

МІНІСТЕРСТВО НАУКИ І ОСВІТИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання практичних робіт
з навчальної дисципліни «Безпека праці у професійній діяльності»
для студентів усіх спеціальностей денної форми навчання

Харків 2021

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання практичних робіт
з навчальної дисципліни «Безпека праці у професійній діяльності»
для студентів усіх спеціальностей денної форми навчання

Затверджено
редакційно-видавничою радою
університету,
протокол № 1 від 25.02.2021 р.

Харків
НТУ «ХП»
2021

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Безпека праці у професійній діяльності» для студентів усіх спеціальностей денної форми навчання / уклад. Н. Є. Твердохлебова– Харків : НТУ «ХП», 2021. – 40 с.

Укладач Н. Є. Твердохлебова

Рецензент Є. О. Семенов

Кафедра безпеки праці та навколишнього середовища

ВСТУП

Дані методичні вказівки складені для допомоги студентами усіх спеціальностей денної форми навчання при виконанні практичних робіт з навчальної дисципліни «Безпека праці у професійній діяльності» та встановлюють основний зміст виконання програми даної навчальної дисципліни.

Мета курсу полягає у формуванні у майбутніх фахівців різних галузей умінь та компетенцій для

- забезпечення ефективного оперативного управління охороною праці та цивільним захистом працівників;
- поліпшення умов праці з урахуванням досягнень науково-технічного прогресу та міжнародного досвіду;
- запобігання виробничим аваріям;
- захисту підлеглих у випадках надзвичайних ситуацій, а також в усвідомленні нерозривної єдності успішної професійної діяльності з обов'язковим дотриманням усіх вимог виробничої безпеки.

Засвоївши програму навчальної дисципліни «Безпека праці у професійній діяльності», майбутні фахівці мають бути здатними вирішувати професійні завдання з урахуванням вимог охорони праці та володіти такими основними **професійними компетентностями:**

- здатність та готовність урахувати норми конвенцій Міжнародної організації праці (МОП), вимоги чинних законодавчих та нормативних актів з

охорони праці, кодексу цивільного захисту при виконанні виробничих та управлінських функцій;

- спроможність визначати ризики, рівні прийнятих і небезпечних рівнів шкідливих і небезпечних факторів виробничого середовища, аналізувати й оцінювати потенційну небезпеку об'єктів господарювання, технологічних процесів і обладнання для людини й навколишнього середовища;

- здатність застосовувати технічні системи захисту, засоби індивідуального та колективного захисту, організаційні заходи, пропозиції, рекомендації для підвищення рівня безпеки робочого місця та об'єкта в цілому, поліпшувати протиаварійний стан об'єктів і територій, виконувати вимоги техногенної і пожежної безпеки, електробезпеки та промислової санітарії;

- здатність приймати обґрунтовані оперативні рішення з управління безпекою праці відповідно до обстановки, що склалася на робочому місці та об'єкті;

- уміння розробляти та реалізовувати заходи щодо усунення причин нещасних випадків і професійних захворювань, запобігання виникнення надзвичайних і аварійних ситуацій у відповідній галузі, ліквідації наслідків аварій на виробництві;

- здібність до організації діяльності виробничого колективу з обов'язковим урахуванням вимог охорони праці.

Результати навчання: при вивченні дисципліни «Безпека праці у професійній діяльності» студенти повинні **знати** базові законодавчо-нормативні акти, що регулюють відносини у сфері охорони праці, та враховувати їх положення при виконанні виробничих і управлінських функцій і **вміти**:

- спілкуватися на загальні теми з питань безпеки праці;
- аналізувати та прогнозувати потенційні небезпеки і можливі причини та види пошкодження технологічного обладнання при проєктуванні та експлуатації об'єктів у відповідній галузі;

- обґрунтовувати організаційно-технічні заходи щодо нормалізації умов праці, техногенної безпеки, електробезпеки та пожежної безпеки на підприємствах, в організаціях, установах та на небезпечних територіях;
- вирішувати професійні завдання з урахуванням вимог охорони праці та запобігати виникненню нещасних випадків, професійних захворювань та аварій на виробництві внаслідок надзвичайних ситуацій;
- реалізувати комплекс організаційних та інженерно-технічних заходів щодо запобігання і мінімізації наслідків аварій і надзвичайних ситуацій;
- керувати проведенням аварійно-рятувальних і невідкладних робіт на об'єктах відповідної галузі;
- застосовувати нормативно-правову базу для захисту прав особи на забезпечення нешкідливих та безпечних умов праці;
- організовувати діяльність виробничого колективу з обов'язковим урахуванням вимог охорони праці тощо;
- забезпечити ефективність функціонування систем управління безпекою виробництва.

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

“Безпека праці у професійній діяльності” – дисципліна, яка вивчає систему заходів правового, соціально-економічного, організаційно-технічного, санітарно-гігієнічного і лікувально-профілактичного характеру, що направлені на створення здорових і безпечних умов праці фахівців у відповідній галузі у звичайних та аварійних умовах, у тому числі в умовах надзвичайних ситуацій.

Завдання вивчення дисципліни – забезпечення гарантії збереження здоров'я і працездатності працівників у виробничих умовах конкретних галузей господарювання та в умовах надзвичайних ситуацій через ефективне управління охороною праці та цивільним захистом, а також формування відповідальності у посадових осіб і фахівців за колективну та власну безпеку.

2. ВИЗНАЧЕННЯ ОСЕРЕДКІВ УРАЖЕННЯ ПРИ ПОВЕНЯХ

Затоплення й повені є одними з найбільш руйнівних і небезпечних для життєдіяльності надзвичайних ситуацій сьогодення.

Повінь – це значне тимчасове затоплення місцевості, яке відбувається внаслідок підняття рівня води у річці, озері, водоймищі, що є наслідком різних причин – весіннього сніготанення, великої кількості опадів, підвищення рівня ґрунтових вод, затору льоду на річках, прориву дамб тощо.

План управління ризиками затоплення затверджується Кабінетом Міністрів України.

У разі виникнення загрози катастрофічного затоплення місцевості проводиться обов'язкова евакуація населення.

На підприємствах матеріальні збитки від затоплень виникають внаслідок пошкодження та руйнування виробничих будівель, автомобільних та залізничних шляхів, мереж електропередач і зв'язку, псування та знищення сировини, палива, продуктів харчування тощо. Значно підвищується ризик втрат серед населення.

Найбільш імовірними зонами можливих повеней на території України є:

- у північних регіонах – басейни річок Прип'ять, Десна та їхні притоки. Площа повені лише в басейні р. Прип'ять може досягти 600–800 тис. га;
- у західних регіонах – басейни верхнього Дністра (площа може досягти 100–130 тис. га), річок Тиса, Прут, Західний Буг та їхніх приток (площа можливих затоплень 20–25 тис. га);
- у східних регіонах – басейни р. Сіверський Донець з притоками річок Псел, Ворскла, Сула та інших приток Дніпра.

На значній території України (Карпати) річки мають виражений паводковий режим стоку.

Основний напрям боротьби з повенями полягає у зменшенні максимальних витрат води в річці шляхом перерозподілу стоку з часом – насадження лісозахисних смуг, орання землі упоперек узгір'я, збереження лісозахисних смуг

рослинності, терасування склонів тощо. Крім того, для захисту від повеней застосовується давно випробуваний засіб – спорудження загат або гребель.

Складніше боротися з раптовими затопленнями, що, як правило, є наслідками землетрусів, ураганів чи аварій на гідротехнічних спорудах. Такі повені тривають довгий час. Вони загрожують життю людей, тварин, руйнують матеріальні цінності, будинки, споруди. Тому завчасно, а також для ліквідації наслідків повеней потрібно проводити евакуаційні заходи й інженерні роботи, основними з яких є:

- загальна евакуація всіх категорій населення, матеріальних цінностей у безпечні місця й райони у разі катастрофічного затоплення місцевості з чотиригодинним добіганням проривної хвилі при руйнуванні гідротехнічних споруд;

- побудова та відновлення мостів, улаштування переправ;
- захист автомобільних та залізничних мостів і мереж електропостачання;
- запобігання можливим пожежам;
- налагодження водовідвідних каналів, облаштування під'їздів до осередків робіт, виставлення водомірних постів тощо.

До рятувальних робіт при повенях залучаються формування, посилені плавзасобами, з метою евакуації людей із затоплених місць. Для забезпечення їх посадки й висадки облаштовують тимчасові причали, а плавзасоби забезпечують сідцями. Готують і інші засоби – драбини, багри, мотузки тощо – для того, щоб знімати людей з затоплених будівель, споруд, дерев. Для скорочення площі, яку затоплюватиме вода, в місцях можливої повені передбачається проведення інженерних та інших робіт з обмеження розливу води, захисту промислових об'єктів та виробничого обладнання, а також підвалів і нижніх поверхів житлових та інших будівель.

Гідродинамічні аварії – це надзвичайні явища, пов'язані з виходом із ладу або руйнуванням гідродинамічних споруд чи їх окремих частин і некерованим переміщенням великої маси води, що завдає руйнування різних будівель та споруд і спричиняє затоплення відкритих територій.

