Міністерство охорони здоров'я України
Національний фармацевтичний Університет

В.П. Черних, О.І. Зайцев, В.І. Вельма, М.М. Бойко

Цивільний захист

Навчальний посібник

За загальною редакцією начальника ЦО НФаУ
чл.-кор. НАНУ, проф. Черних В.П.

Харків 2013

УДК 355.58:364.444(075.8)

Рецензент:

Цивільний захист: Навчальний посібник для студентів вищих фармацевтичних навчальних закладів III-IV рівнів акредитації / В.П. Черних, О.І. Зайцев, В.І. Вельма, М.М. Бойко; За заг.ред. начальника ЦО НФаУ чл.-кор. НАНУ, проф. Черних В.П. - Харків: 2013. - 158 с.

Навчальний посібник рекомендовано для підготовки до практичних та семінарських занять з дисципліни «Цивільний захист». Мета посібника – надати майбутньому спеціалісту, необхідну інформацію для прогнозування медико-санітарних втрат серед населення під час природних або техногенних надзвичайних ситуацій та розрахунку необхідної кількості медикаментів.

УДК 355.58:364.444(075.8)

ЗМІСТ

Умовні скорочення.		**4**
Вступ.		**5**
Тема 1.	**Загальні положення. Класифікація надзвичайних ситуацій. Основні заходи у сфері цивільного захисту.**	**6**
Тема 2.	**Характеристика вогнищ ураження при стихійних лихах.**	**21**
Тема 3.	**Характеристика вогнищ ураження при радіаційних інцидентах.**	**48**
Тема 4.	**Характеристика вогнищ ураження при хімічних інцидентах.**	**82**
Тема 5.	**Характеристика вогнищ ураження при біологічних інцидентах.**	**100**
Тема 6.	**Характеристика вогнищ ураження при пожежовибухонебезпечних інцидентах.**	**118**
Тема 7.	**Принципи організації медичної допомоги постраждалим у вогнищах ураження. Деякі питання медичного постачання формувань та установ, які призначені для медико-санітарного забезпечення населення при надзвичайних ситуація.**	**129**
Додатки		**145**
Список використаної літератури		**153**

УМОВНІ СКОРОЧЕННЯ

АЕС – атомна електростанція;
АІ – аптечка індивідуальна;
АТС – автоматична телефонна станція;
БА – біологічний агент;
ВВЕР – водо-водяний енергетичний реактор;
ГПС – газоповітряна суміш;
ДМСК – державний міжобласний спеціалізований комбінат;
ДШ – дихальні шляхи;
ЕМД – екстра енна медична допомога;
ЕМІ – електромагнітний імпульс;
ЗМІ – засоби масового інформування;
ІПП – індивідуальний протихімічний пакет;
МНС – міністерство надзвичайних ситуацій;
НС – надзвичайна ситуація;
ОР – отруйні речовини;
ППІ – пакет перев'язувальний індивідуальний;
РБМК – реактор великої потужності канальний;
РФ – Російська Федерація;
РНО – радіаційно-небезпечний об'єкт;
СДОР – сильнодіючі отруйні речовини;
СНД – союз незалежних держав;
США – Сполучені Штати Америки;
ТНТ – тринітротолуол;
Тр – трансмісивний шлях передачі;
ТРЦ – торгівельно-розважальний центр;
ТЦ – торгівельний центр;
ХНО – хімічно-небезпечний об'єкт;
ЦЗ – цивільний захист;
Шк – шкіра;
ШКТ – шлунково-кишковий тракт;
MSK-64 – шкала інтенсивності землетрусу за Медведєвим – Шпонхоєром – Карником.

ВСТУП

Метою вивчення дисципліни є формування у студентів здатності творчо мислити, вирішувати складні проблеми інноваційного характеру й приймати продуктивні рішення у сфері цивільного захисту (ЦЗ), з урахуванням особливостей майбутньої професійної діяльності випускників, а також досягнень науково-технічного прогресу.

Вивчення дисципліни передбачає засвоєння студентами новітніх теорій, методів і технологій з прогнозування надзвичайних ситуацій (НС), побудови моделей їхнього розвитку, визначення рівня ризику та обґрунтування комплексу заходів, спрямованих на відвернення НС, захисту персоналу, населення, матеріальних та культурних цінностей в умовах НС, локалізації та ліквідації їхніх наслідків.

Загальнокультурні компетенції охоплюють:

- вміння визначити коло своїх обов’язків за напрямом професійної діяльності з урахуванням завдань з ЦЗ;
- знання методів та інструментарію моніторингу НС, побудови моделей (сценаріїв) їх розвитку та оцінки їх соціально-економічних наслідків;
- здатність приймати рішення з питань ЦЗ в межах своїх повноважень.

Тема 1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ. КЛАСИФІКАЦІЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ. ОСНОВНІ ЗАХОДИ У СФЕРІ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ.

Учбова мета: вивчити загальні положення, ознайомитися з класифікацію надзвичайних ситуацій, знати основні заходи у сфері цивільного захисту.

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Визначення термінів

Цивільний захист — це загальнодержавна система організаційних, інженерно-технічних, санітарно-гігієнічних, протиепідемічних та інших заходів, які здійснюються підприємствами і установами та організаціями незалежно від форми власності та підпорядкування з метою запобігання та ліквідації надзвичайних ситуацій, які загрожують життю та здоров'ю людей, які завдають матеріальних збитків у мирний час і в особливий період.

Сили і засоби цивільного захисту — особовий склад військ та спеціалізовані й невоєнізовані фомування, пожежна та аварійно-рятувальна техніка, пожежно-технічне та аварійно-рятувальне обладнання, засоби пожежогасіння та індивідуального захисту, інше майно, призначене для гасіння пожеж, ліквідації наслідків аварій, повеней, землетрусів та інших катастроф техногенного, біологічного, радіаційного, хімічного або екологічного та військового характеру, мінімізації наслідків Чорнобильської катастрофи.

Зона можливого ураження — окрема територія або об'єкт, на яких внаслідок надзвичайної ситуації техногенного, природного чи військового характеру виникає загроза життю або здоров'ю людей чи заподіяння матеріальних втрат.

Ліквідація наслідків надзвичайних ситуацій — проведення комплексу заходів, які включають аварійно-рятувальні та інші

невідкладні роботи, що здійснюються в разі виникнення надзвичайних ситуацій техногенного, природного та військового характеру (далі — надзвичайні ситуації), і спрямовані на припинення дії небезпечних факторів, рятування життя та збереження здоров'я людей, а також на локалізацію зон надзвичайних ситуацій.

Аварійно-рятувальні роботи — роботи, спрямовані на пошук, рятування і захист людей (включаючи надання їм невідкладної медичної допомоги), захист матеріальних і культурних цінностей та довкілля під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, із залученням працівників, які мають спеціальну підготовку, засоби індивідуального захисту та оснащення [13].

Мета цивільного захисту

Цивільний захист здійснюється з метою:

- реалізації державної політики, спрямованої на забезпечення безпеки та захисту населення і територій, матеріальних і культурних цінностей та довкілля від негативних наслідків надзвичайних ситуацій у мирний час та в особливий період;
- подолання наслідків надзвичайних ситуацій, у тому числі наслідків надзвичайних ситуацій на територіях іноземних держав відповідно до міжнародних договорів України, згода на обов'язковість яких надана Верховною Радою України.

Завдання цивільного захисту

Основними завданнями цивільного захисту є:

- збирання та аналітичне опрацювання інформації про надзвичайні ситуації;
- розвиток національної економіки у напрямках, які виключають можливість виникнення надзвичайних ситуацій;

- прогнозування та оцінки соціально-політичних наслідків надзвичайних ситуацій, визначення на основі прогнозу потреби в силах і засобах, необхідних для запобігання їм та ліквідації їх;
- оперативне оповіщення населення про виникнення або загрозу виникнення надзвичайної ситуації, своєчасне достовірне інформування про обстановку, яка складається, та заходи, що вживаються для запобігання надзвичайним ситуаціям та подолання їх наслідків;
- організація захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій, надання невідкладної психологічної, медичної та іншої допомоги потерпілим;
- проведення невідкладних робіт із ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій та організація життєзабезпечення постраждалого населення;
- надання з використанням засобів цивільного захисту оперативної допомоги населенню в разі виникнення несприятливих побутових або нестандартних ситуацій;
- навчання населення способам захисту в разі виникнення надзвичайних, несприятливих побутових або нестандартних ситуацій та організація тренувань;
- міжнародне співробітництво у сфері ЦЗ.

КЛАСИФІКАЦІЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ.

Класифікація надзвичайних ситуацій (НС) на території України здійснюється відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 15 липня 1998 р. № 1099 «Про порядок класифікації надзвичайних ситуацій», Положення про класифікацію НС, Державного класифікатора НС, затвердженого наказом Держстандарту України від 19 листопада 2001 р., та Класифікаційних ознак НС, затверджених наказом МНС України від 19 квітня 2003 р. № 119.

Згідно з цих документів, НС за походженням поділяють на: **природного, техногенного, соціально-політичного** та **воєнного характеру**.

До **природних НС** (стихійних лих) відносять таки групи:

- атмосферні (бурі, смерчі, шквали, сильні морози, сильні або тривалі спеки, град, тумани, зливи, грози тощо);
- біосферні (масові інфекційні захворювання серед людей, тварин, рослин, поява небезпечних комах, тварин, рослин тощо);
- гідросферні (повені, цунамі тощо);
- космічні (надмірна сонячна активність, падіння метеоритів астероїдів тощо);
- літосферні (обвали, зсуви, землетруси, виверження вулканів, селі, природні пожежі, лавини).

До основних видів **техногенних** НС відносяться:

- транспортні аварії та катастрофи;
- ненавмисні пожежі та вибухи;
- аварії із викидом небезпечних хімічних, радіоактивних речовин та біологічних агентів;
- раптове руйнування споруд та будівель;
- аварії на інженерних мережах і спорудах життєзабезпечення;
- гідродинамічні аварії на греблях, дамбах тощо.

До **соціально-політичних** НС відносяться:

- здійснення або реальна загроза терористичного акту;
- викрадення чи знищення суден;
- захоплення;
- встановлення вибухових пристроїв у громадських місцях;
- зникнення (крадіжка) зброї;
- виявлення застарілих боєприпасів тощо.

НС **воєнного характеру** пов’язані з наслідками застосування зброї масового ураження або звичайних засобів ураження, під час яких

виникають вторинні фактори ураження населення внаслідок зруйнування атомних і гідроелектричних станцій, складів і сховищ радіоактивних і токсичних речовин та відходів, сильнодіючих отруйних речовин, токсичних відходів, транспортних та інженерних комунікацій тощо.

Крім того, згідно з постановою Кабінету Міністрів України від 24 березня 2004 р. № 368 «Про порядок класифікації надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру за їх рівнями» відповідно до територіального поширення, обсягів заподіяних або очікуваних економічних збитків, кількості людей, які загинули, виділяють 4 рівні НС: об'єктового, місцевого, регіонального та загальнодержавного рівня.

НС *об'єктового рівня* – це НС, яка розгортається на території об'єкта або на самому об'єкті і наслідки якої не виходять за межі об'єкта або його санітарно-захисної зони.

НС *місцевого рівня* – це НС, яка виходить за межі потенційно небезпечного об'єкта, загрожує поширенням самої ситуації або її вторинних наслідків на довкілля, сусідні населені пункти, інженерні споруди, а також у разі, коли для її ліквідації необхідні матеріальні і технічні ресурси в обсягах, що перевищують власні можливості потенційно небезпечного об'єкта, але не менш одного відсотка обсягу видатків відповідного бюджету. До місцевого рівня також належать всі надзвичайні ситуації, які виникають на об'єктах житлово-комунальної сфери та інших, що не входять до затверджених переліків потенційно небезпечних об'єктів.

НС *регіонального рівня* – це НС, яка розвивається на території двох або більше адміністративних районів (міст обласного значення) – Автономної Республіки Крим, областей, міст Києва та Севастополя, або загрожує перенесенням на територію суміжної області України, а також у разі, коли для її ліквідації необхідні матеріальні і технічні ресурси в

обсягах, що перевищують власні можливості окремого району, але не менше одного відсотка обсягу видатків відповідних бюджетів.

НС *загальнодержавного рівня* – це НС, яка розвивається на території двох та більше областей (Автономної Республіки Крим, міст Києва та Севастополя) або загрожує транскордонним перенесенням, а також у разі, коли для її ліквідації необхідні матеріали і технічні ресурси в обсягах, що перевищують власні можливості окремої області (Автономної Республіки Крим, міст Києва та Севастополя), але не менше одного відсотка обсягу видатків відповідних бюджетів.

ОСНОВНІ ЗАХОДИ У СФЕРІ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ

Основні заходи у сфері цивільного захисту

З метою ефективної реалізації завдань цивільного захисту, зменшення матеріальних втрат та недопущення шкоди об’єктам, матеріальним і культурним цінностям та довкіллю в разі виникнення надзвичайних ситуацій організації незалежно від форми власності та добровільні рятувальні формування здійснюють:

- оповіщення та інформування;
- спостереження і лабораторний контроль;
- укриття у захисних спорудах;
- евакуацію;
- інженерний захист;
- медичний захист, психологічний захист;
- біологічний, екологічний, радіаційний та хімічний захист.

Оповіщення та інформування

Оповіщення та інформування у сфері цивільного захисту включають:

- оперативне доведення до відома населення інформації про виникнення або можливу загрозу виникнення надзвичайних

ситуацій, у тому числі через загальнодержавну, територіальні і локальні автоматизовані системи централізованого оповіщення;

- завчасне створення та організаційно-технічне поєднання постійно діючих локальних систем оповіщення та інформування населення із спеціальними системами спостереження і контролю в зонах можливого ураження;
- централізоване використання мереж зв'язку, радіомовлення, телебачення та інших технічних засобів передачі інформації незалежно від форми власності та підпорядкування в разі виникнення надзвичайних ситуацій.

Спостереження і лабораторний контроль

Спостереження і лабораторний контроль включають:

- створення і підтримання в постійній готовності загальнодержавної та територіальних мереж спостереження і лабораторного контролю;
- організацію збирання, опрацювання та передачі інформації про стан довкілля, забруднення продуктів харчування, харчової сировини, фуражу, води радіоактивними, хімічними речовинами та інфекційними мікроорганізмами.

Укриття у захисних спорудах

1. Для забезпечення укриття населення в містах, селах, селищах створюється фонд захисних споруд шляхом:

- комплексного освоєння підземного простору населених пунктів для взаємопогодженого розміщення в ньому споруд і приміщень соціально-побутового, виробничого і господарського призначення з урахуванням необхідності пристосування і використання частини приміщень для укриття населення в разі виникнення надзвичайних ситуацій;

- обстеження і взяття на облік підземних і наземних будівель та споруд, що відповідають вимогам захисту, споруд підземного простору населених пунктів, гірничих виробок і природних порожнин;
- дообладнання з урахуванням вимог захисту підвальних та інших заглиблених приміщень;
- будівництва заглиблених споруд, інших нерухомих об’єктів, пристосованих для виконання завдань цивільного захисту;
- будівництва в період загрози виникнення надзвичайних ситуацій найпростіших сховищ та укриттів;
- будівництва окремих сховищ і протирадіаційних укриттів.

2. Фонд захисних споруд у мирний час використовується для господарських, культурних і побутових потреб у порядку, який визначається спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади з питань цивільного захисту.

Здійснення заходів з евакуації населення

1. В умовах недостатнього забезпечення захисними спорудами в населених пунктах, де розташовані об’єкти підвищеної небезпеки, а також в особливий період основним способом захисту населення є його евакуація і розміщення у зонах, безпечних для проживання.

2. Евакуації підлягає населення, яке проживає в населених пунктах, що знаходяться у зонах можливого катастрофічного затоплення, небезпечного радіоактивного забруднення, хімічного ураження, у районах виникнення стихійного лиха, аварій і катастроф, якщо виникає безпосередня загроза життю та здоров’ю людей.

3. У разі виникнення надзвичайної ситуації проводиться загальна або часткова евакуація населення тимчасового або безповоротного характеру.

4. Загальна евакуація населення в особливий період проводиться в окремих регіонах за рішенням Кабінету Міністрів України у разі:

- небезпеки радіоактивного забруднення навколо атомних електростанцій (якщо виникає безпосередня загроза життю та здоров'ю населення, яке проживає в зоні ураження);
- загрози катастрофічного затоплення місцевості з менш ніж чотиригодинним добіганням проривної хвилі;
- виникнення загрози життю та здоров'ю населення, яке проживає в зоні виникнення надзвичайної ситуації військового характеру.

5. Часткова евакуація населення в разі виникнення або загрози виникнення надзвичайної ситуації на відповідній території проводиться за рішенням Кабінету Міністрів України, якщо інше не встановлено законом.

6. Під час проведення часткової або загальної евакуації не зайняте у виробництві та сфері обслуговування населення, студенти, учні навчальних закладів, вихованці дитячих будинків, пенсіонери та інваліди, які утримуються у будинках для осіб похилого віку, разом із викладачами та вихователями, обслуговуючим персоналом і членами їх сімей евакуюються в першу чергу.

7. Евакуація населення з небезпечних районів проводиться пішки і шляхом вивезення основної його частини наявним транспортом.

8. З метою запобігання проявам паніки та недопущення загибелі людей під час евакуації забезпечуються:

- планування евакуації населення;
- визначення зон, придатних для розміщення евакуйованого населення з потенційно небезпечних зон;
- організація оповіщення керівного складу центральних і місцевих органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування,

підприємств, установ та організацій незалежно від форми власності та населення про початок евакуації;

- управління проведенням евакуації;
- створення мінімально необхідних умов для життєдіяльності евакуйованого населення;
- навчання населення діям при проведенні евакуації.

Інженерний захист території

З метою створення умов безпечного проживання населення на території з підвищеним техногенним навантаженням та ризиком виникнення надзвичайних ситуацій здійснюються заходи інженерного захисту території, які включають:

- урахування під час розроблення генеральних планів забудови населених пунктів і ведення містобудування в умовах підвищеного ризику можливості виникнення надзвичайних ситуацій на окремих територіях та в регіонах;
- здійснення контролю за раціональним розміщенням потенційно небезпечних об’єктів з урахуванням можливих наслідків надзвичайних ситуацій для безпеки населення і довкілля в разі виникнення таких ситуацій;
- будівництво споруд, будинків, інженерних мереж та транспортних комунікацій із заданими рівнями безпеки і надійності;
- розроблення і запровадження заходів щодо безаварійного функціонування потенційно небезпечних об’єктів;
- створення комплексних схем захисту населених пунктів та об’єктів від небезпечних природних процесів шляхом організації будівництва протизсувних, протиповеневих, протиселевих, протилавинних, протиерозійних та інших інженерних споруд спеціального призначення.

Медичний захист населення та забезпечення епідемічного благополуччя в районах надзвичайних ситуацій

Для запобігання або зменшення ступеня ураження населення, своєчасного надання допомоги постраждалим та їх лікування, забезпечення епідемічного благополуччя в районах надзвичайних ситуацій здійснюються такі заходи:

- планування і використання існуючих сил та засобів закладів охорони здоров'я незалежно від форм власності та господарювання;
- розгортання в умовах надзвичайних ситуацій необхідної кількості додаткових лікувальних закладів (пунктів);
- своєчасне застосування профілактичних медичних препаратів та санітарно-епідеміологічних заходів;
- контроль за якістю харчових продуктів і продовольчої сировини, питної води і джерел водопостачання;
- завчасне створення і підготовка спеціальних медичних формувань;
- накопичення медичних засобів захисту, медичного та іншого спеціального майна і техніки;
- здійснення контролю за станом довкілля, санітарно-гігієнічною та епідемічною ситуацією;
- навчання населення способам надання першої медичної допомоги та дотримання правил відповідної санітарії;
- забезпечення недопущення впливу на здоров'я людей шкідливих факторів навколишнього середовища та наслідків надзвичайних ситуацій, а також умов для виникнення і поширення інфекційних захворювань;
- санітарна охорона територій та об'єктів у зоні надзвичайної ситуації.

Психологічний захист

Запобігання або зменшення ступеня негативного психологічного впливу на населення та своєчасне надання ефективної психологічної допомоги забезпечуються шляхом здійснення таких заходів:

- планування діяльності та використання існуючих сил і засобів підрозділів психологічного забезпечення спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади з питань цивільного захисту;
- своєчасне застосування психопрофілактичних методів;
- виявлення за допомогою психологічних та соціологічних методів чинників, що сприяють виникненню соціально-психологічної напруги;
- використання сучасних технологій психологічного впливу для нейтралізації негативного впливу на населення.

Біологічний захист

Захист від біологічного зараження включає:

- виявлення осередку біологічного зараження;
- прогнозування масштабів розвитку наслідків біологічного зараження;
- використання колективних та індивідуальних засобів захисту;
- введення режимів карантину та обсервації;
- знезаражування осередку біологічного зараження;
- здійснення заходів екстреної та специфічної профілактики;
- дотримання протиепідемічного режиму суб’єктами господарювання, лікувальними закладами і населенням.

Екологічний захист

Екологічний захист включає здійснення природоохоронних заходів, спрямованих на:

- захист родовищ (газових, нафтових, вугільних, торфових) від пожеж, затоплень і обвалів;
- ліквідацію лісових пожеж та буреломів, сніголамів, вітровалів, техногенного впливу на лісові насадження, а також їх наслідків.

