

**Методичні вказівки  
до виконання розрахункової роботи  
з «Цивільного захисту»**

Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет

**Методичні вказівки  
до виконання розрахункової роботи  
з «Цивільного захисту»**

Вінниця  
ВНТУ  
2017

Рекомендовано до друку Методичною радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 5 від 19.01.2017 р.)

Рецензенти:

**І. В. Севостьянов**, доктор технічних наук, професор

**В. П. Ковальський**, кандидат технічних наук, доцент

Методичні вказівки до виконання розрахункової роботи з «Цивільного захисту» / Уклад. О. В. Поліщук, М. А. Томчук. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 65 с.

У даних методичних вказівках наводяться основні рекомендації до вивчення теми «Стійкість роботи об'єктів господарювання у надзвичайних ситуаціях», а також підготовки та виконання розрахункової роботи з дисципліни «Цивільний захист».

## ЗМІСТ

1	Стійкість роботи об'єктів господарювання.....	5
2	Методики дослідження стійкості роботи об'єктів господарювання .....	9
2.1	Дослідження стійкості роботи об'єкта господарювання в умовах дії ударної хвилі.....	9
2.2	Дослідження стійкості роботи об'єкта в умовах дії світлового випромінювання .....	11
2.3	Дослідження стійкості роботи радіоелектронних та енергетичних систем в умовах дії іонізуючих випромінювань .....	15
2.4	Дослідження стійкості роботи радіоелектронних та енергетичних систем в умовах дії електромагнітного імпульсу .....	18
2.5	Дослідження стійкості роботи об'єкта господарювання в умовах дії іонізуючих випромінювань .....	21
2.6	Розробка режимів радіаційного захисту робітників і службовців в умовах дії радіоактивного забруднення.....	25
Додаток А Таблиці з дослідження стійкості роботи ОГ в умовах дії надмірного тиску та світлового випромінювання.....		30
Додаток Б Таблиці з дослідження стійкості роботи ОГ, електронних систем в умовах дії радіації.....		43
Додаток В Варіанти завдань.....		48
Додаток Г Зразок листа завдання .....		63
Література .....		64

## ВСТУП

Забезпечення високої стійкості роботи народного господарства держави у НС мирного та військового часу розглядається як одна із головних задач ЦЗ держави.

Стійкість народного господарства держави в цілому та його галузей визначається стійкістю роботи кожного об'єкта.

Під стійкістю роботи об'єкта господарювання (ОГ) у надзвичайних умовах мирного та військового часу розуміється його можливість продовжувати випуск установлених видів продукції в номенклатурі та об'ємах, передбачених відповідними планами, а також пристосованість об'єкта до відновлення функціонування в короткі строки у випадках отримання пошкоджень, слабких або середніх руйнувань.

# 1 СТІЙКІСТЬ РОБОТИ ОБ'ЄКТІВ ГОСПОДАРЮВАННЯ

В зв'язку з тим, що імовірність виникнення аварій (катастроф) на небезпечних об'єктах значно збільшилась, підвищуються вимоги до стійкості об'єктів. Тому стійкість роботи об'єктів, які збудовані без врахування вимог ЦЗ, з часом стає незадовільною.

Дослідження стійкості роботи ОГ ведеться в три етапи:

I етап – підготовка до проведення дослідження (наказ начальника, календарний план дослідження, утворення груп (головного механіка, головного енергетика, штабної, головного інженера) та їх підготовка);

II етап – проведення досліджень зі стійкості роботи елементів ОГ і ОГ в цілому (перераховані групи досліджують стійкість роботи відповідних елементів об'єкта і готують матеріали групі головного інженера та передають їх);

III етап – розробка заходів з підвищення стійкості роботи ОГ (узагальнення результатів дослідження, розробка заходів з підвищення стійкості роботи ОГ та плану їх реалізації).

Організація досліджень зі стійкості роботи ОГ покладається на начальника ЦЗ.

Перед початком дослідження, як правило, триває підготовчий період, протягом якого відпрацьовуються організаційні документи, найважливішими серед яких є наказ начальника ЦЗ і календарний план проведення дослідження. Наказ визначає мету і завдання дослідження, хто залучається (для проведення досліджень та розробки необхідних заходів створюються робочі групи, які відповідають основним виробничо-технічним службам об'єкта), порядок проведення (етапи, їх тривалість, методики проведення необхідних розрахунків) та інші організаційні питання. Календарний план визначає терміни проведення робіт поетапно.

На об'єкті створюються такі робочі групи з дослідження стійкості:

- будівель та споруд (5–6 осіб); старший – заступник директора з капітального будівництва – начальник відділу капітального будівництва (ВКБ);
  - комунально-енергетичних мереж (5–7 осіб); старший групи – головний механік;
  - технологічного процесу (3–5 осіб); старший – головний технолог;
  - управління виробництвом (3–5 осіб); старший – начальник виробничого відділу;
  - матеріально-технічного постачання (МТП) і транспорту (3–5 осіб); старший групи – заступник директора з МТП (начальник відділу МТП).
- Крім того, створюється група штабу ЦЗ, до якої входять керівники служб об'єкта.

Організовує роботу груп головний інженер, при якому створюється група керівництва дослідженнями (3–5 осіб).

Результат роботи усіх груп – звітна доповідь і план-графік нарощування заходів з підвищення сталості роботи об'єкта.

Звітну доповідь із відповідними висновками і пропозиціями направляють на затвердження у орган вищого рівня, до управління надзвичайними ситуаціями.

У плані-графіку вказують заходи, які виконуються в мирний і воєнний час, а також ті, що будуть проводитися в разі загрози виникнення надзвичайної ситуації та після її початку. В кожному розділі плану відбиваються заходи, виконувані на об'єкті проектними та іншими організаціями. У плані до нього вказують обсяг та вартість запланованих робіт, джерела фінансування, основні матеріали та їх кількість, машини і механізми, робочу силу, відповідальних виконавців, терміни виконання тощо. План-графік затверджується директором підприємства (начальником ЦЗ) і доводиться до відома виконавців.

Таким чином, дослідження стійкості – це не одноразова дія, а тривалий, динамічний процес, що вимагає постійної уваги з боку керівництва, інженерно-технічного персоналу та штабу ЦЗ об'єкта.

#### ***Технологія дослідження сталості роботи об'єкта***

На території ОГ є такі елементи: будівлі і споруди, в яких містяться цехи та основне технологічне обладнання; споруди енергогосподарства, водопостачання, мережі внутрішнього транспорту, системи зв'язку й управління, складське господарство, адміністративні, побутові й господарські будівлі.

Район розташування ОГ вивчають за картами і планами. На території навколо об'єкта в наявності є джерела виникнення вторинних факторів ураження (наприклад, лісовий масив), а також метеорологічні й природні умови (Наприклад, глибина залягання підґрунтових вод незначна).

Вивчають різноплановість конструкцій на об'єкті: поверховість будівель. Характер перекриття: залізобетонні плити з металевим каркасом, довжина виробничих приміщень значна, забудови містять достатню кількість світлових проїомів (норми дотримані), наявність на території об'єкта сховищ та укриттів, розрахованих на кількість робітників та службовців до 100 осіб, які одночасно перебувають у кожній будівлі.

При дослідженні внутрішнього планування об'єкта існує можливість виникнення і поширення пожеж, утворення завалів, виникнення вторинних факторів ураження, тобто існує ймовірність руйнування сильнодіючими отруйними рідинами (аміак, хлор), складів ВР і вибухонебезпечних технологічних установок, комунікацій, пошкодження яких можуть викликати пожежі, вибухи, загазованість тощо.

Вивчення технологічного процесу відбувається з точки зору переведення підприємства на випуск воєнної продукції, а також визначення необхідних запасів деталей, вузлів, обладнання, сировини, паливно-мастильних матеріалів і т. д.

Безпосередньо робота об'єкта залежить від зовнішніх джерел енергопостачання, передбачається на території об'єкта запас та зберігання в резервуарах води, пари, стиснутого повітря, на об'єкті відсутня аварійна подача електроенергії, газу та інших видів електропостачання на воєнний період, центральна енергетична лінія достатньо надійна та захищена.

Система управління, а саме: стан пунктів управління та вузлів зв'язку, зв'язок із заміською зоною, системи оповіщення перебувають в нормальному робочому стані.

При необхідності можливе поповнення робочої сили і можливості взаємозамінності керівного складу.

Аналіз системи матеріально-технічного постачання передбачає коротку характеристику її роботи в мирний час і можливі зміни у зв'язку з переходом на випуск нової продукції; оцінювання запасів сировини, деталей і комплектуючих, без яких виробництво не може продовжуватися; можливі способи їх поповнення. Розглядаються способи зберігання готової продукції і питання її реалізації.

Підготовка об'єкта до відновлення виробництва визначається на основі вивчення вищеназваних питань; при цьому враховуються підготовленість персоналу, можливості будівельних та ремонтних підрозділів і організацій, що обслуговують об'єкт, можливі руйнування і пошкодження.

Отримані під час аналізу дані використовуються для визначення фізичної стійкості елементів об'єкта, виявлення вразливих ділянок та дослідження сталості його роботи.

Найбільш ефективним способом забезпечення стійкості роботи ОГ є врахування вимог до його стійкості ще до початку їх будівництва, тобто на стадії їх проектування.

Основним документом, який визначає стійкість роботи ОГ, є «Норми проектування ІТЗ ЦО». Вимоги цього документа реалізуються при:

- розробці нових будинків, споруд підприємств, систем та об'єктів електро- газо- та водопостачання, зв'язку, транспорту, захисних споруд та ін.;

- реконструкції міст, ОГ, комунально-енергетичних мереж та ін., які збудовані без урахування цих вимог.

Для проведення досліджень використовуються нормативні документи і методики з дослідження стійкості роботи ОГ при дії факторів ураження.

Дослідження стійкості роботи ОГ може бути проведено за допомогою моделювання його ураження при дії деяких еквівалентних факторів ура-



ження, що враховують можливі наслідки руйнувань, пожеж і ураження людей у надзвичайних умовах мирного та військового часу.

Найбільший інтерес в цьому плані являють собою:

- еквівалентний надмірний тиск,  $\Delta P_{\text{ф.екв}}$ , кПа;
- еквівалентний світловий імпульс,  $U_{\text{екв}}$ , кДж/м<sup>2</sup> ;
- рівень можливого радіоактивного забруднення,  $p$  Р/год.

Еквівалентні фактори ураження – це фактори, які за своєю дією на ОГ порівнюються з факторами ураження ядерного вибуху.

Запровадження еквівалентних факторів ураження дозволяє використати для дослідження стійкості роботи ОГ у надзвичайних умовах мирного часу існуючі методики щодо факторів ураження ядерного вибуху.

При дослідженні стійкості необхідно врахувати такі положення:

1. Дослідження стійкості роботи ОГ передбачає максимальні значення  $\Delta P_{\text{ф.екв.мах}}$ ,  $U_{\text{ф.екв.мах}}$ ,  $p_{1\text{мах}}$ .

2. Стійкість роботи об'єкта в цілому визначається стійкістю кожного елемента ОГ окремо. Як правило, з усієї сукупності елементів ОГ вибираються ті, без яких неможливий випуск продукції у надзвичайних умовах.

3. Обов'язково повинна враховуватись можливість виникнення на ОГ вторинних факторів ураження.

## 2 МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ РОБОТИ ОБ'ЄКТІВ ГОСПОДАРЮВАННЯ

### 2.1 Дослідження стійкості роботи об'єкта господарювання в умовах дії ударної хвилі

**Критерієм дослідження стійкості роботи об'єкта** в умовах дії ударної хвилі є максимальне значення надмірного тиску, при якому будинки, споруди, обладнання ще зберігаються, або отримують такі слабкі і середні зруйнування, які можуть бути усунуті силами і засобами об'єкта в мінімальні строки. Ця величина надмірного тиску є межею стійкості ОГ до ударної хвилі ( $\Delta P_{ф.гр.}$ ).

Початкові дані (додатки В, Г, згідно з варіантом):

1. Відомості про приміщення та будівлі ОГ;
2. Відомості про обладнання ОГ;
3. Відомості про комунікаційні та інші мережі й системи на ОГ;
4. Дані про очікувану величину надмірного тиску ударної хвилі.

Дослідження стійкості об'єкта до дії УХ здійснюється в такій послідовності

1. Визначаються основні елементи об'єкта, від яких залежить його функціонування, або випуск продукції військового часу, наприклад, будинки і споруди, технологічне обладнання, система енергопостачання та інше.

2. На основі вивчення будівельної та технологічної документації складаються узагальнені характеристики вибраних елементів.

3. Для кожного елемента за довідковими таблицями визначаються значення надмірного тиску, при яких елемент може отримати слабкі, середні, сильні і повні руйнування (Додаток А, табл. А.1–А.6). Дані заносяться до таблиці.