Руйнування гідротехнічних споруд може статися внаслідок дії сил природи, наприклад, землетрусу, ураганів тощо або дії людини – наприклад, при воєнних діях, а також внаслідок конструктивних або експлуатаційних дефектів і похибок проектування.

Початковою фазою гідродинамічної аварії є прорив загати й створення некерованого потоку води – хвилі прориву, основними параметрами якої є висота гребеня – від 2 до 12 м – й швидкість руху – від 3 до 25 км/год. Дія хвилі прориву здебільшого аналогічна дії ударної хвилі в повітрі. Однак суттєвою різницею є значно менша швидкість і більш висока густина речовини у хвилі прориву.

При оцінюванні можливих наслідків гідродинамічних аварій необхідно враховувати також вторинні фактори – забруднення води й місцевості речовинами з затоплених або зруйнованих сховищ, промислових та сільськогосподарських підприємств, масові захворювання людей і тварин, аварії на транспорті, зсуви та обвали, зміну факторів природного середовища.

За розмірами і завданими збитками затоплення підрозділяють на невеликі, великі, значні і катастрофічні. При руйнуванні гребель ГЕС затоплення території відбувається зі швидкістю від 3 до 25 км/год, а в гірських районах – до 100 км/год. При цьому утворюються хвилі пропуску, що поширюються вниз за течією зі швидкістю V і висотою $h_{пр}$.

З метою своєчасного планування проведення рятувальних робіт у зонах катастрофічного затоплення внаслідок можливого прориву гребель виконується завчасне прогнозування можливих хвиль прориву і розмірів площ катастрофічного затоплення.

Масштаби повеней і затоплень залежать від висоти і тривалості стояння небезпечних рівнів води, площі і часу затоплення (навесні, улітку, узимку) та ін.

Осередком ураження при повені називається територія, у межах якої відбулися затоплення місцевості, ушкодження і руйнування будинків, споруд і інших об'єктів, що супроводжуються загибеллю людей, тварин і врожаю, псуванням і знищенням сировини, палива, продуктів харчування і т.д.

2.1. Методика визначення осередків ураження при повені

Мета розрахунків:

1) згідно з вихідними даними визначити час приходу хвилі, висоту хвилі пропуску, час спорожнення водоймища, тривалість проходження хвилі пропуску на заданій відстані від греблі при її руйнуванні;

2) зробити висновки та рекомендації щодо своєчасного планування проведення рятувальних робіт у зонах катастрофічного затоплення унаслідок можливого прориву гребель, заходів із захисту населення при повенях, а саме вказати час, що залишився на евакуацію з моменту аварії, безпечну висоту для рятування людей, які не встигли евакуюватися, та тривалість повені;

3) дати рекомендації щодо дій населення в осередку ураження.

Завдання виконується згідно з методикою, яка вказана нижче.

Вихідні дані для розв'язання задачі: W – об'єм водоймища, млн м³; B – ширина прорану, м; H – глибина води перед греблею, м; V – середня швидкість хвилі пропуску, м/с; R – відстань хвилі пропуску від греблі до об'єкта, км.

Порядок розрахунку:

1. Визначаємо час приходу хвилі на задану відстань, год.

$$t_{np} = \frac{R}{V \cdot 3,6} \quad (2.1)$$

2. За табл. 2.1 визначаємо висоту хвилі пропуску h , м, на заданій відстані.

Таблиця 2.1 – Визначення висоти хвилі пропуску h на заданій відстані

Параметри	Відстань від греблі до об'єкта R , км						
	0	25	50	100	150	200	250
Висота хвилі пропуску, h м	0,25H	0,2H	0,15H	0,075H	0,05H	0,03H	0,02H

3. Визначаємо час спорожнення водоймища, год.

$$T = \frac{W}{3600 \cdot B \cdot N}, \quad (2.2)$$

де W – об’єм водоймища, м³; B – ширина прорану ділянки переливу води через гребінь незруйнованої греблі, м; N – максимальна витрата води, що припадає на 1 м ширини чи прорану, м³/с (за табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Визначення максимальної витрати води, що приходить на 1 м ширини чи прорану, м³/с

$H, \text{ м}$	5	10	25	50
$N, \text{ м}^3/\text{с} \cdot \text{м}$	10	30	125	350

4. Користуючись табл. 2.3, визначаємо тривалість проходження хвилі на задану відстань τ_n .

Таблиця 2.3 – Тривалість проходження хвилі на заданій відстані

Відстань до об’єкта R , км	0	25	50	100	150	200
Тривалість проходження хвилі, τ_n , год.	T	1,7T	2,6T	4T	5T	6T

Контрольне завдання з розрахунку осередку ураження при повені

Завдання 2.1. Об’єм водоймища W ___ млн м³, глибина води перед греблею H ___ м, середня швидкість руху води пропуску V ___ м/с, ширина прорану ___ м. Зробити висновки щодо правил поведінки людей (рятувальні дії) в умовах, що склалися на території. Дані для розв’язання задач наведено за варіантами в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Вихідні дані для розв’язання завдання 2.1

Параметри	Варіанти									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
W , млн м ³	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
H , м	25	50	10	5	5	50	50	10	25	25
V , м/с	5	5	8	10	10	10	10	5	20	20
B , м	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
R , км	25	50	50	100	150	100	200	25	150	200
Параметри	Варіанти									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
W , млн м ³	40	45	55	65	75	85	95	105	110	110
H , м	10	25	5	25	50	50	5	25	50	10
V , м/с	5	5	8	10	10	10	10	5	20	20
B , м	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100
R , км	25	50	25	25	50	25	100	150	150	200

3. ВИЗНАЧЕННЯ ОСЕРЕДКІВ УРАЖЕННЯ

ПРИ ВИБУХАХ. ДІЯ УДАРНОЇ ХВИЛІ НА СПОРУДИ ТА ЛЮДЕЙ

Вибух – це швидкоплинний процес хімічного або фізичного перетворення речовини, що супроводжується вивільненням великої кількості енергії в обмеженому просторі, в результаті чого утворюється та розповсюджується ударна хвиля. Вона здатна створювати загрозу життю та здоров’ю людей, завдати збитків економіці та навколишньому середовищу, а також стати джерелом надзвичайної ситуації (НС).

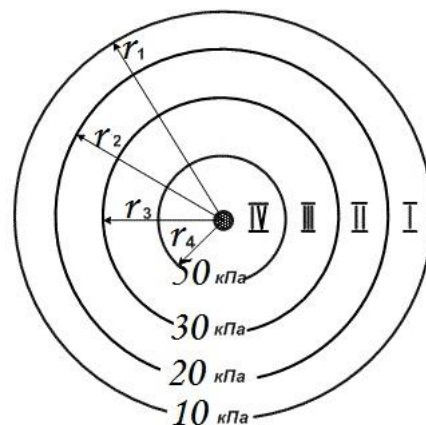
Найчастіше вибухи відбуваються на вибухонебезпечних об’єктах, тобто на об’єктах, де використовуються, зберігаються, виробляються або транспортуються речовини, призначені для створення вибухів чи такі, що набувають здатності, за визначених умов, вибухати. Насамперед, це газо- або пароповітряні суміші вуглеводневих речовин (наприклад, метану, пропану, бутану, бензину та ін.) або суміші повітря з борошном на борошномельних підприємствах, з цукровою пудрою на цукрових заводах, з пилом на зернових елеваторах тощо.

Повітряна ударна хвиля є зоною сильно стисненого повітря, що

поширюється у всі сторони від центру вибуху з надзвуковою швидкістю. Параметрами, за якими визначають вражаючу та руйнівну дію ударної хвилі, є надлишковий тиск на фронті ударної хвилі (ΔP_{ϕ}) і швидкісний напір ($\Delta P_{\text{шв}}$) повітря. Одиницею фізичної величини ΔP_{ϕ} і швидкісного напору $\Delta P_{\text{шв}}$ у системі СІ є Паскаль (Па).

Для оцінювання характеру руйнувань, обсягу та умов проведення рятувальних та інших невідкладних робіт в осередку ураження при дії ударної хвилі визначають чотири зони (повні, сильні, середні і слабкі руйнування). Кожна зона характеризується відповідним радіусом та значенням надлишкового тиску (рис. 3.1).

Зона слабких руйнувань із радіусом r_1 має максимальний надлишковий тиск у межах від 10 до 20 кПа. В будівлях та спорудах руйнується частина внутрішніх перегородок, двері, вікна. Зберігаються неушкодженими перші поверхи будівель та підвали. Обладнання має незначну деформацію другорядних елементів. На комунально-енергетичних мережах (КЕМ) – незначні руйнування і пошкодження. Для відновлення об'єкта (елемента) необхідний незначний ремонт.



