



Міністерство освіти і науки України
Державний біотехнологічний університет

Факультет енергетики, цифрових та комп'ютерних технологій

Кафедра безпеки життєдіяльності

БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ **Оцінка обстановки у разі руйнування будівель і споруд**

Методичні вказівки
до виконання практичних занять з дисципліни

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та
заочної форми навчання

Затверджено рішенням
Науково-методичної ради
Факультету енергетики,
цифрових та комп'ютерних
технологій ДБТУ
Протокол № 3
від 31.01.2022 р.

ХАРКІВ
2022

Міністерство освіти і науки України
Державний біотехнологічний університет
Факультет енергетики, цифрових та комп'ютерних технологій
Кафедра безпеки життєдіяльності

БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ **Оцінка обстановки у разі руйнування будівель і споруд**

Методичні вказівки
до виконання практичних занять з дисципліни

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та
заочної форми навчання

Затверджено рішенням
Науково-методичної ради
Факультету енергетики,
цифрових та комп'ютерних
технологій ДБТУ
Протокол № 3
від 31.01.2022 р.

ХАРКІВ
2022

УДК 614
Ч 43

Рецензенти:

Борисовська О.О., кандидат технічних наук, доцент, завідувачка кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища Національного технічного університету "Дніпровська політехніка", м. Дніпро.

Фещенко А.Б., доцент, кандидат технічних наук, доцент кафедри організації та технічного забезпечення аварійно-рятувальних робіт, Національного університету цивільного захисту України, м. Харків.

Ч 43 Безпека в надзвичайних ситуаціях. Оцінка обстановки у разі руйнування будівель і споруд: метод. вказівки до практичних занять з дисципліни для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форми навчання; Харків. Держ. біотехн. ун-т; авт.-уклад. Черепньов І.А., Кунденко М.П., Вамболь В.В., Вамболь С.О., Ляшенко Г.А.– Харків : [б. в.], 2022. – 87 с.

Методичні вказівки до виконання практичних занять з дисципліни «Безпека в надзвичайних ситуаціях» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форми навчання. Навчальне видання розроблено для активізування систематичної роботи здобувачів, індивідуалізації навчання та підвищення якості засвоєння навчальної дисципліни.

УДК 614

Відповідальний за випуск:
канд.техн.наук, с.н.с., доцент І.А. Черепньов

© Черепньов І.А., Кунденко М.П., Вамболь В.В.,
Вамболь С.О., Ляшенко Г.А. 2022
© ДБТУ, 2022

ЗМІСТ

Вступ	5
Основна мета практичних занять здобувача вищої освіти	7
Практичне заняття №1 Оцінка обстановки у разі вибухів твердих вибухових речовин на потенційно небезпечних об'єктах	9
Практичне заняття №2 Визначення основних показників завалів	32
Практичне заняття №3 Розрахунок сил і засобів для деблокування потерпілих з-під завалів унаслідок раптового руйнування будівель і споруд	50
Практичне заняття №4 Визначення необхідної кількості рятувальників та техніки для проведення рятувальних робіт	68
Електронні адреси бібліотек	86

ВСТУП

Сучасний розвиток промисловості, збільшення населення Землі, а також аномалії природного характеру сприяють збільшенню надзвичайних ситуацій різного генезису. Глобальна тенденція у світі і на території України говорить про різке збільшення кількості небезпечних техногенних та природних катастроф. Аномально високі температури і як наслідок різке збільшення чисельності і масштабів пожеж в екосистемах, катастрофічні зливи і повені та інші катаклізми все частіше виникають в різних країнах і в різних кліматичних зонах планети. Ця тенденція посилюється значним зносом інфраструктури, великим числом підприємств де використовують небезпечні хімічні речовини, зниженням виконавської і виробничої дисципліни і іншими причинами, які не дозволяють понизити потенційний ризик виникнення надзвичайних ситуацій. Людський чинник продовжує переважати серед списку причин, які провокують аварії і виробничий травматизм. Вживання в зоні дії вражаючих чинників аварії або катастрофи залежить від наявності необхідних знань і навичок у широких верств населення, яке знаходиться на цій території.

У Кодексі Цивільного Захисту України в розділі присвяченому захисту населення і територій є стаття 40, яка закріплює вимоги до навчання населення, у тому числі і студентів закладів вищої освіти діям у надзвичайних ситуаціях. Конкретніші положення містяться в Постанові Кабінету Міністрів України від 26 червня 2013 р. № 444 а саме: «Підготовка студентів вищих навчальних закладів до дій у надзвичайних ситуаціях здійснюється за нормативними навчальними дисциплінами «Безпека життєдіяльності» та «Цивільний захист».

Предметом вивчення навчальної дисципліни «Безпека в надзвичайних ситуаціях» є інженерно-технічні, законодавчі, нормативно-правові, соціально-економічні та санітарно-гігієнічні основи, необхідні для виконання майбутніми фахівцями професійних обов'язків у напрямку забезпечення заходів, спрямованих на адекватні дії у разі техногенної та природної небезпеки, проведення оцінки рівнів ризику, завчасне реагування на загрозу виникнення надзвичайної ситуації на основі даних моніторингу, експертизи, досліджень та прогнозів щодо можливого перебігу подій з метою недопущення їх переростання у надзвичайну ситуацію або пом'якшення її можливих наслідків з урахуванням особливостей майбутньої професії.

Запропонована навчальна дисципліна забезпечує формування таких компетентностей: вирішення складних проблем інноваційного характеру й приймання продуктивних рішень у разі дії небезпеки різного генезису, з урахуванням особливостей майбутньої професійної діяльності випускників,

а також досягнень науково-технічного прогресу в агропромисловому комплексі (АПК).

Метою дисципліни «Безпека в надзвичайних ситуаціях» є: формування у студентів сучасних теоретичних і практичних знань, умінь та навичок щодо управління в умовах надзвичайних ситуацій, а також розробки та впровадження в практичну діяльність управлінських рішень по запобіганню та подоланню надзвичайних ситуацій природного й техногенного характеру, обґрунтування та формування державної політики захисту населення і територій.

Завдання вивчення дисципліни є: вивчення основ із питань безпеки в надзвичайних ситуаціях, розкриття процесів управління в умовах надзвичайних ситуацій.

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні:

знати:

- нормативну базу з питань цивільного захисту;
- алгоритм класифікації надзвичайних ситуацій та методи оцінки обстановки при надзвичайних ситуаціях техногенного, природного, соціального та воєнного характеру;
- порядок організації цивільного захисту в державі та на підприємствах АПК;
- основні заходи захисту та порядок їх ефективного виконання.

вміти:

- проводити ідентифікацію, досліджувати умови виникнення і розвитку НС та забезпечення скоординованих дій щодо їх попередження на підприємствах АПК відповідно до своїх професійних обов'язків;
- забезпечувати якісне навчання працівників на підприємств АПК з питань ЦЗ, надання допомоги та консультацій працівникам організації (підрозділу) з практичних питань захисту у НС;
- оцінювати стан готовності підрозділу підприємств до роботи в умовах загрози і виникнення НС за встановленими критеріями та показниками.

Враховуючи той факт, що в загальному об'ємі годин, які виділені для вивчення цієї навчальної дисципліни, значна частина передбачена для самостійної роботи студентів, необхідна наявність сучасної та високоякісної навчальної літератури, у тому числі і відповідних методичних вказівок для практичних занять з дисципліни «Безпека в надзвичайних ситуаціях».

• ОСНОВНА МЕТА ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Практичні заняття здобувачів вищої освіти є формою організації освітнього процесу, через яку забезпечується оволодіння ними навчальним матеріалом у час, вільний від обов'язкових навчальних занять. Наявність даної форми організації освітнього процесу в закладах вищої освіти передбачена Законом України «Про вищу освіту» (Ст. 50).

Зміст практичних занять здобувача вищої освіти за навчальною дисципліною «Безпека в надзвичайних ситуаціях» визначається її програмою, цими методичними вказівками вказівки до практичних занять та вказівками відповідального науково-педагогічного працівника.

Метою практичних занять є:

- засвоєння теоретичних знань;
- формування загально-навчальних умінь і навичок;
- формування мотивації до самоосвіти протягом професійної діяльності;
- розвиток пізнавальних інтересів і здібностей;
- отримання навичок роботи з великими масивами інформації на різних типах носіїв;
- розвиток критичного мислення і здібностей перевіряти отриману інформацію в різних джерелах;
- підвищення ефективності навчального процесу за допомогою організації позааудиторного навчання відповідно до особистих здібностей кожного здобувача вищої освіти.

Практичні заняття забезпечується системою навчально-методичних засобів, передбачених для вивчення навчальної дисципліни, а саме:

- електронні матеріали які розміщені в системі електронного забезпечення навчання;
- підручники, навчальні та методичні посібники, конспекти лекцій, практикуми тощо;
- наукова та фахова монографічна і періодична література рекомендована відповідальним науково-педагогічним працівником.

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні:

знати:

- нормативну базу з питань цивільного захисту;
- алгоритм класифікації надзвичайних ситуацій та методи оцінки обстановки при надзвичайних ситуаціях техногенного, природного, соціального та воєнного характеру;
- порядок організації цивільного захисту в державі та на підприємствах АПК;

– основні заходи цивільного захисту та порядок їх ефективного виконання.

вміти:

– проводити ідентифікацію, досліджувати умови виникнення і розвитку НС та забезпечення скоординованих дій щодо їх попередження на підприємствах АПК відповідно до своїх професійних обов'язків;

– забезпечувати якісне навчання працівників на підприємств АПК з питань ЦЗ, надання допомоги та консультацій працівникам організації (підрозділу) з практичних питань захисту у НС;

– оцінювати стан готовності підрозділу підприємств до роботи в умовах загрози і виникнення НС за встановленими критеріями та показниками.

мати компетентності

у технологічній діяльності:

• розробка та проведення заходів щодо усунення причин нещасних випадків, з ліквідації наслідків аварій та надзвичайних ситуацій.

в організаційно-управлінській діяльності:

• впровадження організаційних і технічних заходів з метою поліпшення безпеки праці та стану цивільного захисту;

• здатність та готовність до врахування положень законодавчих та нормативно-правових актів з цивільного захисту при виконанні виробничих та управлінських функцій;

• здатність до організації діяльності виробничого колективу з обов'язковим врахуванням вимог цивільного захисту;

• управління діями щодо запобігання виникненню аварій та НС;

• впровадження ефективного розподілу функцій, обов'язків і повноважень з цивільного захисту у виробничому колективі.

у проектній діяльності:

• розробка і впровадження безпечних технологій, вибір оптимальних умов і режимів праці, проектування зразків техніки і робочих місць на основі сучасних технологічних та наукових досягнень цивільного захисту.

у педагогічній діяльності:

• розробка методичного забезпечення і проведення навчання та перевірки знань з питань цивільного захисту.

у консультаційній діяльності:

• надання допомоги та консультації працівників з практичних питань цивільного захисту;

готовність контролювати виконання вимог з цивільного захисту в організації.

Практичне заняття №1

ОЦІНКА ОБСТАНОВКИ У РАЗІ ВИБУХІВ ТВЕРДИХ ВИБУХОВИХ РЕЧОВИН НА ПОТЕНЦІЙНО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТАХ

Мета – оволодіти навичками розрахунку небезпеки вибухів твердих вибухових речовин (ТВР) на потенційно небезпечних об'єктах.

План заняття

- 1.1. Загальні відомості.
- 1.2. Основні поняття та визначення.
- 1.3. Приклад оцінки обстановки при аварій на у разі вибухів твердих вибухових речовин на потенційно небезпечних об'єктах

1.1. Загальні відомості.

Як відмічено в роботах [1, 2]: у природі і в житті індустріального суспільства відбувається багато вибухів різної природи. Ці вибухи діляться на фізичні і хімічні. До хімічних належать вибухи конденсованих вибухових речовин (ВР) і вибухи: газо - пароповітряних вибухонебезпечних сумішей (рис. 1.1). Під час таких вибухів відбувається хімічне перетворення речовини.



Рис.1.1 Вибух газоповітряної суміші

Фізичні вибухи - це ті, при яких не відбуваються хімічні перетворення. До них відносяться вибухи балонів, наповнених стислими газами, вибухи парових котлів, вибухи льоду на північних річках при сильних морозах (рис. 1.2). Загальним для цих вибухів є перехід накопиченої потенційної енергії в кінетичну з утворенням ударно-повітряної хвилі, яка здатна руйнувати різні об'єкти і (чи) наносити людям травми різної тяжкості, аж до несумісних з життям.



Рис. 1.2 Наслідки вибуху котла на молокозаводі

Так само можуть вибухати різного роду дрібно роздроблені в порошок речовини і матеріали. Це порошки заліза, алюмінію, титану та ін. Це також борошно, текстильний і деревний пил. Такі порошки і пил, підняті в повітря, за наявності запальника можуть вибухати з великою енергією. Від цих вибухів страждають підприємства порошкової металургії, елеватори, текстильні підприємства, підприємства меблевої і деревообробної промисловості.

Окрім вказаних вище відбуваються також багатостадійні вибухи. Так, при вибухах балонів із стислими пальними газами спочатку (зазвичай при пожежах) відбувається фізичний вибух: при нагріванні тиск у балоні різко зростає і балон руйнується, горючий газ, що звільнився, переміщується з повітрям і утворюється вибухонебезпечна суміш, яка вибухає.

В умовах сільськогосподарського виробництва у господарствах, як правило, зберігається значна кількість горючої рослинної сировини та продуктів її переробки. Рослинна сировина має здатність створювати вибухонебезпечні пилоповітряні газоповітряні та комбіновані суміші і

вибухати. Тому приміщення кормоцехів і складів зернових продуктів, кормових дріжджів, у яких знаходиться горючий пил відносять до категорії Б – вибухонебезпечних, клас зони приміщення або середовища за ПБЕ – 21, вибухонебезпечний (ВБН – АПК – 03.07). Також рослина сировина схильна до самозаймання або займання від джерела запалення, можливості самостійного горіння після його вилучення. Але з точки зору потенційної вибухонебезпеки та можливих негативних наслідків у разі виникнення НС значну загрозу становлять підприємства та сховища мінеральних добрив.

Відомо, що мінеральні добрива є запорукою отримання високих і сталих врожаїв. У розвинутих країнах обсяги їх застосування знаходяться на досить високому рівні. Так, у 2006 році в Німеччині було внесено 209 кг поживних речовин на 1 га ріллі, Великобританії – 273 кг, Голландії – 383 кг на гектар. Структура виробництва мінеральних добрив в Україні має такий вигляд: домінують азотні добрива — карбамід і аміачна селітра – 68 і 27%, серед фосфорних добрив першість посідає гранульований суперфосфат, серед комплексних добрив — амофос і діамфос (26 і 73%), серед калійних – сульфат калію, калімагnezія і каїніт (відповідно 40, 32 і 28%).

Основними виробниками аміачних добрив в Україні є: Горлівське ВАТ "Концерн "Стирол", Черкаське ВАТ "Азот", ВАТ "Дніпроазот", Северодонецьке ДП "Об'єднання "Азот", Одеський державний припортовий завод і ВАТ "Рівнеазот". Їх загальна потужність виробництва складає понад 3 млн т добрив на рік у перерахунку на поживну речовину. Стабільно лідируюче положення за обсягом виробництва займає Горлівське ВАТ "Концерн "Стирол". Українські підприємства експортують аміачні добрива в Європу, Азію, Африку, Америку. Річний темп росту обсягів виробництва карбаміду складає 110%, аміачної селітри – 113%, КАС – 114%, натрієвої селітри – 154%, сульфату амонію – 152%.

Аміачна селітра активно використовується терористами у якості вибухівки під час проведення терактів. Наприклад: Теракт в Оклахома-Сіті (англ. Oklahoma City bombing) — терористичний акт в Оклахома-Сіті, столиці американського штату Оклахома, 19 квітня 1995 року. Підриг Тімоті Маквеем начиненої вибуховою речовиною вантажівки біля восьмиповерхового будинку, де розташовувалися установи федерального уряду призвів до загибелі 168 людей. До терактів 11 вересня 2001 року теракт в Оклахома-сіті вважався найгіршим в американській історії. Після вибуху в Оклахома-Сіті продавці сільськогосподарських міндобрив у декількох штатах країни були зобов'язані вести облік, усіх, хто купує велику кількість речовин, які могли б бути використані у вибухівках.

В історії людства відбулося декілька катастрофічних вибухів аміачної селітри, що призвели до тяжких наслідків. Характеристики найбільш відомих з них подано у таблиці 1.1.

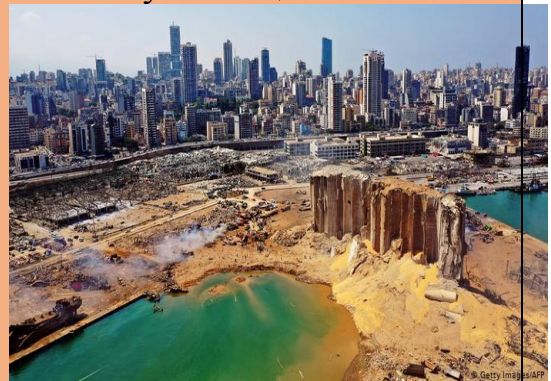
Таблиця 1.1 – Катастрофічні вибухи аміачної селітри

Країна	Місто/ регіон	Дата	Число загиблих та поранених	Стислий опис
Німеччина	Kriewald	26 липня 1921 р.	19 загиблих	На залізничній станції (нині м. Кнурув у Польщі) робітники при розвантаженні двох залізничних вагонів з 30 тонами аміачної селітри застосували невеликі вибухи для роздроблення злежалих мас, чим ініціювали масштабний вибух аміачної селітри
Німеччина	Оррау	21 вересня 1921 р.	561 загиблих поранено, більше 2000 осіб.	На сховищі заводу фірми ВА8Р при роботах з роздроблення невеликими вибухами злежалих мас добрив (суміш аміачної селітри та сульфату амонію 50/50) стався катастрофічний вибух: приблизно 450 т добрив (зберігалось 4500 т). На місці складу утворилася воронка подовженої форми розміром більше 160 м і глибиною більше 10 м. Раніше метод роздроблення вибухом використовувався тут без інцидентів більше 20 тис. разів. Імовірно погане перемішування призвело до надлишку в якомусь місці аміачної селітри
США	Nixon, New Jersey (now Edison Township)	1 березня 1924 р.	20 загиблих	Пожежа і наступні кілька великих вибухів знищили сховище нітрату амонію на комбінаті Nixon Nitration.
Бельгія	Tessenderlo	29 квітня 1942 р.	189 загиблих, поранено більше 900 осіб.	Спроба роздрібнити 150 тон злежалася аміачної селітри за допомогою застосування промислових вибухових матеріалів закінчилася потужним вибухом.