Таблиця 2.1 – Визначення межі стійкості роботи ОГ в умовах дії ударної хвилі

Елементи ОГ	$\Delta P_{ф}$ , кПа				$\Delta P_{ф.гр.i}$ кПа	$\Delta P_{ф.гр.}$ кПа
	слабкі руйнування	середні руйнування	сильні руйнування	повні руйнування		
1. Виробниче приміщення (характеристика)	10– <u>20</u>	<u>20</u> –30	30–40	>40	20	10
2. РЕС (характеристика)	5– <u>10</u>	<u>10</u> –20	20–30	>30	10	

4. За даними таблиці 2.1 визначається межа стійкості роботи кожного з елементів ОГ. Якщо елемент отримує слабкі руйнування в діапазоні надмірних тисків 10–20 кПа, то за межу стійкості беремо  $\Delta P_{ф.гр.} = 20$  кПа.

5. Визначається межа стійкості об'єкта в цілому (за мінімальним значенням меж стійкості елементів) –  $\Delta P_{ф.гр.}$ .

6. Робляться висновки і пропозиції з підвищення стійкості ОГ:

6.1 вказується межа стійкості об'єкта до ударної хвилі ( $\Delta P_{ф.гр.}$ ).

6.2 якщо  $\Delta P_{ф.гр.} \geq \Delta P_{ф.екв.мах.}$ , то ОГ стійкий до ударної хвилі, якщо  $\Delta P_{ф.гр.} < \Delta P_{ф.екв.мах.}$ , то цех нестійкий до ударної хвилі;

6.3 вказуються найбільш уразливі елементи ОГ;

6.4 вказуються характер і ступінь руйнувань, очікуваних на ОГ при  $\Delta P_{ф.екв.мах.}$  і можливі збитки та руйнування;

6.5 визначається межа доцільного підвищення стійкості ОГ;

6.6 розробляються заходи з підвищення стійкості.

### Приклад виконання

Критерієм стійкості роботи ОГ в умовах дії ударної хвилі є таке мінімальне значення надлишкового тиску  $\Delta P_{ф.гр.}$  [кПа], при якому будинки, споруди, обладнання, апаратура ще не руйнуються, або отримують такі слабкі, частково середні руйнування, які не вплинуть на виробництво ОГ.

1. Визначимо елементи ОГ, від яких залежить функціонування ОГ. В даному випадку:

- виробниче приміщення;
- адміністративний будинок;
- верстати важкі;
- верстати середні;
- конвеєрні лінії;
- електродвигуни 2–10 кВт;
- кабельні наземні лінії.

2. Складаємо характеристики елементів ОГ:

- виробниче приміщення: промисловий з легким металевим каркасом і бетонним наповненням з площею скління біля 30%, дах – залізобетон, покритий руберойдом;

- адміністративний будинок: багатопверховий цегляний будинок з металевим каркасом, темні вікна і двері з дерева, дах – залізобетон, покритий руберойдом;

- сховище для укриття людей: окремо розташоване в районі забудови.

3. Для кожного елемента за довідковими таблицями визначаємо значення надмірного тиску, при яких елемент може отримати слабкі, середні, сильні і повні руйнування. Дані заносимо до таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Визначення меж стійкості роботи елементів ОГ і меж стійкості ОГ в цілому

Елементи ОГ	$\Delta P_{ф_2}$ (кПа)				$\Delta P_{ф_{гр.і}}$ (кПа)	$\Delta P_{ф_{гр.}}$ (кПа)
	Слабкі	Середні	Сильні	Повні		
1 Виробниче приміщення	10..20	20...30	30...50	>50	20	<b>6</b>
2 Адміністративний будинок	20...30	30...40	40...50	>50	30	
3 Електродвигуни 2-10 кВт	20..40	40...50	-	>50	40	
4 Кабельні наземні лінії	10..30	30...50	50...60	>60	30	
5 Відкрите улаштування	15..25	25...35	-	-	25	
6 Верстати середні	15..25	25..35	35..45	-	25	
7 Конвеєрні лінії	5..6	6..9	9..15	>15	6	
8 Верстати важкі	25..40	40..60	60..70	>60	40	

4. Визначаємо межі стійкості елементів ОГ та за мінімальним значенням  $\Delta P_{ф_{гр.і}}$  визначаємо межу стійкості об'єкта в цілому  $\Delta P_{ф_{гр.}}=6$  кПа

#### 5. Висновки

Максимальне очікуване значення надлишкового тиску на даній території, згідно з яким ведуться розрахунки, складає  $\Delta P_{ф_{маx}} = 13$  кПа. Згідно з отриманими даними  $\Delta P_{ф_{гр.}} < \Delta P_{ф_{маx}}$ , (5 кПа < 13 кПа), тому об'єкт буде нестійким при роботі в умовах дії ударної хвилі. Межу стійкості роботи ОГ необхідно підвищити до величини 13 кПа або більше. Для підвищення стійкості роботи ОГ необхідно вжити ряд заходів, до числа яких можна віднести: зміцнення несучих конструкцій будівель підприємства, заміна засобів транспортування продукції на виробничих лініях, додаткове закріплення виробничого обладнання, встановлення додаткових систем живлення тощо.

## 2.2 Дослідження стійкості роботи об'єкта в умовах дії світлового випромінювання

**Критерієм стійкості об'єкта господарювання** в умовах дії світлового імпульсу є мінімальний світловий імпульс, при якому може статися спалахування матеріалів або споруд, внаслідок чого на об'єкті виникнуть пожежі. Це значення світлового імпульсу прийнято вважати межею стійкості об'єкта до світлового випромінювання ( $U_{св.гр.}$ , кДж/м<sup>2</sup>).

Початкові дані (додатки В, Г):

1. Інформація про конструкційні та будівельні матеріали будівель і споруд підприємства;

2. Інформація про наявність вибухо- та пожежонебезпечних речовин й умови їх зберігання;

3. Очікувана величина світлового імпульсу.

На виникнення і розповсюдження пожеж на об'єкті впливають:

- а) вогнестійкість будинків і споруд;
- б) категорія виробництва з пожежо- вибухонебезпеки;
- в) щільність забудови;
- г) метеоумови.

Під вогнестійкістю розуміють опір будівельних конструкцій дії вогню і температур (додаток А, табл. А.11).

За пожежо- вибухонебезпекою всі об'єкти ділять на 5 категорій: А, Б, В, Г, Д (додаток А, табл. А.12).

Імовірність розповсюдження пожеж значною мірою залежить і від щільності забудови об'єкта  $P = S_{\text{п}}/S_{\text{т}} \cdot 100\%$ , де  $S_{\text{п}}$  – площа, яку займають всі будинки і споруди,  $S_{\text{т}}$  – площа території об'єкта.

Найбільш небезпечними для ОГ є суцільні пожежі, які можуть виникнути:

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

При щільності забудови до 7% пожежі звичайно не розповсюджуються.

Дослідження стійкості об'єкта в умовах дії світлового випромінювання здійснюється в такій послідовності.

1. Встановлюється ступінь вогнестійкості кожного будинку, споруди (довідкові дані).

2. Вивчається характер технологічних процесів на ОГ, наявність горючих і вибухонебезпечних матеріалів і речовин, які використовуються в виробництві, і встановлюється категорія виробництва з пожежо- вибухонебезпеки (довідкові дані).

3. Вивчаються окремо всі будинки і споруди об'єкта, визначається наявність конструкцій та їх елементів, які виготовлені з горючих матеріалів (двері, віконні рами та ін.) і визначаються їх характеристики з точки зору протидії світловому випромінюванню. Наприклад, в будинку цеху двері дерев'яні, пофарбовані в білий колір, ....

4. За довідковими таблицями визначаються величини світлових імпульсів, які викликають загорання вибраних елементів (дані заносяться в таблицю, що наведена нижче).

5. Визначається межа стійкості об'єкта до світлового випромінювання.

Таблиця 2.3 – Основні характеристики елементів ОГ

Назва споруд, устаткування	Ступінь вогнестійкості	Категорія з пожежної небезпеки	Елементи та їх характеристики	$U_{\text{св,гр.і}}$ кДж/м <sup>2</sup>	$U_{\text{св,гр.і}}$ кДж/м <sup>2</sup>
Будинок: одноповерховий, цегляний, перекриття з/б, границя вогнестійкості перекриття – 1 год.	2	Д	1. Двері і віконні рами – дерев'яні 2. Покрівля – толь на дерев'яній основі	1670  670	670

6. Визначається щільність забудови об'єкта (за завданням) і імовірність розповсюдження пожеж.

Отримані дані заносяться до таблиці, аналізуються і визначаються найбільш небезпечні, щодо пожежі, елементи. Робляться висновки про стійкість об'єкта до дії світлового випромінювання і запроваджуються конкретні заходи з її підвищення.

7. В висновках вказуються:

7.1 Очікуване на об'єкті максимальне значення світлового імпульсу, і в якій зоні пожеж може опинитись об'єкт;

7.2 Межа стійкості об'єкта до дії світлового опромінення (мінімальний світловий імпульс, при якому може виникнути пожежа на об'єкті);

7.3 Найбільш небезпечні, щодо виникнення пожежі, ділянки виробництва;

7.4 Можлива пожежна обстановка (окремі пожежі, масові, суцільні пожежі або тління);

7.5 До якої межі доцільно підвищити стійкість об'єкта;

7.6 Заходи з підвищення стійкості об'єкта.

### Приклад виконання

Критерієм стійкості роботи ОГ в умовах дії світлового випромінювання (СВ) приймаємо таке мінімальне значення світлового випромінювання, при якому окремі об'єкти ОГ можуть загорітись, спалахнути, вибухнути.

1. Визначаємо ступені вогнестійкості будинків об'єкта.

Виробниче приміщення – промисловий будинок з легким металевим каркасом і бетонним наповненням з площею скління біля 30%, дах – залізобетон, покритий руберойдом, належить до споруд II ступеня вогнестійкості (за завданням).

Адміністративне приміщення – багатоповерховий цегляний будинок з металевим каркасом, темні вікна і двері з дерева, дах – залізобетон, покритий

тий руберойдом, належить до споруд III ступеня вогнестійкості (за завданням).

2. Категорія виробництва (інструментальний завод) за пожежо- та вибухонебезпечністю – Г (довідкові дані), щільність забудови об'єкта  $\Pi=18\%$  (за завданням).

3. Причиною пожеж на підприємстві можуть стати:

- у виробничому приміщенні: перекриття з руберойду, спецодяг, двері аварійних виходів, пофарбовані в темний колір;

- в адміністративному приміщенні: оздоблення з натурального дерева, штори, паперова документація, дерматинові покриття меблів, вікна і двері з дерева, дах – руберойд.

4. За довідковими таблицями для кожного елемента визначимо граничні значення світлового імпульсу, при яких вони можуть спалахнути. Значення заносимо до таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 - Визначення межі стійкості об'єкта в умовах дії світлового імпульсу

Назва споруд	Елементи будови	Межа стійкості елементів	Межа стійкості будівлі $U_{св.гр.і}$	Межа стійкості об'єкта
Виробниче приміщення	Руберойд	590	250	50
	Спецодяг	490		
	дерев'яні вікна і двері темного кольору	250		
Адміністративне приміщення	руберойд	590	50	
	дерев'яні вікна і двері темного кольору	250		
	оздоблення з дерева	300		
	дерматинові меблі	250		
	Паперова документація	110		
	штори бавовняні	50		

5. За мінімальним значенням  $U_{св.гр.і}$  визначаємо межу стійкості роботи об'єкта в умовах дії світлового випромінювання на рівні  $50 \text{ кДж/м}^2$ .

6. Висновки:

Отже, в результаті дослідження було виявлено, що межа стійкості об'єкта  $U_{св.гр.і}$  набагато менша очікуваної потужності світлового імпульсу в  $1000 \text{ кДж/м}^2$ , і ОГ нестійкий в умовах дії світлового випромінювання. При

щільності забудови  $\Pi=18\%$  можливе виникнення окремих пожеж. Заходи з підвищення стійкості: двері та віконні рами пофарбувати в білий колір ( $U_{cb}=1670$  кДж/м<sup>2</sup>) або замінити на алюмінієві; дах покрити, наприклад, червоною черепицею ( $U_{cb} = 1050$  кДж/м<sup>2</sup>), замінити меблі зі штучною обшивкою, документацію та спецодяг зберігати в закритих шафах, розмістити додаткові протипожежні щити на території підприємства та в приміщеннях, встановити нові та оновити існуючі системи виявлення та гасіння пожежі тощо.

### 2.3 Дослідження стійкості роботи радіоелектронних та енергетичних систем в умовах дії іонізуючих випромінювань

**За критерій стійкості роботи** радіоелектронних та енергетичних систем (РЕС, ЕС) в умовах дії іонізуючих випромінювань приймається максимальне значення експозиційної дози ( $D_{гр}$ ) або потужності дози ( $p_{гр}$ ), при яких можуть виникнути зміни параметрів елементів РЕС (ЕС), але робота системи ще не порушується.