Радіаційний і хімічний захист

1. Радіаційний і хімічний захист включає виявлення вогнищ радіаційного та хімічного забруднення та проведення його оцінки, організацію і здійснення дозиметричного і хімічного контролю, розроблення та запровадження типових режимів радіаційного захисту, забезпечення засобами радіаційного та хімічного захисту, організацію та проведення спеціальної та санітарної обробки.

2. Радіаційний і хімічний захист забезпечується шляхом здійснення таких заходів:

- завчасне накопичення і підтримання в постійній готовності засобів радіаційного та хімічного захисту, обсяги і місця зберігання яких визначаються диференційовано відповідно до зон можливого ураження;
- своєчасне впровадження засобів, способів і методів виявлення та оцінки масштабів і наслідків аварій, руйнувань на радіаційно та хімічно небезпечних об’єктах;
- створення уніфікованих засобів захисту, приладів радіаційної, хімічної розвідки та дозиметричного контролю;
- надання населенню можливості придбання в особисте користування засобів радіаційного та хімічного захисту;
- розроблення типових режимів радіаційного захисту населення і функціонування об’єктів в умовах радіоактивного забруднення місцевості;
- завчасне обладнання радіаційно та хімічно небезпечних об’єктів засобами для проведення спеціальної обробки одягу, майна і

транспортних засобів, а також санітарної обробки населення, постраждалого внаслідок надзвичайної ситуації;

- розроблення загальних критеріїв, методів та методик спостережень щодо оцінки радіаційної та хімічної обстановки.

Захист населення від несприятливих побутових або нестандартних ситуацій

Захист населення від несприятливих побутових або нестандартних ситуацій включає:

- здійснення заходів з виявлення і проведення оцінки таких ситуацій;
- організацію і надання допомоги населенню;
- розроблення типових рекомендацій щодо дій в умовах виникнення несприятливих побутових або нестандартних ситуацій;
- проведення спеціальних аварійно-рятувальних робіт.

Питання до теми 1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ. КЛАСИФІКАЦІЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ. ОСНОВНІ ЗАХОДИ У СФЕРІ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ.

1. Дайте визначення термінам «Цивільний захист», «Сили і засоби цивільного захисту» та приведіть основні завдання ЦЗ.
2. Назвіть мету ЦЗ, дайте визначення термінам «Зона можливого ураження», «Ліквідація наслідків НС» та «Аварійно-рятувальні роботи».
3. Приведіть класифікацію надзвичайних ситуацій із прикладами на території України відповідно до постанови Кабінету Міністрів.
4. Наведіть основні заходи у сфері цивільного захисту і їх коротку характеристику.

5. Дайте характеристику, такому заходу у сфері ЦЗ, як «Оповіщення та інформування».
6. Які заходи включає в себе спостереження і лабораторний контроль постраждалої території?
7. Яким чином реалізується укриття населення під час НС?
8. Що включають в себе заходи евакуації населення з небезпечної території?
9. Наведіть мету заходів з інженерного захисту території та назвіть їх.
10. Дайте стислу характеристику медичному захисту населення в районах НС та назвіть основні заходи із забезпечення епідемічного благополуччя у постраждалих районах.
11. Охарактеризуйте заходи психологічний захисту людей під час НС.
12. Наведіть основні заходи біологічного захисту населення під час зараження території біологічними агентами.
13. Які заходи включає в себе «Радіаційний і хімічний захист» у НС.
14. Що включає в себе «Екологічний захист» та «Захист населення від несприятливих побутових або нестандартних ситуацій»?

Тема 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ВОГНИЩ УРАЖЕННЯ ПРИ СТИХІЙНИХ ЛИХАХ.

Учбова мета: ознайомитися зі станом природних надзвичайних ситуацій в Україні, знати загальні характеристики основних видів природних надзвичайних ситуацій, вміти прогнозувати втрати серед населення під час цих надзвичайних ситуацій та використовувати засоби запобігання та захисту населення в надзвичайних ситуаціях.

За даними статистики сайту МНС України, за період від 2000 до 2011 року, щороку виникало в середньому 100 НС природного походження (стихійних лих).

Стихійні лиха – природні явища або процеси в атмосфері, біосфері, гідросфері, космосі та літосфері, які за своєю інтенсивноістю, масштабом поширення і тривалістю можуть уражати людей, об'єкти економіки та довкілля.

Кожне стихійне лихо має свої причини виникнення, характерні тільки для нього особливості впливу на навколишнє середовище, фізичну сутність і рушійні сили. Тому знаючи характер стихійних лих, причини їх виникнення, можна завчасно вжити заходів і тим самим запобігти деяким з них або значно зменшити їх руйнівний вплив.

В Україні найчастіше спостерігаються такі стихійні лиха: **атмосферні** бурі, шквали, зливи, сильний град, сильна спека чи мороз; **біосферні** масові захворювання людей, тварин, рослин чи поширення небезпечних комах, тварин, рослин; **гідросферні** повені, підвищення рівня грунтових вод; **літосферні** зсуви, обвали, провали, селі, природні пожежі, землетруси тощо.

Коротка характеристика найбільш небезпечних атмосферних НС

Найчастіше в Україні повторюються НС викликані ***екстремальною температурою*** (сильні спеки та морози, суховії,

заморозки, посухи, ожеледі), та НС викликані ***сильним рухом повітря*** та сильними опадами (буревії, смерчі, шквали, шторми, сильні зливи, град, снігопади, тумани).

Сильна спека – підвищення температури повітря до плюс 35°С і вище.

Суховії – це вітри з високою температурою і низькою відносною вологістю повітря.

*Посух*а – це тривала та значна нестача опадів, частіше при підвищенній температурі та низькій вологості повітря, що викликає зниження запасів вологи у грунті.

Сильні морози – це зниження температури повітря до мінус 30°С і нижче.

Сильні ожеледі – це шар щільного льоду товщиною понад 20 мм, що наростає на дротах, земній поверхі, деревах, техніці.

Медико-санітарна обстановка залежить від економічної та технічної розвиненості населених пунктів (наявність тепла у будинках, кондиціонерів). Найбільш чутливі до температурних НС люди похилого віку та діти. Кількість постраждалих може сягати значної кількості (від сотень до півтори тисячи на мільйон). За даними іноземних авторів, смертність серед населення, при морозах може сягати величин 333÷1333 на 1 млн. населення [38, 50], а при спеках може варіюватися в дуже широких межах 3÷236 на 1 млн. населення [38, 43, 49].

На території ураження високою температурою навколишнього середовища, серед населення спостерігається загострення хвороб серцевосудинної системи (інфарктів, гіпертонічних кризів), центральної нервової системи (інсультів, судом, психічних відхилень, теплових ударів), органів дихання (бронхіальною астмою), шлунково-кишкових захворювань (харчових отруєнь та інфекційних захворювань, які передаються через воду), шкіри (подразнення, дерматити), тощо. При ураженні території низькою температурою найчастіше трапляпляються

випадки температурних травм (переохолодження, обмороження та відмороження, опіки від обігрівальних приладів) та механічних травм внаслідок падіння людей (забиття, вивихи, переломи).

Тому, населенню під час НС викликаних екстремальною температурою, можна рекомендувати дотримуватися раціонального режиму життєдіяльності: більше пити (улітку) або більше їсти (взимку), обережно користуватися обігрівальними приладами (взимку), використовувати кондиціонери та вентилятори (улітку), намагатися якумога менше знаходитися на вулиці, та знизити інтенсивність праці вдень (улітку).

Буревій – це тривалий континентальний вітер (понад 12 годин) зі швидкістю повітря 15-30 *м/с*. Шторм це буревій над морем чи океаном.

Шквал – це короткочасне посилення вітру зі зміною його напряму, найчастіше це явище спостерігається під час грози. Швидкість повітря може досягати 10 - 30 *м/с*. Час дії шквалу від декількох хвилин до полутора годин.

Смерч (*торнадо*) – сильний повітряний вихор, який зароджується в грозовій хмарі і потім поширюється згори донизу у вигляді стовпа або хобота. Висота може досягати декілька кілометрів, діаметр до сотень метрів, швидкість переміщення 10-20 *м/с*. Швидкість повітря у вихорі може досягати 330 *м/с*. Тривалість від хвилин до декількох годин.

Злива – це дощ з кількістю опадів понад 15-49 *мм* на рівнинній території та 30 *мм* в гірських районах за 12 *годин*.

Сильна злива – це сильний дощ з кількістю опадів понад 50 *мм* на рівнинній території та 30 *мм* в гірських районах за 1 *годину*.

Сильні снігопади - це інтенсивне випадіння снігу у кількості 6-19 *мм* за 12 *годин* (визначається шаром талої води).

Дуже сильні снігопади – це дуже інтенсивне випадіння снігу у кількості понад 20 *мм* за 12 *годин*.

Град – частинки льоду, різні за розмірами та формою, структурно неоднорідні, випадають у теплий період року. Розмір частинок може бути від 5 до 60 *мм*.

Для характеристики сили вітру та його наслідків введена 12 бальна шкала Бофорта за швидкістю вітру.

Основні параметри, які характеризують силу вітру і характер ушкоджень, наведені нижче в таблиці 2.1 [23].

Таблиця 2.1

Шкала вітрів за Бофортом

Бали	**Назва**	**Швидкість вітру, *м/с***	**Ознаки дії вітру**
7	Дуже сильний	12,4-15,2	Хитаються великі дерева, важко йти проти вітру
8	Надзвичайно сильний	15,2-18,2	Вітер ламає товсті стовбури дерев
9	Сильний шквал	18,2-21,5	Вітер зносить легкі будівлі, валить паркани, зриває труби, черепицю. Невеликі руйнування будівель
10	Буря	21,5-25,1	Вітер валить і вириває з корінням дерева, руйнує міцні будівлі. Значні руйнування будівель
11	Сильна буря	25,1-29,0	Валить телеграфічні стовпи, перекидає вагони, чинить великі руйнування
12	Ураган	Понад 29,0	Призводить до спустошливих наслідків

Деякі справочні дані по ступеням руйнування будівель та споруд при потужних вітрах наведена нижче в таблиці 2.2 [23].

Таблиця 2.2

Ступені руйнування будівель та споруд від потужного вітру

№ п/п	**Типи будівель та споруд**	**Швидкість вітру, *м/с***			
		Ступені руйнування			
		Слабка	**Середня**	**Сильна**	**Повна**
1	Промислові будівлі з легким металевим каркасом та безкаркасні будівлі	25-30	30-50	50-70	>70
2	Цегляні малоповерхівки	20-25	25-40	40-60	>60
3	Цегляні багатоповерхівки	20-25	25-35	35-50	>50
4	Адміністративні багатоповерхівки та будівлі із залізобетоним каркасом	20-35	35-50	50-60	>60

5	Великопанельний житловий будинок	20-30	30-40	40-50	>50
6	Складські цегляні будівлі	25-30	30-45	45-55	>55
7	Трансформаторні підстанції закритого типу	35-45	45-70	70-100	>100
8	Повітряні лінії низької напруги	25-30	30-45	45-60	>60
9	Трубопроводи наземні	35-45	45-60	60-80	>80

Приблизна структура втрат серед населення при руйнуваннях будівель від потужного вітру наведена нижче в таблиці 2.3 [23].

Таблиця 2.3

Структура втрат серед населення при різних ступенях руйнування будівель від потужного вітру

Структура втрат	**Ступені руйнування будівель**			
	Слабка	**Середня**	**Сильна**	**Повна**
Безповоротні	0	0,08	0,15	0,60
Санітарні	0,05	0,22	0,45	0,40
Загальні	0,05	0,30	0,60	1,00

Характеристика ступеней руйнування будівель та споруд наведена нижче в таблиці 2.4 [23].

Таблиця 2.4

Характеристика ступеней руйнування будівель та споруд

Будівлі та споруди	**Ступінь руйнування**		
	Слабка	**Середня**	**Сильна**
Промислові та адміністративні будівлі	Руйнування найменш міцних конструкцій будівель та споруд, невеликі тріщини в стінах, відпадання штукатурки, падіння черепиці, руйнування димохідних труб	Руйнування перегородок, крівлі, великі та глибокі тріщини в стінах, падіння димохідних труб, руйнування віконих та дверних пройомів	Значні деформації у несних конструкціях, наскрізні тріщини й проломи у стінах, завалення частини стін та перекриттів верхніх поверхів та їх деформація на нижніх поверхах
Трубопроводи	Пошкодження стикових з’єднань, часткове пошкодження КВП	Розриви стикових з’єднань, пошкодження КВП й запорної арматури, перелами труб на вводах вокремих місцях	Перелами труб на вводах. Розриви й деформація труб. Сильні пошкодження арматури

Медико-санітарна обстановка при цих видах НС буде визначатись рівнем розвитку держави на території якої відбувається НС, типом НС, характером забудови населених пунктів, розміром фронту вітрового потоку, своєчасністю оповіщення ЗМІ населення про наближення НС. На території ураження сильним рухом повітря або опадами характерні в основному механічні травми людей (садна, забиття, вивихи, перелами, черепно-мозкові травми, крововиливи, пошкодження внутрішніх органів тощо). Так за даними зарубіжних авторів [42], приблизний розподіл травм серед постраждалих від торнадо та ураганів у США, має наступний вид: розриви, ссадна, проникаючі поранення 50-60 %, тупі травми голови, грудей, черева 20-40 %, переломи до 30 %. Слід відзначити, що кількість постраждалих людей може сильно варіюватися, так для смерчей (торнадо) кількість загиблих може досягати кількох сотень, а для ураганів від сотень до декількох тисяч людей у розвинутих державах і сотні тисяч для малорозвинутих крім цього завдаються значні економічні збитки у вигляді руйнування будівель, споруд, втрати врожаю тощо.

Для своєчасного попередження населення про надзвичайну ситуацію по ЗМІ подається сигнал попередження «Увага всім. Штормове попередження».

У разі отримання штормового попередження населення міста повинно: припинити всі види робіт (крім виробничих), підготовувати оселю: зачинити та захистити вікна (по можливості щитами або заклеїти їх), відключити газ, воду, електроприлади, створити запас їжі, води, одягу, перемістится до більш стійких капітальних будівлель наприклад до підвалів, погрибів або сховатися у внутрішніх приміщеннях і уважно слухати ЗМІ. Якщо необхідно, то підготуватися до евакуації (підготувати документи, найбільш необхідні речі, невеликий запас продуктів та води, медикаменти, ліхтарик, радіоприймач, батарейки).

Коротка характеристика найбільш небезпечних біосферних НС

До небезпечних біосферних НС відносяться *поява екзотичної або особливо небезпечної інфекційної хвороби, природні епідемії, епізоотії, епіфітотії* та *активізація осередків інфекційних захворювань* у звичайних умовах, а також під час інших стихійних лих (землетруси, повені, урагани, сильні спеки), які руйнують системи водоочистки, водопостачання, відведення стічних вод, порушують роботу санітарно-протиепідемічних закладів у зоні катастроф та погіршують санітарно-гігієнічний та епідеміологічний стан джерел води та їжі. До біосферних НС також відносяться такі явища як, неконтрольоване розповсюдження небезпечних комах, тварин, рослин (сарани, кліщів, короладських жуків, павуків, гризунів, амброзії тощо).

Епідемія – масове розповсюдження інфекційного захворювання людей на деякій території.

Епізоотія – масове розповсюдження інфекційного захворювання тварин на деякій території.

Епіфітотія – масове розповсюдження інфекційного захворювання рослин або шкідників рослин на деякій території.

Спрогнозувати кількість санітарних втрат та кількість загиблих під час природнього епідемічного процесу дуже важко, оскільки вони залежать як від характеристик самого інфекційного збудника (виду, контагіозності, шляху передачі тощо), так і санітарно-гігієничних умов життя населення в епідеміологічному осередку. Методику приблизних санітарних втрат населення та кількість загиблих на території, яка піддалася дії стихійного лиха (наприклад землетрусу, повені, урагану) або при застосуванні біологічних агентів під час війни чи терористичного акту наведено нижче.

Методика оцінки можливих санітарних та безповоротних втрат населення в епідемічному осередку та вогнищах ураження БА.

Під санітарними втратими розуміють число хворих людей в епідемічному вогнищі внаслідок поширення інфекції на етапі епідеміологічного процесу.

Для розрахунку приблизних безповоротних втрат серед санітарних втрат можна використати наступну формулу:

$$N_{БВ} = N_{СВ} \cdot K_{См}$$

де $N_{БВ}$ – можливі безповоротні втрати, *чол.*;

$N_{СВ}$ – можливі санітарні втрати, *чол.*;

$K_{См}$ – коефіцієнт смертності серед хворих (залежить від наявності чи відсутності лікування, стану хворого тощо для деяких хвороб наведен у таблиці 1 додатку 3).

Для оперативних розрахунків можливих санітарних втрат населення в епідемічному осередку та вогнищі ураження БА, можна використати наступну формулу:

$$N_{СВ} = N_{ЗН} \cdot K_{І} \cdot (1 - K_{НЗ}) \cdot (1 - K_{СЗ}) \cdot K_{ЕП}$$

де $N_{СВ}$ – можливі санітарні втрати, чол;

$N_{ЗН}$ – імовірна чисельність зараженого населення, чол.;

$K_{І}$ – контагіозний індекс;

$K_{НЗ}$ – коефіцієнт неспецифічного захисту;

$K_{СЗ}$ – коефіцієнт специфічного захисту;

$K_{ЕП}$ – коефіцієнт екстреної профілактики.

Вважається, що в зоні катастрофи чи стихійного лиха у разі контагіозних інфекцій 50 % населення, яке там опинилося підлягає зараженню. При малоконтагіозних інфекціях, зараження людей може скласти 10-20 % від загальної кількості постраждалого населення.

Контагіозний індекс показує ступінь імовірності захворювання людини після інфікування (наприклад контакту з хворим). Для

контактних інфекційних захворювань, які не наведені нижче у таблиці його можна приймати 0,5-0,6.

Коефіцієнт неспецифічного захисту населення залежить від своєчасності проведення санітарно-гігієнічних і протиепідемічних заходів, захисту питної води і продуктів харчування від зараження збудниками, роз'єднання населення на дрібні групи при повітряно-крапельних інфекціях, наявності індивідуальних засобів захисту тощо.

Коефіцієнт специфічного захисту враховує ефектиність різних вакцин, які рекомендуються в даний час для специфічної профілактики інфекційних захворювнь.

Коефіцієнт екстреної профілактики відповідає частці зараженого населення, що піддається специфічному захисту протимікробними, противірусними чи протигрибковими препаратами від даного збудника хвороби.

Приблизні дані по наведеним вище коефіцієнтам зведені у таблицю 2.5 [15, 20].

Слід відмітити, що внаслідок серйозних порушень умов побуту та житя населення в районах стихійних лих раптово загострюється епідемічна ситуація по кишковим інфекціям (черевному тифу, паратифам, вірусним гепатитам, дизентирії, сальмонельозам, холері тощо), а скупченість людей в наметах, землянках буде сприяти розповсюдженню респіраторних інфекцій (менінгококовая інфекція, вірусна пневмонія, дифтерія, геморагічні лихоманки, грип, кір тощо) [39].

Після встановлення факту появи випадків особливо небезпечної хвороби (сибірки, чуми, туляремії, жовтої лихоманки тощо) на території вводиться режим *карантину*, а у прилеглих територіях *обсервація*. Обсервація також вводиться при захворюваннях, які не відносяться до особливо небезпечних. Більш докладно про карантин, обсервацію та міри які застосувують в осередку зараження (дезінфекції, дезінсекції та

дератизації) описано у спеціальному розділі (Основні способи та засоби захисту від біологічних агентів). Крім цього на території біологічного лиха, населення повинно дотримуватися суворих протиепідемічних правил: обов'язкове використання ЗІЗ органів дихання, дотримання особистої гігієни, робити дезинфекційну обробку квартир, проходити повну санітарну обробку, робити екстренну неспецифічну та специфічну профилактику, невживати воду та продукти харчування без їх попередньої термічної обробки, знизити контакт з іншими людьми тощо.

Таблиця 2.5

Приблизні значення контагіозного індексу та коефіцієнтів неспецифічного, специфічного захисту і екстренної профілактики.

Вид збудника	**Контагіозний індекс, K_I**	***К*оефіцієнт специфічного захисту, $K_{СЗ}$**	***К*оефіцієнт екстреної профілактики, $K_{ЕП}$**
Легенева форма чуми	0,8-1,0	0,5	0,5
Вірусні геморагічні лихоманки	0,7	0,75	0,2-0,3
Холера	0,6	0,5	*0,1-0,2*
Мелоїдоз	0,6	0,8	0,75
Туляремія	0,4-0,5	0,55	0,5
Сибірка (генералізована форма)	0,4	0,5	0,5
Сап	0,6	0,8	0,8
Орнітоз	0,6	0,8	0,9
Лихоманка Ку	0,5	0,55	0,5
Кліщовий енцефаліт	0,5	0,8	0,6
Висипний тиф	0,5	0,55	0,6
Вірусний гепатит А	0,4	0,55	0,4
Черевний тиф	0,4	0,5	0,4
Менінгококова інфекція	0,2	0,55	0,5
Бруцельоз	0,2	0,75	0,75
Якщо імунізація не проводилася	-	0,5	-
Якщо екстренна профілактика не проводилася	-	-	1,0
Коефіцієнт неспецифічного захисту, $K_{НЗ}$	При відмінній сан.-епід. підготовці населення		0,9
	При добрій сан.-епід. підготовці населення		0,8
	При задовільній сан.-епід. підготовці населення		0,7
	При незадовільній сан.-епід. підготовці населення		0,4
	Зона аварії біологічно небезпечного об'єкта		0,1

Суворе дотримання населенням, яке знаходиться в осередку біологічного лиха, усталеного режиму карантину чи обсервації є одним із вирішальних факторів, які забезпечують локалізацію осередка й

припинення розповсюдження інфекційних хвороб в осередку біологічного лиха.