- I – зона слабких руйнувань (r_1)
- II – зона середніх руйнувань (r_2)
- III – зона сильних руйнувань (r_3)
- IV – зона повних руйнувань (r_4)

Рис. 3.1. Зони руйнувань споруд під дією ударної хвилі

Зона середніх руйнувань із радіусом r_2 характеризується надлишковим тиском від 20 до 30 кПа. В будівлях та спорудах можуть бути зруйновані другорядні конструкції (легкі стіни, перегородки, дахи, вікна, двері). Можливі тріщини в зовнішніх стінах. Більшість несучих конструкцій зберігається. Сховища та більшість ПРУ залишаються неушкодженими. Деформуються окремі вузли обладнання та техніки. На КЕМ деформуються окремі опори повітряних ліній електропередач, пошкоджені технологічні трубопроводи. Для відновлення об'єкта чи його елемента необхідний капітальний ремонт.

Зона сильних руйнувань із радіусом r_3 має надлишковий тиск у межах від 30 до 50 кПа. В будівлях та спорудах – значна деформація несучих конструкцій, зруйновані більша частина перекриттів та стін. Частково можуть залишитися перекриття нижніх поверхів, утворюватися завали. Відновлення можливо, але недоцільно, бо обладнання та механізми здебільшого зруйновано. Окремі деталі та вузли обладнання можливо використовувати як запасні частини. На КЕМ та трубопроводах деформація та розриви є тільки на окремих ділянках підземних мереж.

Зона повних руйнувань із радіусом r_4 характеризується максимальним надлишковим тиском у фронті ударної хвилі більше ніж 50 кПа і руйнуванням або сильною деформацією всіх несучих конструкцій та елементів споруди, утворенням суцільних завалів. Менше руйнуються підвальні та підземні споруди. Повністю руйнуються житлові та виробничі споруди, протирадіаційні укриття (ПРУ), герметичні сховища поблизу центру вибуху. Обладнання, засоби механізації і техніка відновленню не підлягають. На комунально-енергетичних мережах (КЕМ) та технологічних трубопроводах – пошкодження кабелів, руйнування значних ділянок трубопроводів. Згідно з цими даними визначають ступінь руйнувань різних об'єктів, а також межі стійкості кожного їх елемента – надлишковий тиск, при якому елемент отримає такий ступінь руйнувань, коли можливе відновлення зруйнованого елемента силами об'єкта і відновлення виробництва запланованої продукції у найкоротші строки. Це може бути у разі, коли елемент зазнає середнього ступеня руйнувань.

Ударна хвиля спричиняє ураження людей в результаті дії надлишкового тиску і швидкісного напору повітря, в результаті виникають травми різного ступеня важкості. За складністю їх поділяють на легкі, середні, важкі і вкрай важкі (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Вплив ударної хвилі на людей

Надлишковий тиск ΔP_{ϕ} , кПа	Ступінь ураження	Ознака травмування
10–20	ушкодження внаслідок дії швидкісного напору ударної хвилі	можливі рани, кровотечі, забиття, синці, гематоми, спричинені уламками споруд та будівель (скло, каміння та інше)
20–40	легкі	характеризуються вивихами, синцями, тимчасовою втратою слуху, контузією, головним боєм.
40–60	середні	супроводжуються контузією, вивихами або переломами кісток кінцівок, ребер, втратою слуху, кровотечею з носа, вух
60–100	важкі	сильна контузія всього організму, переломи черепа, хребта, таза, кінцівок, ушкодження внутрішніх органів, відкриті кровотечі
більше 100	вкрай важкі	ураження часто закінчуються загибеллю людей у першу добу після ураження. Ураження часто супроводжуються відкритими переломами кісток, хребта, розривами внутрішніх органів (легенів, селезінки, печінки тощо), серйозними черепно-мозковими травмами

У надзвичайних ситуаціях руйнування й ушкодження споруд, будівель, технологічного обладнання, трубопроводів та ємностей на підприємствах з вибухо- та пожежонебезпечною технологією можуть призвести до витоку газоподібних та стислих вуглеводневих продуктів (метану, пропану, бутану, етилену, пропілену, бутилену тощо). Внаслідок чого при перемішуванні

вуглеводневих продуктів із повітрям утворюються вибухо- і пожежонебезпечні суміші.

Так, при вибуху газоповітряної суміші утворюється осередок вибуху з ударною хвилею, що призводить до руйнувань споруд, будівель та обладнання.

В осередку вибуху газоповітряної суміші виділяють три кругові зони (рис. 3.2).

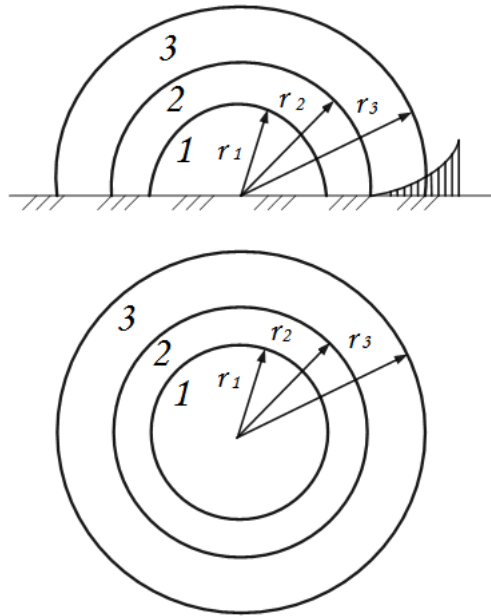


Рис. 3.2. Зони осередку вибуху газоповітряної суміші:
 1 – зона детонаційної хвилі r_1 ; 2 – зона дії продуктів вибуху r_2 ;
 3 – зона дії повітряної ударної хвилі r_3

Методика визначення осередків ураження при вибуху газо- або пароповітряної суміші

Завдання виконуються згідно з методиками, які вказані нижче.

а) *Методика визначення максимального надлишкового тиску в осередку ураження при вибуху пароповітряної суміші бензину на заданому об'єкті (цеху)*

При можливому вибуху парів бензину в ємності визначають масу бензину, що перебуває в пароподібному стані, і за цією масою розраховують максимальний можливий надлишковий тиск у фронті ударної хвилі на заданій відстані (рис. 3.3).

1) Визначимо об'єм, який займає бензин у пароподібному стані у резервуарі $V_{\text{пар}}, \text{м}^3$:

$$V_{\text{пар}} = V_{\text{емн}} - V_{\text{бенз}} \quad (3.1)$$

$$V_{\text{бенз}} = V_{\text{емн}} \cdot \frac{a}{100}, \quad (3.2)$$

де $V_{\text{пар}}$ – об’єм парів бензина в ємності, м³; $V_{\text{емн}}$ – об’єм ємності, м³; $V_{\text{бенз}}$ – об’єм бензина в ємності (розраховується за формулою 3.2), м³; a – заповнення ємності бензином, %.

2) Визначимо об’єм бензину $V_{\text{бенз.пар}}$, який знаходиться в пароподібному стані, м³,

Тоді
$$V_{\text{бенз.пар}} = \frac{V_{\text{пар}} \cdot b}{100}, \quad (3.3)$$

де b – вміст бензину у паровій фазі, %.

3) Розрахуємо масу бензину $Q_{\text{бенз}}$ (т), який знаходиться в пароподібному стані:

$$Q_{\text{бенз}} = V_{\text{бенз.пар}} \cdot \rho, \quad (3.4)$$

де ρ – густина бензину, яка дорівнює 0,75 т/м³.

4) За допомогою рис. 3.3 визначимо точку, яка відповідає значенню максимального можливого надлишкового тиску (ΔP_{max}) у районі об’єкта (цеху) – на перетині координат – відстані r і маси бензину в паровій фазі $Q_{\text{бенз}}$, кПа.

5) Знаходимо межі можливих руйнувань (див. рис.3.1) і ступінь ураження людей в зоні руйнування (див. табл. 3.1).

Завдання 3.1. У зоні розташування об’єкта (цеху) в результаті вибуху зруйновано ємність $V_{\text{емн}} = \underline{\hspace{2cm}}$ м³, заповнену бензином на $a \underline{\hspace{2cm}}$ %, із вмістом бензину у паровій фазі $b \underline{\hspace{2cm}}$ % об’ємних. Відстань від ємності до об’єкта $r \underline{\hspace{2cm}}$ м. Густина ρ бензину 0,75 т/м³. Визначити максимально можливий надлишковий тиск у районі об’єкта на заданій відстані, дати оцінювання руйнуванням споруд та ступеню уражень людей, які знаходяться у відповідній зоні ураження. Визначити межі зон можливих руйнувань і ступінь ураження людей в зоні руйнування, що утворилась внаслідок вибуху парів бензину. Запропонувати заходи щодо ліквідації наслідків вибуху. Дані за варіантами наведено в табл. 3.2.