Початкові дані

1. Максимальні значення потужності дози через одну годину після аварії (ядерного вибуху)  $p_{1max}$ , Р/год (додатки В, Г, за завданням).

2. Коефіцієнт послаблення радіації  $K_{пoc}$  виробничими приміщеннями, транспортними засобами тощо (додаток Б, таб. Б.1, за характеристикою будівлі).

Дослідження стійкості здійснюється в такій послідовності:

1. Аналізується РЕС (ЕС) й визначаються елементи, від яких залежить їх робота. Наприклад, мікросхеми, транзистори, конденсатори, резистори ті ін.;

2. За довідковими даними для кожного елемента визначається максимальна допустима експозиційна доза ( $D_{гр.i}$ ). Дані заносяться до таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Визначення межі стійкості роботи (РЕС, ЕС)

Елементи РЕС (ЕС)		$D_{гр.i}, P$	$D_{гр}, P$
1	Транзистори	$10^4$	$10^4$
.			
.			
n	...	...	

3. Дані таблиці аналізуються і за мінімальним  $D_{гр.i}$  визначається межа стійкості роботи РЕС.

4. За допомогою формул

$$D_M = \frac{2p_{1max}(\sqrt{t_k} - \sqrt{t_{п}})}{K_{пoc(вп,сх)}}, \quad (2.1)$$



$$p_{гр} = \frac{D_{гр} \times K_{пос}}{2(\sqrt{t_k} - \sqrt{t_n})}. \quad (2.2)$$

визначаються можлива експозиційна доза опромінення, Р в заданих умовах та гранично допустима потужність дози (додаток Б, табл. Б.4), Р/год.

Робляться висновки

5.1. Якщо  $D_{гр.min} \geq D_m$  або  $p_{гр} \geq p_{1max}$ , то РЕС (ЕС) стійка в роботі.

4.2. Якщо  $D_{гр.min} < D_m$  або  $p_{гр} \geq p_{1max}$ , то РЕС (ЕС) нестійка в роботі.

4.3. В разі потреби розробляються заходи підвищення стійкості роботи РЕС (ЕС).

5. Допустимий час, години стійкої роботи РЕС (ЕС) у заданих умовах визначається за формулою:

$$t_k = t_d = \left( \frac{D_{гр.min} K_{пос} + 2p_{1max} \sqrt{t_n}}{2p_{1max}} \right)^2. \quad (2.3)$$

### Приклад виконання

За критерій стійкості роботи мультисервісної мережі приймається таке максимальне значення дози випромінювання ( $D_{гр}$ , Р) або рівня радіації ( $p_{гр}$ , Р/год), при яких вузлові елементи мережі ще будуть працювати з потрібною якістю.

До числа вузлових елементів мережі можна віднести сервери та маршрутизатори. Перелік основних елементів вузлових точок мережі та граничні значення доз опромінення для них наведено в таблиці 2.6.

За мінімальним значенням  $D_{грi}$  ( $p_{грi}$ ) межа стійкості системи в цілому складає  $D_{гр} = 10^4$ , Р.

Можлива доза опромінення протягом експлуатації в заданих умовах становитиме:

$$D_m = \frac{2p_{1max} \cdot (\sqrt{t_k} - \sqrt{t_n})}{K_{пос}} = \frac{(2 \cdot 4,1 \cdot (\sqrt{8760} - \sqrt{1}))}{1} = 767,5 \text{ Р},$$

де  $p_1 = 4,1$  Р/год – рівень радіації в умовах експлуатації (за завданням);

$t_k = 8760$  год – термін експлуатації (за завданням);

$K_{пос} = 1$  – коефіцієнт послаблення радіації (окремі елементи мережі можуть встановлюватись на відкритій місцевості).

Допустимий рівень радіації в умовах експлуатації

$$p_{гр} = \frac{D_{доп} \times K_{пос}}{2 \cdot (\sqrt{t_k} - \sqrt{t_n})} = \frac{10^4 \cdot 1}{2 \cdot (\sqrt{8760} - \sqrt{1})} = 53,4 \text{ Р/год.}$$

Оскільки  $p_{гр} > p_{1max}$  ( $53,4 \text{ Р/год} > 4,1 \text{ Р/год}$ ) і  $D_{гр} > D_m$  ( $10^4 \text{ Р} > 767,5 \text{ Р}$ ), то вузлові точки мережі і, відповідно, мережа працюватимуть стійко в заданих умовах і нема потреби вживати заходів щодо підвищення стійкості їх роботи.

Таблиця 2.6 – Визначення граничної дози опромінення для вузлових точок мережі

Блоки мережі	Елементи і матеріали блоків мережі	Елементи і матеріали мережі	Гранична доза гамма-випромінювання для елементів мережі, $D_{гр,i}$ (Р)	Гранична доза гамма-випромінювання для мережі в цілому, $D_{гр}$ (Р)
Маршрутизатор	Мікросхеми, конденсатори, резистори, діелектричні матеріали, транзистори, діоди загального призначення	Транзистори, діоди загального призначення	$10^4 \dots 10^6$	$10^4$
		Мікросхеми	$10^5$	
Сервер	Мікросхеми, конденсатори, резистори, діелектричні матеріали, транзистори, діоди загального призначення, кварцовий резонатор, магнітні матеріали, індуктивні матеріали	Конденсатори	$10^7 \dots 10^9$	
		Резистори	$10^7 \dots 10^9$	
		Діелектричні матеріали	$10^{10}$	
		Напівпровідники	$10^5 \dots 10^6$	
		Магнітні матеріали	$10^7$	
		Кварц	$10^7$	

## 2.4 Дослідження стійкості роботи РЕС (ЕС) в умовах дії електромагнітного імпульсу

За критерій дослідження стійкості роботи системи приймається коефіцієнт безпеки

$$K_{\text{БВ}(\Gamma)} = 20 \lg \frac{U_{\text{Д}}}{U_{\text{В}(\Gamma)}} \geq 40, \quad (2.4)$$

де  $U_{\text{Д}}$  – допустиме коливання напруги живлення, В;  $U_{\text{В}(\Gamma)}$  – напруга, наведена за рахунок електромагнітних випромінювань, В.

Задовільними можна вважати умови, коли  $K_{\text{Б}} \geq 40$  дБ.

У зв'язку з тим, що окремі елементи РЕС (ЕС) можуть мати різні значення коефіцієнтів безпеки, то стійкість роботи системи в цілому визначається мінімальним значенням коефіцієнта безпеки. Дослідження стійкості проводиться за дією електричного поля, яке є складовою частиною електромагнітного поля.

Початкові дані (додатки В, Г за завданням):

1. Вертикальна складова напруженості електричного поля,  $E_{\text{В}}$ , кВ/м.
2. Напруга живлення системи або її блоків  $U_{\text{Ж}}$ , В.

Дослідження стійкості роботи РЕС (ЕС) здійснюється в такій послідовності

1. Визначається горизонтальна складова напруженості електричного поля

$$E_{\Gamma} = 10^{-3} E_{\text{В}}. \quad (2.5)$$

2. РЕС (ЕС) розподіляються на окремі функціональні складові або блоки. Наприклад: система живлення, система управління, розвідна електромережа, пульт управління та ін.

3. Для кожної складової визначається максимальна довжина вертикальних і горизонтальних струмопровідних частин ( $l_{\text{В}}$ ,  $l_{\Gamma}$ , м).

4. За допомогою формули

$$U_{\text{В}(\Gamma)} = E_{\Gamma(\text{В})} \cdot l_{\text{В}(\Gamma)} \quad (2.6)$$

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

5. Допустиме коливання напруги живлення, В системи визначається за формулою

$$U_{\text{Д}} = U_{\text{Ж}} + \frac{U_{\text{Ж}}}{100} \cdot N. \quad (2.7)$$

де  $U_{ж}$  – робоча напруга живлення, В;  $N$  – допустимі коливання напруги, %.

6. Визначаються коефіцієнти безпеки (для кожної складової)

$$K_{БВ} = 20 \lg \frac{U_{Д}}{U_{В}} \geq 40, \quad (2.8)$$

$$K_{БГ} = 20 \lg \frac{U_{Д}}{U_{Г}} \geq 40. \quad (2.9)$$

Результати розрахунків заносяться до таблиці.

Таблиця 2.7 – Результати дослідження стійкості роботи РЕА(РЕС) в умовах дії електромагнітного імпульсу

Блоки	$U_{Д}$ , (В)	$E_{В}$ , (В/м)	$E_{Г}$ , (В/м)	$U_{В}$ , (В)	$U_{Г}$ , (В)	$K_{БВ.і}$ , (дБ)	$K_{БГ.і}$ , (дБ)
Система живлення							
...							

Дані таблиці аналізуються і робляться висновки.

Якщо,  $K_{БВ.min} \geq 40$ ,  $K_{БГ.min} \geq 40$ , то система стійка в умовах дії електромагнітних випромінювань. В інших випадках РЕС (ЕС) нестійка в роботі і розробляються заходи з підвищення стійкості. Найбільш ефективним заходом з підвищення стійкості роботи РЕС (ЕС) є екранування системи або її елементів. Розрахунок товщини сталевго екрана, см здійснюється за формулою

$$t = \frac{A}{5,2 \cdot \sqrt{f}}, \quad (2.10)$$

де  $A = 40 - K_{Бmin}$  – необхідне гасіння в екрані, дБ;  $f = 15000$  – власна частота сталевго екрана, Гц.

### Приклад виконання

Критерієм дослідження стійкості роботи РЕА в умовах дії електромагнітного імпульсу є коефіцієнт безпеки, що розраховується за формулою 2.9.

1. Горизонтальна складова напруженості електромагнітного поля:

$$E_{Г} = 10^{-3} E_{В},$$

$$E_{Г} = 10^{-3} \cdot 19 \text{ кВ} = 19 \text{ В}.$$

2. Максимальні довжини струмопровідних частин радіоелектронної апаратури (згідно з завданням):

$$l_{Г} = 0,15 \text{ м}; l_{В} = 0,1 \text{ м}.$$

3. Напруги, наведені в вертикальних та горизонтальних струмопровідних частинах РЕА:

$$U_B = E_{\Gamma} \cdot l_B, U_{\Gamma} = E_B \cdot l_{\Gamma}.$$

$$U_B = E_{\Gamma} \cdot l_B = 19 \cdot 0,1 = 1,9 \text{ В}, U_{\Gamma} = E_B \cdot l_{\Gamma} = 19000 \cdot 0,15 = 2850 \text{ В}.$$

4. Допустиму напругу живлення генератора електричних коливань визначимо за формулою:

$$U_{\text{д}} = U_{\text{ж}} + \frac{U_{\text{ж}} N}{100} = 12 + \frac{12 \cdot 5}{100} = 12,6 \text{ В},$$

де  $U_{\text{ж}} = 12$  – напруга живлення РЕА, (В);  $N = 5$  – допустиме відхилення у відсотках.

5. Визначаємо коефіцієнти безпеки:

$$K_{\text{БВ}} = 20 \lg \frac{U_{\text{д}}}{U_B} = 20 \lg \frac{12,6}{1,9} = 16,4 \text{ дБ},$$

$$K_{\text{БГ}} = 20 \lg \frac{U_{\text{д}}}{U_{\Gamma}} = 20 \lg \frac{12,6}{2850} = -47 \text{ дБ}.$$

6. Оскільки коефіцієнти безпеки  $K_{\text{БВ}} < 40 \text{ дБ}$  і  $K_{\text{БГ}} < 40 \text{ дБ}$ , то генератор електричних коливань буде нестійким в роботі в умовах дії ЕМІ. Результати розрахунку заносимо до таблиці.

Таблиця 2.8 – Результати дослідження стійкості роботи РЕА (РЕС) в умовах дії електромагнітного імпульсу

Блоки	$U_{\text{д}}$ , (В)	$E_B$ , (В/м)	$E_{\Gamma}$ , (В/м)	$U_B$ , (В)	$U_{\Gamma}$ , (В)	$K_{\text{БВ,і}}$ , (дБ)	$K_{\text{БГ,і}}$ , (дБ)
РЕА	12,6	19000	19	1,9	2850	16,4	-47

7. Розробка заходів захисту генератора електричних коливань від небезпечних чинників надзвичайних ситуацій

8. Розрахунок необхідної товщини захисного екрана зі сталі:

$$A = 5,2 \cdot t_{\text{min}} \cdot \sqrt{f} \text{ дБ},$$

де  $t$  – товщина стінки екрана, см;  $f = 15 \text{ кГц}$ .

$$A_{\text{min}} = 40 - K_{\text{Б, min}} = 40 - (-47) = 87 \text{ дБ, тоді}$$

$$t_{\text{min}} = \frac{A_{\text{min}}}{\sqrt{f} \cdot 5,2} = \frac{87}{\sqrt{15000} \cdot 5,2} = 0,135 \text{ см}.$$

Окрім того, для захисту генератора від радіоактивного та електромагнітного випромінювань та інших чинників можна вжити таких заходів:

- використання в апаратурі радіаційно-стійких елементів і матеріалів;

- застосування для приміщень різних загальних екранів або активного захисту від дії радіації;
- використання схем, малочутливих 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.