Коротка характеристика найбільш небезпечних гідросферних НС

До гідросферних надзвичайних ситуацій, які можуть бути в Україні, належать: повені, маловоддя, підйоми та спади рівня Чорного та Азовського морів.

Повені – це тимчасове затоплення значних територій внаслідок сильних злив, швидкого таяння снігу, льоду в горах, руйнування греблі або дамби, великих морських припливів, цунамі. При повені гинуть люди, тварини, знищуються сільськогосподарські посіви, матеріальні цінності, пошкоджуються житлові будинки і виробничі споруди тощо.

Осередок ураження при повені це територія, в межах якої відбулося затопленя місцевості, пошкодження та руйнування будівель, а також поранення та загибель людей, сільськогосподарських тварин і рослин, псування і знищення сировини, палива, продуктів харчування тощо.

Прогнозування наслідків при прориві гідроспоруд. Для визначення розмірів зон ураження повінню при проривах гідроспоруд, необхідно мати наступні дані: об'єм водосховища, *м³*; ширину прорана (греблі), *м*; глибину прорана (глибину води перед греблею), *м*; середню швидкість руху хвилі попуску, *м/с* [9].

Для визначення часу прибуття хвилі попуску використовують наступне рівняння:

$$t_{np} = \frac{R}{v}$$

де t – час прибуття хвилі попуску, годин;

R – задана відстань від греблі, *км*;

v – середня швидкість хвилі попуску, *км/годину*.

Орієнтовну висоту хвилі попуску, знаходимо з даних таблиці 2.6.

Таблиця 2.6

Орієнтовна висота хвилі попуску та тривалість її проходження на різній відстані від греблі

Найменування параметру	**Відстань від греблі, *км***						
	0	**25**	**50**	**100**	**150**	**200**	**250**
Висота хвилі попуску, *м*	0,25·Н*	0,2·Н	0,15·Н	0,075·Н	0,05·Н	0,03·Н	0,02·Н
Тривалість проходження хвилі попуску, *годин*	1,0·Т**	1,7·Т	2,6·Т	4,0·Т	5,0·Т	6,0·Т	7,0·Т

* Н – глибина перед греблею (глибина прорана), *м*;

** Т – тривалість проходження хвилі попуску, години.

Тривалість проходження хвилі попуску на заданих відстанях, визначається за формулою:

$$T = \frac{W}{N \cdot B \cdot 3600}$$

де W – об'єм водосховища, *м³*;

B – ширина прорана або ділянки перелива води крізь гребінь незруйнованої греблі, *м*;

N – максимальна витрата води на 1 м ширини прорана (ділянки перелива води крізь гребінь незруйнованої греблі, *м³/(с·м)*, орієнтовні значення якого можна знайти нижче в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7

Орієнтовні значення максимальної витрати води на 1 м ширини прорана

Н, м	5	10	25	50
N, м³/(с·м)	10	30	125	350

Процес формування санітарних втрат під час катастрофічних повеней залежить від своєчасного оповіщення населення, висоти хвилі прориву при прориві дамби, греблі, температури води й повітря, часу доби та віддаленості населеного пункту від джерела затоплення тощо.

Можливість прогнозування втрат і ефективність надання допомоги населенню підвищується, якщо розділити територію затоплення на зони в залежності від швидкості течії води, висоти хвилі і відстані від джерела затоплення [35]. Основні характеристики зон затоплення наведені нижче в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8

Характеристика зон затоплення

Зона затоплення	**Довжина, *км***	**Швидкість течії, *км/год***	**Час проходження хвилі, *годин***
Перша (катастрофічного затоплення)	5-15	≥30	≤ 0,5
Друга (швидкої течії)	15-20	15-20	~ 1
Третя (середньої течії)	30-50	10-15	2-3
Четверта (слабкої течії розливу)	36-70	6-10	3-12

Залежно від зони затоплення втрати населення будуть значно відрізнятися, що відображено за даними [29] нижче у таблиці 2.9.

Таблиця 2.9

Характеристика втрат населення по зонах затоплення у відсотках від чисельності населення

Зона затоплення	**Загальні втрати**		**З числа загальних втрат**			
	вдень	**вночі**	**безповоротні**		**санітарні**	
			вдень	**вночі**	**вдень**	**вночі**
Перша	60	90	40	75	60	25
Друга	13	25	10	20	90	80
Третя	5	15	7	15	93	85
Четверта	2	10	5	10	95	90
Середній відсоток втрат	20	35	15	30	85	70

Найбільш значні санітарні втрати, переважо хірургічного профілю, будуть у першій та другій зоні.

У третій зоні санітарні втрати будуть переважно терапевтичного характеру.

В четвертій зоні санітарні втрати будуть терапевтичного профілю.

Уражаюча дія хвилі затоплення при швидкому підйому рівня води під час сильних злив чи інтенсивному таєнні снігу (повені), аналогічна уражаючій дії хвилі прориву. Однак на відміну від хвилі прориву повінь чинить більш тривалу дію. Нижче в таблиці 2.10, наведені дані залежності відсотку пошкоджених об'єктів від часу дії хвилі затоплення.

Таблиця 2.10

Відсоток пошкоджених об'єктів (%) на затоплених територіях при повенях (швидкість потоку води 3-4 м/с)*

Об'єкт	**Години**				
	1	**2**	**4**	**24**	**48**
Затоплення підвалів	10	15	60	85	90
Порушення руху автотранспорту	15	30	75	95	100
Руйнування цегляних будинків	-	-	40	50	60
Припинення електроживлення	75	90	100	100	100
Пошкодження систем газо- та теплопостачання	-	-	10	30	70

* при швидкості потоку води 1,5-2,5 м/с наведені дані слід помножити на 0,6.

Для своєчасного попередження населення про надзвичайну ситуацію по ЗМІ подається сигнал попередження «Увага всім. Затоплення». Далі повідомляється район, в якому очікується затоплення та порядок дій, які треба робити.

У разі отримання цього сигналу населення міста повинно: якщо є час, перенести на горища або верхні поверхи всі речі, які може пошкодити вода, якщо не має часу то відключити газ, електроенергію, взяти з собою документи і найбільш необхідні речі, невеликий запас продуктів та питної води і з'явитися на місце збору.

Прогнозування наслідків при дії цунамі на морське узбережжя. В Україні на території Чорного та Азовського морів під ча землетрусів можлива поява високих хвиль – цунамі. Для прогнозування можливих людських втрат та ступеня руйнування техногенних об'єктів від цунамі на морському узбережжі, необхідно знати наступні параметри хвилі: висоту головної хвилі, швидкість хвилі при виході на узбережжя, коефіцієнт опору хвилі на узбережжі, дальність розповсюдження хвилі

по узберіжжю, висоту хвилі на узбережжі, швидкість розповсюдження хвилі по узбережжю, тиск потоку на споруди.

Висота головної хвилі, яка залежить від сили землетрусу наведена нижче у таблиці 2.11.

Таблиця 2.11

Залежність між сейсмічною магнітудою та висотою головної хвилі цунамі

Магнітуда землетрусу за Ріхтером	**Висота головної хвилі h_0, *м***
7,5	2-3
8	4-6
8,25	8-12
8,5	14-20

Висоту хвилі при виході її на узбережжя можна орієнтовно розрахувати за виразом:

$$H_0 = 1{,}5 \cdot h_0$$

де H_0 – висота хвилі при її виході на узбережжя, *м*;

h_0 – висота головної хвилі цунамі, *м*.

Швидкість хвилі при виході на узбережжя приблизно можна оцінити за формулою:

$$U_0 = 3 \cdot \sqrt{h_0}$$

де U_0 – швидкість хвилі при виході на узбережжя, *м/с*;

h_0 – висота головної хвилі цунамі, *м*.

Коефіцієнт опору хвилі на узбережжі розраховують за формулою:

$$\mu = \frac{H_0^{0,7} \cdot i^{0,5}}{U_0}$$

де μ – коефіцієнт опору хвилі на узбережжі;

i – ухил узбережжя, залежить від геометрії узбережжя, а значення може коливатися в межах від 0,01 до 0,001.

Дальність розповсюдження хвилі по узберіжжю можна орієнтовно розрахувати за формулою:

$$L_k = \frac{H_0 \cdot (1-\mu) - h_k}{i \cdot (1-\mu)}$$

де L_k – дальність розповсюдження хвилі, *м*;

h_k – висота хвилі в кінцевій точці можна прийняти 0,5 *м*.

Висоту хвилі на узбережжі можна розрахувати за виразом:

$$h = \frac{(U_0 - i \cdot L)}{(1-\mu)}$$

Швидкість розповсюдження хвилі по узбережжю розраховують за рівнянням:

$$U = U_0 \left(\frac{h}{H_0} \right)^{0,7}$$

Тиск потоку на споруди розраховують за формулою:

$$\Delta P = \frac{1}{2} \rho \cdot (g \cdot h + \beta \cdot U^2)$$

де ΔP – тиск потоку, *Па*;

ρ – густина води, 1000 *кг/м*^{3};

h – висота хвилі, *м*;

g – прискорення вільного падіння, 9,81 *м/с*^{2};

U – швидкість розповсюдження хвилі на узбережжі, *м/с*;

β – коефіцієнт опору, 1,4.

Залежність ступеня руйнування споруд на узбережжі від тиску потоку наведена нижче у таблиці 2.12.

Таблиця 2.12

Залежність ступеня руйнування споруд на узбережжі від тиску потоку

Тиск потоку, *кПа*	**Вид руйнувань**
до 5	незначні пошкодження
5-10	слабкий
10-20	середні
20-30	сильні
30-40	повні

Коротка характеристика найбільш небезпечних літосферних НС

До небезпечних літосферних НС, які можуть бути на території України відносяться: *землетруси, зсуви, обвали, природні пожежі, селі* тощо.

Землетрус – це підземні поштовхи і коливання поверхні Землі, які викликані тектонічними процесами.

Зсув – це зміщення мас гірських порід або грунту вниз по схилу під дією сили земного тяжіння без втрати контакту з нерухомою основою.

Обвал (***осип***) – це відрив мас гірських порід або грунту від схилу чи укосу та їх вільне падіння під дією сили тяжіння.

Сель – стрімкий потік води, грунту, каміння у руслах гірських річок під час великих злив, швидкого танення снігу або льодовиків у горах.

Лісова пожежа – неконтрольоване горіння лісових масивів.

Степова пожежа – неконтрольоване горіння степових чи сільськогосподарських рослин.

Торф'яна пожежа - неконтрольоване горіння торфу.

Далі розглянемо найбільш небезпечне стихійне лихо – землетрус.

Основними параметрами, які характеризують силу і характер землетрусу, є інтенсивність енергії на поверхні землі, магнітуда і глибина осередку. Умовна точка у земній корі де розташован осередок землетрусу називається гіпоцентром, а його проекція на поверхню Землі називається епіцентром.

Магнітуда – це величина десяткового логарифму відношення зміщення грунту під час землетрусу та до нього на відстані від епіцентру у 100 *км*. Шкала магнітуд (шкала Ріхтера) використовується лише для порівняння землетрусів між собою за їх величиною.

Деякі дані землетрусів наведені нижче в таблиці 2.13 [9].

Таблиця 2.13

Деякі дані землетрусів

Магнітуда за Ріхтером	**Інтенсивність за MSK-64, балів**	**Середня кількість землетрусів у світі за 1 рік**	**Тривалість, сек**	**Приблизний радіус ураженої території, км**
8,9-8,0	12-11	1	30-90	80-160
7,9-7,0	10-9	15	20-50	50-120
6,9-6,0	8-7	140	10-30	20-80
5,9-5,0	6	900	2-15	5-30
4,9-4,0	5-4	8000	0-5	0-15

Для оцінки небезпечних наслідків землетрусів (матеріальної шкоди) використовується шкала оцінки інтенсивності землетрусів.

Під *інтенсивністю* (*силою*) землетрусу розуміють ступінь збитку і руйнувань у визначеному місці на поверхні землі, заподіяних даним землетрусом. Характеристика сили землетрусу та його наслідків за шкалою MSK-64, яка прийната в України зображена нижче у таблиці 2.14.

На території України є дві сейсмо небезпечні зони, це південно-західна (Закарпатська, Івано-Франківська, Чернівецька та Одеська області) та Автономна Республіка Крим. Максимальна магнітуда землетрусів за шкалою Ріхтера у цих районах може досягати 6-7 балів (або 7-9 балів за шкалою MSK-64) [35].

Магнітуда землетрусу пов’язана з амплітудою коливань поверхні землі під час нього та до нього на відстані від епіцентру у 100 *км* таким співвідношенням [24]:

$$M = \lg \frac{A}{A_0}$$

де M – магнітуда за шкалою Ріхтера в епіцентрі;

A, A_0 – відповідно амплітуда коливань поверхні землі під час землетрусу та до нього на відстані 100 *км* від епіцентру, *см*.

Таблиця 2.14

Характеристика сили землетрусу за 12 бальною системою MSK-64

Бал	**Назва землетрусу**	**Характеристика**
1	Непомітний	Реєструється тільки сейсмічними приладами
2	Дуже слабкий	Відчувають люди, які перебувають у повному спокої
3	Слабкий	Відчуває невелика кількість людей
4	Помірний	Розпізнається за легким брязкотом та коливанням предметів, посуду та віконного скла, скрипом дверей та стін
5	Досить сильний	Пробудження людей від сну. Загальний струс будівлі, коливання меблів. З'являються тріщини у віконних стінах та штукатурці
6	Сильний	Зі стін падають картини, відколюються шматочки штукатурки, відбувається легке ушкодження будинків
7	Дуже сильний	З'являються тріщини у стінах кам'яних будинків. Антисейсмічні та дерев'яні будівлі залишаються неушкодженими
8	Руйнівний	Будинки пошкоджуються. Пам'ятники переміщаються з місця або перевертаються. З'являються тріщини в грунті. Людям важко встояти на ногах
9	Спустошливий	Масові пошкодження і руйнування кам'яних будинків. Дерев'яні будинки перекошуються
10	Нищівний	Зсуви та обвали. Поява значних тріщин на поверхні грунту. Руйнування кам'яних споруд. Викривлення залізничних колій
11	Катастрофічний	Широкі тріщини на поверхні землі. Багаточисленні зсуви та завали. Повне руйнування кам'яних будівель
12	Сильно катастрофічний	Жодна споруда не витримує. Значно змінюється ланшафт

Енергія землетрусу пов'язана з магнітудою наступним відношенням [7]:

$$\lg E = \alpha + \beta\, M \text{ або } E = 10^{\alpha+\beta\, M}$$

де E – енергія землетрусу, *Дж*;

M – магнітуда за шкалою Ріхтера в епіцентрі;

α, β – емпіричні коефіцієнти, які в середньому дорівнюють відповідно 5,32 та 1,42.

Максимальну величину інтенсивності землетрусу в епіцентрі можна обчислити за формулою [24]:

$$J_0 = C_1 \cdot M - C_2 \cdot 0{,}434 \cdot \ln H + C_3$$

де J_0 - інтенсивність землетрусу в епіцентрі, бали (за MSK-64);

M – магнітуда за шкалою Ріхтера в епіцентрі;

H – глибина осередку землетрусу, *км*;

C_1, C_2, C_3 – емпіричні коефіцієнти, які в середньому дорівнюють відповідно 1,5; 3,5; 3,0.

При відсутності даних про глибину осередку землетрусу для приблизної оцінки інтенсивності землетрусу (при глибинах осередку близько 20 км), можна використати наступне рівняння [7]:

$$J_0 = 1{,}5 \cdot M - 1{,}5$$

Для регіонів СНД розрахунок інтенсивності землетрусу на заданій відстані від епіцентру (при $L>H$), можна проводити за формулою [7]:

$$J \approx J_0 - 1{,}52 \cdot \ln \frac{\sqrt{L^2 + H^2}}{H}$$

де J – інтенсивність землетрусу на деякій відстані від епіцентру, бал (за шкалою MSK-64);

J_0 – інтенсивність землетрусу в епіцентрі, бал (за шкалою MSK-64);

L – відстань від епіцентру землетрусу, *км*;

H – глибина осередку землетрусу, *км*.

Осередки сильних землетрусів для Кримсько-Чорноморського регіону виникають на глибинах 10-40 *км* та на відстані 25-40 *км* від узбережжя; для Закарпатської сейсмоактивної зони осередки знаходяться на глибині 6-12 *км*; для зони Вранча (зона Південних

Румунських та Східних Українських Карпат) осередки знаходяться на глибині 80-180 *км* [35].

Нижче в таблиці 2.15 наведені дані ступеня ураження деяких будівель та споруд під час землетрусу за даними [7].

Таблиця 2.15

Залежність ступеня ураження будівель та споруд від інтенсивності землетрусу

Будівля або споруда	**Інтенсивність землетрусу за MSK-64, бал**			
	Ступінь руйнування об'єктів			
	Слабке	**Середнє**	**Сильне**	**Повне**
Промислові будівлі з важким залізобетоним каркасом	7-8	8,5-9	9,5-10	>10
Промислові будівлі з легким залізобетоним каркасом	6-7	7,5-8	8,5-9	≥10
Багатоповерхівка ≥ 3 з цегли	6	6,5-7	7,5-8	≥9
Малоповерхівка < 3	6-6,5	7	7,5-8	≥9
Дерев'яний дім	5-5,5	6	6,5-7,5	≥8
Засклення із звичайного скла	3	4	5	≥6

Нижче наводиться орієнтовна характеристика для типових міських виробничих та житлових будівель, які зазнали різного ступеня руйнування, а в таблиці 2.16 наведена імовірність ураження людей в пошкоджених будівлях [24]:

- **повне руйнування** будівлі, обрушення перекриттів й руйнування всіх несучих конструкцій, відновлення неможливе. Збитки складають до 100 % від вартості будівлі. Зона характеризується суцільними завалами;
- **сильні руйнування**, зруйнована більша частина несучих конструкцій та стін, відновлення можливе однак недоцільне. Збитки складають 50-70 % від вартості будівлі. Зона характеризується утворенням місцевих та повних завалів;
- **середні руйнування**, зруйновані здебільшого другорядні елементи об'єкту, які можуть бути відновлені після середнього та капітального ремонту. Збитки складають 30-40 % від вартості

будівлі. Зона характеризується утворенням місцевих, осередкових і повних завалів;

- **слабкі руйнування**, об’єкт не виходить із ладу, необхідне проведення незначного косметичного ремонту. Збитки складають до 10-15 % від вартості будівлі. Зона характеризується утворенням окремих місцевих завалів.

Таблиця 2.16

Імовірність ураження людей при різних ступенях пошкодженнях будівель*

Структура втрат	Імовірність ураження людей при різних ступенях пошкодженнях будівель			
	Пошкодження будівель			
	Слабкі	Середні	Сильні	Повні
Безповоротні серед загальних	0	0,02	0,23	0,6
Санітарні серед загальних	0,01	0,09	0,37	0,37
Загальні	0,01	0,11	0,6	0,97

* - середньодобовий розподіл міського населення за часом й місцем його знаходження наведено у таблиці 1 додатку 1.

Аналіз втрат при ряді землетрусів показує, що кількість загиблих може становити десятки й сотні тисяч людей. А серед санітарних втрат населення будуть переважати травматичні ушкодження від 70 до 80 %, а інші 20-30% будуть відноситися до терапевтичного профілю.

Орієнтовна структура травматичних ушкоджень під час землетрусу може бути наступною: ушкодження нижніх та верхніх кінцівок 26 %; забиті місця м’яких тканин зі значними крововиливами 21 %; множинні ушкодження 14 %; синдром тривалого стиснення 4 %; інші травми 35 %. До санітарних втрат терапевтичного профілю відносяться люди з інфарктами, інсультами, загостренням хвороб легень, розладами психіки, дострокові пологи тощо.

Якщо землетрус застав Вас у будинку і не залишилося часу вийти з нього, потрібно стати у дверному або балконному прорізі, після припинення поштовхів негайно вийти на вулицю. Однак пам’ятайте, що при виході із будинка слід оберігатися падаючих предметів та уламків.

На вулиці потрібно якнайдалі відійти від будівель та споруд на відкриту території (дитячі майданчики, спортивні поля тощо).

На підприємствах і установах при землетрусі всі роботи слід припинити, технологічне і виробниче обладнання зупинити, відключити електроенергію, понизити тиск газу, пари, повітря, кисню, води. Там, де за умовами технологічного процесу виробництва зупинити технологічну лінію, агрегат, піч та ін. за короткий час неможливо, здійснюють перехід на ощадливий режим роботи.

Питання до теми 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ВОГНИЩ УРАЖЕННЯ ПРИ СТИХІЙНИХ ЛИХАХ.