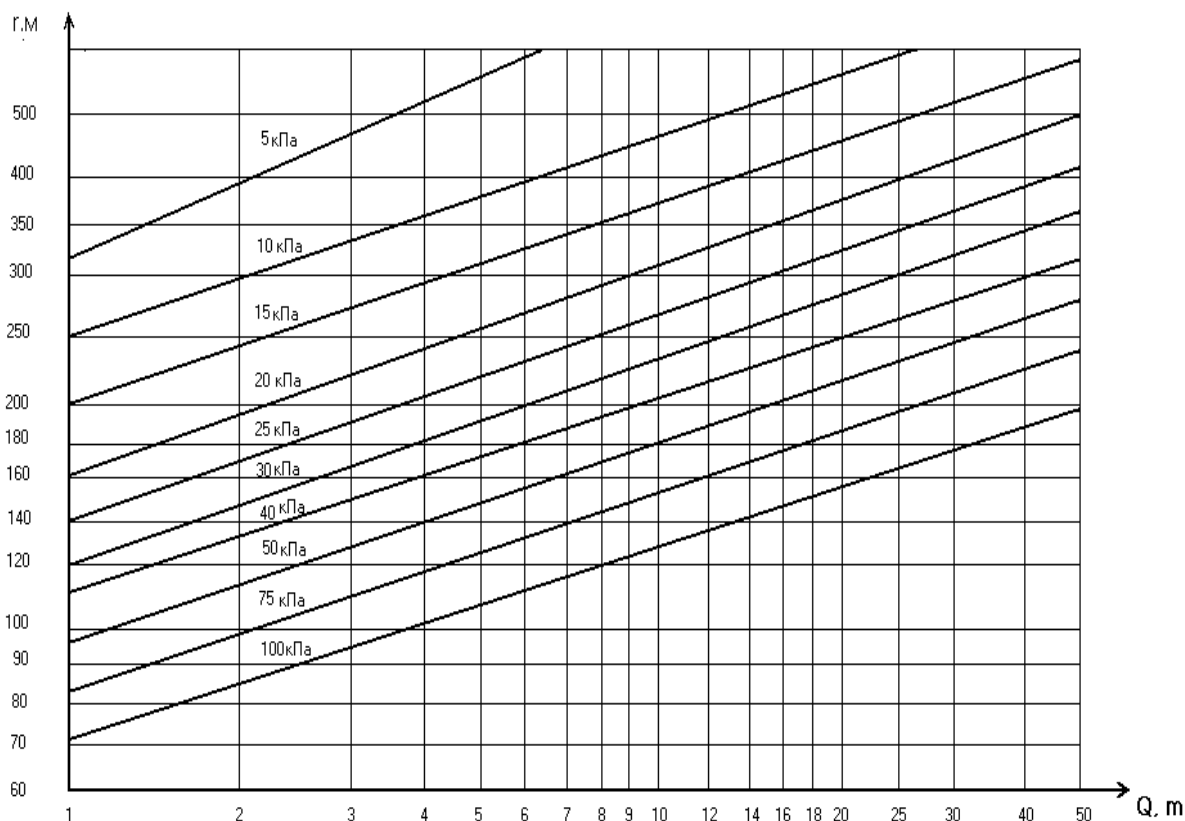


Рис. 3.3. Залежність надлишкового тиску від маси зрідженого вуглеводневого продукту, що перебуває в пароподібному стані та відстань до об'єкта при вибуху пароповітряної суміші

Таблиця 3.2 – Вихідні дані до завдання 3.1

Показник	Варіанти									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Об'єм ємності з бензином $V_{емн}, m^3$	1000	1000	1500	1100	1200	1500	1300	1000	1100	1400
Заповнення ємності бензином $a, \%$	70	75	50	60	65	70	64	73	78	55
Вміст бензину у паровій фазі $b, \%$	2,0	2,5	3,0	2,0	2,5	3,0	2,0	2,0	3,0	2,5
Відстань від ємності до об'єкта r, m	200	250	200	300	250	150	200	300	200	200
Показник	Варіанти									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Об'єм ємності з бензином $V_{емн}, m^3$	1300	1100	1000	1200	1000	1200	1100	1200	1400	1300
Заповнення ємності бензином $a, \%$	70	75	50	63	60	55	65	76	58	58
Вміст бензину у паровій фазі $b, \%$	2,5	2,0	2,5	3,0	2,0	2,5	2,5	3,0	2,0	3,0
Відстань від ємності до об'єкта r, m	250	150	300	200	250	150	100	200	250	300

б) Методика визначення максимального надлишкового тиску в осередку вибуху газоповітряної суміші на заданому об'єкті

В осередку вибуху газоповітряної суміші виділяють три кругові зони (див. рис. 3.2).

У межах зони 1 надлишковий тиск ΔP дорівнює 1700 кПа.

1) Визначимо радіус зони детонаційної хвилі r_1 , м,

$$r_1 = 17,5 \cdot \sqrt[3]{Q}, \quad (3.5)$$

де Q – маса скрапленого газу, т.

У межах зони 2 надлишковий тиск ΔP змінюється від 1350 до 300 кПа.

2) Розрахуємо радіус зони дії продуктів вибуху r_2 , м,

$$r_2 = 1,7 \cdot r_1. \quad (3.6)$$

У зоні 3 розраховується надлишковий тиск ΔP , який очікується на об'єкті на заданій відстані r_3 .

3) Визначимо відносну величину Ψ :

$$\Psi = 0,24 \cdot \frac{r_3}{r_1}, \quad (3.7)$$

де r_3 – відстань від місця вибуху до об'єкта (його елементів), м.

4) Розрахуємо в зоні 3 максимально можливий надлишковий тиск ΔP_{\max} у районі об'єкта (його елементів) за такими формулами, кПа:

- при $\Psi \leq 2$
$$\Delta P_{\max} = \frac{700}{3(\sqrt{1 + 29,8\Psi^3} - 1)}; \quad (3.8)$$

- при $\Psi > 2$
$$\Delta P_{\max} = \frac{22}{\Psi(\sqrt{1g\Psi + 0,158})}. \quad (3.9)$$

Завдання 3.2. Визначити надлишковий тиск, очікуваний в районі виробничого об'єкта при вибуху ємності, в якій знаходиться Q _____ т скрапленого пропану. Відстань від ємності до цеху – r _____ м (варіанти подано в табл. 3.3). Надати висновки щодо зони руйнувань, в яку потрапляє об'єкт, оцінити можливі ступені ураження людей та запропонувати заходи щодо ліквідації наслідків у НС.

Таблиця 3.3 – Вихідні дані до завдання 3.2

Номер варіанта	Відстань від ємності до цеху r , м	Маса пропану Q , т	Номер варіанта	Відстань від ємності до цеху r , м	Маса пропану Q , т
1	300	20	11	400	70
2	250	15	12	300	55
3	350	30	13	200	50
4	400	35	14	400	35
5	400	50	15	350	25
6	400	650	16	250	25
7	500	100	17	400	20
8	500	150	18	500	150
9	250	10	19	600	200
10	300	15	20	100	15

4. ОЦІНКА РАДІАЦІЙНОЇ ОБСТАНОВКИ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Радіаційно небезпечний об'єкт (РНО) – науковий, промисловий, оборонний об'єкт, при аваріях чи руйнуванні якого можуть трапитися масові радіаційні ураження людей, тварин і рослин, а також радіоактивне забруднення середовища. Найбільш небезпечними в радіаційному відношенні є атомні електростанції, атомні теплоелектростанції, атомні станції тепlopостачання. Джерелами радіоактивного випромінювання та забруднення також є:

- об'єкти уранової промисловості, що займаються видобутком, переробкою та збагаченням урану й виготовленням ядерного палива;

- об'єкти радіохімічної промисловості, де проводиться регенерація ядерного палива – виділення урану та плутонію, а також продуктів їх поділу з відпрацьованих тепловидільних елементів (ТВЕЛів) – з метою подальшого їх використання;

- транспортні засоби, які мають ядерні силові агрегати, – великі військові кораблі, підводні човни тощо;
- місця переробки та поховання радіоактивних відходів.

Найбільшу небезпеку для населення становлять аварії на РНО, що пов'язані з неконтрольованим викидом радіоактивних продуктів й (або) виходом іонізуючих випромінювань за передбачені проектом для нормальної експлуатації РНО межі в кількостях, які перевищують установлені норми безпеки експлуатації об'єкта.

У комплексі заходів протирадіаційного захисту, що застосовуються у мирний час у містах та населених пунктах, важливе місце займає розробка режимів, які гарантують безпечну діяльність населення та виробничу діяльність об'єктів економіки в умовах радіоактивного забруднення.

Під режимами поведінки, які б гарантували безпечну життєдіяльність населення та виробничу діяльність об'єктів економіки, мається на увазі чітко установлений порядок роботи, пересування, відпочинку із використанням засобів та заходів захисту, що виключає отримання людиною радіоактивного забруднення, яке перевищує встановлений нормами рівень.

Оцінка радіаційної обстановки у надзвичайних ситуаціях здійснюється з метою визначення найбільш доцільних дій формувань ЦЗ, виробничої діяльності об'єктів і населення, які виключають радіаційне ураження людей та скорочують вимушену зупинку виробництва.

Радіаційну обстановку можна оцінювати методом прогнозування та за результатами радіаційної розвідки. Знаючи радіаційну обстановку на об'єкті або території, розв'язують основні практичні завдання з різних варіантів дій формувань ЦЗ, виробничої діяльності на об'єкті та захисту населення.

