

В.Ф. Сакевич, М.А. Томчук

**ОСНОВИ РОЗРОБКИ ПИТАНЬ ЦИВІЛЬНОЇ ОБОРОНИ В  
ДИПЛОМНИХ ПРОЕКТАХ**

(Друге видання)

68.699.2

УДК 355.058(075)

C15

Рецензенти:

**В.Г. Петрук**, доктор технічних наук, професор

**В.П. Половинчук**, доктор технічних наук, доцент

**О.В. Кобилянський**, кандидат технічних наук, доцент

Рекомендовано до видання Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України.

**В.Ф. Сакевич, М.А. Томчук**

C15 **Основи розробки питань цивільної оборони в дипломних проектах (друге видання)**

У навчальному посібнику розглядаються загальні положення, організаційні заходи і теоретичні основи з розробки питань цивільної оборони в дипломних проектах, даються рекомендації з виявлення і оцінки обстановки і оцінки стійкості роботи об'єктів господарської діяльності та їх елементів, при дії факторів ураження надзвичайних ситуацій різного походження.

Призначається для студентів всіх профілів навчання, керівників дипломних проектів і консультантів з цивільної оборони. Посібник може бути використаний при проведенні практичних занять, при виконанні домашніх завдань і контрольних робіт з дисциплін “Цивільна оборона” і “Безпека життєдіяльності”.

УДК 355.058(075)

© В. Сакевич, М. Томчук, 2008

## Вступ

Проблеми захисту людини від небезпек в різних умовах її перебування виникли одночасно з появою на Землі наших далеких предків. На зорі людства небезпечними могли бути природні явища. Нажаль, стихійні лиха – це проблема світового рівня. За останні 20-25 років в результаті стихійних лих загинуло біля 3 мил. людей і щонайменше 800 млн. людей перенесли різні захворювання, понесли серйозні економічні втрати, враховуючи прямий збиток на суму в десятки мільярдів доларів.

Протягом певного часу стали з'являтися небезпеки, творцем яких стала людина. В наш час людина більше потерпає від небезпечних ситуацій створених саме людиною. Річ іде про надзвичайні ситуації техногенного, антропогенного, біологічного та соціального походження. За останні два десятиріччя на Землі сталося понад 50% усіх катастроф сторіччя, на долю яких припадає більша половина тих, що загинули за цей період.

Втручаючись в природу і створюючи більш потужні, інженерні комплекси, людство формує нову надзвичайну складну систему. В результаті своєї діяльності людство прийшло до найвищої небезпеки, яка пов'язана з технологічним ризиком, особливо при виробництві ядерної енергії.

Таким чином, науково – технічний прогрес не тільки сприяє зростанню матеріального добробуту суспільства, але й викликає значні загрози для нього.

Тому підготовка людей до активних результативних дій в умовах надзвичайних ситуацій розглядається як одна із головних задач цивільного захисту населення. І найголовніше - слід поліпшити підготовку спеціалістів у закладах освіти та підготовку і обізнаність населення у питаннях, пов'язаних з профілактикою і діями у надзвичайних ситуаціях, що обов'язково призведе до зменшення людських жертв, витрат

матеріальних і фінансових ресурсів, збитків і шкоди навколишньому середовищу. Головним із напрямків вирішення цієї проблеми є покращення практичної підготовки випускників навчальних закладів.

Найважливішим із елементів в набуті практичних навиків майбутніх спеціалістів є вирішення конкретних задач по захисту цивільного населення, розрахунків по стійкості роботи ОГД і їх елементів та оцінки безпеки їх роботи.

Головною метою введення питань цивільної оборони (ЦО) в дипломні проекти є більш глибока підготовка студентів до проведення заходів ЦО на об'єктах господарської діяльності прищеплення їм навиків в проектуванні з урахування вимог ЦО.

В дипломних проектах розробляються питання пов'язані з захистом робітників і службовців ОГД, а також заходи щодо захисту технологічного обладнання окремих пристроїв і систем виробництва, технологічного процесу від дії факторів ураження, що виникають у надзвичайних ситуацій.

## **1. Організаційні вказівки щодо розробки питань ЦО в дипломних проектах (роботах)**

### **1.1 Загальні положення**

Введення питань ЦО в дипломні проекти студентів визначено вказівками штабу ЦО держави і Програмою підготовки студентів вищих учбових закладів з цивільної оборони.

Питання з цивільної оборони вводяться в зміст дипломних проектів студентів всіх факультетів денної форми навчання там, де це необхідно і можливо з урахуванням спеціальності.

У дипломні проекти, змістом яких є проектування об'єктів господарської діяльності або їх елементів, будівель, шляхів, устаткування, механізмів, ЕОМ, приладів і т.п., рекомендується включати завдання з

цивільної оборони окремим питанням або розділом.

Дипломні проекти, в які повинні бути включені питання цивільної оборони і тематика завдань з ЦО, визначаються секцією ЦО університету спільно з профільюючими кафедрами факультетів.

Керівництво дипломним проектуванням з урахуванням питань ЦО здійснюється керівниками дипломних проектів.

Консультування студентів-дипломників з питань ЦО здійснюється викладачами секції ЦО. На консультацію студентів-дипломників з питань ЦО відводиться 30 хвилин на одного студента.

## **1.2 Організаційні вказівки**

Питання цивільної оборони, що пропонуються для включення в дипломні проекти по кожному факультету, складаються викладачами секції ЦО університету до 1 листопада кожного року.

До початку видачі студентам тем дипломного проектування, викладач секції ЦО спільно з відповідальними за дипломне проектування на факультеті визначають, які дипломні проекти (роботи) повинні розроблятися з питаннями ЦО, і питання, які потрібно розробити студентам.

Назва питань ЦО і завдання на їх розробку повинні бути пов'язані з темою дипломного проекту (роботи) і видаватись студентам одночасно з отриманням теми дипломного проекту перед початком переддипломної практики керівником дипломного проекту (роботи).

Розподіл студентів-дипломників для консультування з питань ЦО між викладачами здійснюється згідно з їх річним навчальним навантаженням.

Загальний облік дипломних проектів, виконаних з питаннями ЦО, ведеться на секції ЦО університету. Секція ЦО узагальнює досвід щодо розроблення студентами питань цивільної оборони в дипломних проектах,

обговорює наслідки проектування один раз в рік на своєму засіданні і подає звіт у Міністерство з надзвичайних ситуацій.

### 1.3 Зміст завдання з ЦО

Завдання на розробку питань цивільної оборони в дипломному проекті повинно включати:

- найменування питань ЦО;
- початкові дані;
- об'єм розділу;
- зміст графічної частини;
- рекомендовану літературу.

Початкові дані повинні мати:

- назву об'єкта цивільної оборони (завод, цех, станція, установка, обладнання, прилад, стенд та ін.);
- розташування об'єкта відносно осередку ураження;
- фактори ураження, які можуть виникнути в осередку ураження та їх числові значення;
- числовий склад промислово-виробничого складу об'єкта та ін.

Примітка. В залежності від завдання можуть задаватись метеорологічні умови (температура повітря, тиск, швидкість вітру, напрямок вітру).

Об'єм розділу цивільної оборони в дипломному проекті не повинен перевищувати 6-8 сторінок машинописного тексту.

Графічна частина визначається характером питань, що розробляються, і не є обов'язковою у всіх випадках. Розділ повинен включати:

- короткий вступ;
- основну частину;
- висновки.

У вступній частині обґрунтовується необхідність розробки засобів ЦО.

В основній частині описуються передбачені в проекті інженерні рішення або заходи ЦО, даються необхідні розрахунки та реальна оцінка стану інженерно-технічних заходів (ІТЗ) ЦО на ОГД, оцінюється ефективність передбачених заходів. В кінці робляться висновки, визначається можливість впровадження отриманих результатів в практику.

При розв'язанні задачі (питання) підвищення стійкості роботи об'єкта (агрегату, системи) в умовах дії факторів ураження в розділі повинні бути такі питання:

- а) обґрунтування необхідної і достатньої (доцільної) межі стійкості роботи об'єкта, що проектується (агрегату, системи);
- б) характеристика підприємства, що проектується (цеху, агрегату, системи та ін.), як об'єкта ЦО, характер дії факторів ураження на виробничу діяльність підприємства (цеху, агрегату, системи) при максимальних значеннях параметрів уражаючих факторів, які очікуються на об'єкті;
- в) оцінка стійкості роботи, об'єкта (системи) в умовах дії факторів ураження;
- г) заходи щодо підвищення стійкості роботи об'єкта (системи).

При вирішенні задачі захисту промислового виробничого персоналу об'єкта в розділі ЦО дипломного проекту повинні бути розроблені:

- обґрунтування необхідності захисту персоналу об'єкта від дії уражаючих факторів;
- характеристика підприємства, що проектується, як об'єкта ЦО і початкові дані, необхідні для розв'язання задачі захисту виробничого персоналу;
- характер дії факторів ураження, які виникли в надзвичайних умовах, на промисловий виробничий персонал при максимально можливих значеннях параметрів факторів ураження;
- розрахунок потреби в захисних спорудах для захисту робочої зміни;
- висновок про надійність захисту персоналу і використання захисних споруд в мирний час з урахуванням економічної доцільності.

## **2. Прогнозування характеристик осередків ураження надзвичайних ситуацій.**

### **2.1. Вступ.**

Надзвичайна ситуація (НС) – це несподівана, що раптово виникла, обстановка на певній території або об'єкті економіки в результаті аварії, катастрофи, небезпечного природного явища або стихійного лиха, які можуть призвести до людських жертв, шкоди здоров'ю людей або навколишньому середовищу, матеріальних витрат і порушення умов життєдіяльності людей.

НС характеризується якісними і кількісними критеріями. До якісних критеріїв відносяться раптовість і швидкість розвитку подій. До кількісних критеріїв потрібно відносити, наприклад, потужність факторів ураження, що може привести до людських жертв, руйнувань будинків, споруд, виведенню великих територій із використання, екологічних наслідків.

Виникнення НС обумовлено наявністю залишкового ризику. Згідно з концепцією залишкового ризику абсолютну безпеку суспільства забезпечити неможливо. Тому приймається така безпека, яку може забезпечити суспільство на сьогоднішній день.

Авторами посібника не ставиться задача навчити студентів прогнозувати фактори ураження по всім надзвичайним ситуаціям.

Розглянемо найбільш небезпечні для людства і навколишнього середовища НС техногенного і природного характеру.

### **2.2. Осередок радіоактивного забруднення.**

Осередком радіоактивного забруднення називають територію, в межах якої в результаті аварії (катастрофи) на радіаційно небезпечному об'єкті відбулося радіоактивне забруднення, що може бути причиною



опромінювання людей вище допустимих норм.

Згідно з Міжнародною шкалою МАГАТЕ аварії на АЕС діляться на сім класів (рівнів):

1. Глобальна аварія – 7 клас. Характеризується викидом із реактора ізотопу  $i - 131$  з  $A=3,6 \cdot 10^{18}$  Бк.
2. Тяжка аварія – 6 клас (значний викид ізотопу  $j-131$  з  $A=1,4 \cdot 10^{16}$  Бк).
3. Аварія з ризиком для навколишнього середовища – 5 клас (обмежений викид ізотопу  $j-131$  з  $A=10^{16}$  Бк).
4. Аварія 4 класу (невеликий викид в межах АЕС).
5. Події 1-3 класів з частковим опроміненням персоналу.

Зонування проводиться по  $D_{\infty}$  (доза до повного розпаду) і  $p_1$  (рівень радіації на одну годину після аварії). Забруднену територію поділяють на зони (таб. 2.1).

Таблиця 2.1 - Зони радіоактивного забруднення

Найменування зони	Умовне позначення	$D_{\infty}$ Рад	$p_1$ рад/год.
Слабкого забруднення	A <sup>1</sup>	5,6	0,014
Помірного забруднення	A	5,6	0,14
Сильного забруднення	Б	560	1,4
Небезпечного забруднення	В	1690	4,2
Надзвичайно небезпечного забруднення	Г	5600	14

Розміри зон залежать від маси радіоактивних речовин, що викинуті при аварії на реакторі.

Зони радіоактивного забруднення мають вигляд (рис. 2.1.):

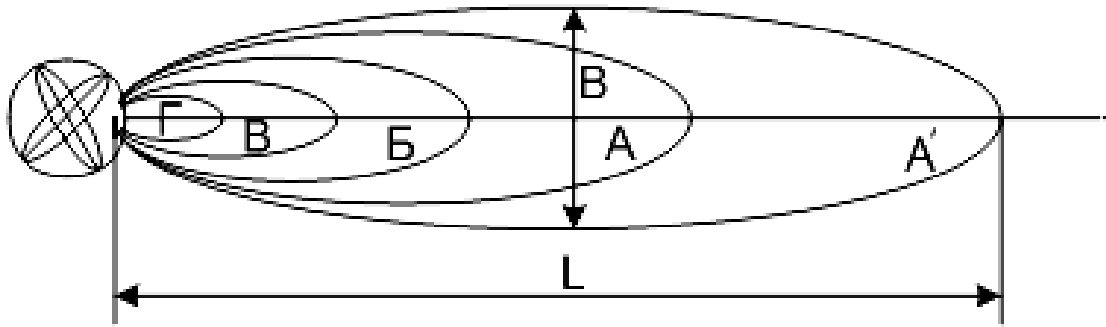


Рис. 2.1. Зони радіоактивного забруднення

Примітка. Кожна зона радіоактивного забруднення характеризується:

- рівнем радіації через одну годину після аварії (вибуху),  $\rho_{1\max}$ , р/год.;
- дозою до повного розпаду ізоотопів,  $D^\infty$ , р;
- глибиною зони  $L$ , км;
- шириною зони  $B$ , км;

Рівень радіації  $\rho_{1\max}$  і доза  $D^\infty$  відповідають зовнішнім границям зон.

Розміри зон ( $L$  і  $B$ ) при різних процентах викиду ізоотопів із реактора прогнозуються за допомогою спеціальних методик і приводяться в таблицях.

*Розрахунок рівнів радіації і доз зовнішнього опромінення проводиться в залежності від часу, що пройшов після аварії.*

Розглянемо варіанти.

1. На час, що пройшов після аварії до 3-х місяців розрахунок ведеться за формулами:

Рівень радіації на будь – який час  $t$

$$\rho_t = \frac{\rho_{\text{вим}}}{\sqrt[4]{\frac{t}{t_{\text{вим}}}}}, \quad \text{р/год.} \quad (2.1)$$

де  $\rho_{\text{вим}}$  – рівень радіації, виміряний в будь - який час, р/год.;

$t_{\text{вим}}$  – час вимірювання рівня радіації, год.;

$t$  – час, на який прогнозується обстановка;

Доза опромінення за час від  $t_n$  до  $t_k$  дорівнює

$$Dt = \frac{1,33(\rho_k \cdot t_k - \rho_n \cdot t_n)}{K_{noc}}, P, \quad (2.2)$$

де  $\rho_n, \rho_k$  – рівні радіації на початку і в кінці опромінення,  $p/год$ ;

$t_k, t_n$  – час початку і кінця опромінення, год;

$K_{noc}$  – коефіцієнт послаблення радіації.

2. На час, що пройшов після аварії від 3-х місяців до 3-років.

Рівень радіації на будь – який час  $t$

$$\rho_t = \frac{\rho_{вим}}{\sqrt{\frac{t}{t_{вим}}}}, \quad p/год. \quad (2.3)$$

Доза опромінення за час від  $t$  до  $t_k$  дорівнює

$$Dt = \frac{2(\rho_k \cdot t_k - \rho_n \cdot t_n)}{K_{noc}}, P. \quad (2.4)$$

3. На час після 3-х років після аварії

Рівень радіації на час  $t$

$$\rho_t = \rho_3 - \frac{\rho_3}{T_{1/2} - 3} \cdot t, \quad p/год., \quad (2.5)$$

де  $\rho_3$  – рівень радіації через 3 роки після аварії,  $p/год$ ;

$T_{1/2}$  – період напіврозпаду ізоотопу, для якого ведуться розрахунки, в роках;

$t$  – час після аварії, в роках.

3.2. Доза опромінення буде визначатись довго живучими ізоотопами (цезій, стронцій, плутоній)

$$D = \frac{P_{cp} \cdot t}{K_{noc}}, P, \quad (2.6)$$

$$\text{де } P_{cp} = \frac{P_n + P_k}{2}, \quad P_n = P_3 - \frac{P_3}{T_{1/2} - 3} \cdot t_n; \quad (2.7)$$

$$P_k = P_3 - \frac{P_3}{T_{1/3} - 3} \cdot t_k \quad (2.8)$$

Приклад № 1. Визначити рівень радіації через 10 днів після аварії на АЕС.

Початкові дані:  $p_5 = 50 \frac{MP}{год}$ ,  $t_{вим} = 5 год$ ,  $t = 240 год$ .

$$Розв'язок задачі:  $p_{240} = \frac{P_{вим}}{\sqrt[4]{\frac{t_{240}}{t_{вим}}}} = \frac{50}{\sqrt[4]{\frac{240}{5}}} = 19 \frac{MP}{год}$ .$$

Приклад № 2. Визначити дозу опромінення населення, яке проживає на забрудненій території в житлових будинках з  $K_{нос} = 2$  протягом 10 годин.

Початкові дані:  $p_2 = 10 \frac{MP}{год}$ ,  $t_к = 1 год$ ,  $t_n = 1 год$

Розв'язок задачі: 1. Визначення рівнів радіації на початку і в кінці опромінення.

$$P_1 = \frac{P_{вим}}{\sqrt[4]{\frac{t_1}{t_{вим}}}} = \frac{10}{\sqrt[4]{1/2}} = 11,9 \frac{MP}{год}$$

$$P_{11} = \frac{P_{вим}}{\sqrt[4]{\frac{t_{11}}{t_{вим}}}} = \frac{10}{\sqrt[4]{11/2}} = 6,53 \frac{MP}{год}$$

Визначення дози опромінення населення

$$D_t = \frac{1,33(\rho_{11}t_{11} - \rho_1 \cdot t_1)}{2} = \frac{1,33(6,53 \cdot 11 - 11,9 \cdot 1)}{2} = 39,85, \text{ мР}$$

Після радіаційної аварії встановлюється 4 зони по статусу проживання населення:

Зона відселення, в якій  $D_{эф} > 5$  бер за рік;

Зона добровільного відселення,  $D_{эф} = 2-5$  бер за рік;

Зона обмеженого перебування,  $D_{эф} = 0,5-2$  бер за рік;

Зона радіаційного контролю,  $D_{эф} = 0,1-0,5$  бер за рік.

*Дії населення в зоні осередку радіаційного ураження.*

За сигналом „Увага всім” і мовною інформацією „Радіаційна небезпека” населення і персонал повинні:

- застосувати негайно ЗІЗ;
- загерметизувати вікна, двері, вентиляційні отвори, закрити продукти і запаси води, не покидати приміщення;
- провести йодування сім'ї (3-4 краплі йоду на склянку води для дорослого населення, 1-2 краплі йоду на 100г. води для дітей);
- приміщення залишати тільки за команду органів евакуації.

### 2.3. Осередок ураження при землетрусах.

Головними характеристиками землетрусів, що визначають розміри осередку ураження є:

Енергія (E), магнітуда (M), інтенсивність енергії на поверхні землі (I), глибина гіпоцентру (h, км).

Розглянемо названі характеристики землетрусу.

Магнітуда (M) – потужність землетрусу, що виражається  $\lg$  максимального значення амплітуди зміщення ґрунту в мікрометрах на віддалі 100м від епіцентру. Магнітуда при допомозі спеціальних приладів вимірюється в дев'ятибальній шкалі Ч. Ріхтера.

Енергія землетрусу визначається по формулі

$$E=10^{(5,24+1,44M)}, \text{ Дж} \quad (2.9)$$

Інтенсивність (I) землетрусу на поверхні землі характеризує ступінь руйнування будинків, споруд, земної поверхні залежить від магнітуди, глибини епіцентру, відстані об'єкта (населеного пункту) від епіцентру (R, км), складу ґрунту. Інтенсивність вимірюється за шкалою MSK (0÷12балів), визначається за формулами:

1. В епіцентрі землетрусу

$$I_0 = 1,5M - 3,5 \lg h + 3, \text{ б} \quad (2.10)$$

2. На віддалі R, км

$$I_R = 1,5M - 3,5 \lg \sqrt{R^2 + h^2} + 3, \text{ б} \quad (2.11)$$

Сигнальні стрясання ґрунту будуть спостерігатись на великих віддальх від епіцентру.

Наприклад, при  $M=8-9$  балів стрясання будуть на відділі 100-160 км протягом  $0,5 \div 1,5$  хв.

За Ріхтером існує лише одна магнітуда для кожного землетрусу, але цей землетрус може викликати трясіння рівної інтенсивності в різних районах залежно від відстані до епіцентру. Тому прийнято вважати, що інтенсивність, яка приписується певному конкретному землетрусу – це максимальна інтенсивність, що спостерігається при цьому землетрусі.

Співвідношення між магнітудою і максимальною інтенсивністю за шкалою MSK-64 приведено приблизно в табл. 2.2.

Таблиця 2.2. Співвідношення магнітуди за Ріхтером та інтенсивності за шкалою MSK-64

Магнітуда за Ріхтером	Максимальна інтенсивність (в балах за шкалою MSK-64 )
2,0 і вища	1-2
3,0	3
4,0	4-5
5,0	6
6,0	7-8
7,0	9-10
8,0 і вище	11-12

Характеристика руйнувань будинків (споруд), земної поверхні та ін., в залежності від інтенсивності землетрусу приведена в табл. 2.3.

Таблиця 2.3. Характеристика сили землетрусу за шкалою MSK-64.

Інтенсивність Бал	Характер руйнувань будинків (споруд)
5	Загальний струс будівлі. Тріщини віконного скла і штукатурки (слабкі руйнування)
6	Окремі шматки штукатурки відколюються. Руйнуються елементи віконних проїм (слабкі руйнування)
7	Пошкодження стін кам'яних будинків (середні руйнування). Антисейсмічні будівлі не пошкоджуються.
8	Тріщини на сухому ґрунті. Пам'ятники зміщуються або падають. Будинки сильно руйнуються.
9	Сильні руйнування кам'яних будинків. Дерев'яні будинки перекошуються.
10	Тріщини у ґрунті, інколи до метра шириною. Сильні руйнування кам'яних будинків і споруд.
11	Широкі тріщини в поверхневих шарах землі. Кам'яні будинки майже повністю руйнуються. Пошкоджуються залізничні рейки.
12	Зміни у ґрунті досягають великих розмірів, обвали, зсуви. Повне руйнування будинків і споруд.

Науці відомо, де можуть бути землетруси і якої сили, але передбачити час землетрусу поки що неможливо.

Якщо потрібно оцінити стійкість будинків (споруд), обладнання, то по табл.1 (додаток 1) визначаються надлишкові тиски ( $\Delta P_{\psi}$ , кПа), при яких виникають слабкі, середні, сильні і повні руйнування конкретних будинків (споруд), обладнання. Оцінка стійкості функціонування, яких ведеться за методикою, яка приведена на сторінка 20-21 посібника.

Прояв наслідку землетрусу поділяється на дві фази.

Перша фаза – час приходу поздовжніх хвиль, коли відчуваються поштовхи поверхні землі, а будинки (споруди) отримують незначні руйнування.

Час підходу першої фази визначається:

$$t_{1\phi} = \frac{\sqrt{R^2 + h^2}}{V_{np}}, c \quad (2.12)$$

де  $V_{np}$  – швидкість поздовжніх хвиль. Для осадних порід  $V_{np}=6,1$  км/с,  $R$  і  $h$  в км.

Друга фаза – час приходу поверхневих сейсмічних хвиль. Ця фаза є головною і визначає ступень руйнувань будинків, споруд і обчислюється за формулою:

$$t_{2a} = \frac{h}{V_{np}} + \frac{R}{V_{пов}}, c \quad (2.13)$$

де  $V_{пов}$  – швидкість поверхневих хвиль:

- для піщаних ґрунтів,  $V_{пов}=1,2$  км/с;
- глини,  $V_{пов}=1$  км/с;
- насипного ґрунту,  $V_{пов}=0,35$  км/с.

Інтервал часу між першою і другою фазами складає 30-60 секунд, що дозволяє вжити екстрені заходи захисту населення.

Прогнозування землетрусів може бути довгостроковим і короткостроковим, воно здійснюється мережею сейсмічних станцій. Провісниками землетрусів є ріст малих поштовхів, підйом води в свердловинах, деформація поверхні землі, підвищення рівня радіації (за рахунок радону), незвичайна (неспокійна) поведінка тварин і птахів та інше.

Приклад № 3 . Визначити інтенсивність землетрусу на території міста „N”, яке знаходиться на відділі 40 км від епіцентру.

Початкові дані:  $M = 4,6$ ,  $h = 20$ км.



Розв'язок задачі:

$$I_R = 1,5M - 3,5 \ell g \sqrt{R^2 + h^2} + 3 = 1,5 \cdot 4 - 3,5 \cdot 1,65 + 3 = 3,236$$

Висновок: Руйнувань будинків і споруд в місті „N” не буде.

Приклад № 4. Визначити час приходу першої фази землетрусу.

Початкові дані:  $R = 40$  км,  $h = 20$  км,  $V_{пр} = 6,1$  км/с

Розв'язок задачі:

$$t_{1\phi} = \sqrt{\frac{R^2 + h^2}{V_{пр}^2}} = \sqrt{\frac{1600 + 400}{6,1^2}} = 7,33c$$

Приклад № 4 Визначити час приходу поверхневих сейсмічних хвиль.

Початкові дані:  $R = 40$  км,  $h = 20$  км,  $V_{пр} = 6,1$  км/с,  $V_{пов} = 1$  км/с

Розв'язок задачі:

$$t_{2\phi} = \frac{h}{V_{пр}} + \frac{R}{V_{пов}} = \frac{20}{6,1} + \frac{40}{1} = 43,27c$$

Висновок: Інтервал часу між першою і другою фазами складає 35,94с

Дії населення під час землетрусів.

1. Попередні заходи захисту включають:

- сейсмостійке будівництво;
- підготовку служб спасіння і ліквідації населення;
- нейтралізацію джерел підвищеної небезпеки;
- навчання населення правилам поведінки під час землетрусу;
- наявність в кожному будинку (квартирі) аптечок першої медичної допомоги;
- закріплення в будинках столів, шаф та інше.

2. Дії людей під час землетрусу

З початку землетрусу люди, які перебувають в будинку не вище другого поверху, повинні негайно залишити приміщення і вийти на відкрите місце (за 25-30с). При неможливості залишити приміщення, стати в прорізі дверей, кімнатних внутрішніх стін, вимкнути світло, газ. Після припинення підземних поштовхів покинути приміщення (ліфтом користуватись

заборонено). Далі потрібно приступити до рятування людей.

## 2.4. Осередок ураження при повені.

Головними характеристиками повені є:

1. Максимальна швидкість потоку при повені

$$V_{\max} = V_{36} \sqrt[3]{\left(\frac{h_{36} + h}{h_{36}}\right)^2}, \text{ м/с} \quad (2.14)$$

де  $V_{36}$  – швидкість води в річці за звичайних умов, м/с;

$h_{36}$  – глибина річки за звичайних умов, м;

$h$  – висота підйому води, м.

2. Ширина затоплюваної території при повені

$$L = \frac{h}{\sin \alpha}, \text{ м} \quad (2.15)$$

3. Глибина затоплення

$$h_3 = h - h_m, \text{ м} \quad (2.16)$$

де  $h_m$  – висота місця об'єкта, м.

Фактична швидкість потоку затоплення

$$V_3 = V_{\max} \cdot f, \text{ м/с} \quad (2.17)$$

де  $f$  – параметр, що враховує зміщення об'єкта від русла річки ( $f=0,3 \div 1,3$ ).

Руйнівна дія хвилі затоплення визначається її швидкістю і висотою.

Наприклад, цегельні житлові будинки одержують:

- слабкі руйнування при  $V_3 = 1,5 \text{ м/с}$ ,  $h_3 = 2,5 \text{ м}$ ;
- середні руйнування при  $V_3 = 2,5 \text{ м/с}$ ,  $h_3 = 4 \text{ м}$ ;
- середні руйнування при  $V_3 = 3 \text{ м/с}$ ,  $h_3 = 6 \text{ м}$ ;

### Дії населення під час повені.

Найефективнішим способом захисту від повені є евакуація. Перед евакуацією необхідно вимкнути в будинках електроенергію, воду, газ, взяти запас продуктів, медикаментів, документи і відбути за вказаним

маршрутом. При раптовій повені потрібно терміново залишити будинок і найти найближче безпечне підвищене місце.

Після спаду води необхідно дотримуватись заходів безпеки і не торкатись електропроводки, не використовувати продукти харчування, що попали в воду. При вході в будинок провітрити його, забороняється вмикати електрику та газ.

### **3. Оцінка стійкості роботи об'єктів господарської діяльності (ОГД) і їх елементів у надзвичайних ситуаціях.**

#### **Вступна частина**

Оцінка стійкості роботи об'єкта у надзвичайних ситуаціях мирного та воєнного часу має велике значення, тому що вона дозволяє не тільки оцінити можливі втрати, нанесені об'єкту, але й розробити комплекс заходів, направлених на підвищення його стійкості.

Оцінка стійкості роботи об'єкта може бути проведена за допомогою моделювання його ураження при дії максимально можливих на даній території факторів ураження, що враховують можливі наслідки руйнувань, пожеж і уражень людей у надзвичайних ситуаціях мирного та воєнного часу.

При оцінці стійкості потрібно приймати до уваги такі положення:

1. Оцінка стійкості роботи ОГД передбачає максимальні значення факторів ураження.
2. Стійкість роботи об'єкта в цілому визначається стійкістю роботи кожного елемента ОГД окремо. Як правило, зі всієї сукупності елементів ОГД вибираються ті, без яких неможливий випуск продукції

(функціонування ОГД).

3. Обов'язково повинна враховуватись можливість виникнення на ОГД повторних факторів ураження.

### **3.2. Оцінка стійкості роботи об'єкта в умовах дії ударної хвилі (УХ)**

Критерієм стійкості роботи об'єкта в умовах дії ударної хвилі є максимальне значення надлишкового тиску, при якому будинки, споруди, обладнання, техніка ще зберігаються або отримують такі слабкі і середні руйнування, які можуть бути усунені силами і засобами об'єкта в мінімальні строки.

Цю величину надлишкового тиску будемо називати межею стійкості ОГД до ударної хвилі ( $\Delta P_{фгр}$ , кПа).

Оцінка стійкості об'єкта (цеху) до УХ включає такі операції:

1. Визначення основних елементів об'єкта, від яких залежать його функціонування або випуск продукції у надзвичайній ситуації, наприклад:  
будинки і споруди, технологічне обладнання, система енергопостачання та ін.
  2. На основі вивчення будівельної і технологічної документації складаються узагальнені характеристики кожного елемента.
  3. Для кожного елемента за довідковими таблицями (табл. 1.1 додатка 1) визначаються значення надлишкового тиску, при яких елемент може одержати слабкі, середні, сильні і повні руйнування.
  4. Визначається межа стійкості кожного елемента ( $\Delta P_{фгр,i}$ )
- Примітка: Якщо елемент одержує слабкі руйнування в діапазоні надлишкових тисків  $10 \div 20$  кПа, то за межу стійкості беремо  $\Delta P_{фгр} = 20$  кПа.
5. Визначається межа стійкості об'єкта (цеху) в цілому (за мінімальним значенням межі стійкості елементів).