1. Наведіть визначення терміну «стихійне лихо» і дайте загальну характеристику стану, щодо стихійних лих, які виникають на території України.
2. Охарактеризуйте найбільш розповсюджені атмосферні НС на території України пов’язані із екстремальною температурою повітря (назвати, дати визначення, привести медико-тактичну характеристику, а також навести можливі шляхи зниження негативного впливу на людей). Спрогнозуйте можливу кількість загиблих серед населення України, при тривалій спеці влітку та тривалих морозах взимку, кількість населення країни прийняти 46 млн.
3. Охарактеризуйте найбільш розповсюджені атмосферні НС на території України пов’язані із сильним рухом повітря та сильними опадами (назвати, дати визначення, привести медико-тактичну характеристику і навести можливі шляхи зниження негативного впливу на людей).

4. Обрахуйте приблизну кількість очікуваних втрат серед населення міста, яке піддалося сильній бурі вночі (див. шкалу вітрів за Бофортом) та очікувану ступінь руйнування будівель. Відомо, що на його території знаходиться 5000 великопанельних житлових будинків (кількість жителів у будинку вночі прийняти 500 чол.), 7000 цегляних багатоповерхівок (кількість жителів у будинку вночі прийняти 300 чол.) та 3000 цегляних малоповерхівок (кількість жителів у будинку вночі прийняти 100 чол.).
5. Обрахуйте приблизну кількість очікуваних втрат серед 250 тис. населення міста, яке піддалося бурі вдень о 15.00 (див. шкалу вітрів за Бофортом) та очікувану ступінь руйнування будівель, якщо відомо, що у багатоповерхівках проживає 50 % населення, у цегляних малоповерхівках 40 % населення та 10 % у дерев'яних будинках.
6. Дайте коротку характеристику найбільш небезпечним біосферним НС (назвати та дати визначення), привести інформацію, які біосферні НС можуть траплятися на території України. Розрахувати приблизні санітарні та безповоротні втрати серед населення у місті (1,5 млн.), при епідемії ***грипу***. Якщо відомо, що: захворює 30-50 % населення; *показник смертності* від не ускладненого грипу - 0,2 % серед захворівших; *контаг. індекс* – 0,5; *сан.-епід. підготовка населення* - незадовільна; *коеф. спец. захисту* – 0,1; *коеф. екстреної профілактики* – 1,0.
7. Дайте коротку характеристику повені (визначення, причини виникнення, можливі негативні наслідки для людей, навести можливий порядок дій під час попередження про повінь). Спрогнозуйте можливі втрати населення у місті, яке потрапило у 4-ту зону затоплення при прориві дамби. Якщо відомо, що: кількість населення у місті 100 тис.; час доби – північ.

8. Дайте коротку характеристику найбільш небезпечним літосферним НС (назвати та привести визначення). Розрахуйте приблизні втрати серед населення у місті при землетрусі у Кримсько-Чорноморському регіоні. Вихідні дані: глибина осередка землетрусу – 30 км; відстань від епіцентру землетрусу до міста прийняти 25 км від міста; магнітуда коливань в епіцентрі землетрусу – 7 балів за Ріхтером; кількість багатоповерхівок з цегли – 1000 (кількість жителів у будинку вдень прийняти 150 чол.), 500 цегляних малоповерхівок (кількість жителів у будинку вдень прийняти 50 чол.) та 1000 адміністративних будинків (кількість співробітників у будівлі вдень прийняти 175 чол.).
9. Охарактеризуйте найбільш розповсюджені атмосферні НС на території України пов’язані із екстремальною температурою повітря (назвати, дати визначення, привести медико-тактичну характеристику, а також навести можливі шляхи зниження негативного впливу на людей). Спрогнозуйте можливу кількість загиблих серед населення Харкова, при тривалій спеці влітку та тривалих морозах взимку, кількість населення міста прийняти 1,44 млн.
10. Дайте коротку характеристику найбільш небезпечним біосферним НС (назвати та дати визначення), привести інформацію, які біосферні НС можуть траплятися на території України. Розрахувати приблизні санітарні та безповоротні втрати серед населення у місті (2,8 млн.), при епідемії ***холери***. Якщо відомо, що: захворює 30-50 % населення; *показник смертності* – 1,0 % серед захворівших; *контаг. індекс* – 0,6; *сан.-епід. підготовка населення* - незадовільна; *коеф. спец. захисту* – 0,5; *коеф. екстреної профілактики* – 0,1 - 0,2.
11. Дайте коротку характеристику повені (визначення, причини виникнення, можливі негативні наслідки для людей, навести можливий порядок дій під час попередження про повінь).

Спрогнозуйте можливі втрати населення у місті, яке потрапило у 4-ту зону затоплення при прориві дамби. Якщо відомо, що: кількість населення у місті 250 тис.; час доби – день.

12. Дайте коротку характеристику найбільш небезпечним літосферним НС (назвати та привести визначення). Розрахуйте приблизні втрати у місті з населенням 500 тис. при землетрусі у Закарпатському регіоні. Вихідні дані: час – 20.00; глибина осередка землетрусу – 10 км; відстань від епіцентру землетрусу до міста прийняти 10 км від міста; магнітуда коливань в епіцентрі землетрусу – 7 балів за Ріхтером; відсоток людей, які проживають у багатоповерхівках з цегли – 30 %, у цегляних малоповерхівках – 50 %, у дерев'яних будинках – 20 %.
13. Дайте коротку характеристику повені (визначення, причини виникнення, можливі негативні наслідки для людей, навести можливий порядок дій під час попередження про повінь). Спрогнозуйте можливі втрати населення у місті Ялті, яке потрапило у 1-шу зону затоплення при цунамі. Якщо відомо, що: хвиля пройшла крізь все місто; кількість населення на цей час у місті 500 тис.; час доби – день.
14. Дайте коротку характеристику найбільш небезпечним біосферним НС (назвати та дати визначення), привести інформацію, які біосферні НС можуть траплятися на території України. Розрахувати приблизні санітарні та безповоротні втрати серед населення у місті (0,5 млн.), при епідемії ***вірусного гепатиту А***. Якщо відомо, що: захворює 10-20 % населення; *показник смертності* - 0,5 % серед захворівших; *контаг. індекс* – 0,4; *сан.-епід. підготовка населення* - незадовільна; *коеф. спец. захисту* – 0,55; *коеф. екстреної профілактики* – 0,4.
15. Обрахуйте приблизну кількість очікуваних втрат серед населення міста, яке піддалося бурі вдень о 16.00 (див. шкалу вітрів за Бофортом), якщо відомо, що на його території проживає 250 тис.

чоловік, з них 70 % проживає у цегляних багатоповерхівках, 30 % у цегляних малоповерхівках.

16. Охарактеризуйте найбільш розповсюджені атмосферні НС на території України пов’язані із екстремальною температурою повітря (назвати, дати визначення, привести медико-тактичну характеристику, а також навести можливі шляхи зниження негативного впливу на людей). Спрогнозуйте можливу кількість загиблих серед населення Сімферополю, при тривалій спеці влітку та розвитку менінгококової інфекції, кількість населення міста прийняти 0,36 млн. Якщо відомо, що: захворює 10-20 % населення; *показник смертності* - 10 % серед захворівших; *контаг. індекс* – 0,2; *сан.-епід. підготовка населення* - незадовільна; *коеф. спец. захисту* – 0,55; *коеф. екстреної профілактики* – 0,5.

Тема 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ВОГНИЩ УРАЖЕННЯ ПРИ РАДІАЦІЙНИХ ІНЦИДЕНТАХ.

Учбова мета: ознайомитися зі станом радіаційної небезпеки в Україні, знати загальні характеристики основних видів радіаційних інцидентів, вміти прогнозувати втрати серед населення під час цих інцидентів та використовувати засоби запобігання та захисту населення.

На території України на даний час (станом на 2013 р.) експлуатується чотири атомні станції (Запорізька 6 реаторів типу ВВЕР-1000, Рівненська 2 реактори типу ВВЕР-1000 та 2 ВВЕР-440, Хмельницька 2 реатори тапу ВВЕР-1000, Південно-Українська 3 реактори ВВЕР-1000) з 15 енергоблоками та законсервована Чорнобильська станція із шістьма енергоблоками типу РВПК-1000. Найближчі потенційно небезпечні АЕС знаходяться на території Росії (Курська з 4 реакторами РВПК-1000, Ростовська з 2 реакторами ВВЕР-1000, Нововороніжська з 2 реаторами ВВЕР-440 та 1 реактором ВВЕР-1000). На території України працюють п'ять державних міжобласних спеціалізованих комбінатів (ДМСК) та один державний спеціалізований комбінат (ДСК) із захоронення та тимчасового зберігання радіоактивних відходів. Спеціалізовані комбінати розташовані в різних містах України і працюють за регіональним принципом: Дніпропетровський ДМСК; Київський ДМСК; Львівський ДМСК; Одеський ДМСК; Харківський ДМСК; Донецький ДСК. Також на території України розташовано 2 науково-дослідних ядерних реактори та більше 8 тис. підприємств і організацій, які використовують радіоактивні ізотопи у своїй діяльності. Отже така скупченість на території України потенційно небезпечних об’єктів, які використовують радіоактивні матеріали, а також погане державне фінансування, рано чи пізно можуть призвести до різного роду небезпечних радіаційних інцидентів. Тому треба знати, чого можна чекати і якщо трапилась радіаційна НС, вміти грамотно діяти під час неї.

До основних типів радіаційних інцидентів можна віднести:

1. ядерний удар з використанням ядерної та термоятерної зброї масового ураження;
2. аварії з викидом радіоактивних речовин:
   - аварії на атомних станціях;
   - аварії на підприємствах з виготовлення та переробки ядерного палива;
   - аварії при транспортуванні, зберіганні та захороненні радіоактивних матеріалів тощо.
3. використання радіоактивних матеріалів у вибухівках («брудні бомби») тощо.

Ядерний удар з використанням ядерної або термоядерної зброї масового ураження.

Даний тип радіаційного інциденту на території України маловірогідний, оскільки Україна з 1992 р. прийняла без'ядерний статус. Однак це не дає повної гарантії ядерної безпеки для країни, та її громадян.

Потужність ядерної зброї виражається тротиловим еквівалентом – кількістю тротилового заряду в тоннах, енергія вибуху якого дорівнює енергії вибуху даного ядерного заряду.

За потужністю ядерні боєприпаси діляться на надмалі (потужністю менше - 1 *кт*), малі (1 – 10 *кт*), середні (10 – 100 *кт*), великі (100 *кт* – 1 *Мт*) і надвеликі (більше 1 *Мт*).

Ядерна зброя – є зброєю вибухової дії і заснована на використанні енергії, що виділяється при ядерних перетвореннях. Вона буває ядерна і термоядерна.

Ядерна зброя заснована на використанні внутрішньоядерної енергії, що миттєво виділяється у результаті ланцюгової реакції при діленні деяких ізотопів урану, плутонію (урану-235, 233 або плутонію-239, 240 та деяких інших).

В основу термоядерної зброї покладене використання енергії, що миттєво вивільняється при синтезі (з'єднанні) ядер легких елементів (ізотопів водню – дейтерію і тритію). Ця реакція супроводжується виділенням значно більшої кількості енергії ніж при реакції ділення важких ядер.

Ядерний вибух може бути у повітрі на різній висоті (повітряний та висотний вибухи), на поверхні землі (наземний вибух), під землею (підземний вибух), під водою (підводний вибух), над водою (надводний вибух). Місце на поверхні землі, над якою зроблений ядерний вибух, називають епіцентром (центром) вибуху.

Наземні ядерні вибухи здійснюють для руйнування споруд великої міцності, а також у тих випадках, коли бажане сильне радіоактивне забруднення місцевості.

Повітряні ядерні вибухи здійснюють для руйнування маломіцних споруд, ураження людей, техніки на великих площах або тоді, коли сильне радіоактивне забруднення небажане.

Розподіл енергії між уражаючими факторами ядерного вибуху залежить від виду вибуху й умов, у яких він відбувається.

При ядерному вибуху діють п'ять уражаючих факторів: ударна хвиля, світлове випромінювання, проникаюча радіація, радіоактивне зараження і електромагнітний імпульс.

При вибуху ядерного заряду на поверхні землі або при низовому атмосферному вибуху, приблизно до 50% енергії вибуху витрачається на утворення ударної хвилі, до 35% – на світлове випромінювання, до 4÷7 % – на проникаючу радіацію, до 8÷10 % – на радіоактивне забруднення, а на електромагнітний імпульс витрачається дуже незначна частина (за різними даними вона складає від мільйонної частки відсодка до 1 %).

Для вибуху нейтронного боєприпасу характерні ті ж уражаючі фактори, але по-іншому розподіляється енергія вибуху: 40% – на

утворення ударної хвилі, 25% – на світлове випромінювання, 30% – на утворення – проникаючої радіації, 5% – на радіоактивне забруднення [2, 31, 48].

Ударна хвиля – основний фактор уражаючої дії ядерної зброї, являє собою область сильно стиснутого повітря, що рухається з надзвуковою швидкістю в усі сторони від центру вибуху.

Основні параметри ударної хвилі це: надлишковий тиск у фронті ударної хвилі, тиск швидкісного напору чи швидкість повітря за фронтом ударної швилі, тривалість дії хвилі.

Надлишковий тиск $\Delta P_Ф$ у фронті ударної хвилі – це різниця між максимальним тиском у фронті ударної хвилі $P_Ф$ і нормальним атмосферним тиском P_o перед цим фронтом вимірюється у *кПа* чи *кг/см*^{2} (100 *кПа* дорівнює 1 *кг/см*^{2}).

Надлишковий тиск на фронті ударної хвилі можна розраховувати за такими виразами [4]:

- для наземного вибуху

$$\Delta P_ф = 0{,}95 \cdot \left(\frac{\sqrt[3]{q_{TNT}}}{R} \right) + 3{,}90 \cdot \left(\frac{\sqrt[3]{q_{TNT}}}{R} \right)^2 + 13{,}00 \cdot \left(\frac{\sqrt[3]{q_{TNT}}}{R} \right)^3$$

- для повітряного вибуху

$$\Delta P_ф = 0{,}84 \cdot \left(\frac{\sqrt[3]{q_{TNT}}}{R} \right) + 2{,}70 \cdot \left(\frac{\sqrt[3]{q_{TNT}}}{R} \right)^2 + 7{,}00 \cdot \left(\frac{\sqrt[3]{q_{TNT}}}{R} \right)^3$$

де $\Delta P_Ф$ – надлишковий тиск у *кг/см*^{2};

q_{TNT} – маса тринітротолуолу (для ядерних боєприпасів q_{TNT} = $0{,}5 \cdot q \cdot 0{,}001$ де q – тротиловий еквівалент ядерного боєприпасу виражений у *кт*), кг;

R – відстань точки спостереження від центру вибуху, *м*;

Залежно від величини надлишкового тиску можуть виникати травми людей різного ступеня важкості:

- легкі, коли надлишковий тиск $P_Ф$ лежить у межах 20 − 40 *кПа* (0,2-0,4 *кг/см*^{2}). Характеризуються вивихами, синцями, тимчасовим ушкодженням слуху, головним болем. В окремих випадках слід госпіталізувати потерпілого на 7 − 10 днів;
- середньої важкості − $P_Ф$ в межах 40 − 60 кПа (0,4-0,6 *кг/см*^{2}). Супроводжуються серйозною контузією, переломами кісток кінцівок, ребер, ушкодженням органа слуху, кровотечею з носа, вух, сильними вивихами, потребує госпіталізації до 1-2 місяців;
- важкі − $P_Ф$ = 60 − 100 *кПа* (0,6-1,0 *кг/см*^{2}). Сильна контузія всього організму, переломи черепа, хребта, таза, розриви внутрішніх органів, потребує негайної госпіталізації від 2 місяців;
- вкрай важкі − $P_Ф$ більш ніж 100 *кПа* (більше 1,0 *кг/см*^{2}). Такі ураження закінчуються загибеллю людей у першу добу після ураження. Ураження в цьому випадку такі ж за характером, як і при важких травмах, але більш серйозні.

Ударна хвиля уражає незахищених людей, руйнує або пошкоджує будинки, техніку і виробниче устаткування. Люди можуть постраждати від уламків будинків, що руйнуються, летячих каменів, осколків скла і т.д.

Для типових міських виробничих та житлових будівель орієнтовні значення надлишкового тиску, що спричиняє руйнування того чи іншого ступеня ,такі:

- $\Delta P_Ф$ більш ніж 50 *кПа* (більше 0,5 *кг/см*^{2}) - повне руйнування будівлі, обрушення перекриттів й руйнування всіх несучих конструкцій, відновлення неможливе. Зона характеризується суцільними завалами та повними безповоротними втратами серед населення 90-100 % та санітарними втратами 10 %;

- $\Delta P_Ф$ 50 − 30 *кПа* (0,5 -0,3 *кг/см*^{2}) - сильні руйнування, зруйнована більша частина несучих конструкцій та стін, відновлення можливе однак недоцільне. Зона характеризується утворенням місцевих та повних завалів та масовими безповоротними втратами серед населення до 55 % та санітарним втратами до 15 %;
- $\Delta P_Ф$ 30 − 20 *кПа* (0,3 – 0,2 *кг/см*^{2}) - середні руйнування, зруйновані здебільшого другорядні елементи об'єкту (руйнування даху, вікон, перегородок, горищ, верхніх поверхів), які можуть бути відновлені після середнього та капітального ремонту. Зона характеризується утворенням місцевих, осередкових і повних завалів та безповоротними втратами серед населення до 20% та санітарними втратами 30%;
- $\Delta P_Ф$ 20 − 10 *кПа* (0,2 – 0,1 *кг/см*^{2}) - слабкі руйнування, об'єкт не виходить із ладу (пошкодження аба руйнування дахів, віконих та дверних пройомів), необхідне проведення незначного косметичного ремонту. Зона характеризується утворенням окремих місцевих завалів та до 15 % санітарних втрат.

Для розрахунку відстані, до якої доходить ударна хвиля з надлишковим тиском ($\Delta P_Ф$), можна використовувати наступну емпіричну залежність [9, 12, 48]:

$$R = \frac{a}{\Delta P_ф^{\ b}}$$

де R – відстань від точки спостереження до центру вибуху, *км*;

$\Delta P_Ф$ – значення надлишкового тиску в діапазон від 0,1 до 1,0 *кг/см*^{2};

a, b – емпіричні константи, які залежать від типу вибуху (наземний чи повітряний) та заряду у тротиловому еквіваленті (в діапазоні від 1 до 10 000 *кт*):

- для наземного вибуху $a = 0{,}26 \cdot q^{0.34}$, $b = \dfrac{q}{0{,}2 + 1{,}61 \cdot q}$;

- для повітряного вибуху $a = 0{,}22 \cdot q^{0.33}$, $b = \dfrac{q}{0{,}4 + 1{,}23 \cdot q}$.

Швидкість розповсюдження ударної хвилі можна обрахувати за формулою:

$$C_ф = 340 \cdot \sqrt{1 + 0{,}86 \cdot \Delta P_ф}$$

де $C_ф$ – швидкість розповсюдження ударної хвилі, *м/с*;

340 – швидкість звуку у повітрі, *м/с*;

$\Delta P_Ф$ – надлишковий тиск у *кг/см*^{2}.

Так, наприклад приблизна швидкість проходження ударної хвилі 2 *км* – 4 сек, 5 *км* – 9 сек, а 10 *км* – 22 сек.

Швидкість повітря за ударною хвилею можна обрахувати за формулою:

$$u = 243 \cdot \frac{\Delta P_ф}{\sqrt{1 + 0{,}86 \cdot \Delta P_ф}} \approx 210 \cdot \Delta P_ф$$

де u – швидкість ударної хвилі, *м/с*;

$\Delta P_Ф$ – надлишковий тиск у *кг/см*^{2}.

Так, при величині надлишкового тиску 0,1 *кг/см*^{2} (10 *кПа*) швидкість повітря за ударною хвилею, еквівалентна сильній бурі і дорівнює 23 *м/с*, при 0,2 *кг*/см^2 (20 *кПа)* швидкість повітря еквівалентна дуже сильному урагану (45 *м/с*), а при 0,4 *кг/см*^{2} (40 *кПа*) швидкість повітря еквівалентна швидкості вихора у смерчі (84 *м/с*).

Світлове випромінювання ядерного вибуху – це електромагнітне випромінювання оптичного діапазону у видимій, ультрафіолетовій та інфрачервоній ділянках спектра. Джерелом світлового випромінювання є вогняна куля, яка виникає при ядерному вибуху. До її складу входять розжарені продукти вибуху і повітря. Коли така куля досягає

максимальних розмірів (діаметр понад 200 *м*), температура на її поверхні дорівнює 8000 — 10 000 °*С*.

Розміри вогняної кулі залежать від потужності ядерного вибуху та його виду. Так, наприклад максимальний діаметр вогняної кулі при повітряному та наземному вибусі можна обчислити за формулами [6, 48]:

$$D = 67 \cdot q^{0,4} \text{ (у повітрі)} \quad \text{та} \quad D = 88 \cdot q^{0,4} \text{ (на землі)}$$

де D – максимальний діаметр вогняної кулі, *м*;

q – тротиловий еквівалент ядерного вибуху, *кт*.