Розглянемо вирішення задач (розрахунки) за наступним напрямом: визначення режимів поведінки людей в умовах радіаційного забруднення території після аварії на АЕС. Мета цих розрахунків – завчасне планування поведінки людей та роботи об'єкта економіки при радіаційному забрудненні території, що сталося після аварії на АЕС.

4.1. Методика визначення режимів поведінки людей на зараженій місцевості після аварії на АЕС

а) Методика визначення доз опромінення людей в умовах радіоактивного забруднення після аварії на АЕС

Визначення можливих доз опромінення при радіоактивному забрудненні здійснюється з метою оцінки ступеня небезпеки перебування людей на зараженій місцевості та планування доцільних дій та заходів захисту населення.

Вихідні дані для розрахунку доз опромінення:

P_1 – рівень радіації за першу годину після аварії на АЕС у районі проведення робіт, Р/год; $t_{\text{п}}$ – час початку перебування в зоні зараження з моменту аварії, год; $t_{\text{р}}$ – тривалість проведення робіт, год; $K_{\text{посл}}$ – коефіцієнт послаблення радіації захисними спорудами (табл. 4.1).

Згідно з вихідними даними необхідно:

- 1) перерахувати рівень радіації за першу годину після аварії на АЕС;
- 2) визначити дозу опромінення за час проведення робіт на відкритій місцевості та в кабінах техніки табличним способом;
- 3) перевірити результати розрахунку аналітичним способом;
- 4) зробити висновки та надати пропозиції щодо доцільних варіантів проведення рятувальних робіт.

Таблиця 4.1 – Залежність коефіцієнта послаблення від місця перебування людини, $K_{\text{посл}}$

Місце перебування людей	$K_{\text{посл}}$
Відкрите розташування місцевості	1
Транспортні засоби:	
• автомобілі, трамваї, тролейбуси, автобуси	2
• пасажирські вагони, локомотиви	3
Промислові та адміністративні споруди:	
• промислові одноповерхові будівлі (цех)	7
• промислові багатоповерхові будівлі	6

Місце перебування людей	$K_{\text{посл}}$
Житлові кам'яні будівлі:	
• одноповерхові	10
• підвали	40
• двоповерхові	15
• підвали	100
• триповерхові	20
• підвали	400
Житлові дерев'яні споруди:	
• одноповерхові	2
• підвали	7
• двоповерхові	8
• підвали	12
В середньому для населення:	
• міського	8
• сільського	4

Порядок розрахунку

1. Перерахуємо рівень радіації за першу годину після аварії, Р/год

$$P_1 = P_t \cdot K_{\text{табл}}, \quad (4.1)$$

де $K_{\text{табл}}$ – коефіцієнт перерахунку визначають за табл. 4.2.

I спосіб (табличний)

2. Визначимо дозу опромінення за заданий термін роботи, отриману на відкритій місцевості при рівні радіації 1 Р/год за першу годину після аварії $D_{\text{табл}}$ за табл. 4.3.

Таблиця 4.2 – Коефіцієнт перерахунку рівнів радіації за першу годину t_1 після аварії на АЕС

Час після аварії, год	$K_{\text{табл}} = \frac{P_1}{P_t}$	Час після аварії, год	$K_{\text{табл}} = \frac{P_1}{P_t}$	Час після аварії, год	$K_{\text{табл}} = \frac{P_1}{P_t}$
1,00	1,00	3,00	1,47	48 (2 доби)	3,88
1,25	1,08	3,50	1,55	96 (4 доби)	4,94
1,50	1,15	4,00	1,62	144 (6 діб)	5,69
1,75	1,22	5,00	1,76	240 (10 діб)	6,8
2,0	1,27	6,00	1,87	360 (15 діб)	7,85
2,25	1,33	10,00	2,24	720 (1 міс.)	10,0
2,50	1,38	18,00	2,75	1440 (2 міс.)	12,74
2,75	1,42	24 (1 доба)	3,04	2160 (3 міс)	14,7

Таблиця 4.3 – Дози опромінення, отримані на відкритій місцевості при рівні радіації 1 Р/год за першу годину після аварії на АЕС

Час початку опромінення з моменту аварії	Час перебування T , год											
	1	2	3	4	5	6	8	10	12	18	24	48
1	0,88	1,6	2,25	2,85	3,38	3,91	4,88	5,75	6,62	8,89	10,9	17,77
2	0,72	1,37	1,97	2,51	3,04	3,52	4,46	5,3	6,14	8,4	10,37	17,15
3	0,65	1,25	1,78	2,31	2,8	3,28	4,17	5,0	5,8	8,0	9,97	16,68
4	0,6	1,14	1,66	2,15	2,62	3,09	3,95	4,75	5,54	7,69	9,7	16,28
6	0,52	1,02	1,49	1,95	2,39	2,82	3,63	4,39	5,15	7,22	9,11	15,65
8	0,48	0,94	1,37	1,8	2,21	2,62	3,38	4,12	4,85	6,85	8,69	15,11
12	0,42	0,82	1,2	1,58	1,96	2,34	3,05	3,73	4,4	6,29	8,06	14,29
18	0,35	0,71	1,06	1,4	1,73	2,06	2,71	3,31	3,95	5,72	7,38	13,95
24	0,32	0,65	0,97	1,28	1,58	1,89	2,49	3,08	3,66	5,32	6,9	12,66
36	0,29	0,57	0,85	1,12	1,39	1,66	2,2	2,73	3,25	4,77	6,23	11,6
48	0,26	0,52	0,77	1,02	1,27	1,52	2,0	2,49	2,98	4,38	5,75	10,85
72	0,21	0,43	0,66	0,89	1,11	1,32	1,75	2,17	2,6	3,86	5,09	9,75

Примітка. При визначенні доз опромінення для інших значень рівнів радіації необхідно знайдену дозу опромінення помножити на фактичний рівень радіації: $D_{\text{ф}} = D_{\text{табл}} \cdot P_1$.

3. Визначимо дозу, отриману людьми, які працюють на відкритій місцевості, P :

$$D_{\text{ф.в}} = D_{\text{табл}} \cdot P_1, \quad (4.2)$$

4. Визначимо дозу, отриману людьми, які працюють у кабінах техніки, P :

$$D_{\text{ф.т}} = \frac{D_{\text{ф.в.}}}{K_{\text{посл}}}, \quad (4.3)$$

де $K_{\text{посл}}$ – коефіцієнт послаблення техніки, який дорівнює 2.

Отриманий результат перевіримо за допомогою аналітичного способу.

II спосіб (аналітичний)

Дозу опромінення, P , можна визначити за формулою

$$D_{ф.в} = \frac{P_1 \cdot (t_k^{0,65} - t_{п}^{0,65})}{0,65}, \quad (4.4)$$

де $t_k, t_{п}$ – час кінця та початку проведення робіт з моменту аварії відповідно, год;
 $f(t^{0,65})$ наведено в табл. 4.4.

Тому $D_{ф.в} = \dots\dots\dots, P$

Значення функції $f(t^{0,65})$ наведено в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Значення функції $f(t^{0,65})$

t_r	$t^{0,65}$	t_r	$t^{0,65}$
	0,64	12	5,02
0,5	1,0	14	5,55
1,0	1,3	16	6,06
1,5	1,57	18	6,54
2,0	1,81	20	7,0
2,5	2,04	24	7,89
3,0	2,26	30	9,12
3,5	2,46	36	10,27
4,0	2,84	48	12,38
5,0	3,2	60	14,31
6,0	3,86	72	16,1
8,0	4,46	96	19,4

$$D_{ф.г} = D_{ф.в} / K_{посл} \text{ (визначається за формулою (4.3)).}$$

б) Методика визначення допустимої тривалості перебування людей на зараженій території в результаті аварії на АЕС

Вихідні дані для розрахунку:

P_1 – рівень радіації за першу годину після аварії на АЕС у районі проведення робіт, Р/год; $D_{уст}$ – установлена доза опромінення, Р; $D_{уст} = 2 P$ за добу, але не більше 25 Р за весь час перебування на зараженій місцевості після аварії на АЕС (в умовах мирного часу); $t_{п}$ – час початку перебування в зоні

зараження з моменту аварії, год; $K_{\text{посл}}$ – коефіцієнт послаблення радіації захисними спорудами (див. табл. 4.1).

Порядок розрахунку

1. Перерахуємо рівень радіації за першу годину після вибуху, Р/год

$$P_1 = P_t \cdot K_{\text{табл}}, \quad (4.5)$$

де $K_{\text{табл}}$ – коефіцієнт перерахунку, який визначають за табл. 4.2.

