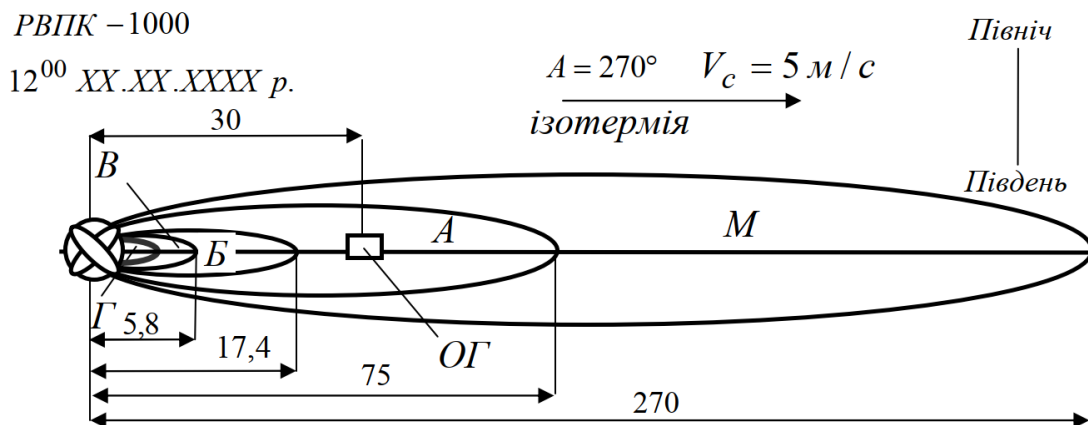


Рис. 4.3. Зони радіоактивного забруднення (розміри в км) у випадку аварії на АЕС

За табл. додатку Б для відповідного типу ЯЕР і відстані від нього до об'єкту X визначається прогнозована потужність дози опромінення на осі сліду радіоактивної хмари на 1 годину після аварії для $\eta = 10$ %:

Для $X = 30$ км та реактора РВПК– 1000 $P_{\text{прог.}} = 0,546$ рад/год (табл. Б.1).

За табл. додатку В визначається коефіцієнт K_y , що враховує зміни потужності дози в поперечному розрізі сліду відповідно до координат X та Y .

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/М/ОК 2-2023
	Екземпляр № 1	Арк _39_/33

Для $X = 30$ км та $Y = 1$ км $K_y = 0,75$ (табл. В.2). Розраховується приведенне значення заданого часу $t_{\text{зад}}$ (час,

що пройшов після аварії), год:

$$t_{\text{зад}} = T_{\text{зад}} - T_{\text{ав}}, \quad (4.1)$$

де $T_{\text{зад}}$ – заданий астрономічний час, на який визначається поверхнева активність; $T_{\text{ав}}$ – астрономічний час аварії.

$$t_{\text{зад}} = 14^{00} - 12^{00} = 2 \text{ год.}$$

За табл. 4.4 визначається час початку формування сліду після аварії t .

Для даного випадку $t = 1,5$ год.

Порівнюється заданий приведений час і час початку формування сліду після аварії:

- якщо $t_{\text{зад}} < t$, то $A_s = 0$, $D = 0$;
- якщо $t_{\text{зад}} \geq t$, то за табл. додатку Г визначається коефіцієнт, що враховує спад потужності дози опромінення в часі K_t .

В даному випадку $t_{\text{зад}} = 2$ год $> t = 1,5$ год, тоді, оскільки прогнозована потужність дози опромінення на вісі сліду радіоактивної хмари визначена на 1 годину після аварії та $t_{\text{зад}} = 2$ год, $K_t = 0,83$ (табл. Г.1).