## 2.5 Дослідження стійкості роботи об'єкта господарювання в умовах дії іонізуючих випромінювань

**Критерієм дослідження стійкості роботи ОГ** в умовах радіаційного забруднення є величина можливої дози опромінення персоналу або граничного рівня радіації при роботі ОГ в режимі дві зміни по 12 год.

Початкові дані (додатки В, Г за завданням)

1. Сховище: розміщення з захисним перекриттям із ЗБ плит товщиною  $h_1$  і ґрунтовою подушкою товщиною  $h_2$ .
2. Виробниче приміщення: захисні властивості.
3. Максимальна тривалість роботи змін  $t_{\max}=12$  год.
4. Час початку роботи  $t_{\text{п}}$ .
5. Встановлена (допустима) доза опромінення  $D_{\text{д}}$ , рівень радіації  $p_{1\max}$ .

Дослідження стійкості об'єкта до дії УХ здійснюється в нижчеописаній послідовності:

1. Визначаються коефіцієнти послаблення радіації виробничою чи іншою будівлею, для яких проводиться розрахунок (за довідковими даними), і сховищем.

Коефіцієнт послаблення радіації сховищем розраховується на основі товщини шару бетону  $h_1$  і шару ґрунту  $h_2$  перекриття сховища та товщини шарів половинного послаблення матеріалів від радіоактивного забруднення для бетону  $d_1$  і для ґрунту  $d_2$  (додаток Б, табл. Б.2), коефіцієнта, що враховує умови розміщення сховища  $K_p$  (для окремо розташованих сховищ –  $K_p=1$ , для вбудованих –  $K_p=4$ ), за формулою.

$$K_{\text{пос.сх}} = K_p \prod_{i=1}^n 2^{h_i/d_i} \quad (2.11)$$

2. Визначаються дози радіації, що їх можуть отримати робітники і службовці, які знаходяться в виробничих будинках і сховищах, за робочу зміну. Час закінчення роботи

$$t_{\text{к}} = t_{\text{п}} + t_{\text{р}} \quad (2.12)$$

Можливі дози опромінення при перебуванні в різних приміщеннях визначаються за формулою

$$D_M = \frac{1,33 p_{1\max} (\sqrt[4]{t_K^3} - \sqrt[4]{t_P^3})}{K_{\text{пос(вп,сх)}}}. \quad (2.13)$$

3. Визначаються межі стійкості роботи об'єкта в умовах радіоактивного забруднення та перебування людей у сховищі, тобто граничне значення рівня радіації на об'єкті, до якого можлива робота у звичайному режимі

$$p_{\text{гр}} = \frac{D_{\text{доп}} \times K_{\text{пос}}}{1,33(\sqrt[4]{t_K^3} - \sqrt[4]{t_P^3})}. \quad (2.14)$$

4. Встановлюється наявність в приміщеннях матеріалів, приладів, апаратури, чутливих до дії радіації.

5. Визначається ступінь герметизації вікон і дверей та можливість пристосування системи вентиляції для очищення повітря від радіоактивного пилу. Наприклад: в цеху вікна великих розмірів, а тому в випадку їх зруйнування різко збільшується концентрація пилу в повітряному середовищі цеху, вентиляція може бути пристосована для роботи в режимі фільтровентиляції з очищенням повітря від радіоактивного пилу.

Результати дослідження стійкості цеху заносяться в таблицю

Таблиця 2.5 – Результати дослідження стійкості роботи ОГ в умовах дії іонізуючих випромінювань

Елементи ОГ	Характеристика елементів	$K_{\text{пос}}$	$D_M, P$	Межа стійкості в умовах радіаційного забруднення, P/год.
Будівлі: ...	наприклад: одноповерхова, цегляна, в районі забудови.	...	...	...
Сховище	наприклад: вбудоване, перекриття товщиною ...	...	...	...

6. Аналіз результатів дослідження роботи ОГ в умовах дії іонізуючих випромінювань дозволяє зробити відповідні висновки.

6.1. Об'єкт стійкий (нестійкий) до дії радіації, оскільки межа стійкості роботи цеху  $p_{\text{гр}} \geq (<) p_{1\max}$ . Захисні властивості будівель забезпечують (не забезпечують) безперервність роботи протягом встановленого часу роботи зміни (12 годин) в умовах очікуваного максимального рівня радіації (робітники отримують дозу опромінення, що менше (більше)  $D_d$ .

6.2. Сховище цеху забезпечує захист виробничого персоналу. Доза опромінення за 12 годин перебування в ньому складає \_\_\_ Р, що набагато менше  $D_d$ .

6.3. З метою підвищення стійкості роботи цеху необхідно провести такі заходи: ...

### Приклад розрахунку

За критерій стійкості роботи ОГ приймається допустима доза опромінення людей ( $D_{\text{доп}}$ , Р), або граничне значення рівня радіації (потужності дози) ( $p_{\text{гр}}$ , Р/год), до якого можлива робота об'єкта у звичайному режимі (дві зміни по 12 год.).

1. Визначимо коефіцієнти послаблення радіації виробничих приміщень та захисних споруд:

- коефіцієнт послаблення радіації виробничим  $K_{\text{пос.вп}}=7$  і складським приміщеннями  $K_{\text{пос.сп}}=6$ .

- коефіцієнт послаблення радіації сховищем дорівнює:

$$K_{\text{посл.сх}} = K_p \prod_{i=1}^n 2^{h_i/d_i};$$

$K_p$  – коефіцієнт, який характеризує розташування сховища ( $K_p=1$ );

$h_i$  – товщина шару  $i$ -го перекриття сховища, см;

$d_i$  – шар половинного послаблення радіації даним матеріалом (бетон – 5,7 мм; ґрунт – 8,1 мм);

$n$  – кількість шарів перекриття.

$$K_{\text{посл.сх}} = K_p \cdot \prod_{i=1}^n 2^{\frac{h_i}{d_i}} = 1 \cdot (2^{\frac{36}{5.7}} \cdot 2^{\frac{37.5}{8.1}}) = 1972.$$

2. Визначимо можливу дозу опромінення робітників та службовців об'єкта, які будуть працювати у звичайному режимі ( $t_n=1$ , тоді  $t_k=1+12=13$  год):

- для сховища:

$$D_{\text{М.сх}} = \frac{1,33 \cdot p_{1\text{max}} \cdot (\sqrt[4]{t_k^3} - \sqrt[4]{t_n^3})}{K_{\text{пос.сх}}} = \frac{1,33 \cdot 2,46 \cdot (\sqrt[4]{13^3} - 1)}{1972} = 0,0011 \text{ мР};$$

- для виробничого приміщення:

$$D_{\text{М.вп}} = \frac{1,33 \cdot p_{1\text{max}} \cdot (\sqrt[4]{t_k^3} - \sqrt[4]{t_n^3})}{K_{\text{пос.вп}}} = \frac{1,33 \cdot 2,46 \cdot (\sqrt[4]{13^3} - 1)}{7} = 3,2 \text{ мР};$$

- для складського приміщення:

$$D_{\text{М.сп}} = \frac{1,33 \cdot p_{1\text{max}} \cdot (\sqrt[4]{t_k^3} - \sqrt[4]{t_n^3})}{K_{\text{пос.сп}}} = \frac{1,33 \cdot 2,46 \cdot (\sqrt[4]{13^3} - 1)}{6} = 3,46 \text{ мР}.$$



### 3. Визначимо граничне значення рівня радіації:

- для виробничого приміщення:

$$p_{гр.вп} = \frac{D_{доп} \times K_{пос.вп}}{1,33 \cdot (\sqrt[4]{t_k^3} - \sqrt[4]{t_n^3})} = \frac{7 \cdot 0,75}{1,33 \cdot (\sqrt[4]{13^3} - \sqrt{1})} = 0,66 \text{ мР/год};$$

- для складського приміщення:

$$p_{гр.ск} = \frac{D_{доп} \times K_{пос.ск}}{1,33 \cdot (\sqrt[4]{t_k^3} - \sqrt[4]{t_n^3})} = \frac{6 \cdot 0,75}{1,33 \cdot (\sqrt[4]{13^3} - \sqrt{1})} = 0,57 \text{ мР/год};$$

- для сховища:

$$p_{гр.сх} = \frac{D_{доп} \times K_{пос.сх}}{1,33 \cdot (\sqrt[4]{t_k^3} - \sqrt[4]{t_n^3})} = \frac{1972 \cdot 0,75}{1,33 \cdot (\sqrt[4]{13^3} - \sqrt{1})} = 185,93 \text{ мР/год.}$$

### 4. Результати розрахунку заносимо до таблиці.

Таблиця 2.6 – Результати дослідження стійкості роботи ОГ в умовах дії іонізуючих випромінювань

Елементи ОГ	Характеристика елементів	$K_{пос}$	$D_M, P$	Границя стійкості в умовах радіаційного забруднення, P/год.
промислова	одноповерхова, залізобетонна, в районі забудови	7	3,2	0,66
складська будівля	одноповерхова цегляна, окремо розташована	6	3,46	0,57
Сховище	наприклад: вбудоване, перекриття товщиною: бетон – 5,7 мм; ґрунт – 8,1 мм	1972	0,0011	185,93

### 5. Висновок

5.1  $p_{гр} < p_{1max}$  ( $0,66 < 2,46$ ), тому ОГ нестійкий в роботі за даних умов.

5.2 До заходів з підвищення стійкості об'єкта можна внести: герметизацію приміщень, часткове закладання вікон першого поверху, розміщення людей в сховищах, проведення йодної профілактики, забезпечення людей ЗІЗ і часткову евакуацію, працівників складських приміщень перевести в виробничі, а склади законсервувати.

## 2.6 Розробка режимів радіаційного захисту робітників і службовців в умовах дії радіоактивного забруднення

Під режимом роботи ОГ в умовах дії радіоактивного забруднення розуміються порядок і умови роботи, переміщення і відпочинку змін з використанням засобів захисту, унеможливаючи радіаційне ураження людей і скорочуючи вимушену зупинку виробництва. Режим роботи розраховується завчасно для конкретних умов (місця роботи і відпочинку, рівня радіації та ін.).

Початкові дані (додатки В, Г за завданням)

1. Рівень радіації через 1 годину після аварії, або вибуху ( $p_{1\max}$ , Р/год);
2. Коефіцієнт послаблення радіації будівлею ( $K_{\text{пос}}$ );
3. Допустима доза опромінення робітників і службовців ( $D_{\text{д}}$ , Р);
4. Мінімальна доцільна тривалість роботи змін, яка визначається технологічними та іншими умовами роботи ( $t_{\text{р min}}$ , год);
5. Максимальна тривалість роботи змін ( $t_{\text{р max}}$ , год).

В результаті розрахунку визначають необхідну кількість змін (скорочених),  $n$ ; час початку роботи змін  $t_{\text{пi}}$ , год; тривалості роботи змін  $t_{\text{рi}}$ , год; дозу опромінення, яку отримує кожна зміна  $D_{\text{м}}$ , Р.

Розрахунок здійснюється в такій послідовності

1. Можлива доза опромінення ( $D_{\text{м}}$ ) робітників і службовців, які будуть працювати у звичайному режимі (2 зміни по 12 год) визначається за формулою (2.13).

Робляться висновки про можливість роботи у дві зміни по 12 годин: якщо  $D_{\text{м}} \leq D_{\text{д}}$ , то працювати у звичайному режимі можна і, відповідно, якщо  $D_{\text{м}} > D_{\text{д}}$ , то працювати у звичайному режимі не можна.

2. Визначається час початку ( $t_{\text{пi}}$ ) і час роботи ( $t_{\text{рi}}$ ) та дози опромінення кожної скороченої зміни

Час початку роботи першої скороченої зміни  $t_{\text{пi}}$  визначаємо за допомогою величини

$$a = \frac{D_{\text{д}} \times K_{\text{пос}}}{1,33 p_{1\max}}. \quad (2.15)$$

За довідковою таблицею 2.7 визначається  $t_{\text{пi}}$ .

Таблиця 2.7

A	1.27	1.14	1.07	1.01	0.96	0.92	0.89	0.87	0.84	0.82	0.8	0.79
$t_{\text{пi}}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

3. Визначення часу закінчення роботи першої скороченої зміни

$$t_{к1} = \left( \frac{D_{Д} K_{\text{пос}} + 1,33 p_{1\text{max}} \sqrt{t_{п1}}}{1,33 p_{1\text{max}}} \right)^{\frac{4}{3}}. \quad (2.16)$$

Час роботи першої скороченої зміни

$$t_{p1} = t_{к1} - t_{п1}. \quad (2.17)$$

В системі ЦЗ прийнято  $t_{p1} \geq 2$  год, якщо  $t_{p1} \leq 2$  год., то  $t_{p1}$  приймається  $t_{p1} = 2$  год. Тривалість роботи зміни округлюється в менший бік до 0,5 год.