2. Допустима тривалість перебування людей на забрудненій території t (год) визначається графічним методом через відносну величину α :

$$\alpha = \frac{P_1}{D_y \cdot K_{\text{посл}}} \quad (4.6)$$

3. За рис. 4.1 (аварія на АЕС) можна визначити тривалість перебування людей на забрудненій території за вихідними чинниками

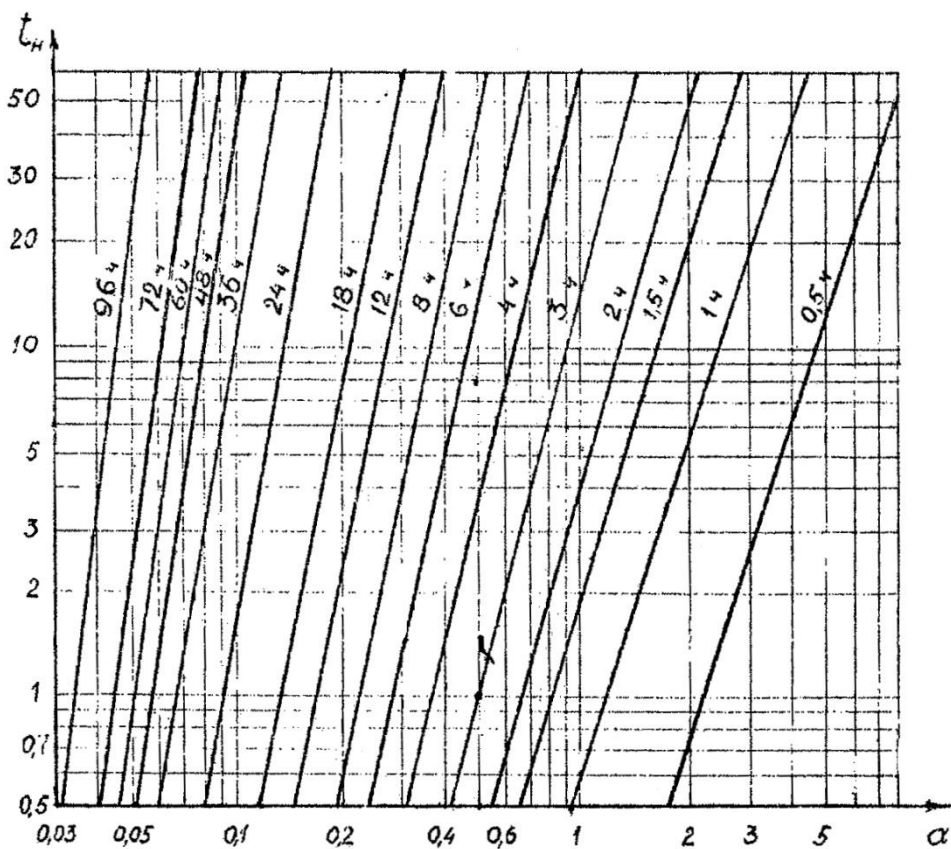


Рис. 4.1 – Графік визначення часу перебування в зоні радіаційного зараження після аварії на АЕС

(факторами): на перетині координат – коефіцієнт α та $t_{\text{п}}$ – часу початку робіт.

Завдання з визначення доз опромінення людей на зараженій місцевості після аварії на АЕС

Завдання 4.1. Визначити дозу опромінення за ____ год проведення рятувальних робіт на відкритій місцевості та в кабінах техніки (коефіцієнт $K_{\text{посл}}=2$), коли рівень радіації через ____ год після аварії на АЕС в районі проведення робіт становитиме ____ Р/год. Виконання робіт розпочати через ____ год після аварії (вихідні дані наведено в табл. 4.5). Допустима доза $D_{\text{уст.}} = 2 \text{ Р}$. Запропонувати заходи захисту персоналу у разі підвищення дози опромінення при проведенні рятувальних робіт.

Таблиця 4.5 – Вихідні дані для визначення доз опромінення при проведенні робіт на зараженій місцевості після аварії на АЕС

Номер варіанта	Тривалість проведення робіт t_p , год	Час вимірювання рівня радіації з моменту аварії $t_{\text{вим}}$, год	Рівень радіації на момент вимірювання P_t , Р/год	Час початку робіт з моменту аварії $t_{\text{п}}$, год
1	6	1	4	1
2	8	1	3	1
3	10	1	2	1
4	12	1	3	1
5	6	1	5	2
6	8	1	4	2
7	10	1,5	5	2
8	12	1,5	4	2
9	6	1,5	3	2
10	8	1,5	4	2
11	10	1,5	3	3
12	12	2	2	3
13	6	2	3	3
14	8	2	4	3
15	10	2	5	4
16	12	2	4	4
17	6	2,5	5	4
18	8	2,5	3	4
19	10	2,5	4	4
20	12	2,5	5	4

Завдання з визначення допустимої тривалості робіт людей на зараженій місцевості після аварії на АЕС

Завдання 4.2. Визначити допустиму тривалість робіт першої t_{p1} та другої зміни t_{p2} в промислових спорудах ($K_{\text{посл}} = 7$), якщо перша зміна розпочала роботу через 2 год після аварії, і в цю годину рівень радіації становив $P_t = 1,2$ Р/год (вихідні дані наведено в табл. 4.6). Установлена (допустима) доза опромінення $D_y = 2$ Р. Зробити висновки щодо режимів допустимої тривалості робіт людей першої та другої зміни.

Таблиця 4.6 – Вихідні дані для визначення допустимої тривалості робіт на зараженій місцевості після аварії на АЕС

Номер варіанта	Час початку робіт з моменту аварії $t_{п}$, год	Рівень радіації на момент вимірювання P_t , Р/год
1	1	3
2	1	4
3	1	3
4	1	2
5	2	4
6	2	5
7	2	4
8	2	5
9	2	4
10	2	3
11	3	2
12	3	3
13	3	4
14	3	3
15	4	4
16	4	5
17	4	3
18	4	5
19	4	5
20	4	4

5. ОЦІНКА ХІМІЧНОЇ ОБСТАНОВКИ

Відповідно до Міжнародного реєстру у промисловості, сільському господарстві та побуті використовується близько 6 млн т токсичних речовин, 60 тис. з яких виробляються у великих кількостях, у тому числі понад 500 речовин,

які належать до групи сильнодіючих отруйних речовин (СДОР) – найбільш токсичні для людей.

До хімічно небезпечних об'єктів (підприємств) належать:

1. Заводи та комбінати хімічних галузей промисловості, а також окремі установки та агрегати, які виробляють або використовують СДОР.

2. Заводи (або їх комплекси) із переробки нафтопродуктів.

3. Виробництва інших галузей промисловості, які використовують СДОР.

4. Підприємства, що мають на оснащенні холодильні установки, водонапірні станції та очисні споруди, які використовують хлор або аміак.

5. Залізничні станції та порти, де концентрується продукція хімічних виробництв, термінали та склади на кінцевих пунктах переміщення СДОР.

6. Транспортні засоби, контейнери та наливні поїзди, автоцистерни, річкові та морські танкери, що перевозять хімічні продукти.

7. Склади та бази, на яких зберігаються запаси речовин для дезінфекції, дератизації сховищ зерна та продуктів переробки.

8. Склади та бази із запасами отрутохімікатів для сільського господарства.

В Україні у зонах можливого хімічного забруднення мешкає близько 20 млн осіб.

При руйнуванні або аваріях на об'єктах, що мають сильнодіючі отруйні речовини (СДОР), утворюються зони хімічного зараження, всередині яких можуть виникати осередки хімічного ураження.

Сильнодіючі отруйні речовини – хімічні сполуки, що у визначених кількостях перевищують гранично припустимі концентрації (щільність зараження) та можуть впливати на людей, сільськогосподарських тварин, рослини і викликати в них ураження різного ступеня. СДОР можуть бути елементом виробництва (аміак, хлор, азотна і сірчана кислоти, фтористий водень) і можуть утворюватися як токсичні продукти при пожежах на об'єктах народного господарства (окис вуглецю, окис азоту, хлористий водень, сірчистий газ).

СДОР можуть бути у вигляді рідин або зріджених газів. Їх зберігають у закритих ємностях. Руйнування або ушкодження ємності або комунікації з

зазначеними речовинами служать джерелами утворення зон хімічного зараження і вогнищ хімічного ураження.

Зона хімічного зараження, утворена СДОР, включає місце безпосереднього розливу отруйних речовин і територію, над якою поширилися пари отруйних речовин у вражаючих концентраціях.

Залежно від кількості отруйної речовини, що вилася, у зоні хімічного зараження може бути один або кілька вогнищ хімічного ураження.

Розміри зони хімічного зараження характеризуються глибиною поширення хмари, зараженої отруйними речовинами повітря з вражаючими концентраціями Γ , шириною Π і площею S .

Основною характеристикою зони хімічного зараження є глибина поширення зараженої хмари зараженого повітря. Ця глибина пропорційна концентрації СДОР і швидкості вітру. Однак при значній швидкості вітру у приземному шарі повітря (6 – 7 м/с і більше) ця пропорційність порушується, тому що хмара швидко розсіюється. Підвищення температури ґрунту і повітря прискорює випар СДОР, а отже, збільшує її концентрацію над зараженою місцевістю. На глибину поширення СДОР і на їхню концентрацію в повітрі значно впливають вертикальні потоки повітря. Їхній напрямок характеризується ступенем вертикальної стійкості атмосфери. Розрізняють три ступеня вертикальної стійкості атмосфери: інверсію, ізотермію і конвекцію.