Якщо вибух відбувався на висоті, яка дорівнює чи менша за діаметр вогняної кулі то частина грунту випаровується (приблизно 4÷20 *т* грунту на 1 *кт* потужності заряду) і формує в подальшому радіоактивні опади на значній території розмір частинок при цьому від 6 – 60 *мкм* до кількох *мм*.

Приблизні параметри воронки, яка утворюється при наземному вибуху ядерного заряду можна обчислити за наступними формулами [11, 12, 48]:

$$D = 43 \cdot q^{\frac{1}{3}} \quad \text{та} \quad H = 9 \cdot q^{\frac{1}{3}}$$

де D – максимальний діаметр воронки, *м*;

H – глибина воронки, *м*;

q – тротиловий еквівалент ядерного вибуху, *кт*.

Основним параметром, що визначає уражуючу дію світлового випромінювання ядерного вибуху, є світловий імпульс – це кількість світлової енергії *Дж*, яка припадає на 1 $м^2$ освітлюваної поверхні, розташованої перпендикулярно до напрямку розповсюдження випромінювання за весь час випромінювання. У системі СІ світловий імпульс вимірюється в джоулях на квадратний метр ($Дж/м^2$). Світловий імпульс зменшується зі збільшенням відстані від центру вибуху і стану атмосфери внаслідок розсіювання і поглинання випромінення. Дощ,

сніг, туман, дим поглинають світлове випромінювання, знижують його потужність і уражуючу силу в декілька разів.

Приблизне значення світлового імпульсу від ядерного вибуху на відстані *R*, можна розрахувати двома способами – за енергією, яка витрачається на світлове випромінювання та температурою вогняної кулі:

1. За енергією, яка витрачається на світло [2, 31]:

$$I = \frac{k \cdot \varphi \cdot E \cdot q}{4 \cdot \pi \cdot R^2} \text{ або } R = \sqrt{\frac{k \cdot \varphi \cdot E \cdot q}{4 \cdot \pi \cdot I}}$$

де I – світловий імпульс, *Дж/м*^{2};

k – коефіцієнт прозорості повітря, який приймається в межах 0,12-0,98;

φ – енергетична доля світлового випромінювання від потужності заряду, 0,25-0,35;

E – приблизна кількість енергії, що виділяється на 1 *кт* заряду плутонію 239, (за даними літератури це приблизно $4{,}64 \cdot 10^{12}$ *Дж*=$1{,}45 \cdot 10^{23}$*ділень* $\cdot 200 \cdot 10^6$ *еВ/ділення* $\cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ *Дж/еВ*), що еквівалентно 50 *г* плутонію 239 чи урану 235;

q – тротиловий еквівалент заряду, *кт*;

π – число π, що дорівнює 3,14;

R – відстань від осередка вибуху, *м*.

2. За темперетурою вогняної кулі [48]:

$$I = \frac{k_0 \cdot \sigma \cdot T_0^4 \cdot 0{,}1 \cdot t \cdot R_0^2}{R^2} \text{ або } R = \sqrt{\frac{k \cdot \sigma \cdot T_0^4 \cdot 0{,}1 \cdot t \cdot R_0^2}{I}}$$

де I – світловий імпульс, *Дж/м*^{2};

k_0 – ступінь чорноти поверхні вогняної кулі 0,7-0,9;

σ – константа Стефана-Больцмана $5{,}67 \cdot 10^{-8}$, *Дж/(с·м*^{2}*·К*^{4}*)*;

T_0 – температура поверхні вогняної кулі ядерного вибуху ≈ 8000÷10000 *К*;

0,1 – частка часу існування вогняної кулі, яка йде на розігрів;

t – час існування вогняної кулі, *с*;

R_0 – максимальний радіус вогняної кулі, *м*;

R – відстань від осередка вибуху, *м*.

Тривалість світлового імпульсу вимірюється в секундах і залежить від потужності ядерного боєприпасу. Обчислити приблизну залежність тривалості світлового імпульсу від потужності ядерного заряду чи навпаки можна за формулами [9, 11]:

$$t = \sqrt[3]{q} \text{ або } q = t^3$$

де t – тривалість світлового імпульсу, *сек*;

q – тротиловий еквівалент заряду, *кт*.

Світлове опромінювання при безпосередній дії на незахищену людину викликає опіки відкритих частин тіла, тимчасове осліплення й опіки від полум'я палаючих будівель, споруд, рослинності, палаючого або тліючого одягу. Опіки поділяють на 4-ри ступеня.

Таблиця 3.1

Дія світлового випромінювання на відкриті ділянки шкіри людини*

Світловий імпульс, *кДж/м²*	Ступінь опіку	Симптоми ураження
80-160	I	Почервоніння шкіри, болючість
160-400	II	Пухирі, сильний біль
400-600	III	Омертвіння шкіри, утворення виразок
> 600	IV	Обвуглювання шкіри і підшкірних тканин

* в літньому одязі для досягнення того ж ступеня опіку значення світлового імпульсу підвищується у два рази, а для зимового одягу у чотири рази.

В осередку ядерного ураження виникають три зони пожеж:

1. зона пожеж у завалах (тління); на зовнішній границі цієї зони світловий імпульс складає 1700÷2400 *кДж/м²*;

2. зона суцільних пожеж, на зовнішній границі світловий імпульс складає близько 400÷600 *кДж/м²*;

3. зона окремих пожеж, на зовнішній границі світловий імпульс складає близько 100÷200 *кДж/м²*.

Проникаюча радіація — це потік гамма-випромінювання та нейтронів, які утворюються під час ядерного вибуху внаслідок ядерних реакцій та радіоактивного розпаду продуктів поділу. На проникаючу радіації витрачається 4÷7 % енергії вибуху. Тривалість проникаючої радіації не більше 10-15 *с*.

Характерною особливістю потоку гамма-променів і нейтронів є здатність їх проникати через значні товщі різних предметів і речовин. Зниження інтенсивності гамма-променів і нейтронів характеризується шаром половинного ослаблення. Його приблизне значення для різних матеріалів можна оцінити по їх густині за формулою:

$$d_{½} = \frac{230}{\rho}$$

де $d_{½}$ – шар половинного ослаблення для гамма-променів у матеріалі, *м*;

230 – константа половиного ослаблення для води, *кг/м*^{2};

ρ – густина матеріалу, *кг/м*^{3}.

Опромінення порушує нормальну діяльність організму, що проявляється у вигляді детерміниських проявах - це різні ступені променевої хвороби та стохастичних ефектах у вигляді онкологічних захворювань різних органів.

Для характеристики джерела у якому відбуваються радіаційні перетворення елементів, використовують поняття активності. Активність радіоактивних елементів визначається кількістю ядер, які перетворюються в одиницю часу. При цьому активність вимірюється в *бекерелях* (1 *Бк* – це активність радіонукліду в джерелі, в якому за 1 *с* відбувається 1 акт перетворення) або *кюрі* (1 *Ки* – активність радіонукліду в джерелі в якому за 1 *с* відбувається $3{,}7 \cdot 10^{10}$ актів перетворення).

Мірою впливу випромінювання у будь-якому середовищі є величини, які називаються *дозами випромінювання*. Розрізняють *дозу опромінення* та *дозу поглинання* [18].

Доза опромінення (*експозиційна доза*) – це величина, яка характеризує кількість випромінювання у середовищі та вимірюється за іонізаційною дією на повітря. Вимірюється у *рентгенах* (*Р*). 1 *рентген* – це доза, при якій в 1 *мл* повітря за н.у., утворюється $2{,}083 \cdot 10^9$ пар одновалентних іонів й пов'язано з витратою $87 \cdot 10^{-7}$ *Дж/кг*.

Доза поглинання – енергія випромінювання, яка поглинена одиницею маси опроміненої речовини. Вимірюється у *радах* (1 *рад* - 0,01 *Дж/кг*) або греях (1 *Гр* – 1 *Дж/кг*, 1 *Гр* = 100 *рад*).

Величина, яка визначає біологічну дію випромінювання на організм та яка вимірюється у біологічному еквіваленті *рентгена*, називається *бером*, інша величина, яка аналогічна біологічному еквіваленту *грея* називається *зівертом* (1 *бер* = 1 *Р*; 1 *бер* = 0,01 *Зв*). Це так звані *еквівалентні дози*, які використовуються для оцінювання можливої шкоди здоров'ю людини для різних видів випромінювання гамма, бета, альфа чи нейтронним, оскільки вони мають різний ступінь ураження біологічних об'єктів. Еквівалентна доза розраховується за формулою:

$$H = Q \cdot D$$

де *H* – еквівалентна доза, яка вимірюється у *берах* чи *зівертах*;

D – доза поглинання, яка вимірюється у *радах* чи *греях*;

Q – коефіцієнт якості різного виду випромінювання (для гама, рентгенівського та бета- випромінювання він дорівнює 1, для нейтронів 3-10, для альфа- випромінювання та важких ядер віддачі 20).

Ступінь і розвиток променевої хвороби у людей і тварин залежить від дози опромінення, яку одержав організм, що відображено нижче у таблиці. Характеристикою летальності проникаючої радіації прийнято

показник LD_{50} — величину поглинутої дози радіації, за якої 50 % осіб, що зазнали опромінення, вмирають через декілька днів або тижнів. Вважається, що ця величина знаходиться в межах від 300 до 600 *бер* (або 3-6 Зв).

За різними даними [44, 47, 52], додатковий ризик онкологічних захворювань в опроміненій групі людей на кожен 0,1 *Зв* опромінення складає 0,5-1 % (для 1 *Зв* відповідно 5-10 %) у порівнянні із контрольним рівнем онкозахворювань людей, які живуть на даній місцевості і не опромінювалися. Максимум імовірності появи онкологічних захворюваннь у опромінених людей для лейкозу припадає на 5-8-й рік після опромінення, а для інших форм раку на 15-20-й рік після опромінення.

Таблиця 3.2

Ступені важкості променевої хвороби

Ступінь, доза, *бер* (*Зіверт*)	Первинна реакція*	Прихований період	Прогноз
I (легка) 100-200 (1-2)	Через 2-3 години після опромінення	14-21 діб	Без лікування одужує до 95%
II (середня) 200-400 (2-4)	Через 1-2 години після опромінення	До 7 діб	Смертність без лікування 30-50%, з лікуванням 15-30%.
III (важка) 400-600 (4-6)	Через 20-40 хвилин після опромінення	До декількох годин	Смертність без лікування 95-100%, з лікуванням 50%.
IV (дуже важка) 600-1000 (6-10)	Через декілька хвилин	20-30 хвилин після опромінення	Смертність без лікування 100%, з лікуванням ≥ 90%.

* Первинна реакція проявляється у таких симптомах: нудота, блювота, діарея, головний біль, слабкість, підвищення темперетури тіла, гіперімія шкіри.

За звичайних умов для персоналу, що працює з радіоактивними речовинами максимальна доза оцінюється у 5 *бер/рік*, а для населення 0,5 *бер/рік*. Припустимі дози за умов надзвичайної ситуації: за 1 добу – не більше 25 *бер*, за 4 доби – не більше 50 *бер*, за 10 діб не більше 100 *бер* впродовж 3 місяців - не більше 200 *бер*, за рік не більше 300 *бер* [32].

Дозу проникаючої радіації $D_{\gamma+n}$, яку може отримати людина під час ядерного вибуху на відстані R наближено можна обчислити за формулами:

$$D_{\gamma+n} = D_{\gamma} + D_{n} = \frac{N_{\gamma} \cdot E_{\gamma} \cdot k_{\gamma} \cdot q}{4 \cdot \pi \cdot m \cdot R^2 \cdot 2^{\frac{R-R_0}{d_{1/2}}}} + \frac{N_{n} \cdot E_{n} \cdot k_{n} \cdot q}{4 \cdot \pi \cdot m \cdot R^2 \cdot 2^{\frac{R-R_0}{d_{1/2}}}}$$

або за емпіричною формулою знайденою за даними у джерелі [9]:

$$R = 1156 \cdot q^{0,13} - 250 \cdot \ln(\frac{D_{\gamma+n}}{5,5}) \Leftrightarrow D_{\gamma+n} = 5,5 \cdot e^{\frac{1156q^{0,13}-R}{250}}$$

де $D_{\gamma/n}$ – доза проникаючої радіації для гамма чи нейтронного випромінювання, *Зв*;

$D_{\gamma+n}$ – сумарна доза проникаючої радіації для гамма та нейтронного випромінювання, *Зв* (при співвідношенні енергій гамма та нейтронного випромінювання ~1:1);

$k_{\gamma/n}$ – коефіцієнт якості випромінювання, для гамма гамма-випромінювання дорівнює 1; для нейтронного випромінювання 10;

$N_{\gamma/n}$ – приблизна кількість частинок, які виділяються під час вибуху на 1 *кт* заряду, (за даними літератури [33], це приблизно (від 0,2 до 1)$\cdot 10^{23}$ *шт*/ 1 *кт* для гамма- квантів та близько $1 \cdot 10^{23}$ *шт*/ 1 *кт* для нейтронів);

$E_{\gamma/n}$ – енергія частинок за даними літератури [33], це приблизно $7 \cdot 10^{6} eB \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} Дж/eB$ на гамма- квант та $5 \cdot 10^{6} eB \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} Дж/eB$ на нейтрон;

q – тротиловий еквівалент заряду, *кт*;

$d_{½}$ – шар половинного ослаблення для гамма- променів у повітрі дорівнює 230 *м* (для фотонів із сереньою енергією 7 *МеВ*), для нейтронів приблизно 135 *м* (із середньою енергією 5 *МеВ*);

R – відстань від осередка вибуху, *м*;

R_0 – радіус вогняної кулі, *м* (використовують тільки при розрахунках нейтронної дози);

m – вага людини, яка припадає на її площу вертикальної проекції, (в середньому маса людини 70 *кг*, а її загальна поверхня тіла ≈ 2 $м^2$, тоді площа проекції у фас ≈ 1 $м^2$), 70 $кг/м^2$.

Радіоактивне забруднення. Серед уражаючих факторів ядерного вибуху радіоактивне забруднення займає особливе місце, тому що його дії зазнає не тільки район, що прилягає до місця вибуха, але й місцевість, яка віддалена на десятки й навіть сотні кілометрів. При цьому на великих площах і на тривалий час утворюється забруднення, небезпечне для людей, тварин і рослин. Треба відмітити, що радіоактивне забруднення місцевості відбувається при наземному вибуху ядерного заряду, а при повітряному забруднення майже не відбувається, оскільки радіоактивні продукти поділу підіймаються на велику висоту й розсіюються по земній кулі.

Сумарна активність суміші продуктів ділення, через 1 хв після вибуху може бути визначена за формулою [6, 11]:

$$A_{\gamma+\beta} = A_\gamma + A_\beta = 0{,}4 \cdot 10^8 \cdot q + 1{,}0 \cdot 10^8 \cdot q = 1{,}4 \cdot 10^8 \cdot q$$

де $A_{\gamma+\beta}$ – сумарна активність продуктів ділення, *Ки*;

q – тротиловий еквивалент заряду, *т*.

За іншим джерелом [51], гама-активність суміші продуктів ділення 1 *кт* плутонієвого заряду після вибуху на 1-шу годину дорівнює приблизно 430 *МКи*, при середній енергії гама-квантів 0,7 *МеВ*/*квант*.

Джерелами радіоактивного забруднення на місцевості є: продукти поділу вибухової речовини, наведена радіоактивність ґрунту й інших матеріалів, неподілена частина ядерного заряду.

Ці ізотопи нестабільні, вони зазнають бета-розпаду з випромінюванням гамма-квантів. З плином часу, який пройде після вибуху, величина активності осколків поділу спадає.

Наведена активність у ґрунті обумовлена створенням за рахунок дії нейтронів низки радіоактивних ізотопів, наприклад, алюмінію-28, натрію-24, марганцю-56 тощо. Максимальна наведена радіоактивність створюється тоді, коли вибухає нейтронний боєприпас.

Неподільна частка ядерного заряду містить у собі альфа-активні ізотопи плутонію-239, урану-235, урану-238, інколи торію-232.

Після вибуху наземного ядерного боєприпасу радіоактивні продукти підіймаються в купі з хмарою пилу та грунту який випарувався (за даними літератури кількість грунту яка випаровується приблизно складає 4 *т* на 1 *кт* заряду) на декілька кілометрів у висоту. При цьому вони перемішуються з оплавленими часточками ґрунту й під дією висотних вітрів розповсюджуються на великі відстані випадають, забруднюючи місцевість, як у районі вибуху, так і за шляхом пересування хмари. На місцевості створюється забруднена зона, яка називається слідом радіоактивної хмари.

Залежність деяких параметрів радіоактивної хмари від тротилового еквіваленту вибуху наведена нижче за емпіричними формулами, які були знайдені за даними джерела [6]:

$$D_{хм} = 1{,}78 \cdot q^{0{,}35} \text{ та } H_{хм} = 2{,}46 \cdot \ln q + 1{,}56$$

де $D_{хм}$ – приблизний діаметр хмари, *км*;

q – тротиловий еквивалент заряду, *кт*;

$H_{хм}$ – максимальна висота підйому хмари, *км*.

Слід радіоактивної хмари після ядерного вибуху має форму витягнутого еліпса за ідеальних умов на рівнині при незмінних швидкостях та напрямку вітру. Він умовно поділяється на чотири зони: помірного забруднення, або *зону А*, сильного забруднення – *зону Б*, небезпечного забруднення – *зону В*, надзвичайно небезпечного забруднення, або *зону Г*. Межі зон радіоактивного забруднення, які мають різний ступінь небезпечності для людей, характеризують дозою випромінювання (D_∞) до повного розпаду радіоактивних речовин та

рівнем радіації на місцевості (P_1), який розраховується на першу годину з моменту вибуху. Доза до повного розпаду є величиною розрахунковою:

$$D_{\infty} = 5 \cdot P_1 \cdot t_1$$

де P_1 – рівень радіації через годину після вибуху, *Р/год*;

t_1 – одна година після вибуху.

Величину рівня радіації у будь-якій точці зони радіоактивного забруднення території після ядерного вибуху можна орієнтовно визначити за формулою [7]:

$$P_t = \frac{50 \cdot q \cdot \upsilon}{t^{1,2} \cdot R^2 \cdot e^{\frac{B}{2 \cdot R}}}$$

де P_t – рівень радіації на забрудненій території на час *t*, *Р/год*;

t – час після вибуху, *годин*;

q – тротиловий еквівалент заряду, *кт*;

R – відстань від осередка вибуху, *км*;

υ – середня швидкість вітру, *км/год*;

B – відстань від вісі сліду, *км*.

Нижче наводяться розрахунки приблизних меж зон радіоактивного забруднення у вигляді еліпсів при швидкості вітру 25 *км/год* за емпіричними формулами, які були знайдені за даними джерела [34]:

$$B_N = 5{,}49 \cdot P^{-0,44} \cdot q^{0,35 \cdot P^{0,043}}$$

$$L_N = 43{,}03 \cdot P^{-0,51} \cdot q^{0,42 \cdot P^{0,043}};$$

$$S_A = \pi \cdot (B_A \cdot L_A - B_Б \cdot L_Б);$$

$$S_Б = \pi \cdot (B_Б \cdot L_Б - B_В \cdot L_В);$$

$$S_В = \pi \cdot (B_В \cdot L_В - B_Г \cdot L_Г);$$

$$S_Г = \pi \cdot B_Г \cdot L_Г$$

де B_N – приблизна ширина зон, *км*;

q – тротиловий еквівалент заряду, *кт*;

P – рівень радіації на межі зони (8 *Р/год* для зони А; 80 *Р/год* для зони Б; 240 *Р/год* для зони В; 800 *Р/год* для зони Г), *Р/год*;

L_N – приблизна довжина зон, *км*;

$S_{А,Б,В,Г}$ – площа зони А, Б, В, Г у $км^2$.

На межах *зони А*: $D_\infty = 40 \div 400$ *рад*, $P_1 = 8 \div 80$ *Р/год*. Частка зони від площі усього радіоактивного сліду складає 60-70 %. Як правило, роботи при знаходженні людей всередині будівель та споруд, які розміщені на зовнішній межі *зони А*, не припиняються. Біля внутрішньої межі або всередині зони роботи на відкритій місцевості повинні припинятися на декілька годин.

На межах *зони Б*: $D_\infty = 400 \div 1200$ *рад*, $P_1 = 80 \div 240$ *Р/год*. Частка *зони Б* складає 15-20 % від усієї площі сліду. Усі роботи в цій зоні припиняються на термін до однієї доби, а люди укриваються в захисних спорудах, підвалах та інших укриттях, або евакуюються.

На межах *зони В*: $D_\infty = 1200 \div 4000$ *рад*, $P_1 = 240 \div 800$ *Р/год*. Частка зони складає 7-13 % від усієї площі сліду. Усі роботи в цій зоні на об'єктах припиняються на термін від однієї до чотирьох діб, а люди укриваються в захисних спорудах чи евакуюються.

На зовнішній межі *зони Г*: $D_\infty = 4000$ *рад*, $P_1 = 800$ *Р/год*, усередині зони близько $D = 10\,000$ *рад*. Частка зони Г складає 7 % від площі радіоактивного сліду. Роботи на об'єктах господарювання у середині зони припиняються на четверо й більше діб, люди захищаються в сховищах.