6. Робляться висновки і пропозиції щодо підвищення стійкості об'єкта, в яких указуються:

- межа, стійкості об'єкта (цеху) до ударної хвилі ( $\Delta P_{\text{ф гр}}$ ). Якщо  $\Delta P_{\text{ф гр}} \geq \Delta P_{\text{ф екв.мах}}$ , то цех стійкий до ударної хвилі, якщо  $\Delta P_{\text{ф гр}} < \Delta P_{\text{ф екв.мах}}$ , то цех нестійкий до ударної хвилі;

- найбільш уразливі елементи цеху;
- характер і ступінь зруйнувань, які очікуються в цеху при  $\Delta P_{\text{ф екв.мах}}$ ;
- межа доцільного підвищення стійкості цеху;
- заходи щодо підвищення стійкості.

Для наочності і зручності аналізу всі дані заносяться в таблицю.

### 3.3. Розрахунок стійкості роботи обладнання в умовах дії ударної хвилі

Стійкість окремих елементів обладнання невеликих розмірів до ударної хвилі можна оцінити за допомогою розрахунків, оснований на тому, що зміщення, звалювання обладнання виникають від натиску повітря, яке рухається за фронтом ударної хвилі, за рахунок дії на обладнання аеродинамічних сил зміщення, що визначаються за формулою

$$P_{\text{зм}} = C_x \cdot S \cdot \frac{\rho V^2}{2}, \text{ кгс} \quad (3.1)$$

де  $C_x$  - коефіцієнт аеродинамічного опору (табл. 1.4, додаток 1);

$S$  - площа предмета, на який діє  $P_{\text{зм}}$ ,  $\text{м}^2$ ;

$V$  - швидкість повітря за фронтом ударної хвилі,  $\text{м/с}$ ;

$\rho$  - густина повітря,  $\text{кгс/см}^2$ .

Зміщення предметів відбудеться, якщо горизонтальна сила кріплення

або тертя буде менше  $P_{\text{зм}}$ , тобто

$$F_{\text{тр}} \leq P_{\text{зм}} = f \cdot G = C_x \cdot S \cdot \frac{\rho V^2}{2} \quad (3.2)$$

де  $f$  - коефіцієнт тертя (табл. 1.5, додаток 1);

$G$  - маса предмета, кг;  $\Delta P_{\text{шн}} = \frac{\rho V^2}{2}$  - швидкісний тиск.

Якщо ми знаємо  $F_{\text{тр}}$ , то можна знайти  $\Delta P_{\text{шн}}$ , при якому предмет зміститься з свого місця

$$\Delta P_{\text{шн}} = \frac{F_{\text{мп}}}{S \cdot C_x} = \frac{f \cdot G}{S \cdot C_x} \quad (3.3)$$

За формулою

$$\Delta P_{\text{шн}} = \frac{2,5 \cdot \Delta P_{\phi}^2}{\Delta P + 7 \cdot P_o} \quad (3.4)$$

можна знайти надмірний тиск  $\Delta P_{\phi}$ , при збільшенні якого виникне зміщення предметів.

Стійкість високих об'єктів (опор ліній електропередач (ЛЕП), кранів з баштами і стрілою та ін.) до перекидання при дії ударної хвилі визначається такими даними:

- вагою ( $G$ ), кг;
- міцністю кріплення ( $Q$ ), кгс;
- плечем сили ваги та кріплення ( $a$ ), м;
- силою зміщення ( $P_{\text{зм}}$ ), кгс;
- максимальною площею поперечного перерізу ( $S$ ), м<sup>2</sup>;
- коефіцієнтом аеродинамічного опору ( $C_x$ ).

Схема утворення сил зміщення і перекидання показана на рис.3.1.

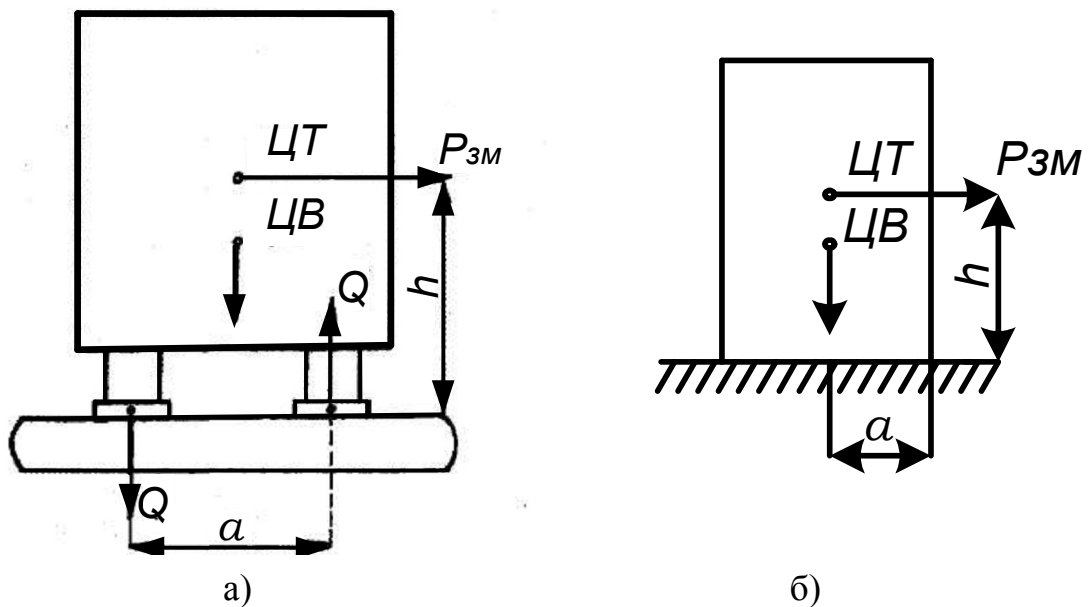


Рис. 3-1- Схема утворення сил зміщення і перекидання

При дії ударної хвилі на об'єкт буде діяти сила  $P_{зм}$  на плече  $h$ . Моменту цієї сили протидіє момент ваги  $G$  і сили кріплення  $Q$ . Умовою повалення об'єкта є збільшення моменту сили над сумою моментів сил  $G$  і  $Q$ . Для випадку „а” (рис. 3-1) умовою перекидання є нерівність

$$h \cdot P_{зм} > G \cdot \frac{a}{2}$$

де  $h$ - плече аеродинамічної сили зміщення, м;

$a$  - плече сил кріплення, м;

$Q$  - сили кріплення, кгс;

$G$  - маса об'єкта, кг.

Для випадку "б" умова перекидання буде

$$P_{зм} \cdot h > G \cdot a, \text{ або } P_{зм} > \frac{a}{h} \cdot G \quad (3.5)$$

Для знаходження  $\Delta P_{\phi}$ , при якому виникне перекидання, необхідно знайти силу  $\Delta P_{\text{шн}}$  при переверненні з виразу

$$P_{зм} = C_x \cdot S \cdot \Delta P_{\text{шн}} \quad (3.6)$$

Якщо в цю формулу підставити значення формули 3.5, то отримаємо:

$$\Delta P_{\text{min}} \geq \frac{a}{h} \cdot \frac{G}{C_x \cdot S}, \quad \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} \quad (3.7)$$

З табл. 1.3 додатка 1 визначається граничне значення  $\Delta P_{\text{ф}}$ .

### **3.4. Оцінка стійкості роботи об'єкта в умовах дії світлового випромінювання**

Внаслідок дії світлового випромінювання на об'єкті можуть виникнути пожежі, що знищують об'єкт. При хорошій протипожежній підготовці об'єкта небезпека може бути значно знижена.

За критерій стійкості об'єкта в умовах дії світлового випромінювання приймається мінімальний світловий імпульс, при якому може статися запалення матеріалів або споруд, внаслідок чого на об'єкті виникнуть пожежі.

Це значення світлового імпульсу прийнято вважати межею стійкості об'єкта до світлового випромінювання

На виникнення і розповсюдження пожеж на об'єкті впливають:

- а) вогнестійкість будівель і споруд;
- б) категорія виробництва за пожежовибухонебезпекою;
- в) щільність забудови;
- г) метеоумови.

Під вогнестійкістю розуміють опір будівельних конструкцій дії вогню і температури.

Ступінь вогнестійкості будови залежить від будівельних матеріалів і від межі вогнестійкості основних його конструкцій.

Межа вогнестійкості конструкцій визначається часом в годинах, протягом якого не з'являються прохідні тріщини, конструкція не втрачає несучої здатності і не руйнується. Розрізняють п'ять ступенів вогнестійкості будинків і споруд.

До I і II ступенів вогнестійкості відносяться будинки і споруди



з вогнетривких матеріалів (цегляні, бетонні, металеві).

До III ступеня вогнестійкості відносяться будинки з вогнетривких матеріалів з дерев'яними відштукатуреними перекриттями.

До IV ступеня вогнестійкості - дерев'яні відштукатурені будинки.

До V ступеню вогнестійкості - дерев'яні невідштукатурені будинки.

Виникнення пожеж залежить також від технологічного процесу і характеру виробництва.

За пожежовибухонебезпекою всі об'єкти діляться на 5 категорій: А, Б, В, Г, Д.

**Категорія А** - пожежовибухонебезпечне виробництво: горючі гази з нижньою межею вибуху 10% і менше об'єму повітря, рідини з температурою запалювання до 28°C включно.

**Категорія Б** - пожежовибухонебезпечне виробництво: горючі гази з нижньою межею вибуху більше 10% об'єму повітря, рідини з температурою запалювання від 28°C до 61 °C.

**Категорія В** - пожежонебезпечне виробництво: рідини з температурою запалювання більше 61° C, пил або волокна, з нижньою межею вибуху більше 65 г/м<sup>2</sup> та ін.

**Категорія Г** - металургійні виробництва, підприємства гарячої обробки металів, котельні тощо.

**Категорія Д** - підприємства холодної обробки металів.

Найбільш небезпечним є ОГД категорій А, Б, В.

Ймовірність розповсюдження пожеж в значній мірі залежить і від щільності забудови об'єкта (П):

$$P = \frac{S_{\text{П}}}{S_{\text{T}}} \cdot 100\% \quad (3.8)$$

де  $S_{\text{П}}$  - площа, яку займають всі будинки і споруди, м<sup>2</sup> ;  $S_{\text{T}}$  - площа території об'єкта, м<sup>2</sup>.

Найбільш небезпечним для ОГД є суцільні пожежі, які можуть виникнути:

- а) на ділянках, забудованих будинками IV і V ступенів вогнестійкості, при  $P=10-20\%$ ;
- б) на ділянках, забудованих будинками III ступеню вогнестійкості, при  $P=20-30\%$ ;
- в) на ділянках, забудованих будинками I і II ступенів вогнестійкості, при  $P \geq 30\%$ .

Оцінка стійкості об'єкта в умовах дії світлового випромінювання ведеться в такій послідовності:

1. Встановлюють ступінь вогнестійкості кожного будинку, споруди (табл. 1.6, додаток 1).
2. Вивчають характер технологічного процесу цеху, наявність горючих і вибухонебезпечних матеріалів і речовин, які використовуються у виробництві і встановлюють категорію виробництва за пожежовибухонебезпекою (табл. 1.7, додаток 1).
3. Вивчають окремо кожну будівлю і споруду об'єкта (цеху), визначають наявність конструкцій та їх елементів, які виготовлені із горючих матеріалів (двері, віконні рами та ін.) і визначають їх характеристики з точки зору протидії світловому випромінюванню. Наприклад, в будинку цеху №1 двері дерев'яні, пофарбовані в білий колір.
4. З довідкової таблиці 1.8 додатка 1 визначають величини світлових імпульсів, які викликають загорання вибраних елементів.
5. Визначають межу стійкості об'єкта (цеху) до світлового випромінювання - мінімальний світловий імпульс, який викликає загорання на об'єкті ( $U_{гр}, \frac{кДж}{м^2}$ ).
6. Визначають щільність забудови об'єкта і ймовірність розповсюдження пожеж.

Отримані дані заносяться в табл. 3.1, аналізуються і визначаються найбільш небезпечні в пожежному відношенні цехи (елементи). Робляться висновки про стійкість об'єкта до дії світлового випромінювання і запроваджуються конкретні заходи щодо підвищення стійкості об'єкта.

У висновках вказується:

- максимальне значення світлового імпульсу, що очікується на об'єкті і в якій зоні пожеж може виявитись об'єкт;
- межа стійкості об'єкта до дії світлового опромінення (мінімальний світловий імпульс, при якому може виникнути пожежа на об'єкті);
- найбільш небезпечні в пожежному відношенні ділянки виробництва;
- можлива пожежна обстановка (окремі пожежі, масові, суцільні пожежі або тління);
- до якої межі доцільно підвищити стійкість роботи об'єкта;
- заходи щодо підвищення стійкості об'єкта.

Таблиця 3.1 - Результати оцінки стійкості роботи ОГД

Назва споруд	Ступінь вогне-стійкості	Категорія з пожежної безпеки	Елементи цеху і їх характеристики	$U_{гр1}$ кДж/м <sup>2</sup>	$U_{гр}$ кДж/м <sup>2</sup>
Будівлі: одноповерхові, цегляні, перекриття з/б, межа вогнестійкості перекриття 1 т	II	Д	1. Двері і віконні рами - дерев'яні. 2. Покрівля толь на дерев'яній основі.	330 670	330

### 3.5. Оцінка стійкості роботи об'єкта в умовах дії радіації

Критерієм стійкості роботи об'єкта в умовах дії радіації може бути допустима доза радіації, яку можуть отримати робітники і службовці за час роботи зміни в конкретних умовах.

Оскільки умови роботи в різних цехах можуть відрізнятись, то при оцінці стійкості розраховуються дози опромінення для кожної групи робітників і службовців, які знаходяться в однакових умовах.

Якщо при цьому з'ясується, що люди можуть отримати дозу опромінення більше допустимої (встановленої), об'єкт вважається нестійким до радіації.

Початковими даними для оцінки стійкості роботи об'єкта є:

1. Максимальне значення рівня радіації, яке очікується на об'єкті ( $p_{1max}$ ), р/год.
2. Характеристика будівель, в яких будуть працювати люди: тип, поверх, розташування (окремо, в районі забудови).
3. Характеристика сховищ: вбудоване або окремо розміщене, матеріал і товщина захисних шарів стін, перекриття.
4. Допустима доза опромінення ( $D_d$ ), Р.
5. Наявність на об'єкті радіоелектронних (енергетичних) систем і приладів.
6. Тривалість роботи зміни ( $t_p$ ), год.
7. Час початку роботи зміни ( $t_n$ ), год.
8. Швидкість середнього вітру ( $V_{св}$ ), м/с.

Оцінка стійкості роботи об'єкта до дії радіації ведеться в такій послідовності:

1. Визначається коефіцієнт послаблення радіації ( $K_{пос}$ ) виробничих приміщень, захисних споруд ( $K_{пос.сх}$ ), в яких будуть працювати і ховатись робітники і службовці.  $K_{пос}$  для виробничих приміщень і споруд знаходять в довідкових таблицях (табл. 2.1, додаток 2),  $K_{пос.сх}$  для сховищ розраховується за формулою

$$K_{noc} = K_p \prod_{i=1}^n 2^{\frac{h_i}{d_i}}, \quad (3.9)$$

де  $K_p$  - коефіцієнт, який враховує умови розміщення сховища ( $K_p=1$  - для

окремо розміщеного сховища,  $K_p=2$  - для вбудованого сховища);

$n$  - кількість захисних шарів перекриття;

$d_i$ - товщина шару половинного послаблення радіації даним матеріалам (табл. 2.2, додаток 2), см;

$h_i$  - товщина  $i$ -го захисного шару, см.

- Визначаються можливі дози опромінення робітників та службовців об'єкта, які будуть працювати у звичайному режимі (в 2 зміни по 12 годин).

Можливі дози опромінення визначаються:

- При аваріях на радіаційно небезпечних об'єктах:

а) час після аварії не перевищує 3-х місяців ( $t \leq 3$  місяців)

$$D_m = \frac{1,33 \rho_{I_{max}} \left( \sqrt[4]{t_k^3} - \sqrt[4]{t_n^3} \right)}{K_{noc}}, \text{ Р}; \quad (3.10)$$

б) час після аварії більше 3-х місяців ( $t > 3$ -х місяців)

$$D_m = \frac{2 \rho_{I_{max}} \left( \sqrt{t_k} - \sqrt{t_n} \right)}{K_{noc}}, \text{ Р}. \quad (3.11)$$

- При ядерних вибухах

$$D_m = \frac{5 \rho_{I_{max}} \left( \frac{t_n}{K_{II}} - \frac{t_k}{K_K} \right)}{K_{noc}}, \text{ Р}, \quad (3.12)$$

де  $\rho_{I_{max}}$  – рівень радіації через одну годину після аварії (вибуху), Р/год.

$t_n$  - час початку опромінення, год;

$t_k$  - час кінця опромінення, год;

$K_{II}$ ,  $K_K$  - коефіцієнти перерахунку (табл. 2.3, додаток 2).

3. Граничне значення рівня радіації, до якого можлива робота виробничого персоналу у звичайному режимі визначається:

а) при аваріях на радіаційно небезпечних об'єктах

$$P_{ep} = \frac{D_D \cdot K_{noc}}{1,33 \left( \sqrt[4]{t_{\kappa}^3} - \sqrt[4]{t_{\Pi}^3} \right)}, \text{ Р/год}, \quad P_{ep} = \frac{D_D \cdot K_{noc}}{2 \left( \sqrt{t_{\kappa}} - \sqrt{t_{\Pi}} \right)}, \text{ Р/год}; \quad (3.13)$$

б) при ядерних вибухах

$$P_{ep} = \frac{D_D \cdot K_{noc}}{2 \cdot \left( \frac{t_{\Pi}}{K_{\Pi}} - \frac{t_{\kappa}}{K_{\kappa}} \right)}, \text{ Р/год}. \quad (3.14)$$

4. Встановлюється наявність на об'єкті матеріалів, чутливих до радіації і визначається ступінь їх пошкодження (за окремою методикою).

5. Оцінюється можливість герметизації виробничих приміщень з метою виключення або зменшення проникнення в них радіоактивного пилю.

Результати оцінки зводяться в таблицю, аналізуються і робляться висновки, в яких вказуються:

- максимальне значення рівня радіації, яке очікується;
- міра забезпечення захисту від дії радіації;
- можливість безперервної роботи об'єкта в звичайному режимі;
- границя стійкості роботи об'єкта в умовах радіації;
- засоби щодо підвищення стійкості роботи ОГД.

Розробка заходів щодо підвищення стійкості роботи існуючих ОГД пов'язана з попереднім проведенням досліджень з оцінки стійкості ОГД до факторів ураження, які можуть виникнути в надзвичайних ситуаціях мирного та воєнного часу.

Інженерно-технічний персонал повинен володіти методикою оцінки стійкості роботи об'єкта на основі висновків вміти визначати на своїй ділянці необхідні заходи щодо підвищення його стійкості.

### **3.6. Оцінка стійкості роботи радіоелектронних (енергетичних) систем в**

## **умовах дії іонізаційних та електромагнітних випромінювань**

### **3.6.1. Оцінка стійкості роботи радіоелектронних та енергетичних систем в умовах дії іонізаційних випромінювань**

Дія радіації на матеріали і деталі апаратури залежить від виду випромінювання, дози радіації, природи опромінюваної речовини та умов навколишнього середовища.

В РЕА використовуються елементи, до складу яких входять матеріали: метали, неорганічні матеріали, напівпровідники та різні органічні сполуки (діелектрики, смоли та ін.). Серед цих матеріалів метали найбільш чутливі до радіації, оскільки їм властива висока концентрація вільних носіїв.

В радіоелектронній апаратурі радіація викликає зворотні і незворотні процеси, внаслідок яких можуть бути порушення роботи елементів схеми, що приведе до пошкодження апаратури.

Якщо потік гамма-опромінення проходить через елементи РЕА, то в них виникають вільні носії електричних зарядів, внаслідок переміщення яких виникає хибний імпульс, який може призвести до включення пристрою.

Найбільш чутливі до дії радіації напівпровідники, оптичні прилади і фотоматеріали.

В елементній базі РЕА внаслідок дії іонізаційних випромінювань можлива зміна майже всіх електричних та експлуатаційних характеристик, залежних від проходження процесів іонізації і порушення структури матеріалів.

Практика експлуатації РЕА в умовах дії радіоактивних випромінювань дає можливість зробити висновки:

1. РЕА може раптово втратити працездатність при певних рівнях радіації (критичних).

2. В елементах схем РЕА можуть початись зворотні або незворотні процеси через деякий час після випадання радіоактивних опадів при рівнях радіації значно нижчих критичних, тобто  $P_i < P_{кр}$ .

Для інженерної практики найбільший інтерес має перший випадок, тобто оцінка стійкості роботи РЕА при знаходженні її на зараженій радіоактивними речовинами місцевості тривалістю однієї години після випадання радіоактивних речовин на даній місцевості.

Оцінка стійкості роботи РЕА ведеться в послідовності:

1. РЕА аналізується і визначаються всі елементи, від яких залежить її робота (функціонуються) наприклад: мікросхеми ТТЛ, транзистори, резистори та ін.
2. З табл. 2.4 додатка 2 для кожного елемента визначаються максимально допустимі потужності дози гамма-випромінювання ( $P_i$ ) або експозиційні дози ( $D_i$ ). Отримані дані заносяться в таблицю 3.2,

Таблиця 3.2 - Результати стійкості роботи РЕА

Елементи РЕА	$P_i, P/c$	$D_i, P$	$p_{гр}, p/c; D_{гр}, P$
Напівпровідники	$p_1$	$D_1$	$p_{гр} (D_{гр})$
Мікросхеми	$p_2$	$D_2$	
Конденсатори	$p_3$	$D_3$	
.....	.....	.....	

3. Дані табл. 3.2 аналізуються і за мінімальним значенням  $p_i (D_i)$  визначається межа стійкості  $p_{гр} (D_{гр})$  роботи РЕА.
4. Граничне значення потужності гамма-випромінювання ( $p_{гр}$ ) або експозиційної дози ( $D_{гр}$ ) порівнюється з  $p_{1max} (D_{max})$ , що очікується на об'єкті і робиться висновок про стійкість роботи РЕА:



$$\left. \begin{array}{l} p_{гр} \geq p_{1max} \\ D_{гр} \geq D_{max} \end{array} \right\} - \text{РЕА стійка до радіації;}$$

$$\left. \begin{array}{l} p_{гр} < p_{1max} \\ D_{гр} < D_{max} \end{array} \right\} - \text{РЕА нестійка до радіації}$$

Можливу дозу опромінення ( $D_m = D_{max}$ ) за встановлений час можна визначити за формулами 3.10, 3.11, 3.12 .

Допустимий час роботи РЕА в заданих умовах можна визначити за допомогою виразів:

$$t_{\partial} = \left( \frac{D_{ep} \cdot K_{noc} + 1,33 \rho_{1max} \cdot \sqrt[4]{t_n^3}}{1,33 \rho_{1max}} \right)^{4/3}, \text{ ГОД} \quad (3.15)$$

$$t_{\partial} = \left( \frac{D_{ep} \cdot K_{noc} + 2 \rho_{1max} \cdot \sqrt{t_n}}{2 \rho_{1max}} \right)^2, \text{ ГОД}$$

5. На підставі висновку про стійкість розробляються заходи з радіаційної стійкості РЕА (пристроїв, блока та ін.).

### **3.6.2. Заходи щодо підвищення стійкості роботи радіоелектронних систем (РЕС)**

Дослідження, які здійснені як в нашій державі, так і за кордоном, показали, що зміна параметрів РЕС може мати місце в широкому діапазоні доз (рівнів радіації) іонізуючих випромінювань. Тому в багатьох випадках виникає необхідність приймати дії щодо підвищення радіаційної стійкості роботи апаратури (пристроїв, блоків), що розробляється. Основними заходами щодо підвищення радіаційної стійкості можуть бути: використання в апаратурі радіаційно стійких елементів і матеріалів; застосування для ОЦ різних апаратних масивних екранів або активного

захисту від дії радіації. При імпульсній дії іонізаційних випромінювань крім перерахованих заходів використовують: схеми малочутливі до зміни електричних параметрів; зменшення чутливості перемикальних схем до зміни вхідних сигналів і напруг джерел живлення; зниження напруги живлення на аноді і збільшення негативного зміщення сіток газорозрядних приладів; застосування пристроїв, що вимикають радіотехнічні схеми на час дії радіації; збільшення відстані між елементами, які знаходяться під навантаженням та ін.

### **3.6.3. Оцінка стійкості роботи радіоелектронних систем в умовах дії електромагнітних випромінювань**

За критерій стійкості роботи радіоелектронних систем або окремих їх елементів в умовах дії електромагнітних випромінювань можна прийняти коефіцієнт безпеки

$$K_{\sigma} = 20 \cdot Ig \frac{U_{д}}{U_{в(Г)}} \geq 40 \text{ дБ} \quad (3.16)$$

де  $U_{д}$  - допустиме коливання напруги живлення, В;

$U_{в(Г)}$ - напруга наведена за рахунок електромагнітних випромінювань у вертикальних (горизонтальних) струмопровідних частинах, В.

У зв'язку з тим, що окремі елементи цих систем можуть мати різні значення коефіцієнтів безпеки, то стійкість роботи системи в цілому визначається мінімальним значенням коефіцієнта безпеки.

Припущення. Оцінку стійкості роботи систем проведено в умовах дії електричного поля, яке є складовою частиною електромагнітного поля.

Вхідні дані: 1. Вертикальна складова напруженості електричного поля,  $E_{в}$ , кВ/м.

2. Напруга живлення,  $U_{ж}$ , В.

Оцінка стійкості роботи РЕС (ЕС) ведеться в послідовності:

1. Визначається горизонтальна складова напруженості електричного поля

$$E_{\Gamma} = 10^{-3} \cdot E_{\text{В}}, \text{ кВ/м} \quad (3.17)$$

2. РЕС (ЕС) розподіляється на окремі функціональні ділянки. Наприклад, система живлення, система управління, розвідна електромережа, пульт управління та ін.

3. На кожній ділянці визначається максимальна довжина вертикальної (горизонтальної) струмопровідної частини ( $l_{\text{вi}}, l_{\text{Гi}}, \text{ м}$ )

4. За допомогою формул

$$U_{\text{вi}} = E_{\Gamma} \cdot l_{\text{вi}}, \text{ В} \quad (3.18)$$

$$U_{\text{Гi}} = E_{\text{В}} \cdot l_{\text{Гi}}, \text{ В}$$

визначаються напруги наводок у струмопровідних частинах (для кожної ділянки).

5. Допустиме коливання напруги живлення дорівнює

$$U_{\text{д}} = U_{\text{ж}} + \frac{U_{\text{ж}}}{100} \cdot N, \text{ В}, \quad (3.19)$$

де  $U_{\text{ж}}$  - напруга живлення, В;

$N$  - допустимі коливання, %.

Наприклад,  $U_{\text{ж}}=12 \text{ В}$ ,  $N=\pm 15\%$ ,

$$\text{тоді } U_{\text{д}} = 12 + \frac{12}{100} \cdot 15 = 13,8 \text{ В}.$$

6. Визначаються коефіцієнти безпеки (для кожної ділянки)

$$K_{\text{вi}} = 20 \cdot I_{\text{г}} \frac{U_{\text{д}}}{U_{\text{вi}}}, \quad (3.20)$$

$$K_{\text{Гi}} = 20 \cdot I_{\text{г}} \frac{U_{\text{д}}}{U_{\text{Гi}}},$$

Результати розрахунків заносяться в таблицю 3.3.

Таблиця 3.3 - Результати оцінки стійкості роботи РЕС (енергетичних систем)

Дільниця	$E_{в,}$ В/м	$E_{г,}$ В/м	$U_{д,}$ В	$U_{ві,}$ В	$U_{гі,}$ В	$K_{Бві}$	$K_{Бгі}$
Система живлення							
Пульт управління							
.....							
Розвідна електромережа							

7. Дані таблиці 3.3 аналізуються і робляться висновки:

7.1. Якщо  $K_{Бві \min} \geq 40$  дБ,  $K_{Бгі \min} \geq 40$  дБ, то система стійка в роботі.

7.2. Якщо  $K_{Бві \min} < 40$  дБ,  $K_{Бгі \min} < 40$  дБ або  $K_{Бві \min} < 40$  дБ, а  $K_{Бгі \min} \geq 40$  дБ то система не стійка в роботі в цих умовах.

8. Розробляються заходи щодо підвищення стійкості. Найбільш ефективним заходом є екранування системи або її елементів.

Розрахунок екрана ведеться в послідовності:

8.1. Визначається перехідне гасіння енергії електричного поля екраном ( $A$ , дБ). Для різних матеріалів  $A$  можна визначити за допомогою формул:

а) мідний екран

$$A_1 = 1,31 \cdot t \cdot \sqrt{f}, \text{ дБ}; \quad (3.21)$$

б) алюмінієвий екран

$$A_2 = 1,03 \cdot t \cdot \sqrt{f}, \text{ дБ}; \quad (3.22)$$

в) стальний екран

$$A_2 = 5,2 \cdot t \cdot \sqrt{f}, \text{ дБ}; \quad (3.23)$$

де  $A_1, A_2, A_3$  - перехідне гасіння, дБ;

t - товщина стінки екрана, см;

t - 15 000 Гц.

8.2. Вертикальна (горизонтальна) складова напруженості електричного поля на виході екрана ( $E_{Vi}$ ) визначається за допомогою виразу

$$A = 20 \cdot \lg \frac{E_B}{E_{ei}}, \text{ дБ}, \quad (3.24)$$

$$E_{Vi} = \frac{E_B}{10^{A/20}}, \text{ кВ/м}.$$

Примітка: A визначається за формулами 3.21 ÷ 3.23.

8.3. Напруги наведення у вертикальних (горизонтальних) струмопровідних частинах визначаються за формулами 3.18, в яких  $E_B = E_{Vi}$ ,  $E_T = E_{Ti}$ .

8.4. Визначаються коефіцієнти безпеки  $K_{BVi}$ ,  $K_{BTi}$ . Перевіряється виконання нерівності (рівності) 3.16. В тих випадках, коли 3.16 не виконується, потрібно збільшити товщину екрана.

### 3.7. Розрахунок режиму радіаційного захисту персоналу об'єкта (цеху)

Для розробки режиму роботи потрібні початкові дані:

$r_1$  - рівень радіації через 1 годину після аварії на радіаційно небезпечному об'єкті (після вибуху), Р/год;

$K_{\text{пос}}$  - коефіцієнт послаблення дози радіації;

$D_d$  - допустима доза опромінення виробничого персоналу (невійськових формувань), Р;

N - максимальна кількість скорочених змін, які можливо утворити з однієї повної зміни;

$t_{\text{pmin}}$  - мінімальна доцільна тривалість роботи першої зміни. При цьому  $t_{\text{pmin}} \geq 2$  години;

$t_n^0$ , год – час початку роботи першої зміни у звичайному режимі.

Розрахунок режиму радіаційного захисту виробничого персоналу ведеться в послідовності:

1. Визначається можлива доза опромінення виробничого персоналу, який буде працювати у звичайному режимі (в 2 зміни по 12 годин);

1.1. При аваріях на АЕС

1.1.1. Час після аварії не перевищує 3-х місяців

$$D_M = \frac{1,33\rho_{\text{imax}}(\sqrt[4]{t_{\kappa}^3} - \sqrt[4]{t_{\Pi}^3})}{K_{\text{noc}}}, P. \quad (3.26)$$

1.1.2. Час після аварії на АЕС більше 3-х місяців

$$D_M = \frac{2\rho_{\text{imax}}(\sqrt{t_{\kappa}} - \sqrt{t_{\Pi}^0})}{K_{\text{noc}}}, P. \quad (3.27)$$

1.2. При ядерних вибухах

$$D_M = \frac{5\rho_{\text{imax}}\left(\frac{t_{\Pi}^0}{K_{\Pi}} - \frac{t_{\kappa}}{K_{\kappa}}\right)}{K_{\text{noc}}}, P, \quad (3.28)$$

де  $K_{\Pi}$ ,  $K_{\kappa}$  – коефіцієнти перерахунків визначаються із таб. 2.3 додатка 2.