Доза опромінення першої скороченої зміни уточнюється за формулою 2.13.

4. Визначення  $t_{п2}$ ,  $t_{p2}$ ,  $D_{M2}$  і для всіх подальших робочих змін здійснюється за тими ж формулами, що і для першої.

5. Розрахунки ведуться до зміни, яка зможе працювати у звичайному режимі, тобто до зміни, що триватиме 12 год. Дані заносяться до таблиці

Таблиця 2.8 – Режим радіаційного захисту

$N$ змін	$t_{пi}$ , (ГОД)	$t_{pi}$ , (ГОД)	$t_{ki}$ , (ГОД)	$D_{i}$ , (P)
1	1	2	3	0,5
2	3	3	...	...
3	...	...	...	...

Після того, як відпрацює остання скорочена зміна, до роботи запрошується наступна повна зміна, яка зможе працювати у звичайному режимі, час початку, тривалість роботи, доза опромінення якої розраховується за методикою яка розглядалась вище.

### Приклад розрахунку

Можлива доза опромінення в заданих умовах радіаційного забруднення при роботі у звичайному режимі (2 зміни по 12 год.)

$$D_{M} = \frac{1,33 \cdot p_{1\text{max}} \cdot \left( \sqrt[4]{t_{к}^3} - \sqrt[4]{t_{п}^3} \right)}{K_{\text{пос}}} = \frac{1,33 \cdot 1,8 \cdot \left( \sqrt[4]{13^3} - 1 \right)}{10} = 1,39 \text{ мР},$$

де  $t_{п}=1$  год – час початку роботи після радіоактивного забруднення;

$t_{к}=1+12=13$  год – час завершення роботи першої робочої зміни після радіоактивного забруднення;

$p_{1.\text{max}}=1,8$  мР/год – рівень радіації через одну годину після радіоактивного забруднення (згідно з завданням);

$K_{\text{пос}}=10$  – коефіцієнт послаблення радіації виробничим приміщенням.

Визначимо граничне значення рівня радіації

$$p_{гр} = \frac{D_{доп} \times K_{пос}}{1,33 \cdot \left( \sqrt[4]{t_k^3} - \sqrt[4]{t_n^3} \right)} = \frac{0,75 \cdot 10}{1,33 \cdot \left( \sqrt[4]{13^3} - \sqrt[4]{1^3} \right)} = 0,96 \text{ мР/год.}$$

Оскільки можлива доза опромінення  $D_m > D_{доп}$  ( $1,39 > 0,75$ ) та рівень радіоактивного забруднення  $p_{1max} > p_{гр}$  ( $1,5 > 0,96$ ) перевищують допустимі норми, то робота в режимі 2 зміни по 12 год. неможлива. Для продовження виробничої діяльності об'єкта необхідно введення в дію режимів радіаційного захисту.

Розрахунок режимів радіаційного захисту проведемо в такій послідовності.

Визначаємо час початку роботи першої зміни, для цього знаходимо коефіцієнт  $\alpha$ :

$$\alpha = \frac{D_{доп} \times K_{пос}}{1,33 \cdot p_{1max}} = \frac{0,75 \cdot 10}{1,33 \cdot 1,8} = 3,13.$$

Згідно з довідковими даними час початку роботи першої скороченої зміни  $t_n = 1$  год.

Розрахуємо тривалості роботи та дози опромінення для змін

Для 1-ої скороченої зміни:  $t_{n1} = 1$  год,

Час закінчення роботи зміни

$$t_{k1} = \left( \frac{D_{доп} \times K_{пос} + 1,33 \cdot p_{1max} \cdot \sqrt[4]{t_{n1}^3}}{1,33 \cdot p_{1max}} \right)^{\frac{4}{3}} = \left( \frac{0,75 \cdot 10 + 1,33 \cdot 1,8 \cdot \sqrt[4]{1^3}}{1,33 \cdot 1,8} \right)^{\frac{4}{3}} = 6,6 \approx 6,5 \text{ год.}$$

Тривалість роботи зміни  $t_{p1} = t_{k1} - t_{n1} = 6,5 - 1 = 5,5$  (год).

Можлива доза опромінення зміни

$$D_{M1} = \frac{1,33 \cdot p_{1max} \cdot \left( \sqrt[4]{t_{k1}^3} - \sqrt[4]{t_{n1}^3} \right)}{K_{пос}} = \frac{1,33 \cdot 1,8 \cdot \left( \sqrt[4]{6,5^3} - \sqrt[4]{1^3} \right)}{10} = 0,745 \text{ мР.}$$

Для 2-ої зміни:  $t_{n2} = t_{n1} + t_{p1} = 1 + 5,5 = 6,5$  (год).

Час закінчення роботи зміни

$$t_{k2} = \left( \frac{D_{доп} \times K_{пос} + 1,33 \cdot p_{1max} \cdot \sqrt[4]{t_{n2}^3}}{1,33 \cdot p_{1max}} \right)^{\frac{4}{3}} = \left( \frac{0,75 \cdot 10 + 1,33 \cdot 1,8 \cdot \sqrt[4]{6,5^3}}{1,33 \cdot 1,8} \right)^{\frac{4}{3}} = 13,82 \approx 13,5 \text{ год.}$$

Тривалість роботи зміни  $t_{p2} = t_{k2} - t_{n2} = 13,5 - 6,5 = 7$  (год).

Можлива доза опромінення зміни

$$D_{M2} = \frac{1,33 \cdot p_{1max} \cdot \left( \sqrt[4]{t_{k2}^3} - \sqrt[4]{t_{n2}^3} \right)}{K_{пос}} = \frac{1,33 \cdot 1,8 \cdot \left( \sqrt[4]{13,5^3} - \sqrt[4]{6,5^3} \right)}{10} = 0,73 \text{ мР.}$$

Для 3-ої зміни:  $t_{n3} = t_{n2} + t_{p2} = 6,5 + 7 = 13,5$  (год).

Час закінчення роботи зміни

$$t_{k3} = \left( \frac{D_{доп} \times K_{пос} + 1,33 \cdot p_{1max} \cdot \sqrt[4]{t_{n3}^3}}{1,33 \cdot p_{1max}} \right)^{\frac{4}{3}} = \left( \frac{0,75 \cdot 10 + 1,33 \cdot 1,8 \cdot \sqrt[4]{13,5^3}}{1,33 \cdot 1,8} \right)^{\frac{4}{3}} = 21,8 \approx 21,5 \text{ год.}$$

Тривалість роботи зміни  $t_{p3} = t_{k3} - t_{n3} = 21,5 - 13,5 = 8$  (год).

Можлива доза опромінення зміни

$$D_{M3} = \frac{1,33 \cdot p_{1\max} \cdot (\sqrt[4]{t_{к3}^3} - \sqrt[4]{t_{п3}^3})}{K_{\text{пос}}} = \frac{1,33 \cdot 1,8 \cdot (\sqrt[4]{21,5^3} - \sqrt[4]{13,5^3})}{10} = 0,74 \text{ мР}.$$

Для 4-ої зміни:  $t_{п4} = t_{п3} + t_{р3} = 13,5 + 8 = 21,5$  (год).

Час закінчення роботи зміни

$$t_{к4} = \left( \frac{D_{\text{доп}} \times K_{\text{пос}} + 1,33 \cdot p_{1\max} \cdot \sqrt[4]{t_{п4}^3}}{1,33 \cdot p_{1\max}} \right)^{\frac{4}{3}} = \left( \frac{0,75 \cdot 10 + 1,33 \cdot 1,8 \cdot \sqrt[4]{21,5^3}}{1,33 \cdot 1,8} \right)^{\frac{4}{3}} = 30,6 \approx 30,5 \text{ год}.$$

Тривалість роботи зміни  $t_{р4} = t_{к4} - t_{п4} = 30,5 - 21,5 = 9$  (год).

Можлива доза опромінення зміни

$$D_{M4} = \frac{1,33 \cdot p_{1\max} \cdot (\sqrt[4]{t_{к4}^3} - \sqrt[4]{t_{п4}^3})}{K_{\text{пос}}} = \frac{1,33 \cdot 1,8 \cdot (\sqrt[4]{30,5^3} - \sqrt[4]{21,5^3})}{10} = 0,74 \text{ мР}.$$

Для 5-ої зміни:  $t_{п5} = t_{п4} + t_{р4} = 21,5 + 9 = 30,5$  (год).

Час закінчення роботи зміни

$$t_{к5} = \left( \frac{D_{\text{доп}} \times K_{\text{пос}} + 1,33 \cdot p_{1\max} \cdot \sqrt[4]{t_{п5}^3}}{1,33 \cdot p_{1\max}} \right)^{\frac{4}{3}} = \left( \frac{0,75 \cdot 10 + 1,33 \cdot 1,8 \cdot \sqrt[4]{30,5^3}}{1,33 \cdot 1,8} \right)^{\frac{4}{3}} = 40,85 \approx 40,5 \text{ год}.$$

Тривалість роботи зміни  $t_{р5} = t_{к5} - t_{п5} = 40,5 - 30,5 = 10$  (год).

Можлива доза опромінення зміни

$$D_{M5} = \frac{1,33 \cdot p_{1\max} \cdot (\sqrt[4]{t_{к5}^3} - \sqrt[4]{t_{п5}^3})}{K_{\text{пос}}} = \frac{1,33 \cdot 1,8 \cdot (\sqrt[4]{40,5^3} - \sqrt[4]{30,5^3})}{10} = 0,74 \text{ мР}.$$

Для 6-ї зміни:  $t_{п6} = t_{п5} + t_{р5} = 30,5 + 10 = 40,5$  (год).

Час закінчення роботи зміни

$$t_{к6} = \left( \frac{D_{\text{доп}} \times K_{\text{пос}} + 1,33 \cdot p_{1\max} \cdot \sqrt[4]{t_{п6}^3}}{1,33 \cdot p_{1\max}} \right)^{\frac{4}{3}} = \left( \frac{0,75 \cdot 10 + 1,33 \cdot 1,8 \cdot \sqrt[4]{40,5^3}}{1,33 \cdot 1,8} \right)^{\frac{4}{3}} = 51,86 \approx 51,5 \text{ год}.$$

Тривалість роботи зміни  $t_{р6} = t_{к6} - t_{п6} = 51,5 - 40,5 = 11$  (год).

Можлива доза опромінення зміни

$$D_{M6} = \frac{1,33 \cdot p_{1\max} \cdot (\sqrt[4]{t_{к6}^3} - \sqrt[4]{t_{п6}^3})}{K_{\text{посл}}} = \frac{1,33 \cdot 1,8 \cdot (\sqrt[4]{51,5^3} - \sqrt[4]{40,5^3})}{10} = 0,738 \text{ мР}.$$

Для 7-ї зміни:  $t_{п7} = t_{п6} + t_{р6} = 40,5 + 11 = 51,5$  (год).

Час закінчення роботи зміни

$$t_{к7} = \left( \frac{D_{\text{доп}} \times K_{\text{пос}} + 1,33 \cdot p_{1\text{max}} \cdot \sqrt[4]{t_{п7}^3}}{1,33 \cdot p_{1\text{max}}} \right)^{\frac{4}{3}} = \left( \frac{0,75 \cdot 10 + 1,33 \cdot 1,8 \cdot \sqrt[4]{51,5^3}}{1,33 \cdot 1,8} \right)^{\frac{4}{3}} = 63,46 \approx 63,5 \text{ год.}$$

Тривалість роботи зміни  $t_{р6} = t_{к6} - t_{п6} = 63,5 - 51,5 = 12$  (год).

Можлива доза опромінення зміни

$$D_{M6} = \frac{1,33 \cdot p_{1\text{max}} \cdot (\sqrt[4]{t_{к6}^3} - \sqrt[4]{t_{п6}^3})}{K_{\text{пос}}} = \frac{1,33 \cdot 1,8 \cdot (\sqrt[4]{63,5^3} - \sqrt[4]{51,5^3})}{10} = 0,75 \text{ мР.}$$

Результати розрахунку занесем до таблиці

Таблиця 2.8 – Режим радіаційного захисту

$N$ змін	$t_{пi}$ (ГОД)	$t_{рi}$ (ГОД)	$t_{кi}$ (ГОД)	$D_i$ (Р)
1	1	5,5	6,5	0,745
2	6,5	7	13,5	0,73
3	13,5	8	21,5	0,74
4	21,5	9	30,5	0,74
5	30,5	10	40,5	0,74
6	40,5	11	51,5	0,738
7	51,5	12	63,5	0,75

Згідно з проведеним розрахунком роботу в дві зміни на підприємстві можна буде розпочинати через 40,5 год після радіоактивного забруднення.