Визначається прогнозована потужність дози опромінення на осі сліду радіоактивної хмари на 2 годину після аварії, рад/год:

$$P_2 = P_{\text{прог.}} \cdot K_t, \quad (4.2)$$

де $P_{\text{прог.}}$ – потужність дози опромінення, що прогнозується на 1 годину після аварії, рад/год; K_t – коефіцієнт, який враховує зміну потужності дози опромінення на 2 годину після аварії.

$$P_2 = 0,546 \cdot 0,83 = 0,453 \text{ рад/год.}$$

Таблиця 4.4. Час початку формування сліду t після аварії на АЕС, год

Відстань від АЕС, км	Категорії стійкості атмосфери				
	А	Д			Ф
	Середня швидкість вітру, м/с				
	2	5	10	5	10
5	0,5	0,3	0,1	0,3	0,1
10	1,0	0,5	0,3	0,5	0,3

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/М/ОК 2-2023
	Екземпляр № 1	Арк _39_/34

20	2,0	1,0	0,5	1,0	0,5
30	3,0	1,5	0,8	1,5	0,8
40	4,0	2,0	1,0	2,0	1,0
50	5,0	2,5	1,2	2,5	1,3
60	6,5	3,0	1,5	3,0	1,5
70	7,5	4,0	2,0	4,0	2,0
80	8,0	4,0	2,0	4,0	2,0
90	8,5	4,5	2,2	4,5	2,5
100	9,5	5,0	2,5	5,0	3,0
150	14	7,5	3,5	8,0	4,0
200	19	10	5,0	10	5,0
250	23	12	6,0	13	6,5
300	28	15	7,5	16	8,0
350	32	17	9,0	18	9,0
400	37	19	10,0	21	11
450	41	22	11	23	12
500	46	24	12	26	13
600	53	29	15	31	16
700	61	34	17	36	18
800	72	38	20	41	20
900	82	43	22	46	23
1000	89	41	24	50	23

Розраховується коефіцієнт, що враховує електричну потужність ЯЕР і частку РР, викинутих з реактору при аварії:

$$K_w = 10^{-4} \cdot n \cdot W \cdot \eta, (4.3)$$

де n – кількість аварійних ЯЕР; W – електрична потужність ЯЕР, МВт; η – частка викинутих з ЯЕР радіоактивних речовин.

$$K_w = 10^{-4} \cdot 1 \cdot 1000 \cdot 0,1 = 0,01.$$

За табл. 4.5 для заданого часу (2 години) визначається коефіцієнт, необхідний для отримання даних поверхневої активності на сліді радіоактивної хмари.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/М/ОК 2-2023
	Екземпляр № 1	Арк _39_/35

Таблиця 4.5. Коефіцієнт $K_{забр}$, необхідний для визначення поверхневої активності (щільність забруднення) на сліді хмари

Час, який пройшов після вибуху	години		Доби		місяці		
	1	2	1	15	1	6	12
$K_{забр}$	0,11	0,13	0,14	0,17	0,19	0,27	0,33

Для даного випадку $K_{забр} = 0,13$.

Визначається поверхнева активність (щільність забруднення) РР на 2 годину після аварії A_s :

$$A_s = P2 \cdot K_y \cdot K_t \cdot K_w \cdot K_{забр}; \quad (4.4)$$

$$A_s = 0,453 \cdot 0,75 \cdot 0,83 \cdot 0,01 \cdot 0,13 = 0,000367 \text{ Кі/м}^2.$$

За табл. додатку Д визначається прогнозована доза опромінення $D_{зони}$, рад, яку отримає особовий склад формувань ЦЗ при відкритому розташуванні в середині зони.

Для зони А на 2 годину після аварії, якщо час перебування на забрудненій території 3 години, $D_{зони} = 0,97$ рад (табл. Д.2).

Доза, яку отримає особовий склад формувань ЦЗ за час перебування $t_{опр}$ в забрудненому районі, буде дорівнювати, рад:

$$D = \frac{D_{зони} K_{зони}}{K_{посл}}, \quad (4.5)$$

де $K_{зони}$ – коефіцієнт зони; $K_{посл}$ – коефіцієнт послаблення (захищеність людей).