З плином часу внаслідок природного розпаду радіоактивних речовин рівень радіації на забрудненій радіонуклідами місцевості зменшуються. В продовж року зменшення рівня радіації підкоряється залежності:

$$P = P_1 \cdot t^{-m}$$ або відносний рівень радіації $$100 \cdot \frac{P}{P_1} = t^{-m}$$

де P – рівень радіації на любий заданий час від моменту вибуху, *Р/год*;

P_1 – рівень радіації через годину після вибуху, *Р/год*;

m – коефіцієнт, який для продуктів ядерного вибуху дорівнює 1,2;

t – час, який сплинув після ядерного вибуху, *години*.

Рівні радіації на місцевості залежать від виду, потужності ядерного заряду, рельєфу, наявності лісових масивів, метеорологічних та геологічних умов. Залежність відносного рівня радіації від часу при ядерному вибуху, зображена в таблиці 3.3. З таблиці видно, що після двох діб (48 годин) рівень радіації падає до 1 % від рівня радіації на першу годину, який прийняли за 100 %. На час воєних дій, місцевість вважається забрудненою тоді, коли рівень радіації, який замірено на висоті 0,7 – 1 *м*, становить 0,5 *Р/год* і більше. При таких рівнях слід застосовувати засоби захисту.

Таблиця 3.3

Залежність відносного рівня радіації від часу при ядерному вибуху

P/P_1, %	100,00	43,53	18,95	8,25	3,59	2,21	0,96	0,59	0,42	0,21	0,005
Час, *години*	1	2	4	8	16	24	48	72	96	168	3600

Для розрахунку дози D, яку отримує людина під час знаходження на території з рівнем радіації $P_п$ та часом входу в забруднену зону після вибуху $t_п$, годин до рівня радіації $P_к$ та часом виходу із забрудненої території після вибуху $t_к$, годин необхідно використовувати формулу (при *m=1,2*):

$$D = \frac{1}{m-1} \cdot (P_п \cdot t_п - P_к \cdot t_к) = 5 \cdot (P_п \cdot t_п - P_к \cdot t_к) = 5 \cdot P_1 \cdot (t_п - t_к^{-0,2})$$

або за більш простішою але менш точною середньоарифметичною:

$$D = \frac{(P_n + P_к)}{2} \cdot (t_к - t_n)$$

Надійним захистом від радіоактивного забруднення після ядерного вибуху є укриття в захисних спорудах у перші дві доби. Від радіоактивного пилу необхідно використовувати також засоби індивідуального захисту – протигази, респіратори, протипилові маски, одяг із щільної тканини, накидки та ін.

Електромагнітний імпульс (ЕМІ) створює електричні й магнітні поля, що виникають у результаті впливу гамма-випромінювань на атоми навколишнього середовища (іонізації) й утворення потоку швидких електронів у напрямку розповсюдження гамма випромінювання і позитивних іонів, які залишаються на місці. Тривалість дії ЕМІ складає кілька десятків мілісекунди, а діапазон довжин хвиль від метрів до кілометрів. При ядерному вибусі на поверхні землі, зона ураження ЕМІ буде найменшою, а при висотних вибухах найбільшою, оскільки густина повітря у приземному слої найбільша. При відсутності спеціальних заходів захисту електромагнітний імпульс може пошкодити апаратуру зв'язку і керування, порушити роботу електричних пристроїв, підключених до зовнішніх ліній по яких наведений струм передається на великі відстані.

Особливо чутливими до впливу ЕМІ є шість груп об'єктів і систем:

1) системи передачі електроенергії: повітряні лінії електропередачі, кабельні лінії, різні види з'єднувальних ліній і повітряна електропроводка;

2) системи виробництва, перетворення і накопичення енергії: електростанції, генератори постійного і змінного струму, трансформатори, перетворювачі струмів і напруг, комутатори і розподільні пристрої, електричні батареї і акумулятори, паливні, сонячні й термоелементи;

3) системи регулювання і керування: електромеханічні, електронні датчики та інші елементи автоматики, комп'ютерні установки, мікропроцесори;

4) системи споживання електроенергії: електродвигуни і електромагнітні, нагрівальні, холодильні, вентиляційні, освітлювальні установки й кондиціонери;

5) системи електротяги: електроприводи, напівпровідникові та інші типи перетворювачів;

6) системи радіозв'язку, передачі, зберігання і накопичення інформації: антени, хвилеводи, коаксіальні кабелі, електронні прилади, радіопередавачі, радіоприймачі, установки автономного електропостачання, змішувачі, телефонні апарати, телеграфні установки, заземлені кабелі й проводи, АТС.

Приблизний радіус ураження ЕМІ при низовому повітряному чи наземному вибусі можна обрахувати за такою формулою:

$$R_{EMI} = 0{,}72 \cdot q^{0{,}55}$$

де R_{EMI} – приблизний радіус ураження ЕМІ, *км*;

q – потужність ядерного заряду, *кт*.

Так при низовому повітряному вибуху заряду потужністю 1 000 *кт* напруженість поля ЕМІ уражає електричні об'єкти в радіусі 32 *км*, а при 10 000 *кт* до 115 *км*.

Якщо ядерний вибух стався поблизу лінії електропостачання, зв'язку великої довжини, то наведені в них напруги можуть поширюватися по дротах на багато кілометрів, пошкоджувати апаратуру й уражати людей, які знаходяться на безпечній відстані відносно інших уражаючих факторів ядерного вибуху.

Медико-тактична характеристика вогнищ ураження ядерною зброєю складаєть з оцінки можливих санітарних та безповоротних втрат серед населення, які з'являються після дії ударної хвилі, світлового імпульсу, миттєвої радіації та після вибадіння радіоактивних опадів.

За даними іноземних авторів, при несподіваному ядерному ударі безповоротні втрати можуть складати до 15-20 %, санітарні втрати можуть складати приблизно 35-45 % та до 25 % непостраждалих людей може мати психічні розлади від загальної кількості населення, яке знаходиться у вогнищі ураження ядерним вибухом. Умовно вважається, що зовнішня границя вогнища ураження ядерним вибухом закінчується територією де надлишковий тиск ударної хвилі знижується до 10 кПа.

Імовірну структуру санітарних втрат серед населення міста при несподіваному ядерному вибуху, наведено нижче в таблиці 3.4 [29].

Таблиця 3.4

Імовірна структура санітарних втрат при несподіваному ядерному вибуху

Характер травм*	**Відсоток, %**
Механічні травми: важкі 44 %; середні 34 %; легкі 22 %	15-50
Термічні травми	15-25
Радіаційні травми від початкового випромінювання	10-15
Комбіновані травми	45-55
Радіаційні травми на забрудненій радіоактиними опадами території: Променева хвороба I ст 20 %; II ст 20 %; III ст 30 %; IV ст 30 %	15-50**

* при розміщенні основної маси населення в укриттях характер санітарних втрат змінюється;

** імовірний відсоток санітарних втрат серед населення, яке перебуватиме в укриттях на забрудненій території перші 3 доби.

Розрахунок радіаційних втрат серед населення

Можливі санітарні та безповоротні втрати населення у вогнищах ураження радіоактивними опадами можна визначити за формулою:

$$N_{СВ} = \sum_{1}^{i=n} N_i = \sum_{1}^{i=n} (S_i \cdot \gamma_{мі} \cdot \frac{D_{мі}}{K_{осл}})$$

$$N_{БВ} = \sum_{1}^{i=n} N_i = \sum_{1}^{i=n} (S_i \cdot \gamma_{мі} \cdot \frac{D_{мі}}{K_{осл}} \cdot K_{см})$$

де $N_{СВ}$, $N_{БВ}$ – можливі санітарні та безповоротні втрати серед ураженого населення, *чол.*;

N_i – можлива кількість ураженого населення дозою ≥ 1 *Зв* в зоні ураження з початковим рівнем зараження P_n, чол.;

S_i – площа *i*-ї зони з початковим рівнем зараження P_n, $км^2$;

$\gamma_{мі}$ – середня щільність населення у *i*-ій зоні зараження, *чол./км*^{2};

$K_{см}$ – коефіцієнт смертності людей від променевої хвороби, який залежить від дози опромінення та рівня отримання лікарської допомоги (див. таблицю «Ступені важкості променевої хвороби»);

$K_{осл}$ – середній коефіцієнт ослаблення гамма-випромінювання для населення, яке знаходиться на забрудненій території.

$D_{мі}$ – доза випромінювання, яку населення може отримати під час знаходження на забрудненій радіонуклідами *i*-й зони;

n – кількість зон, які піддалися радіоактивному забрудненню, шт.

Середній коефіцієнт ослаблення гамма випромінювання для населення, яке знаходиться на забрудненій території за час від початку опромінення до часу евакуації з неї можна розрахувати за формулою:

$$K_{осл} = \frac{T}{\sum \frac{t_i}{Ki}}$$

де T – період часу впродовж якого населення знаходиться на збрудненій території, *годин*;

t_i – час впродовж якого населення перебуває у захисних спорудах на забрудненій території із коефіцієнтом ослаблення K_i, *годин*.

K_i – коефіцієнт ослаблення гамма випромінювання захисною спорудою в якій знаходиться людина (підвал, квартира, дім, транспортний засіб, відкрита місцевість, значення яких наведена нижче у таблиці 3.5).

Коефіцієнт ослаблення також можна приблизно розрахувати за формулою:

$$K_i = 2^{\sum \frac{H}{d_{1/2}}}$$

де H – товщина шару матеріалу, *см*;

$d_{1/2}$ – шар половиного ослаблення гама-випромінювання матеріалом (дя грунту – 8,5; бетону – 5,6; води – 13), *см*.

Таблиця 3.5

Приблизні значення коефіцієнта ослаблення гамма випромінювання у різних видах споруд та будівлях

Автомобілі, автобуси, тролейбуси, трамваї	2
Пасажирські вагони	3
Виробничі одноповерхові будинки	7
Будівлі одноповерхові дерев'яні	2-3
Дім каменний п'ятиповерховий: 1-й поверх 2-й поверх 3-й поверх 4-й поверх 5-й поверх підвал	 18-26 27-50 33-68 34-75 24-33 400-500
Дім каменний одноповерховий: перший поверх підвал	 10 40
ПРУ	100-500

Дії людини при ядерному ударі.

Якщо вибух застав Вас зненацька:

- негайно відверніться від яскравого спалаху;
- необхідно лягайти на землю, бажано у яму чи за будь яку перепону, захищаючи обличчя руками та одягом;
- відкрийте рота та чекайте поки пройде повз Вас тепловий імпульс, ударна хвиля та хвиля сильного вітру за нею;
- після проходження сильного вітру, негайно піднімайтеся, закрийте одягом всі відкриті ділянки тіла, зробіть маску на обличчя та, як умого швидше, віддаляйтеся від епіцентру вибуху перпендикулярно напрямку хмари до появи перших опадів попілу із радіоактивної хмари;
- під час руху зробіть запаси води та їжи;

- з початком випаданя радіоактивного попілу знайдіть надійне укриття у вигляді підвалу у багатоповерхівці або третього поверху та вище однак не менше третього поверху від даху;
- у сховищі зніміть одяг, за можливості ополосніть від бруду голову та відкриті ділянки тіла, переодягніться;
- у місці сховища зробіть перестановку так, щоб простір між Вами та стінами був зайнятий будь якими предметами (шафами із книгами, столами, папіром тощо);
- чекайте у сховищі 2-3 доби, після чого можна евакуюватися.

Аварії з викидом радіоактивних речовин

З усіх можливих аварій на радіаційно небезпечних об'єктах найбільш масштабними є аварії на атомних електростанціях з викидом радіоактивних речовин у навколишнє середовище. Також потенційною небезпекою для України є можливі аварії на АЕС РФ з викидом радіоактивних речовин.

За час експлуатації АЕС у світі (перша атомна станція почала працювати у 1954 р.) відбулося шість значних аварії:

- 1957 рік, Уїндськейле, Великобританія;
- 1979 рік, Гарисберг (Трі-Майл-Айленд), США;
- 1986 рік, Чорнобиль, Україна (Радянський Союз);
- 2011 рік, Фукусіма, Японія.

Отже, на даний час (станом на 2012 р.) практична ймовірність катастрофічних аварій на АЕС в середньому становить 1 раз на 14,5 років.

Аварії на АЕС характеризуються значною тривалістю викидів, від декількох годин до декількох діб і навіть тижнів. За цей час напрямок вітру сильно змінюється. А розмір і конфігурація зон радіоактивного забруднення важко прогнозується і розраховується. Хоча при ідеальних погодних умовах зони радіоактивного забруднення, як і у випадку ядерного вибуху мають форму еліпсів.

При аваріях на АЕС виникають дрібнодисперсні аерозолі розміром 0,5-3 *мкм*, які здатні тривалий час знаходитись у зваженому стані та розповсюджуватися за допомогою вітру на значні відстані. Крім того кількісний і якісний склад радіонуклідів при ававрії на АЕС має відмінність від ядерних вибухів. Ця відмінність полягає у тому, що у працюючому реакторі частка ізотопів з невеликим часом напіврозкладу відносно менша за частку ізотопів з великим часом напіврозкладу, які поступово накопичуються в реакторі із часом. Однак за рахунок великої маси палива у реакторі (так для водо-водяних енергетичних реакторів ВВЕР-1000 - це 66 *т* двоокису урану із концентрацією збагаченого урану 235 - 4,4 %) в ньому утворюються значна кількість летких радіонуклідів шляхетних газів (криптону та ксенону), йоду, цезію, тритію, вуглецю, які на початку аварії формують радіоактивну хмару із великою кількістю нелетких ізотопів у вигляді тонкодисперсного пилу, які мають великий час напіврозкладу наприклад урану, плутонію, європію, церію, рутенію, стронцію. Загальна активність радіонуклідів в реакторі може сягати 1,5÷17 *ГКи* [3, 10, 11], а кількість викиду активності може складати декілька відсотків від загальної активності реактора. Наприклад у випадку Чорнобильської катастрофи викид радіонуклідів по активності складав біля 0,05 *ГКи* [10, 11, 15], це приблизно 0,3÷3,3 % від загальної активності радіонуклідів у реакторі.

Все це зумовлює те, що радіоактивне забруднення місцевості при аварії на АЕС відбувається на тривалий час, а площа зараження, набагато більша ніж при ядерних вибухах. Деякі дані по радіонуклідному складу аварійного викиду на Чорнобильській АЕС наведений нижче у таблиці 3.6 [15].

У випадку ававрії на АЕС виділяють п’ять зон забруднення місцевості радіоактивними продуктами: *зона М* (радіаційної небезпеки), рівень радіації за годину після аварії на межах зони P_1 = 0,014 ÷ 0,14 *рад/год*, доза за перший рік після аварії D_∞ = 3 ÷ 50 *рад*; *зона А*

(помірного забруднення), P_1 = 0,14 ÷ 1,40 *рад/год*, D_∞ = 50 ÷ 500 *рад*; *зона Б* (сильного забруднення), P_1 = 1,40 ÷ 4,20 *рад/год*, D_∞ = 500 ÷ 1500 рад; *зона В* (небезпечного забруднення), P_1 = 4,20 ÷ 14,20 *рад/год*, D_∞ = 1500 ÷ 5000 *рад*; *зона Г* (надзвичайно небезпечного забруд20нення), рівень радіації за годину після аварії від P_1 = 14,20 *рад/год*, доза за перший рік після аварії від D_∞ = 5000 *рад* до 10 000 *рад*.

Таблиця 3.6

Радіонуклідний склад аварійного викиду на Чорнобильській АЕС

Нуклід	Період напіврозкладу	Енергія випромінювання, *МеВ*		Відсоток активності у викиді, %
		β – випрм-ня	γ – випром-ня	
Xe-133	5 діб	0,4	0,1	45
Kr-85	10 років	0,7	0,5	9
I-131	8 діб	0,6	0,4	13
I-133	21 година	1,3	0,5	7
I-135	6,7 години	1,4	1,3	2
Cs-134	2 роки	0,7	0,8	5
Cs-137	30 років	0,5	0,7	
Ru-103	39,3 діб	0,2	0,5	5
Ru-106	1 рік	1,2	0,7	
Ce-141	32,5 діб	0,4	0,1	5
Ce-144	284 діб	0,3	0,1	
Ba-140	12,7 діб	1	0,5	4
Sr-89	50,5 діб	1,5	-	
Sr-90	29,1 років	0,6	-	3
Y-91	58,5 діб	1,6	0,7	
Te-129	33,6 діб	0,1	0,2	1
Np-239	2,4 діб	0,3	0,2	1

Нижче наводяться розрахунки приблизних меж зон радіоактивного забруднення у вигляді еліпсів, при аварії на реакторі типу ВВЕР-1000 (потужність 1 *ГВт*) при відсотку виходу активності 30 % і швидкості вітру в межах від 2 до 10 *м/с* [32]:

$$L_P = 28{,}41 \cdot e^{-0{,}13\vartheta} \cdot P^{-(0{,}03\vartheta+0{,}58)};$$

$$B_P = (0{,}23 - 0{,}23 \cdot \ln\vartheta + 0{,}06 \cdot (\ln\vartheta)^2) \cdot L_P^{-0{,}01\vartheta^2+0{,}14\vartheta+0{,}91}$$

$$S_M = \pi \cdot (B_M \cdot L_M - B_A \cdot L_A);$$

$$S_A = \pi \cdot (B_A \cdot L_A - B_Б \cdot L_Б);$$

$$S_Б = \pi \cdot (B_Б \cdot L_Б - B_В \cdot L_В);$$

$$S_В = \pi \cdot (B_В \cdot L_В - B_Г \cdot L_Г);$$

$$S_Г = \pi \cdot B_Г \cdot L_Г$$

де $L_Р$ – приблизна довжина зон, *км*;

$B_Р$ – приблизна ширина зон, *км*;

P – рівень радіації на межі зони (0,014 для *зони М*; 0,14 для *зони А*; 1,4 для *зони Б*; 4,2 для *зони В*; 14 для *зони Г*), *рад/годину*;

$S_{М,А,Б,В,Г}$ – площа зони М, А, Б, В, Г у $км^2$.

Після аварії на АЕС рівень радіації спадає за таким законом:

$$P = P_1 \cdot t^{-m}$$

де P – рівень радіації на любий заданий час від моменту аварії, *Р/год*;

P_1 – рівень радіації через годину після аварії, *Р/год*;

m – коефіцієнт, для продуктів при аваріях на АЕС може бути в межах 0,26÷0,86;

t – час, який сплинув після аварії, *години*.

Залежність відносного рівня радіації від часу при аварії на АЕС, зображена в таблиці 3.7. З таблиці видно, що після 150 діб (3600 *годин*) рівень радіації падає до 3,8 % від рівня радіації на першу годину після аварії, який прийняли за 100 %.

Таблиця 3.7

Залежність відносного рівня радіації від часу при аварії на АЕС

P/P_1, %	100,0	75,8	57,4	43,5	33,0	28,0	21,3	18,1	16,1	12,9	3,8
Час, год	1	2	4	8	16	24	48	72	96	168	3600

Для розрахунку дози D, яку отримує людина під час знаходження на території з рівнем радіації $P_п$ та часом входу $t_п$, який пройшов після аварії на АЕС до рівня радіації $P_к$ та часом виходу $t_к$ із забрудненої території, який пройшов після аварії на АЕС, необхідно використовувати формулу (наприкла при m=0,4):

$$D = \frac{1}{1-m} \cdot (P_к \cdot t_к - P_п \cdot t_п) = 1{,}67 \cdot (P_к \cdot t_к - P_п \cdot t_п) = 1{,}67 \cdot P_1 \cdot (t_к^{0{,}6} - t_п)$$

Надійним захистом від радіоактивного забруднення після аварії на АЕС є укриття у захисних спорудах: сховищах, протирадіаційних укриттях, перекритих щілинах, підвальних приміщеннях промислових та житлових будівель тощо, принаймі у перші дві-три доби з подальшою евакуацією. Від радіоактивного пилу необхідно використовувати засоби індивідуального захисту – протигази, респіратори, протипилові маски, одяг із щільної тканини, накидки та ін.

Можливі санітарні та безповоротні втрати населення у вогнищах ураження радіоактивними опадами можна визначити за формулою:

$$N_{СВ} = \sum_{1}^{i=n} N_i = \sum_{1}^{i=n} (S_i \cdot \gamma_{мі} \cdot \frac{D_{мі}}{K_{осл}})$$

$$N_{БВ} = \sum_{1}^{i=n} N_i = \sum_{1}^{i=n} (S_i \cdot \gamma_{мі} \cdot \frac{D_{мі}}{K_{осл}} \cdot K_{см})$$

$$N_{ПБВ} = N_{СВ} - N_{БВ} = \sum_{1}^{i=n} (S_i \cdot \gamma_{мі} \cdot \frac{D_{мі}}{K_{осл}} \cdot K_{онк} \cdot 0{,}002)$$

де $N_{СВ}$, $N_{БВ}$, $N_{ПБВ}$ – можливі санітарні, безповоротні та потенційні онкологічні втрати серед ураженого населення, *чол.*;

N_i – можлива кількість ураженого населення дозою ≥ 1 *Зв* в зоні ураження з початковим рівнем зараження $P_п$, *чол.*;

S_i – площа *i*-ї зони з початковим рівнем зараження $P_п$, *км*^{2};

$\gamma_{мі}$ – середня щільність населення у *i*-ій зоні зараження, *чол./км*^{2};

$K_{см}$ – коефіцієнт смертності людей від променевої хвороби, який залежить від дози опромінення та рівня отримання лікарської допомоги (див. таблицю «Ступені важкості променевої хвороби»);

$K_{осл}$ – середній коефіцієнт ослаблення гамма-випромінювання для населення, яке знаходиться на забрудненій території;

$K_{онк}$ – коефіцієнт підвищення імовірної смертності від онкозахворювання на кожний 1 *Зв* – 1,05 - 1,1 (або 5-10 %) по відношенню до звичайного рівня, який наприклад для 2009 р. в Україні складав 0,002 (доля померлих від онкозахворюваннь);

$D_{мі}$ – доза випромінювання, яку населення може отримати під час знаходження на забрудненій території з рівнем випромінювання P_n;

n – кількість зон, які піддалися радіоактивному забрудненню, *шт*.