Крім того, для захисту працівників в таких умовах роботи доцільно вжити таких додаткових заходів: незайнятих на виробництві працівників евакуувати; укрити зміну, що знаходиться на відпочинку, в сховищі; забезпечити працівників засобами індивідуального захисту; систематично проводити прибирання у виробничих приміщеннях; провести герметизацію виробничого приміщення та встановити протипилові фільтри у вентиляційну систему; провести йодну профілактику персоналу; максимально обмежити пересування працівників відкритою місцевістю.

## ДОДАТКИ

### Додаток А

Таблиці дослідження стійкості роботи ОГ в умовах дії надмірного тиску та світлового випромінювання.

Таблиця А.1 – Ступені руйнування будівель і конструкцій 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 вантажо-підйомністю 25... 50 т.	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 зі збірного залізобетону	10...20	20...30	—	30...60

Продовження табл. А.1

1	2	3	4	5
Одноповерхові будинки з металевим каркасом і стіновим наповненням із волокнистої сталі	5...7	7...10	10...15	15
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 багатопверхові	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 багатопверхові 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 багатопверхові 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	—



Таблиця А.2 – Ступені руйнування обладнання при різних надмірних тисках ударної хвилі, кПа

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
Підйомно-транспортне обладнання	20	50...60	60...80	80
Ковальсько-пресове обладнання	50	100...110	150...200	—
Стрічкові конвейери 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...110
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 блокові	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

Таблиця А.3 – Ступені руйнування комунальних енергетичних споруд і мереж при різних надмірних тисках ударної хвилі, кПа.

1	2	3	4	5
Газгольдери і наземні резервуари для ПЗМ 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
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

Продовження табл. А.3

1	2	3	4	5
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

Таблиця А.4 – Ступені руйнування засобів зв'язку при різних надмірних тисках ударної хвилі, кПа

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	20...30	30...50	50...100	Більше 100
Відкриті	10...30		50...60	60
Антенне улаштування	10...20	20...30	30...40	40
Переносні радіостанції	—	60...70	70...110	110

Таблиця А.5 – Ступені руйнування захисних споруд при різних надмірних тисках ударної хвилі, кПа.

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

Таблиця А.6 – Ступені руйнування засобів транспорту, будівельної техніки, мостів, гребель, аеродромів при різних надмірних тисках ударної хвилі, кПа.

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
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
Рухомий 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 секції 20 м	50...60	60...110	110...130	200...300

Продовження табл. А.6

1	2	3	4	5
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 А.7 – Тиск у фронті відбитої хвилі

$\Delta P_{\phi}$ , кПа	Атмосферний тиск, $P_0$ , кПа				
	96	97	98	99	100
	Тиск у фронті відбитої хвилі, $\Delta P_{\text{отр}}$ , кПа				
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
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 А.8 – Залежність параметрів повітря у фронті ударної хвилі від надмірного тиску

<b>Міра руйнувань будинків і споруд</b>	$\Delta P_{\phi}$ , 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>	$T^0$
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
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	460	0,3	174,0	0,201	353
	0,3	685	2,25	378,0	0,309	455

Таблиця А.9 – Коефіцієнт аеродинамічного опору  $C_x$  для тіл різної форми при надмірному тискові до  $0,5 \text{ кгс/см}^2$

Форма тіла	$C_x$	
1 Паралелепіпед, який має квадратну грань і довжину потроєної сторони квадрата	0,85	Паралельно квадратній стороні
2 Куб	1,6	—
3 Диск	1,6	Перпендикулярно до диска
4 Пластинка квадратна з товщиною, яка дорівнює $1/5$ сторони	1,45	Перпендикулярно до пластини
5 Циліндр $\frac{d}{h} = 1$	0,4	Перпендикулярно до осі
$\frac{d}{h} = 9$	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 до грані основи

Таблиця А.10 – Коефіцієнти тертя

Найменування матеріалів	Коефіцієнт тертя
<b>Тертя ковзання</b>	
Сталь по сталі	0,16
Метал по лінолеуму	0,2–0,4
Метал по дереву	0,2–0,5
Гума по твердому ґрунту, лінолеуму	0,4–0,6
Дерево по дереву	0,2–0,5
Метал по цементу	0,35
<b>Тертя колювання</b>	
Сталевого колеса по:	
— рейці	0,05
— керамічній плитці	0,1
— лінолеуму	0,15–0,2
— дереву	0,12–0,15

Таблиця А.11 - Характеристика вогнестійкості будинків і споруд

Ступінь вогнестійкості споруд	Конструкція будівлі
1	будинки з несучими та захисними конструкціями з природних матеріалів або штучного каменю, бетону або залізобетону із застосуванням листових і плиткових негорючих матеріалів
2	будинки з несучими та захисними конструкціями з природних матеріалів або штучного каменю, бетону або залізобетону з застосуванням листових і плиткових негорючих матеріалів. У покриттях будівель дозволяється застосовувати незахищені сталеві конструкції
3	будинки з несучими та захисними конструкціями з природних матеріалів або штучного каменю, бетону або залізобетону. Для перекриттів дозволяється використовувати дерев'яні конструкції, захищені штукатуркою або важкогорючими листовими а також плитковими матеріалами. До елементів покриття не висуваються вимоги щодо межі вогнетривкості й межі розповсюдження вогню; при цьому елементи покриття з деревини підлягають вогнезахисній обробці;
4	будинки з несучими та захисними конструкціями із суцільної або клеєної деревини та інших горючих або важкогорючих матеріалів, захищених від дії вогню і високих температур штукатуркою або іншим листовим чи плитковим матеріалом. До елементів покриття не висуваються вимоги щодо межі вогнестійкості і межі розповсюдження вогню. При цьому елементи покриття з деревини підлягають вогнезахисній обробці
5	Будинки, до несучих і захисних конструкцій не висуваються вимоги щодо меж вогнестійкості і меж розповсюдження вогню



Таблиця А.12 – Категорії виробництва щодо пожежної безпеки

Категорія виробництва	Характеристика пожежної безпеки 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 °С 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 металевого натрію і калію; цехи фабрик штучного волокна і цехи полімеризації синтетичного каучуку; водневі станції, хімічні цехи фабрик ацетатного шовку і органічні розчинники з температурою спалаху парів 28 °С і менше, склади балонів горючих газів; склади бензину; приміщення кислотних та лужних акумуляторних установок, насосні станції з перегонки рідин з температурою спалаху парів 28 °С і нижче
Б	Застосування рідин з температурою спалаху парів від 28 °С до 61 °С, 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 з виготовлення і транспортування вугільного пороху і деревинної муки; станції миття тари від рідин з температурою спалаху парів від 28 °С до 61 °С; цехи обробки синтетичного каучуку, виготовлення цукрової пудри; устаткування для переробки торфу; мазутне господарство електростанцій; насосні станції з переливання рідин з температурою спалаху парів від 28 °С до 61 °С.

Продовження табл. А.12

1	2	3
В	Обробка або використання твердих спалимих речовин та матеріалів, а також рідин з температурою спалаху парів більше 60 °С.	Лісопильні, деревообробні, теслярні, лісотарні цехи; трикотажні і швейні фабрики; цехи текстильної та паперової промисловості; підприємства первинної обробки бавовни; заводи первинної обробки льону, коноплі; цехи регенерації мастильних масел; смолоперегонні цехи; склади ГЗМ; відкриті склади масла і малярне господарство електростанцій; трансформаторні майстерні; розподільні улаштування з вимикачами та апаратурою, яка утримує більше 60 кг масла в одиниці обладнання; транспортні галереї та естакади для вугілля і торфу; закриті склади вугілля; насосні станції для перекачування рідин з температурою спалаху більше 61 °С; приміщення для зберігання автомобілів.
Г	Обробка негорючих речовин і металів в гарячому або розплавленому стані, а також спалення твердого, рідкого та газоподібного палива.	Ливарні і плавильні цехи металів; кузні; зварювальні цехи; депо мотовозні і паровозні; цехи гарячого прокатування металів; мотородослідні станції; приміщення двигунів внутрішнього згорання; цехи термічної обробки металів; головні корпуси електростанцій; розподільні улаштування з вимикачами та апаратурою, яка утримує 60кг масла і менше в одиниці обладнання; високовольні лабораторії; котельні.

Продовження табл. А.12

1	2	3
Д	Обробка негорючих речовин і матеріалів в холодному стані	Механічні цехи холодної обробки металів; содове виробництво; повітродувні та компресорні станції повітря та інших негорючих газів; цехи регенерації кислот; інструментальні цехи; добування і холодна обробка мінералів, руд; цехи текстильної та паперової промисловості з мокрими процесами виробництва; цехи з переробки м'ясних, рибних, молочних продуктів; насосні станції для перекачування негорючих рідин тощо.

Таблиця А.13 – Світлові імпульси, які викликають загоряння (спалахування) матеріалів

Найменування матеріалів	$U, \text{кДж} / \text{м}^2$
Дошки соснові (ялинкові) після розпилювання	670
Дошки, пофарбовані в білий колір	1670
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
Паливно-мастильні речовини	490

## Додаток Б

Таблиці дослідження стійкості роботи ОГ, електронних систем  
в умовах дії радіації

Таблиця Б.1 – Коефіцієнти послаблення радіації будинками, спорудами та транспортними засобами

Будинки, споруди, транспортні засоби	Від радіоактивного зараження			Від проник- ної радіації
	Вікна виходять на вулицю шириною		Вікна виходять на відкрити 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 та адміністративні й 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, двоповерхові	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	

Продовження табл. Б.1

1	2	3	4	5
5-й поверх підвал	38 600	33 500	24 400	300
Житлові дерев'яні будинки одноповерхові підвал			2 7	1,5 5
Те ж, двоповерхові підвал			8 12	4 6
Перекриті щілини	40...50	40...50	40...50	25...30
Протирадіаційні ти- пові 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, бронет- ранспортерів	4	4	4	2

Таблиця Б.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)	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

Таблиця Б.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 Б.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. Б.4

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
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	$10^{21}$	$10^8$	
Склотканина	$10^{20}$	$10^8$	
Скло	$10^{21}$	$3 \times 10^9$	
Полістирол	$10^{22}$	$5 \times 10^9$	
Кварц	$10^{23}$	$10^{10}$	

Таблиця Б.5 – Визначення часу початку роботи змін

<b>Час початку роботи першої зміни <math>t_n</math>, год</b>	$a = \sqrt[4]{t_k^3} - \sqrt[4]{t_n^3}$
<b>1</b>	<b>2</b>
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

Продовження табл. Б.5

1	2
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 Б.6 – 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
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 В

### Варіанти завдань

Таблиця В.1 – Вихідні дані для виконання роботи

№, з/п	Довжини срумповідних частин, $l/l_2$ , м	Товщини шарів перекриття захисних споруд, $h_1/h_2$ , см	Рівень радіаційного забруднення, $R^{max}$ , МР/год	Світловий імпульс $U^{max}$ , кДж/м <sup>2</sup>	Надмірний тиск ударної хвилі $\Delta P^{max}$ , кПа	Щільність забудови, П, %	Вертикальна складова напруженості електричного поля, $E_v$ , кВ/м	Обладнання	Допоміжні будівлі
1	0,2/ 3,6	35/40	1,5	700	16	10	12	9	10
								Верстати важкі, середні, стрічкові конвеєри, електродвигуни 2–10 кВт, кабельні наземні лінії, відкрите улаштування	Складський цегляний будинок з білими дерев'яними вікнами, перекриття руберойд, окремо розташоване сховище

Продовження табл. В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	4,2/5	35/40	1,65	900	18	20	15	Верстати середні, стрічкові конвеєри, відкриті улаштування, генератори на 100–300 кВт, кабельні підземні лінії	Складський цегляний будинок з темними дерев'яними вікнами, перекриття – черепиця, вбудоване сховище
3	0,9/ 0,8	38/38	1,8	750	19	30	19	Верстати важкі, середні, стрічкові конвеєри, електродвигуни 2-10 кВт, кабельні наземні лінії, відкриті улаштування	Адміністративний багатоповерховий будинок з металевим каркасом, темні вікна і двері з дерева, вбудоване сховище
4	1,3/ 0,56	39/39	2,1	850	12	12	20	Верстати важкі, середні, легкі, стелажі, стрічкові конвеєри, генератори на 100–300 кВт, кабельні наземні лінії	Адмінбудівля багатоповерхова з металевим каркасом, білі вікна і двері з дерева, дах – руберойд, вбудоване сховище
5	1,8/9	36/38,5	1,9	1300	14	16	10	Верстати важкі, легкі, середні, стелажі, стрічкові конвеєри, електродвигуни 2–10 кВт, кабельні підземні лінії	Складський цегляний будинок з білими дерев'яними вікнами, перекриття руберойд, окремо розташоване сховище
6	4,6/ 0,12	36/39,5	1,85	1200	15	19	11	Верстати важкі, середні, підйомно-транспортне обладнання, електродвигуни >10 кВт, кабельні наземні лінії	Адміністративний багатоповерховий будинок з металевим каркасом, білі вікна і двері з дерева. перекриття черепиця