Для визначення коефіцієнту зони $K_{зони}$ використовується формула, яка отримана з геометричних міркувань:

$$K_{зони} = \frac{(L_1 + L_2 - 2X) K_{табл}}{L_2 - L_1}, \quad (4.6)$$

де L_1 – відстань від АЕС до початку зони, в якій знаходиться об'єкт, км; L_2 – відстань від АЕС до кінця зони, в якій знаходиться об'єкт, км; X – відстань від АЕС до об'єкта, км; $K_{табл}$ – значення коефіцієнта зони (примітка табл. додатку Д).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/М/ОК 2-2023
	Екземпляр № 1	Арк _39_ / 36

Розрахований коефіцієнт $K_{зони}$ може бути позитивним (збільшує $D_{зони}$), негативним (зменшує $D_{зони}$) або дорівнювати 0 (люди знаходяться в середині зони і даний коефіцієнт не враховується).

Якщо $K_{зони}$ позитивний, то це свідчить про знаходження формувань ЦЗ ближче до внутрішньої межі зони забруднення від середини, і для визначення дози D використовується формула (4.5).

Якщо $K_{зони}$ негативний, то формування ЦЗ знаходяться ближче до зовнішньої межі зони забруднення від середини і формула (4.5) перетворюється на наступну (знак “-“ в формулі не враховується), рад:

$$D = \frac{D_{зони}}{K_{зони} K_{посл}}, \quad (4.7)$$

Для даного випадку: $L_1 = 17,4$ км; $L_2 = 75$ км; $X = 30$ км;

$K_{табл} = 3,2$ (примітка табл. Д.2), тоді:

$$K_{зони} = \frac{(17,4+75-2\cdot 30)\cdot 3,2}{75-17,4} = 1,8.$$

Коефіцієнт зони позитивний, збільшує $D_{зони}$ в 1,8 раз, тоді доза D за формулою (4.5) дорівнює:

$$D = \frac{0,97\cdot 1,8}{2} = 0,873 \text{ рад.}$$

Отриману дозу опромінювання порівнюють з гранично допустимою.

Особовий склад формувань ЦЗ може перебувати на об'єкті через час $t_{зад}$ після аварії протягом часу $t_{опр}$, якщо виконується наступна умова:

$$D \leq D_{доп}, \quad (4.8)$$

де $D_{доп}$ – гранично допустима доза (ГДД) опромінювання людей, рад.

За даними НРБУ–97 для професійних працівників приймаємо річну ГДД $D_{доп} = 5$ бер, що приблизно еквівалентна 5 рад.

Отже, $D = 0,873$ рад $<$ $D_{доп} = 5$ рад, тому особовий склад формувань ЦЗ може перебувати на об'єкті через 2 години після аварії протягом 3 год.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/М/ОК 2-2023
	Екземпляр № 1	Арк _39_ / 37

Висновки

1. ОГ може опинитись у зоні помірного радіоактивного забруднення (зона А).

2. Хмара зараженого повітря підійде до об'єкта через $t = 1,5$ год, що при оперативному оповіщенні дає змогу вивести людей із зони забруднення.

3. Особовий склад формувань ЦЗ може перебувати на об'єкті через 2 години після аварії протягом 3 год. Прогнозована доза опромінення, яку вони отримують, складає $D = 0,873$ рад, що є меншою за гранично допустиму дозу опромінювання.

4. Основний захід щодо захисту людей – евакуація.

Для тих, хто не встигає евакуюватися або повинен залишитися на території об'єкта:

- обмежене перебування на відкритій місцевості (тимчасове перебування в захисних спорудах);
- максимально можлива герметизація житлових та службових приміщень;
- вживання лікарських препаратів, що перешкоджають накопиченню біологічно небезпечних радіонуклідів в організмі;
- захист органів дихання з використанням засобів індивідуального захисту та підручних засобів;
- виключення або обмеження вживання в їжу забруднених продуктів харчування;

В районі евакуації:

- обмеження доступу в район забруднення;
- санітарна обробка людей у випадку забруднення їх одягу та тіла радіоактивними речовинами вище встановлених норм;
- обробка продуктів харчування, які забруднені радіо- активними речовинами;
- дезактивація забрудненої місцевості.