США	Texas City	16 квітня 1947 р.	581 загиблий, більше 5000 поранено	<p>У міському порту через годину після початку пожежі в трюмі французького судна «Гранкан» (фр. Огашкатр) з 2600 тонн аміачної селітри, упакованої в паперові мішки, стався вибух, який ініціював ескалацію аварії. Великі пожежі виникли на припортовому хімкомбінаті «Монсанто» (з 450 робітників загинуло 154 осіб.) на сусідньому судні «High Flyer» з 1050 тонами сірки і 960 тонн аміачної селітри (вибухнуло на наступний день).</p> 
Франція	Brest	28 липня 1947 р.	29 загиблих	Вибух після пожежі на судні «Ocean Liberty», завантаженому 3300 тонами аміачної селітри і різними легкозаймистими продуктами.
США	Port Neal, Iowa	13 грудня 1994 р.	4 загиблих, 18 поранено	Вибухи аміачної селітри на заводі мінеральних добрив Terra Industries в Порт Ніл, шт. Айова. Два поруч розташованих 15 000 - тонних ізотермічних резервуарів рідкого аміаку були зруйновані, приблизно 5700 тонн безводного аміаку було пролито, викиди аміаку тривали протягом шести днів, потрібна евакуація 1700 жителів. Дослідженням ЕРА встановлено, що вибух був ініційований швидкою реак-

				цією термічного розкладання, як «прямим результатом небезпечних оперативних процедур і умов» на заводі
Китай	Xingping , Шенсі	6 січня 1998 р.	22 загиблих, 56 поранено	Вибух аміачної селітри на заводі мінеральних добрив компанії Синхуа. На заводі знаходилося близько 27,6 тонн аміачної селітри у контейнерах.
Франція	Тулуза	21 вересня 2001 р.	31 загиблих, 2442 поранено	Вибух на складі аміачної селітри (200-300 тон) заводу з виробництва мінеральних добрив А2Р (Азот де-Франс). 
Іспанія	Barracas	9 березня 2004 р.	2 загиблих, 5 поранено	Вантажівка, що перевозила 25 тон аміачної селітри, вибухнула після ДТП.
Північна Корея	Ryongchon	22 квітня 2004 р.	162 загиблих, поранено більше 3000 осіб	Вибух вантажного поїзда з аміачною селітрою недалеко від китайського кордону. 
Румунія	Mihailesti Buzau	24 травня 2004 р.	18 загиблих, 13 поранено	Вантажівка, що перевозила 20 тон аміачної селітри перекинулась, почалася пожежа в салоні. Прибулі пожежники намагалися загасити пожежу. Стався вибух, після якого утворилася воронка 6,5 метри глибиною і 42 метри у діаметрі.

Мексика	Monclova, Coahuila	10 вересня 2007 р.	40 загиблих, 150 поранено	Вантажівка, що перевозила 20 тон аміачної селітри, зайнявся після ДТП. Приблизно через 40 хвилин відбувся вибух, після якого утворилася воронка 2 метри глибиною і 9 метрів в діаметрі.
США	Bryan, Texas	30 липня 2009 р.	Загиблих та поранених немає	Пожежа на заводі мінеральних добрив (El Dorado Chemical Company) зі сховищем аміачної селітри. Більше 80 000 мешканців евакуйовані внаслідок токсичних викидів від пожежі та загрози вибуху.
США	West, Texas	17 квітня 2013 р.	15 загиблих, 200 поранено	Пожежа на сховищі аміачної селітри компанії WFC через 20 хвилин привела до вибуху, після якого утворилася воронка глибиною 3 метри та 28 метрів у діаметрі.
Ліван	Бейрут	4 серпня, 2020 р.	158 осіб загибло майже, 6000 поранено. Ще близько 100 осіб вважаються зниклими безвісти.	Вибухнуло 2750 тонн конфіскованої аміачної селітри. Від вибуху на місці сховища на причалі утворився кратер діаметром близько 70 метрів заповнений водою, що чітко було видно навіть на супутникових знімках. Завдані збитки перевищує \$ 3 млрд, 300 тис. ліванців залишилися без житла, руйнування від вибухової хвилі торкнулися половину столиці.



1.2. Основні поняття та визначення.

1.2.1 Основна термінологія

Вибух - швидке екзотермічне хімічне перетворення вибухонебезпечного середовища, яке супроводжується виділенням енергії та утворенням стислих газів, здатних виконувати механічну роботу [3].

Вибух - розширення газу протягом короткого проміжку часу внаслідок окисно-відновної реакції або розкладу речовини [4].

Вибух - розширення газу протягом короткого проміжку часу внаслідок окисно-відновної реакції або розкладу речовини (ДСТУ 2272).

Вибухонебезпечна суміш - суміш повітря або окиснювача з горючими газами, парами легкозаймистих рідин, горючим пилом або волокнами, яка за певної концентрації горючих речовин і наявності джерела запалювання здатна вибухати [5].

Вибухові матеріали - вибухові речовини, засоби їх ініціювання, виробу та пристрої, які містять вибухові речовини;

Вибухові речовини - хімічні речовини, здатні під впливом зовнішніх дій до швидкого хімічного перетворення, що відбувається з виділенням великої кількості тепла і газоподібних продуктів [6];

Вибухові речовини чи відходи - це тверді або рідкі речовини чи відходи (або суміш речовин чи відходів), які самі по собі здатні до хімічної реакції з виділенням газів такої температури і тиску і з такою швидкістю, що призводить до пошкодження оточуючих предметів [7];

Окислювачі - речовини, що містять надлишковий кисень, який споживається при вибуху на окислення горючих елементів (аміачна селітра, калієва селітра, натрієва селітра тощо);

Ударно-повітряна хвиля - хвиля стиснутого повітря, яка розповсюджується від місця вибуху з надзвуковою швидкістю, на передньому фронті якої миттєво змінюються всі термодинамічні параметри середовища: тиск, щільність, температура [8].

У осередку вибуху по дії повітряної ударної хвилі прийнято виділяти чотири кругові зони руйнувань (рис. 1.3) [9]:

– зону повних руйнувань радіусом L_{100} , м і надлишковим тиском у фронті ударної хвилі $\Delta P_{\phi} = 100$ кПа;

– зону сильних руйнувань радіусом L_{70} , м і надлишковим тиском у фронті ударної хвилі $\Delta P_{\phi} = 70$ кПа;

– зону середніх руйнувань радіусом L_{30} , м і надлишковим тиском у фронті ударної хвилі $\Delta P_{\phi} = 30$ кПа;

– зону слабких руйнувань радіусом L_{15} , м і надлишковим тиском у фронті ударної хвилі $\Delta P_{\phi} = 15$ кПа.

Крім того для захисту людей, будівель, споруд від ураження або руйнуючої дії ПУХ встановлюється безпечна відстань $L_{ПУХ}$ (рис. 5.3)

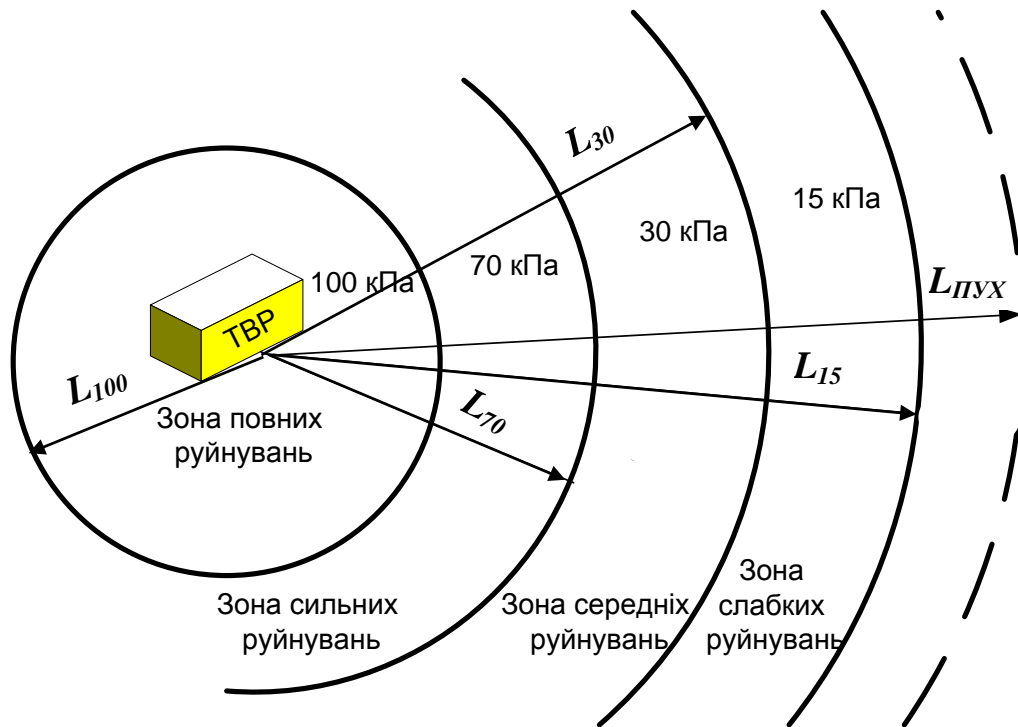


Рис. 1.3 – Осередок вибуху ТВР

Повні руйнування – коли руйнуються всі основні елементи будівлі, в тому числі і несучі конструкції. Підвальні приміщення можуть частково зберегтися. Для повного руйнування характерно: повністю зруйновані перегородки і стіни, повне обвалення всієї конструкції будівелі, знищення зв'язків між частинами будівель, часткове руйнування фундаменту будівлі (рис. 1.4).



Рис. 1.4 – Повне руйнування будівлі

Сильні руйнування – коли руйнуються несучі конструкції і перекриття верхніх поверхів, деформуються перекриття нижніх поверхів. Використання будівлі неможливо, а відновлення недоцільно. Для сильного руйнування характерно: обвалення внутрішніх перегородок і стін, проломи в стінах, обвалення частини будівель, руйнування зв'язків між частинами будівель, обвалення покрівлі (рис. 1.5).



Рис. 1.5 – Сильне руйнування будівлі

Середні руйнування – коли руйнуються дахи, внутрішні перегородки та частково перекриття верхніх поверхів. Після розчищення частина приміщень нижніх поверхів і підвали можуть бути використані. Відновлення будинків можливо при проведенні капітального ремонту. Для середнього руйнування характерно: великі тріщини в стінах будівель, обвалення димових труб, часткове падіння покрівлі (рис. 1.6).



Рис. 1.6– Середнє руйнування будівлі

Слабкі руйнування – коли руйнуються віконні та дверні заповнення, покрівлю та легкі внутрішні перегородки. Можливі тріщини в стінах верхніх поверхів. Будівля може експлуатуватися після поточного ремонту. Для слабого руйнування характерно: невеликі тріщини в стінах, відколюються досить великі шматки штукатурки, з'являються тріщини в димових трубах, частина з них руйнується, частково пошкоджується покрівля, повністю розбиваються скла у вікнах (рис. 1.7).



Рис. 1.7 – Слабке руйнування будівлі

Легке пошкодження – незначне руйнування фасадних елементів споруди. Для легкого пошкодження характерно: на стінах будівель з'являються тонкі тріщини, обсыпається штукатурка, відколюються невеликі шматки, пошкоджуються скла у вікнах (рис. 1.8). Якщо в цій же зоні виявиться людина або група людей, то вони постраждають значно більше.



Рис. 1.8 – Легке пошкодження будівлі.

1.2.2 Основні групи вибухових речовин

Відповідно до стану питання на сьогоднішній день розрізняють три основні групи вибухових речовин (ВР):

- ініціюючі;
- бризантні;
- металеві.

Ініціюючі вибухові речовини— вибухові речовини, що детонують від незначного термального або механічного впливу (вогню або іскор, удару або тертя). Вони дуже високочутливі до зовнішньої дії та небезпечні при використанні, тому в чистому стані не підлягають транспортуванню за межі заводу-виготівника. Найбільш відомі з цих речовин предсталені на рис. 1.9.

За чутливістю ініціюючі вибухові речовини поділяються на:

- первинні (гримуча ртуть, азид свинцю, теренес (ТНРС))
- вторинні (тетрил, гексоген, ТЕН).



Рис. 1.9 Приклади ініціюючих ВР

Як правило ініціюючі ВР застосовуються для збудження вибухового перетворення інших вибухових речовин і використовуються в різноманітних засобах висаджування: капсулях-детонаторах, детонуючих шнурах.

Бризантні вибухові речовини — вибухові речовини, які, як правило, менш чутливі до зовнішніх впливів, ніж ініціюючі вибухові речовини. Вони здатні до стійкої детонації.

Збудження детонації в бризантних ВР зазвичай здійснюється вибухом заряду тієї або іншої ініціювальної вибухової речовини, що входить до складу капсулів-детонаторів або заряду іншої бризантної ВР (проміжного детонатора).

Порівняно невисока чутливість бризантних ВР до удару, тертя і теплового впливу, а отже і достатньо висока безпечність під час поводження з ними, обумовлюють зручність їхнього практичного використання.

Бризантні ВР використовуються у чистому вигляді, а також у вигляді сплавів і сумішей декількох вибухових речовин. Вони підриваються від капсуля- детонатора.

За потужністю бризантні ВР розподіляються на три групи:

- підвищеної потужності (ТЕН, гексоген, тетрил);
- нормальної потужності (тротил, пластит-4);
- пониженої потужності (амоніти, динамони, амонали).

Гексоген (триметилентринітроамін, RDX) являє собою дрібнокристалічну речовину білого кольору (рис. 1.10): він не має ні смаку, ні запаху, негігроскопічний, у воді не розчиняється. Гексоген був уперше отриманий у 1899 році в Німеччині а в 1941 році, коли виявилась гостра потреба у вибухових речовинах, американцями була отримана перша промислова партія гексогену.



Рис. 1.10 Бризантні ВР підвищеної потужності

Тротил. Уперше був отриманий у Німеччині в 1863 році Йозефом Вильбрандтом. Практично застосовується у вибуховій справі з 1891 року. Вже до початку ХХ століття тротил став основною бризантною вибуховою речовиною, не поступаючи своїми позиціями і зараз.

З хімічної точки зору тротил належить до класу нітросполук ароматичного ряду. Тротил (рис. 1.11) отримують у результаті оброблення толуолу (рідкий продукт коксохімічної та нафтопереробної промисловості) сумішшю азотної та сірчаної кислот.



Рис. 1.11 Бризантні ВР нормальної потужності

До удару, тертя і теплового впливу тротил є мало чутливим. Пресований і литий тротил від прострілу звичайною кулею не вибухає і не спалахує, з металами хімічно не взаємодіє. Чутливість тротилу до детонації залежить від його стану. Пресований і порошкоподібний тротил безвідмовно детонує від капсуля-детонатора № 8, литий же, лускатий і гранульований тротил детонує лише від проміжного детонатора із пресованого тротилу або іншої бризантної ВР.

Вибухові речовини зниженої потужності найбільш широко застосовуються (рис. 1.12). Вони являють собою механічні вибухові суміші, основною частиною яких є аміачна (амонійна) селітра. Крім селітри, до складу зазначених сумішей входять вибухові або запальні домішки. Аміачна селітра активно взаємодіє з окислами металів, при цьому утворюється аміак і вода. Аміак може вступати в хімічну взаємодію з деякими вибуховими речовинами (тротил, тетрил, пікринова кислота), утворюючи чутливі до зовнішніх впливів з'єднання; наявність вільного аміаку сприяє розвитку процесу корозії металевих виробів.



Рис. 1.12 Бризантні ВР пониженої потужності

Фізико-хімічні властивості аміачної селітри. Аміачна селітра - являє собою кристалічний порошок або гранули білого кольору з жовтуватим відтінком, сіль азотної кислоти (рис. 1.13). Добре розчиняється у воді, аміаку, піридині, метанолі, етанолі. У звичайних атмосферних умовах розкладається вкрай повільно. Щільність 1,725 г/см³. Температура плавлення - 169,6° С, температура кипіння - 235° С, температура розкладання - 210° С.



Рис. 1.13 Нітрат Амонію (Селітра Аміачна) NH_4NO_3

Аміачна селітра - сильний окислювач, у сухому вигляді вибухає від детонаторів. До механічних впливів (удар, тертя) не чутлива.

При незначному нагріванні нітрат амонію розкладається з виділенням аміаку, який здатний горіти в присутності джерела запалювання, однак тепла, яке виділяється не достатньо для активізації процесу розкладання, тому після видалення джерела запалювання горіння зупиняється. Чиста аміачна селітра плавиться при 169,6 °С. Великою небезпекою є детонація розплавленої АС при вібраційних навантаженнях, особливо при підвищених температурах, близько 260 °С. АС при зберіганні на відкритих складах не вибухає навіть в дуже сильну пожежу. Пожежі в закритих складах, контейнерах, трюмах закінчувалися, як правило, вибухом. Але при атмосферному тиску розклад АС відбувається по іншому, чим при підвищеному, в останньому випадку швидкість розпаду зростає.

Чутливість аміачної селітри до різних імпульсів різко збільшується при наявності в ній легко окислювальних і горючих речовин. На цьому засновано застосування її як основної складової багатьох найпростіших ВР. Домішки масла, деревного вугілля, тирси і т.д. не просто знижують температуру розкладу АС, але й являються вибухонебезпечними сумішами, які здатні послужити причиною вибуху всієї маси селітри. Селітра з сумішшю масла здатна до самозапалення при температурах –250 °С. Утримання масла в селітрі у кількості 1,8 % ваги і вище сприяє переходу горіння у вибух (детонацію).

Суміші АС і деревного вугілля здатні самозапалюватися при нагріванні. Паперові мішки або дерев'яні бочки, в яких раніше знаходилася АС, можуть горіти навіть при дії сонячного проміння. Наявність в АС мікродомішків масла (до 0,036 %), хлоридів (до 0,3 %) і металів (сталь у вигляді стружки) приводить до появи значного екзотермічного ефекту в районі температур 243, 210 і 230 °С відповідно.