Примітка. Якщо рівень радіації виміряти в будь який час, то

$$p_{\text{imax}} = \frac{p_t}{K_t}, \text{ Р/ГОД},$$

де  $p_t$  – рівень радіації, виміряний в будь який час;

$K_t$  – коефіцієнт перерахунку (таб. 2.3. додаток 2).

Якщо  $D_M > D_d$ , то працювати у звичайному режимі не можна, потрібно зменшити час, протягом якого буде працювати перша зміна. Можна вирішити це питання іншим шляхом: перша повна зміна ділиться

на  $n = \frac{D_M}{D_d}$  скорочених змін.

2. Визначення часу початку ( $t_{\text{ni}}$ , год.), тривалості роботи ( $t_{\text{pi}}$ , год.) та дози опромінення ( $D_i$ , Р) кожної скороченої зміни.

2.1. Визначення  $t_{\text{ni}}$ ,  $t_{\text{pi}}$ ,  $D_i$ :

А. Визначення  $t_{\text{ni}}$

$$1. a = \frac{D_d \cdot K_{noc}}{2\rho_{lmax}} , \quad a = \frac{D_d \cdot K_{noc}}{1,33\rho_{lmax}} \quad (3.29)$$

2. За параметром  $a$  з таблиці 2.6 або 2.7 додатка 2 визначається  $t_{pi}$  в годинах.

Б. Визначення  $t_{pi}$

Примітка: Відповідно до вимог керівних документів системи ЦО

перша скорочена зміна повинна працювати не менше

2 годин, тобто  $t_{p1} = t_{pmin} \geq 2$  год

$$B. D_1 = \frac{1,33\rho_{lmax}(\sqrt[4]{t_{K1}^3} - \sqrt[4]{t_{П1}^3})}{K_{noc}}, P \quad \text{або} \quad D_1 = \frac{2\rho_{lmax}(\sqrt{t_{K1}} - \sqrt{t_{П1}})}{K_{noc}}, P \quad (3.30)$$

Визначити  $t_{п2}$ ,  $t_{p2}$ ,  $D_2$

А.  $t_{п2} = t_{п1} + t_{p1}$ , год

Б.  $t_{p2} = t_{к2} - t_{п2}$ , год

Час кінця опромінення 2-ї скороченої зміни визначається за формулою:

$$t_{к2} = \left( \frac{D_d K_{noc} + 1,33\rho_{lmax} \sqrt[4]{t_{п2}^3}}{1,33\rho_{lmax}} \right)^{4/3}, \text{ год. або} \quad (3.31)$$

$$t_{к2} = \left( \frac{D_d K_{noc} + 2\rho_{lmax} \sqrt{t_{п2}}}{2\rho_{lmax}} \right)^2, \text{ год.} \quad (3.32)$$

В. Доза опромінення 2-ї скороченої зміни визначається за формулами 3.26, 3.27, 3.28.

Розрахунки ведуться до тих пір, поки не отримаємо скорочену зміну, яка зможе працювати не менше 12 годин. В цьому випадку для роботи

беруться  $n = \frac{D_M}{D_0}$  останніх скорочених змін. Результати розрахунку

заносяться в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 - Результати розрахунку скорочених змін

№ скороченої зміни	$t_{pi}$ ГОД.	$t_{ri}$ ГОД.	$t_{ki}$ ГОД.	$D_i$ Р
1	$t_{p1}$	$t_{r1}$	$t_{k1}$	$D_1$
2	$t_{p2}$	$t_{r2}$	$t_{k2}$	$D_2$
3	$t_{p3}$	$t_{r3}$	$t_{k3}$	$D_3$
4	$t_{p4}$	$t_{r4}$	$t_{k4}$	$D_4$
5	$t_{p5}$	$t_{r5}$	$t_{k5}$	$D_5$

Наприклад,  $n = 3$ . Для роботи беруться 3, 4, 5 скорочені зміни,  $t_{p3} + t_{p4} + t_{p5} = 12$  год.

Після того, як відпрацює остання скорочена зміна, до роботи запрошується друга повна зміна, яка зможе працювати у звичайному режимі.

Час початку роботи в звичайному режимі потрібно визначити формулою

$$t_0 = t_{pi} + \sum_{i=1}^n t_{ri}, \text{ ГОД.}$$

де  $n$  – кількість робочих скорочених змін.

Примітка. Якщо кількість скорочених змін задана, наприклад  $n = 3$ , то розрахунки ведуться тільки до 3-х скорочених змін. Після того, як відпрацює остання скорочена зміна до роботи запрошується друга повна зміна час початку, тривалість роботи, доза опромінення якої визначаються за методикою, яка розглянута вище.

Розглянуту вище задачу можна розв'язати іншим способом, наприклад, графічним. Початковими даними для використання цього способу є:

1. Вимірний рівень радіації і час його вимірювання  $r_t$ , Р/год.
2. Допустима доза опромінення працюючих,  $D_d$ , Р.



3. Коефіцієнти послаблення радіації виробничими приміщеннями, захисними апаратами,  $K_{\text{пос}}$ .
4. Мінімальна тривалість роботи зміни,  $t_{\text{pmin}}$ , год.
5. Максимальна тривалість роботи зміни,  $t_{\text{pmax}}$ , год.
6. Кількість потрібних робочих змін  $N$ .

Розрахунки ведуться в послідовності:

1. Визначається рівень радіації через 1 год. після аварії або ядерного вибуху.

$$\rho_1 = K_t \cdot \rho_t, \text{ Р/год.},$$

де  $K_t$  – коефіцієнт перерахунку, визначається по таблиці 2.3 додаток 2.

2. Розраховується параметр

$$\alpha^1 = \frac{\rho_1}{D_0 K_{\text{пос}}}.$$

3. По  $t_{\text{pmin}}$  і  $\alpha^1$  визначається час початку роботи першої зміни  $t_{\text{п1}}$ , год. (рис. 3.1)
4. Час початку роботи другої зміни відносно часу аварії або ядерного вибуху буде  $t_{\text{п2}} = t_{\text{п1}} + t_{\text{р1}}$ , год.
5. По значенням  $\alpha^1$  і  $t_{\text{п2}}$  по графікам (рис. 3.1) визначається час роботи другої зміни  $t_{\text{р2}}$ . Розрахунки ведуться до визначення  $t_{\text{рmax}}$ .

Дози опромінення працюючих визначається за формулами 3.26÷3.28.

Розглянемо приклад.

Приклад. Розрахувати режим роботи чергових змін в умовах дії радіоактивного забруднення.

Початкові дані:

1. Вимірний рівень радіації на території об'єкта через 1 годину після аварії на АЕС,  $\rho_1 = 2$  Р/год.

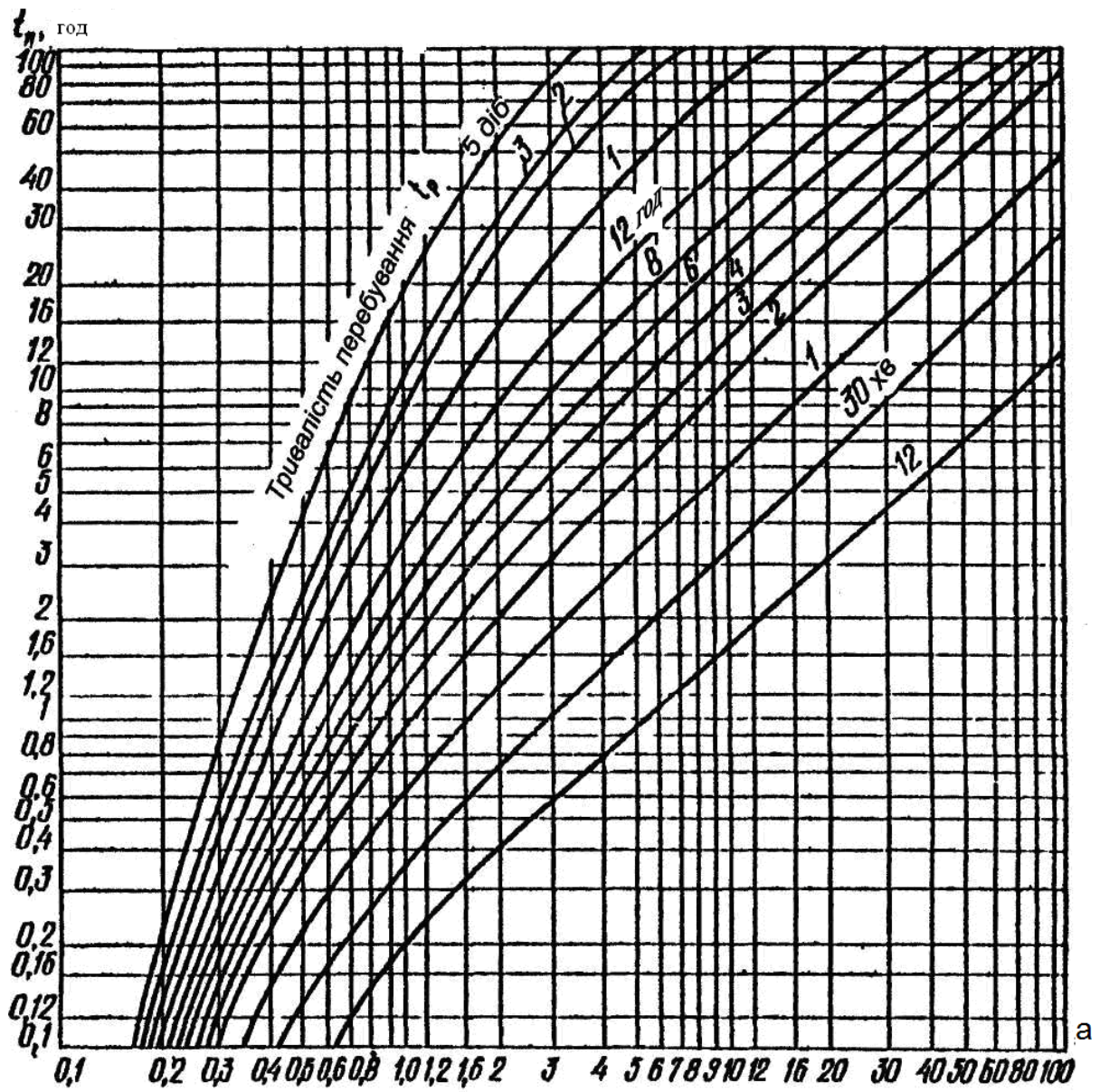


Рис. 3.1. Графік визначення часу початку опромінення і тривалості роботи змін. год

2. Коефіцієнт послаблення радіації виробничими будинками,  $K_{\text{пос}} = 10$
3.  $D_d = 0,08P$
4.  $N=3$ .
5.  $t_{\text{pmin}} = 2$  год.
6.  $t_{\text{pmax}} = 2$  год.

Розв'язання прикладу 
$$a' = \frac{P_1}{D_d K_{\text{пос}}} = \frac{2}{0,08 \cdot 10} = 2,5$$

2. За  $a'=2,5$  і  $t_{\text{pmin}}=2$  год. визначаємо час початку роботи першої скороченої зміни,  $t_{n1}=2,5$  год.
3.  $t_{n2} = t_{n1} + t_{\text{pmin}}$ , год.
4. Тривалість роботи другої скороченої зміни визначається по даним  $t_{n2}$ , а<sup>1</sup> із рис. 3.1,  $t_{p2} = 4$  год.
5. Розрахунки для інших змін ведуться аналогічно. Дози опромінення працюючих кожної зміни визначаються за формулами 3.26÷3.28. Точність розрахунків першим способом вище, ніж другим.

### **3.8. Визначення часу початку проходження ділянок, забруднених радіоактивними речовинами.**

Для визначення часу початку проходження ділянки забруднених радіоактивними речовинами, потрібні початкові дані:

1. Виміряні рівні радіації  $p_{ti}$ , Р/год в різних точках маршруту.
2. Допустима експозиційна доза опромінення особового складу за час проходження зараженої ділянки,  $D_d$ , Р.
3. Довжина маршруту,  $L$ , км.
4. Швидкість руху колони,  $V$ , км/год.
5. Коефіцієнт послаблення радіації транспортним засобом,  $K_{\text{пос}}$ .

Розрахунок ведеться в такій послідовності:

1. Виміряні рівні радіації перераховуються на одну годину після аварії

(вибуху) по формулі:

$$p_{1t} = p_{ti} \cdot K_{ti}, \text{ Р/год.} \quad (3.33)$$

2. Визначається середній рівень радіації

$$\rho_{1cp} = \frac{\rho_{11} + \rho_{12} + \dots + \rho_{1n}}{n}, \text{ Р/год.} \quad (3.34)$$

3. Час проходження забрудненості ділянки визначається по формулі

$$t_{ПД} = \frac{L}{V}, \text{ год.} \quad (3.35)$$

4. Граничне значення рівня радіації ( $\rho_{гр1}$  Р/год), до якого доза опромінення особового складу не перевищуватиме  $D_d$ ,  $\rho$  визначається

$$\rho_{cp} = \frac{D_d \cdot K_{noc}}{t_{ПД}}, \text{ Р/год.} \quad (3.36)$$

5. Середнє значення коефіцієнта зниження рівня радіації на час, відповідний  $\rho_{гр}$  визначається по формулі:

$$K_{cp} = \frac{\rho_{гр} \cdot K_1}{\rho_{1cp}} \quad (3.37)$$

де  $K_1$  – коефіцієнт зменшення рівня радіації через одну годину після аварії (вибуху),  $K_1 = 1$ .

6. За  $K_{cp}$  з табл. 2.3, додатку 2 визначається час проходження середини забрудненої ділянки ( $t_{cp}$ , год.), рис. 2.2.

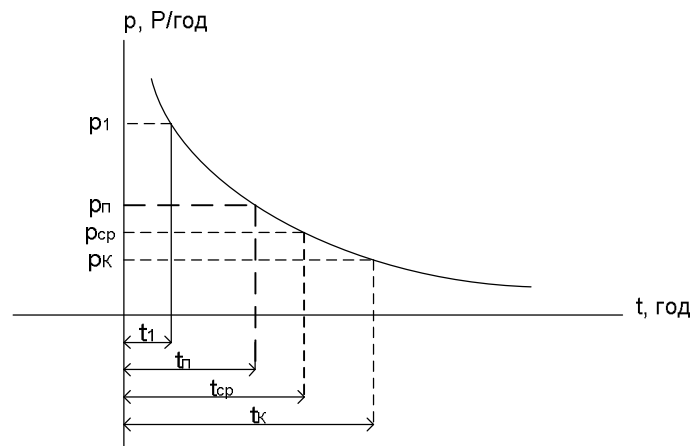


Рис.2.2.

7. Час початку подолання зараженої ділянки визначається за

допомогою виразу

$$t_{II} = t_{cp} - \frac{t_{II}}{2}, \text{ год} \quad (3.38)$$

Приклад 2. Розвідгрупі ЦО належить пройти заражену радіоактивними речовинами ділянку місцевості. Визначити час подолання зараженої ділянки.

Початкові дані:

1. Рівні радіації через 2 години після аварії на радіаційно небезпечному об'єкті, виміряні в п'яти точках маршруту склали:

$$p_{21}=0,5 \text{ Р/год.}, \quad p_{22}=4 \text{ Р/год.}, \quad p_{23}=10 \text{ Р/год.}, \quad p_{24}=5 \text{ Р/год.}, \\ p_{25}=1 \text{ Р/год.}$$

2. Допустима доза опромінення,  $D_d=2\text{Р}$ .
3. Довжина забрудненої ділянки,  $L=20\text{км}$ .
4. Швидкість руху колони,  $V=40 \text{ км/год}$ .
5. Коефіцієнт послаблення радіації,  $K_{\text{пос}}=2$

Розв'язання

1. Рівні радіації перерахуємо на 1 годину після аварії за формулою

$$p_{1i} = K_2 P_{2i}, \text{ Р/год};$$

де  $K_2=1,41$  (табл. 2.3, додаток 2), тоді

$$p_{11}=0,70 \text{ Р/год.};$$

$$p_{12}=5,64 \text{ Р/год.};$$

$$p_{13}=14,1 \text{ Р/год.};$$

$$p_{14}=7 \text{ Р/год.};$$

$$p_{15}=1,41 \text{ Р/год.}$$

2. Визначення середнього рівня радіації

$$\rho_{1cp} = \frac{0,7 + 5,64 + 14,1 + 7 + 1,41}{5} = 5,77, \text{ Р/год.}$$

3. Визначення часу подолання зараженої ділянки

$$t_{II} = \frac{L}{V} = \frac{20}{40} = 0,5, \text{ год.}$$

4. Допустимий рівень радіації, при якому особовий склад отримає дозу  $D \leq D_d$  буде визначатися:

$$P_{ep} = \frac{D_d K_{noc}}{t_{ПД}} = \frac{2 \cdot 2}{0,5} = 8, \text{ Р/год}$$

5. Коефіцієнт зниження радіації на час, відповідний  $p_{доп.ср}$ , дорівнює

$$K_{сep} = \frac{P_{ep} \cdot K_1}{P_{1сep}} = \frac{8 \cdot 1}{5,77} = 1,4$$

6. За значенням  $K_{сp}=1,4$  за допомогою табл. 2.3 додатка 2 визначаємо  $t_{сp}=2$  год.

7. Допустимий час початку подолання зараженої ділянки буде

$$t_{П} = t_{сp} - \frac{t_{ПД}}{2} = 2 - \frac{0,5}{2} = 1,75 \text{ год.}$$

Висновок. Особовий склад розвідувальної групи може почати проходження зараженої ділянки через 1,75 години після аварії.

## 4. Виявлення і оцінка радіаційної обстановки

### Загальні положення.

В наслідок аварії (катастрофи) на радіаційно небезпечних ОГД і застосування сучасної зброї може виникнути дуже небезпечна складна радіаційна обстановка, яка негативно вплине на виробничу діяльність ОГД, дії формувань та життєдіяльність населення.

Небезпека ураження людей, знищення матеріальних цінностей вимагає негайного виявлення оцінки радіаційної обстановки і врахування її дії на життя людей, організацію виробництва на ОГД та дії формувань.

Радіаційна обстановка, яка склалась в наслідок надзвичайної ситуації, може бути виявлена і оцінена двома способами: прогнозуванням і по даним розвідки.

Методика прогнозування і оцінка обстановки передбачає два види можливих аварій на АЕС: гіпотетична аварія, для якої проектом не передбачаються технічні заходи забезпечення безпеки АЕС, а також аварія з зруйнуванням реактора.

На початку розвитку гіпотетичної аварії до 99% дози опромінення буде давати внутрішнє опромінення зобної залози людей від інгаляції йоду – 131, 133 і лише 1% зовнішнє опромінення від радіоактивної хмари і від радіоактивних опадів, які встигли випасти на даній місцевості. При зруйнуванні реактора найбільшу небезпеку має зовнішнє опромінення ( $D_{зов}=99\%$ ,  $D_{вн}=1\%$ ).

По ступені внутрішнього опромінення незахищеного населення прийнято виділяти дві зони радіоактивного забруднення: зону небезпечного забруднення, зовнішній границі якої відповідає доза внутрішнього опромінення  $D_{вн}=30$  бер і зону надзвичайно небезпечного забруднення на зовнішній границі якої  $D_{вн}=250$ бер(рис. 4.1)

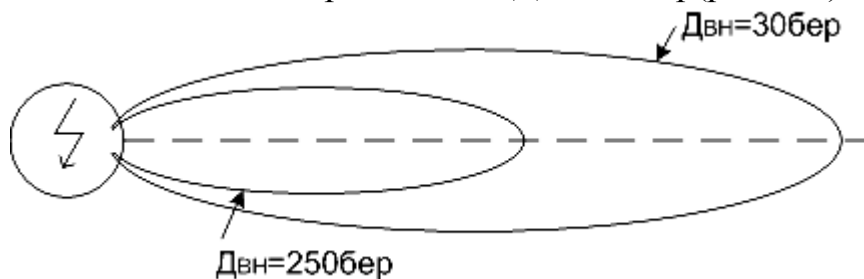


Рис. 4.1. Зони внутрішнього опромінення

Прогнозування радіаційної обстановки може здійснюватись як до, так і після аварії на АЕС (використовування ядерної зброї). Метод прогнозу дає тільки наближені результати, які потрібні для своєчасного прийняття рішення по захисту населення.

Критеріями зон небезпечного і надзвичайно небезпечного зараження при аваріях на АЕС є дози внутрішнього опромінення населення за час проходження радіоактивної хмари.

Критеріями зон А', А, Б, В, Г зовнішнього опромінення при аваріях на АЕС є рівні радіації на границях зон через одну годину після аварії  $p_1$ , Р/год. Виявлення і оцінка радіаційної обстановки здійснюється за допомогою таблиць, графіків, формул.

#### **4.2. Прогнозування радіаційної обстановки при аваріях на атомних електростанціях (АЕС).**

Небезпека ураження населення радіоактивними речовини потребує швидкого виявлення і оцінки радіаційної обстановки при аварії на радіаційно небезпечному об'єкті, визначення її можливого впливу на населення і виробничу діяльність об'єктів, організацію рятувальних та інших невідкладних робіт (РНР).

На основі прогнозу і оцінки радіаційної обстановки можуть виконуватись наступні заходи по захисту населення:

- оповіщення населення про можливу небезпеку;
- забезпечення населення засобами індивідуального захисту;
- укриття населення (сховища, протирадіаційні укриття, підвали та інш.);
- використання режимів радіаційного захисту;
- проведення евакуації населення із небезпечних зон;
- герметизація виробничих і житлових приміщень, джерел водопостачання;
- дозиметричний контроль;
- проведення медичних профілактичних засобів, наприклад йодної профілактики;



- приведення в готовність сил і засобів для локалізації і ліквідації радіоактивного забруднення території, продуктів, води, одягу, взуття.

Початковими даними для прогнозу і оцінки РО є:

- координати місця розташування АЕС, тип реактора, на якому сталася аварія і його електрична потужність ( ВВЕР-440,1000 або РБМК-1000);
- тип аварії (гіпотетична чи аварія із зруйнуванням ядерного реактора);
- час початку аварії (час, число, місяць);
- метеоумови на час початку аварії: азимут вітру і його швидкість на висоті 8-10м, загальна хмарність, висота хмар і вид хмарності, істина сонячна інсоляція; прогноз метеоумов на ближчі 12 год після початку аварії.

Активізація: Чому місцезнаходження АЕС потрібно давати у географічній системі координат?

По початковим даним прогнозуються:

1. Розміри зон (довжину L, ширину B) небезпечного і надзвичайно небезпечного зараження (табл. 3.2, додаток 3).

Зони наносяться на карту і визначаються населенні пункти, які попали в зони, та відстані від місця аварії до них (R, км).

2. Час підходу радіоактивної хмари до населених пунктів (об'єктів):

$$t_n = \frac{R}{a \cdot V_{CB}}, \text{ год} \quad (4.1)$$

де R - відстань від місця аварії до населеного пункту, км;

$V_{CB}$ - швидкість середнього вітру, м/с;

a - коефіцієнт (a=1 для ВВЕР-440, a=1,25 для ВВЕР-1000).

3. Дози, внутрішнього опромінення дітей (Двн.д) на вісі сліду

(табл. 3.3, додаток 3). Доза внутрішнього опромінення дорослих

визначається по формулі:

$$D_{\text{вн.дор}} = \frac{D_{\text{вн.д}}}{2.7}, \text{ Р} \quad (4.2)$$

4. Дози зовнішнього опромінення населення:

4.1. Дози зовнішнього опромінення населення при проходженні радіоактивної хмари ( $D_0$ ) визначаються:

- у випадку аварії ВВЕР-440 – табл. 3.4 (додаток 3);
- при аварії на ВВЕР-1000 - по формулі

$$D_0 = p \cdot t_T, \text{ Р} \quad (4.3)$$

де  $p$  - рівень радіації від радіоактивної хмари, Р/год;

$t_T$  - тривалість опромінення. год.

4.2. Дози зовнішнього опромінення при знаходженні на зараженій місцевості визначаються по формулі

$$D_M = \frac{p_{\text{п}} + p_{\text{к}}}{2K_{\text{пос}}} \cdot t_T, \quad (4.4)$$

де  $p_{\text{п}}$  - рівень радіації на початку опромінення, Р/год.;

$p_{\text{к}}$  - рівень радіації в кінці опромінення, Р/год.;

$K_{\text{пос}}$  - коефіцієнт послаблення радіації.

4.3. Сумарна доза зовнішнього опромінення дорівнює:

$$D_{\text{зов}} = D_0 + D_M, \text{ Р}.$$

5. Можливі радіаційні втрати людей:

5.1. При внутрішньому опроміненні втрати будуть мати місце при отриманні доз: для дорослих - більше 400 Р; для дітей - більше 250 Р.

5.2. Від зовнішнього опромінення втрати визначаються по табл. 3.6. (додаток 3).

6. Допустимий час перебування населення в зонах небезпечного і надзвичайно небезпечного зараження без засобів індивідуального захисту

на відкритій місцевості визначається по формулі:

$$t_{\text{доп}} = t_{30} - t_{\text{п}}, \text{ год}, \quad (4.6)$$

де  $t_{30}$  - час від початку аварії, за який накопичується доза 30 (табл. 3.3, додаток 3)

7. Концентрація йоду 131 в повітрі в час проходження радіоактивної хмари визначається по табл. 3.3. додаток 3. Прогнозування і оцінка РО при гіпотетичній аварії здійснюється за допомогою таблиць, при аварії із зруйнуванням ядерного реактора по графікам та формулам. Отримані дані аналізуються, на їх основі робляться висновки про найбільш доцільні дії населення і заходи його захисту.

#### 4.3. Прогнозування РО при застосуванні ядерної зброї.

Задача вирішується з метою прийняття своєчасних заходів по захисту населення і військ, які діють і мешкають в зонах радіоактивного зараження. Початковими даними для прогнозу є:

- потужність ядерного вибуху ( $q$ , кт);
- вид і координати центру вибуху;
- швидкість і азимут середнього вітру ( $V_{\text{св}}$ ,  $\alpha_{\text{св}}$ ).

При прогнозуванні радіаційної обстановки визначаються:

1. Параметри зон радіоактивного зараження. По параметрам на карту місцевості наносяться зони (А,Б,В,Г) і визначаються об'єкти (населені пункти), які попали в ці зони, та відстані до них ( $R_i$ , км).

2. Час підходу радіоактивної хмари до об'єкта (населеного пункту) по формулі:

$$t_n = \frac{R_i}{V_{\text{св}}}, \text{ год} \quad (4.7)$$

де  $R_i$  - відстань від центру вибуху до об'єкта (населеного пункту);

$V_{\text{св}}$  - швидкість середнього вітру в км/год.

Дані прогнозу негайно передаються, в першу чергу в штаби ЦО районів, об'єктів, населених пунктів, які попали в зони радіоактивного

зараження.

Штаби ЦО організують виявлення і оцінку фактичної радіаційної обстановки. По даним розвідки здійснюється коректування зон радіоактивного зараження, після чого оцінюється радіаційна обстановка. Початковими даними для оцінки РО по даним розвідки є:

- час ядерного вибуху ( $t_0$ );
- рівні радіації і час їх вимірювання ( $p_{ti}$ , Р/год );
- коефіцієнт послаблення радіації ( $K_{\text{пос}}$ );
- допустимі (установлені ) дози опромінення людей ( $D_{\text{д}}, P$ );
- поставлені задачі та строки їх виконання.

При оцінці радіаційної обстановки по даним розвідки визначається:

- можливі дози опромінення людей при діях на зараженій місцевості;
- можливі радіаційні втрати людей;
- міра зараження техніки, будинків, ЗІЗ, одягу, продуктів та ін.;
- найбільш доцільні дії людей на зараженій місцевості:
  - а) допустима тривалість перебування людей на зараженій місцевості;
  - б) час початку проведення робіт ( $t_{\text{п}}$ ), кількість потрібних змін, тривалість роботи кожної зміни;
  - в) час початку подолання зараженої ділянки місцевості (наприклад, при евакуації населення);
  - г) потрібний режим захисту людей.

В другому питанні проведемо розв'язування задач по виявленню і оцінці РО після аварії на АЕС.

#### **4.4. Виявлення і оцінка радіаційної обстановки, розв'язання задач.**

Задача. В 7.00 26.04.86 на АЕС, розташованій на півн. зах. від с. Сироїжки ( широта  $52^\circ$ , довгота  $39^\circ$ ) на відстані 4 км, сталася аварія з

викидом радіоактивних речовин в атмосферу.

Початкові дані:

1. Метеоумови:  $\alpha_{CB} = 300^\circ$ ;  $V_{CB} = 1$  м/с; клас стійкості атмосфери — "В", на 12 год. змін в метеоумовах не очікується.
2. По уточненим даним начальника штабу ЦО області стало відомо, що сталася ГА на реакторі ВВЕР- 440. Потрібно виявити і оцінити РО в населених пунктах, які попадають в зони радіоактивного забруднення.

Рішення.

1. Визначення розмірів і площ зон небезпечного і надзвичайно небезпечного зараження. По табл. 3.2 (додаток 3) для класу стійкості атмосфери "В" і  $V_{CB} = 1$  м/с визначаємо:

1.1. Зона надзвичайно небезпечного зараження:  $L_1 = 4,5$  км,  $B_1 = 1$  км,  $S_1 = 3,6$  км<sup>2</sup>.

1.2. Зона небезпечного зараження:  $L_2 = 16$  км,  $B_2 = 3$  км,  $S_2 = 38,4$  км<sup>2</sup>.

2. Отримані дані наносяться на карту місцевості і визначаються населені пункти, які попали в зони зараження, відстань від АЕС до цих населених пунктів (рис. 4.1).

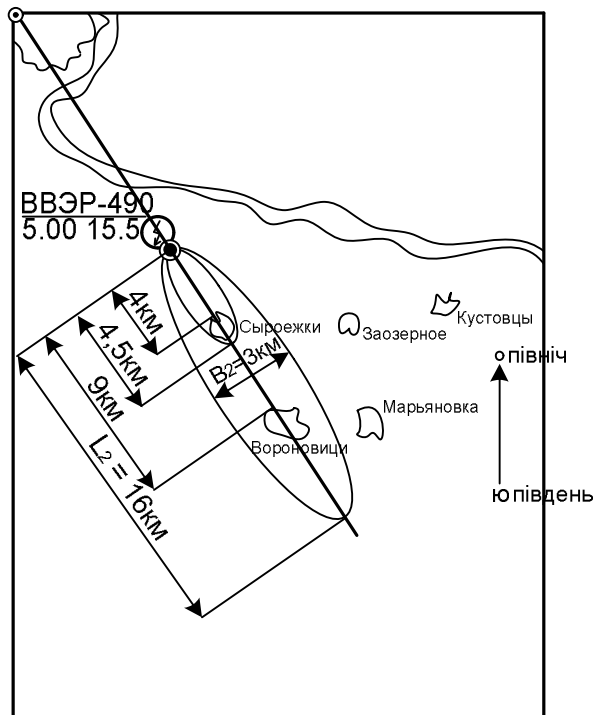


Рис. 4.1. Зони внутрішнього опромінення населення

В зону надзвичайного небезпечного зараження потрапив населений пункт Сироїжки, розташований на  $R_1=4\text{км}$  від АЕС.