Продовження табл. В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7	3,8/6,9	35,6/40	1,49	950	20	25	12	Верстати важкі, середні, стрічкові конвеєри, генератори на 100–300 кВт, кабельні наземні лінії, відкрите улаштування	Складський цегляний будинок з білими дерев'яними вікнами, перекриття руберойд
8	2/1,3	37/37,5	2	800	14	30	20	Верстати важкі, середні, легкі, стелажі, стрічкові конвеєри, електродвигуни >10 кВт, кабельні підземні лінії, відкрите улаштування	Адміністративний багатопверховий будинок з металевим каркасом, білі вікна і двері з дерева, дах руберойд
9	5/0,8	38/39	2,4	1100	11	28	19	Верстати важкі, середні, підйомно-транспортне обладнання, електродвигуни 2–10 кВт, кабельні наземні лінії, відкрите улаштування	Адміністративний багатопверховий будинок з металевим каркасом, темні вікна і двері з дерева, дах руберойд
10	0,9/1,8	40/40	1,53	1000	13	18	16	Верстати важкі, середні, підйомно-транспортне обладнання, електродвигуни >10 кВт, кабельні підземні лінії	Складський цегляний будинок з білими дерев'яними вікнами, перекриття руберойд
11	0,6/1,3	39/39	1,97	850	10	17	12	Верстати легкі, середні, стрічкові конвеєри, генератори на 100–300 кВт, кабельні підземні лінії, Відкрите улаштування	Адміністративний багатопверховий будинок з металевим каркасом, білі вікна і двері з дерева

Продовження табл. В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12	0,8/1,4	36/38	2,46	900	14	11	14	Верстати важкі, середні, стрічкові конвеєри, електродвигуни 2–10 кВт, кабельні підземні лінії, відкрите улаштування	Адміністративний багатопверховий будинок з металевим каркасом, дах руберойд, темні вікна і двері з дерева
13	0,9/1,8	39/39,5	2,12	750	15	10	11	Верстати легкі, середні, важки, стелажі, стрічкові конвеєри, електродвигуни 2–10 кВт, кабельні підземні лінії	Складський цегляний будинок з темними дерев'яними вікнами, перекриття черепиця
14	1,3/1,3	36/40	2,25	700	17	15	15	Верстати важкі, середні, підійомно-транспортне обладнання, електродвигуни 2–10 кВт, кабельні наземні лінії, відкрите улаштування	Адміністративний багатопверховий будинок з металевим каркасом, обшивка стін дерматин, білі вікна і двері з дерева, дах руберойд
15	1,4/3,8	36,5/40	2,10	800	20	22	12	Верстати легкі, середні, підійомно-транспортне обладнання, генератори на 100–300 кВт, кабельні підземні лінії, відкрите улаштування	Адміністративний багатопверховий будинок з металевим каркасом, обшивка стін дерматин, темні вікна і двері з дерева, дах руберойд
16	1,8/2	39/37,5	2,18	900	19	24	19	Верстати важкі, легкі, середні, стрічкові конвеєри, електродвигуни 2–10 кВт, кабельні підземні лінії, стелажі	Адміністративний багатопверховий будинок з металевим каркасом, білі вікна і двері з дерева, дах руберойд

Продовження табл. В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17	1,3/5	36/39	2,35	950	17	19	13	Верстати важкі, середні, підйомно-транспортне обладнання, стрічкові конвеєри, електродвигуни >10 кВт, кабельні підземні лінії	Складський цегляний будинок з темними дерев'яними вікнами, перекриття черепиця
17	1,3/5	36/39	2,35	950	17	19	13	Верстати важкі, середні, підйомно-транспортне обладнання, стрічкові конвеєри, електродвигуни >10 кВт, кабельні підземні лінії	Складський цегляний будинок з темними дерев'яними вікнами, перекриття черепиця
18	2,6/ 0,12	39/39	2,15	1000	16	18	16	Верстати важкі, легкі, середні, стелажі, стрічкові конвеєри, електродвигуни >10 кВт, кабельні підземні лінії	Адміністративний багатоповерховий будинок з металевим каркасом, перекриття черепиця, білі вікна і двері з дерева
19	3,8/6,9	36/38	1,48	1200	13	14	12	Верстати важкі, середні, підйомно-транспортне обладнання, стрічкові конвеєри, електродвигуни 2–10 кВт, кабельні наземні лінії	Адміністративний багатоповерховий будинок з металевим каркасом, темні вікна і двері з дерева, дах черепиця
20	4,2/1,3	37/39,5	1,49	950	12	16	14	Верстати важкі, середні, легкі, стелажі, стрічкові конвеєри, електродвигуни 2–10 кВт, кабельні підземні лінії	Складський цегляний будинок з темними дерев'яними вікнами, перекриття черепиця

Продовження табл. В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
21	1,6/0,8	35,6/40	2,11	850	18	18	11	Верстати важкі, середні, підйомно-транспортне обладнання, електродвигуни >10 кВт, кабельні наземні лінії	Адміністративний багатопверховий будинок з металевим каркасом, білі вікна і двері з дерева, дах черепиця
22	2,9/4,2	37/40	1,8	750	11	15	14	Верстати важкі, середні, стрічкові конвеєри, електродвигуни 2–10 кВт, кабельні підземні лінії, трансформатори від 100 до 1000 кВ	Адміністративний багатопверховий будинок з металевим каркасом, темні вікна і двері з дерева, дах черепиця
23	0,85/ 1,6	38/37,5	1,58	700	10	18	11	Верстати важкі, середні, підйомно-транспортне обладнання, електродвигуни >10 кВт, кабельні наземні лінії	Складський цегляний будинок з темними дерев'яними вікнами, перекриття черепиця
24	1,34/ 2,9	39/39	2,29	800	15	16	15	Верстати важкі, середні, стрічкові конвеєри, електродвигуни 2–10 кВт, кабельні підземні лінії, трансформатори від 100 до 1000 кВ	Адміністративний багатопверховий будинок з металевим каркасом, білі вікна і двері з дерева, дах черепиця
25	1,6/ 0,85	36/39	1,54	900	16	20	12	Трансформатори від 100 до 1000 кВ, стрічкові конвеєри, верстати важкі, легкі, електродвигуни >10 кВт, кабельні наземні лінії	Адміністративний багатопверховий будинок з металевим каркасом, білі вікна і двері з дерева, дах руберойд

Продовження табл. В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
26	2,8/1,6	36,5/38	1,73	1200	18	21	10	Верстати важкі, середні, стрічкові конвеєри, електродвигуни >10 кВт, кабельні підземні лінії, трансформатори від 100 до 1000 кВ	Складський цегляний будинок з темними дерев'яними вікнами, перекриття черепиця
27	3,6/2,8	36/37,5	2,46	1300	20	19	11	Верстати, легкі, середні, стрічкові конвеєри, електродвигуни >10 кВт, кабельні підземні лінії, трансформатори від 100 до 1000 кВ	Адміністративний багатоповерховий будинок з металевим каркасом, перекриття руберойд, білі вікна і двері з дерева
28	5,4/3,6	36,5/39	2,29	1100	19	26	12	Верстати важкі, середні, стрічкові конвеєри, електродвигуни 2–10 кВт, кабельні наземні лінії, трансформатори від 100 до 1000 кВ	Адміністративний багатоповерховий будинок з металевим каркасом, білі вікна і двері з дерева, дах руберойд
29	1,3/2,9	39/39	1,66	750	11	23	20	Верстати легкі, середні, стрічкові конвеєри, електродвигуни 2–10 кВт, кабельні наземні лінії, трансформатори від 100 до 1000 кВ	Адміністративний багатоповерховий будинок з металевим каркасом, темні вікна і двері з дерева, дах руберойд
30	8,6/0,85	36/38	2,12	900	12	12	19	Верстати важкі, середні, підйомно-транспортне обладнання, електродвигуни >10 кВт, кабельні підземні лінії	Складський цегляний будинок з темними дерев'яними вікнами, перекриття черепиця

Продовження табл. В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
31	3,6/2,8	36/37,5	2,46	1300	20	19	11	Верстати важкі, середні, легкі, стелажі, стрічкові конвеєри, генератори на 100–300 кВт, кабельні наземні лінії	Адміністративний багатопверховий будинок з металевим каркасом, білі вікна і двері з дерева, дах руберойд
32	5,4/3,6	36,5/39	2,29	1100	19	26	12	Верстати важкі, легкі, середні, стелажі, стрічкові конвеєри, електродвигуни 2–10 кВт, кабельні підземні лінії	Складський цегляний будинок з білими дерев'яними вікнами, перекриття руберойд
33	1,3/2,9	39/39	1,66	750	11	23	20	Верстати важкі, середні, підйомно-транспортне обладнання, електродвигуни >10 кВт, кабельні наземні лінії	Адміністративний багатопверховий будинок з металевим каркасом, дах руберойд, білі вікна і двері з дерева
34	8,6/ 0,85	36/38	2,12	900	12	12	19	Верстати важкі, середні, стрічкові конвеєри, електродвигуни 2–10 кВт, кабельні наземні лінії, відкриті улаштування	Складський цегляний будинок з білими дерев'яними вікнами, перекриття руберойд
35	5/0,8	38/39	2,4	1100	11	28	19	Верстати середні, стрічкові конвеєри, відкриті улаштування генератори на 100–300 кВт, кабельні підземні лінії	Складський цегляний будинок з темними дерев'яними вікнами, перекриття черепиця



Продовження табл. В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
36	3/0,9	40/40	1,53	1000	13	18	16	Верстати важкі, середні, стрічкові конвеєри, електродвигуни 2–10 кВт, кабельні наземні лінії, відкриті улаштування	Адміністративний багатопверховий будинок з металевим каркасом, дах черепиця, темні вікна і двері з дерева
37	0,6/1,3	39/39	1,97	850	10	17	12	Верстати важкі, середні, стрічкові конвеєри, генератори на 100–300 кВт, кабельні наземні лінії, відкриті улаштування	Складський цегляний будинок з білими дерев'яними вікнами, перекриття руберойд
38	0,8/1,4	36/38	2,46	900	14	11	14	Верстати важкі, середні, легкі, стелажі, стрічкові конвеєри, електродвигуни >10 кВт, кабельні підземні лінії	Адміністративний багатопверховий будинок з металевим каркасом, білі вікна і двері з дерева, дах руберойд
39	1,8/9	36/38,5	1,9	1300	14	16	10	Верстати важкі, середні, підйомно-транспортне обладнання, електродвигуни 2-10 кВт, кабельні наземні лінії	Адміністративний багатопверховий будинок з металевим каркасом, темні вікна і двері з дерева, дах руберойд
40	4,6/ 0,12	36/39,5	1,85	1200	15	19	11	Верстати важкі, середні, підйомно-транспортне обладнання, електродвигуни >10 кВт, кабельні підземні лінії	Складський цегляний будинок з білими дерев'яними вікнами, перекриття руберойд

Продовження табл. В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
41	3,8/6,9	35,6/40	1,49	950	20	25	12	Верстати легкі, середні, стрічкові конвеєри, генератори на 100–300 кВт, кабельні підземні лінії, відкриті улаштування	Адміністративний багатоповерховий будинок з металевим каркасом, дах руберойд, білі вікна і двері з дерева
42	2/1,3	37/37,5	2	800	14	30	20	Верстати важкі, середні, стрічкові конвеєри, електродвигуни 2–10 кВт, кабельні підземні лінії, відкриті улаштування	Адміністративний багатоповерховий будинок з металевим каркасом, дах руберойд, темні вікна і двері з дерева
43	0,9/1,8	39/39,5	2,12	750	15	10	11	Верстати легкі, середні, важкі, стелажі, стрічкові конвеєри, електродвигуни 2–10 кВт, кабельні підземні лінії	Складський цегляний будинок з темними дерев'яними вікнами, перекриття черепиця
44	1,3/1,3	36/40	2,25	700	17	15	15	Верстати важкі, середні, підйомно-транспортне обладнання, електродвигуни 2–10 кВт, кабельні наземні лінії	Адміністративний багатоповерховий будинок з металевим каркасом, білі вікна і двері з дерева, дах руберойд
45	1,4/3,8	36,5/40	2,10	800	20	22	12	Верстати легкі, середні, підйомно-транспортне обладнання, генератори на 100–300 кВт, кабельні підземні лінії	Адміністративний багатоповерховий будинок з металевим каркасом, темні вікна і двері з дерева, дах руберойд