Вибухонебезпечність багатьох сумішей з нітратом амонію різко знижується при його зволоженні. Є вказівки, що волога сіль, що містить більше 3 % води, не вибухає при вибуху детонатора. Гарячі водяні розчини концентрацією вище 50% можуть подібно вибуху розкладатися при певних умовах.

Метальними ВР (порохами) називаються такі речовини, основною формою вибухового перетворення яких є горіння (рис. 1.14).

Порохи розподіляються на димні та бездимні .

Димний порох застосовується для виготовлення вибивних зарядів в осколкових і в сигнальних мінах, а також для виготовлення вогнепровідного шнура і запальників реактивних зарядів. Він є механічною сумішшю калієвої селітри (75 %), деревного вугілля (15 %) і сірки (10 %). Залежно від зерен порох поділяється на дрібнозернистий і грубозернистий.

Димний порох дуже гігроскопічний, під дією вологи відволожується і за вологості вище 2 % стає непридатним для застосування. Висушений (після зволоження) порох має знижені якості. Під час зберігання і

застосування димного пороху внаслідок високої здібності його до запалювання необхідно додержуватися особливих заходів безпеки.

Бездимні порохи застосовуються для виготовлення зарядів, що використовуються в різних реактивно-метальних установках, а також в артилерійських і стрілецьких боєприпасах.

За відсутності бризантних ВР порохи можуть застосовуватися (у вигляді внутрішніх зарядів) і для здійснення підривних робіт. Детонація порохових зарядів відбувається нормально тільки в тому випадку, якщо ініціювання їх здійснюється достатнім проміжним детонатором, а проміжки між зернами пороху заповнені рідиною (вода, розчин повареної або іншої солі).

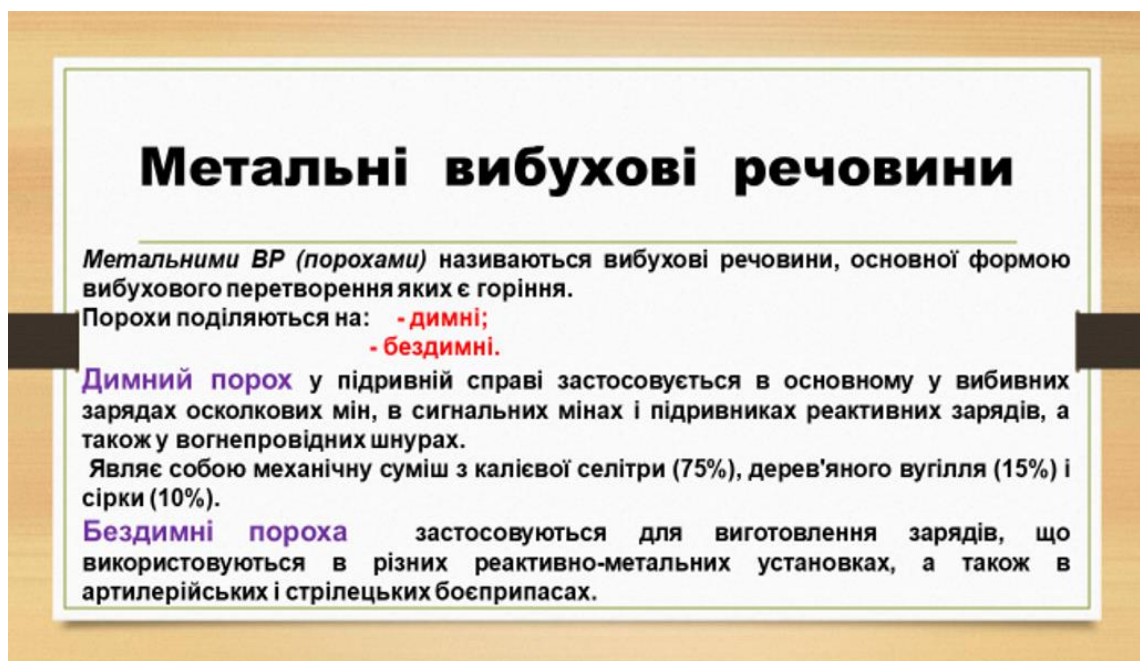


Рис. 1.14 Метальні вибухові речовини

1.3. Приклад оцінки обстановки при аварій у разі вибухів твердих вибухових речовин на потенційно небезпечних об'єктах.

Найпоширеніший варіант аварії такого типу – вибух твердої вибухової речовини на промислової об'єкті.

1.3.1. Завдання.

Для оцінки обстановки необхідно визначити наступні параметри:

1. Розрахувати радіуси зон L_i з надлишковим тиском у фронті ПУХ $\Delta P_\phi = 100 \text{ кПа}$, $\Delta P_\phi = 70 \text{ кПа}$, $\Delta P_\phi = 30 \text{ кПа}$, $\Delta P_\phi = 15 \text{ кПа}$ (індекс i дорівнює значенню надмірного тиску ΔP_ϕ).

2. Визначити безпечну відстань для захисту людей, будівель, споруд від ураження або руйнуючої дії ПУХ для третього ступеня пошкоджень.

3. Побудувати межі зон з надлишковим тиском у фронті ПУХ $\Delta P_{\phi} = 100 \text{ кПа}$, $\Delta P_{\phi} = 70 \text{ кПа}$, $\Delta P_{\phi} = 30 \text{ кПа}$, $\Delta P_{\phi} = 15 \text{ кПа}$ (рис. 1.3) та показати безпечну відстань від місця зберігання ТВР для третього ступеня пошкоджень.

4. Визначити очікувані втрати в осередку вибуху.

Для здійснення оцінки обстановки при вибуху необхідно сформувати таблицю початкових даних об'єкту таблиця 1.2.

Таблиця 1.2 – Форма таблиці для запису початкових даних

Назва параметра, його позначення та розмірність		Значення параметра
Назва ТВР		
Кількість ВР G , кг		
Теплота вибуху ВР $S_{ТВР}$, кДж·кг ⁻¹ (п. 1.3.3, таблиця 1.3)		
Наявність обвалування		
Кількість людей у зоні слабких руйнувань	незахищених $N_n \text{ слаб, чол}$	
	у сховищах $N_{сх} \text{ слаб, чол}$	
	у будівлях $N_b \text{ слаб, чол}$	
Кількість людей у зоні середніх руйнувань	незахищених $N_n \text{ сер, чол}$	
	у сховищах $N_{сх} \text{ сер, чол}$	
	у будівлях $N_b \text{ сер, чол}$	
Кількість людей у зоні сильних руйнувань	незахищених $N_n \text{ сил, чол}$	
	у сховищах $N_{сх} \text{ сил, чол}$	
	у будівлях $N_b \text{ сил, чол}$	
Кількість людей у зоні повних руйнувань	незахищених $N_n \text{ пов, чол}$	
	у сховищах $N_{сх} \text{ пов, чол}$	
	у будівлях $N_b \text{ пов, чол}$	

1.3.2. Алгоритм виконання завдання.

1. Визначають коефіцієнт еквівалентності даної вибухової речовини тринітротолуолу (результати розрахунків за цим пунктом округляють до сотих):

$$K_e = \frac{C_{ТВР}}{C_{ТНТ}} = \frac{C_{ТВР}}{4240}. \quad (1.1)$$

2. Визначають еквівалентну тринітротолуолу кількість ТВР:

$$G_e = K_e \cdot G, \text{ кг}. \quad (1.2)$$

3. Визначають розрахунковий параметр L_0 (результати розрахунків за цим пунктом округляють до десятих):

$$L_0 = \sqrt[3]{G_e}, \text{ м}. \quad (5.3)$$

4. За таблицю 1.3 визначають k_i для заданого значення ΔP_ϕ .

5. Визначають радіус зони, що відповідає заданому значенню ΔP_ϕ (результати розрахунків за цим пунктом округляють до десятих):

$$L_i = k_i \cdot L_0, \text{ м}. \quad (1.4)$$

6. Визначають безпечну відстань для захисту людей, будівель, споруд від ураження або руйнуючої дії ПУХ (результати розрахунків за цим пунктом округляють до десятих):

$$L_{ПУХ} = \begin{cases} 40\sqrt[3]{G_e}, \text{ м, якщо не передбачене обвалування;} \\ 3\sqrt[3]{G_e}, \text{ м, якщо передбачене обвалування.} \end{cases} \quad (1.5)$$

7. Будують межі зон з надлишковим тиском у фронті ПУХ $\Delta P_\phi = 100$ кПа, $\Delta P_\phi = 70$ кПа, $\Delta P_\phi = 30$ кПа, $\Delta P_\phi = 15$ кПа (рис. 1.3) та показують безпечну відстань від місця зберігання ТВР для третього ступеня пошкоджень:

8. Визначають очікувані санітарні втрати в осередку вибуху (результати розрахунків за всіма підпунктами цього пункту округляють до найбільшого цілого числа).

8.1 Визначають очікувані санітарні втрати у зоні слабких руйнувань:

$$M_{\text{сан слаб}} = N_{\text{н слаб}} \cdot C_{\text{н сан слаб}} + N_{\text{сх слаб}} \cdot C_{\text{сх сан слаб}} + N_{\text{б слаб}} \cdot C_{\text{б сан слаб}}, \text{чол.} \quad (1.6)$$

де $C_{\text{н сан слаб}}$, $C_{\text{сх сан слаб}}$, $C_{\text{б сан слаб}}$ – частка санітарних втрат у зоні слабких руйнувань серед незахищених людей, людей у сховищах та людей у будівлях відповідно, яка визначається за таблицею 1.5.

8.2 Визначають очікувані санітарні втрати у зоні середніх руйнувань:

$$M_{\text{сан сер}} = N_{\text{н сер}} \cdot C_{\text{н сан сер}} + N_{\text{сх сер}} \cdot C_{\text{сх сан сер}} + N_{\text{б сер}} \cdot C_{\text{б сан сер}}, \text{чол.} \quad (1.7)$$

де $C_{\text{н сан сер}}$, $C_{\text{сх сан сер}}$, $C_{\text{б сан сер}}$ – частка санітарних втрат у зоні середніх руйнувань серед незахищених людей, людей у сховищах та людей у будівлях відповідно, яка визначається за таблицею 1.5.

8.3 Визначають очікувані санітарні втрати у зоні сильних руйнувань:

$$M_{\text{сан сил}} = N_{\text{н сил}} \cdot C_{\text{н сан сил}} + N_{\text{сх сил}} \cdot C_{\text{сх сан сил}} + N_{\text{б сил}} \cdot C_{\text{б сан сил}}, \text{чол.} \quad (1.8)$$

де $C_{\text{н сан сил}}$, $C_{\text{сх сан сил}}$, $C_{\text{б сан сил}}$ – частка санітарних втрат у зоні сильних руйнувань серед незахищених людей, людей у сховищах та людей у будівлях відповідно, яка визначається за таблицею 1.5.

8.4 Визначають очікувані санітарні втрати у зоні повних руйнувань:

$$M_{\text{сан пов}} = N_{\text{н пов}} \cdot C_{\text{н сан пов}} + N_{\text{сх пов}} \cdot C_{\text{сх сан пов}} + N_{\text{б пов}} \cdot C_{\text{б сан пов}}, \text{чол.} \quad (1.9)$$

де $C_{\text{н сан пов}}$, $C_{\text{сх сан пов}}$, $C_{\text{б сан пов}}$ – частка санітарних втрат у зоні повних руйнувань серед незахищених людей, людей у сховищах та людей у будівлях відповідно, яка визначається за таблицею 1.5.

8.5 Визначають очікувані санітарні втрати в осередку вибуху:

$$M_{\text{сан}} = M_{\text{сан слаб}} + M_{\text{сан сер}} + M_{\text{сан сил}} + M_{\text{сан пов}}, \text{чол.} \quad (1.10)$$

9. Визначають очікувані загальні втрати в осередку вибуху (результати розрахунків за всіма підпунктами цього пункту округляють до найбільшого цілого числа).

9.1 Визначають очікувані загальні втрати у зоні слабких руйнувань:

$$M_{заг\ слаб} = N_{н\ слаб} \cdot C_{н\ заг\ слаб} + N_{сх\ слаб} \cdot C_{сх\ заг\ слаб} + N_{б\ слаб} \cdot C_{б\ заг\ слаб}, \text{ чол.} \quad (1.11)$$

де $C_{н\ заг\ слаб}$, $C_{сх\ заг\ слаб}$, $C_{б\ заг\ слаб}$ – частка загальних втрат у зоні слабких руйнувань серед незахищених людей, людей у сховищах та людей у будівлях відповідно, яка визначається за таблицею 1.5.

9.2 Визначають очікувані загальні втрати у зоні середніх руйнувань:

$$M_{заг\ сер} = N_{н\ сер} \cdot C_{н\ заг\ сер} + N_{сх\ сер} \cdot C_{сх\ заг\ сер} + N_{б\ сер} \cdot C_{б\ заг\ сер}, \text{ чол.} \quad (1.12)$$

де $C_{н\ заг\ сер}$, $C_{сх\ заг\ сер}$, $C_{б\ заг\ сер}$ – частка загальних втрат у зоні середніх руйнувань серед незахищених людей, людей у сховищах та людей у будівлях відповідно, яка визначається за таблицею 1.5.

9.3 Визначають очікувані загальні втрати у зоні сильних руйнувань:

$$M_{заг\ сил} = N_{н\ сил} \cdot C_{н\ заг\ сил} + N_{сх\ сил} \cdot C_{сх\ заг\ сил} + N_{б\ сил} \cdot C_{б\ заг\ сил}, \text{ чол.} \quad (1.13)$$

де $C_{н\ заг\ сил}$, $C_{сх\ заг\ сил}$, $C_{б\ заг\ сил}$ – частка загальних втрат у зоні сильних руйнувань серед незахищених людей, людей у сховищах та людей у будівлях відповідно, яка визначається за таблицею 1.5.

9.4 Визначають очікувані загальні втрати у зоні повних руйнувань:

$$M_{заг\ пов} = N_{н\ пов} \cdot C_{н\ заг\ пов} + N_{сх\ пов} \cdot C_{сх\ заг\ пов} + N_{б\ пов} \cdot C_{б\ заг\ пов}, \text{ чол.} \quad (1.14)$$

де $C_{н\ заг\ пов}$, $C_{сх\ заг\ пов}$, $C_{б\ заг\ пов}$ – частка загальних втрат у зоні повних руйнувань серед незахищених людей, людей у сховищах та людей у будівлях відповідно, яка визначається за таблицею 1.5.

9.5 Визначають очікувані загальні втрати в осередку вибуху:

$$M_{заг} = M_{заг\ слаб} + M_{заг\ сер} + M_{заг\ сил} + M_{заг\ пов}, \text{ чол.} \quad (1.15)$$

1.3.3 Довідкові таблиці, необхідні для проведення розрахунків

Таблиця 1.3 – Теплоота вибуху промислових ТВР

Вибухова речовина	$C_{ТВР}, \text{кДж}\cdot\text{кг}^{-1}$	Вибухова речовина	$C_{ТВР}, \text{кДж}\cdot\text{кг}^{-1}$
Тринітротолуол (тротил)	4240	Гексоген	5540
Тетранітропентаетрит	5880	Динітробензол	3650
Тринітробензол	4520	Тринітроанілін	4161
Пікрат амонія	3360	Октоген	5420
Глікольдінітрат	6640	Тринітрохлорбензол	4240
Нітрогуанідін	3020	Димний порошок	2790
Піроксилін (13)	4370	Амонійна селітра	1440
Амотол 80/20	4200	Детоніт "М"	5780
Тетрил	4600	Пікринова кислота	4400
Динаміт	5300	Амоніт	3980
Дінамон	4200		

Таблиця 1.4 – Параметр k_i в залежності від значення ΔP_ϕ

k_i	337,1	203,6	146,6	103,8	53,96	37,33	23,96
$\Delta P_\phi, \text{кПа}$	0,3	0,5	0,7	1,0	2,0	3,0	5,0
k_i	13,8	10,41	8,48	7,97	7,2	6,85	6,57
$\Delta P_\phi, \text{кПа}$	10	15	20	22	26	28	30
k_i	6,1	5,72	5,55	5,14	4,9	4,1	3,62
$\Delta P_\phi, \text{кПа}$	34	38	40	46	50	70	90
k_i	3,43	2,49	2,09	1,85	1,69	1,44	1,28
$\Delta P_\phi, \text{кПа}$	100	200	300	400	500	750	1000

Таблиця 1.5 – Частка втрат серед людей з різним ступенем захисту

Зона руйнувань	Частка втрат C_i , серед людей					
	незахищених		в сховищах		в будівлях	
	загальні втрати	санітарні втрати	загальні втрати	санітарні втрати	загальні втрати	санітарні втрати
Слабких	0,08	0,03	0,003	0,001	0,012	0,004
Середніх	0,12	0,09	0,01	0,003	0,035	0,01
Сильних	0,8	0,25	0,025	0,008	0,3	0,1
Повних	1,0	0,30	0,07	0,025	0,5	0,15

Примітка. Загальні втрати складаються з санітарних втрат і загиблих.

Література.

1. Аварийные взрывы газоздушных смесей в атмосфере : монография / Д.З. Хуснутдинов и др. Москва : МГСУ, 2014. 80 с.

2. Мороз, В. П. До питання розмежування компетенції експертів експертних спеціальностей, що передбачають дослідження явища вибуху, та їх відповідність вибухам різної природи. Криміналістичний вісник. 2018. № 1, т. 29. С. 42 – 51.

3. Наказ Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи від 23.03.2004 № 136 «Про затвердження Правил пожежної безпеки для суден, які будуються та ремонтуються». *Верховна Рада України*: вебпортал.

URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0490-04/ed20070730/find?text=%C2%E8%E1%F3%F5#Text>

4. Наказ Міністерство палива та енергетики України від 30.05.2007 № 256 «Про затвердження Правил пожежної безпеки при експлуатації атомних станцій» *Верховна Рада України*: вебпортал.

URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1039-07/ed20070917/find?text=%C2%E8%E1%F3%F5#Text>

5. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпечкою. [Чинний від 01.01.2017]. Київ, 2017. 24 с. (Інформація та документація).

6. Закон України «Про поводження з вибуховими матеріалами промислового призначення». *Верховна Рада України*: вебпортал.

URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2288-15#Text>

7. Наказ Міністерства екології та природних ресурсів України від 16.10.2000 № 165 «Про затвердження Переліку небезпечних властивостей та інструкцій щодо контролю за транскордонними перевезеннями небезпечних відходів та їх утилізацією/видаленням». *Верховна Рада України*: вебпортал. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0770-00#Text>

8. Наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 18.07.2013 № 469 «Про затвердження Технічних правил ведення вибухових робіт на денній поверхні». *Верховна Рада України*: вебпортал.

URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1320-13#Text>

9. Безпека в надзвичайних ситуаціях: навч. посібник у 2 ч. Ч. 1: Надзвичайні ситуації. / Лисиченко М.Л., Вамболь В.В, Вамболь С.О., Кірієнко М.М., Черепньов І.А., Власовець В.М. / Харків: ТОВ “ПромАрт”, 2021. 202 с.

Практичне заняття №2

ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПОКАЗНИКІВ ЗАВАЛІВ

Мета: оволодіти навичками визначення основних показників завалів, що утворюються під час руйнування житлових та виробничих будинків

План заняття

2.1. Загальні відомості.

2.2 Приклад визначення основних показників завалів.

2.1 Загальні відомості

2.1.1 Загальний стан НС пов'язаних з руйнуванням споруд

Упродовж останнього десятиліття спостерігається тенденція високої кількості природних катастроф з різким зростанням починаючи з 2019 року. На рис. 2.1 представлений графік динаміки НС природного походження за період 2010-2020 років побудований на підставі даних приведених в літературі [1,2].

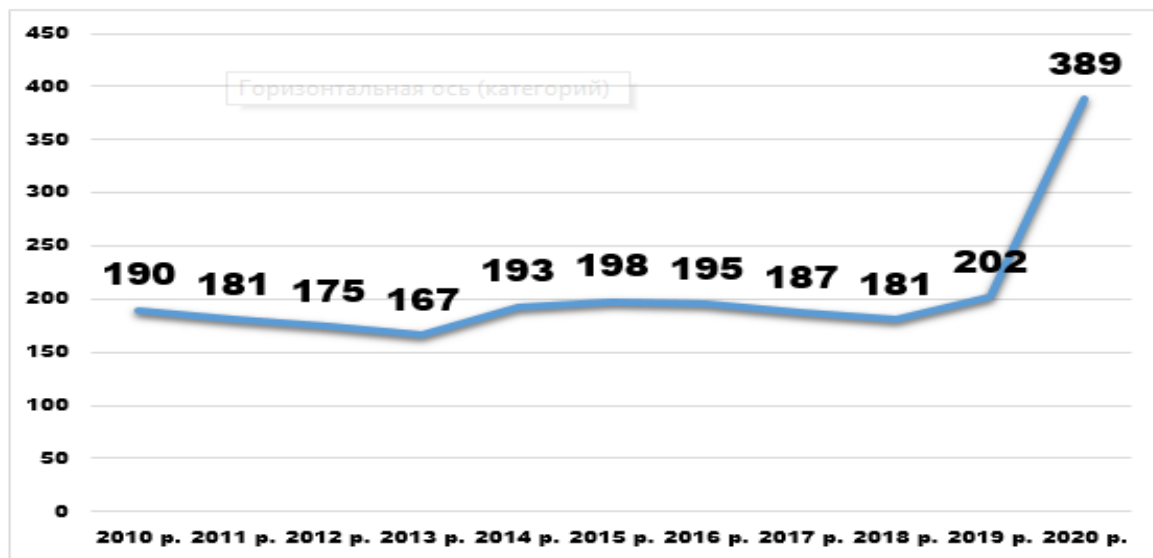


Рис. 2.1 Графік динаміки НС природного походження за період 2010-2020 рр

Найбільш поширеними небезпечними природними явищами в світі є повені і тропічні шторми (по 32%), а також землетруси (12%) [3]. Хоча кількість НС техногенного походження дещо знизилася, але значна частина з них супроводжується значними руйнуваннями, які викликані вибухами, пожежами і іншими причинами. Як відмічено в роботі [4]: основні причини небезпеці для техносфери планети природних і техногенних катастроф полягає в наступному:

1. Збільшення кількості і щільності ареалів проживання людини.
2. Збільшення впливу людини на навколишнє середовище, що веде до «рукотворних» (Man-made) катастроф (землетрусу через розробок нафтових пластів, катастрофи на морських нафтових платформах, землетрусу і провали через шахтних розробок, прориви гідроспоруд та ін.).
3. Триваюче в багатьох країнах будівництво великих і складних соціотехнічних систем в сейсмонебезпечних зонах, зонах затоплення, зсувів та інших небезпечних зонах.
4. Залучення в промислове виробництво все більшої кількості радіаційних, високотоксичних, вибухонебезпечних і пожежонебезпечних матеріалів та ін.

У багатьох випадках інфраструктури мегаполісів і особливо побутового сектора (житлові будинки) не відповідають нормативним вимогам стійкості в умовах впливу характерних для даної місцевості небезпечних природних процесів (рис. 2.2 – рис. 2.4).



Рис. 2.2 Стамбул, Туреччина. До і після землетрусів 17 серпня 1999 р.



а



б

Рис. 2.3 Завали уламків об'єктів, які локально перекривають дороги:
а – в Італії (2016 р.); б – в Індонезії (2016 р.)



Рис. 2.4 Руйнування дороги в результаті землетрусів у Тайвані (2018 р.)

Одним їх прикладів може служити землетрус у Вірменії (СРСР) в 1988 році. 7 грудня 1988 в 11:00 41 хвилину за місцевим часом у Вірменії стався катастрофічний землетрус. Серія підземних поштовхів за 30 секунд практично знищила місто Спітак і зруйнувала міста Ленінакан (нині Гюмрі), Кіровакан (нині Ванадзор) і Степанаван. Всього від стихії постраждало 21 місто, а також 350 сіл (з яких 58 були повністю зруйновані). В результаті землетрусу, за офіційними даними, загинуло 25 тисяч людей, 140 тисяч стали інвалідами, а 514 тисяч людей втратили домівки. Землетрус вивів з ладу близько 40 відсотків промислового потенціалу республіки. За оцінками експертів, катастрофічні наслідки Спітакського землетрусу були зумовлені низкою причин: недооцінкою сейсмічної небезпеки регіону, недосконалістю нормативних документів з сейсмостійкого будівництва, недостатньою підготовленістю рятувальних служб, неоперативність медичної допомоги, а також низькою якістю будівництва [3].

Для сучасної України також актуальна проблема загрози виникнення НС техногенного походження пов'язаних з пожежною і вибуховою небезпекою на потенційно небезпечних об'єктах (ПНО) (рис. 2.5) [5].



Рис. 2.5 Розподіл ПНО за видами небезпек

Тільки за 2021 рік унаслідок таких НС в цілому по країні загинули або отримали поранення близько тисячі чоловік. Відповідні цифри були озвучені на слуханнях в парламентському комітеті з ЖКГ. Результати наслідків вибухової небезпеки у жилищному секторі наведені на рис. 2.6. та рис. 2.7.



Рис. 2.6 Вибух у будинку в Миколаївській області 27 листопада 2021 р.



Рис. 2.7 Вибух газу в Дніпрі, жовтень 2007 р.

За даними джерела інформації [6]: З початку року в Україні в результаті зношеності газових мереж сталося майже 100 вибухів, подібних до того, який стався на столичних Позняках (рис. 2.8).



Рис. 2.8 Напівзруйнований будинок на Позняках

Не можна ігнорувати і небезпеку загибелі людей і руйнувань в результаті виникнення землетрусів. У роботі [7] наводяться наступні дані: Сейсмічність України проявляється в західних, південно-західних та в південних районах, де виділяються два основні сейсмічні регіони: Карпатський і Кримсько-Чорноморський. Сейсмічність Карпатського регіону визначається у землетрусах з вогнищами у Закарпатті, Карпатах, Прикарпатті, а також на прилеглих територіях сусідніх країн: Польщі, Словаччини, Угорщини і Румунії. На значну частину території України впливають підкоркові землетруси із зони Вранча в Румунії (район зчленування Східних і Південних Карпат) (рис. 2.9).

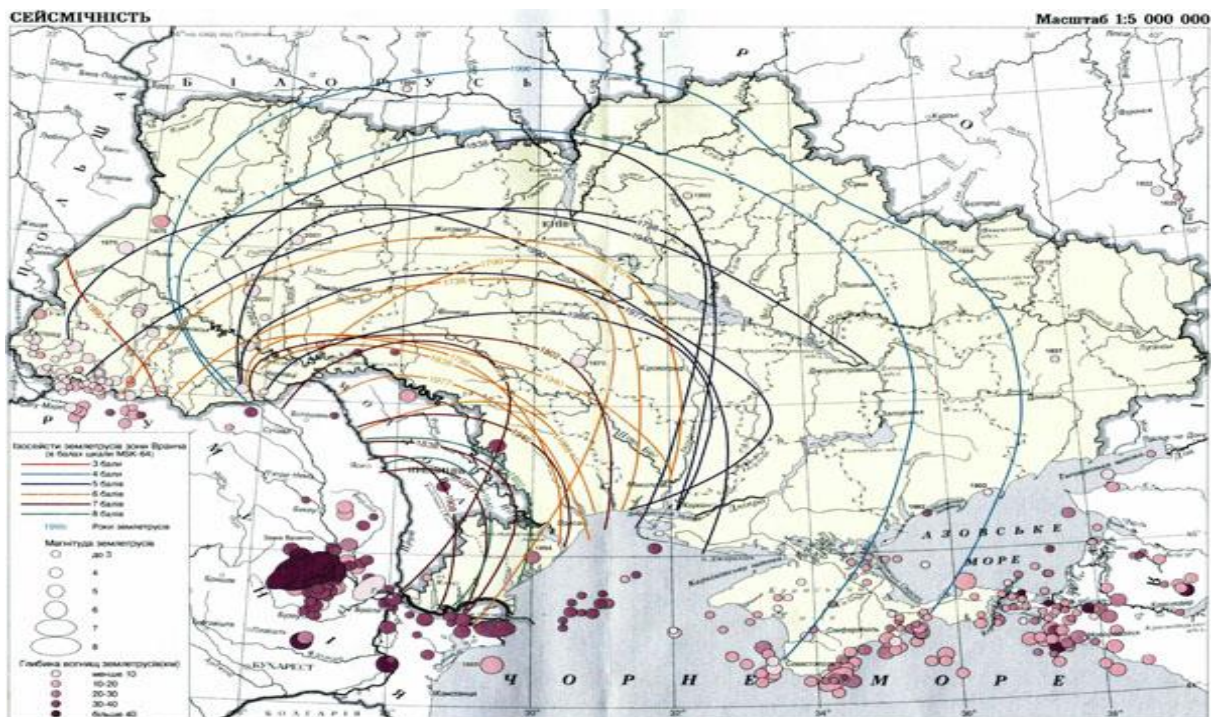


Рис. 2.9 Карта сейсмічності України

Вогнища землетрусів, здатних спричинити мікросейсмічні прояви на території України, розташовані в мантії на глибинах від 80 до 190 км. максимальні магнітуди землетрусів з цієї зони досягли 7,6. Завдяки великим глибинам і магнітудам землетруси зони Вранча проявляються на величезній території: від Греції на півдні- до Фінляндії на півночі.

У центральній частині території України, зокрема в межах Українського щита, за останні століття достовірно зафіксовано лише декілька землетрусів з малою глибиною вогнищ (5-10 км) та невисокими магнітудами ($M = 3,5-4,0$). Ці землетруси мали локальний характер сейсмічного впливу.

Найсильнішим у східній частині України вважається землетрус 1913 року поблизу м. Куп'янська (магнітуда 3.5, локальні коливання інтенсивністю до 5-6 балів).

В західних областях України, поблизу смт. Микулинці в Тернопільській області 3 січня 2002 року відбувся землетрус з магнітудою 4, який в епіцентрі мав інтенсивність 6 балів з 7-ми бальними ефектами на ослаблених ґрунтах. До цього вказана територія вважалася 5-ти бальною.

За останні 1000 років на території України зафіксовано понад 30 сильних землетрусів. Землетруси, які виникали на території України у ряді випадків були спровоковані людською діяльністю. У районі міста Долина протягом 1974—1976 років відбувся ряд землетрусів, які відчувалися в зоні епіцентру з інтенсивністю 3-6 балів. Найсильніші з них відбулися 14 січня 1976 інтенсивністю 5-6, 7 лютого 1976 — 6 і 1 березня 1976 — 5 балів. Можливо, вони були викликані нагнітанням води в продуктивні пласти на нафтопромислах Долини. 7 червня 1987 стався техногенний землетрус в місті Калуш Івано-Франківської області з інтенсивністю 3-4 бали. Цей землетрус було викликано обвалом покрівлі старих соляних виробок [8].

Таким чином, можна підсумувати [9], що:

1) Сейсмонебезпечні райони України, з прогнозованою інтенсивністю сейсмічних струшувань 6-9 балів, займають близько 20% території (≈ 120 тис.км²), на якій проживає понад 10 млн людей.

2) Райони з інтенсивністю 7-9 балів займають біля 12% території і включають близько 80 населених пунктів, в яких проживає понад 7 млн людей.

6.1.2 Основні типи споруд.

Землетруси на відносно стабільних тектонічних платформах призводять до значних економічних втрат через непідготовленість будинків і споруд до їх впливів.

Основні дані про конструктивні системи будівель і характеристики завалів приведені відповідно до даних робіт [10,11].

Стійкість споруд до дії вражаючих чинників і, відповідно характер та масштаби руйнувань залежить від їх конструкції.

Розрізняють п'ять конструктивних систем будівель:

Стінова. Вертикальні опорні конструкції стіни – площинні елементи (рис. 2.10).



Рис. 2.10 Конструктивна схема безкаркасної багатоповерхової будівлі

1 - фундамент, 2 - підлога підвалу; 3 - перекриття над підвалом; 4 - гідроізоляція; 5 - зовнішні стіни; 6 - міжповерхові перекриття; 7 - внутрішні стіни; 8 - перегородки; 9 - горищне перекриття; 10 - горище; 11 - дах; 12 - сходи; 13 - парапет; 14 - вікна; 15 - отмостка

Каркасна. Опорні конструкції – каркас – просторова система лінійних (вертикальних та горизонтальних) опорних конструкцій, яка сприймає усі навантаження і передає їх на фундамент споруди (рис. 2.11)

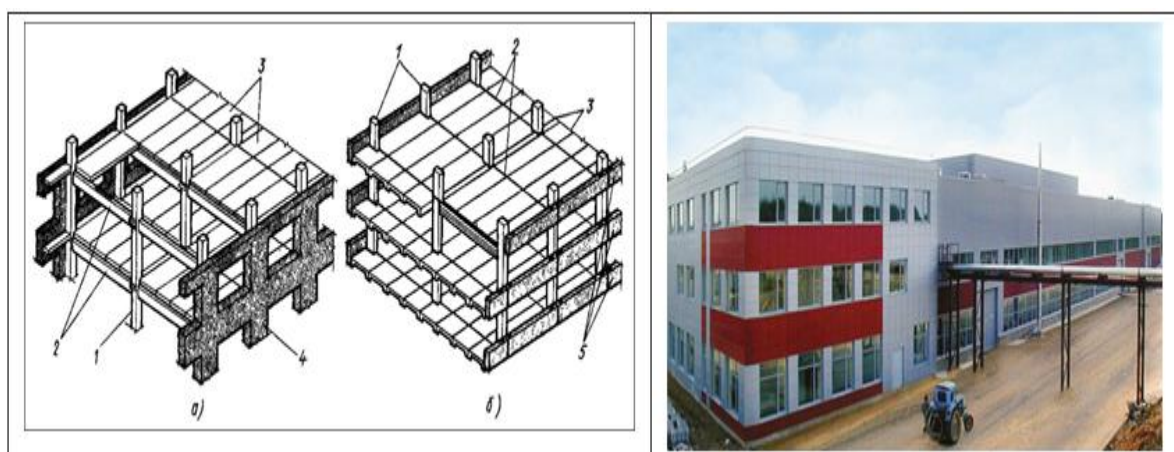


Рис. 2.11 конструктивні схеми каркасних будівель

а - із стінами, що самонесущими, б - з навісними стінами; 1 - колони, 2 - ригелі, 3 - плити перекриттів, 4 - стіни самонесущие, 5 - навісні панелі

Об'ємно – блокова. Опорні конструкції – об'ємні блоки, які цілком виробляються на заводах та монтуються на будівельному майданчику рис. (рис 2.12).



Рис. 2.12 Об'ємно-блокова система будівель

Оболонкова. Опорна конструкція – зовнішня оболонка (решітка з малим кроком вертикальних опірних конструкцій і просторовим розподілом зусиль від навантажень). Нагадує трубу (рис. 2.13).



Рис. 2.13 Оболонкові системи. Вежа Мэрі-Экс (Лондон),

Стовбурна. Вертикальна опорна конструкція – стовбур, на який навішуються або консольно закріплюються горизонтальні опірні конструкції поверхів (рис. 2.14)

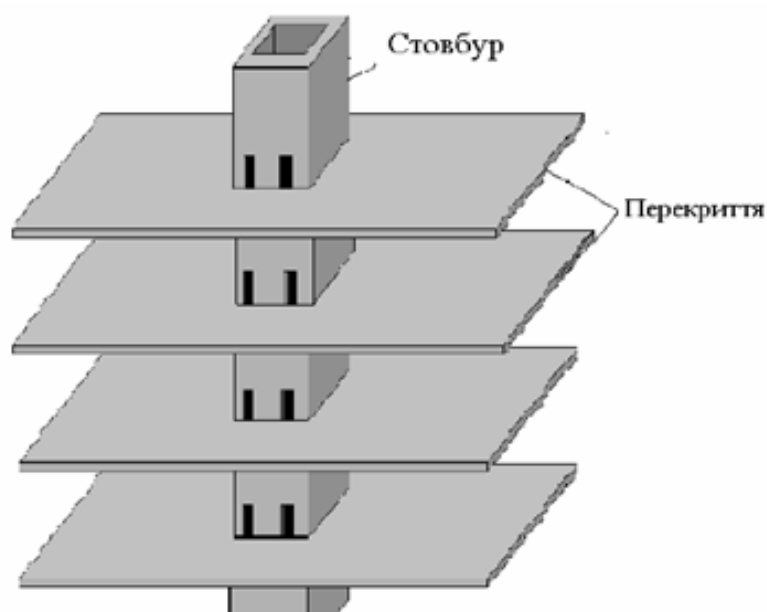


Рис. 2.14 Стовбурна будівля

2.1.3 Загальні показники, що характеризують завали

Величина, або ступінь пошкоджень будівель в цілому характеризується ступенем пошкоджень окремих елементів будівлі.