В зону небезпечного зараження потрапив населений пункт Вороновиці, розташований на  $R_2=9\text{км}$  від АЕС.

3. По даним табл. 3.3 (додаток 3) для класу стійкості „В” і  $V_{\text{св}}=1\text{м/с}$  дози внутрішнього опромінення, які отримали діти і дорослі (без ЗІЗ) на зараженій і місцевості, будуть:

$$\text{в Сироїжках } D_{\text{вн.д}}=279\text{ Р}, \quad D_{\text{вн.дор}}=\frac{279}{2.7}=109\text{Р};$$

$$\text{в Вороновицях } D_{\text{вн.д}}=75\text{Р}, \quad D_{\text{вн.дор}}=\frac{75}{2.7}=28.8\text{Р}$$

4. По табл. 3.4 (додаток 3) для класу стійкості "В" доза зовнішнього опромінення населення від радіоактивної хмари буде: в Сироїжках  $D_0=0.1\text{Р}$ , в Вороновицях  $D_0=0$ .

Доза зовнішнього опромінення  $D_M$  визначається по формулі 4.4, тобто:

$$D_M = \frac{P_{\text{п}} + P_{\text{к}}}{2K_{\text{noc}}} \cdot t_T, \text{ Р}$$

Примітка. Приймається, що населення укривається в будинках з  $K_{\text{noc}}=2$  і знаходиться в них протягом доби з початку аварії ( $t_T=24\text{год}$ ). Рівні радіації  $p_{\text{п}}$  і  $p_{\text{к}}$  визначаємо з табл. 3.5 (додаток 3):

- в Сироїжках  $p_{\text{п}}=0,36\text{ Р\год}$ ,  $p_{\text{к}}=0,068\text{ Р\год}$ ;

- в Вороновицях  $p_{\text{п}}=0,64\text{ Р\год}$ ,  $p_{\text{к}}=0,013\text{ Р\год}$ ;

Якщо підставити отримані дані в формулу 4.4, то можемо отримати дози: -

$$\text{- в Сироїжках } D_M = \frac{0,36 + 0,68}{2 \cdot 2} \cdot 24 = 2,52\text{Р}$$

$$\text{- в Вороновицях } D_M = \frac{0,064 + 0,013}{2 \cdot 2} \cdot 24 = 0,46\text{Р}$$

Тоді сумарна доза зовнішнього опромінення дорівнює:

$$\text{в Сироїжках } D_{\text{зов.}} = D_0 + D_M = 0,1 + 2,52 = 2,62\text{ Р};$$

$$\text{в Вороновицях } D_{\text{зов.}} = D_0 + D_M = 0 + 0,46 = 0,46\text{ Р};$$

5. Радіаційні втрати від зовнішнього опромінення відсутні (див. табл. 3.6,

додаток 3). Немає втрат і від внутрішнього опромінення щитовидної залози серед дорослого населення ( $D_{\text{вн.дор.}} < 200 \text{ Р}$ ).

Діти, які знаходяться в населеному пункті Сироїжки отримають дози  $D_{\text{вн.д.}} > 250 \text{ Р}$ . Тому їх потрібно терміново евакуювати із зони зараження.

6. Визначення допустимого часу перебування населення в зонах зараження без ЗІЗ ведеться по формі:  $t_{\text{доп}} = t_{30} - t_{\text{п}}$ , год.,

де,

-  $t_{30}$  визначається з таблиці 3.3. (додаток 3)

Сироїжки,  $t_{30} = 1,06$  год.,

Вороновиці  $t_{30} = 2,47$  год.;

-  $t_{\text{п}}$  (час підходу забрудненої хмари до населених пунктів) визначається

$$t_{\text{п}} = \frac{R_i}{a \cdot V_{\text{в}}}, \text{ год.}$$

тоді,

$t_{\text{п}} = 1,1$  год. в Сироїжках,

$t_{\text{п}} = 2,5$  год. в Вороновиці.

Допустимий час перебування людей в зонах зараження без ЗІЗ органів дихання буде: Сироїжки  $t_{\text{д}} = 1,06 - 1,1 < 0$ , Вороновиці  $t_{\text{д}} = 2,47 - 2,5 < 0$ .

Висновок.

Без ЗІЗ в зонах зараження перебувати не можна.

7. По таблиці 3.3 (додаток 3) концентрація йоду  $^{131}\text{I}$  в повітрі при проходженні радіоактивної хмари дорівнює:

- в н.п. Сироїжки  $1,4 \cdot 10^{-4}$ ,  $\text{К}_{\text{U}}/\text{м}^3$ ;

- в н.п. Вороновиці  $3,7 \cdot 10^{-5}$ ,  $\text{К}_{\text{U}}/\text{м}^3$ ;

Висновки

1. З повідомленням сигналу "Аварія на АЕС" необхідно терміново забезпечити населення ЗІЗ органів дихання.

2. Населення, не забезпечене ЗІЗ до підходу радіоактивної хмари, сховати в сховищах або евакуювати його в безпечне місце.

3. Провести йодну профілактику всього населення.

## **5. Розрахунок коефіцієнта протирадіаційного захисту приміщень будівельної індустрії.**

### **5.1 Загальні положення**

При розробці дипломних проектів, в яких розглядається питання організації виробництва в надзвичайних ситуаціях мирного та воєнного часу, потрібно проводити розрахунок протирадіаційного захисту виробничого персоналу на робочих місцях і розробку заходів щодо підвищення радіаційного захисту виробничих і адміністративних будівель до величин, що забезпечують безпечне перебування в них виробничого персоналу при знаходженні об'єкта на забрудненій радіоактивними речовинами місцевості.

Перед розрахунком приймають, що розрахункова точка в будинку знаходиться в геометричному центрі приміщення на висоті 1 м від підлоги і будують геометричну модель будинку з урахуванням початкових даних про захисні конструкції розміщення будівель на місцевості.

Якщо захисні властивості будівель нижчі необхідних, то в проекті підготовки цієї будівлі до роботи в надзвичайних ситуаціях потрібно внести зміни, збільшуючи захисні властивості за гамма-випромінюванням. До таких змін можна віднести: зменшення розмірів площі остіклення, обвалування зовнішніх стін, заміна захисних конструкцій.

При внесенні в проект змін потрібно проводити розрахунок коефіцієнта захисту.

### **5.2. Розрахунок коефіцієнта захисту від гамма-випромінювання для приміщень, розташованих в одноповерхових будівлях**

Коефіцієнт захисту приміщень, розташованих в одноповерхових будівлях, визначається за формулою:



$$K_3 = \frac{0,65 K_1 K_{cm} K_{nep}}{V_1 K_{cm} K_1 + (1 - K_{uu})(K_o K_{cm} + 1) K_{nep} K_M}, \quad (5.1)$$

де  $K_1$  - коефіцієнт, що враховує долю радіації після послаблення зовнішніми і внутрішніми стінами

$$K_1 = \frac{360}{36 + \sum \alpha_i}; \quad (5.2)$$

$\alpha_i$ - плоский кут в градусах з вершиною в центрі приміщення, проти якого розташована  $i$ -а стіна приміщення. При цьому враховуються зовнішні і внутрішні стіни будівлі, сумарна маса  $1 \text{ м}^2$  яких в одному напрямку не більше  $1000 \text{ кг}$ . У випадках, коли сумарна приведена маса у всіх плоских кутах буде  $1000 \text{ кг/м}^2$  і більше, коефіцієнт при оцінці захисних властивостей приміщення потрібно приймати таким що дорівнює  $10$ ;

$K_{ст}$ - кратність послаблення стінами первинного випромінювання в залежності від сумарної маси огорожувальних конструкцій (таблиці 4.8, додаток 4);

$K_{пер}$  - кратність послаблення первинного випромінювання покриттям (таблиці 4.8, додаток 4);

$V_1$  - коефіцієнт, що враховує розсіювання випромінювання в об'ємі приміщення. Залежить від висоти і ширини приміщення (таблиці 4.9, додаток 4);

$K_0$  - коефіцієнт, який враховує зниження поглинальної здатності зовнішніх стін за рахунок наявності в них віконних і дверних прорізів та проникнення в приміщення вторинного випромінювання (формули 5.8÷5.10);

$K_M$  - коефіцієнт, що враховує зниження дози радіації в будинку, розташованому в районі забудови від екранувальної дії сусідніх забудов (таблиці 4.10 додатка 4);

$K_{ш}$  - коефіцієнт, який враховує долю розсіювання випромінювань по

ширині будівлі (табл. 4.9 додатка 4 для висоти приміщення 2 м). Загальне випромінювання через будь-яку стіну приміщення пропорційне плоскому куту, створеному прямими, які сполучають розрахункову точку з крайніми точками стіни (рис. 5.1).

Для прямокутного приміщення чотири плоских кути утворюються при схрещенні діагоналей. Якщо приміщення має більш складний план, то його ділять на окремі приміщення. Оцінку захисних властивостей в цьому випадку потрібно проводити по окремим приміщенням, поділивши кожне на плоскі кути.

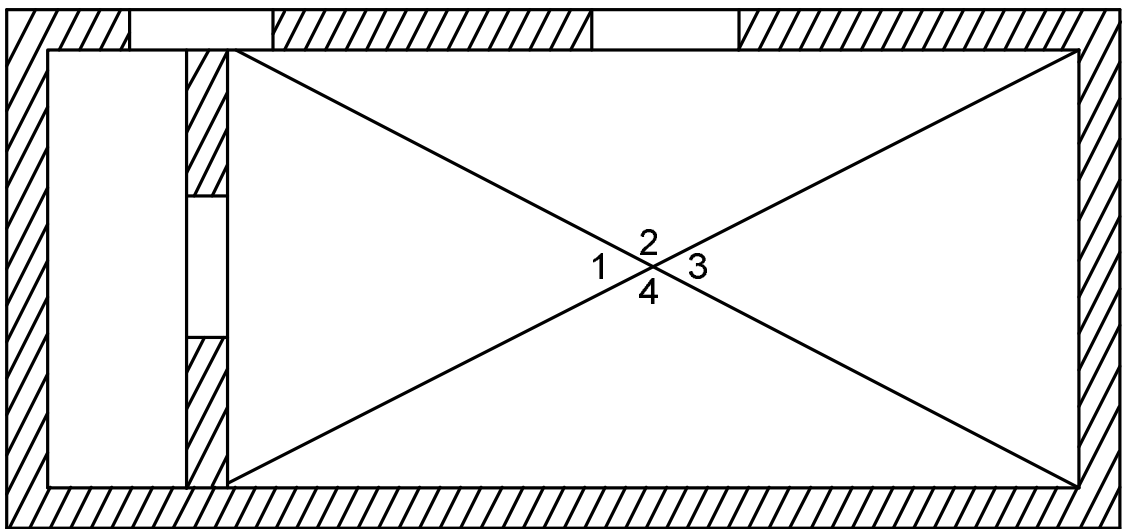


Рис. 5.1. Плоскі кути, які приймаються при розрахунку радіаційної дії

Величину кратності послаблення випромінювання стінами ( $K_{ст}$ ) можна визначити за середньою масою  $1\text{ м}^2$  стін і перегородок,  $G_{ср}$  (табл. 4.8 додаток 4).

Середня маса ( $G_{пр}$ ) визначається в послідовності:

1. Знаходиться приведена маса  $G_{пр}$  одного квадратного метра стіни (перегородки) за формулою

$$G_{прі} = G_i K_{пр} = G_i (1 - \alpha_{ст}) \quad , \text{ кг/м}^2 \quad (5.3)$$

де  $G_i$ - маса  $1\text{ м}^2$  стіни (перегородки),  $\text{кг/м}^2$ ;

$K_{пр}$  - коефіцієнт прозорості,  $K_{пр} = 1 - \alpha_{ст}$ ,

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{S_0}{S_n}; \quad (5.4)$$

$S_0$  - площа прорізів, м<sup>2</sup>;

$S_{\Pi}$  - площа стіни (перегородки), м<sup>2</sup>.

2. Сумарна приведена маса стін (перегородок), розташованих в одному плоскому куті, буде

$$G_{np\Sigma}^{\alpha_i} = G_{np.1} + G_{np.2} + \dots + G_{np.n}, \quad \text{кг/м}^2 \quad (5.5)$$

де  $n$  - кількість стін і перегородок.

3. Визначається середня маса 1 м<sup>2</sup> стін і перегородок. Якщо сумарні маси стін в напрямку відрізняються одна від одної не більше, ніж на 200 кг/м<sup>2</sup>, то

$$G_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i G_{np\Sigma}^{\alpha_i}}{\sum_{i=1}^n \alpha_i}, \quad \text{кг/м} \quad (5.6)$$

де  $\alpha_i$  - величина плоского кута в градусах, в межах якого сумарна маса менша 1000 кг/м ;

$G_{np\Sigma}^{\alpha_i}$  - сумарна приведена маса стін менша 1000 кг/м<sup>2</sup>, що належать плоскому куту.

Для нашого прикладу (рис.5.1) маємо:

$$\alpha_1 = \alpha_3 = 35^\circ,$$

$$\alpha_2 = \alpha_4 = 145^\circ,$$

Припустимо, що сумарна маса стін в межах плоских кутів буде

$$G_{np\Sigma}^{\alpha_1} = 1050 \text{ кг/м}^2,$$

$$G_{np\Sigma}^{\alpha_2} = 980 \text{ кг/м}^2,$$

$$G_{np\Sigma}^{\alpha_3} = 900 \text{ кг/м}^2,$$

$$G_{np\Sigma}^{\alpha_4} = 980 \text{ кг/м}^2.$$

Примітка:  $G_{np\Sigma}^{\alpha_i} > 1000 \text{ кг/м}^2$ , тому виключається з розрахунку.

$$\text{Тоді } G_{cp} = \frac{145 \cdot 980 + 35 \cdot 900 + 145 \cdot 980}{325} = 970 \text{ кг/м}^2$$

По  $G_{cp}$  за допомогою табл. 4.8, додаток 4 визначається кратність послаблення  $K_{ст} = 850$ .

Якщо сумарна маса стін в межах плоских кутів відрізняється між собою більше, ніж на  $200 \text{ кг/м}^2$ , то кратність послаблення випромінювання стінами визначається за формулою

$$K_{ст} = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i K_{ст}^i}{\sum_{i=1}^n \alpha_i}, \quad (5.7)$$

де  $K_{ст}^i$  - кратність послаблення випромінювання стінами в межах  $i$ -го плоского кута (табл. 4.8, додаток 4).

Примітка: При визначенні  $K_{ст}$  за формулою 5.7 виключаються з розрахунку стіни, сумарна маса яких дорівнює або більша  $1000 \text{ кг/м}^2$ .

При сумарній масі  $1 \text{ м}^2$  стіни в будь-якому напрямку  $1000 \text{ кг/м}^2$  і більше  $K_{ст}$  визначається по стіні з найменшою сумарною масою.

Коефіцієнти  $V_1$  і  $K_{ш}$  дозволяють при розрахунку  $K_3$  враховувати вплив характеру розподілу радіоактивних опадів на перекритті, а також навколо будинку на місцевості, випромінювання за яким оцінюються окремо.

Первинне гамма-випромінювання від радіоактивних опадів, які випали на дах будинку, не може проникнути у середину через зовнішні стіни і навпаки, випромінювання з поверхні землі впливають тільки через стіни.

Коефіцієнти  $V_1$  і  $K_{ш}$  враховують, яку частину площі місцевості складають заражені покриття будинків, а для висотних будинків і відстань зараженої поверхні від розрахункової точки по висоті.

Коефіцієнт  $V_1$  залежить від висоти і ширини приміщення і показує, яка доля радіації проникає через перекриття від радіоактивних речовин, які випали на перекриття будинку.

Якщо внутрішні стіни приміщення в одноповерхових будинках мають приведену масу не менше  $540 \text{ кг/м}^2$ , то при визначенні  $V_1$  ширина приймається такою що дорівнює ширині приміщення, де знаходяться люди. При значенні приведеної маси менше  $540 \text{ кг/м}^2$  приймається ширина будинку.

В сховищах, розташованих в багатоповерхових будинках, при визначенні  $V_1$  потрібно приймати ширину приміщення сховища.

Коефіцієнт  $K_{ш}$  залежить від ширини будинку, в якому обладнується сховище, і враховує зменшення зараженої зони поверхні за рахунок зараження даху будинку.

При визначенні  $K_{ш}$  приймається ширина будинку (споруди), приміщення якого обладнують під сховище.

Коефіцієнт  $K_0$  в залежності від розташування низу віконного прорізу в зовнішніх стінах відносно підлоги приймається:

При висоті від підлоги 0,8 м

$$K_0 = 0,8 \cdot \alpha. \quad (5.8)$$

При висоті від підлоги 1,5-2 м

$$K_0 = 0,15 \alpha. \quad (5.9)$$

При висоті від підлоги 2 м і більше

$$K_0 = 0,09 \cdot \alpha. \quad (5.10)$$

Коефіцієнт  $\alpha$  визначається за формулою

$$\alpha = \frac{S_0}{S_n} \quad (5.11)$$

де  $S_0$  - площа віконних прорізів,  $m^2$ ;

$S_{\Pi}$  - площа підлоги сховища,  $m^2$ .

Коефіцієнт  $K_0$  залежить від розмірів і рівня розташування прорізів в зовнішніх стінах сховища. Якщо віконні прорізи розташовані на різних рівнях від відмітки підлоги, то величина  $K_{0\Sigma}$  визначається як сума часткових значень коефіцієнтів  $K_{0i}$  для кожного рівня.

**Приклад 1.** Визначити коефіцієнт захисту для цеху, розташованого в двоповерховому будинку (рис. 5.2)

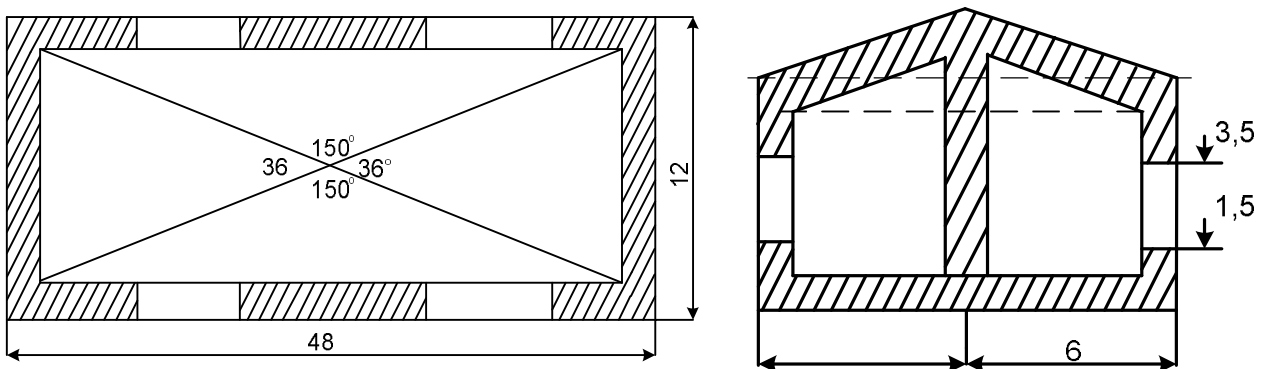


Рис. 5.2. Значення плоских кутів і лінійні розміри цеху

Початкові дані:

- стіни будинку: кладка в дві цеглини (51 см), маса  $1m^2$ - 980 кг;
- маса  $1 m^2$  покриття -  $600 \text{ кг}/m^2$ ; розміри віконних прорізів -  $2 \times 2 \text{ м}$ ;
- розміри дверних прорізів- $2,5 \times 3,5 \text{ м}$ ; загальна площа віконних прорізів -  $88 m^2$  (22 вікна);
- загальна площа дверних прорізів -  $17,5 m^2$  (2 дверей); висота підвіконників - 1,5 м;
- площа підлоги -  $576 m^2$ ;
- висота стін - 3,5 м;
- висота приміщення - 4,8 м;

- ширина зараженої ділянки, що примикає до будинку - 40 м;
- площа поздовжньої стіни - 168 м<sup>2</sup>;
- площа торцевої стіни - 42 м<sup>2</sup>.

### Розв'язання

1. Визначаємо приведену масу поздовжніх і торцевих стін. Прозорість поздовжніх стін (для однієї стіни)

$$\alpha_{cm}^n = \frac{S_{on}}{S_{cm}} = \frac{44}{168} = 0,26$$

Прозорість торцевих стін (для однієї стіни)

$$\alpha_{cm}^{тор} = \frac{8,75}{42} = 0,2$$

Приведена маса одного квадратного метра площі:

для поздовжньої стіни

$$G_{np}^n = 980(1 - 0,26) = 725 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$$

для торцевої стіни

$$G_{np}^{тор} = 980(1 - 0,2) = 784 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$$

Приведена маса одного квадратного метра площі всіх стін менше 1000 кг/м<sup>2</sup>, тому коефіцієнт  $K_1$  буде

$$K_1 = \frac{360}{36 + \sum \alpha_i} = \frac{360}{396} = 0,91$$

Оскільки різниця в масі стін не перевищує 200 кг/м<sup>2</sup>, то середня маса квадратного метра площі стіни дорівнює

$$G_{cp} = \frac{2 \cdot 30 \cdot 784 + 2 \cdot 150 \cdot 725}{360} = 735 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$$

З табл. 4.8, 4.9, 4.10 (додаток 4) знаходимо:

$$K_{ст}=166, K_{пер}=115, V_1=0.14, K_M=0.8, K_{ш}=0.24.$$

За формулами 5.9 і 5.11 визначаємо:

$$K_o = 0,15 \cdot \alpha = 0,15 \cdot 0,152 = 0,023;$$

$$\alpha = \frac{S_0}{S_n} = \frac{88}{576} = 0,152.$$

Коефіцієнт захисту дорівнює

$$K_3 = \frac{0,65 \cdot 0,91 \cdot 166 \cdot 115}{0,14 \cdot 166 \cdot 0,91 + (1 - 0,24)(0,023 \cdot 166 + 1)115 \cdot 0,8} = 31,62.$$

Для підвищення захисних властивостей приміщення цеху потрібно провести закладку віконних прорізів на висоту 1 м і встановити екрани на входах. Маса екранів на входах приймається такою ж, як маса 1 м<sup>2</sup> стін, тобто 980 кг/м.

При закладці віконних прорізів на висоту 1 м маємо площу незакладеної частини віконних прорізів 44 м<sup>2</sup> (2х22).

Прозорість повздовжньої стіни

$$\alpha_{cm}^n = \frac{22}{168} = 0,13$$

Приведена маса 1 м<sup>2</sup> повздовжньої стіни дорівнює

$$G_{np} = 980(1 - 0,13) = 850 \frac{кг}{м^2}$$

При висоті екрана, яка дорівнює висоті входу в цех, приведена маса 1 м<sup>2</sup> торцевих стін буде 980 кг/м<sup>2</sup>, а середня маса 1 м<sup>2</sup> стін

$$G_{cp} = \frac{2 \cdot 30 \cdot 980 + 2 \cdot 150 \cdot 850}{360} = 875 \frac{кг}{м^2}$$

При  $G_{cp} = 875$  кг/м<sup>2</sup>,  $K_{ст} = 437$ ,  $\alpha_{cm} = \frac{44}{576} = 0,079$

При відстані від підлоги до прорізу 2,5 м

$$K_o = 0,09 \cdot 0,079 = 0,007.$$



Отже при  $K_1 = 0,91$ ,  $V_1 = 0,14$ ,  $K_{ш} = 0,24$ ,  $K_M = 0,8$ ,  $K_{пер} = 38$

$$K_3 = \frac{0,65 \cdot 0,91 \cdot 437 \cdot 195}{0,14 \cdot 437 \cdot 0,91 + (1 - 0,24)(0,007 \cdot 437 + 1)195 \cdot 0,8} = 94.$$

Проведені заходи дали можливість збільшити коефіцієнт захисту більше, ніж в 3 рази.

### **5.3. Розрахунок коефіцієнта захисту для виробничих приміщень, розташованих на першому поверсі багатоповерхових будинків з кам'яних матеріалів і цегли**

Для таких приміщень  $K_3$  визначається за формулою

$$K_3 = \frac{0,65 \cdot K_{cm} \cdot K_1}{(1 - K_{ш})(K_0 K_{cm} + 1)K_M} \quad (5.12)$$

При розташуванні приміщень (коридори, холи та ін.) на першому поверсі багатоповерхового будинку при умові, що ні одна із стін приміщення не має контакту з радіоактивно зараженою територією, коефіцієнт захисту визначається за формулою

$$K_3 = \frac{3,25 \cdot K_{cm}}{(1 - K_{ш})(K_0 K_{cm} + 1)K_M} \quad (5.13)$$

**Приклад 2.** Визначити коефіцієнт захисту приміщення, розташованого на першому поверсі чотириповерхового будинку управління виробництвом (рис. 5.3)

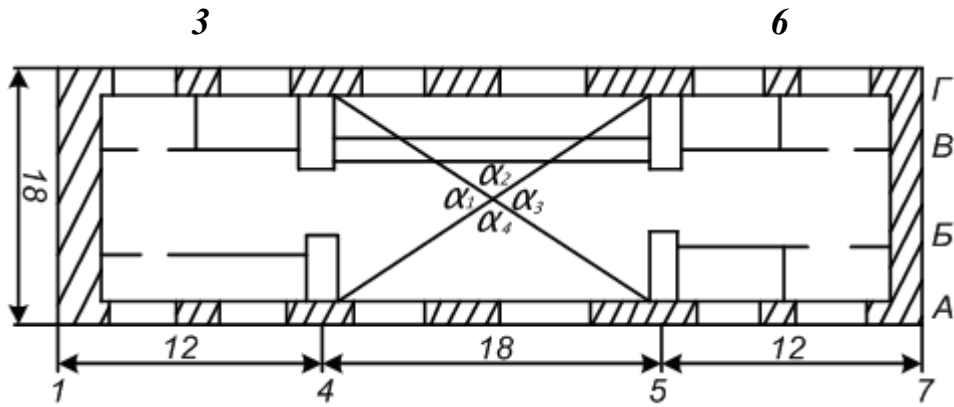


Рис. 5.3. План захисного приміщення

Початкові дані:

1. Зовнішні стіни будинку із цегли товщиною 51 см, маса  $1\text{ м}^2$  стіни 980 кг.
2. Перегородки гіпсобетонні товщиною 10 см і цегляні товщиною 25 см.  
Маса  $1\text{ м}^2$  гіпсобетонних перегородок – 120 кг, цегляних – 480 кг.  
На плані цегляні перегородки позначені подвійними лініями.
3. Міжповерхові перекриття з плит, маса –  $600\text{ кг/м}^2$ .
4. Площа вікон:

- по осі А-  $28,8\text{ м}^2$  ;

- по осі Г  $26,2\text{ м}^2$  .

Площа дверних прорізів:

- по осі 1-5  $\text{м}^2$ ;

- по осі 4-3  $\text{м}^2$ ;

- по осі 5-3  $\text{м}^2$  .

Площа підлоги для розрахунку приміщення –  $420\text{ м}^2$ , відстань від підлоги до світлових прорізів – 0,8 м.

Висота віконних прорізів – 1,7 м.

5. Висота приміщення – 3 м.
6. Ширина зараженої ділянки біля будинку – 40 м.
7. Плоскі кути:

Кут  $\alpha_1=100^\circ$  Проти кута  $\alpha_1$  розташовані:

- торцева стіна по осі 1 площею  $54\text{ м}^2$  з прорізом площею  $5\text{ м}^2$ ;

- гіпсобетонна перегородка по осі 3 площею  $54 \text{ м}^2$  з прорізом площею  $6 \text{ м}^2$ ;
- цегляна перегородка по осі 4 площею  $54 \text{ м}^2$  з прорізом площею  $3 \text{ м}^2$ ;

Кут  $\alpha_2=80^\circ$ . Проти кута  $\alpha_2$  розташовані: повздовжня, зовнішня стіна по осі Г, площею  $72 \text{ м}^2$  з прорізом для вікон площею  $14,4 \text{ м}^2$ , цегляна перегородка площею  $36 \text{ м}^2$  з прорізом для дверей площею  $4 \text{ м}^2$

Кут  $\alpha_3 = 100^\circ$ . Проти кута розташовані:

- торцева зовнішня стіна по осі 7 площею  $54 \text{ м}^2$  ;
- цегляна перегородка по осі 5 площею  $54 \text{ м}^2$  з дверним прорізом площею  $3 \text{ м}^2$ ;
- гіпсобетонна перегородка по осі 6 площею  $12 \text{ м}^2$  з прорізом  $3 \text{ м}^2$ .

Кут  $\alpha_4 = 80^\circ$ . Проти кута  $\alpha_4$  розташована поздовжня зовнішня стіна по осі А площею  $72 \text{ м}^2$  і прорізами для вікон площею  $14,4 \text{ м}^2$ .

#### Розв'язання

1. Визначаємо приведену масу стін і перегородок, розташованих проти плоских кутів.

Кут  $\alpha_{1.}$ . Маса  $1 \text{ м}^2$  торцевої зовнішньої стіни по осі 1

$$G_{np} = 980 \text{ кг.}$$

Приведена маса торцевої зовнішньої стіни по осі 1:

$$\alpha_{cm}^1 = \frac{5}{54} = 0,09, \quad G_{np}^1 = 980(1 - 0,09) = 892 \text{ кг} / \text{м}^2$$

Приведена маса перегородки по осі 3

$$\alpha_{cm}^3 = \frac{6}{54} = 0,11, \quad G_{np}^3 = 120(1 - 0,11) = 107 \text{ кг} / \text{м}^2$$

Приведена маса перегородки по осі 4

$$\alpha_{cm}^4 = \frac{3}{54} = 0,056, \quad G_{np}^4 = 480(1 - 0,056) = 454 \text{ кг} / \text{м}^2$$

Сумарна маса  $1 \text{ м}^2$  стіни і перегородки проти плоского кута осі  $\alpha_1$

$$G_{\Sigma}^1 = 892 + 107 + 454 = 1453 \text{ кг}$$

Кут  $\alpha_2$ . Приведена маса торцевої зовнішньої стіни по осі Г

$$\alpha_{CT}^G = \frac{14,4}{72} = 0,2, \quad G_{CT}^G = 980(1 - 0,2) = 784 \text{ кг/м}^2$$

Проведена маса перегородки по осі В

$$\alpha_{CT}^B = \frac{4}{36} = 0,11, \quad G_{CT}^B = 480(1 - 0,11) = 427 \text{ кг/м}^2$$

Сумарна маса 1 м<sup>2</sup> стіни і перегородки, розташованих проти кута  $a_2$

$$G_{\Sigma}^2 = 784 + 427 = 1211 \text{ кг}$$

Кут  $\alpha_3$ . Приведена маса торцевої зовнішньої стіни по осі 7

$$G_{np}^7 = 980 \text{ кг (прорізи відсутні)}$$

Приведена маса перегородки по осі 6

$$\alpha_{cm}^6 = \frac{3}{12} = 0,25, \quad G_{np}^6 = 120(1 - 0,25) = 90 \text{ кг/м}^2$$

Приведена маса перегородки по осі 5

$$\alpha_{cm}^5 = \frac{3}{54} = 0,056, \quad G_{np}^5 = 480(1 - 0,056) = 454 \text{ кг/м}^2$$

Сумарна маса 1 м<sup>2</sup> стіни перегородки, розташованих проти кута  $a_3$

$$G_{\Sigma}^3 = 980 + 90 + 454 = 1524 \text{ кг}$$

Кут  $\alpha_4$ . Приведена маса поздовжньої зовнішньої стіни по осі А

$$\alpha_{cm}^A = \frac{14,4}{72} = 0,2, \quad G_{np}^A = 980(1 - 0,2) = 784 \text{ кг/м}^2$$

Сумарна маса 1 м<sup>2</sup> стін і перегородок буде:

$$\text{Кут } \alpha_1, \quad G_{\Sigma}^1 = 1453 \text{ кг}; \quad \text{Кут } \alpha_2, \quad G_{\Sigma}^2 = 1211 \text{ кг};$$

$$\text{Кут } \alpha_3, \quad G_{\Sigma}^3 = 1524 \text{ кг}; \quad \text{Кут } \alpha_4, \quad G_{\Sigma}^4 = 784 \text{ кг};$$

Перший, другий та третій плоскі кути, проти яких розташовані стіни і перегородки сумарною масою більше 1000 кг/м<sup>2</sup>, при визначенні коефіцієнта  $K_1$  виключається, тобто  $K_1$  визначається тільки

для  $\alpha_4$  за формулою

$$K_1 \frac{360}{36 + \sum a_i} = \frac{360}{36 + 80} = 3,1$$

За сумарною масою  $G_{\Sigma}^4 = 784 \text{ кг/м}^2$ , за допомогою табл. 4.8 додатка 4, визначаємо  $K_{\text{ст}} = 229$ .