Локалізація та ліквідація осередку хімічного ураження – головна складова частина комплексу заходів Цивільного захисту із захисту персоналу та населення при аваріях на хімічно небезпечних об'єктах із викидом СДОР. Ці заходи спрямовані на локалізацію місць викиду або розливу хімічно небезпечних речовин, усунення сформованої хмари і припинення розповсюдження її у повітрі та впливу на населення.

При локалізації осередку зараження головними заходами є ізоляція та знешкодження. Мета ізоляції: якомога швидше припинити дію самого джерела викиду, для цього необхідно загерметизувати технологічне обладнання та

перелити СДОР у непошкоджену ємність. Завдяки чітким та вправним діям вдається значно знизити просторово-часові масштаби аварії та її наслідки.

Далі йде процес знезараження (мається на увазі розкладання, видалення або зниження до припустимого рівня вмісту ОР на зараженій місцевості, у техніці, на засобах захисту, у повітрі, воді).

У загальній системі засобів та способів екстреної локалізації при знешкодженні головним є зменшити швидкість надходження хімічно шкідливих речовин в атмосферу з ділянок їх розлиття та не допустити подальшого розповсюдження хмари зараженого повітря. Досягається це шляхом екранування, видалення, структурування, охолодження, обвалування та прибирання.

При виникненні осередку хімічного ураження негайно оповіщаються робітники, службовці та населення, які можуть опинитися у зоні зараження та у районах, яким погрожує небезпека. Висилається хімічна та медична розвідка для уточнення місця, часу, типу та концентрації СДОР, визначення межі осередку ураження (зони зараження) та напряду розповсюдження зараженого повітря. Готуються формування для проведення рятувальних робіт. На підставі даних, отриманих від розвідки та інших джерел, начальник ЦЗ об'єкта вирішує, особисто організовує проведення рятувальних заходів щодо ліквідації хімічного зараження, в першу чергу, залучаються санітарні дружини, зведені загони (команди, групи), команди знезараження, формування механізації. Спочатку в осередок вводяться санітарні дружини, формування радіаційного та хімічного захисту, охорони громадського порядку та ін.

Особовий склад формувань забезпечується засобами індивідуального захисту, антидотами, індивідуальними протихімічними пакетами.

В осередку хімічного ураження перш за все надається допомога потерпілим (ураженим), проводиться відбір за складністю поранення та організовується евакуація у медичні установи. Осередок ураження оточується, здійснюється знезараження місцевості, транспорту, споруд, а також санітарна обробка особового складу формувань та населення. Формування знезаражування

дегазують проїзди, територію, споруди, техніку, чим забезпечують дії інших формувань, а також виведення населення із осередку хімічного ураження.

Необхідно пам'ятати, що при проведенні рятувальних робіт в осередку хімічного ураження можливий застій повітря у підземних спорудах, приміщеннях, парках, закритих дворах та тунелях. Тому після завершення рятувальних робіт особовий склад формувань направляють у пункти спеціальної обробки, які розташовують людей на незараженій території (місцевості) поблизу маршрутів руху формувань та населення.

5.1. Методика оцінки хімічної обстановки при руйнуванні ємності зі СДОР

Мета розрахунків – визначення розмірів зони хімічного забруднення та своєчасне планування проведення рятувальних робіт у зоні хімічної обстановки, яка утворилася внаслідок руйнування ємності зі СДОР.

Вихідні дані:

Q_0 – маса СДОР, т; V – швидкість вітру, м/с; t – температура повітря та ґрунту, °С; X – відстань від місця аварії до об'єкта, км. Необхідні дані щодо ступеня вертикальної стійкості повітря, h – товщина шару СДОР (при вільному розливі $h = 0,05$ м, при виливі у обваловку або піддон $h = H - 0,2$, де H – висота обваловки або піддону, м), d – щільність СДОР, т/м³ (табл. 5.1); а також забезпеченості людей протигазами, їх місцезнаходження.

Порядок розрахунку

1. Визначимо еквівалентну кількість СДОР у первинній хмарі $Q_{n.x.}$, т:

$$Q_{n.x.} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot Q_0 \quad (5.1)$$

де K_1 – коефіцієнт, який залежить від умов зберігання СДОР (визначаємо за табл. 5.1) для заданої речовини; K_3 – коефіцієнт, що дорівнює відношенню порога токсичної дози хлору до порога токсичної дози іншої СДОР (див. табл. 5.1); K_5 – коефіцієнт, який враховує ступінь вертикальної стійкості повітря: інверсія: $K_5 = 1$; конвекція: $K_5 = 0,08$; ізотермія: $K_5 = 0,23$; K_7 – коефіцієнт, що враховує вплив

температури повітря (за табл. 5.1) для заданої речовини, для первинної хмари; Q_0 – кількість СДОР під час аварії, т.

Таблиця 5.1 – Характеристика СДОР та допоміжні коефіцієнти для визначення глибин зони забруднення

Назва СДОР	Щільність СДОР, т/м ³		Температура кипіння, °С	Порогова токсодоза, мг хв./л	Значення допоміжних коефіцієнтів					
	Газ	Рідина			K ₁	K ₂	K ₃	K ₇		
								-20 °С	0 °С	20 °С
Аміак (під тиском)	0,0008	0,681	-33,42	15	0,18	0,025	0,04	0,3/1	0,6/1	1/1
Аміак (ізотермічний)	-	0,681	-33,42	15	0,01	0,025	0,04	1/1	1/1	1/1
Водень ціаністий	-	0,687	25,7	0,2	0	0,026	3,0	0	0,4	1
Фосген	0,0035	1,432	8,2	0,6	0,05	0,061	1,0	0/0,3	0/0,7	1/1
Хлор	0,0035	1,558	-34,1	0,6	0,18	0,052	1,0	0,3/1	0,6/1	1/1

Примітки.

- Щільність газоподібних СДОР наведено відносно до атмосферного тиску у ємності. Якщо тиск відрізняється від атмосферного, щільність газоподібних СДОР помножується на тиск.
- Значення K_7 наведено: чисельник – для первинної, знаменник – для вторинної хмари.

1. Визначимо еквівалентну кількість СДОР у вторинній хмарі $Q_{e.x.}$, т:

$$Q_{e.x.} = (1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot \frac{Q_0}{h \cdot d}, \quad (5.2)$$

де K_2 – коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей СДОР, визначаємо за табл. 5.1 для заданої речовини; K_4 – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру, розраховується за формулою (5.2);

$$K_4 = 1 + 0,33(v-1) \quad (5.3)$$

де v – швидкість вітру, м/с;

K_6 – коефіцієнт, що залежить від часу N , який пройшов після аварії. Він визначається після розрахунку тривалості випаровування СДОР – $T_{\text{вип.}}$. Якщо час після аварії не задано, то при визначенні коефіцієнта беруть $N = 4$ год:

$$K_6 = N^{0.8} \text{ при } N < T \text{ і } K_6 = T_{\text{вип.}}^{0.8} \text{ при } N > T, \quad (5.4)$$

де N – час після аварії, год; $T_{\text{вип.}}$ – тривалість випаровування речовини, год.

3. Визначимо тривалість випаровування речовини $T_{\text{вип.}}$, год.

$$T_{\text{вип.}} = \frac{h \cdot d}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7}, \quad (5.5)$$

де h – товщина шару розлиття СДОР, м; вільно береться при висоті шару СДОР не вище 0,05 м (стандартне припущення); d – щільність СДОР, т/м³, визначаємо за табл. 5.1 для заданої речовини.

4. За табл. 5.2 визначимо глибину зони первинної хмари Γ_1 , км. Якщо значення Γ_1 не можна визначити безпосередньо з табл. 5.2, то використовують метод інтерполювання, згідно якого:

$$\Gamma_1 = \Gamma_{11} + \frac{\Gamma_{12} - \Gamma_{11}}{Q_{E12} - Q_{E11}} \cdot (Q_{E1X} - Q_{E11}), \quad (5.6)$$

Аналогічно знаходимо глибину зони вторинної хмари Γ_2 .

Отримані значення Γ_1 і Γ_2 – це максимальні значення зон зараження первинною або вторинною хмарою, що визначаються залежно від еквівалентної кількості речовини і швидкості вітру.

5. Визначаємо повну глибину зони зараження Γ , що залежить від сумісної дії первинної і вторинної хмари СДОР, км

$$\Gamma = \Gamma' + 0,5 \Gamma'' \quad (5.7)$$

де Γ' – найбільша за розмірами глибина зараження, км; це може бути первинна чи вторинна хмара, залежно від розрахунків; Γ'' – найменша за розмірами глибина зараження, км; це може бути первинна чи вторинна хмара, залежно від розрахунків.