Таблиця 2.1. Ступені пошкоджень від впливу надлишкового тиску повітря

Ступінь	Тиск	Характеристика	Руйнування конструкцій
A ₁	$\Delta P = 5$ кПа	Пошкодження	Руйнування скла, дверей, підвісної стелі, пошкодження не опорних елементів
A ₂	$\Delta P = 10$ кПа	Слабкі руйнування	Руйнування не опорних елементів.
A ₃	$\Delta P = 20$ кПа	Середні руйнування	Руйнування не опорних елементів, пошкодження опорних.
A ₄	$\Delta P = 30$ кПа	Сильні руйнування	Часткова руйнація будівлі
A ₅	$\Delta P = 50$ кПа	Повні руйнування	Повна руйнація будівлі

Таблиця 2.2. Руйнування будівель та споруд від впливу сил, викликаних коливанням земної поверхні, поділяються наступним чином

Ступінь	Характеристика
D ₀	Відсутність наявних пошкоджень
D ₁	Слабкі пошкодження
D ₂	Середні пошкодження
D ₃	Важкі пошкодження
D ₄	Часткова руйнація
D ₅	Обвали

Завалами прийнято називати нагромодження уламків будівель (стін, перекриттів, внутрішнього устаткування, меблів тощо) при їх руйнуванні. Конфігурація, розміри і структура завалів залежать від характеристики будівель, величини і напрямку руйнівної дії.

Структура, конфігурація і розміри завалу залежать від:

- типа будівлі;
- величини будівлі;
- напрямку руйнівного впливу.

Основними показниками завалів є:

- висота завалу – відстань від поверхні землі до максимального рівня завалу в межах контуру будівлі;
- порожнистість завалу – об'єм порожнеч на 100 м³ завалу. У важких завалах порожнистість може досягати 60%, в середніх і легких 45-55% і 35-45% відповідно;
- дальність розльоту уламків будівлі – відстань від контуру будівлі до межі умовної маси уламків.
- структура завалу по величині уламків. Великими вважають уламки розміром 0,5 м (куб), середні від 0,1-0,5 м³, дрібні менше 0,1 м³;
- структура завалу по складу елементів, залежно від того, з яких будівельних матеріалів було побудовано будівлю, можуть бути цегельні, залізобетонні або змішані;
- структура завалу за змістом арматури, розрізняють високу кількість вмісту арматури в (%);

Завали різних типів будівель характеризуються показниками. Показники завалів будівель є визначальними параметрами при виборі технології рятувальних робіт. Показники можна звести до двох груп:

- показники, що безпосередньо характеризують завал;
- показники, що характеризують уламки завалу.

До показників, що безпосередньо характеризують завал, можна віднести:

- дальність розльоту уламків;
- висоту завалу;
- об'ємно-масові характеристики завалів;
- структуру завалів по вазі уламків, складу будівельних елементів і арматури.

До показників, що характеризують уламки завалу, відносять:

- вагу уламків;
- геометричні розміри;
- структуру і вміст арматури.

Всі завали неоднорідні за своїм обсягом. Як правило, в поверхні завали мають вищу щільність. Тут же буде зосереджена основна маса дрібних уламків, уламків даху, будівельного сміття. В центрі завалу, у його основи, переважно знаходяться великі і середні уламки, порожнечі зустрічаються частіше, розміри порожнечі відносно великі. Такий розподіл уламків пояснюється природою формування завалу.

При руйнуванні будівлі, конструкції його верхніх поверхів долають більш протяжний шлях, отримують більше прискорення і піддаються вищим динамічним навантаженням. Це призводить до того, що ці конструкції в більшій частині перетворюються на дрібні уламки і сміття. Конструкції нижніх поверхів будівлі менше руйнуються при падінні і, нагромаджуючись, формують вторинні зведення, в яких утворюється велика кількість порожнечі. Велика імовірність утворення порожнечі в уцілілих кутах будівлі і в районах розташування сходових кліток (ліфтових шахт).

2.2 Приклад визначення основних показників завалів.

2.2.1 Формування завдання для розрахунків

Для визначення показники завалів слід виконати наступні завдання.

1. Навести вихідні дані згідно у вигляді таблиці 6.3.

Таблиця 2.3 – Форма таблиці для запису вихідних даних

Назва параметра, його позначення та розмірність	Значення параметра
Довжина будівлі A , м	
Ширина будівлі B , м	
Висота будівлі H , м	
Тип будівлі	
Матеріал стін будівлі	

2. Визначити показники:

- висоту завала h , м;
- довжину завала $A_{зав}$, м;
- ширину завала $B_{зав}$, м;
- дальність розлітання уламків L , м;
- структуру завала за вагою уламків C_y , %;
- структуру завала за складом елементів C_e , %;
- структуру завала за складом арматури C_a , %;
- порожнистість завала α , м³;
- питомий об'єм завала γ , м³;
- об'ємну вагу завала β , т/м³;
- об'єм завала V , м³;
- максимальну вагу уламків ρ , т;
- максимальні розміри уламків;
- структуру уламків за складом арматури m_a , кг.

2.2.2 Алгоритм виконання завдання

1. Визначають дальність розлітання уламків:

$$L = H, \text{ м} \quad (2.1)$$

2. Визначають висоту завала:

$$A_{зав} = 2L + A, \text{ м} \quad (2.2)$$

3. Визначають довжину завала.

3.1 У разі вибуху всередині будівлі:

$$A_{зав} = 2L + A, \text{ м} \quad (2.3)$$

3.2 У разі вибуху поза будівлею:

$$A_{зав} = L + A, \text{ м} \quad (2.4)$$

4. Визначають ширину завала.

4.1 У разі вибуху всередині будівлі:

$$B_{зав} = 2L + B, \text{ м} \quad (2.5)$$

4.2 У разі вибуху поза будівлею:

$$B_{зав} = L + B, м \quad (2.6)$$

5. За таблицею 2.2 визначають структуру завала за вагою уламків.

5.1 Дуже великі (більше 5 т) C_{y1} , %.

5.2 Великі (від 2 до 5 т) C_{y2} , %.

5.3 Середні (від 0,2 до 2 т) C_{y3} , %.

5.4 Дрібні (до 0,2 т) C_{y3} , %.

6. За таблицею 2.5 визначають структуру завала за складом елементів C_e , %:

6.1 Цегляні глиби, бита цегла C_{e1} , %.

6.2 Уламки залізобетонних та бетонних конструкцій C_{e2} , %.

6.3 Дерев'яні конструкції C_{e3} , %.

6.4 Металеві конструкції C_{e4} , %.

6.5 Будівельне сміття C_{e5} , %.

7. За таблицею 2.6 визначають структуру завала за складом арматури.

7.1 Вміст арматури в межах контуру будівлі на 1 пог. м. завала C_a , см².

7.2 Сортамент арматури на 1 пог. м. завала.

8. За таблицею 2.7 визначають порожнистість завала α , м³.

9. За таблицею 2.7 визначають питомий об'єм завала γ , м³.

10. За таблицею 2.7 визначають об'ємну вагу завала β , т/м³.

11. Визначають об'єм завала:

$$V = \frac{\gamma \cdot A \cdot B \cdot H}{100}, м^3. \quad (6.7)$$

12. За таблицею 2.8 або 2.9 визначають максимальну вагу уламків.

13. За таблицею 2.8 або 2.9 визначають максимальні розміри уламків.

14. За таблицею 2.8 або 2.9 визначають структуру уламків за складом арматури m_a , кг:

2.2.3 Таблиці, необхідні для проведення розрахунків

Таблиця 2.4 – Структура завала за вагою уламків, %

Тип будівлі	Тип уламків за вагою			
	Дуже великі Більше 5 т	Великі від 2 до 5 т	Середні від 0,2 до 2 т	Дрібні від 0,2 т
Виробнича одноповерхова	60	10	20/5	20/25
Виробнича одноповерхова та змішаного типу	10	40	40/10	10/40
Житловий будинок безкаркасний	0	30	60/10	10/60
Житловий будинок каркасний	0	50	40/10	10/40

Примітка: У чисельнику – значення для стін з великих панелей, у знаменнику – значення для стін з кам'яних матеріалів (цегли, дрібних уламків).

Таблиця 2.5 – Структура завала за складом елементів, %

Склад елементів	Будинки житлові зі стінами		Будівлі виробничі зі стінами	
	з цегли	з великих панелей	з цегли	з великих панелей
Цегляні глиби, бита цегла	50	–	25	–
Уламки залізобетонних та бетонних конструкцій	15	75	55	80
Дерев'яні конструкції	15	8	3	3
Металеві конструкції	5	2	10	10
Будівельне сміття	15	15	7	7

Таблиця 2.6 – Структура завала за вмістом арматури

Тип будівлі	Вміст арматури у межах контуру будівлі на 1 пог. м завала	Сортамент арматури на 1 пог. м завала
Виробничі одноповерхові		
Легкого типу	20	d = 12-14 мм – 11 од. d = 28-32 мм – 1 од.
Середнього типу	25	d = 12-14 мм – 12 од. d = 32-36 мм – 1 од.
Важкого типу	30	d = 12-14 мм – 13 од. d = 36-40 мм – 1 од.
Виробнича багатоповерхова	15 п (п – кількість поверхів)	d = 12-14 мм – 16 од. d = 36-40 мм – 1 од.
Виробнича змішаного типу	40	d = 12-14 мм – 16 од. d = 36-40 мм – 1 од.
Житлові будинки безкаркасні		
дрібноблочні	12 п	d = 12-14 мм – 7 од.
великоблочні	12 п	d = 12-14 мм – 7 од.
великопанельні	14 п	d = 12-14 мм – 9 од.
Житлові будинки каркасні	20 п	d = 12-14 мм – 9 од. d = 25-28 мм – 11 од.

Таблиця 2.7 – Об'ємно-масові характеристики завала

Тип будівлі	Порожнистість α, m^3	Питома вага γ, m^3	Об'ємна вага $\beta, m/m^3$
Виробничі будівлі			
Одноповерхова легкого типу	40	14	1,5
Одноповерхова середнього типу	50	16	1,2
Одноповерхова важкого типу	60	20	1
Багатоповерхова	40	21	1,5
Змішаного типу	45	22	1,4
Житлові будинки безкаркасні			
цегляний	30	36	1,2
дрібноблочний	30	36	1,2
великоблочний	30	36	1,2
великопанельний	40	42	1,1
Житлові будинки каркасні			
зі стінами з навісних панелей	40	42	1,1
зі стінами з кам'яних матеріалів	40	42	1,1

Таблиця 2.8 – Вага основних конструктивних елементів виробничих будівель

Тип будівлі	Конструктивні елементи та їх розміри, м	Вага, ρ , тон	Вміст арматури, m_a , кг	
Одноповерхова легкого типа	Балки покриття:	H=3,6	1	80
		H=7,2	4	300
	Плити покриття:	l = 6	3	200
		l = 12	5	300
		l = 18	12	1200
		6x1,5	1	130
	Смугові панелі зовнішніх стін:	6x3	2	250
		12x1,5	3,5	200
		12x3	7	400
		6x1,2	2	60
	6x1,8	3	100	
Одноповерхова середнього типа	Колони:	H=8,4	5	300
		H=10,8	12	600
	Ферми покриття:	l=18	8	500
		l=24	20	1500
Одноповерхова важкого типа	Колони:	H=10,8	10	600
		H=18	20	1500
	Ферми покриття:	l=24	20	1200
		l=36	35	2500
	Плити покриття:	12x3	7	300
Багатоповерхова	Колони:	H=6,2		
		H=10		
		H=14,8		
Багатоповерхова	Балки перекриттів:	l=5		
		l=9		
	Плити перекриттів:	6x0,75		
		6x2,5		

Таблиця 2.9 – Вага основних конструктивних елементів житлових будинків

Тип будинку	Конструктивні елементи	Вага, <i>ρ, тон</i>	Вміст арматури, <i>m_a, кг</i>
Безкаркасний			
Цегляний	Максимальна вага уламків стін	1,5	–
Дрібноблочний	Максимальна вага уламків стін	1	–
Великоблочний	Максимальна вага уламків стін	2	–
Великопанельний	Панелі зовнішніх стін	4	140
Каркасний			
Зі стінами з навісних панелей	Панелі зовнішніх стін	3	100
Зі стінами з кам'яних матеріалів	Максимальна вага уламків стін	1	–
	Колони: Н=8 м		
	- перерізом 30х30 см (до 5-ти поверхів)	2	150
		2,5	200
	- перерізом 40х40 см (до 5-12 поверхів)	2	150
	2,5	150	
	Ригелі каркаса 40х45 см		
	Плити перекриттів 6х1 м		

Література

1. Sigma 2/2020: Natural catastrophes in times of economic accumulation and climate change. *Sigma research*: веб-сайт. URL: <https://www.swissre.com/institute/research/sigma-research/sigma-2020-02.html> (дата звернення 25.01 2022).
2. Международный день по снижению риска бедствий 2022. *Экологический информационный центр «Эко-Инфо»*: веб-сайт. URL: <http://ecoinfo.bas-net.by/calendar/international-day-disaster-reduction.html> (дата звернення 25.01 2022).
3. Лисиченко М.Л., Вамболь В.В, Вамболь С.О., Кірієнко М.М., Черепньов І.А., Власовець В.М. Безпека в надзвичайних ситуаціях: навч. посібник у 2 ч. Ч. 1: Надзвичайні ситуації. Харків: ТОВ “ПромАрт”, 2021. 202 с.
4. Серкин В.П. Организационно-психологические причины техногенных катастроф. *Электронный научный журнал "Организационная психология"*. 2012. Вып. 2, ч.1. URL: <https://orgpsyjournal.hse.ru/2015-5-1.html> (дата звернення 25.01 2022).
5. Козаченко Т. І. Геоінформаційне картографування техногенних загроз від потенційно небезпечних об'єктів. *Вісник геодезії та картографії*. 2012. № 1. С. 14-25.
6. Із-за газу в Україні вибухнуло майже 100 будинків: в Раді знайшли винних. *Build Portal*: веб-сайт. URL: <http://budport.com.ua/news/18083-iz-za-gaza-v-ukraine-vzorvalos-pochti-100-domov-v-rade-nashli-vinovnyh> (дата звернення 25.01 2022).
7. Сейсмічність України. *Світовий центр даних з геоінформатики та сталого розвитку*: веб-сайт. URL: <http://wdc.org.ua/uk/node/192> (дата звернення 25.01 2022).
8. Які природні лиха відбувались в Україні? Які природні лиха були у нашій місцевості(області)? 1. Землетруси. *Блог групи "Краєзнавці"*: веб-сайт. URL: <http://krayeznavtsi.blogspot.com/2014/11/1.html> (дата звернення 25.01 2022).
9. Кендзера О.В. Сейсмічна небезпека і сейсмічний захист в Україні. *Український географічний журнал*. 2015. № 3. С. 9-15.
10. Тактика ліквідації надзвичайних ситуацій: Конспект лекцій. Лекції 1-17 / Гузенко В.А. та ін. Харків: НУЦЗУ. 2011. 240 с.
11. Аветисян В.Г. Організація аварійно-рятувальних робіт на зруйнованих будівлях: практич. посіб. Харків. 2005. 70 с.

Практичне заняття №3

РОЗРАХУНОК СИЛ І ЗАСОБІВ ДЛЯ ДЕБЛОКУВАННЯ ПОТЕРПІЛИХ З-ПІД ЗАВАЛІВ УНАСЛІДОК РАПТОВОГО РУЙНУВАННЯ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

Мета: оволодіти навичками розрахунку сил і засобів для деблокування потерпілих з-під завалів при виникненні надзвичайних ситуацій унаслідок раптового руйнування будівель і споруд

План заняття

- 3.1. Загальні відомості.
- 3.2 Розрахунок сил і засобів.

3.1. Загальні відомості.

Як відмічене в роботі [1] Будь яка надзвичайна ситуація (НС) незалежно від її походження має п'ять етапів, а саме:

- стадія зародження;
- стадія ініціювання;
- стадія кульмінації;
- стадія загасання;
- стадія ліквідації наслідків.

Найбільш оптимальним методом боротьби з НС є її попередження, бо «...ліквідація наслідків надзвичайної ситуації потребує витрат у 10 – 15 разів більш, чім здійснення заходів щодо її запобігання (без урахування можливих людських втрат)...» [2]. Тобто вжиття відповідних заходів на етапі зародження, досить часто дозволяє запобігти виникненню катастрофи або значно понизити її негативні наслідки. Як приклад можна привести підривання льоду на річках з метою відвертання повені (рис. 3.1).



Рис. 3.1 Підривання льоду на річці з метою відвертання повені

Але досвід цивільного захисту, у тому числі і міжнародний доводить, що з об'єктивних і суб'єктивних причин не можна забезпечити 100% гарантію того, що назриваюча НС може бути попереджена. Трагічні наслідки повеней (літо 2021 року) для низки країн Європи і а тому числі і ФРН показав, що найсучасніша система сповіщення і прекрасно технічно оснащені рятувальні служби можуть виявитися безсилими перед стихією (рис. 3.2). Тобто, як правило виникаюча аварія або НС змушуватиме проведення заходів з ліквідації її наслідків.



Рис 3.2 Вулиці міста Хаген після повені

Відповідно до Кодексу цивільної захисту України [3]:

- аварійно-рятувальні та інші невідкладні роботи (АРІНР) - роботи, спрямовані на пошук, рятування і захист населення, уникнення руйнувань і матеріальних збитків, локалізацію зони впливу небезпечних чинників, ліквідацію чинників, що унеможливають проведення таких робіт або загрожують життю рятувальників;

- відновлювальні роботи (ВР) - комплекс робіт, пов'язаних з відновленням будівель, споруд, підприємств, установ та організацій незалежно від форми власності, які були зруйновані або пошкоджені внаслідок надзвичайної ситуації, та відповідних територій;

- ліквідація наслідків надзвичайної ситуації - проведення комплексу заходів, що включає аварійно-рятувальні та інші невідкладні роботи, які здійснюються у разі виникнення надзвичайної ситуації і спрямовані на припинення дії небезпечних факторів, рятування життя та збереження здоров'я людей, а також на локалізацію зони надзвичайної ситуації.