По ширині будинку 18 м за допомогою табл. 4.9 додатка 4 для висоти приміщення 2 м визначаємо  $K_{\text{ш}} = 0,33$ .

Коефіцієнт  $K_o = 0,8 \cdot \alpha = 0,8 \cdot 0,068 = 0,055$ ,

$$\alpha = S_o/S_n = 28,8/420 = 0,068.$$

По ширині зараженої ділянки (40 м) з таблиці 4.10 (додаток 4) визначаємо  $K_m = 0,8$ .

Тоді 
$$K_3 = \frac{0,65 \cdot 229 \cdot 2,65}{(1 - 0,33)(0,055 \cdot 229 + 1)0,8} = 54,1$$

Коефіцієнт захисту можна збільшити шляхом зменшення віконних прорізів.

Наприклад, якщо віконні прорізи замурувати на висоту 100 см, то  $K_3 = 800$ .

#### **5.4. Розрахунок коефіцієнта захисту для приміщень, розташованих в підвалах або цокольних поверхах**

Для розрахунку коефіцієнта  $K_3$  можна використати формулу

$$K_3 = \frac{0,77 K_1 K_{\text{ст}} K_n}{(1 - K_{\text{ш}})[(K'_o K_{\text{ст}} + 1) + K_n (K_o K_{\text{ст}} + 1)] K_m} \quad (5.14)$$

де  $K_{\text{п}}$  - кратність послаблення перекриттям підвалу вторинного випромінювання, розсіяного в приміщенні першого поверху (табл. 4.8, додаток 4);

$K'_o$  - коефіцієнт залежить від висоти (h) віконного та дверного прорізів

від підлоги першого поверху:

$$0,5 \leq h < 1 \text{ м}, K'_o = 0,15\alpha; h > 1 \text{ м}, K'_o = 0,09\alpha \quad (5.15)$$

Якщо приміщення першого поверху попали під радіоактивне забруднення, то значення  $K_3$ , визначене за формулою 5.14, потрібно помножити на коефіцієнт 0,45.

Для підвальних і цокольних приміщень, підлога яких розташована нижче рівня запланованої відмітки землі на 1,7 м, коефіцієнт захисту визначається за формулою 5.12, а якщо стіни обваловані на певну висоту - за формулою 5.18.

До ваги перекриття над першим, цокольним або підвальним поверхами виробничих будинків промислових підприємств при визначенні  $K_{пер}$  і  $K_n$  в формулі 5.12 або 5.14 потрібно додати вагу стаціонарного обладнання, але не більше 200 кг/м<sup>2</sup> з площі, яку займає обладнання.

До ваги 1 м<sup>2</sup> перекриття над цокольним або підвальним поверхами житлових і адміністративних будинків, розташованих в зоні дії ударної хвилі, потрібно додатково включити вагу 75 кг/см<sup>2</sup> від внутрішніх перегородок і несучих стін.

### **5.5. Розрахунок коефіцієнта захисту для заглиблених в ґрунт або обсіпаних споруд з різними входами**

В даному випадку коефіцієнт захисту визначається за формулою

$$K_3 = \frac{0,72 \cdot K_{пер}}{V_1 + D_p \cdot K_{пер}}, \quad (5.16)$$

де  $D_p$  - частина сумарної дози радіації, яка проникає в приміщення через входи, визначається за формулою

$$D_p = K_{вх} \cdot \Pi_{90} \quad (5.17)$$

$\Pi_{90}$  - коефіцієнт, що враховує тип і характеристику входу, визначається з таблиці 4.11, додаток 4;

$K_{\text{вх}}$  - коефіцієнт, який враховує конструктивні особливості входу і його захисні властивості, визначається з табл. 4.12, 4.13, додаток 4.

В спорудах арочного типу при визначенні  $K_{\text{пер}}$  товщина ґрунтової обсіпки приймається для найвищої точки покриття. Коефіцієнт захисту повністю заглиблених підвалів і приміщень, розташованих у внутрішній частині підвалу виробничих будинків, визначається за формулою:

$$K_3 = \frac{4,5 \cdot K_n}{V_1 + D_p \cdot K_n}, \quad (5.18)$$

При наявності декількох входів  $D_p$  визначається, як сума значень по всіх входах. Якщо на вході передбачається улаштування стінки-екрана або дверей вагою більше  $200 \text{ кг/м}^2$ , то значення  $D_p$  визначається з виразу

$$D_p = \sum_{i=1}^n \frac{K_{\text{ex}}}{K_{\text{ст.е}}} \cdot \Pi_{90}, \quad (5.19)$$

де  $n$  - кількість входів;

$K_{\text{ст.е}}$  - кратність послаблення випромінювання стіною-екраном (дверима), визначається з табл. 4.8, додаток 4.

Для вертикального входу, обладнаного в перекритті, що закривається люком розміром  $0,7 \times 0,7 \text{ м}$ , величину коефіцієнта  $K_{\text{вх}}$  потрібно приймати при відстані ( $L$ ) між віссю входу і центром приміщення:

$L = 1,5 \text{ м},$	$K_{\text{вх}} = 0,001;$
$L = 3 \text{ м},$	$K_{\text{вх}} = 0,005;$
$L = 6 \text{ м},$	$K_{\text{вх}} = 0,0001.$

## 6. Виявлення і оцінка хімічної обстановки

### 6.1. Поняття про хімічну обстановку

Хімічна обстановка виникає внаслідок аварій (катастроф) на хімічно небезпечних об'єктах, а у воєнний час - застосування хімічної зброї.

*Під хімічною обстановкою розуміються масштаби і характер зараження повітря, території сильнодіючими отруйними речовинами і їх можливий вплив на роботу ОГД, дії формувань і життєдіяльність населення.*

Сильнодіючі отруйні речовини (СДОР) - це хімічні речовини, які використовуються в народногосподарських цілях, а при аварії (катастрофі) можуть привести до зараження повітря з небезпечною для людей концентрацією.

Масштаб зараження визначається параметрами зон зараження. Зона зараження СДОР (ОР) - територія, яка заражена СДОР (ОР) в небезпечних для життя людей концентраціях.

Площа зони можливого хімічного зараження - площа території, в межах якої може переміщуватися хмара СДОР (ОР).

Масштаби зараження СДОР в залежності від їх фізичних властивостей і агрегатного стану розраховуються за первинною і вторинною хмарами.

Первинна хмара - хмара СДОР, яка виникає внаслідок раптового переходу в атмосферу частини вмісту ємкості з СДОР при її руйнуванні.

Вторинна хмара - хмара СДОР, яка виникає внаслідок випаровування вилитої речовини з підстильної поверхні.

Зовнішні кордони зони зараження СДОР розраховуються за пороговою токсодозою при інгаляційній дії на організм людини.

Порогова токсодоза - інгаляційна токсодоза, яка викликає початкові симптоми ураження.

Виявлення та оцінка хімічної обстановки може здійснюватись як методом прогнозування, так і за даними розвідки.

Прогнозування може здійснюватись як до, так і після аварії на хімічно



небезпечному об'єкті або застосування супротивником хімічної зброї. Початковими даними для виявлення і оцінки хімічної обстановки будуть:

- тип і кількість СДОР (ОР), засоби доставки ОР;
- місце виливу (викиду) СДОР (використання ОР);
- час виливу (викиду) СДОР (використання ОР);
- метеоумови ( $\alpha_{\text{св}}$ ,  $V_{\text{св}}$ , ступінь вертикальної стійкості повітря, для ОР - температура повітря біля поверхні землі);
- топографічні умови місцевості і характер забудови на шляху розповсюдження зараженого повітря;
- умови зараження і характер виливу (викиду) отруйних речовин;
- ступінь захищеності людей.

Розрізняють три ступені вертикальної стійкості приземного шару повітря: інверсія, ізотермія, конвекція.

Інверсія - підвищення температури повітря зі збільшенням висоти.

Ізотермія - стабільна рівновага повітря.

Конвекція - нижчі шари повітря нагріті до більш високої температури ніж вищі, тому відбувається вертикальне переміщення повітря.

При прогнозуванні хімічної обстановки визначають:

1. Глибину зони зараження СДОР (ОР).
2. Площу зони зараження.
3. Час підходу зараженого повітря до об'єкта.
4. Тривалість дії ураження СДОР.

Крім цього, при прогнозуванні хімічної обстановки, створеної внаслідок застосування ОР, можуть визначатись і інші параметри (час перебування в засобах захисту шкіри, можливі втрати та ін.).

## **6.2. Загальна характеристика сильнодіючих отруйних речовин (СДОР)**

Хімічні речовини, призначені для використання в цілях народного господарства, що токсичні та здатні викликати масові ураження людей і тварин, прийнято називати сильнодіючими отруйними речовинами.

В наслідок виробничих аварій і стихійних лих запаси СДОР можуть служити осередком хімічного ураження і представляти небезпеку для життя і здоров'я людей.

Поширення отруйних парів відбувається в напрямку руху повітряних потоків (напрямку вітру), утворюючи зону хімічного зараження.

Характер і масштаби розповсюдження СДОР залежать від кількості отруйної речовини, що поступила в атмосферу, її токсичності, фізичних властивостей, метеорологічних умов, щільності навколишньої забудови, рельєфу місцевості та ін.

Ступінь хімічної небезпеки об'єкта встановлюється виходячи з сумарної кількості СДОР, що знаходиться на об'єкті в перерахунку на хлор:

250 т і більш - 1 ступінь небезпеки;

від 50 до 250 т - 2 ступінь небезпеки;

від 0,8 до 50 т - 3 ступінь небезпеки.

Для деяких СДОР відомий коефіцієнт еквівалентності одній тонні хлору, що приведений в табл.6.1. Для інших сильнодіючих отруйних речовин коефіцієнти по хлору розраховуються по формулі:

$$K_{скв} = \frac{\Gamma_{хл}}{\Gamma_{сдор}}$$

де  $\Gamma_{хл}$  - глибина розповсюдження хлору, км (від 1 тонни);

$\Gamma_{сдор}$  - глибина розповсюдження СДОР, км (від 1 тонни).

$$\Gamma_{сдор} = 5,42 \frac{1}{4D^2}$$

де:  $D$  - вражаюча токсодоза мг.хв/літр.

Вражаюча токсодоза (кількісна характеристика токсичності отруйливої речовини, яка відповідає певному ефекту ураження) вимірюється концентрацією СДОР в повітрі (міліграм/літр) і часом перебування людини в зараженому повітрі (хвилина). Не для всіх СДОР відомі вражаючі токсодози.

У зв'язку з цим при оперативних розрахунках рекомендується

виходити з властивостей тієї або іншої речовини порівняно з аналогічними отруйними речовинами, токсодоза яких відома.

В описі властивостей сильнодіючих отруйних речовин фігурують поняття: гранично допустима концентрація ГДК і клас небезпеки речовини.

Під гранично допустимою концентрацією шкідливих речовин робочої зони в повітрі (ГДК<sub>р.з.</sub>) потрібно розуміти таку концентрацію хімічних речовин, яка при щоденному вдиханні в межах 8 годин протягом всього робочого стажу, не викликає захворювань або відхилень в здоров'ї людини. ГДК визначається кількістю шкідливих речовин в міліграмах в 1 кубічному метрі повітря і є обов'язковим санітарним нормативом, встановленим на основі даних медико-біологічних досліджень.

По ступеню дії на організм шкідливі речовини поділяються на 4 класи небезпеки:

1-й - речовини надзвичайно небезпечні;

2-й - речовини високо небезпечні;

3-й - речовини помірно небезпечні;

4-й - речовини малонебезпечні .

ГДК шкідливих речовин в повітрі робочої зони, мг/м<sup>3</sup>:

- для 1-го класу небезпеки - менше 0,1;

- для 2-го класу небезпеки - 0,1-1,0;

- для 3-го класу небезпеки - 1,1-10,0;

- для 4-го класу небезпеки - більше 10,0.

Середня смертельна концентрація в повітрі мг/м<sup>3</sup>:

- для 1-го класу небезпеки - менше 500;

- для 2-го класу небезпеки - 500-5000;

- для 3-го класу небезпеки - 5001-50000;

- для 4-го класу небезпеки - більше 50000.

Таблиця 6.1 - Узагальнені характеристики СДОР

№ з/ч	Найменування	Клас небезпеки	ГДК мг/м <sup>3</sup>	К <sub>хл</sub> по хлору	Токсична доза мг.хв/л
1	2	3	4	5	6
1	Аміак	4	2	10	15
2	Анілін	2	0,1	500	-
3	Аміл бромистий	2	0,5	-	-
4	Ізоаміл	2	0,5	-	-
5	Ацетонціангідрид	2	0,9	-	-
6	Ангідрид сірчаний	3	10	30	20
7	Ангідрид оцтовий	3	5	6 <sup>+</sup>	-
8	Ацетонітрил	3	10	10 <sup>+</sup>	-
9	Азота двоокис	2	5	6	-
10	Акролеїн	2	0,2	-	-
11	Діметилдіхлорсілан	-	-	- <sup>+</sup>	-
12	Діметилхлорсілан	-	-	56 <sup>+</sup>	-
13	Діметилхлорметилхлорсілан	-	-	90 <sup>+</sup>	-
14	Діетилхлорсілан	1	-	80 <sup>+</sup>	-
15	Бром	2	0,5	1	-
16	Бромбензол	2	3	-	-
17	Броместий децил	3	5	-	-
18	Броместий гексил	3	5	-	-
19	Броместий гептил	3	5	-	-
20	Бензол	2	5	-	-
21	Бензилхлорид	2	0,5	-	-
22	Бутіл броместий (ізобутіл броместий)	3	2	-	-
23	Водень хлористий	2	5	-	40
24	Водень фтористий	2	0,5	4	10
25	Водень миш'яковистий (арсін)	2	0,1	5	-
26	Винілтрихлорсілан	2	-	70 <sup>+</sup>	-
27	Гексаметіленімін	2	0,5	-	-
28	Гексафторбензол	3	5	-	-
29	Гідразін та його похідні	1	0,1	-	-

1	2	3	4	5	6
30	Гідроперекис	2	3	-	-
31	Дікстен	2	0,5	-	-
32	Діметилформахід	3	10	-	
33	Діметиламін	2	1	5	-
34	1,2-діхлорпропан	3	10	-	-
35	1,3-діхлорпропілен	3	5		-
36	Діхлоретан	2	10	-	-
37	Діетиламіноетилмеркаптан	2	1		-
38	Діметиланілін	2	0,2	500	
39	Кислота азотна	2	5	6	1,5
40	Кислота азотна	2	0,3	2	1,5
41	Кислота броместоводнева	2	2	30 <sup>+</sup>	-
42	Олеум (кислота сірчана)	2	1	30	20
43	Кислота мурашина	2	1	70 <sup>+</sup>	-
44	Рицин	.	-	-	.
45	Кислота соляна	2	5	40	20
46	Кислота хлорсульфанова	2	1	30	-
47	Кислота хлорна	2	5	-	-
48	Кротоновий альдегід	2	0,5	25 <sup>+</sup>	-
49	Метанол	3	5	25 <sup>+</sup>	-
50	Метил броместий	1	1	70 <sup>+</sup>	-
51	Метилацетат	4	100	70 <sup>+</sup>	-
52	Мешпмеркаптан	2	0,8	10*	-
53	Метилвинілдіхлорсілан	2	-	70 <sup>+</sup>	
54	Метилхлорсілан	2	-	44 <sup>+</sup>	
55	Метилдіхлорсілан	2	-	56 <sup>+</sup>	
56	Метилхлорметилдіхлорсілан	2		80 <sup>+</sup>	
57	Метилтрихлорсілан	1	-	56 <sup>+</sup>	-
58	Метил хлористий	2	5	70	-
59	Метил ефіракрилової кислоти	3	20	0,45	-
60	Нітрил акрилової кислоти	2	0,5	3,5	-
61	Чотирьоххлористий кремній	3	5	-	-
62	Окис етилену	2	1	70	-
63	Окис вуглецю	4	20	-	25
64	Перекис водню	3	1,4		
65	Перекис ацетилу	2	1	-	-

1	2	3	4	5	6
66	Пропіл броместий	2	2	-	
67	Перхлоретилен	3	10	11 <sup>+</sup>	-
68	Сірководень	2	10	10	
69	Сірковуглець	2	1	125	135
70	2,3,7,8 тетрахлордімензол-2-діоксін	-	-	-	-
71	Трихлоретилен	3	10		-
72	Трибромметан	1	5		-
73	Тетрафторетилен	2	5	-	-
74	Тетрафторетан	2	5		
75	Триметиламін	2	5	10	-
76	Толуол	3	50	-	
77	Триметилхлорсілан	2	.	-	-
78	Триетилхлорсілан	2	-	-	-
79	Трихлорсілан	2	1	-	
80	Трихлорпропан	3	2	-	-
81	Тетрахлорпропан	2	1	-	-
82	Фенілтрихлорсілан	3	.		
83	Фтор	1	0,15	-	-
84	Формадегід	3	0,5	-	-
85	Фосген	2	0,5	0,75	0,6
86	Хлор	2	1	1	0,6
87	Хлорокис фосфору	1	0,05	3	
88	Хлорангідрид сірнистої кислоти	-	-	-	-
89	Хлороформ	3	5		
90	Хлорпікрин	2	0,7	-	0,1
91	Хлорбензол	3	50	-	-
92	Хлорсілан	2	0,7	-	-
93	Хлорціан	1	0,07	-	0,75
94	Етилен сульфід	2	0,1	-	
95	Етиддіхлорсілан	2	-	-	
96	Етилтрихлорсілан	2	-	-	-
97	Етилхлорсілан	2	-	-	-
98	Етиленімін	1	0,02	-	-
99	Етиламін	3	18	10	-
100	Ацетальдегід	3	5	6 <sup>+</sup>	-

Примітка:  $K_{\text{хл}}$  по хлору, позначені зірочкою (+), визначені розрахунковим шляхом.

### 6.3. Прогнозування хімічної обстановки при аваріях на хімічно небезпечних об'єктах.

Розрахунок глибини зони зараження здійснюється в такій послідовності:

1. Визначається еквівалентна кількість речовини по первинній хмарі (в тоннах) за формулою

$$Q_{cl}=K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot Q_0, \text{ т}, \quad (6.1)$$

де  $K_1$  - коефіцієнт, який залежить від умов збереження СДОР (табл. 5.1, додатка 5, для стиснутих газів  $K_1=1$ );

$K_3$  - коефіцієнт, який дорівнює відношенню токсодози хлору до порогової токсодози другої СДОР (табл. 5.1, додаток 5);

$K_5$  - коефіцієнт, що враховує ступінь вертикальної стійкості повітря:

для інверсії,  $K_5=1$ ; ізотермії,  $K_5=0,23$ ; конвекції,  $K_5=0,08$ ;

$K_7$  - коефіцієнт, який враховує вплив температури повітря (табл. 5.1 додатка 5, для стиснутих газів  $K_7=1$ );

$Q_0$  - кількість викинутої (вилитої) при аварії СДОР, т.

При аваріях на сховищах стиснутого газу  $Q_0$  розраховується за формулою

$$Q_0=dV_x, \text{ т},$$

де  $d$  - щільність СДОР, т/м<sup>3</sup> (табл. 5.1 додаток 5);

$V_x$  - об'єм сховища, м<sup>3</sup>.

При аваріях на газопроводі

$$Q_0 = \frac{n \cdot d \cdot V_r}{100}, \text{ т},$$

де  $n$  - процентна концентрація СДОР в природному газі;

$V_r$  - об'єм секції газопроводу між автоматичними вимикачами, м<sup>3</sup>.

Примітка. При визначенні  $Q_{cl}$  для скраплених газів, які не ввійшли в табл. 5.1 додатка 5,  $K_7$  приймається рівним 1, а

$$K_1 = \frac{C_p \cdot \Delta T}{\Delta H_{\text{вип}}}, \quad (6.3)$$

де  $C_p$  - питома теплоємність рідкої СДОР, кДж/кг·град.;

$\Delta T$  - різниця температур рідкої СДОР до і після зруйнування ємкості, °С;

$\Delta H_{\text{вип}}$  - питома теплота випаровування рідкої СДОР при температурі випаровування, кДж/кг.

2. Визначається еквівалентна кількість речовини по вторинній хмарі за виразом

$$Q_{e2} = (1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot \frac{Q_o}{h \cdot d}, \text{ т}, \quad (6.4)$$

де  $K_2$  - коефіцієнт, який залежить від фізико-хімічних властивостей СДОР (табл. 6.1, додаток 6);

$K_4$  - коефіцієнт, що враховує швидкість вітру (табл. 5.2, додаток 5);

$K_6$  - коефіцієнт, який залежить від часу після аварії (табл. 5.3, додаток 5);

$h$  - товщина шару СДОР, м.

Примітка. 1. При визначенні величини  $Q_{e2}$  для речовин, які не ввійшли в табл. 6.1 додаток 6,  $K_7=1$ , а

$$K_2 = 8,1 \cdot 10^{-6} \cdot P \cdot \sqrt{M}, \quad (6.5)$$

де  $P$  - тиск насичення пари речовини при заданій температурі повітря, мм.рт.ст.;

$M$  - молекулярна маса речовини.

2. Товщина шару СДОР, які розлились вільно на поверхні, приймається  $h=0,05$  м по всій площі розливу; при розливах із ємкості, яка має свій піддон

$$h = \frac{Q_o}{F \cdot d}, \text{ м}$$

де  $Q_o$  - кількість викинутої (розлитої) при аварії речовини, т;

$d$  - щільність СДОР, т/м<sup>3</sup>;

$F$  - площа розливу в піддон, м<sup>2</sup>.

3. За  $Q_{e1}$ ,  $Q_{e2}$  і швидкістю вітру з табл. 5.4 додатка 5 визначаються глибини



по первинній і вторинній хмарам ( $\Gamma_1, \Gamma_2$ ). Глибина зони зараження  $\Gamma_m$  буде

$$\Gamma_m = 0,5 \cdot \Gamma_1 + \Gamma_2, \text{ км.} \quad (6.6)$$

Отримане значення  $\Gamma_m$  зрівнюється з можливим значенням глибини перенесення повітряних мас за прогнозований час ( $\Gamma_n$ )

$$\Gamma_n = T_n \cdot V_n, \text{ км,} \quad (6.7)$$

де  $T_n$  - час від початку аварії, год.;

$V_n$  - швидкість перенесення зараженого повітря при даних швидкості повітря і ступені вертикальної стійкості повітря, км/год, (табл. 5.8, додаток 5).

За остаточну глибину зони зараження ( $\Gamma$ ) приймається менше з двох ( $\Gamma_m$  і  $\Gamma_n$ ), порівняних між собою значень.

4. Визначення площі зони зараження. Площа зони можливого зараження первинною (вторинною) хмарою СДОР визначається за формулою

$$S = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi, \text{ км}^2, \quad (6.8)$$

де  $S$  - площа зони можливого зараження СДОР, км<sup>2</sup>;

$\Gamma$  - глибина зони зараження, км;

$\varphi$  - кутові розміри зони можливого зараження, град. (табл. 5.7, додаток 5).

Площа зони фактичного зараження  $S_\Phi$  дорівнює

$$S_\Phi = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot T_n^{0,2}, \text{ км}^2, \quad (6.9)$$

де  $K_8$  - коефіцієнт, який залежить від вертикальної стійкості повітря: інверсія,  $K_8=0,081$ ; ізотермія,  $K_8=0,133$ ; конвекція,  $K_8=0,235$ ;

$T_n$  - час після аварії (катастрофи), год,

На топографічних картах і схемах зона можливого хімічного зараження має вигляд:

а) при швидкості вітру за прогнозом  $V_{св} < 1$  м/с зона зараження має вигляд кола (рис. 6.1), точка "0" відповідає джерелу зараження:

- кутовий параметр  $\varphi=360^\circ$ ;

- радіус кола дорівнює глибині зони  $\Gamma$ , км;

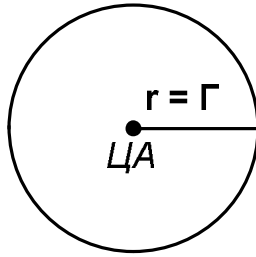


Рис. 6.1

б) при швидкості вітру за прогнозом  $V_{CB}=1$  м/с зона зараження має вигляд півкола (рис. 6.2);

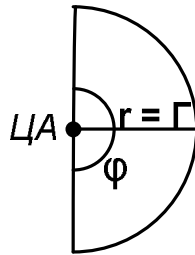


Рис. 6.2

в) при швидкості вітру за прогнозом  $> 1$  м/с зона зараження має вигляд сектора (рис. 6.3):

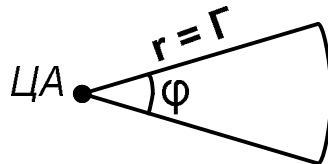


Рис. 6.3

- $\varphi = 90^\circ$  при швидкості вітру  $1 < V_{CB} \leq 2$  м/с;
- $\varphi = 45^\circ$  при швидкості вітру  $V_{CB} > 2$  м/с.

5. Визначення часу підходу зараженого повітря до об'єкта. Час підходу хмари СДОР до об'єкта залежить від швидкості перенесення хмари повітряним потоком і визначається за формулою:

$$t_{II} = \frac{R}{V_{II}}, \text{ год} \quad (6.10)$$

де  $R$  - відстань від джерела зараження до осередку зараження, км;

$V_{\Pi}$  - швидкість перенесення переднього фронту хмари зараженого повітря, км/год, (табл. 5.8, додаток 5).

6. Визначення тривалості дії ураження СДОР.

Тривалість вражаючої дії СДОР визначається часом його випаровування з площі розливу. Час випаровування СДОР з площі розливу (в годинах) визначається за формулою:

$$T_{\text{вип}} = \frac{h \cdot d}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7}, \text{ год} \quad (6.11)$$

де  $h$  - товщина шару СДОР, м;

$d$  - щільність СДОР, т/м<sup>3</sup>;

$K_2, K_4, K_7$  - коефіцієнти.

У випадку повного зруйнування хімічно небезпечного об'єкта при прогнозуванні глибини зараження пропонується брати дані на одночасний викид сумарного запасу СДОР на об'єкті і такі метеорологічні умови: інверсія, швидкість вітру 1 м/с. Еквівалентна кількість СДОР в хмарі зараженого повітря визначається аналогічно розглянутому в п. 2. методу для повторної хмари при вільному розливі. При цьому сумарна еквівалентна кількість  $Q_{e2}^{II3}$  розраховується за формулою:

$$Q_{e2}^{II3} = 20 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot \left( \sum_{i=1}^n K_{2i} \cdot K_{3i} \cdot K_{6i} \cdot K_{7i} \cdot \frac{Q_{oi}}{d_i} \right), \text{ т}, \quad (6.12)$$

де  $n$  - кількість типів СДОР, які є на об'єкті;

$Q_{oi}$  - запас  $i$ -го СДОР на об'єкті, т;

$d_i$  - щільність  $i$ -го СДОР, т/м<sup>3</sup>.

Отримане значення глибини зони зараження  $\Gamma_m$  в залежності від величини  $Q_{e2}^{II3}$  і швидкості вітру (табл. 5.4, додаток 5) порівнюється з глибиною перенесення повітряних мас  $\Gamma_{\Pi}$  (формула 6.7) і вибирається менше

з них.

**ЗАДАЧА 1.** Внаслідок стихійного лиха сталося повне руйнування хімічно небезпечного об'єкта, на якому були зосереджені: 30 тонн рідкого хлору, 200 тонн аміаку і 200 тонн нітрил акрилової кислоти.

Початкові дані:

- ясно, перемінна хмарність;
- швидкість вітру,  $V_{св} = 1$  м/с;
- азимут вітру,  $\alpha_{св} = 270^\circ$ ;
- температура повітря -  $0^\circ\text{C}$ ;
- стихійне лихо сталося в 4 години ночі.

Спрогнозувати можливу хімічну обстановку на об'єктах, які попали в зону зараження через 2 години після руйнування хімічного заводу ( $T_n = 2$  год).

#### Розв'язання

1. Визначення ступені вертикальної стійкості атмосфери.

За початковими даними  $V_{св} = 1$  м/с, при ясній погоді з перемінною хмарністю з табл.5.6. додатка 5 визначаємо - інверсія.

#### 2. Визначення часу випаровування СДОР

$$T_{вип}(хлор) = \frac{h \cdot d}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7} = \frac{0,05 \cdot 1,553}{0,052 \cdot 1 \cdot 1} = 1,49 \text{ год}$$

$$T_{вип}(аміак) = \frac{h \cdot d}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7} = \frac{0,05 \cdot 0,681}{0,025 \cdot 1 \cdot 1} = 1,36 \text{ год}$$

$$T_{вип}(НАК) = \frac{h \cdot d}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7} = \frac{0,05 \cdot 0,806}{0,007 \cdot 1 \cdot 0,4} = 14,39 \text{ год}$$

#### 3. Прогнозування глибини зони зараження.

3.1. Визначення еквівалентної кількості речовини у вторинній хмарі

$$Q_{e2}^{ПЗ} = 20 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot \left( \sum_{i=1}^{n=3} K_{2i} \cdot K_{3i} \cdot K_{6i} \cdot K_{7i} \cdot \frac{Q_{oi}}{d_i} \right) = 20 \cdot 1 \cdot 1 \cdot (0,052 \cdot 1 \cdot 1,49^{0,8} \cdot 1 \cdot \frac{30}{1,553} + 0,025 \cdot 0,04 \cdot 1,36^{0,8} \cdot 1 \cdot \frac{200}{0,608} + 0,007 \cdot 0,8 \cdot 2^{0,8} \cdot 0,4 \cdot \frac{200}{0,806}) = 54 \text{ т}$$

3.2. З табл. 5.4 (додаток 4) методом інтерполювання знаходимо глибину зони зараження:

$$\Gamma_m = 52,67 + \frac{65,23 - 52,67}{70 - 50} \cdot 4 = 55,18 \text{ км}$$

3.3. З табл. 5.8 (додаток 5) і формули 6.7 знаходимо гранично можливе значення глибини перенесення повітряних мас за T після аварії, тобто  $\Gamma_{\text{п}} = T_{\text{п}} V_{\text{п}} = 2 \cdot 5 = 10 \text{ км}$

( $T_{\text{п}} = 2$  години,  $V_{\text{п}} = 5$  км/год, (табл. 5.8, додаток 5)).

Таким чином, глибина зони зараження внаслідок зруйнування хімічно небезпечного об'єкта через 2 години після зруйнування об'єкта може скласти 10 км.