Середній коефіцієнт ослаблення гамма випромінювання для населення, яке знаходиться на забрудненій території за час від початку опромінення до часу евакуації з неї можна розрахувати за формулою:

$$K_{осл} = \frac{T}{\sum \frac{t_i}{K_i}}$$

де T – період часу впродовж якого населення знаходиться на збрудненій території, *годин*;

t_i – час впродовж якого населення перебуває у захисних спорудах на забрудненій території із коефіцієнтом ослаблення K_i, *годин*.

K_i – коефіцієнт ослаблення гамма випромінювання захисною спорудою в якій знаходиться людина підвал, квартира, дім, транспортний засіб тощо.

Під час аварії на АЕС із викидом радіоактивних ізотопів у навколишне середовище, населення найближчих міських пунктів попереджується за домомогою ЗМІ та спеціального сигналу сирени та гучномовців: «Увага всім! Радіаційна небезпека!», після чого дається коротка інформація про небезпечну ситуацію та інструктаж населення.

Дії людини при аварії на АЕС із викидом радіоактивних речовин.

Якщо аварія застала Вас вдома:

- негайно вдягти протипилові маски та щільний одяг;
- на вулицю виходити тільки за потребою й максимально скоротити час знаходження на відкритому просторі;
- загерметизувати дім, закрити та заклеїти вікна, вентиляційні отвори;
- зробити запас води та їжі на декілька днів;
- приготувати речі для евакуації (документи, гроші, змінний одяг і взуття, спальні речі, воду та їжу, столові прибори тощо);
- вживати препарати стабільного йоду (КІ – 125 мг, або настойку йоду 44 кап. на добу внутрішньо/нашкірно);
- чекати та слухати по радіо та телеефіру вказівки від влади та МНС.

Питання до теми 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ВОГНИЩ УРАЖЕННЯ ПРИ РАДІАЦІЙНИХ ІНЦИДЕНТАХ.

1. Дайте коротку характеристику об’єктам, які мають справу з радіоактивними елементами і несуть потенціальну загрозу людям та назвіть основні види радіаційних інцидентів.
2. Дайте характеристику ядерному вибуху. Що таке тротиловий еквівалент потужності ядерної зброї? Класифікація ядерної зброї за потужністю та видом заряду. Різновиди ядерних вибухів. Основні види уражаючих факторів ядерної зброї.
3. Дайте характеристику ударній хвилі (привести визначення, основні параметри та механізм ураження людини). Визначте границі зон ураження ударною хвилею від наземного вибуху ядерного заряду в 1 кт. Опишіть дії людей під час ядерного вибуху.

4. Дайте характеристику світловому випромінюванню (привести визначення, основні параметри та механізм ураження людини). Визначте границі зон ураження світловим випромінювання від повітряного вибуху ядерного заряду в 1 кт. Опишіть дії людей під час ядерного вибуху.
5. Дайте коротку характеристику різним видам ядерного вибуху. Розрахуйте приблизні параметри вогняної кулі (діаметр та час світіння) та параметри воронки у ґрунті (діаметр та глибина), а також тривалість світлового імпульсу при наземному вибуху ядерного заряду потужністю в 1 кт. Опишіть дії людей під час ядерного вибуху.
6. Дайте характеристику проникаючій радіації при ядерному вибуху (види, тривалість дії, вплив на людину). Види доз випромінювання. Ступені променевої хвороби. Обрахувати межі небезпечних зон для проникаючої радіації при наземному вибуху ядерної бомби потужністю 1 кт.
7. Дайте характеристику радіоактивному забрудненню території, та наведіть межі зон радіоактивного забруднення. Розрахуйте площу та межі зон (довжину та ширину) радіоактивного забруднення території при наземному ядерному вибуху заряду в 1 кт за ідеальних умов навколишнього середовища (вітер постійний без зміни напряму, швидкість 25 км/годину). Опишіть порядок дій населення на забрудненій території.
8. Розрахуйте еквівалентну дозу, яку може отримати людина на забрудненій радіонуклідами зоні Б за перші дві доби після вибуху. Вихідні дані: максимальний рівень радіації на території де знаходиться людина після вибуху складає P_1 = 200 *рад/годину*; час знаходження на забрудненій території 5 та 52 годин, починаючи від встановлення максимального рівня радіації; час впродовж якого людина перебуває у захисній споруді на забрудненій території 5 та 50+2 (під час евакуації) годин. Коефіцієнт ослаблення у першому

випадку прийняти для автомобілю, у другому для підвалу кам'яного одноповерхового будинку.

9. Дайте характеристику електромагнітному імпульсу, який виникає під час ядерного вибуху (що уражається, чи впливає він на людей, способи захисту). Обчислити приблизний радіус ураження електроприладів від ЕМІ, при наземному ядерному вибуху, потужністю 1 кт. Опишіть дії населення під час несподіваного ядерного вибуху.
10. Дайте коротку характеристику аварій на атомних електростанціях з викидом радіоактивних речовин (практичну частоту появи, характеристику процесу викиду та величину, конфігурацію й рівень радіації зон радіоактивного забруднення території). Розрахуйте приблизну довжину, ширину та площу зон радіоактивного забруднення території за «ідеальних умов аварії». Вихідні дані: реактор на Хмельницькій АЕС; відсоток виходу – 30 %; вітер постійний - Західний; швидкість вітру – 15 км/ч. Назвіть основні дії населення при попередженні про аварії на АЕС.
11. Розрахуйте еквівалентну дозу, яку може отримати людина на забрудненій радіонуклідами зоні А за перші дві доби після аварії на АЕС. Вихідні дані: максимальний рівень радіації на території де знаходиться людина після аварії складає P_1 = 1,4 *рад/годину*; час знаходження на забрудненій території 5 та 52 годин, починаючи від встановлення максимального рівня радіації; час впродовж якого людина перебуває у захисній споруді на забрудненій території 5 та 50+2 (під час евакуації) годин. Коефіцієнт ослаблення у першому випадку прийняти для автомобілю, у другому для підвалу кам'яного одноповерхового будинку.
12. Дайте коротку характеристику аварій на атомних електростанціях з викидом радіоактивних речовин (практичну частоту появи, характеристику процесу викиду та величину, конфігурацію й рівень

радіації зон радіоактивного забруднення території). Розрахуйте приблизну довжину, ширину та площу зон радіоактивного забруднення території за «ідеальних умов аварії». Вихідні дані: реактор на Запорізькій АЕС; відсоток виходу – 30 %; вітер постійний - Східний; швидкість вітру – 25 км/ч. Назвіть основні дії населення при попередженні про аварії на АЕС.

13. Дайте характеристику радіоактивному забрудненню території, та наведіть межі зон радіоактивного забруднення. Розрахуйте рівень радіації на відстані за віссю від осередка вибуху 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10,0 та 20,0 км при наземному ядерному вибуху заряду в 1 кт за ідеальних умов навколишнього середовища (вітер постійний без зміни напряму, швидкість 25 км/годину). Опишіть порядок дій населення на забрудненій території.
14. Дайте характеристику ударній хвилі (привести визначення, основні параметри та механізм ураження людини). Визначте надлишковий тиск в ударній хвилі від наземного вибуху ядерного заряду в 1 кт на відстані від центру вибуху 0,5; 1,0; 2,0; 5,0 та 10,0 км. Опишіть дії людей під час ядерного вибуху.
15. Дайте характеристику світловому випромінюванню (привести визначення, основні параметри та механізм ураження людини). Визначте інтенсивність світлового випромінювання від повітряного вибуху ядерного заряду в 1 кт на відстані від центру вибуху 1,0; 5,0; 10,0 та 20,0 км. Опишіть дії людей під час ядерного вибуху.
16. Розрахуйте швидкість розповсюдження ударної хвилі, а також швидкість повітря за нею для заряду у 1 кт на відстані від центру наземного вибуху в 1 км, 5 та 10 км. Опишіть дії людей під час ядерного вибуху.

Тема 4. ХАРАКТЕРИСТИКА ВОГНИЩ УРАЖЕННЯ ПРИ ХІМІЧНИХ ІНЦИДЕНТАХ.

Учбова мета: ознайомитися зі станом хімічної небезпеки в Україні, знати загальні характеристики основних видів хімічних інцидентів, вміти прогнозувати втрати серед населення під час цих інцидентів та використовувати засоби запобігання та захисту населення.

За Міжнародним реєстром, у світі використовується в промисловості, сільскому господарстві та у побуті понад 6 *млн*. токсичних речовин, 60 *тис*. з яких виробляються у великих кількостях, у тому числі понад 600 речовин, які належать до групи сильнодіючих отруйних речовин (СДОР), токсичних для живих організмів.

На території України на даний час знаходяться до двух тисяч хімічно небезпечних об'єктів (ХНО) та до трьохсот тисяч об'єктів, які використовують, зберігають або транспортують СДОР чи їх похідні. На хімічно небезпечних об'єктах СДОР можуть бути початковою сировиною, проміжними, кінцевими або побічними продуктами, а також розчинниками та засобами обробки. Великі запаси СДОР розміщені на підприємствах хімічної, целюлозно-паперової, оборонної, нафтопереробної, кольорової, чорної металургії, а також на об'єктах сільськогосподарської, харчової та фармацевтичної промисловості. Взагалі в Україні використовується у виробничому процесі понад 283 *тис.т* СДОР, у тому числі 9,8 *тис.т* хлору, 178,4 *тис.т* аміаку.

До найбільш розповсюджених СДОР, які використовуються у різних галузях господарювання відносяться хлор, аміак, сірчаний ангідрид, сірководень, бензол, фтористий водень, ацетон, хлористоводнева кислота, азотна кислота, сірчана кислота, фосген, синильна кислота, різні види пестициців, гербицидів тощо.

Незважаючи на закони та суворий державний контроль інспектуючих органів України на ХНО, внаслідок людського фактора чи фізичного зносу обладнання або природних НС може статися викид

СДОР. При цьому персонал ХНО і населення, яке проживає поблизу об’єкта, сільськогосподарські тварини, посіви, лісові насадження та водоймища, можуть бути уражені СДОР. Також слід відмітити, що потенційна небезпека може бути від хімічної зброї, яка дісталася Україні від СРСР.

Хімічні інциденти можна поділити на:

1. ***ненавмисні***, до яких відносяться: аварії з викидом СДОР у повітря, грунт чи водоймище: на підприємствах синтезу СДОР; аварії на хімічно небезпечних об’єктах, які використовують СДОР у технологічних процессах виготовлення своєї продукції; та аварії при транспортуванні або зберіганні СДОР, внаслідок порушення правил ведення технологічного процесу, зносу обладнання, природних стихійних лих тощо;
2. ***навмисні***, до яких відносяться: використання хімічної зброї масового ураження (отруйних речовин) під час військових конфліктів чи терористичних актів, а також саботаж на підприємствах, які використовують СДОР.

Характеристика вогнищ ураження при аваріях з викидом СДОР у повітря.

Під час аварії із вивільненням СДОР у вигляді газу, пару чи аерозолю відбувається хімічне зараження повітря та території речовиною в небезпечних для життя та здоров’я концентраціях. Цю територію, називають зоною хімічного зараження.

Зона хімічного зараження це територія в межах якої, концентрація СДОР досягає величини, яка створює небезпеку для здоров’я або життя людей, сільськогосподарським тваринам та рослинам впродовж визначеного часу.

Осередок хімічного ураження – це територія в межах якої, від дії СДОР, відбулись масові ураження людей або сільськогосподарських тварин та рослин.

Зона хімічного зараження характеризується:

- глибиною та шириною, *км*;
- можливою та фактичною площею зараження, *км²*;
- часом зараження, *годин*.

Розміри зон та час хімічного зараження залежать від рельєфу території (наявність будівель, дерев, холмів, оврагів тощо) та погодних умов (температури, напрямку та швидкості вітру, вертикальної стійкості повітря, кількості речовини та її фізико-хімічних і токсикологічних властивостей тощо).

Розрахунок зони хімічного зараження.

Варіант 1. За розрахункову глибину зараження приймається *менша* із **гранично можливої глибини** переносу повітряних мас та **повної глибини** зони зараження [28, 29].

Гранично можлива глибина переносу повітряних мас залежть від стану атмосфери (інверсія, ізотермія чи конвекція), швидкості вітру та часу, який пройшов після аварії і розраховується за формулою:

$$\Gamma' = (k_0 \cdot \vartheta + \Gamma_0) \cdot t$$

де Γ' – гранично можлива глибина переносу повітряних мас, *км*;

k_0 – константа (для інверсії 5,4; для ізотермії 5,86; для конвекції 7);

ϑ – швидкість вітру від 1 до 10 *м/с*;

Γ_0 – константа (для інверсії «-» 0,5; для ізотермії «+» 0,21; для конвекції 0);

t – час від початку аварії, *годин*.

Повна глибина зони зараження Γ (*км*), що залежить від розмірів первинної та вторинної хмари СДОР, визначають за формулою:

$$\Gamma = \Gamma_{e1,2}^{Max} + 0{,}5 \cdot \Gamma_{e1,2}^{\min}$$

де $\Gamma_{e1,2}^{Max/\min}$ – максимальна (*Max*) та мінімальна (*min*) глибина зони зараження первинною (1) або вторинною (2) хмарою СДОР, *км*;

Розрахунок максимальної та мінімальної глибини зараження СДОР залежить від еквівалентної кількості речовини та швидкості повітря і має залежність:

$$\Gamma_{e1,2}^{Max/\min} = a \cdot \vartheta^{-b}$$

де $\Gamma_{e1,2}^{Max/\min}$ – максимальна та мінімальна глибина зони зараження первинною або вторинною хмарою СДОР, *км*;

ϑ – швидкість вітру в діапазоні від ≤ 1 до ≥ 15 *м/с*;

a, b – коефіцієнти, які залежать від еквівалентної кількості речовини у первинній та вторинній хмарах:

$$a = 4{,}93 \cdot Q_{e1,2}^{\ 0,59}$$

$$b = 0{,}60 \cdot Q_{e1,2}^{\ 0,05}$$

$Q_{e1,2}$ – еквівалентна кількість речовини у первинній або вторинній хмарах у діапазоні від 0,01 до 1000 *т*.

Визначення еквівалентної кількості речовини в первинній хмарі (Q_{e1}, т) розраховується за формулою:

$$Q_{e1} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot Q_0$$

де K_1 – коефіцієнт який залежить від умов зберігання СДОР (довідкова величина, для стиснутих газів K_1=1), для зріджених газів можна розрахувати за формулою:

$$K_1 = \frac{C_p \cdot \Delta T}{\Delta H}$$

де C_p – питома теплоємність зрідженого газу, *кДж/кг·°С*;

ΔT – різниця температур зрідженого газу до та після руйнування ємності, *°С*;

ΔH – питома теплота випаровування зрідженого газу при температурі випаровування, *кДж/кг*.

K_3 – коефіцієнт, який дорівнює відношенню порогової токсодози хлору до порогової токсодози іншого СДОР (довідкова речовина);

K_5 – коефіцієнт, який враховує ступінь вертикальної стійкості атмосфери (для інверсії K_5=1, для ізотермії K_5=0,23, для конвекції K_5=0,08);

K_7 – коефіцієнт, який враховує вплив температури (довідкова величина для зріджених чи стиснутих газів K_7=1);

Q_0 – кількість викиду СДОР, *т*.

Визначення еквівалентної кількості речовини у вторинній хмарі (Q_{e2}, *т*) визначається за формулою:

$$Q_{e2} = (1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot \frac{Q_0}{F}$$

де K_2 – коефіцієнт який залежить від фізико-хімічних властивостей СДОР (довідкова величина), також його можна розрахувати за формулою:

$$K_2 = 8{,}1 \cdot 10^{-6} \cdot P \cdot \sqrt{Mr}$$

P – тиск насиченої пари речовини при заданій температурі, *мм рт.ст.*;

Mr – молекулярна маса речовини, *г/моль*.

K_4 – коефіцієнт, який залежить від швидкості вітру, розраховується за формулою:

$$K_4 = 0{,}33 \cdot \vartheta + 0{,}67$$

де ϑ – швидкість вітру в діапазоні від 1 до 15 *м/с*.

K_6 – коефіцієнт, який залежить від часу, що минув з моменту аварії (t, *годин*) або часу випаровування СДОР з площі розливу (T, *годин*) і розраховується за формулами:

$$K_6 = \begin{cases} t^{0,8} ...при... t \le T \\ T^{0,8} ...при... t \ge T \\ 1 ...при... T \le 1 \end{cases}$$

$$T = \frac{F}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7}$$

K_7 – коефіцієнт, який враховує вплив температури (довідкова величина для зріджених чи стиснутих газів K_7=1);

F – площа поверхні, розлитої речивини, *м²*.

Площу поверхні, розлитої речивини можна обрахувати за формулою:

$$F = \frac{Q_0}{h \cdot \rho}$$

де F – площа поверхні, розлитої речивини, *м²*;

Q_0 – кількість розлитої рідини СДОР, *кг*;

h – висота шару розлитої рідини, приймається – 0,05 *м*;

ρ – густина рідини, *кг/м³*.

Час підходу хмари СДОР до заданого об'єкту залежить від швидкості переносу хмари повітряним потом і визначається за формулою:

$$t = \frac{\Gamma'}{k_0 \cdot \vartheta + \Gamma_0}$$

де t – час підходу хмари СДОР до заданого об'єкту, *годин*;

Γ' – відстань від зони аварії до об'єкта, *км*;

k_0 – константа (для інверсії 5,4; для ізотермії 5,86; для конвекції 7);

ϑ – швидкість переносу переднього фронту хмари зараженого повітря від 1 до 15 *м/с*;

Γ_0 – константа (для інверсії «-» 0,5; для ізотермії «+» 0,21; для конвекції 0);

Нижче в таблиці 4.1 наведені допоміжні коефіцієнти (K_1, K_2, K_3, K_7), які використовуються при розрахунках еквівалентної кількості речовини.

Таблиця 4.1

Значення допоміжних коефіцієнтів K_1, K_2, K_3, K_7

Найменування СДОР	K_1	K_2	K_3	K_7 **при різній температурі повітря, °С**				
				-40	**-20**	**0**	**20**	**40**
1. Аміак (під тиском)	0,18	0,025	0,04	0/0,9	0,3/1	0,6//1	1/1	1,4/1
2. Хлор	0,18	0,052	1	0/0,9	0,3/1	0,6/1	1/1	1,4/1
3. Фосген	0,05	0,061	1	0/0,1	0/0,3	0/0,7	1/1	2,7/1
4. Сірководень	0,27	0,042	0,036	0,3/1	0,5/1	0,8/1	1/1	1,2/1
5. Ціановодень	0,13	0,055	0,25	0,3/1	0,5/1	0,8/1	1/1	1,2/1
6. Сірчистий ангідрид	0,11	0,049	0,333	0/0,2	0/0,5	0,3/1	1/1	1,7/1
7. Хлорпікрин	0	0,002	30	0,03	0,1	0,3	1	2,9
8. Хлорціан	0,04	0,048	0,8	0/0	0/0	0/0,6	1/1	3,9/1

* число для K_7, у числівнику обирається для первинної хмари, а у знаменнику для вторинної хмари.

Варіант 2. **Глибину зони хімічного зараження** можна визначити аналітично за формулою [7]:

$$\Gamma_p = \frac{0{,}0342}{K_м} \cdot \left[\frac{Q_0 \cdot (a+b)}{D_{пор} \cdot \vartheta \cdot K_{атм}} \right]^{2/3}$$

де Γ_p – глибина зони хімічного зараження, *км*;

$K_м$ – константа, яка враховує вплив рельєфу місцевості (див. нижче в таблиці 4.2);

$K_{атм}$ – константа, яка враховує ступіть вертикальної стійкості атмосфери (для інверсії 1,0; для ізотермії 1,5; для конвекції 2,0);

ϑ – швидкість повітря (на висоті 1 *м*), *м/с*;

$D_{пор}$ – порогова токсодоза СДОР, (мг·хв)/л;

Q_0 – кількість СДОР, кг;

a – коефіцієнт, який враховує частку СДОР, що перейшло у первинну хмару (для стиснутих газів – 1; для зріджених –

0,2; для сірководню та хлористого водню – 0,3; для рідин з $t_{кип} < 20^0$С – 0,07; для рідин $t_{кип} > 20^0$С - 0);

b – коефіцієнт, який враховує частку СДОР, що перейшло у вторинну хмару (для зріджених – 0,15; для рідин з $t_{кип} < 20^0$С – 0,15; для рідин $t_{кип} > 20^0$С – 0,03).