АРІНР в зоні НС складаються з пошуково-рятувальних та невідкладних аварійно-відновлювальних робіт (рис. 3.3) [4].



Рис. 3.3 Основний зміст аварійно-рятувальних робіт

3.1.1 Пошуково рятувальні роботи

Розвідка зони НС. Розвідка зони “НС” полягає в збирання всебічної інформації про осередок ураження з метою оцінки обстановки та прийняття рішення. Розвідку можна поділити на два види: загальну та інженерну.

Види розвідки: наземна, радіологічна, хімічна (рис. 7.4), інженерна, пожежна розвідка, медична розвідка, біологічна, ветеринарна, повітряна, водна, підземна.

Мета розвідки - збір всебічної інформації про зону НС.

Задачі розвідки:

- встановлення зони та характеру НС;
- визначення місць знаходження потерпілих та їхнього стану;
- встановлення ступеня радіоактивного, хімічного, біологічного зараження;
- оцінка стану об'єктів в зоні НС (будівель та споруд, інженерних комунікацій, ліній зв'язку, джерел водопостачання);
- визначення осередків пожеж та інших небезпечних факторів (вода, газ, пара тощо) і джерел їх виникнення;
- можливість та шляхи розвитку аварійної ситуації;
- визначення шляхів під'їзду та евакуації потерпілих.

Розшук потерпілих. Поверхнево просторовий: розшук постраждалих по всій зоні НС недалеко від поверхні. Перевага: скорочується час на розшук. Недолік: потрібна велика кількість рятувальників;

Вибір головних об'єктів: розшук починають в тих місцях які мають перевагу в часі (місця де проходить горіння, потрапляє вода газ або інші

пошкоджуючи фактори). Перевага: потрібно менше людей. Недолік: звужується коло пошуку.



Рис. 3.4 Проведення хімічної розвідки у пішому порядку

Методи розшуку представлені на рис. 3.5:

- Візуальний огляд. Візуальний огляд місць можливого знаходження постраждалих;
- Акустичний. прослуховування місць можливого знаходження постраждалих;
- Тепловий. визначенні місць постраждалих за теплом яке випромінює тіло;
- Кінологічний. За допомогою спеціально натренованих собак.



Рис. 3.5 Методи розшуку постраждалих

Визволення потерпілого з місць ураження. Витягання потерпілого, тобто його пересування від місця блокування до місця, звідки починається транспортування. Це дуже важлива фаза, тому що навіть якщо успішно виконані 2 та 3 фази при витяганні потерпілому можна завдати травм. Тому під час витягання потерпілого потрібно дотримуватися правила: "головию-хребет-таз" необхідно зберігати єдиним блоком. Зміщення або повороти навкруги хребта не допустимі. У зв'язку з цим потрібно моделювати отвір під людину, а не навпаки. Тобто якщо потерпілий не проходить у зроблений отвір, то замість того, щоб тягнути та згинати його, потрібно отвір розширити. Схематично процес деблокування можна представити у наступному вигляді (рис. 3.6):



Рис. 3.6 Фази деблокування потерпілих [5].

Після деблокування проводяться роботи з переміщення потерпілого до пункту надання медичної допомоги.

Синдром здавлювання виникає коли тіло, людини тривалий час стиснуто уламками. Приводить до відмирання тканин у затисненій частині тіла та ниркової недостатності, при неправильних діях рятувальників приводить до загибелі.

Синдром здавлювання можливий:

- при здавлюванні кінцівки більше 15 хвилин;
- з появою набряку й зникненні рельєфу м'язів ніг або рук;
- Якщо не прощупується пульс у щиколоток.

Достовірні ознаки синдрому здавлювання:

- Значне погіршення стану відразу після звільнення.
- Поява рожевої або червоної сечі.

Надання медичної допомоги. Надання медичної допомоги постраждалим проводиться безпосередньо в тих місцях де їх знайшли в ході рятувальних робіт. Невідкладну медичну допомогу надають рятувальники, а також самі постраждалі в порядку само та взаємодопомоги. При наданні невідкладної допомоги:

- зупиняють кровотечу;
- накладають пов'язки на пошкоджені місця тіла;

- проводять іммобілізацію (накладають шини) при переломах;
- відновлюють дихання та серцеву діяльність;
- відігрівають обморожені ділянки тіла. Подальша медична допомога постраждалим надається медичними робітниками на місці та в медичних закладах куди їх потім доставляють.

При катастрофах з масовими ураженнями населення в основному здійснюється двоетапна система евакуації, виділяють догоспітальний і госпітальний етапи (рисунк 3.7).



Рис. 3.7 Етапи медичної евакуації

Транспортування постраждалих до пунктів медичної допомоги. На догоспітальному етапі надається перша медична, долікарська і перша лікарська допомога, а також виконуються окремі невідкладні заходи кваліфікованої медичної допомоги. На рис. 3.8 показано варіант лікувально-евакуаційного забезпечення при НС на догоспітальному етапі.

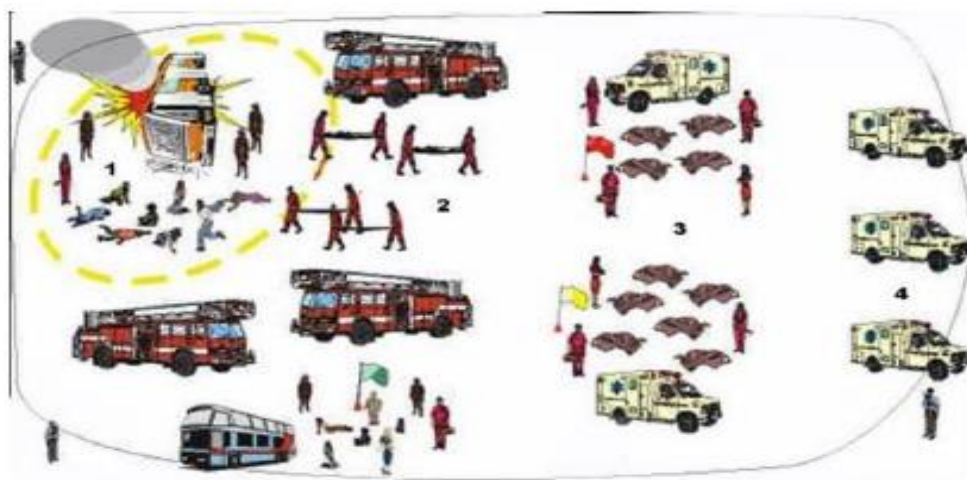


Рис. 3.8 Варіант лікувально-евакуаційного забезпечення

Фахівці Всесвітньої організації охорони здоров'я проаналізувавши результати багаторічних спостережень отримали дуже цікаві статистичні дані [1]:

- через годину після катастрофи помирає 30% важко постраждалих, яким своєчасно не була надана медична допомога;

- через 3 години -60%;

- через 6 годин -90%.

Серед осіб, які отримали першу медичну допомогу протягом 30 хвилин після травми, ускладнення виникають у 2 рази рідше, ніж у тих, кому допомога була надана пізніше. Оптимальний термін надання першої медичної допомоги -30 хвилин після отримання травми, при зупинці дихання -5-7 хвилин, при отруєнні -10 хвилин. У медицині катастроф існує поняття «золота година» - це час, протягом якого надана медична допомога на місці, або оперативна доставка потерпілого в стаціонар гарантує йому максимальні шанси вижити і найменший ризик ускладнень після травм.

Санітарна обробка людей і дезактивація (дегазація) території, споруд та транспорту (рис. 3.9) проводиться з метою видалення шкідливих речовин. Санітарна обробка полягає в змиванні шкідливих речовин з тіла людини та одягу. Санітарна обробка проводиться на окремих майданчиках розташованих на відстані від місць ураження. Для проведення санітарної обробки в підрозділах пожежної охорони існують автомобілі ДДА (дезинфекційно-душовий автомобіль, або причеп).

Для дезактивації техніки проводиться змивання радіоактивних речовин струменями води, або водними дезактивуючими розчинами.



Рис. 3.9 Проведення санітарної обробки

3.1.2 Аварійно-рятувальних операцій у зонах руйнувань землетрусів.

У разі землетрусу, вибухів різного походження, як правило утворюється велика зона руйнувань і завалів (рис. 3.10, рис. 3.11), що значно ускладнює організацію і проведення АРІНР. Тому передбачено поділ на етапи аварійно-рятувальних операцій у зонах руйнувань землетрусів (табл. 3.1).



Рис. 3.10 Масштабні руйнування після землетрусу в Італії



Рис. 3.11 Зруйнований вибухом Бейрут

Таблиця 3.1 Основні етапи аварійно-рятувальних операцій

Етап 1	Оцінка зони руйнувань. У районі проводиться пошук можливих жертв (на поверхні та/або у завалах), оцінюються стійкість будівельних конструкцій та безпека ведення рятувальних робіт. Перевіряються на безпеку усі побутові комунікації.
Етап 2	Швидкий збирання всіх постраждалих, що знаходяться на поверхні. Особливу увагу слід приділяти безпеці рятувальників, які мають покладатися зовнішній вигляд будівлі, т.к. нагромадження уламків може мати під собою необхідної опори і призвести до раптового вторинному обвалу.
Етап 3	Пошук живих постраждалих у всіх внутрішніх пустотах та доступних просторах, що утворилися внаслідок руйнувань. На цьому етапі може бути використана система звукового виклику, опитування. Тільки підготовлений персонал або спеціально навчені рятувальники можуть вести пошук усередині завалів, що утворилися. Істотно сприяти операції може збирання даних у населення про місцезнаходження інших можливих постраждалих.
Етап 4	Вилучення постраждалих, що у завалах. При виявленні потерпілого може бути потрібне часткове видалення уламків з використанням спеціальних інструментів та технічних прийомів, що забезпечують доступ до постраждалих.
Етап 5	Загальне розчищення завалів. Зазвичай наводиться після збирання та вилучення всіх виявлених постраждалих.

В Статуті дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту [6], сформульовані особливості дій підрозділів ОРС ЦЗ під час ліквідації наслідків НС, різного походження, у тому числі землетрусів і вибухів, а саме:

3.1.3 Особливості дій підрозділів ОРС ЦЗ під час ліквідації наслідків НС (небезпечних подій), пов'язаних із землетрусом

1. Наслідками НС (небезпечних подій), пов'язаних із землетрусом, є:
- травмування (ураження) та загибель людей і тварин;
 - руйнування (пошкодження) будівель і споруд, під уламки яких потрапляють люди;
 - виникнення масових пожеж і виробничих аварій;
 - затоплення населених пунктів і цілих районів;
 - руйнування (пошкодження) систем життєзабезпечення населення, енерго-, газо-, водопостачання;
 - руйнування (пошкодження) залізничних і автомобільних шляхів;
 - порушення транспортного сполучення до населених пунктів.

2. Особливість дій підрозділів ОРС ЦЗ під час ліквідації наслідків НС (небезпечних подій), пов'язаних із землетрусом полягає у необхідності:

- проведення розвідки зони НС у цілодобовому режимі із залученням авіації, безпілотних літальних апаратів та інших технічних засобів;

- пошуку постраждалих, рятування людей, надання домедичної допомоги, організації психологічної допомоги і життєзабезпечення населення;

- дотримання вимог щодо безпечного ведення рятувальних робіт у зонах руйнувань, ужиття рятувальниками додаткових заходів безпеки праці, забезпечення своєчасного надання допомоги постраждалим рятувальникам;

- утримання в постійній готовності резервних пошуково-рятувальних формувань до проведення АРІНР.

3. Під час розвідки зони НС встановлюються:

- характер та межі зони руйнувань;

- наявність, кількість, стан постраждалих;

- наявність небезпечних факторів (загоряння, пожежі, підтоплення, пошкодження електромереж тощо) та ступінь їхньої загрози постраждалим і рятувальникам;

- загроза подальшого руйнування конструкцій;

- розміщення в зоні НС підприємств ядерно-енергетичного комплексу, об'єктів підвищеної безпеки;

- наявність та стан шляхів евакуації постраждалих з небезпечної зони.

4. На основі даних розвідки проводиться оцінка обстановки, що включає такі питання:

- проведення АРІНР наявними силами та засобами;

- необхідність залучення додаткових сил аварійних служб (комунальної, енергетики, медичної тощо).

5. На підставі результатів оцінки обстановки визначаються заходи:

- послідовності та місць пошуку постраждалих, надання їм домедичної допомоги;

- залучення додаткових сил і засобів;

- застосування інженерної техніки;

- послідовність проведення відновлювальних робіт (відключення пошкоджених комунікацій, ліквідація пожеж у завалах, укріплення або руйнування нестійких конструкцій).

Після цього зона НС розподіляється на ділянки та визначаються завдання підрозділам щодо проведення АРІНР.

6. Під час проведення АРІНР перевіряються місця найбільш імовірного перебування постраждалих (приміщення з масовим перебуванням людей), частини споруд, що зазнали найменших ушкоджень, та впроваджуються заходи щодо надання допомоги постраждалим.

7. Під час проведення АРІНР застосовуються такі методи ведення пошуку:

- візуальне обстеження постраждалої території обльотом зони руйнування на вертольотах або з використанням безпілотних літальних апаратів, опитування очевидців та врятованих постраждалих;

- просте прослуховування - рятувальники проходять завали шеренгами з інтервалом 3-4 метри. Проводиться простукування водопровідних труб для виявлення постраждалих під завалами;

- прослуховування із застосуванням методу триангуляції - три рятувальники стають у вершин умовного рівнобедреного трикутника обличчям один до одного і ведуть прослуховування, цей метод дозволяє точніше визначити місцезнаходження джерела звуку;

- метод візуального зондування - рятувальники оглядають вільний простір під завалами, використовуючи вузькі щілини, пробиті отвори невеликого діаметра;

- пошук з використанням пошукових собак (під час ведення пошуку таким методом не допускається відволікати собак сторонніми звуками, заходити у визначену зону пошуку та проводити будь-які інші роботи);

- тепловий метод полягає у визначенні місцезнаходження постраждалого за допомогою тепловізора;

- акустичний метод полягає у прослуховуванні завалів із застосуванням спеціальних приладів-геофонів.

8. Обстеження пошкоджених (зруйнованих) будинків слід розпочинати з огляду їхніх зовнішніх сторін у межах проектної забудови або по периметру. Огляд внутрішніх приміщень проводять пошуково-рятувальні розрахунки, які, послідовно переміщуючись окремими секціями, обходять усі приміщення, що збереглися. Шлях доступу до постраждалого має відповідати таким критеріям: найпряміший, найшвидший, найбезпечніший для потерпілого та рятувальника.

3.1.4 Особливості дій підрозділів ОРС ЦЗ під час ліквідації наслідків НС (небезпечних подій) унаслідок вибуху

1. Унаслідок вибуху можливі руйнування будівель і споруд, утворення окремих завалів, виникнення нових вибухів і масштабних пожеж через промислові аварії, може статися замикання в електричних мережах, розгерметизація цистерн для зберігання займистих речовин, виникнення осередків ураження різними токсичними чинниками, ураження людей і тварин. Під час зазначених аварій обстановка характеризується за такими параметрами: площа пожежі та зона теплової дії; ураження обслуговувального персоналу об'єкта і загроза населенню найближчих житлових будинків під час вибухів від вогню і задимлення; руйнування будинків, споруд і виникнення завалів; пошкодження зовнішнього і

внутрішнього протипожежного водопостачання, стаціонарних систем пожежогасіння, технологічного обладнання тощо.

2. Дії підрозділу на пожежо- і вибухонебезпечному об'єкті включають насамперед проведення розвідки як на об'єкті, так і на прилеглий до нього території. Під час організації розвідки особлива увага звертається на можливість повторних вибухів, наявність постраждалих під час вибухів на об'єкті та в найближчих житлових будинках, ступінь руйнування будинків, споруд, місця виникнення завалів, наявність та справність зовнішнього протипожежного водопостачання, стаціонарних систем пожежогасіння.

3. Під час проведення розвідки встановлюються райони та характер пожеж, визначаються основні напрямки введення сил і засобів для проведення АРІНР та гасіння пожеж, напрямок і швидкість поширення вогню, зони загазованості, наявність загрози населенню; межі району локалізації та гасіння пожеж; місцезнаходження потерпілих; наявність ділянок сильного задимлення, характер руйнування резервуарів (сховищ) і трубопроводів; місця можливого розливу нафтопродуктів і сильнодіючих отруйних речовин; наявність водоймищ, справних джерел водопостачання, запасів спеціальних вогнегасних речовин та стан під'їзних шляхів, безпечні місця зосередження сил і засобів, збору евакуйованих людей.

4. На основі даних розвідки проводиться оцінка обстановки та визначаються:

заходи з організації рятування людей, порядку надання допомоги постраждалим та залучення для цього необхідних засобів;

основні тактичні прийоми з ліквідації наслідків НС;

рубежі локалізації і гасіння пожеж;

напрямки і шляхи відходу особового складу в разі загрози вибуху або викиду нафтопродуктів;

організація зовнішнього протипожежного водопостачання;

засоби захисту особового складу від небезпечних факторів;

необхідність проведення стабілізації будівельних та інших конструкцій.

5. Найважливішим завданням є пошук і деблокування постраждалих із зруйнованих будівель. Роботи за технологічним принципом розподіляються на три основні види:

деблокування постраждалих, які перебувають під уламками будівельних конструкцій;

деблокування постраждалих із замкнених приміщень;

рятування людей з верхніх поверхів зруйнованих будівель.

Виконання робіт з деблокування постраждалих здійснюється такими способами:

- послідовне розбирання завалів;

- влаштування лазів;

- утворення тунелю в ґрунті під завалом;
- пробивання отворів у стінах та перекриттях.

6. Під час виконання робіт, пов'язаних з ліквідацією аварії внаслідок вибуху, організовуються заходи для захисту особового складу і техніки від ураження внаслідок можливого повторного вибуху (вибухова хвиля, осколки і уламки конструкцій, тепловий вплив, ураження органів дихання продуктами горіння).

Одночасно здійснюються заходи щодо рятування людей з палаючих, зруйнованих будинків і зон задимлення, надання їм домедичної та екстреної медичної допомоги, евакуації до закладів охорони здоров'я.

3.1.5. Технологія проведення аварійно-рятувальних робіт

Аварійно-рятувальні та інженерні підрозділи роблять проїзди і проходи, здійснюють обвалування або відведення горючих (отруйних) рідин, що розлилися, у безпечні місця, відключають пошкоджені цистерни (ємності), апарати, механізми і трубопроводи.