#### 4. Визначення площі зони можливого зараження.

Площа зони можливого зараження через 2 години після зруйнування об'єкта дорівнює

$$S = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot 10^2 \cdot 180 = 156,96 \text{ км}^2.$$

При швидкості вітру  $V_{\text{св}} = 1 \text{ м/с}$  зона зараження має вигляд півкола (рис.6.4.)

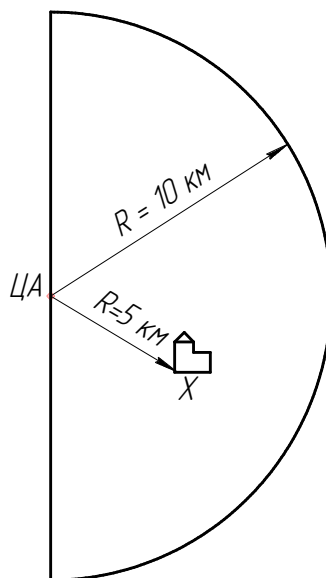


Рис. 6.4. Зона хімічного зараження

Висновок. В зону хімічного зараження попав об'єкт "X" на відстані  $R = 5 \text{ км}$ .

Площа зони фактичного зараження (у фіксований момент) дорівнює  $S_{\phi} = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot T_{\text{п}}^{0,2} = 0,081 \cdot 10^2 \cdot 2^{0,2} = 0,32 \text{ км}^2$ .

Примітка. Зона фактичного зараження на карту не наноситься, а її площа необхідна для орієнтованого визначення можливих втрат людей.

### **5. Визначення часу підходу зараженого повітря до об'єкта.**

Об'єкт розташований на відстані  $R = 5$  км від джерела зараження.

Тоді час підходу хмари СДОР до об'єкта дорівнює

$$t_{II} = \frac{R}{V_{II}} = \frac{5}{5} = 1 \text{ год}$$

Висновок. За одну годину від початку зруйнування хімічно небезпечного об'єкта потрібно на об'єкті "X" провести всі заходи щодо захисту людей від ураження СДОР.

### **6.4. Виявлення і оцінка хімічної обстановки при використанні хімічної зброї**

ЗАДАЧА 2. Супротивник ланкою літаків X2, Y2 в 5.00 25.12... способом поливу застосував хімічну зброю по місту "K" (в 3 км від промислового об'єкта "M"). Виявлена ОР типу ВІ-ІКС.

Початкові дані:

1. Метеоумови: ізотермія,  $V_{\text{св}} = 4$  м/с,  $\alpha_{\text{св}} = 270^\circ$ , температура повітря і ґрунту  $20^\circ\text{C}$ .
2. Робітники і службовці 313 забезпечені на 100%, населення ЗІЗ не забезпечено і знаходиться в житлових будинках. Потрібно: виявити і оцінити хімічну обстановку.

#### **Розв'язання**

2.1. Визначення розмірів зони хімічного зараження, її площі і границь осередків хімічного ураження.

2.1.1. Визначення довжини зони хімічного зараження. Із табл. 5.9 (додаток 5)  $L=4$  км.

2.1.2. Визначення глибин розповсюдження хмари зараженого повітря, км. На підставі початкових даних з табл. 5.10 (додаток 5) знаходимо глибину розповсюдження ОР на відкритій місцевості,  $\Gamma_0 = 12$  км. З

урахуванням примітки 3 до табл. 5.10 глибина розповсюдження в місті з суцільною забудовою

$$\Gamma = \frac{\Gamma_0}{3,5} = \frac{12}{3,5} = 3,4 \text{ км}$$

2.1.3. З урахуванням коефіцієнта розсіювання ( $\alpha = 0,08 \Gamma$ ) зону зараження наносимо на карту місцевості і визначаємо межі осередків хімічного ураження (рис. 6.5).

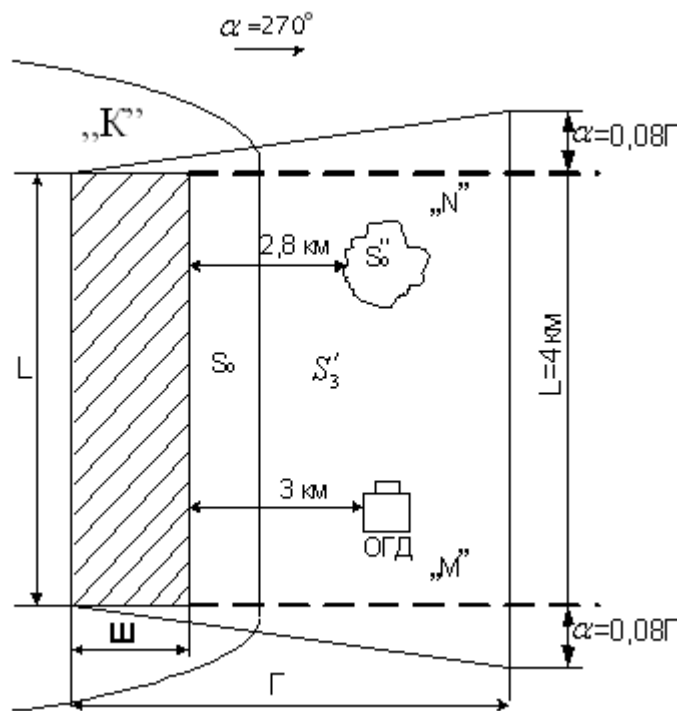


Рис. 6.5 Зона хімічного забруднення

Висновок. В зону хімічного зараження попали: частина міста „К”, ОГД і селище „N”, тобто виникли три осередки хімічного ураження  $S_0$ ,  $S'_0$ ,  $S''_0$ .

2.1.4. Визначення площі зони хімічного зараження і меж осередків ураження.  $\alpha$

Площу зони хімічного зараження визначаємо за формулою

$$S_3 = \Gamma \cdot L + \Gamma \cdot 0,08\Gamma = \Gamma(L + 0,08\Gamma) = 3,4(4 + 0,08 \cdot 3,4) = 14,7 \text{ км}^2.$$

Межі осередків ураження збігаються з межами частини міста, селища "N" і ОГД.

2.2. Визначення приблизного часу підходу хмари зараженого повітря до меж селища "N" і ОГД.

З табл. 5.12 додаток 5 знаходимо:

- а) час підходу хмари зараженого повітря до ОГД,  $t_{\text{П}} = 11$  хв;
- б) час підходу хмари зараженого повітря до селища "N",  $t_{\text{П2}} = 10$  хв,

2.3. Визначення стійкості ОР на місцевості. З табл. 5.13 (додаток 5) при заданих умовах стійкість ОР на місцевості дорівнює  $4 \div 12$  діб.

2.4. Визначення можливих втрат населення, робітників і службовців в осередках хімічного ураження.

З табл. 5.15 додаток 5 визначаємо можливі втрати:

- а) населення міста і селища "N",  $\text{П} = 75\%$ ;
- б) робітників і службовців,  $\text{П} = 30\%$ .

Орієнтована структура втрат (примітка до табл. 5.15):

- легкі-12%;
- середні і важкі - 48%;
- смертельні - 40%

2.5. Визначення часу перебування людей в засобах захисту шкіри.

Тривалість перебування людей в засобах захисту шкіри при виконанні робіт в осередках ураження залежить, головним чином, від температури повітря. З табл. 5.14 додаток 5 знаходимо  $t_{\text{пр}} = 0,8$  години.

#### Висновки:

1. Внаслідок використання противником хімічної зброї частина міста "К", ОГД, селище "N" опинилися в зоні хімічного зараження з різною концентрацією ураження .
2. Стійкість ОР на місцевості  $4 \div 12$  діб.
3. У випадку неприйняття заходів щодо захисту робітників і службовців об'єкта, населення міста і селища можуть бути великі втрати.
4. Час перебування людей в засобах захисту шкіри не більше 48 хв.
5. За час підходу хмари зараженого повітря до можливих осередків ураження



потрібно:

- а) робітникам і службовцям ОГД закінчити роботи, надіти ЗІЗ і сховатись в захисних спорудах до зниження концентрації ОР, до безпечних значень;
- б) незахищене населення вивести із осередків ураження за межі зони хімічного зараження.

## **6.5 Стисла характеристика деяких типів сильнодіючих отруйних речовин.**

### **Амоніак\* $\text{NH}_3$**

ГДК –  $20\text{мг/м}^3$ , клас небезпеки 4,  $K_{\text{хл}}$  - 10

Отримують прямим синтезом з газоподібних водню і азоту під тиском (при наявності каталізатора) або при коксуванні кам'яного вугілля.

Безбарвний газ з задушливим різким запахом, з їдким смаком. Розчиняється у воді, ефірі та інших органічних розчинниках. Водний розчин має лужну реакцію. Легший за повітря, горючий. Пари з повітрям утворюють вибухонебезпечні суміші.

Небезпечний при вдиханні. Викликає сильний кашель, задуху, проявляє подразнюючу дію на слизисті, на очі.

При витокі і розливі евакуювати людей. Використовувати розпилену воду. При пожежі гасити розпиленою водою і повітряно-механічною піною.

Заходи захисту: ізолюючий протигаз або фільтруючий протигаз марки КД і М (до відчуття запаху аміаку). Захисний костюм, гумові чоботи, рукавички.

Перша допомога: свіже повітря, тепло, спокій; дати зволожений кисень. Шкіру, слизисті і очі промити водою або 2-процентним розчином борної кислоти.

### **Анілін $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$**

ГДК -  $0,1\text{ мг/м}^3$ , клас небезпеки 2,  $K_{\text{хл}}$  - 500

Застосовується в анілінофарбовому виробництві. Отримують відновленням

нітробензолу.

Безбарвна масляниста рідина, швидко темніє на повітрі. Важчий за воду. Пари важчі за повітря. Не розчиняється у воді. Добре розчиняється в спирті, ефірі, органічних розчинниках. Горючий. Пари з повітрям утворюють вибухонебезпечні суміші.

Небезпечний при вдиханні, попаданні всередину, проникає через шкіру. Нейтралізується розчином оцтової кислоти. При витокі місце розливу засипають інертним матеріалом.

При пожежі гасити тонкорозпиленою водою і повітряно-механічною піною.

Засоби захисту: фільтруючий протигаз марки "А", захисний костюм, рукавички.

Перша допомога: свіже повітря, спокій, тепло, кисень, чиста білизна, промивання уражених місць теплою водою. Протипоказаний алкоголь. Госпіталізація.

### **Нітроген (IV) оксид\*( Азот двоокис) NO<sub>2</sub>**

ГДК - 5 мг/м<sup>3</sup>, клас небезпеки – 2, К<sub>хл</sub>- 6

Двоокис азоту - проміжний продукт окислення аміаку при виробництві азотної кислоти. Застосовується як нітруючий агент, каталізатор при отриманні сульфатної (сірчаної) кислоти H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> баштовим способом.

Бурий газ із задушливим запахом. З водою утворює азотну (азотисту) кислоту. Сильний окислювач: вугілля, сірка, органічні сполуки, загоряються. Утворює вибухонебезпечні суміші з воднем, аміаком сірководнем. Дегазуючий склад: розчин солі, вапняне молоко.

Володіє вираженою подразнюючою і припікаючою дією на дихальні шляхи, що приводить до набряку легенів, діє на слизисту, очі.

Засоби захисту: фільтруючий протигаз, костюм, чоботи, рукавички.

Перша допомога: свіже повітря, спокій, тепло, кисень. Якщо необхідно – штучне дихання.

## **Бром Br<sub>2</sub>**

ГДК - 0,5 мг/м<sup>3</sup>, клас небезпеки – 2, K<sub>хл</sub> -1

Бром концентрується в калієвих солях, в деяких водорослях, залишковій ріпі, а також в нафтових водах, звідки він і добувається.

Червоно-бура рідина з різким запахом. Погано розчиняється у воді. Добре розчиняється в органічних розчинниках. У воді гідролізується з утворенням бромоводневої кислоти, сильний окиснювач. Пари важчі за повітря. Накопичується в підвалах, низинах. Отруйний при прийомі всередину і вдиханні, при попаданні рідкого броду на шкіру утворюється язва.

Місце розливу нейтралізувати розчином кальцинованої соди або вапняним молоком.

Засоби захисту: ізолюючий або фільтруючий протигаз марки "Б", захисний костюм, гумові чоботи і рукавички.

Перша допомога: свіже повітря, зволожений кисень, слизисті і шкіру промити 2% розчином соди.

Госпіталізація!

## **Бензен (бензол) C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>**

ГДК - 5 мг/м<sup>3</sup>, клас небезпеки 2.

Продукти перегонки кам'яного вугілля і нафти, рідина з характерним запахом. Розчиняється в бензині, гасі, змащувальних маслах, етерах. Майже не розчиняється у воді.

Пари важчі за повітря, накопичуються в підвалах, низинах. Пари з повітрям утворюють вибухонебезпечні суміші. Горючі. Небезпечні при вдиханні. Отруйні при прийомі всередину, діють як наркотики. Проникають через шкіру. Діють на центральну нервову систему, слизисту, очі.

При пожежі: ізолювати зону, гасити вогонь тонкорозпиленою водою, повітряно-механічними і хімічними пінами. Використовувати сухий пісок, землю, покривала, вогнегасники ОП, ОУ.

Засоби захисту: ізолюючий або фільтруючий протигаз марок "А", "М", "БКФ", захисний костюм, гумові чоботи, рукавички.

Перша допомога: винести на свіже повітря, забезпечити тепло і спокій. Дати кисень. Шкіру помити водою з милом.

Госпіталізація!

### **Диметиламін $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$ .**

ГДК-1  $\text{мг/м}^3$ , клас небезпеки – 2,  $K_{\text{хл}}-10$

Зустрічається при розкладанні алкалоїдів і білків; міститься в деяких рослинах, в оселедцевому розсолі. Отримують з метилового спирту і аміаку; при нагріванні суміші формаліну з хлористим амонієм і ін. методами. Застосовується в органічному синтезі, виробництві барвників, інсектицидів. Безбарвна летюча рідина з різким неприємним запахом. Добре розчиняється у воді і органічних розчинниках. Пари важчі за повітря, накопичуються в підвалах, низинах. Горючий. Легко загорається від іскри і полум'я. Пари з повітрям утворюють вибухонебезпечні суміші. Небезпечні при вдиханні, пари подразливо діють на слизові, очі, шкіру.

При витоку засипати піском, землею. Гасити вогонь тонкорозпиленою водою, повітряно-механічною піною, піском, вогнегасниками.

Засоби захисту: ізолюючий або фільтруючий протигаз марки "А", захисний костюм, гумові чоботи, рукавички.

Перша допомога: свіже повітря, забезпечити тепло і спокій, очі і шкіру промити водою або 2% розчином борної кислоти.

### **Дихлоретан $\text{CH}_2\text{ClCH}_2$**

ГДК - 10  $\text{мг/м}^3$ , клас небезпеки – 2.

Застосовується як розчинник. Безбарвна рідина з характерним запахом, не розчиняється у воді. Пари з повітрям утворюють

вибухонебезпечні суміші. Пари важчі за повітря, накопичуються в підвалах, низинах, горючі. Пари утворюють з повітрям вибухонебезпечні суміші. Пари подразливо діють на слизові, шкіру, очі, проникають через шкіру.

При витоку і розливі місця засипати піском, землею, промити водою.

При пожежі ізолювати зону. Гасити вогонь тонкорозпиленою водою, повітряно- механічною піною, вогнегасниками ОП, ОУ.

Засоби захисту: ізолюючий протигаз або фільтруючий марки "А", захисний костюм, чоботи, рукавички.

Перша допомога: свіже повітря, тепло, спокій, шкіру змити водою. Дати кисень.

### **Диметиланілін (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>NH<sub>2</sub>.**

ГДК - 0,2 мг/м<sup>3</sup>, клас небезпеки -2, К<sub>хл</sub> - 500

Застосовується у виробництві основних барвників, деяких медикаментів у фотографії і ін. Отримують метилуванням аніліну при нагріванні з метиловим спиртом і хлоридною (соляною) кислотою.

Масляниста рідина. Темніє на світлі. Важча за воду. Пари важчі за повітря. У воді не розчиняється.

Розчиняється в спирті, етері, органічних розчинниках. Горючий.

Небезпечний при вдиханні, попаданні всередину, проникає через шкіру.

При витоку місце розливу засипати інертним матеріалом. При пожежі гасити тонкорозпиленою водою і повітряно-механічною піною.

Засоби захисту: фільтруючий протигаз марки "А", захисний костюм, рукавички.

Перша допомога: свіже повітря, спокій, тепло, кисень, чиста білизна, промивання уражених місць теплою водою, розчином пермарганату калію.

Протипоказаний алкоголь. Госпіталізація!

### **Нітратна кислота (азотна) HNO<sub>3</sub>**

ГДК - 5 мг/м<sup>3</sup>, клас небезпеки-2, К<sub>хл</sub> - 6

Застосовується для виробництва добрив, вибухових речовин, кіноплівки, штучного шовку, нітратів; як окислювач ракетного палива.

Отримують каталітичним окисненням  $\text{NH}_3$  киснем повітря.

Безбарвна рідина. Пари важчі за повітря. Накопичуються в підвалах, низинах.

Сильний окиснювач, стружка, солома, тирса і ін. при контакті з  $\text{HNO}_3$  - запалюються. Добре розчиняється у воді. Негорюча. Спирт і скипидар при взаємодії з нею вибухають. Небезпечна при вдиханні, попаданні всередину, дихальні шляхи, на шкіру, очі, слизові.

При розливі: ізолювати небезпечну зону в радіусі 800 м. Місця розливу нейтралізувати каустичною содою, содовим порошком, вапном, потім змити водою. При пожежі гасити водою.

Засоби захисту: ізолюючий або фільтруючий протигаз марки "В", захисний костюм, гумові чоботи, рукавички.

Перша допомога: свіже повітря, помити шкіру, очі 2% розчином соди. Госпіталізація!

### **Кислота синильна $\text{HCN}$**

ГДК - 0,3 мг/м, токсодоза 1,5 мг.хв/л, клас небезпеки -2,  $K_{хл}$ - 2

Безбарвна рідина із запахом гіркою мигдалю. Добре розчинна у воді і органічних розчинниках. Проникає через органи дихання, повільніше через шкіру. Подразнює слизові, очі.

Нейтралізація на місцевості - випарювання. У приміщеннях провітрювання.

Засоби захисту: протигаз ГП-5, рукавички.

Перша допомога: надіти протигаз, ввести ампулу з протиотрутою. При необхідності штучне дихання.

### **Хлоридна кислота (соляна) $\text{HCl}$**

(хлористоводнева кислота)

ГДК - 5 мг/м<sup>3</sup>, клас небезпеки – 2, токсодоза 20 мг.хв/л, K<sub>хл</sub>- 40

Застосовується для отримання органічних барвників, хлоропрену, гідролізного спирту, глюкози, омилення жирів, дублення і забарвлення шкір, в гідрометалургійних процесах, гальванопластиці, нафтовидобутку.

Отримують при взаємодії H<sub>2</sub> і Cl<sub>2</sub> при t = 2400 °С або NaCl та H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> при 500 - 550 °С.

Безбарвна рідина. Легко випаровується на повітрі. Добре розчиняється у воді. Розчиняє метали. Негорюча. При взаємодії з металами утворює легкозаймистий газ, небезпечний при вдиханні, попаданні всередину і на шкіру. При розливі нейтралізувати вапном, содовим порошком і іншими лугами і змити водою.

Засоби захисту: ізолюючий або фільтруючий протигаз марки "В", захисний костюм, гумові чоботи та рукавички.

Перша допомога: свіже повітря, змити шкіру і очі 2% розчином соди. Термінова госпіталізація.

### **Метил бромистий CH<sub>3</sub>Br**

(бромметал, бромметан) ГДК - 1 мг/м<sup>3</sup>, клас небезпеки - 1

Отримують взаємодією метилового спирту та HBr (бромоводневої кислоти). Застосовується в хімічній промисловості як холодоагент; у вогнегасниках. Безбарвний газ. Важчий за повітря. У воді не розчиняється.. При витоку накопичується в підвалах, низинах. Негорючий. Небезпечний при вдиханні, попаданні всередину, сильно діє на нервову систему. Проникає через шкіру. Викликає опіки очей, слизових, шкіри. Нейтралізація - спиртовий розчин лугу. При пожежі гасити тонко розпиленою водою, піною.

Засоби захисту: ізолюючий або фільтруючий протигаз марки „А", захисний костюм, гумові чоботи та рукавиці.

Перша допомога: свіже повітря, зволожений кисень. При відсутності дихання - зробити штучне - „рот в рот". Шкіру і слизові промити 2% розчином соди або води 15 хв.

## **Метил хлористий $\text{CH}_3\text{Cl}$**

(хлористан, фреон - 40, хладон - 40)

ГДК -  $5 \text{ мк/м}^3$ , клас небезпечності - 2

Застосовується як розчинник жирів і смол, в вогнегасниках. Отримується як перший продукт хлорування метану, при нагріванні метилового спирту з  $\text{HCl}$ . Безбарвний газ, в воді не розчиняється. Важчий за повітря.

Накопичується в підвалах, низинах. Горючий. Легко займається від іскор та полум'я. Пари з повітрям утворюють вибухонебезпечну суміш. З вогнем виділяє отруйні гази.

Небезпечний при вдиханні і потраплянні в середину. Діє на нервову систему, подразнює слизисту і очі.

При пожежі тушити розпиленою водою і повітряно-механічною піною. При витoku дати газу вийти з ємності і поливати його водою. Евакуювати людей з зараженої зони.

Засоби захисту: ізолюючий або фільтруючий протигаз марки Д", захисний костюм, резинові чоботи, рукавиці.

Перша допомога: свіже повітря, теплота, спокій. Зволожений кисень. Госпіталізація!

## **Карбон (II) оксид (оксид вуглецю) $\text{CO}$**

(угарний газ)

ГДК -  $20 \text{ мг/м}^3$ , клас небезпечності - 4

Безбарвний газ, без смаку та запаху, надзвичайно отруйний, горючий, горить синім полум'ям. При горінні перетворюється в вуглекислий газ. Майже не поглинається активованим вугіллям. При низьких температурах інертний, при високих і при наявності каталізаторів легко вступає в різні реакції. З хлором утворює фосген.

При пожежі гасити інертним газом.

Засоби захисту: фільтруючий протигаз марки  $\text{CO}$  або кисневий протигаз КИП - 5.



Перша допомога: винести на свіже повітря. Подати кисень. Спокій.  
Дати понюхати нашатирний спирт.

Госпіталізація!

### **Дигідрогенсульфур (сірководень) $H_2S$**

ГДК -  $10\text{мг}/\text{м}^3$ , клас небезпечності – 2,  $K_{хл}$ -10

Зустрічається в вулканічних газах і водах мінеральних джерел, в місцях народження нафти і природного газу. Застосовується для отримання сульфатної кислоти. Отримується як продукт при очистці природних і промислових газів.

Властивості: безбарвний: газ з запахом тухлих яєць. Важчий повітря. Накопичується в підвалах та низинах. Розчиняється у воді з утворенням сірчаної кислоти. Горючий. Пари з повітрям утворюють вибухонебезпечні суміші.

Небезпечний при вдиханні. Подразнює слизові та очі. Для осідання газу використовувати розпилену воду. Нейтралізацію проводити вапновим молоком, розчином соди і лугів.

При пожежі гасити тонко розпиленою водою, повітряно-механічною піною.

Засоби захисту : фільтруючий протигаз марки „КД”, захисний костюм, резинові чоботи, рукавиці.

Перша допомога : свіже повітря, спокій, тепло, кисень, тепле молоко, тепле приміщення. Госпіталізація!

### **Фтор $F_2$**

ГДК-0,  $15\text{мг}/\text{м}^3$ , клас небезпечності – 1

Зелено-жовтий газ з сильним запахом. Надзвичайно реакційно здатний. Не утворює сполуки з гелієм, неоном, аргоном, не взаємодіє з  $CO$  та  $CO_2$ .

Воду розкладає утворенням  $HF$  і  $O_2$ . Важчий за повітря. Токсичний. Вступає в реакцію з тканинами організму. Довготривала взаємодія

небезпечна при підвищенні концентрації. Діє через шкіру, подразнює та обпалює слизову і очі.

Осідання газу виконують розпиленням розчином кальцинованої соди. Дегазацію виконують вапняковим молоком, аміачною водою або розчином кальцинованої соди.

Засоби захисту: ізолюючий протигаз, захисний костюм, гумові чоботи, рукавиці.

Перша (долікарська) допомога: свіже повітря, вимити шкіру водою. Очі та слизову промити водою не менше 15 хвилин.

### **Хлороформ $\text{CHCl}_3$**

(трихлорметан, фреон-20, хладон-20)

ГДК -  $5 \text{ мг/м}^3$ , токсичність – 3, клас небезпеки - 3

Застосовується як розчинник жирів та масел, у виробництві штучного шовку. Отримують дією хлорного вапна на ацетон, спирт чи ацетальдегід, а також хлоруванням метану.

Безбарвна рідина. Пари важчі за повітря. При дотику з вогнем утворюються ядовиті гази. Не горить. Леткий наркотик.

Небезпечний при вдиханні, попаданні всередину, на шкіру, слизову, наркотик, діє токсично на обмін речовин і внутрішні органи. При розливі засипати землею або піском.

Засоби захисту: фільтруючий протигаз марки "А", захисний костюм, рукавиці.

Перша (долікарська) допомога: свіже повітря, спокій, тепло. Кисень, приймати всередину 1-2 пігулки активованого вугілля. Заборонено молоко, алкоголь. Госпіталізація.

### **Фосген $\text{COCl}_2$**

(хлорокись вуглецю, дихлорангідрид карбонатної кислоти, карбонілхлорид)

ПДК -  $0,5 \text{ мг/м}^3$ , клас небезпеки -2,  $K_{\text{хл}}$ - 0,75

Газ з задушливим неприємним запахом (прілого сіна, гнилих плодів), погано розчиняється у воді. Добре розчиняється в бензені, толуолі, хлорбензені та оцтовій кислоті.

Важчий за повітря. Накопичуються в підвалах, низинах. Не горить. Небезпечний при вдиханні, потрапляє через шкіру, очі, всередину.

Місце розливу нейтралізувати вапняковим молоком, розчином соди, лугу або аміачної води.

Засоби захисту: фільтрувальний протигаз, при високих концентраціях - ізолюючий протигаз, захисний костюм, гумові чоботи, рукавиці.

Перша (долікарська) допомога: свіже повітря, зволожений кисень, чистий одяг, спокій. Тепле молоко з содою. Госпіталізація.

### **Хлор Cl<sub>2</sub>**

ГДК - 1 мг/м<sup>3</sup>, клас небезпеки -2, K<sub>сг</sub>-1

Застосовується для хлорування води, отримання пластмас, дезінфікуючих, вибілюючих, миючих засобів, у виробництві гліцерину, оксиду етилену і т.д. Отримується електролізом розчину.

Зелено-жовтий газ з характерним запахом. У воді розчиняється погано. При приєднанні до води утворює хлоридну кислоту. Важчий за повітря. Накопичується в підвалах, низинах. Не горить. При виході в атмосферу димить. Сильно подразнює слизову та шкіру. Ядовитий при вдиханні та прийманні всередину. Проникає через шкіру.

При витіканні людей евакуювати, місце розливу залити розчином кальцинованої соди або вапняковим молоком.

Засоби захисту: ізолюючий або фільтрувальний протигаз марки "В", захисний костюм, гумові чоботи, рукавиці.

Перша (долікарська) допомога: свіже повітря, зволожений кисень; слизові та шкіру промити 2%-ним розчином соди. При відсутності дихання зробити штучне дихання "рот в рот". Госпіталізація.

## Додаток

### Додаток 1

Таблиці по оцінці стійкості роботи ОГД в умовах дії надмірного тиску та світлового випромінювання.

Таблиця 1.1 - Ступені руйнування елементів об'єкта при різних надмірних тисках ударної хвилі, кПа

Елементи об'єкта	Руйнування			
	слабкі	середні	сильні	повні
1	2	3	4	5
Масивні промислові будинки з металевим каркасом та крановим обладнанням вантажопідйомністю 25... 50т.	20...30	30...40	40...50	50...70
Те ж, з крановим обладнанням вантажопідйомністю 10. . .100 т.	20...40	40...50	50...60	60...80
Бетонні та залізобетонні будинки та будинки антисейсмічної конструкції	25...35	80...120	150...200	200
Будинки з легким металевим каркасом і безкаркасної конструкції	10...20	20...30	30...50	50...70
Промислові будинки з легким металевим каркасом і бетонним наповненням з площею скління біля 30%	10...20	20...30	30...40	40...50
Промислові будинки з металевим каркасом та суцільним крихким наповненням стін і даху	10...20	20...30	30...40	40...50
Багатоповерхові залізобетонні будинки з великою площею скління	8...20	20...40	40... 90	90...100
Будинки з збірного залізобетону	10...20	20...30	—	30...60
Одноповерхові будинки з металевим каркасом і стіновим наповненням із волокнистої сталі	5...7	7...10	10...15	15

Продовження табл. 1.1

1	2	3	4	5
Те ж, з дахом та стіновим наповненням із волокнистої сталі	7...10	10...15	15...25	25...30
Цегляні безкаркасні виробничо-допоміжні будинки з перекриттям із залізобетонних збірних елементів одно - і багатоповерхові	10...20	20...35	35...45	45...60
Те ж, з перекриттям із дерев'яних елементів	8...15	15...25	25...35	35
Будинки фідерної або трансформаторної підстанції із цегли або блоків	10...20	20...40	40...60	60...80
Складські цегляні будинки	10...20	20...30	30...40	40...50
Легкі склади-навіси з металевим каркасом та шиферним покриттям	10...25	25...35	35...50	50
Склади-навіси із залізобетонних елементів	20...35	35...70	80...100	100
Адміністративні багатоповерхові будинки з металевим або залізобетонним каркасом	20...30	30...40	40...50	50...60
Цегляні малоповерхові будинки	8...15	15...25	25...35	35...45
Цегляні багатоповерхові будинки (три і більше поверхів)	8...12	12...20	20...30	30...40
Дерев'яні будинки	6...8	8...12	12...20	20...30
Зруйнування звичайного скління будинків	0,5...1	1...1,5	1,5...3	—
Те ж, з армованого скла	1...1,5	1,5...2	2...5	—
Доменні печі	20	40	80	100
Будинки ГЕС	50...100	100...200	20...30	300
Затвори греблі	20...70	70...100	100	—

2. Деякі види обладнання

Верстати важкі	25...40	40...60	60...70	—
Верстати середні	15...25	25...35	35...45	—
Верстати легкі	6...12	—	15...25	—
Крани та кранове обладнання	20...30	30...50	50...70	70

Продовження табл. 1.1

1	2	3	4	5
Підйомно-транспортне обладнання	20	50...60	60...80	80
Ковальсько-пресове обладнання	50	100...110	150...200	—
Стрічні конвеєри в галереї на залізобетонній естакаді	5...6	6...10	10...20	20... 40
Гнучкі шланги для транспортування сипких матеріалів	7...15	15...25	25...35	35...45
Електродвигуни потужністю до 2 кВт, відкриті	20...40	40... 50	—	50...80
Те ж, герметичні	30...50	50...70	—	80...10
Електродвигуни потужністю від 2 до 10 кВт, відкриті	30...50	50...70	—	80...90
Те ж, герметичні	40...60	60 75	—	75...110
Електродвигуни потужністю 10 кВт та більше, відкриті	50...60	60... 80	—	80...120
Те ж, герметичні	60...70	70...80	—	80...120
Трансформатори від 100 до 1000 кВ	20...30	30...50	50...60	60
Трансформатори блочні	30...40	40...60	—	—
Генератори на 100... 300 кВт	30...40	40...60	—	—
Відкрите улаштування	15...25	25...35	—	—
Масляні вимикачі	10...20	20...30	—	—
Контрольно-вимірювальна апаратура	5...10	10...20	20...30	30
Магнітні пускачі	20...30	30...40	40...60	—
Електричні лампи в плафонах	—	—	—	10...20
Електричні лампи відкриті	—	—	—	5...7
Стелажі	10...25	25...35	35...50	50...70

3. Комунальні енергетичні споруди і мережі

Газгольдери і наземні резервуари для ПММ та хімічних речовин	15...20	20...30	30...40	40
Підземні металеві та залізобетонні резервуари	20...50	50...100	100...200	200
Частково заглиблені резервуари і ємності	30...40	40...70	70...90	90

Продовження табл. 1.1

1	2	3	4	5
Дерев'яні заглиблені сховища шароподібної конструкції	20...40	40...60	60...100	100
Відкрито розміщене обладнання артезіанських свердловин	70...110	110...130	130...170	170
Водонапірні башти	10...20	20...40	40...60	60
Котельні, регулювальні станції та інші споруди, цегляні будинки	7...13	13...25	25...35	35...45
Металеві височини суцільної конструкції	20...30	30...50	50...70	70
Трансформаторні підстанції закритого типу	30...40	40...60	60...70	70...80
Теплові електростанції	10...15	15...20	20...25	25...40
Розподільне улаштування та допоміжні споруди електростанцій	30...40	40...60	60...80	120
Кабельні підземні лінії	200...300	300...600	600...1000	1500
Кабельні наземні лінії	10...30	30...50	50...60	60
Повітряні лінії високої напруги	25...30	30...50	50...70	70
Повітряні лінії низької напруги	20...60	60...100	100...160	160
Повітряні лінії низької напруги на дерев'яних опорах	20...40	40...60	60...100	100
Силові лінії електрифікованих залізних доріг	30...50	50...70	70...120	120
Підземні сталеві трубопроводи діаметром до 350 мм	600...1000	1000...1500	1500...2000	2000
Те ж, діаметром більше 350 мм	200...350	350...600	600...1000	1000
Підземні чавунні та керамічні трубопроводи на естакадах, азбестоцементні на муфтах	20...600	600...1000	1000...2000	2000
"Трубопроводи, заглиблені на 20 см	150...200	250...350	500	—
Трубопроводи наземні	20	50	130	—
Трубопроводи на металевих або залізобетонних естакадах	20...30	30...40	40...50	—
Мережі комунального господарства (водопровід, каналізація, газопровід) заглиблені	100...200	400...1000	1000...1500	1500
Споруди комунального господарства без захисних конструкцій	50...150	150...250	250...300	300

Продовження табл.1.1

4. Засоби зв'язку

Радіорелейні лінії і стаціонарні повітряні лінії зв'язку	30...50	50...70	70...120	120
Опорно - повітряні лінії телефонно-телеграфного зв'язку	20... 40	40...60	60...100	100
Повітряні лінії зв'язку	20...30	30...60	60... 100	100
Кабельні наземні лінії зв'язку	10...30	30...50	50... 60	60
Кабельні підземні лінії зв'язку телефонно-телеграфної апаратури Відкриті	20...30 10...30	30...50	50...100 50...60	Більше 100 60
Антенне улаштування	10...20	20...30	30...40	40
Переносні радіостанції	—	60...70	70...110	110

5. Захисні споруди.