Продовження табл. В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
46	1,8/2	39/37,5	2,18	900	19	24	19	Верстати важкі, легкі, середні, стрічкові конвеєри, електродвигуни 2–10 кВт, кабельні підземні лінії, стелажі	Адміністративний багатопверховий будинок з металевим каркасом, білі вікна і двері з дерева, дах руберойд
47	1,3/5	36/39	2,35	950	17	19	13	Верстати важкі, середні, легкі, стелажі, стрічкові конвеєри, електродвигуни >10 кВт, кабельні підземні лінії	Складський цегляний будинок з темними дерев'яними вікнами, перекриття черепиця
48	2,6/ 0,12	39/39	2,15	1000	16	18	16	Верстати важкі, легкі, середні, стелажі, стрічкові конвеєри, електродвигуни >10 кВт, кабельні підземні лінії	Адміністративний багатопверховий будинок з металевим каркасом, темні вікна і двері з дерева, дах руберойд
49	3,8/6,9	36/38	1,48	1200	13	14	12	Верстати важкі, легкі, середні, стрічкові конвеєри, електродвигуни 2–10 кВт, кабельні підземні лінії, стелажі	Адміністративний багатопверховий будинок з металевим каркасом, білі вікна і двері з дерева, дах руберойд
50	4,2/1,3	37/39,5	1,49	950	12	16	14	Верстати важкі, середні, легкі, стелажі, стрічні конвеєри, електродвигуни >10 кВт, кабельні підземні лінії	Складський цегляний будинок з темними дерев'яними вікнами, перекриття черепиця
51	1,6/0,8	35,6/40	2,11	850	18	18	11	Верстати важкі, легкі, середні, стелажі, стрічкові конвеєри, електродвигуни >10 кВт, кабельні підземні лінії	Адміністративний багатопверховий будинок з металевим каркасом, білі вікна і двері з дерева, дах руберойд

Продовження табл. В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
52	2,9/4,2	37/40	1,8	750	11	15	14	Верстати важкі, середні, легкі, стрічкові конвеєри, електродвигуни 2–10 кВт, кабельні наземні лінії	Адміністративний багатопверховий будинок з металевим каркасом, темні вікна і двері з дерева, дах черепиця
53	0,85/1,6	38/37,5	1,58	700	10	18	11	Верстати, легкі, середні, стрічкові конвеєри, електродвигуни >10 кВт, кабельні підземні лінії, трансформатори від 100 до 1000 кВ	Адміністративний багатопверховий будинок з металевим каркасом, білі вікна і двері з дерева
54	1,34/2,9	39/39	2,29	800	15	16	15	Верстати важкі, середні, стрічкові конвеєри, електродвигуни 2–10 кВт, кабельні наземні лінії, трансформатори від 100 до 1000 кВ	Адміністративний багатопверховий будинок з металевим каркасом, білі вікна і двері з дерева, дах руберойд
55	2,9/4,2	37/40	1,8	750	11	15	14	Верстати легкі, середні, стрічкові конвеєри, електродвигуни 2–10 кВт, кабельні наземні лінії, трансформатори від 100 до 1000 кВ	Адміністративний багатопверховий будинок з металевим каркасом, темні вікна і двері з дерева, дах руберойд
56	0,85/1,6	38/37,5	1,58	700	10	18	11	Верстати важкі, середні, підійомно-транспортне обладнання, електродвигуни >10 кВт, кабельні підземні лінії	Складський цегляний будинок з темними дерев'яними вікнами, перекриття черепиця

Продовження табл. В.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
57	1,3/5	36/39	2,35	950	17	19	13	Верстати важкі, середні, підйомно-транспортне обладнання, електродвигуни >10 кВт, кабельні наземні лінії	Складський цегляний будинок з темними дерев'яними вікнами, перекриття черепиця
58	2,6/0,12	39/39	2,15	1000	16	18	16	Верстати важкі, середні, стрічкові конвеєри, електродвигуни 2–10 кВт, кабельні підземні лінії, трансформатори від 100 до 1000 кВ	Адміністративний багатоповерховий будинок з металевим каркасом, білі вікна і двері з дерева, дах руберойд
59	3,8/6,9	36/38	1,48	1200	13	14	12	Трансформатори від 100 до 1000 кВ, стрічкові конвеєри, верстати важкі, легкі, електродвигуни >10 кВт, кабельні наземні лінії	Адміністративний багатоповерховий будинок з металевим каркасом, білі вікна і двері з дерева, дах руберойд
60	4,2/1,3	37/39,5	1,49	950	12	16	14	Верстати важкі, середні, стрічкові конвеєри, електродвигуни >10 кВт, кабельні підземні лінії, трансформатори від 100 до 1000 кВ	Складський цегляний будинок з темними дерев'яними вікнами, перекриття черепиця

Таблиця В.2 – Додаткові дані про об'єкт

Об'єкт господарювання	Матеріали РЕА / мінімальна напруга живлення, U <sub>ж</sub> , В	Допустима доза опромінення персоналу, мР	Виробничі та додаткові будівлі
1	2	3	4
1 Інструментальний завод	Напівпровідникові елементи, мікро-схеми, інтегральні схеми, конденсатори, резистори, випрямлячі, магнітні матеріали, елементи інфрачервоної техніки / 12±5%	0,65	Промислові з легким металевим каркасом і бетонним наповненням з площею скління біля 30%, дах залізобетон, покритий руберойдом; додаткова будівля за варіантом
2 Завод «ФОРТ»	Напівпровідникові елементи, мікросхеми, інтегральні схеми, конденсатори, резистори, випрямлячі, магнітні матеріали, керамічні елементи / 24±5%	0,5	Промислові зі збірного залізобетону, дах залізобетон, покритий руберойдом, світлі вікна з дерева, двері металеві; додаткова будівля за варіантом; окремо розташовано не сховище
3 Підшипниковий завод	Випрямлячі, магнітні матеріали, напівпровідникові елементи, мікросхеми, інтегральні схеми, конденсатори, резистори, кварцові елементи / 36±5%	0,55	Масивні промислові будівлі з металевим каркасом та крановим обладнанням вантажопідійомністю 25–50т, дах залізобетон, покритий руберойдом, темні вікна з дерева, вхідні двері металеві, двері аварійних виходів дерев'яні пофарбовані в темний колір; додаткова будівля за варіантом; сховище розташовано окремо

Продовження табл. В.2

1	2	3	4
4 Завод «МАЯК»	Випрямлячі, магнітні матеріали, напівпровідникові елементи, мікросхеми, інтегральні схеми, конденсатори, резистори, кварцові елементи / 48±5%	0,6	Будівлі з легким металевим каркасом і безкаркасної конструкції, дах залізобетон, покритий руберойдом, білі вікна з дерева, вхідні двері металеві, двері аварійних виходів дерев'яні, пофарбовані в темний колір; додаткова будівля за варіантом; сховище розташовано окремо
5 Завод «Термінал»	Мікросхеми, інтегральні схеми, випрямлячі, магнітні матеріали, напівпровідникові елементи, конденсатори, резистори, елементи інфрачервоної техніки / 12±5%	0,75	Цегляні безкаркасні виробничі будівлі з перекриттям із залізобетонних збірних елементів, одноповерхові, дах покритий руберойдом, білі вікна з дерева, вхідні двері металеві, двері аварійних виходів дерев'яні, пофарбовані в білий колір; додаткова будівля за варіантом; вбудоване сховище
6 45-й експериментальний механічний завод	Напівпровідникові елементи, інтегральні схеми, випрямлячі, магнітні матеріали, мікросхеми, конденсатори, резистори, керамічні елементи / 36±5%	0,8	Одноповерхові, цегляні, безкаркасні; дах – залізобетонні плити, покриті руберойдом; двері та віконні рами виготовлені з дерева та пофарбовані в темний колір; додаткова будівля за варіантом; окремо розташоване сховище

## Додаток Г

Зразок сторінки завдання для розрахункової роботи

**Завдання на розрахункову роботу з курсу «Цивільний захист»**  
**Тема № \_\_ «Оцінювання стійкості роботи об'єкта господарювання**  
**у НС»**  
**Варіант \_\_**

### 1. Початкові дані:

- 1.1 Очікувані на об'єкті:  $\Delta P_{\text{ф.екв.тах}} = \dots$  кПа,  $U_{\text{ф.екв.тах}} = \dots$  кДж/м<sup>2</sup>,  
 $p_{1\text{max}} = \dots$  мР/год.
- 1.2 Будівлі за варіантом.
- 1.3 Сховище: окремо розташоване в районі забудови, перекриття – залізобетонне товщиною  $h_1 = \dots$  см, ґрунтова подушка  $h_2 = \dots$  см.
- 1.4 РЕА виготовлена з елементів за варіантом. Наявна автоматизована ділянка,  $l_{\Gamma} = \dots$  м,  $l_{\text{в}} = \dots$  м.
- 1.5 Обладнання за варіантом.
- 1.6 Напруга живлення інтегральних мікросхем  $U_{\text{ж}} = \dots$ ;
- 1.7 Допустима доза опромінення технічного персоналу  $D_{\text{доп}} = \dots$  мР;
- 1.8 Максимальна тривалість роботи  $t_{\text{р.макс}} = 12$  год.
- 1.9 Мінімальна тривалість роботи  $t_{\text{р.мін}} = 2$  год.
- 1.10 Вертикальна складова напруженості електричного поля,  $E_{\text{в}} = \dots$  кВ/м.
- 1.11 Щільність забудови території  $\Pi = \dots$  %.
- 1.12 Розрахунки провести за умови, що робочого персоналу вистачає лиш на 2 зміни.

### 2. Виконати:

Оцінити стійкість роботи ОНГ в умовах дії ударної хвилі, світлового імпульсу, радіоактивного забруднення.

Оцінити стійкість роботи РЕА в умовах дії іонізуючих випромінювань та електромагнітного імпульсу.

Розрахунок режимів роботи чергових змін в умовах дії радіації.



## Література

1. Шоботов В. М. Цивільна оборона : навч. посібник / В. М. Шоботов – Вид. 2-ге, перероб. – К. : Центр навчальної літератури, 2006. – 438 с.
2. Кучма М. М. Цивільна оборона / М. М. Кучма. – Львів : «Магнолія плюс», 2004. – 354 с.
3. Стеблюк М. І. Цивільна оборона / М. І. Стеблюк. – Київ : Знання, 2004. – 490 с.
4. Сакевич В. Ф. Цивільна оборона. Теоретичні основи : навч. посібник. / В. Ф. Сакевич, О. В. Поліщук. – Вінниця : ВНТУ, 2009. – 136 с.
5. Сакевич В. Ф. Основи розробки питань цивільної оборони в дипломних проектах : навчальний посібник / В. Ф. Сакевич. – Вінниця : ВДТУ, 2001 – 108 с.
6. Атаманюк В. Г. Гражданская оборона : учебник для вузов / В. Г. Атаманюк, Л. Г. Ширшев, Н. И. Акимов ; под ред. Д. И. Михайлика. – М. : Высш. шк., 1986. – 207 с.
7. Владимиров В. А. Методика выявления и оценки рациональной обстановки при разрушениях (авариях) атомных электростанций / Владимиров В. А., Михеев О. С., Хмель С. И. и др. – М., 1989.
8. Губський А. І. Цивільна оборона / А. І. Губський – К., 1995.
9. Демиденко Г. П. Защита объектов народного хозяйства от оружия массового поражения : справочник / Демиденко Г. П., Кузьменко Э. П. и др. – К., 1989.
10. Депутат О. П. Цивільна оборона : підручник / Депутат О. П., Коваленко І. В., Мужик І. С. ; за ред. В. С. Франка. . – 2-ге вид., доп. – Львів : Афіша, 2001.
11. Лігович Г. Г. Довідник з цивільної оборони / Г. Г. Лігович – К. , 1999.
12. Справочник по гражданской обороне / Кол. авторов. – М. : Воениздат, 1978.
13. Справочные данные о чрезвычайных ситуациях техногенного, природного и экологического характера : в 3-х частях. – М., 1990.
14. Чорнобильська аварія. Події. Факти. Цифри / під керівництвом генерал-лейтенанта М. С. Бондарчука. – К. : Штаб ЦО України, 1990.

*Навчальне видання*

Методичні вказівки  
до виконання розрахункової роботи  
з «Цивільного захисту»

Редактор В. Дружиніна

Укладачі: Поліщук Олександр Васильович  
Томчук Микола Антонович

Оригінал-макет підготовлено О. Поліщуком

Підписано до друку 10.11.2017 р.  
Формат 29,7×42 ¼. Папір офсетний.  
Гарнітура Times New Roman.  
Ум. друк. арк. 3,8.  
Наклад 40 (1-й запуск 1-20) пр. Зам. № 2017-398.

Видавець та виготовлювач  
Вінницький національний технічний університет,  
інформаційний редакційно-видавничий центр.  
ВНТУ, ГНК, к. 114.  
Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021.  
Тел. (0432) 59-85-32, 59-87-38.  
press.vntu.edu.ua; *e-mail*: kivc.vntu@gmail.com  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.