Технологія проведення аварійно-рятувальних робіт (АРР) в завалі включає наступні основні етапи.

Етап № 1. Вивчення і аналіз обстановки, оцінка ступеня руйнування, встановлення зони руйнування, маркування. Оцінка стійкості будівель і конструкцій. Організація безпечних умов роботи рятувальників.

Етап № 2. Надання оперативної допомоги постраждалим, що знаходиться на поверхні завалу.

Етап № 3. Ретельний пошук постраждалих з використанням всіх наявних засобів і методів пошуку.

Етап № 4. Часткове розбирання завалу з використанням важкої техніки для надання допомоги постраждалим.

Етап № 5. Загальне розбирання (розчищення) завалу після витягання всіх постраждалих.

Пошук постраждалих в завалі здійснюється наступними основними способами: візуально, за свідченнями очевидців, за допомогою пошукових собак, за допомогою спеціальних приладів.

Після проведення розвідки і забезпечення безпечних умов роботи рятувальники приступають до розбирання завалу для надання допомоги постраждалим. В першу чергу АРР проводяться в тих місцях, де виявлені живі люди. При цьому використовуються два основні способи: розбирання завалу зверху вниз; пристрій лазу в завалі.

При проведенні АРР в завалах найчастіше використовуються наступні інструменти, пристосування, машини і механізми.

Гідравлічний інструмент: щелепні розтискачі, розширювачі, домкрати, гідравлічні циліндри.

Шанцевий інструмент: ломи, лопати, кирки, пили.

Електричний інструмент: ланцюгові і дискові електропили, кутові шліфувальні машини (рис. 3.12).



Рис. 3.12 Механізований гідравлічний аварійно-рятувальний Інструмент (приклад)

Машини і механізми: автокрани різної вантажопідйомності, екскаватори, навантажувачі, бульдозери, вантажні машини (рис. 3.13 – 3.15).



Рис. 3.13 Котлованна машина МДК-2М



Рис. 3.14 Котлованна машина МДК-3



Рис. 3.15 Автомобільний кран КС-4574А

3.2 Розрахунок сил і засобів.

3.2.1 Формування завдання

1. Для проведення розрахунку сил і засобів формуємо вихідні дані у вигляді таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Форма таблиці для запису вихідних даних

Назва параметру, його позначення та розмірність	Значення параметру
Кількість людей, що перебувають у завалі $N_{зав}$, чол.	
Висота завалу $h_{зав}$, м	
Трудомісткість по розбиранню завалу $\Pi_{зав}$, чол. год/м ³ ,	
Загальний час виконання рятувальних робіт T , год	
Кількість змін у добу при виконанні рятувальних робіт n	
Призначення зруйнованого будинку	
Матеріал стін зруйнованого будинку	
Час доби	
Температура повітря, °С	

2. Розрахувати сили і засобів для деблокування потерпілих з-під завалів

Увага! Під час проведення розрахунків за формулами 3.1-3.5 всі кінцеві значення потрібно округляти до найбільшого цілого числа.

7.2.2 Алгоритм виконання завдання.

1. Визначають обсяг завалу для звільнення потерпілих:

$$W_{зав} = 1,25 \cdot N_{зав} \cdot h_{зав}, \text{ м}^3. \quad (3.1)$$

2. За таблицею 3.3 визначають коефіцієнт $K_{зав}$, що враховує структури завалу.

3. За таблицею 3.4 визначають коефіцієнт K_D впливу часу доби на продуктивність.

4. За таблицею 3.5 визначають коефіцієнт $K_{П}$, що враховує погодні умови.

5. Визначають кількість особового складу для комплектування рятувальних механізованих груп:

$$N_{PMГ} = 0,15 \cdot \frac{W_{зав} \cdot \Pi_{зав}}{T} \cdot K_{зав} \cdot K_{Д} \cdot K_{П}, \text{чол.} \quad (3.2)$$

6. Визначають кількість ланок ручного розбирання

$$n_{PMГ} = \frac{N_{PMГ}}{23}, \text{шт.} \quad (3.3)$$

7. За таблицею 3.6 визначають коефіцієнт k , що враховує співвідношення між механізованими групами й ланками ручного розбирання залежно від структури завалу.

8. Визначають загальну кількість рятувальних ланок ручного розбирання

$$n_{PP} = n \cdot k \cdot n_{PMГ}, \text{шт.} \quad (3.4)$$

9. Визначають кількість особового складу для укомплектування ланок ручного розбирання завалів

$$N_{PP} = 7 \cdot n_{PP}, \text{чол.} \quad (3.5)$$

Примітка. При визначенні параметрів $W_{зав}$, $N_{PMГ}$, n_{PP} , N_{PP} округлення робити в бік більшого цілого числа.

3.2.3 Таблиці, необхідні для проведення розрахунків

Таблиця 3.3 – Значення коефіцієнту $K_{зав}$, що враховує структури завалу

Житлових будинків зі стінами			Виробничих будинків зі стінами	
з місцевих предметів	із цегли	з панелей	із цегли	з панелей
0,1	0,2	0,75	0,65	0,9

Таблиця 3.4 – Коефіцієнт $K_{Д}$ впливу часу доби на продуктивність

Час доби	ранок	вечір	день	ніч
$K_{Д}$	1,25	1,25	1	1,5

Таблиця 3.5 – Коефіцієнт $K_{П}$, що враховує погодні умови

Температура повітря, °С	>25	від 25 до 0	від 0 до -10	від -10 до -20	< -20
$K_{П}$	1,5	1	1,3	1,4	1,6

Таблиця 3.6 – Значення коефіцієнту k , що враховує що враховує співвідношення між механізованими групами й ланками ручного розбирання залежно від структури завалу

Кількість ланок ручного розбирання на одну механізовану групу при веденні рятувальних робіт у завалах				
Житлових будинків зі стінами			Виробничих будинків зі стінами	
з місцевих предметів	із цегли	з панелей	із цегли	з панелей
9	8	3	2	1

Література.

1. Лисиченко М.Л., Вамболь В.В, Вамболь С.О., Кірієнко М.М., Черепньов І.А., Власовець В.М. Безпека в надзвичайних ситуаціях: навч. посібник у 2 ч. Ч. 1: Надзвичайні ситуації. Харків: ТОВ “ПромАрт”, 2021. 202 с.
2. Стоєцький, В. Ф. Один відсоток прибутку на безпеку. *Надзвичайна ситуація*. 2007. № 7. С. 32-35.
3. Кодекс цивільного захисту України. *Верховна Рада України*: вебпортал. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text> (дата звернення 26.01 2022).
4. Тактика ліквідації надзвичайних ситуацій: конспект лекцій. Лекції 1-1 / .Гузенко В.А. та ін.: Харків:НУЦЗУ, 2011. 240 с.
5. Халмурадов Б. Д. Медицина надзвичайних ситуацій: підручник. Київ: Центр учбової літератури, 2016. 208 с
6. Наказ Міністерства внутрішніх справ України від 26.04.2018 № 340 «Про затвердження Статуту дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту та Статуту дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж». *Верховна Рада України*: вебпортал. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0801-18#Text> (дата звернення 26.01 2022).
7. Ручний механізований аварійно-рятувальний інструмент: навч. посіб. / В. М. Гвоздь та ін. Черкаси: УДСНС України у Черкаській області, 2017.142 с.
8. Інженерна та спеціальна техніка для ліквідації надзвичайних ситуацій. Частина 2. навч. посіб. / Львів: ЛДУ БЖД, 2015. 221 с

Практичне заняття №4

ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНОЇ КІЛЬКОСТІ РЯТУВАЛЬНИКІВ ТА ТЕХНІКИ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ РЯТУВАЛЬНИХ РОБІТ

Мета – оволодіти навичками визначення необхідної кількості рятувальників та техніки для проведення рятувальних та аварійно-відновлювальних робіт на об'єкті

План заняття

4.1. Загальні відомості.

4.2 Приклад оцінки визначити необхідної кількості рятувальників та техніки для проведення рятувальних та аварійно-відновлювальних робіт на об'єкті.

4.1. Загальні відомості.

4.1.1 Основні поняття

Приведемо поняття у відповідності НПА України термінів, які використовуватимуться далі.

Рятувальник - особа, яка має відповідну спеціальну підготовку, атестована на здатність до проведення аварійно-рятувальних робіт і безпосередньо бере в них участь, має підтримання.

Постраждалі внаслідок НС (далі - постраждалі) - особи, здоров'ю яких була заподіяна шкода внаслідок НС [1].

Рятувальник - це особа, атестована на здатність до проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт, гасіння пожеж і яка безпосередньо бере в них участь, має відповідну спеціальну, фізичну, психологічну та медичну підготовку.

Громадяни України отримують статус рятувальника на підставі рішення відповідних атестаційних органів за результатами атестації.

Аварійно-рятувальна служба - сукупність організаційно об'єднаних органів управління, сил та засобів, призначених для проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт.

Аварійно-рятувальне формування - підрозділ аварійно-рятувальної служби, самостійний підрозділ, загін, центр, пожежно-рятувальний підрозділ (частина)

Аварійно-рятувальні та інші невідкладні роботи - роботи, спрямовані на пошук, рятування і захист населення, уникнення руйнувань і матеріальних збитків, локалізацію зони впливу небезпечних чинників, ліквідацію чинників, що унеможливають проведення таких робіт або загрожують життю рятувальників.

Ліквідація наслідків надзвичайної ситуації - проведення комплексу заходів, що включає аварійно-рятувальні та інші невідкладні роботи, які здійснюються у разі виникнення надзвичайної ситуації і спрямовані на припинення дії небезпечних факторів, рятування життя та збереження здоров'я людей, а також на локалізацію зони надзвичайної ситуації [2].

Аварійно-рятувальні засоби - технічні засоби спеціального призначення, науково-технічна продукція та інші об'єкти права інтелектуальної власності (засоби зв'язку, техніка, обладнання, спорядження, матеріали, відео-, кіно-, фотоматеріали з технології проведення аварійно-рятувальних робіт, програмні продукти і бази даних та інші засоби), які використовуються під час проведення аварійно-рятувальних робіт.

Аварійно-рятувальне формування - структурний підрозділ аварійно-рятувальної служби, призначений для проведення аварійно-рятувальних робіт.

Оперативна одиниця аварійно-рятувального формування - це група рятувальників (відділення, аварійно-рятувальна мобільна група, пункт тощо), що здатна самостійно виконувати окремі завдання (роботи) з рятування людей, ліквідації аварій, надзвичайних ситуацій та їх наслідків [3].

Ліквідація надзвичайної ситуації — проведення в зоні надзвичайної ситуації та прилеглих до неї районах силами і засобами єдиної державної системи запобігання і реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру усіх видів рятувальних і невідкладних робіт, а також організація життєзабезпечення потерпілого населення та рятувальників.

Ліквідація наслідків надзвичайної ситуації - проведення визначеними підприємствами, установами та організаціями згідно із затвердженим планом робіт, програмою комплексу аварійно-відновних та інших робіт, спрямованих на повне усунення негативних наслідків, спричинених надзвичайною ситуацією [4].

Ліквідація наслідків аварії — режим функціонування, під час якого підприємство (об'єкт) після аварії переводиться в режим нормальної експлуатації або перетворюється в екологічно безпечну природно-технологічну систему [5].

Аварійно-рятувальна машина спеціального призначення (АРМСП) - спеціальний транспортний засіб, який залежно від функціональних можливостей базового шасі, виду та переліку типового спеціального обладнання призначений для організації та забезпечення проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт;

Аварійно-рятувальна техніка спеціального призначення (АРТ-СП) - спеціальні транспортні засоби, призначені для очищення територій від завалів у результаті надзвичайних ситуацій, виконання будівельно-

монтажних робіт, механізації земляних робіт, вантажно-розвантажувальних робіт на місцях ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій;

Піротехнічні машини важкого типу (ПМ-В) - спеціальні транспортні засоби, які конструюються на базі вантажних автомобілів підвищеної прохідності та призначені для транспортування спеціального майна і спорядження, забезпечення робіт з розмінування та подальшого транспортування ВВП різного калібру до місця знищення [6]. ;

4.1.2 Підсистеми реагування на надзвичайні ситуації

Завданнями Підсистеми реагування на надзвичайні ситуації є:

- організація та проведення робіт щодо рятування людей, надання допомоги у ліквідації наслідків аварій, катастроф, стихійного лиха та інших видів небезпечних подій, що становлять загрозу життю або здоров'ю населення чи призводять до завдання матеріальних збитків, та гасіння пожеж;

- залучення органів управління та формувань ОРС ЦЗ до ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій державного і регіонального рівнів та координація їх діяльності під час проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт [7].

Відповідно до Кодексу Цивільного захисту України (ст. 79) [2]: проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій у мирний час та в особливий період включає:

1) Організацію та управління аварійно-рятувальними та іншими невідкладними роботами (рис. 4.1);



Рис. 4.1 Робота штабу з організації та управління аварійно-рятувальними роботами з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій на дорогах.

2) Розвідку районів, зон, ділянок, об'єктів проведення робіт з ліквідації наслідків надзвичайної ситуації (4.2);



Рис. 4.2 Тренування по проведенню радіаційної розвідки при ліквідації наслідку аварії з викидом радіоактивних речовин

3) Визначення та локалізацію зони надзвичайної ситуації;

4) Виявлення та позначення районів, які зазнали радіоактивного, хімічного забруднення чи біологічного зараження (крім районів бойових дій) (рис. 4.3);



Рис. 4.3 Район, який зазнав радіоактивного забруднення в зоні НС

5) прогнозування зони можливого поширення надзвичайної ситуації та масштабів можливих наслідків (рис. 4.4);

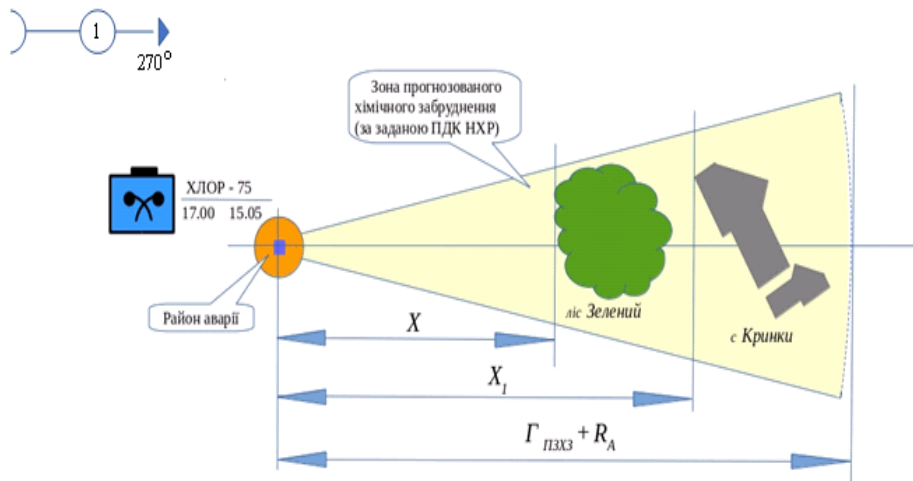


Рис. 4.4 Зона хімічного забруднення за результатами аварійного прогнозування

6) Ліквідацію або мінімізацію впливу небезпечних чинників, які виникли внаслідок надзвичайної ситуації (рис. 4.5);



Рис. 4.5 Зміцнення або обвалення конструкцій будівель і споруд, загрозливих обвалом або перешкоджаючих безпечному проведенню рятувальних робіт

7) Пошук та рятування постраждалих, надання їм екстреної медичної допомоги і транспортування до закладів охорони здоров'я (рис. 4.6);



Рис. 4.6 Розшук уражених та способи рятування людей під уламками будинків

8) Евакуацію або відселення постраждалих (рис. 4.7);



Рис. 4.7 Проведення евакуації постраждалих з зони НС

9) Виявлення та знешкодження вибухонебезпечних предметів та боепасів (рис. 4.8);



Рис. 4.8 Харківська область, 11 жовтня 2021 р.: піротехніки ДСНС знешкодили 16 боєприпасів часів Другої світової війни.

10) Санітарну обробку населення та спеціальну обробку одягу, техніки, обладнання, засобів захисту, будівель, споруд і територій, які зазнали радіоактивного, хімічного забруднення чи біологічного зараження (рис. 4.9);



Рис. 4.9 Проведення дезактивації житлових будинків при ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС, 1986 рік.

11) Надання медичної допомоги постраждалим, здійснення санітарно-протиепідемічних заходів, забезпечення санітарного та епідемічного

благополуччя населення в районі виникнення надзвичайної ситуації та місцях тимчасового розміщення постраждалих (рис. 4.10);



Рис. 4.10 Надання медичної допомоги жертвам вибуху у Бейруті, 2021 рік

12) запровадження обмежувальних заходів, обсервації та карантину (рис. 4.11);



Рис. 4.11 У місті Молочанськ Запорізької області введено карантин через спалах африканської чуми свиней, 1 вересня 2021р.

13) Надання психологічної та матеріальної допомоги постраждалим, проведення їх медико-психологічної реабілітації (рис 4.12);



Рис. 4.12 Психологічний допомога постраждалих внаслідок надзвичайних ситуацій на транспорті

14) Забезпечення громадського порядку в зоні надзвичайної ситуації (рис. 4.13);



Рис. 4.13 Спільний рейд Баштанського відділу поліції ГУ НП в Миколаївській області та КО "Правопорядок" з метою попередження розповсюдження захворюваності на гостру респіраторну інфекцію, спричинену коронавірусом COVID-19.

15) проведення першочергового ремонту та відновлення роботи пошкоджених об'єктів життєзабезпечення населення, транспорту і зв'язку;

16) здійснення заходів соціального захисту постраждалих внаслідок надзвичайних ситуацій;

17) проведення інших робіт та заходів залежно від характеру та виду надзвичайної ситуації.