Якщо умова (4.8) не виконується, необхідно уточнити час перебування формувань ЦЗ на об'єкті $t_{\text{опр}}$ або час початку роботи після аварії $t_{\text{зад}}$.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/М/ОК 2-2023
	Екземпляр № 1	Арк _39_/ 38

Приклад 4.2. Визначити дозу опромінення, яку отримає особовий склад формувань ЦЗ за час перебування $t_{\text{опр}} = 12$ год в забрудненому районі після аварії на АЕС $t_{\text{зад}} = 2$ год. Уточнити, при необхідності, значення $t_{\text{опр}}$ або $t_{\text{зад}}$, якщо гранично допустима доза опромінювання людей $D_{\text{доп}} = 5$ рад. Захищеність людей – $K_{\text{посл}} = 5$. Об'єкт розташований на відстані від АЕС $X = 24$ км, довжини зон радіоактивного забруднення: $M = 583$ км, $A = 191$ км, $B = 47,1$ км, $B = 23,7$ км.

Вирішення

Об'єкт знаходиться в зоні сильного радіоактивного забруднення (зона Б).

За табл. Д.3 додатку Д визначається прогнозована доза опромінення $D_{\text{зони}}$, яку отримає особовий склад формувань ЦЗ в зоні Б при відкритому розташуванні на 2 години після аварії, якщо час перебування на забрудненій території 12 годин.

Маємо $D_{\text{зони}} = 17,1$ рад.

Для даного випадку: $L_1 = 23,7$ км; $L_2 = 47,1$ км; $X = 24$ км;

$K_{\text{табл}} = 1,7$ (примітка табл. Д.3), тоді за (4.6):

$$K_{\text{зони}} = \frac{(23,7+47,1-2\cdot 24)\cdot 1,7}{47,1-23,7} = 1,66.$$

Коефіцієнт зони позитивний, збільшує $D_{\text{зони}}$ в 1,66 раз, тоді доза D , яку отримає особовий склад формувань ЦЗ за час перебування $t_{\text{опр}} = 12$ год в забрудненому районі, буде дорівнювати, відповідно до формули (4.5):

$$D = \frac{17,1\cdot 1,66}{5} = 5,68 \text{ рад.}$$

Отже, $D=5,68$ рад $>$ $D_{\text{доп}}=5$ рад, умова (4.8) не виконується, тобто люди (формування ЦЗ) отримують опромінення більші за ГДД. Тому, використовуючи дані цієї ж табл. Д.3 і формулу (4.5), визначається допустимий час перебування на забрудненій території при початку роботи – 2 години після аварії або час початку роботи після аварії на АЕС при тривалості виконання робіт – 12 годин, за умови отримання D не більше 5 рад.

З формули (4.5) визначається $D_{\text{зони}}$, за умови, що $D = 5$ рад.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-23.06- 05.02/2/184.00.2/М/ОК 2-2023
	Екземпляр № 1	Арк _39_ / 39

$$D_{\text{зони}} = \frac{D \cdot K_{\text{посл.}}}{K_{\text{зони}}};$$

$$D_{\text{зони}} = \frac{5 \cdot 5}{1,66} = 15,1 \text{ рад.}$$

Визначається, згідно з табл. Д.3, час перебування формувань ЦЗ на забрудненій території при початку роботи через 2 години після аварії методом інтерполяції:

$$t'_{\text{опр}} = 9 + \frac{(12-9)(15,1-13,6)}{(17,1-13,6)} = 10,3 \text{ год} = 10 \text{ год. } 18 \text{ хв.}$$

При тривалості роботи 12 год, час початку робіт після аварії:

$$t'_{\text{зад}} = 3 + \frac{(3-3)(16,3-15,1)}{(16,3-15)} = 4,85 = 4 \text{ год. } 51 \text{ хв.}$$

Таким чином, формуванням ЦЗ роботу на території об'єкта на протязі 12 годин можна починати не раніше ніж через 4 год. 51 хв. після аварії на АЕС, а при початку робіт через 2 години після аварії знаходитись на забрудненій території можна не довше ніж 10 год. 18 хв.