Окремо розташоване сховище, розраховане на 500 кПа	500...600	600...700	700...900	900
Окремо розташовані та вбудовані сховища, розраховані на 300 кПа	300...400	400...550	550...650	650
Те ж, на 200 кПа	200...300	300...370	370... 450	450
Те ж, на 100 кПа	100...140	140...180	180...220	220
Те ж, на 50 кПа	50...70	70...90	90...110	110
Протирадіаційні укриття, розраховані на 30 кПа	30...40	40...60	60...90	90
Підвали без підсилення несучих конструкцій	20...30	30...60	60...80	80
Входи в сховище	30...40	40...60	60...80	80

6. Засоби транспорту, будівельна техніка, мости, греблі, аеродроми

1	2	3	4	5
Вантажні автомобілі, автоцистерни	20...30	30...55	55...65	90...130
Легкові автомобілі	10...20	20...30	30...50	50
Автобуси та спеціальні автомашини з кузовами автобусного типу	15...20	20...45	45...55	60...80
Гусеничні тягачі та трактори	30...40	40...80	80...110	110...150



Продовження табл.1.1

1	2	3	4	5
Шосейні шляхи з асфальтовим і бетонним покриттям	120...300	300...1000	1000...2000	2000... 4000
Залізничні шляхи	100...150	150...200	200...300	300...500
Руховий залізничний склад	30... 40	40...80	80...100	100...200
Землекопні шляхово-будівельні машини	50...110	110...140	110...250	—
Металеві мости з довжиною секції 30-45 м	50...100	100...150	150...200	200...100
Те ж, 100м і більше	40... 80	80... 100	100...150	150...200
Мости залізничні з довжиною суцільної секції 20м	50...60	60...110	110...130	200...300
Те ж, з довжиною суцільної секції до 10м	50...100	100...350	350...380	380...400
Дерев'яні мости	40...60	60...110	110...130	200...250
Бетонні греблі	1000...2000	2000...5000	5000	10000
Земляні греблі шириною 80...100 м	150...700	700...1000	1000	Більше 1000
Транспортні літаки на стоянці	7...8	8-10	10...15	15
Вертольоти на стоянці	3...5	8...10	10...21	—

Таблиця 1.2 - Тиск у фронті відбитої хвилі

$\Delta P_{\phi}$ , кПа	Атмосферний тиск, $P_0$ , кПа				
	96	97	98	99	100
	<b>Тиск у фронті відбитої хвилі, <math>\Delta P_{\text{отр}}</math>, кПа</b>				
10	22	22	21	21	21
20	46	46	46	46	46
30	73	73	73	73	73
40	103	102	102	102	102
50	135	134	134	134	133
60	169	168	168	167	167
70	205	204	204	203	203
80	243	242	241	240	240

Продовження табл.1.2

	96	97	98	99	100
	<b>Тиск у фронті відбитої хвилі, <math>\Delta P_{\text{отр}}</math>,кПа</b>				
90	283	281	281	280	289
100	323	322	322	321	320
110	367	366	365	363	362
120	411	410	409	407	406
130	457	456	454	453	451
140	504	502	501	499	498
150	553	551	549	541	535
160	602	600	598	596	594
170	653	650	649	646	644
180	705	702	699	697	695
190	757	754	752	750	747
200	810	808	805	802	800

Таблиця 1.3 - Залежність параметрів повітря у фронті ударної хвилі від надмірного тиску

Міра руйнувань будинків і споруд	$\Delta P_{\text{ф}}$ , кгс/см <sup>2</sup>	$V_{\text{ф}}$ м/с	$\Delta P_{\text{шн}}$ кгс/см <sup>2</sup>	$V_{\text{вф}}$ м/с	$\rho_{\text{вф}}$ кгс/см <sup>2</sup>	$T^0$
Масове руйнування скління	0,05	347	$8 \cdot 10^{-4}$	10,0	0,129	392
Слабкі руйнування цегляних будинків	0,1	354	0,0034	22,8	0,134	296
Середні руйнування цегляних будинків	0,2	367	0,014	44,0	0,142	309
Сильні руйнування цегляних будинків	0,3	380	0,03	63,2	0,150	312

Продовження табл.1.3

Міра руйнувань будинків і споруд	$\Delta P_{\phi}$ , кгс/см <sup>2</sup>	$V_{\phi}$ м/с	$\Delta P_{\text{шн}}$ кгс/см <sup>2</sup>	$V_{\text{вф}}$ м/с	$\rho_{\text{вф}}$ кгс/см <sup>2</sup>	$T^0$
Повні руйнування цегляних будинків	0,4	392	0,05	82,0	0,158	316
Середні руйнування промислових будинків	0,5	404	0,08	99,2	0,165	323
Повні руйнування промислових будинків	0,7	428	0,15	131,0	0,180	336
Середні руйнування щілин	01 0,3	460 685	0,3 2,25	174,0 378,0	0,201 0,309	353 455

Таблиця 1.4 - Коефіцієнт аеродинамічного опору  $C_x$  для тіл різної форми при надмірному тискові до 0,5 кгс/см<sup>2</sup>

№ п/п	Форма тіла	$C_x$	
1	Паралілепіпед, який має квадратну грань і довжину утросної сторони квадрата	0,85	Паралельно квадратній стороні
2	Куб	1,6	—
3	Диск	1,6	Перпендикулярно диску
4	Пластинка квадратна з товщиною, яка дорівнює 1/5 сторони	1,45	Перпендикулярно пластині
5	Циліндр $\frac{d}{h} = 1$ $\frac{d}{h} = 9$	0,4	Перпендикулярно вісі
		0,46	—
6	Сфера	0,25	—
7	Півсфера	0,3	Паралельно площині основи півсфери
8	Піраміда з квадратною основою	1,1	Паралельно основі і перпендикулярно грані основи

Таблиця 1.5 - Коефіцієнт тертя

Найменування матеріалів	Коефіцієнт тертя
<b>Тертя ковзання</b>	
Сталь по сталі	0,16
Метал по лінолеумі	0,2-0,4
Метал по дереву	0,2-0,5
Гума по твердому ґрунті, лінолеуму	0,4-0,6
Дерево по дереву	0,2-0,5
Метал по цементу	0,35
<b>Тертя коливання</b>	
Стального колеса по:	
— рейці	0,05
— кахельній плитці	0,1
— лінолеумі	0,15-0,2
— дереві	0,12-0,15

Таблиця 1.6 - Характеристика вогнестійкості будинків і споруд

Ступінь вогнестійкості споруд	Частина будинків і споруд				
	Несучі стіни	Заповнення між стінами	Посідні перекриття	Міжповерхові перекриття	Перегородки (несучі)
1	Незгораємі 3г	Незгораємі 3г	Незгораємі 1г	Незгораємі 1,5г	Незгораємі 1г
2	Те ж, 2,5г	Те ж, 0,025г	Те ж, 0,25г	Те ж, 1г	Те ж, 0,25г
3	Те ж, 2г	Те ж, 0,25г	Згораємі	Важкозгораємі 0,75г	Важкозгораємі 0,25г
4	Важкозгораємі 0,5г	Важкозгораємі 0,25г	Те ж	Те ж, 0,25г	Те ж, 0,25г
5	Згораємі	Згораємі	Те ж	Згораємі	Згораємі

Примітка. Цифрами вказані границі вогнестійкості будівельних конструкцій, в годинах.

Таблиця 1.7 - Категорії виробництва по пожежній небезпеці.

Категорія виробництва	Характеристика пожежної небезпеки технологічного процесу	Найменування виробництва
1	2	3
А	Застосування речовин, запалювання або вибух яких може статися внаслідок дії: води або кисню повітря; рідин з температурою спалаху парів 28°C і нижче; газів, які вибухають при їх наявності в повітрі 10% і менше до об'єму повітря; використання цих газів і рідин в кількості, якої достатньо для утворення з повітрям вибухонебезпечної суміші.	Цехи обробки і використання металевих натрія і калія; цехи фабрик штучного волокна і цехи полімеризації синтетичного каучуку; водневі станції, хімічні цехи фабрик ацетатного шовку і органічні розчинники з температурою спалаху парів 28°C і менше, склади балонів горючих газів; склади бензину приміщення кислотних та лужних акумуляторних установок, насосні станції по перегонці рідин з температурою спалаху парів 28°C і нижче
Б	Застосування рідин з температурою спалаху парів від 28°C до 61 °C, горючих газів, нижня границя вибуху яких більше 10% об'єму повітря; використання цих газів та рідин в кількості, якої достатньо для утворення з повітрям вибухонебезпечної суміші; наявність в приміщеннях горючих волокон (пороху) в такій кількості, якої достатньо для утворення з повітрям вибухонебезпечної суміші.	Цехи виготовлення і транспортування вугільного порошку і деревинної муки; станції миття тари від рідин з температурою спалаху парів від 28 до 61 C; цехи обробки синтетичного каучуку, виготовлення цукрової пудри; устаткування для переробки торфу; мазутне господарство електростанцій; насосні станції по переливу рідин з температурою спалаху парів від 28 до 61 °C.
В	Обробка або використання твердих згораємих речовин та матеріалів, а також рідин з температурою спалаху парів більше 60C.	Лісопильні, деревообробні, теслярні, лісотарні цехи; трикотажні і швейні фабрики; цехи текстильної і паперової промисловості; підприємства первинної обробки бавовни; заводи первинної обробки льону, коноплі; цехи регенерації мастильних масел; смолоперегінні цехи; склади ПММ; відкриті склади масла і масляне господарство електростанцій;

Продовження табл.1.7

1	2	3
		<p>трансформаторні майстерні; розподільні улаштування з вимикачами та апаратурою, яка утримує більше 60 кг масла в одиниці обладнання; транспортні галереї і естакади для вугілля і торфу; закриті склади вугілля; насосні станції для перекачування рідин з температурою спалаху більше 61 °С; приміщення для збереження автомобілів.</p>
Г	<p>Обробка незгораємих речовин і металів в гарячому або розплавленому стані, а також спалення твердого, рідкого та газоподібного палива.</p>	<p>Ливарні і плавильні цехи металів; кузні; зварювальні цехи; депо мотовозні і паровозні; цехи гарячої прокатки металів; мотородослідні станції; приміщення двигунів внутрішнього згорання; цехи термічної обробки металів; головні корпуси електростанцій; розподільні улаштування з вимикачами та апаратурою, яка утримує масла 60кг і менше в одиниці обладнання; високовольтні лабораторії; котельні.</p>
Д	<p>Обробка незгораємих речовин і матеріалів в холодному стані</p>	<p>Механічні цехи холодної обробки металів; содове виробництво; повітродувні та компресорні станції повітря і других негорючих газів; цехи регенерації кислот; інструментальні цехи; добування і холодна обробка мінералів, руд; цехи текстильної і паперової промисловості з мокрими процесами виробництва; цехи з переробки м'ясних, рибних, молочних продуктів; насосні станції для перекачування негорючих рідин тощо.</p>

Таблиця 1.8 - Світлові імпульси, які викликають загоряння (спалахування) матеріалів

Найменування матеріалів	U, кДж/м <sup>2</sup>
Дошки соснові (ялинкові) після розпилування	670
Дошки, пофарбовані в білий колір	1670

Продовження табл.1.8

Найменування матеріалів	U, кДж/м <sup>2</sup>
Дошки, пофарбовані в темний колір	250
Покриття м'які (толь, руберойд)	590
Черепиця червона	1050
Соснова стружка світла	300
Солома, сіно, папір темний	170
Газетний папір	110
Папір коричневий (листи)	330
Дерматин	250
Штори бавовняні сірого кольору	50
Спецодяг з синьої бавовняної тканини	460
Сукно шинельне, шкіра тонка коричнева	700

## Додаток 2

Таблиці по оцінці стійкості роботи ОГД, електронних систем в умовах дії радіації

Таблиця 2.1 - Коефіцієнти послаблення радіації будинками, спорудами та транспортними засобами

Будинки, споруди, транспортні засоби	Від радіоактивного зараження			Від проникн ої радіації
	Вікна виходять на вулицю шириною		Вікна виходять на відкриту площу довжиною більше 150 м	
	15...30 м	30...60 м		
1	2	3	4	5
Виробничі одноповерхові будинки (цехи)	7	7	7	5
Виробничі і адміністративні та триповерхові будинки:	6	6	6	4
1-й поверх	5	5	5	
2-й поверх	7,5	7,5	7,5	
3-й поверх	6	6	6	
Кам'яні житлові одноповерхові будинки:	13	12	10	6
1-й поверх	13	12	10	
підвал	50	46	37	
Те ж, двооповерхові	20	18	15	7
1-й поверх	21	19	15	
2-й поверх	19	17	14	
підвал	130	120	100	55
Кам'яні житлові триповерхові будинки:	33	27	20	10
1-й поверх	26	23	17	
2-й поверх	44	33	26	
3-й поверх	30	27	20	
підвал	600	500	400	300
Те ж, п'ятиповерхові	50	42	27	12
1-й поверх	26	24	18	
2-й поверх	50	41	27	
3-й поверх	68	54	33	
4-й поверх	75	57	34	
5-й поверх	38	33	24	
підвал	600	500	400	300



Продовження табл. 2.1

1	2	3	4	5
Житлові дерев'яні будинки одноповерхові підвал			2 7	1,5 5
Те ж, двоповерхові підвал			8 12	4 6
Перекрыті щілини	40...50	40...50	40...50	25...30
Протирадіаційні типові укриття	150...500	150...500	150...500	80...300
Автомобілі, автобуси, тролейбуси, трамваї	2	2	2	1
Вантажні вагони	2	2	2	1
Пасажирські вагони	3	3	3	1,2
Кабіни бульдозерів, екскаваторів, бронетранспортерів	4	4	4	2

Таблиця 2.2 - Товщина шару половинного послаблення радіації для різних матеріалів, d, см

Матеріал	Щільність, $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	Товщина шару, см	
		Від радіоактивного зараження (РЗ)	Від проникної радіації (ПР)
Вода	1	13	23
Деревина	0,7	18,5	33
Грунт	1,6	8,1	14,4
Цегла	1,6	8,1	14,4
Бетон	2,3	5,7	10
Кладка цегляна	1,5	8,7	15
Кладка бутова	2,4	5,4	9,6
Глина утрамбована	2,06	6,3	11
Вапняк	2,7	4,8	8,5
Солома, сіно	0,12	109	192
Сніг	0,125	104	184
Крига	0,9	14,5	26
Сталь (броня)	7,8	1,7	3
Свинець	11,3	1,2	2

Примітка. Для других матеріалів шар половинного послаблення визначається:

$$V - \text{від РЗ за формулою } d_{np} = \frac{23}{\rho}, \text{ см};$$

$$V - \text{від ПР за формулою } d_{pz} = \frac{13}{\rho}, \text{ см};$$

Таблиця 2.3 - Коефіцієнт перерахування рівнів радіації на будь-який заданий час (t) після аварії на радіаційно небезпечному об'єкті (ядерного вибуху)

t, год	$K_a = \frac{P_1}{P_t}$	$K_6 = \frac{P_1}{P_t}$	t, год	$K_a = \frac{P_1}{P_t}$	$K_6 = \frac{P_1}{P_t}$
1	1	1	14	3,74	23,73
2	1,41	2,3	15	3,87	25,73
3	1,73	3,74	16	4,0	27,86
4	2,0	5,28	17	4,12	29,95
5	2,24	6,9	18	4,24	32,08
6	2,45	8,59	20	4,47	36,41
7	2,64	10,33	22	4,69	40,83
8	2,83	12,13	24	4,89	45,31
9	3,0	13,96	26	5,09	49,89
10	3,16	15,85	28	5,29	54,53
11	3,31	17,77	32	5,65	64
12	3,46	19,72	36	6,0	73,72
13	3,6	21,71	48	6,92	104,1

Примітка.  $k_a$  – коефіцієнт перерахування при аварії на радіаційно небезпечному об'єкті;  
 $k_6$  – коефіцієнт перерахування при ядерному вибуху.

Таблиця 2.4 - Максимально допустимі потоки нейтронів, експозиційних доз і потужності дози гамма-випромінювання для матеріалів і елементів радіоелектронної та оптико-електронної апаратури (початок змінення параметрів, при яких елементи ще можуть працювати)

Елементи радіоапаратури і матеріали	Потік нейтронів, н/м <sup>2</sup>	Доза гамма-випромінювання, Р	Потужність дози гамма-випромінювання, Р/с
1	2	3	4
Транзистори, діоди загального призначення	$10^{15} \dots 10^{18}$	$10^4 \dots 10^6$	$10^5$
Мікросхеми	$5 \times 10^{15}$	$10^5$	$10^4$
Інтегральні схеми	$10^{17} \dots 10^{21}$	$5 \times 10^5$	$10^5$
Радіолампи	$9 \times 10^{19}$		$5 \times 10^6$
Конденсатори	$10^{18} \dots 10^{21}$	$10^7 \dots 10^9$	$10^5$
Резистори	$2 \times 10^{19}$	$10^7 \dots 10^9$	$10^6$

Продовження табл. 2.4

1	2	3	4
Тиратрони	-	-	$10^7$
Іскрові розрядники	-	$10^6$	$10^5$
Випрямлячі	$5 \times 10^{16}$	$10^6$	$5 \times 10^5$
Елементи інфрачервоної техніки, оптичні прилади, фотоелементи, оптичне скло, сонячні батареї	$10^{17}$	$10^5 \dots 10^6$	$10^3$
Електричні батареї	-	-	$5 \times 10^6$
Магнітні матеріали	$10^{19}$		$10^7$
Діелектричні матеріали	$10^{21} \dots 10^{25}$	$10^{10}$	$10^4$
Органічні матеріали	$10^{21}$	$10^8$	$10^5$
Кераміка	$10^{28}$	$10^{20}$	$10^5$
Напівпровідники	$10^{16} \dots 10^{17}$	$10^5 \dots 10^6$	-
Поліетилен	$10^{21}$	$10^8$	
Склоганина	$10^{20}$	$10^8$	
Скло	$10^{21}$	$3 \times 10^9$	
Полістирол	$10^{22}$	$5 \times 10^9$	
Кварц	$10^{23}$	$10^{10}$	

Таблиця 2.5 - Визначення часу перебування людей на зараженій місцевості

$\alpha_i$	Час з моменту аварії (вибуху), годин												
	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	24
	Допустимий час перебування на місцевості, зараженій РР (год.хв)												
0,2	0-15	0-14	0-13	0-12	0-12	0-12	0-12	0-12	0-12	0-12	0-12	0-12	0-12
0,3	0-22	0-22	0-20	0-19	0-19	0-19	0-19	0-18	0-18	0-18	0-18	0-18	0-18
0,4	0-42	0-31	0-26	0-26	0-25	0-25	0-25	0-25	0-25	0-25	0-25	0-24	0-24
0,5	1-02	0-42	0-35	0-34	0-32	0-32	0-32	0-31	0-31	0-31	0-31	0-31	0-30
0,6	1-26	0-54	0-44	0-41	0-39	0-39	0-38	0-38	0-37	0-37	0-37	0-37	0-37
0,7	2-05	1-08	0-52	0-49	0-47	0-46	0-45	0-45	0-44	0-44	0-44	0-44	0-43
0,8	2-56	1-23	1-02	0-57	0-54	0-53	0-52	0-51	0-51	0-51	0-50	0-50	0-49
0,9	4-09	1-42	1-12	1-05	1-02	1-00	0-59	0-58	0-57	0-57	0-57	0-57	0-55
1,0	5-56	2-03	1-23	1-14	1-10	1-08	1-06	1-05	1-05	1-04	1-04	1-03	1-03
2,02	Без обмеження	11-52	4-06	3-13	2-46	2-35	2-29	2-24	2-20	2-18	2-16	2-13	2-06
2,5		31-00	6-26	4-28	3-48	3-28	3-16	3-08	3-03	2-59	2-85	2-51	2-40
3,0		Обмеження	9-54	6-09	5-01	4-28	4-10	3-58	3-49	3-43	3-38	3-30	3-14
4,0			23-43	11-05	8-12	6-57	6-16	5-50	5-33	5-19	5-10	4-58	4-26
6,0			193-19	35-35	19-48	14-43	12-19	10-55	10-02	9-24	8-57	8-19	7-01
10					124-00	59-18	39-34	30-39	25-42	22-35	21-32	17-52	13-08

Примітка. При визначенні часу роботи 1-ї зміни використовується коефіцієнт  $\alpha_1$ , відповідний вхідному рівню  $\rho_{in1}$ , Р/год, 2-ї зміни –  $\alpha_2$ , відповідний  $\rho_{in2}$ , Р/год

Таблиця 2.6 - Визначення часу початку роботи змін

Час початку роботи першої зміни $t_n$ , год	$a = \sqrt[4]{t_k^3} - \sqrt[4]{t_n^3}$
1	1,27
2	1,14
3	1,07
4	1,01
5	0,96
6	0,92
7	0,89
8	0,87
9	0,84
10	0,82
11	0,80
12	0,79
13	0,78
14	0,77
15	0,75
16	0,74
17	0,73
18	0,72
20	0,7
25	0,66
30	0,64

Таблиця 2.7 - Визначення часу початку роботи першої зміни

$t_n$	$a = \sqrt{t_k} - \sqrt{t_n}$
0	1,41
1	0,73
2	0,59
3	0,51
4	0,45
5	0,4
6	0,38
7	0,36
8	0,33
9	0,31
10	0,3
11	0,29
12	0,28
13	0,27

Продовження табл. 2.7

14	0,26
15	0,25
16	0,24
17	0,24
18	0,23
19	0,22
20	0,22
21	0,22
22	0,20
23	0,20
24	0,20
25	0,20

### Додаток 3

Таблиці по виявленню і оцінці радіаційної обстановки при аварії на радіаційно небезпечних об'єктах

Таблиця 3.1 - Характеристика класів стійкості приземного шару атмосфери

Клас стійкості приземного шару атмосфери	Характеристика стійкості атмосфери	Швидкість вітру в приземному шарі атмосфери	Характеристика погоди
А	Дуже нестійкий стан, сильно розвинена конвекція	0,1-3,0	Дуже сонячна, літня, тиха погода
В	Нестійкий стан, помірна конвекція	0,1-4,0	Сонячно і тепло
С	Злегка нестійкий стан, помірна конвекція	2,0-6,0	Перемінна хмарність протягом дня
Д	Байдужий стан	Будь-яка швидкість вітру	Хмарний день або хмарна ніч
Е	Злегка нестійкий стан, слабка інверсія	2,0-4,0	Перемінна хмарність протягом ночі
Г	Стойкий стан, помірна інверсія	1,0-3,0	Ясна ніч
	Дуже стійкий стан, сильна інверсія	1,0-3,0	Ясна ніч

Таблиця 3.2 - Розміри зон радіоактивного зараження (ГА на реакторі ВВЕР-440)

Найменування зон	Клас стійкості атмосфери	Швидкість вітру на висоті 8- 10 м, м/с	Довжина зони від АЕС, км	Ширина зони, км	Площа зони, км <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6
Небезпечна	С	2	20	2,2	35,2
		3	16	1,4	24,3
		4	13	1,6	16,6
		5	10	1,4	11,2
		6	10	1,3	10,4

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6
Надзвичайно небезпечна	С	2	5	0,7	2,8
		3	4	0,5	1,6
		4	3,5	0,3	0,84
		5	Зона не утворюється		
Небезпечна	А	1	9	2,5	18,0
		2	6	2,0	9,6
		3	5	1,5	6,0
Надзвичайно небезпечна	А	1	Зона не утворюється		
		2	---		
Небезпечна	В	1	16	3,0	38,4
		2	10	2,0	16,0
		3	9	1,8	12,9
		4	7	1,6	9,0
			4,5		3,6
Надзвичайно небезпечна	В	1	4,5	1,0	3,6
		2	Зона не утворюється		

*Примітка.* Параметри зон залежать від класу стійкості атмосфери, швидкості вітру, типу реактора та ін. Довжина може досягати великих розмірів.

Таблиця 3.3 - Доза внутрішнього опромінення дітей (Двн.д) на осі сліду, бер (ГА на реакторі ВВЕР-440)

Клас стійкості атмосфери	Швидкість вітру на висоті 8-10 м, м/с	Відстань від АЕС, км	Двн.д бер	Час з початку аварії, за який утворюється доза внутрішнього опромінення 30 бер, годин	Концентрація активності йоду-131 в повітрі за час проходження Р/а хмари, $k_U / m^3$
1	2	3	4	5	6
А	1,0	6	58	1,77	$2,9 \times 10^{-5}$
		7	45	2,10	$2,3 \times 10^{-5}$
		8	37	2,42	$1,8 \times 10^{-5}$
		9	31	2,75	$1,5 \times 10^{-5}$



Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5	6
А	2,0	3	98	0,53	$4,4 \times 10^{-5}$
		4	60	0,75	$3,0 \times 10^{-5}$
		5	42	1,00	$2,1 \times 10^{-5}$
		6	31	1,23	$1,6 \times 10^{-5}$
		7	25	—	$1,2 \times 10^{-5}$
	3,0	3	69	0,47	$3,4 \times 10^{-5}$
		4	43	0,70	$2,1 \times 10^{-5}$
5		30	1,0	$1,5 \times 10^{-5}$	
В	1,0	3	457	0,79	$2,3 \times 10^{-5}$
		4	279	1,06	$1,4 \times 10^{-5}$
		5	191	1,34	$9,5 \times 10^{-5}$
		6	141	1,62	$7,1 \times 10^{-5}$
		7	110	1,9	$5,5 \times 10^{-5}$
		8	89	2,18	$4,5 \times 10^{-5}$
		9	75	2,47	$3,7 \times 10^{-5}$
		10	63	2,76	$3,2 \times 10^{-5}$

Примітка. Доза внутрішнього опромінення дорослих буде

$$D_{BH} = \frac{D_{BH.D}}{2,7}, \text{ бер.}$$

Таблиця 3.4 - Доза зовнішнього опромінення (Д<sub>0</sub>) на осі сліду, бер (ГА на реакторі ВВЕР-440)

Клас стійкості атмосфери	Відстань від АЕС по осі сліду, км						
	0,5	1	2	3	4	5	6
А, В, С, Д	2,0	0,86	0,36	0,21	0,10	—	—
Е	6,5	2,77	1,11	0,67	0,45	0,34	—
Г		6,0	2,7	1,6	1,11	0,83	—

Примітка. Потужність дози від радіоактивної хмари на різних відстанях визначається за формулою

$$P_0 = \frac{D_0}{0,5} \cdot \frac{P}{год}$$

де 0,5 - час проходження радіоактивної хмари над точкою, годин.

Таблиця 3.5 - Потужність дози гамма-випромінювання на осі сліду,  $P/\text{год}$   
(ГА на реакторі ВВЕР-440)

Клас стійкості атмосфери	Час з початку аварії	Відстань від АЕС по осі сліду, км										
		1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	20
А, В, С		<b>Початкова потужність дози (Pп) після зараження місцевості</b>										
		2	0,36	0,16	0,044	0,064	0,047	0,036	0,03	0,124	0,02	0,017
		<b>Зниження потужності дози з часом</b>										
	1 доба	0,36	0,068	0,031	0,019	0,013	0,01	0,008	0,006	0,005	0,004	0,0061
	2 доба	0,24	0,045	0,020	0,012	0,008	0,006	0,005	0,004	0,003	0,003	0,003
	3 доба	0,19	0,036	0,016	0,01	0,007	0,005	0,004	0,003	0,003	0,003	0,002
	4 доба	0,16	0,031	0,014	0,008	0,006	0,004	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002
	5 діб	0,15	0,028	0,013	0,007	0,005	0,004	0,003	0,002	0,002	0,002	0,001
6 діб	0,13	0,003	0,011	0,007	0,005	0,003	0,003	0,002	0,002	0,001	0,001	

*Примітка.* Визначення потужності дози на відстанях, які відрізняються від табличних, ведеться методом лінійної інтерполяції.