8.1.3 Організації проведення АРІНР

Зміст організації проведення АРІНР викладене в Статуті дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту [8], а саме:

- прийом і обробку інформації про виникнення НС;
- доведення до підрозділів ОРС ЦЗ сигналів оповіщення;
- виїзд і переміщення сил до місця виникнення НС;
- розвідку зони НС, у тому числі з повітря;
- розгортання сил і засобів, залучених до ліквідації наслідків НС;
- пошук, рятування постраждалих у зоні НС, надання їм домедичної, екстреної психологічної допомоги і підготовку до евакуації в безпечні райони (місця);
- локалізацію та ліквідацію наслідків НС;
- збір і повернення сил і засобів до місця постійної дислокації

Рятування людей під час НС є першочерговим завданням АРІНР і становить сукупність заходів щодо переміщення людей із зони впливу небезпечних факторів НС та їх вторинних проявів або захисту людей від впливу цих факторів, у тому числі з використанням засобів індивідуального захисту та захисних споруд (укриттів).

Рятування людей під час НС слід проводити з використанням усіх можливих форм, способів і методів, а також технічних засобів, що забезпечують найбільшу безпеку як постраждалих, так і особового складу, залученого до проведення АРІНР.

Основними способами рятування людей і майна є:

- евакуація із зони НС, у тому числі з використанням спеціальних технічних засобів та авіації;
- захист від впливу небезпечних факторів НС.

Для рятування людей обираються найбільш безпечні шляхи і способи. Переміщення людей у безпечне місце здійснюється з урахуванням умов ліквідації наслідків НС та стану постраждалих. Захист людей від впливу небезпечних факторів НС у разі неможливості переміщення в безпечне місце здійснюється з використанням усіх можливих засобів та методів із дотриманням заходів безпеки та вимог нормативно-правових актів.

Рятувальні роботи припиняються за рішенням Керівника робіт із НС після ретельного огляду місць можливого перебування людей та відповідної інформації від керівників рятувальних груп.

Основними способами локалізації НС є:

- ізоляція небезпечних факторів НС за допомогою використання відповідних речовин або інших засобів;
- переміщення або інші дії з предметами, що мають ознаки небезпечних факторів НС;

- хімічна нейтралізація, гальмування дії небезпечних факторів НС за допомогою відповідних речовин або інших засобів;
- припинення технологічного процесу.

Спосіб проведення АРІНР визначає керівник підрозділу ОРС ЦЗ безпосередньо на місці робіт на основі вивчення обстановки, стану пошкоджених об'єктів, наявності та характеру небезпечних факторів НС і можливостей підрозділу.

У разі масових руйнувань з наявністю постраждалих основні зусилля зосереджуються на порятунку людей. Основу угруповання сил складають підрозділи ОРС ЦЗ, посилені інженерною технікою та спеціальними засобами, для виконання завдань з розчищення завалів, проходів, забезпечення освітлення ділянок робіт.

У разі виникнення НС, пов'язаної із забрудненням місцевості та об'єктів хімічно небезпечними або радіоактивними речовинами, основні зусилля слід зосереджувати на порятунку постраждалих, захисті населення в зоні забруднення, локалізації та ліквідації джерел ураження. Насамперед у зону НС вводяться підрозділи РХБ захисту, які діють у взаємодії з іншими підрозділами ОРС ЦЗ.

Проведення АРІНР організовується з дотриманням заходів безпеки, урахуванням працездатності особового складу підрозділів ОРС ЦЗ і можливостей спеціальної техніки та обладнання.

Режим роботи при цьому слід установлювати з урахуванням допустимого строку перебування особового складу в зоні НС, а також стану працездатності особового складу підрозділів ОРС ЦЗ під час роботи в певних умовах. Заміна підрозділів, задіяних до проведення АРІНР, відбувається після закінчення встановленого часу роботи. Час і порядок заміни визначає Керівник робіт із НС. З метою забезпечення безперервності АРІНР заміна особового складу проводиться безпосередньо на робочих місцях. Техніка підрозділів ОРС ЦЗ, що змінюються, за потреби передається прибулим підрозділам на місці роботи.

До ліквідації наслідків НС, проведення аварійно-рятувальних (пошуково-рятувальних) та інших невідкладних робіт, гасіння пожеж залучаються ОРС ЦЗ, аварійно-рятувальні служби (державні, регіональні, комунальні, об'єктові, громадських організацій), формування цивільного захисту, спеціалізовані служби цивільного захисту, пожежно-рятувальні підрозділи (частини), добровільні формування цивільного захисту, а також громадські організації, добровольці та волонтери.

Рішення про закінчення аварійно-рятувальних (пошуково-рятувальних) та інших невідкладних робіт приймає Керівник робіт із НС із подальшим оформленням звітних матеріалів про прийняті рішення і перебіг подій під час ліквідації наслідків НС.

4.2 Приклад оцінки визначити необхідної кількості рятувальників та техніки для проведення рятувальних та аварійно-відновлювальних робіт на об'єкті.

4.2.1. Формування завдання.

Необхідно визначити необхідну кількість рятувальників та техніки для проведення рятувальних та аварійно-відновлювальних робіт на об'єкті.

Для здійснення розрахунків формується таблиця початкових даних (таблиця 4.1),

Таблиця 4.1 – Форма таблиці для запису початкових даних

Назва параметра, його позначення та розмірність	Значення параметра
Площа об'єкта S , $км^2$	
Кількість працюючих на момент виникнення НС N_1 , $чол$	
Кількість цехів, будівель і споруд D	
Кількість цехів, будівель і споруд, що продовжують роботу $D_{НС}$	
Кількість сховищ на об'єкті C_1	
Загальна місткість сховищ n_1 , $чол$	
Кількість укриттів на об'єкті C_2	
Загальна місткість укриттів n_2 , $чол$	
Ступінь ураження об'єкта C_v	
Тривалість роботи рятувальників t_p , $год$	24
Кількість змін рятувальників n_p	3
Тривалість роботи техніки t_m , $год$	20
Кількість змін техніки n_m	1
Розрахунковий коефіцієнт K_L	0,5
Розрахунковий коефіцієнт K_o	0,3
Розрахунковий коефіцієнт K_1^o	25
Розрахунковий коефіцієнт K_2^o	50
Розрахунковий коефіцієнт K_1^v	10
Розрахунковий коефіцієнт K_2^v	100
Розрахунковий коефіцієнт K_M	4
Розрахунковий коефіцієнт K_Z	10
Розрахунковий коефіцієнт K_R	15
Розрахунковий коефіцієнт K_1^F	2
Розрахунковий коефіцієнт K_2^F	1
Розрахунковий коефіцієнт K_q^L	30
Розрахунковий коефіцієнт K_m^L	10
Розрахунковий коефіцієнт K_q^o	15
Розрахунковий коефіцієнт K_m^o	5
Розрахунковий коефіцієнт K_q^c	30

Продовження таблиці 4.1

Розрахунковий коефіцієнт K_m^c	6
Розрахунковий коефіцієнт K_q^v	20
Розрахунковий коефіцієнт K_m^v	4
Розрахунковий коефіцієнт K_q^M	0,3
Розрахунковий коефіцієнт K_q^z	12
Розрахунковий коефіцієнт K_q^R	0,5
Розрахунковий коефіцієнт K_q^F	50
Розрахунковий коефіцієнт K_m^F	2,5

4.2.2. Алгоритм виконання завдання.

Увага! Під час проведення розрахунків за формулами 4.2-4.27, 4.33, 4.34 результати слід округляти до найбільшого цілого числа. Під час розрахунків за формулами 4.28-4.31 округлення слід здійснювати за правилами математики.

1. Визначають площу сильних руйнувань::

$$S_{cp} = C_v \cdot S, \text{ км}^2. \quad (4.1)$$

2. Визначають необхідний обсяг робіт для улаштування магістральних проїздів:

$$L_M = S_{cp} \cdot K_L, \text{ км}. \quad (4.2)$$

3. Визначають необхідний обсяг робіт для улаштування проїздів до ОНГ:

$$L_o = \frac{S_{cp} \cdot D_{НС} \cdot K_o}{D}, \text{ км}. \quad (4.3)$$

4. Визначають необхідний обсяг робіт для відкопування і відкриття сховищ:

$$C_1^o = \frac{C_1 \cdot C_y \cdot K_1^o}{100}, \text{ сховищ}. \quad (4.4)$$

5. Визначають необхідний обсяг робіт для відкопування і відкриття укриттів:

$$C_2^0 = \frac{C_2 \cdot C_y \cdot K_2^0}{100}, \text{ укриттів.} \quad (4.5)$$

6. Визначають кількість сховищ, які потребують подачі до них повітря:

$$V_1 = \frac{C_1^0 \cdot K_1^v}{100}, \text{ сховищ.} \quad (4.6)$$

7. Визначають кількість укриттів, які потребують подачі до них повітря:

$$V_2 = \frac{C_2^0 \cdot K_2^v}{100}, \text{ укриттів.} \quad (4.7)$$

8. Визначають кількість уражених, що треба діставати з-під завалів:

$$M = \left(\frac{C_1^0}{C_1} \cdot n_1 + \frac{C_2^0}{C_2} \cdot n_2 \right) \cdot \frac{K_M}{100}, \text{ чол.} \quad (4.8)$$

9. Визначають кількість уражених, що треба відкопувати з-під завалів:

$$Z = (N_1 - (n_1 + n_2)) \cdot C_y \cdot \frac{K_Z}{100}, \text{ чол.} \quad (4.9)$$

10. Визначають кількість уражених, що потребують розшуку:

$$R = (N_1 - (n_1 + n_2)) \cdot C_y \cdot \frac{K_R}{100}, \text{ чол.} \quad (4.10)$$

11. Визначають кількість аварій на комунально-енергетичних мережах (КЕМ) на ОНГ:

$$F_1 = D_{НС} \cdot C_y \cdot K_1^F, \text{ аварій.} \quad (4.11)$$

12. Визначають кількість аварій на КЕМ міста:

$$F_2 = S_{cp} \cdot K_2^F, \text{ аварій.} \quad (4.12)$$

13. Визначають людські працевитрати для улаштування магістральних проїздів:

$$Q_ч^L = L_M \cdot K_ч^L, \text{ люд.} - \text{год.} \quad (4.13)$$

14. Визначають працевитрати техніки для улаштування магістральних проїздів:

$$Q_m^L = L_M \cdot K_m^L, \text{ маш.} - \text{год.} \quad (4.14)$$

15. Визначають людські працевитрати для улаштування проїздів до ОНГ:

$$Q_ч^o = L_o \cdot K_ч^o, \text{ люд.} - \text{год.} \quad (4.15)$$

16. Визначають працевитрати техніки для улаштування проїздів до ОНГ:

$$Q_m^o = L_o \cdot K_m^o, \text{ маш.} - \text{год.} \quad (4.16)$$

17. Визначають людські працевитрати для відкопування і відкриття захисних споруд за допомогою засобів механізації:

$$Q_ч^c = (C_1^o + C_2^o) \cdot K_ч^c, \text{ люд.} - \text{год.} \quad (4.17)$$

18. Визначають працевитрати техніки для відкопування і відкриття захисних споруд за допомогою засобів механізації:

$$Q_m^c = (C_1^o + C_2^o) \cdot K_m^c, \text{ маш.} - \text{год.} \quad (4.18)$$

19. Визначають людські працевитрати для подачі повітря до захисних споруд (ЗС):

$$Q_ч^v = (V_1 + V_2) \cdot K_ч^v, \text{ люд.} - \text{год.} \quad (4.19)$$

20. Визначають працевитрати техніки для подачі повітря до ЗС:

$$Q_m^v = (V_1 + V_2) \cdot K_m^v, \text{ маш.} - \text{год.} \quad (4.20)$$

21. Визначають людські працевитрати для діставання та винесення уражених із ЗС:

$$Q_q^M = M \cdot K_q^M, \text{ люд.} - \text{год.} \quad (4.21)$$

22. Визначають людські працевитрати для відкопування уражених з-під звалів:

$$Q_q^z = Z \cdot K_q^z, \text{ люд.} - \text{год.} \quad (4.22)$$

23. Визначають людські працевитрати для розшуку і винесення поранених:

$$Q_q^R = R \cdot K_q^R, \text{ люд.} - \text{год.} \quad (4.23)$$

24. Визначають людські працевитрати для ліквідації аварій на КЕМ:

$$Q_q^F = (F_1 + F_2) \cdot K_q^F, \text{ люд.} - \text{год.} \quad (4.24)$$

25. Визначають працевитрати техніки для ліквідації аварій на КЕМ:

$$Q_m^F = (F_1 + F_2) \cdot K_m^F, \text{ маш.} - \text{год.} \quad (4.25)$$

26. Визначають загальну кількість працевитрат людей для проведення РІНР:

$$Q_q = Q_q^L + Q_q^o + Q_q^c + Q_q^v + Q_q^M + Q_q^z + Q_q^R + Q_q^F, \text{ люд.} - \text{год.} \quad (4.26)$$

27. Визначають загальну кількість рятувальників для проведення РІНР:

$$N_p = \frac{Q_q \cdot n_p}{t_p}, \text{ чол.} \quad (4.27)$$

28. Визначають кількість рятувальників підрозділів медичного захисту:

$$N_p^{MЗ} = 0,5 \cdot N_p, \text{чол.} \quad (4.28)$$

29. Визначають кількість рятувальників пожежно-рятувальної служби:

$$N_p^{ПРС} = 0,25 \cdot N_p, \text{чол.} \quad (4.29)$$

30. Визначають кількість рятувальників підрозділів протихімічного захисту:

$$N_p^{ПЗ} = 0,1 \cdot N_p, \text{чол.} \quad (4.30)$$

31. Визначають кількість рятувальників підрозділів охорони громадського порядку:

$$N_p^{ОГП} = 0,1 \cdot N_p, \text{чол.} \quad (4.31)$$

32. Визначають кількість рятувальників аварійно-відновлювальних формувань:

$$N_p^{АВФ} = N_p - (N_p^{MЗ} + N_p^{ПРС} + N_p^{ПЗ} + N_p^{ОГП}), \text{чол.} \quad (4.32)$$

33. Визначають загальну кількість працезатрат машин:

$$Q_m = Q_m^L + Q_m^o + Q_m^c + Q_m^v + Q_m^F, \text{ маш.} - \text{год.} \quad (4.33)$$

34. Визначають необхідну кількість техніки:

$$N_m = \frac{Q_m \cdot n_m}{t_m}, \text{ маш.} \quad (4.34)$$

Література.

1. Наказ Міністерства охорони здоров'я України, Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи № 180/115 від 14.05.2001 «Про затвердження Положення про медико-психологічну реабілітацію рятувальників аварійно-рятувальних служб та осіб, що постраждали внаслідок надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру і Положення про центри медико-психологічної реабілітації». *Верховна Рада України*: вебпортал. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0701-01/ed20010815/find?text=%D0%FF%F2%F3%E2%E0%EB%FC%ED%E8%EA#Text>
2. Кодекс Цивільного захисту України. *Верховна Рада України*: вебпортал. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17/ed20150211#n1328>
3. Наказ Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи від 17.11.2003 № 440 «Про Порядок обслуговування об'єктів та окремих територій Державними аварійно-рятувальними службами». *Верховна Рада України*: вебпортал. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1125-03#Text>
4. Постанова Кабінету Міністрів України від 4 лютого 1999 р. № 140 «Про порядок фінансування робіт із запобігання і ліквідації надзвичайних ситуацій та їх наслідків». *Верховна Рада України*: вебпортал. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/140-99-%D0%BF#Text>
5. Наказ Міністерства праці та соціальної політики України № 112 від 17.06.99 «Про затвердження Положення щодо розробки планів локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій». *Верховна Рада України*: вебпортал. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0424-99#Text>.
6. Наказ Міністерства внутрішніх справ України від 06.02.2020 № 99 «Про затвердження Положення про визначення та застосування спеціальних транспортних засобів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту». *Верховна Рада України*: вебпортал. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0232-20/ed20200206#n17>
7. Наказ Міністерства внутрішніх справ України від 04.05.2016 № 356 «Про затвердження Положення про підсистему реагування на надзвичайні ситуації, проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт єдиної державної системи цивільного захисту». *Верховна Рада України*: вебпортал. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0792-16#Text>
8. Наказ Міністерства внутрішніх справ України від 26.04.2018 № 340 «Про затвердження Статуту дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту та Статуту дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж». *Верховна Рада України*: вебпортал. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0801-18#Text>

ЕЛЕКТРОННІ АДРЕСИ БІБЛІОТЕК:

1. Національна бібліотека України ім. В. І. Вернадського
<http://www.nbuv.gov.ua/>
2. Національна парламентська бібліотека України
<https://nlu.org.ua/>
3. Бібліотека Верховної Ради України <http://lib.rada.gov.ua/>
4. Харківська державна наукова бібліотека імені В.Г.Короленка
<https://korolenko.kharkov.com/>
5. Інститут державного управління у сфері цивільного захисту
6. Національний університет цивільного захисту України
<http://books.nuczu.edu.ua/load.php>
7. Львівський державний університет безпеки життєдіяльності
<https://sci.ldubgd.edu.ua/>
8. Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля
Національного університету цивільного захисту України
<https://chipb.dsns.gov.ua/ua/Biblioteka.html>
9. Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова
<https://lib.npu.edu.ua/>
10. Державна науково-технічна бібліотека України
<http://www.gntb.gov.ua/ua/>
11. Державна науково-педагогічна бібліотека України ім. В.О. Сухомлинського
<http://dnrb.gov.ua/ua/>
12. Львівська національна наукова бібліотека ім. В. Стефаника
<http://www.lsl.lviv.ua/index.php/uk/golovna2/>
13. Наукова бібліотека Національного університету "Києво-Могилянська академія"
<https://www.ukma.edu.ua/>
14. Науково - технічна бібліотека ім. Г. І. Денисенко Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут"
<http://library.ntu-kpi.kiev.ua/>
15. Київський національний торговельно-економічний університет
<https://knute.edu.ua/blog/read/?pid=7240&uk>
16. ДЗ «Український науково-практичний центр екстреної медичної допомоги та медицини катастроф МОЗ України»
<https://emergency.in.ua/ukrainiancem/>
17. Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка
<https://library.khntusg.com.ua/>

Навчальне видання

БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Оцінка обстановки у разі руйнування будівель і споруд

Методичні вказівки
до виконання практичних занять з дисципліни

Укладачі:

ЧЕРЕПНЬОВ Ігор Аркадійович
КУНДЕНКО Микола Петрович
ВАМБОЛЬ Віола Владиславівна
ВАМБОЛЬ Сергій Олександрович
ЛЯШЕНКО Геннадій Анатолійович

Формат 60x84/16 Гарнітура TimeNewRoman
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.
ум. друк. арк. 4,9
Тираж 100 пр.
Державний біотехнологічний університет
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44