Таблиця 5.2 – Глибини зон можливого зараження СДОР

Швидкість вітру, м/с	Еквівалентна кількість СДОР, (т)															
	0,01	0,05	0,1	0,5	1	3	5	10	20	30	50	70	100	300	500	1000
1	0,38	0,85	1,25	3,2	4,8	9,2	13	19	29,6	38	52,7	65,2	81,9	166	231	363
2	0,26	0,59	0,84	1,9	2,8	5,4	7,2	11	16,4	21	28,7	35,4	44,1	87,8	121	189
3	0,22	0,48	0,68	1,5	2,2	4	5,3	8	11,9	15	20,6	25,2	31,3	61,5	85	130
4	0,19	0,42	0,59	1,3	1,9	3,3	4,4	6,5	9,62	12	16,4	20,1	24,8	48,2	66	101
5	0,17	0,38	0,53	1,19	1,68	2,91	3,75	5,53	8,19	10,33	13,88	16,89	20,82	40,11	54,67	83,6
6	0,15	0,34	0,48	1,09	1,53	2,66	3,43	4,88	7,2	9,06	12,14	14,79	18,13	34,67	47,09	77,7
7	0,14	0,32	0,45	1	1,42	2,46	3,17	4,49	6,48	8,14	10,87	13,17	16,17	3	41,63	63,16
8	0,13	0,3	0,42	0,94	1,33	2,3	2,97	4,2	5,92	7,42	9,9	11,98	14,68	27,75	37,49	56,7
9	0,12	0,28	0,4	0,88	1,25	2,17	2,8	3,96	5,6	6,68	9,12	11,03	13,5	25,39	34,24	51,6
10	0,12	0,26	0,38	0,84	1,19	2,06	2,66	3,76	5,31	6,5	8,5	10,23	12,54	23,49	31,61	47,53
11	0,11	0,25	0,36	0,8	1,13	1,96	2,54	3,38	5,06	6,2	8,01	9,61	11,74	21,91	29,44	44,15
12	0,11	0,24	0,34	0,76	1,08	1,88	2,42	3,43	4,85	5,94	7,67	9,07	11,06	20,58	27,61	41,3
13	0,1	0,23	0,33	0,74	1,04	1,8	2,37	3,29	4,66	5,7	7,37	8,72	10,48	19,45	26,04	38,9
14	0,1	0,22	0,32	0,71	1	1,74	2,24	3,17	4,49	5,5	7,1	7,4	10,04	18,46	24,69	36,81
15	0,1	0,22	0,31	0,69	0,97	1,68	2,17	3,07	4,34	5,31	6,86	8,11	9,7	17,6	23,5	34,98

6. Визначаємо час підходу хмари СДОР до заданого об'єкта, який залежить від швидкості перенесення хмари повітряним потоком, год:

$$t = \frac{X}{V_{пер.}} \quad (5.8)$$

де X – відстань від джерела зараження до заданого об'єкта, км; $V_{пер.}$ – швидкість перенесення фронту зараженого повітря при заданій швидкості вітру та середній вертикальній стійкості повітря, км/год (табл. 5.3).

Таблиця 5.3 – Швидкість перенесення середнього фронту хмари забрудненого повітря залежно від швидкості вітру

Швидкість вітру, м/с		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Швидкість перенесення забрудненого повітря, км/год	Інверсія	5	10	16	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
	Ізотермія	6	12	18	24	29	35	41	47	53	59	65	71	76
	Конвекція	7	14	21	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28

7. Визначимо можливі втрати робітників і службовців на хімічно небезпечному об'єкті з використанням табл. 5.4.

Таблиця 5.4 – Можливі втрати робітників, службовців і населення від дії СДОР в осередку ураження, %

Умови знаходження людей	Забезпечення людей проти газами					
	0	20	40	60	80	100
На відкритій місцевості	90-100	75	58	40	25	10
У простіших спорудах	50	40	30	22	14	4

Примітка. Орієнтована структура втрат людей у вогнищі ураження складе, % : легкого ступеня - 25, середнього і важкого ступеня - 40, зі смертельним результатом - 35.

Завдання із розрахунку основних параметрів зараження місцевості при руйнування ємності зі СДОР для оцінки хімічної обстановки

Завдання 5.1. Оцінити хімічну обстановку на території об'єкта, що утворилася від руйнування ємності, яка містить Q_0 ___ т СДОР на залізничній станції “Сортувальна” на відстані X ___ км. Метеоумови: швидкість вітру V ___ м/с, температура повітря ___ °С. Середня вертикальна стійкість повітря “___”. Люди проти газами не забезпечені, знаходяться у будівлі, час після аварії – 2 год. Зробити висновки щодо обстановки, що склалася на території, запропонувати дії населення в осередку хімічного ураження. Вихідні дані до завдання 5.1 наведені у табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Вихідні дані для оцінки хімічної обстановки на об'єкті

Показник	Варіанти								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Вибух ємності	Із хлором								
Маса СДОР Q_0 , т	30	40	40	50	50	60	60	80	80
Швидкість вітру V , м/с	1	3	1	3	1	3	1	3	1
Температура повітря $^{\circ}\text{C}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Відстань X , км	6	6	6	7	6	7	6	5	6
Середня вертикальна стійкість повітря	“Ін”	“Із”	“Ін”	“Із”	“Ін”	“Із”	“Ін”	“Із”	“Ін”
Кількість людей	120	150	180	210	230	260	290	330	370
Показник	Варіанти								
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Вибух ємності	Із хлором			Із аміаком			Із фосгеном		
Маса СДОР Q_0 , т	120	100	100	100	150	150	60	80	120
Швидкість вітру V , м/с	1	3	1	1	1	1	1	1	1
Температура повітря $^{\circ}\text{C}$	0	0	0	0	0	0	20	20	20
Відстань X , км	6	10	6	4	6	6	6	6	6
Середня вертикальна стійкість повітря	“Ін”	“Із”	“Ін”	“Ін”	“Ін”	“Ін”	“Ін”	“Ін”	“Ін”
Кількість людей	390	145	240	345	380	110	130	220	310

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Закон України "Про охорону праці", Введений в дію Постановою ВР України № 2695-ХІІ від 14.10.92. – ВВР, 1992, № 49, ст.669 (із змінами, внесеними згідно із Законами).
2. Кодекс цивільного захисту України. Затв. ВР України 02.10.2012 р., № 5403 - VI (із змінами і доповненнями від 02.06.2016 р., № 1404-VIII).
3. Бахарєва Г. Ю. Цивільний захист : навч. посібник для студентів усіх форм навчання технічних ВНЗ із курсу «Цивільний захист» / Г. Ю. Бахарєва, Н. Є. Твердохлебова, І. М. Любченко, І. В. Гуренко та ін. – Харків : НТУ «ХП», 2015 – 116 с.
4. Практикум із курсу «Цивільна оборона» / М. А. Кулаков, В. О. Ляпун, Н. П. Мандрика та ін.; за ред. проф. В. В. Березуцького – Харків : Факт, 2007 – 120 с.
5. Методичні вказівки до виконання контрольної роботи з курсу «Цивільний захист» для студентів заочної форми навчання спеціальностей гуманітарного напрямку / уклад. : О. В. Толстоусова, Н. Є. Твердохлебова, І. В. Гуренко – Харків : НТУ «ХП», 2014 – 44 с.
6. Методичні вказівки до виконання розділу “Цивільний захист” у дипломних проєктах спеціаліста та магістра для студентів усіх спеціальностей / уклад.: І. М. Любченко, В. О. Мякий, Н. Є. Твердохлебова, О. В. Толстоусова – Харків : НТУ “ХП”, 2013 – 40 с.
7. Методичні вказівки до виконання самостійної та практичної роботи “Визначення осередків ураження у надзвичайних ситуаціях” з курсу “Цивільний захист” для студентів усіх спеціальностей та форм навчання з курсу “Цивільний захист” для студентів усіх спеціальностей та форм навчання / уклад. : Г. Ю. Бахарєва, О. В. Толстоусова, Н. О. Букатенко, І. В. Гуренко – Харків : НТУ “ХП”, 2015 – 12 с.
8. Методичні вказівки до виконання самостійної та практичної роботи “Методика оцінки радіаційної обстановки при використанні ядерної зброї та аваріях на АЕС” з курсу “Цивільний захист” для студентів усіх спеціальностей та

форм навчання / уклад. : Г. Ю. Бахарєва, О. В. Толстоусова, І. В. Гуренко, Н. О. Букатенко – Харків : НТУ “ХП”, 2015 – 16 с.

9. Методичні вказівки до виконання самостійної та практичної роботи “Оцінка хімічної обстановки” з курсу “Цивільний захист” для студентів усіх форм навчання, усіх факультетів, усіх спеціальностей / уклад. : Г. Ю. Бахарєва, Є. О. Семенов, Д. Л. Донський – Харків : НТУ “ХП”, 2014 – 16 с.

Навчальне видання

Методичні вказівки

до виконання практичних робіт
з навчальної дисципліни «Безпека праці
у професійній діяльності»
для студентів усіх спеціальностей
денної форми навчання

Укладач ТВЕРДОХЛІБОВА Наталя Євгеніївна

Відповідальний за випуск проф. В. В.Березуцький

Роботу до видання рекомендувала проф. О. І.Пономаренко

Редактор О. І. Шпільова

План 2021 р, поз. 22

Підп. до друку Формат 60x84 1/12. Папір офсет.

Друк – різнографія. Гарнітура Times New Roman. Ум. друк. арк. 2,0

Наклад 30 прим. Зам. № . Ціна договірна.