Таблиця 3.6 - Радіаційні ураження (імовірність непрацездатності, %) населення при отриманні одноразової дози зовнішнього опромінення

Доза опромінення, бер	За який час отримана доза опромінення									
	Хвилин		Годин			Діб				
	5-15	20-40	1-2	4-8	12-24	1-2	2-4	5-10	10-20	20-30
<b>1. При розташуванні людей в захисних спорудах</b>										
100-200	—	—	—	—	—	—	—	—	0-5	5-20
200-400	—	—	0-5	5-20	0-5	—	—	—	5-20	20-50
400-600	—	—	5-20	20-50	5-20	0-5	—	—	20-50	30-70
600-800	—	0-5	20-50	30-70	10-30	5-20	—	5-20	30-70	70-90
800-1000	0-5	5-20	30-70	50-80	20-50	10-30	0-5	10-30	50-80	30-100
<b>2. При розташуванні людей на відкритій місцевості і в транспортних засобах</b>										
100-200	—	—	5-20	10-30		—	—	0-5	10-30	20-50
200-400	—	—	20-50	20-50	10-30	—	0-5	20-50	30-70	50-100
400-600	—	5-20	30-70	50-80	20-50	10-30	5-20	30-70	50-80	100
600-800	—	10-30	50-80	70-90	50-80	30-70	20-50	70-90	80-100	100
800-1000	0-5	20-50	80-100	80-100	70-90	50-80	30-70	80-100	100	100

Таблиця 3.7 - Типові режими радіаційного захисту населення  
(варіант)

Рівні радіації через 1 годину після аварії	Умовне позначення режиму	Загальна тривалість дотримання режиму захисту	Послідовність дотримання режиму захисту		
			1-й етап - укриття в герметичних приміщеннях	2 етап - тривалість про- живання з обмеженим перебуванням на відкритій місцевості	
				до 1 години за добу	до 2 годин за добу
0,05	з-1	40 діб	4 доби	10 діб	26 діб
0,075	з-2	80	4	30	50
0,1	з-3	120	4	45	70
0,15	з-4	200	4	80	120
0,2	з-5	280	4	120	160
0,25	з-6	340	4	200	140
0,3	з-7	360	4	300	60

## Додаток 4

Таблиці для рішення задач з теми "Будівництво захисних споруд ЦО".

Таблиця 4.1 - Коефіцієнт бокового тиску

Характеристика ґрунтів відповідно Вн і П з проектування основ будинків та споруд	Коефіцієнт $K_6$
Пісчани з ступенем вологості 0,8; з консистенцією В <sub>1</sub> ; суглинки та глини в 0.75	0,5
Водонасичені ґрунти /нижче рівня ґрунтових вод/; піски з ступенем вологості 0,8; суглинки та глини з консистенцією В <sub>1</sub>	1

Таблиця 4.2 - Коефіцієнт, враховуючий відбиття ударної хвилі

Схил укосів обвалування	1:5	1:4	1:3	1:2
Коефіцієнт, Котр	1,0	1,1	1,2	1,3

Таблиця 4.3 - Коефіцієнт динамічності  $K_d$  для покриттів сховищ

Розрахункові умови	Клас арматурної сталі	$K_d$				Розташованих під технічними підлогами
		Окремо розташовані	Вбудованих в приміщення площею отворів, %			
			менше 10	10-50	більше 50	
Граничний стан Ia	A-I, A-II, A-III, A-IV, Вр-I, В-I	1,2	1	1,1	1,2	1
Граничний стан 1б	AI-AIV Вр-I, В-I	1,8	1,2	1,4	1,8	1,2

- Примітка.*
1. Граничні стани Ia, Ib прийняті відповідно до норм.
  2. Для перекриттів сховищ, вбудованих в будинки (споруди) з легкоруйнівними конструкціями,  $K_d$  приймається таким як і для окремо розташованих сховищ.
  3. При типовому проектуванні вбудованих сховищ площа отворів в будинках приймається більше 50%.

Таблиця 4.4 - Коефіцієнт динамічності  $K_d$  для сховищ

Умови розташування сховищ	Коефіцієнт $K_d$ для сховищ	
	вбудованих	окремо розташованих
1. На основах з скелястих ґрунтів при розташуванні фундаменту вище рівня ґрунтових вод.	1,0	1,2
2. На основах з нескелястих ґрунтів при розташуванні фундаменту нижче рівня ґрунтових вод, а також на вічномерзлих ґрунтах при використанні основи з за принципом II	1,2	1,4
3. На скелястих основах або вічномерзлих ґрунтах при використанні основи за принципом I	1,4	1,8

Таблиця 4.5 - Коефіцієнт динамічності при розрахуванні суцільних фундаментних стін

Умови розташування фундаментної плити	Коефіцієнт $K_o$ для сховищ	
	вбудованих	окремо розташованих
1. На нескелястих ґрунтах при розрахунку при граничному стані Ia	1	1
2. На водонасичених ґрунтах при розрахунку по граничному стану Ib	1,2	1,2
3. На скельних або вічномерзлих ґрунтах при використанні основи за принципом I	1	1
4. На вічномерзлих ґрунтах при використанні основи за принципом	1,2	1,4

Таблиця 4.6 - Коефіцієнт динамічності  $K_d$  для стін

Розрахункові умови	Клас арматурної сталі	Коефіцієнт $K_d$				
		Заглиблених, обвалованих та примикальних до приміщень підвалів	Пос'єднання з зовнішніми стінами першого або цокольного поверхів	Розташованих усередині приміщень з площею отворів, %		
				Менше 10	10-50	Більше 50
Критичний стан IA	A-I, A-II, A-III, A-IV ВР-I, B-I	1	1,3	1	1,1	1,3
Критичний стан IB	A-I, A-II, A-III, A-IV, Вр-I, B-I	1,2	1,7	1,2	1,4	1,7

*Примітка.* 1. Для стін сховищ, розташованих усередині приміщень з легкоруйнівними конструкціями, коефіцієнти динамічності  $K_d$  приймають такі як і для стін сховищ, розташованих усередині приміщень з площею отворів більше 50%

2. При типовому проектуванні вбудованих в перші поверхи сховищ площа отворів у будинках приймається більше 50%.

Таблиця 4.7 - Коефіцієнт динамічності  $K_d$  для елементів входу

ВХІД	Коефіцієнти динамічності $K_d$ для елементів входу			
	Стін в місцях примикання входів	Стін тамбурів-шлюзів	Стін тамбурів	Захисно-герметичних дверей
1. 3 підвалів, не захищених від ударної хвилі, та з приміщень першого поверху прорізівістю 10%	1,2	1,2	1	1,3
2. Прохідний з перекритою дільницею проти вхідного отвору	1,7	1,3	1,1	1,8
3. 3 приміщень першого поверху сховища розташованого:				
- в підвальному (цокольному) поверсі	$\frac{1,2}{1,6}$	$\frac{1,2}{1,3}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1,3}{1,7}$
- на першому поверсі	$\frac{1,4}{1,6}$	$\frac{1,2}{1,3}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1,5}{1,7}$
4. 3 кліток сходів при вході до сходів клітки для сховищ, розташованих:				
- в підвальному (цокольному) поверсі:	$\frac{1,4}{1,7}$	$\frac{1,2}{1,3}$	$\frac{1}{1,1}$	$\frac{1,5}{1,8}$
- на першому поверсі	$\frac{1,5}{1,7}$	$\frac{1,2}{1,3}$	$\frac{1}{1,1}$	$\frac{1,6}{1,5}$
5. 3 сходових площадок з прорізівістю 10%	1,4	1,2	1	1,5
6. Тупиковий без оголовка або з легким павільйоном	1,7	1,3	1,1	1,2
7. В піднесених на поверхню зовнішніх стін, а також вхід з апарелю	1,6	1,3	1	1,7
8. Аварійний вихід з вертикальною шахтою	1,7	-	1,1	1,8

*Примітка.* В чисельнику дані для елементів входів з приміщень першого поверху і кліток сходів з площею отворів від 10 до 50%, в знаменнику - з площею отворів більше 50%, а також для елементів входів з приміщень з легко руйнівними конструкціями.

Таблиця 4.8 - Кратність ослаблення захисних конструкцій

Маса захисних конструкцій, кг	Кратність ослаблення $\gamma$ -випромінювання РЗ місцевості		
	Стіною, $K_{ст}$ первинного випромінювання	Перекриттям, $K_{пер}$ /первинного випромінювання/	Перекриттям підвалу, $K_{п}$ /вторинного випромінювання/
1	2	3	4
150	2	2	7
200	4	3,4	10
250	5,5	4,5	15
300	8	6	30
350	12	8,5	48
400	16	10	70
450	22	15	100
500	32	20	160
550	45	26	220
600	65	38	350
650	90	50	500
700	120	70	800
800	250	120	2000
900	500	220	4500
1000	1000	400	10000
1100	2000	700	10000
1200	4000	1100	10000
1300	8000	2800	10000
1500	10000	4500	10000

*Примітка.* 1. Для проміжних значень маси  $1\text{м}^2$  захисних конструкцій коефіцієнти  $K_{ст}$ ,  $K_{пер}$ ,  $K_{п}$  потрібно знаходити прямолінійною інтерполяцією.  
 2. До маси перекриття над першим, цокольним або підвальним поверхами виробничих будинків промислових підприємств при визначенні  $K_{пер}$  та  $K_{п}$  потрібно додавати масу стаціонарного обладнання, але не більше  $200\text{кг}/\text{м}^2$  з площі, яка займається обладнанням. Вказана маса обладнання приймається рівномірно розподіленою по перекриттю.



Таблиця 4.9 - Значення коефіцієнта  $V_1$ 

Висота приміщення, м	Коефіцієнт $V_1$ при ширині приміщення /будинку/, м					
	3	6	12	18	24	48
2	0,06	0,16	0,24	0,33	0,38	0,5
3	0,04	0,09	0,19	0,27	0,32	0,47
6	0,02	0,03	0,09	0,16	0,20	0,34
12	0,01	0,02	0,05	0,06	0,09	0,15

*Примітка.* Для проміжних значень ширини і висоти приміщень коефіцієнт  $V_1$  визначається інтерполяцією.

Таблиця 4.10 - Значення коефіцієнта  $K_m$ 

Місце розташування приміщення	Коефіцієнт при ширині $K_m$ зараженої ділянки біля будинку, м							
	5	10	20	30	40	60	100	300
На 1-му або підвальному поверхах	0,45	0,55	0,65	0,75	0,80	0,85	0,90	0,98
На висоті другого поверху	0,20	0,25	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60

*Примітка.* При розробці типових проектів допускається визначення захисних властивостей приміщень, для захисту виробничого персоналу при усереднених значеннях коефіцієнта  $K_m$ :

- 0,5 - для виробничих та допоміжних будинків усередині промислового комплексу;
- 0,7 - для виробничих та допоміжних будинків, розташованих уздовж магістральних вулиць та в місцевій забудові житловими кам'яними будинками;
- 1,0 - для окремо розташованих будинків та будинків в сільських населених пунктах.

Таблиця 4.11 - Для визначення коефіцієнта  $\Pi^{90}$ 

Вхід	Коефіцієнт, $\Pi^{90}$
1. Прямий тупиковий з поверхні землі	1
2. Тупиковий з поворотом на $90^\circ$	0,5
3. Тупиковий з поворотом на $90^\circ$ і наступним другим поворотом на $90^\circ$	0,2
4. Вертикальний /лаз/ з люком	0,5
5. Вертикальний з горизонтальним тунелем	0,2

Таблиця 4.12 - Для визначення коефіцієнта  $K_{вх}$ 

Віддаль від входу до центру приміщення, м	Коефіцієнт $K_{вх}$ при висоті вхідного отвору, м					
	2			4		
	1	1	4	1	2	4
1,5	0,1	0,17	0,22	0,2	0,22	0,3
3	0,045	0,08	0,12	0,07	0,1	0,17
6	0,015	0,03	0,045	0,018	0,05	0,065
12	0,007	0,015	0,018	0,004	0,015	0,02
24	0,004	0,005	0,007	0,001	0,04	0,015

*Примітка.* Для допоміжних значень розмірів входів коефіцієнт  $K_{вх}$  визначається інтерполюванням.

Таблиця 4.13 - Для визначення коефіцієнта входу сховищ різних класів

Вхід	Коефіцієнт $K_{вх}$ сховищ класів		
	2	3	4
1. 3 підвалів, не захищених від ударної хвилі	0,8	0,8	0,8
2. Прохідний з перекритою дільницею проти вхідного отвору	1	1,1	1,2
3. 3 приміщень першого поверху в сховище розташоване: а) в підвальному або цокольному поверсі; б) на першому поверсі.	1/2,7 1,7/3	1/2,5 1,5/2,7	1/2,2 1,3/2,3

Продовження табл. 4.13

4. З кліток сходів при вході з вулиці для сховищ розташованих:			
а) в підвальному або цокольному поверсі;	$\frac{2,5}{2,7}$	$\frac{2,2}{2,5}$	$\frac{2}{2,2}$
б) на першому поверсі.	$\frac{2,5}{3}$	$\frac{2,2}{2,7}$	$\frac{2}{2,3}$
5. Тупиковий без оголовка або з легким павільйоном	2,7	2,5	2,2
6. Вхід з апарелю	3	2,7	2,3

- Примітка.* 1. В чисельнику приведені дані для входів з 1-го поверху та кліток сходів з площею отворів від 10 до 50%, в знаменнику - з площею більше 50%, а також для входів приміщення з легкоруйнівними конструкціями.
2. Для входів з приміщень з площею отворів у захисних конструкціях менше 10%,  $K_{вх}$  приймається рівним 90% коефіцієнтів входів з приміщень з площею отворів від 10 до 50%.
3. При типовому проектуванні, при відсутності в будинку на проектування даних про отвори, площу отворів у захисних конструкціях потрібно приймати більше 50%.

Додаток 5

Розрахункові таблиці прогнозування масштабів ураження СДОР при аваріях (катастрофах) на хімічно небезпечних об'єктах і транспорті

Таблиця 5.1 - Характеристика СДОР і коефіцієнти для визначення глибин зон зараження

№ п/п	Найменування СДОР	Щільність СДОР, Т/м <sup>3</sup>		Температура кипіння, °С	Порогова токсодоза мг.хв л	Значення допоміжних коефіцієнтів								
		газ	рідина			К <sub>1</sub>	К <sub>2</sub>	К <sub>3</sub>	К <sub>7</sub>					
									-40°С	-20°С	0°С	20°С	40°С	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1.	Акролеїн	-	0,839	52,7	0,2	0	0,013	0,75	0,1	0,2	0,4	1	2,2	
2.	Аміак: збереження під тиском	0,0008	0,681	-33,42	15	0,18	0,025	0,04	$\frac{0}{0,9}$	$\frac{0,3}{1}$	$\frac{0,6}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1,4}{1}$	
3.	Ізотермічні збереження	-	0,681	-33,42	15	0,01	0,025	0,04	$\frac{0}{0,9}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{1}$	
4.	Ацетонітрил	-	0,786	81,6	21,6	0	0,004	0,028	0,02	0,1	0,3	$\frac{1}{1}$	2,6	
5.	Ацетонціангідрин	-	0,932	120	1,9	0	0,002	0,316	0	0	0,3	$\frac{1}{1}$	1,5	
6.	Водень миш'яковистий	0,0035	1,64	-62,47	0,2	0,17	0,054	0,857	$\frac{0,3}{1}$	$\frac{0,5}{1}$	$\frac{0,8}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1,2}{1}$	
7.	Водень фосфористий	-	0,989	19,52	4	0	0,028	0,15	0,2	0,2	0,5	$\frac{1}{1}$	2	
8.	Водень хлористий	0,0016	1,191	-85,10	2	0,28	0,097	0,30	$\frac{0,64}{1}$	$\frac{0,6}{1}$	$\frac{0,8}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1,2}{1}$	

Продовження таблиці 5.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
9.	Водень ціаністий	-	0,687	25,7	0,2	0	0,026	3,0	0	0	0,4	1	1,3
10.	Діметиламін	0,0020	0,680	6,9	1,2	0,06	0,041	0,5	$\frac{0}{0,1}$	$\frac{0}{0,3}$	$\frac{0}{0,8}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{2,5}{1}$
11.	Метиламін	0,0014	0,699	-6,5	1,2	0,13	0,034	0,5	$\frac{0}{0,3}$	$\frac{0}{0,7}$	$\frac{0,5}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{2,5}{1}$
12.	Метил бромистий	-	1,732	3,6	1,2	0,04	0,039	0,5	$\frac{0}{0,2}$	$\frac{0}{0,4}$	$\frac{0}{0,9}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{2,3}{1}$
13.	Метил хлористий	0,0023	0,983	-23,76	10,8	0,125	0,044	0,056	$\frac{0}{0,5}$	$\frac{0,1}{1}$	$\frac{0,6}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1,5}{1}$
14.	Метилакрилат	-	0,953	80,2	6	0	0,005	0,025	0,1	0,2	0,4	1	3,1
15.	Метилмеркаптан	-	0,867	5,95	1,7	0,06	0,043	0,353	$\frac{0}{0,1}$	$\frac{0}{0,3}$	$\frac{0}{0,8}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{2,4}{1}$
16.	Нітрил акрилова кислота	-	0,806	77,3	0,75	0	0,007	0,8	0,04	0,1	0,4	1	2,4
17.	Оксид азоту	-	1,491	21,0	1,5	0	0,040	0,4	0	0	0,4	1	1
18.	Оксид етилену	-	0,882	10,7	2,2	0,05	0,041	0,27	$\frac{0}{0,1}$	$\frac{0}{0,3}$	$\frac{0}{0,7}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{3,2}{1}$
19.	Сірчаний ангідрид	0,0029	1,462	-10,1	1,8	0,11	0,049	0,333	$\frac{0}{0,2}$	$\frac{0}{0,5}$	$\frac{0,3}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1,7}{1}$
20.	Сірководень	0,0015	0,964	-60,35	16,1	0,27	0,042	0,036	$\frac{0,3}{1}$	$\frac{0,5}{1}$	$\frac{0,8}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1,2}{1}$
21.	Сірковуглець	-	1,253	46,2	45	0	0,021	0,013	0,1	0,2	0,4	1	2,1

Продовження таблиці 5.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
22.	Соляна кислота (концентрована)	-	1,198	-	2	0	0,021	0,30	0	0,1	0,3	1	1,6
23.	Триметиламін	-	0,671	2,9	6	0,07	0,047	0,1	$\frac{0}{0,1}$	$\frac{0}{0,4}$	$\frac{0}{0,9}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{2,2}{1}$
24.	Формальдегід	-	0,815	-19,0	0,6	0,19	0,034	1,0	$\frac{0}{0,4}$	$\frac{0}{1}$	$\frac{0,5}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1,5}{1}$
25.	Фосген	0,0035	1,432	8,2	0,6	0,05	0,061	1,0	$\frac{0}{0,1}$	$\frac{0}{0,3}$	$\frac{0}{0,7}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{2,7}{1}$
26.	Флуор	0,0017	1,512	-188,2	0,2	0,95	0,038	3,0	$\frac{0,7}{1}$	$\frac{0,8}{1}$	$\frac{0,9}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1,1}{1}$
27.	Фосфор флористий	-	1,570	75,3	3	0	0,010	0,2	0,1	0,2	0,4	1	2,3
28.	Фосфора хлорокс	-	1,675	107,2	0,06	0	0,003	10,0	0,05	0,1	0,3	1	2,6
29.	Хлор	0,0032	1,553	-34,1	0,6	0,18	0,052	1,2	$\frac{0}{0,9}$	$\frac{0,3}{1}$	$\frac{0,6}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1,4}{1}$
30.	Хлорпikрiн	-	1,658	112,3	0,02	0	0,002	30,0	0,03	0,1	0,3	1	2,9
31.	Хлорцiан	0,0021	1,220	12,6	0,75	0,4	0,046	0,80	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0,6}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{3,9}{1}$
32.	Етиленамiн	-	0,838	55,0	4,8	0	0,009	0,125	0,05	0,1	0,4	1	2,2
33.	Етиленсульфiд	-	1,005	55,0	0,1	0	0,013	6,0	0,05	0,1	0,4	1	2,2
34.	Етиленмеркаптан	-	0,839	35,0	2,2	0	0,028	0,27	0,1	0,2	0,5	1	1,7

- Примітка.* 1.Щільність газоподібних СДОР в графі 3 приведені для атмосферного тиску: при тискові в ємності, який відрізняється від атмосферного, щільності газоподібних СДОР визначаються способом множення даних графі 3 на значення тиску в кгс/см.
- 2.В графах 10-14 в чисельнику значення К7 для первинної, в знаменнику - для вторинної хмари.
- 3.В графі 6 значення токсодоз позначені зірочкою, визначені орієнтовно розрахунком по формулі

$$D = 240 \cdot K \cdot ПДК_{pz},$$

де  $D$ -токсодоза  $\frac{мг \cdot хв}{л}$ ;  $ПДК_{pz}$ —робочої зони по ДОСТ12.1.005-88, мг/л;

$K = 5$ - для подразнюючих отрут / позначені одною зірочкою/,

9-для всіх інших отрут/позначені двома зірочками/.

4. Значення  $K_4$  для ізотермічного зберігання аміаку приведено для випадку виливу в піддон.

Таблиця 5.2 - Значення коефіцієнта  $K_4$  в залежності від швидкості вітру

Швидкість вітру, м/с	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
$K_4$	1	1,33	1,67	2,0	2,34	2,67	3,0	3,34	3,67	4,0	5,68

Таблиця 5.3 - Значення коефіцієнта  $K_6$

Час після початку аварії	1	2	3	4
$K_6$	1	1,74	2,41	3,03

*Примітка.* Якщо після аварії пройшло більше 4 годин, то  $K_6 = T_n^{0,8}$ .

Таблиця 5.4 - Глибини зон можливого зараження СДОР, км

Швид- кість вітру, м/с	Еквівалентна кількість СДОР															
	0,01	0,05	0,1	0,5	1	3	5	10	20	30	50	70	100	300	500	1000
1	0,38	0,85	1,25	3,16	4,75	9,18	12,53	19,20	29,56	38,13	52,67	65,23	81,91	166	231	363
2	0,26	0,59	0,84	1,92	2,84	5,35	7,20	10,83	16,44	21,02	28,73	35,35	44,09	87,79	121	189
3	0,22	0,48	0,68	1,53	2,17	3,99	5,34	7,96	11,93	35,18	20,59	25,21	31,30	61,47	84,50	130
4	0,19	0,42	0,59	1,33	1,88	2,28	4,36	6,46	9,62	12,18	16,43	20,05	24,80	48,18	65,92	101
5	0,17	0,38	0,53	1,19	1,68	2,91	3,75	5,53	8,19	10,33	13,88	16,89	20,82	40,11	54,67	83,60
6	0,15	0,34	0,48	1,09	1,53	2,66	3,43	4,88	7,20	9,06	12,14	14,79	18,13	34,67	47,09	71,70
7	0,14	0,32	0,45	1,00	1,42	2,46	3,17	4,49	6,48	8,14	10,87	13,17	16,17	30,73	41,63	63,16
8	0,13	0,30	0,42	0,94	1,33	2,30	2,97	4,20	5,92	7,42	9,90	11,98	14,68	27,75	37,49	56,70
9	0,12	0,28	0,40	0,88	1,25	2,17	2,80	3,96	5,60	6,86	9,12	11,03	13,50	25,39	34,24	51,60
10	0,12	0,26	0,38	0,84	1,19	2,06	2,66	3,76	5,31	6,50	8,50	10,23	12,54	23,49	31,61	47,53
11	0,11	0,25	0,36	0,80	1,13	1,96	2,53	3,58	5,06	6,20	8,01	9,61	11,74	21,91	29,44	44,15
12	0,11	0,24	0,34	0,76	1,08	1,88	2,42	3,43	4,85	5,94	7,67	9,07	11,06	20,56	27,61	41,00
13	0,10	0,23	0,33	0,74	1,04	1,80	2,17	3,29	4,66	5,70	7,37	8,72	10,48	19,45	26,04	38,90
14	0,10	0,22	0,32	0,71	1,00	1,74	2,24	3,17	4,49	5,50	7,10	8,40	10,04	18,46	24,69	36,81
15	0,10	0,22	0,31	0,69	0,97	1,68	2,17	3,07	4,34	5,31	6,86	8,11	9,70	17,60	23,50	34,98

Примітка.

1. При швидкості вітру > 15 м/с розміри зон зараження приймають як при швидкості вітру 15 м/с.
2. При швидкості вітру < 1 м/с розміри зон зараження приймають як при швидкості вітру 1 м/с.



Таблиця 5.5 - Граничні значення глибин перенесення повітряних мас за 4 години при різних швидкостях вітру, км

Стан приземного шару атмосфери	Швидкість вітру, м/с														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Інверсія	20	40	64	84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ізотермія	24	48	72	96	116	140	164	188	212	236	260	284	304	328	352
Конвекція	28	56	84	112											

*Примітка.* Якщо після аварії пройшло більше 4 годин ( $T > 4g$ ), то табличне значення глибини потрібно зрівняти з гранично можливим значенням перенесення повітряних мас  $\Gamma_n = T_n * U_n$ , де  $U_n$  - швидкість перенесення зараженого повітря при даних швидкості вітру, та ступені вертикальної стійкості повітря, км/г. Із зрівнювальних  $\Gamma$  і  $\Gamma_n$  береться менше з них.

Таблиця 5.6 - Визначення ступеня вертикальної стійкості повітря по прогнозу погоди

Швидкість вітру, м/с	Ніч		Ранок		День		Вечір	
	Ясно, змінна хмарність	Суцільна хмарність	Ясно, змінна хмарність	Суцільна хмарність	Ясно, змінна хмарність	Суцільна хмарність	Ясно, змінна хмарність	Суцільна хмарність
<2	$I_n$	$I_3$	$I_3 (I_n)$	$I_3$	$K(I_3)$	$I_3$	$I_n$	$I_3$
2-3,9	$I_n$	$I_3$	$I_3 (I_n)$	$I_3$	$I_3$	$I_3$	$I_3 (I_n)$	$I_3$
>4	$I_3$	$I_3$	$I_3$	$I_3$	$I_3$	$I_3$	$I_3$	$I_3$

- Примітка.* 1. Позначення:  $I_n$  - інверсія,  $I_3$  - ізотермія, К - конвекція, букви в дужках - при сніговому покритті.
2. «Ранок» - період часу на протязі 2-х годин після сходу сонця, "вечір" – період часу на протязі 2-х годин після заходу сонця.
3. Швидкість вітру і ступінь вертикальної стійкості повітря приймаються в розрахунках на момент аварії.

Таблиця 5.7 - Кутові розміри зони можливого зараження СДОР в залежності від швидкості вітру

$V_{св}$ , м/с	0,5	0,6-1	1,1-2	2
$\phi^\circ$	360	180	90	45

Таблиця 5.8 - Швидкість перенесення переднього фронту хмари зараженого повітря в залежності від швидкості вітру

Швидкість вітру, м/с	2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>Інверсія</b>															
<b>Швидкість перенесення км/год</b>	5	10	16	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>Ізотермія</b>														
	6	12	18	24	29	35	41	47	53	59	65	71	76	82	83
	<b>Конвекція</b>														
	7	14	21	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Розрахункові таблиці прогнозування масштабів ураження при застосуванні хімічної зброї

Таблиця 5.9 - Довжина зони хімічного зараження при застосуванні хімічної зброї авіацією при середніх метеоумовах (ізотермія, швидкість вітру 3 м/с, температура повітря і ґрунту 20°C)

Спосіб застосування та тип ОР	Кількість і тип літаків			Довжина зони хімічного зараження, км
	1	2	Ланки літаків	
Поливання, ВІ-ІКС	X,Y	-	-	8
	-	X,Y	-	8
	-	-	X,Y	8
	X2,Y2	X2,Y2	-	4
	-	-	-	4
	-	-	X2,Y2	4
При застосуванні вибухових засобів, зарин	X	-	-	2
	-	X	-	4
	-	-	X	6
	X1,Y1	-	-	1
	-	X1,Y1	-	2
	-	-	X1,Y1	4

Примітка. X, Y- типи літаків; X1, X2, Y1, Y2 – модифікації літаків X, Y.

Таблиця 5.10 - Глибина розповсюдження хмари зараженого повітря на відкритій місцевості при застосуванні ОР авіацією (при ізотермії)

Тип ОР	Глибина розповсюдження зараженого повітря, км	
	$V_1=1 \div 2$ м/с	$V_1=2 \div 4$ м/с
Зарин	60-30	30-15
ВІ-ІКС	5-80	8-12
Іприт	18-9	9-4

Примітка.

1. При ясній сонячній погоді (в умовах конвекції) глибина розповсюдження зараженого повітря зменшується приблизно в два рази. У інверсійних умовах максимальна глибина розповсюдження хмари забрудненого повітря може досягати 60 км і більше.
2. При збільшенні швидкості вітру до 5-7 м/с глибина розповсюдження аерозолу ОР ВІ-ІКС збільшується до 20 км..
3. У місті з суцільною забудовою і лісовому масиві глибина розповсюдження забрудненого повітря зменшується в середньому в 3,5 рази.

Таблиця 5.11 - Стійкість ОР ВІ-ІКС (час природної дегазації) на техніці

Температура поверхні зараженої техніки, °С	30	20	10	0	-10
Стійкість ОР ВІ-ІКС (час природної дегазації), діб	0,6	1,7	5	15	48

*Примітка.* Під часом природної дегазації слід розуміти час, після закінчення якого об'єкти техніки стають безпечними при експлуатації їх особовим складом без використання засобів індивідуального захисту.

Таблиця 5.12 - Орієнтовний час підходу хмари зараженого повітря (г.хв)

Відстань від району застосування хімічної зброї, км	При швидкості вітру у приземному шарі, м/с			
	1	2	3	4
1	0,15	0,08	0,05	0,04
2	0,30	0,15	0,10	0,08
4	1,10	0,30	0,20	0,15
6	1,40	0,50	0,30	0,25
8	2,15	1,00	0,45	0,30
10	2,30	1,20	0,55	0,35
12	3,00	1,40	1,00	0,50
15	4,00	2,00	1,25	1,00
20	5,00	2,40	1,50	1,20
25	6,00	3,20	2,20	1,45
30	7,00	4,00	2,40	2,00

Таблиця 5.13 - Стійкість отруйних речовин на місцевості

Тип ОР	Швидкість вітру, м/с	Температура ґрунту, °С				
		0	10	20	30	40
ВІ-ІКС	0-8	16-22 діб	9-18 діб	4-12 діб	3-7 діб	1-4 діб
Іприт	До 2	4 доби	2-2,5 доби	0,5- 1,5 діб	14 год.	7 год.
	2-8	3 доби	1-1,5 доби	17 год.	11 год.	6 год.
Зарин	До 2	24-32 год.	11-19 год.	5-8 год.	2,5-5 год.	1,5-4 год.
	2-8	19-20 год.	8-11 год.	4-7 год.	2-4 год.	1,5-4 год.

*Примітка.* 1. На місцевості (території об'єкту) без рослинності знайдене по таблиці значення стійкості необхідно помножити на 0,8. Стійкість в лісі в 10 разів більше, ніж вказано в таблиці.  
2. Стійкість зарину в зимових умовах 1-5 діб, ВІ-ІКС до - 3,5 місяців, іприт - до 10 діб.

Таблиця 5.14 - Допустимий час перебування людей в засобах захисту шкіри

Температура повітря, °С.	Час перебування, год.
+30° і вище	0,3
25-29	0,5
20-24	0,8
15-19	2
+15° і нижче	3

Таблиця 5.15 - Можливі втрати населення в осередку хімічного ураження

Тип ОБ	Можливі втрати населення П, %			
	На відкритій місцевості		У простих укриттях, будівлях	
	без протигазів	у протигазах	без протигазів	у протигазах
ВІ-ІКС	100	75	75	30
Зарин	90-100	20	50-70	4-6
Іприт	90-100	50	50-70	8-12

*Примітка.*

1. Втрати розраховані для випадку, коли населення не використовувало засоби захисту шкіри.
2. Орієнтовна структура втрат населення в осередку ураження, утвореного ВІ-ІКС складає:
  - легкі – 12%;
  - середні і важкі – 48%;
  - смертельні – 40%.