Необхідні фізико-хімічні та токсичні властивості деяких СДОР та ОР наведені в таблиці 1 у додатку 2.

Таблиця 4.2

Значення константи, яка враховує вплив рельєфу місцевості

№ з/п	Характеристика рельєфу місцевості	Величина $К_м$
1	Відкрита місцевість та у межах головних магістральних шляхів у місті	1,0
2	Степ, сільськогосподарська місцевість	2,0
3	Кущиста, холмиста або з високою тарвою та поодинокими деревами	2,5
4	Ліс, пересічена місцевість, суцільна міська забудова	3,3

Ширину та висоту зони хімічного зараження (В) залежно від ступіня вертикальної стійкості повітря наведено нижче у таблиці 4.3 [7,9].

Таблиця 4.3

Залежність ширини та висоти зони хімічного зараження від ступіня вертикальної стійкості атмосфери

№ з/п	Ступінь вертикальної стійкості атмосфери	Ширина зони, *км*	Висота зони*, *км*
1	Інверсія	$0,03 \cdot Г_р$	$0,01 \cdot Г_р$
2	Ізотермія	$0,15 \cdot Г_р$	$0,03 \cdot Г_р$
3	Конвекція	$0,8 \cdot Г_р$	$0,14 \cdot Г_р$

* - у місті висота підйому хмари СДОР буде у 2 рази менша.

Для орієнтовних розрахунків довжини зон смертельних, важких, середніх та легких уражень, можна підставляти замість порогової токсодози, наступні відношення смертельної токсодози: для смертельних уражень – $D_{пор} \approx 1,0 \cdot LD_{50}$; для важких уражень $D_{пор} \approx 0,5 \cdot LD_{50}$; для середніх уражень $D_{пор} \approx 0,2 \cdot LD_{50}$; для легких уражень $D_{пор} \approx 0,1 \cdot LD_{50}$.

Ступінь вертикальної стійкості приземного шару повітря може бути визначений за даними навединими нижче у таблиці 4.4 [32].

Таблиця 4.4

Ступінь вертикальної стійкості атмосфери

№ з/п	Швидкість вітру, м/с	Ніч			День		
		Ясно	Напів ясно	Хмарно	Ясно	Напів ясно	Хмарно
1	0,5	Інверсія	Інверсія	Ізотермія	Конвекція	Конвекція	Ізотермія
2	0,5-2	Інверсія	Інверсія	Ізотермія	Конвекція	Конвекція	Ізотермія
3	2-4	Інверсія	Ізотермія	Ізотермія	Конвекція	Ізотермія	Ізотермія
4	> 4	Ізотермія	Ізотермія	Ізотермія	Ізотермія	Ізотермія	Ізотермія

Порядок нанесення зон зараження на топографічні мапи та схеми.

Зона можливого зараження хмарою СДОР на мапі (схемі) обмежена колом, напівколом або сектором, які мають кут φ та радіус r (що дорівнює розрахунковій глибині зараження $Г_р$).

Площу зони можливого зараження для хмари СДОР можна визначити за формулою:

$$S_м = \frac{\pi}{360} \cdot Г_р^2 \cdot \varphi = 0{,}00872 \cdot Г_р^2 \cdot \varphi$$

де $S_м$ - площа зони можливого зараження СДОР, *км*^{2};

$Г_р$ - розрахункова глибина зони можливого зараження, *км*;

φ - кут зони, який залежить від швидкості повітря.

Залежність кута від швидкості приземного вітру зображена нижче в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5

Залежність кута зони можливого зараження СДОР

Швидкість вітру, *м/с*	Кут *φ, град*
< 0,5	360
0,6-1	180
1,1-2	90
> 2	45

Зона фактичного зараження, має форму еліпсу і включається в зону можливого зараження. Внаслідок можливих переміщень хмари

СДОР під дією вітру, зображення зони фактичного зараження на мапу (схему) не наноситься.

Площа зони фактичного зараження для хмари СДОР можна визначити за формулою:

$$S_{ф} = K_8 \cdot Г_{р}^2 \cdot t^{0,2}$$

де $S_{ф}$ - площа зони фактичного зараження СДОР, *км*^{2};

K_8 – коефіцієнт, який залежить від ступеня вертикальної стійкості повітря (0,081 для інверсії; 0,133 для ізотермії; 0,235 для конвекції);

$Г_{р}$ - розрахункова глибина зони можливого зараження, *км*;

t – час, який пройшов після аварії, *годин*.

Методика оцінки можливих втрат населення у вогнищах ураження СДОР.

Можливі втрати населення у вогнищах ураження СДОР можна визначити за формулою:

$$N = S_{м} \cdot \left[\sum_{1}^{i=n} \left(\frac{Г_{мі}}{Г_{р}} \cdot \gamma_{мі} \cdot K_{нзі} \right) \right] = \sum_{1}^{i=n} \left(S_{мі} \cdot \gamma_{мі} \cdot K_{нзі} \right)$$

де N – можлива кількість ураженого населення, *чол.*;

$S_{м}$ – площа зони можливого зараження СДОР, *км*^{2};

$S_{мі}$ – площа зони зараження СДОР з щільністю населення на ній $\gamma_{мі}$, *км*^{2};

$Г_{мі}$ - глибина поширення зараженого повітря із різною ступіню уражаючої дії у *і*-тому населеному пункті, *км*;

$Г_{р}$ – розрахункова глибина поширення зараженого повітря, *км*;

$\gamma_{мі}$ – середня щільність населення у *і*-тому населеному пункті (приблизні значення див. у таблиці 2, додатку 1), *чол./км*^{2};

$K_{нзі}$ – коефіцієнт незахищеності населення у *і*-тому населеному пункті;

n – кількість населених пунктів, які піддалися хімічному забрудненню, *шт*.

Коефіцієнт незахищеності населення у міських пунктах визначається за формулою:

$$K_{нзі} = 1 - \varphi_{пр} - \varphi_{сх} - \varphi_{тр} - \varphi_{шл} - \varphi_{пп} - \varphi_{жп}$$

де $\varphi_{пр}$ – частка населення, яке забезпечене протигазами;

$\varphi_{сх}$ – частка населення, яке забезпечене сховищами;

$\varphi_{тр}$ – частка населення, яке знаходиться у транспортних засобах (див. табл. 1, додатку 1);

$\varphi_{тр}$ – частка населення, яке знаходиться на відкритій місцевості (див. табл. 1, додатку 1);

$\varphi_{пп}$ – частка населення, яке знаходиться у промислових приміщенях (див. табл. 1, додатку 1);

$\varphi_{жп}$ – частка населення, яке знаходиться у житлових приміщенях (див. табл. 1, додатку 1).

Орієнтовні втрати населення від СДОР в осередку ураження в залежності від наявності протигазів та місця знаходження людей досить швидко можна визначити за даними таблиці 4.6.

Таблиця 4.6

Орієнтовні втрати людей від СДОР в осередку ураження, %

Умови знаходження людей	**Забезпеченість людей протигазами, %**			
	0	30	70	100
На відкритій місцевості	90-100	65	35	10
У найпростіших укриттях, будівлях	50	35	18	4

Примітка. Приблизний розподіл ураження людей в осередку становить, %: легкий ступінь - 25; середній і важкий ступінь – 40; зі смертельними насідками – 35.

Можливі втрати населення у вогнищах ураження СДОР можна визначити й за іншою формулою:

$$N = (\sum S_i \cdot \gamma_i) \cdot (\sum q_i \cdot (1 - k_i))$$

де N – можлива кількість ураженого населення, *чол*.;

S_i – площа зони ураження СДОР з густиною населення на ній γ_i, $км^2$;

γ_i – густина населення (приблизні значення див. у таблиці 2, додатка 1), чол./км²;

q_i - частка населення, яка захищена від дії СДОР *i*-м заходом, можна знайти у таблиці 1 додатка 1;

k_i – коефіцієнт захисту населення за місцем та часом їх перебування у захисній споруді, можна знайти у таблиці 2 додатка 2.

Під час аварії на ХНО із викидом СДОР у навколишне середовище, населення найближчих міських пунктів попереджується за домомогою ЗМІ та спеціального сигналу сирени та гучномовців: «Увага всім! Хімічна небезпека!», після чого дається коротка інформація про небезпечну ситуацію та інструктаж населення.

Характеристика вогнищ ураження при застосуванні хімічної зброї.

Хімічна зброя – це один із видів зброї масового ураження принцип дії якої заснован на токсичності деяких бойових отруйних речовин (ОР) та токсинів.

Хімічна зброя має здатність відносно вибіркового ураження людей, тварин, комах, рослин.

Класифікація отруйних речовин. За джерелом походження ОР можна поділити на біологічні (токсини бактерій, грибів, комах, тварин, рослин) та синтетичні класифікація наведена нижче .За фізіологічною дією отруйні речовини поділяють на: нервово-паралітичні (Ві-Ікс, зарин, зоман, табун та деякі інші речовини), психохімічні (Бі-Зет, ЛСД, дитран та ін.), шкірно-наривні (сірчані та азотні іприти, люізит та ін.), задушливі (фосген, дифосген, трифосген, хлорпікрин, п’ятифторид сірки та ін.), подразнюючі (галогенвмісні аліфатичні та ароматичні кетони, стернити, адамсит, Сі-Ар, Сі-Ес та ін.), загальноотруйні (ціаносполуки,

окис вуглецю (II), гідриди арсенуму та фосфору та ін.) тощо. За стійкістю ОР розділяють на стійкі (час токсичної дії вимірюється в десятках годин та добах) та нестійкі (час токсичної дії вимірюється в хвилинах та годинах). За швидкістю дії ОР поділяють на швидкодіючі (ураження людей відбувається за декілька хвилин) до них можна віднести всі нервово-паралітичні, задушлилі, подразливі та деяті загальноотруйні, та повільнодіючі (ураження відбувається через десятки хвилин чи декілька годин) до них вдносяться психохімічні, шкірнонаривні та деякі загальноотруйні.

Виділяють два типи хімічної атаки: *тип А*, зараження повітря хмарою ОР у вигляді пару, аерозолю чи газу, та *тип Б*, зараження поверхні грунту краплинами ОР.

Розрахунок зон хімічного зараження ОР можна проводити за наступними рівняннями [14]:

1. для окремого генератора аерозолю (точкове джерело):

$$R_1 \approx \frac{1}{K_m} \cdot \left[\frac{25 \cdot K_0 \cdot K_n \cdot M}{v \cdot D \cdot t_p} \right]^{0,556}$$

2. вибух хімічного боєприпасу, бомби, фугасу, гранати (миттєве об'ємне джерело):

$$R_2 \approx \frac{1}{K_m} \cdot \left[\frac{3 \cdot K_0 \cdot K_n \cdot M \cdot \tau}{v \cdot t \cdot D} \right]^{0,571} = \frac{1}{K_m} \cdot \left[\frac{3 \cdot K_0 \cdot K_n \cdot M \cdot \tau}{D} \right]^{0,364}$$

3. хмара, яка виникла під час виливу (миттєве лінійне джерело):

$$R_3 \approx \frac{1}{K_m} \cdot \left[\frac{20 \cdot K_0 \cdot K_n \cdot M \cdot \tau}{L \cdot D} \right]^{0,5}$$

де R – відстань від місця застосування ОР, *м*;

K_0 – частка ОР, які переходять у хмару з джерела: для гранат, шашек, бомб 0,5, для механічних генераторів 1;

K_n – коефіцієнт, який враховує стан повітря для ізотермії – 1; для інверсії – 2,5; для конвекції 0,333;

K_m – константа, яка враховує вплив рельєфу місцевості (див. табл. 4.2);

M – маса ОР у джерелі, *г*;

τ – час дії хмари ОР на незахищених людей, *сек*; для випадку 1 (точкового джерела) $0 \le \tau \le t_p$; для випадку 2 (миттєвого об'ємного джерела) $0 \le \tau \le \frac{l_2}{v}$; для випадку 3 (миттєве лінійне джерело) $0 \le \tau \le \frac{l_3}{v}$; де l_2 – розмір хмари ОР: для снарядів 10-20 *м*; для авіабомб 30-50 *м*; l_3 – ширина шмари приймається рівною 40 *м*;

t_p – час безперервної дії джерела, *сек*;

t – час, який пройшов після вибуху хімічного боєприпасу, *сек*;

v – швидкість вітру на висоті 1 *м* від поверхні грунту, *м/с*;

L – довжина лінійної хмари, *м*;

D – інгаляційна доза, $\frac{г \cdot с}{м^3}$.

Методика оцінки можливих втрат населення при застосуванні ОР аналогічна методиці для СДОР.

Фізико-хімічні та токсичні властивості деяких СДОР та ОР наведені в таблиці у додатку 2.

Питання до теми 4. ХАРАКТЕРИСТИКА ВОГНИЩ УРАЖЕННЯ ПРИ ХІМІЧНИХ ІНЦИДЕНТАХ.

1. Дайте коротку характеристику стану хімічної небезпеки населенню України (назвіть джерела хімічної небезпеки, можливі причини виникнення хімічних інцидентів, класифікацію хім. інцидентів, способи захисту населення під час цих НС).

2. Наведіть коротку характеристику вогнищ ураження при хімічних інцидентах. Дайте визначення зоні хімічного зараження, осередок хімічного ураження. Назвіть параметри, які характеризують зону хімічного зараження і що на них впливає. Опишіть порядок нанесення зон зараження на топографічні мапи. Приведіть необхідні заходи із захисту населення під час цієї НС.
3. Розрахуйте повну глибину зони зараження при наступних параметрах: відбувся аварійний викид 30 *т* хлору з цистерни при її транспортуванні в ясний день; вітер 3 *м/с*. Опишіть необхідні заходи із захисту населення під час цієї НС.
4. Розрахуйте можливу кількість ураженого населення в селі при аварії із викидом 150 *т* зрідженого амоніаку з автоцистерни у хмарну ніч, а також можливий час підходу хмари амоніаку до села. Відстань до найближчого населеного пункту 10 км. Швидкість вітру 2 м/с. Місцевість між зоною аварії та населеним пунктом степ. Розрахунок глибини зони хімічного зараження проводити за спрощеним алгоритмом. Опишіть також необхідні заходи із захисту населення під час цієї НС.
5. Вдень у напів ясну погоду, на водоочисному підприємстві, яке знаходиться на краю міста, сталася аварія з викидом хлору у повітря з 100 *т* цистерни. Напрям вітру – до центру міста. Швидкість вітру 4 *м/с*. Розрахуйте за спрощеним алгоритмом глибину зони хімічного зараження, ширину зони, площу, та глибину зон із смертельними, тяжкими та середніми й легкими ступенями ураження серед населення. Знайдіть кількість ураженого населення. Опишіть необхідні заходи захисту населення під час цієї НС.
6. На хімпідприємстві вдень (ясно) сталася аварія із викидом 180 *т* фосгену. Визначити максимальну дистанцію на якій можливі ураження людей (за спрощеним алгоритмом), а також знайти ширину зони зараження, відстань для зони смертельних, тяжких та середніх

уражень й легких уражень. Площу зони можливого та фактичного зараження території. Швидкість вітру 3 *м/с*, місцевість за підприємством пересічена. Опишіть необхідні заходи захисту населення під час цієї НС.

7. У центрі 1,5 млн. міста вдень 12.00 (ясна погода, швидкість вітру - 2 *м/с*) на харчовому підприємстві відбулась аварія з викидом 50 *т* амоніаку. Розрахувати приблизну глибину розповсюдження хмари СДОР по місту (за спрощеним алгоритмом), довжину зон смертельних, тяжких та середніх й легких уражень серед населення міста, а також орієнтовний час випаровування СДОР. Санітарна зона підприємства 500 *м*. Густину населення за межами підприємства прийняти 4687 *чол./км²*; у межах підприємства 500 *чол./км²*; у межах санітарної зони 5 *чол./км²*. Обрахувати втрати серед населення. Опишіть необхідні заходи захисту населення під час цієї НС.
8. Розрахувати приблизну кількість уражених людей у 270 *тис.* місті при аварії з викидом 80 *т* синильної кислоти на підприємстві, яке знаходиться на краю міста. Аварія відбулась у хмарний вдень о 10.00. Напрям вітру прийняти найнебезпечніший – до міста. Швидкість вітру 4 *м/с*. Визначити також глибину ураження, ширину, та довжину зон смертельних, тяжких та середніх й легких уражень, можливу та фактичну площу ураження. Довжина санітарної зони підприємства 300 *м*. Густину населення за межами підприємства прийняти 5500 *чол./км²*; у межах підприємства 300 *чол./км²*; у межах санітарної зони 10 *чол./км²*. Опишіть необхідні заходи захисту населення під час цієї НС.
9. Розрахуйте довжину та площу зони ураження ОР від окремого генератора аерозолю (точкового джерела), а також кількість уражених людей під час терористичного акту у торгівельному районі міста. Якщо дано: час спрацювання пристрою 12.00; тривалість роботи 10

хв.; погода ясна; швидкість вітру 2 *м/с*; маса ОР у пристрої 5 *кг*; ОР – зарин. Опишіть порядок дій населення підчас цієї НС.

10. Розрахуйте довжину та площу зони ураження ОР від хімічної бомби (миттєвого об'ємного джерела), а також кількість уражених людей під час терористичного акту у торгівельному районі міста. Якщо дано: час спрацювання пристрою 15.00; погода напів ясна; швидкість вітру 1 *м/с*; маса ОР у пристрої 10 *кг*; ОР – фосген. Опишіть порядок дій населення підчас цієї НС.
11. Розрахуйте довжину зони ураження ОР від окремого генератора аерозолю (точкового джерела), а також кількість уражених людей під час терористичного акту у торгівельному районі міста. Якщо дано: час спрацювання пристрою 10.00; тривалість роботи 10 *хв.*; погода хмарна; швидкість вітру 3 *м/с*; маса ОР у пристрої 4 *кг*; ОР – Ві-ікс. Опишіть порядок дій населення підчас цієї НС.
12. Розрахуйте довжину зони ураження ОР від хімічної бомби (миттєвого об'ємного джерела), а також кількість уражених людей під час терористичного акту у торгівельному районі міста. Якщо дано: час спрацювання пристрою 11.00; погода напів ясна; швидкість вітру 4 *м/с*; маса ОР у пристрої 6 *кг*; ОР – ботуліновий токсин. Опишіть порядок дій населення підчас цієї НС.
13. Розрахуйте довжину зони ураження ОР від окремого генератора аерозолю (точкового джерела), а також кількість уражених людей під час терористичного акту у торгівельному районі міста. Якщо дано: час спрацювання пристрою 13.00; тривалість роботи 10 *хв.*; погода хмарна; швидкість вітру 2,5 *м/с*; маса ОР у пристрої 10 *кг*; ОР – Ві-Ікс. Опишіть порядок дій населення підчас цієї НС.
14. Розрахуйте довжину зони ураження ОР від хімічної бомби (миттєвого об'ємного джерела), а також кількість уражених людей під час терористичного акту у торгівельному районі міста. Якщо дано: час спрацювання пристрою 12.00; погода напів ясна; швидкість вітру 5

м/с; маса ОР у пристрої 8,5 *кг*; ОР – стафілококовий токсин. Опишіть порядок дій населення підчас цієї НС.

15. Розрахуйте довжину зони ураження ОР від окремого генератора аерозолю (точкового джерела), а також кількість уражених людей під час терористичного акту у торгівельному районі міста. Якщо дано: час спрацювання пристрою 16.00; погода ясна; швидкість вітру 1 *м/с*; маса ОР у пристрої 25 *кг*; ОР – іприт. Опишіть порядок дій населення підчас цієї НС.
16. Розрахуйте довжину зони ураження ОР від хімічної бомби (миттєвого об’ємного джерела), а також кількість уражених людей під час терористичного акту у торгівельному районі міста. Якщо дано: час спрацювання пристрою 09.00; погода напів ясна; швидкість вітру 2 *м/с*; маса ОР у пристрої 20 *кг*; ОР – ціаністий водень. Опишіть порядок дій населення підчас цієї НС.

Тема 5. ХАРАКТЕРИСТИКА ВОГНИЩ УРАЖЕННЯ ПРИ БІОЛОГІЧНИХ ІНЦИДЕНТАХ.

Учбова мета: ознайомитися зі станом біологічних інцидентів в Україні, знати загальні характеристики основних видів біологічних інцидентів, вміти прогнозувати втрати серед населення під час цих інцидентів та використовувати засоби запобігання та захисту населення.

До біологічних інцидентів можна віднести поширення на території біологічних агентів (БА) у вигляді хвороботворних мікроорганізмів, небезпечних комах чи тварин (шкідників чи переносників інфекцій), внаслідок природного явища (епідемії, повені, землетрусу тощо) або антропогенної події, наприклад аварії на об'єктах мікробіологічного синтезу, науково-дослідних інститутах чи внаслідок застосування біологічної зброї у військовому конфлікті, при диверсії, терористичному акті тощо, які призводять до масового ураження людей, тварин чи рослин.

Загальноприйнятої класифікації БА поки що немає, однак їх можна поділити на мікроорганізми (віруси, бактерії, грибки) та макроорганізми (рослини, комахи та тварини). До хвороботворних мікроорганізмів відносяться: ***віруси*** (викликають захворювання натуральної віспи, жовтої лихоманки, енцефаліту, лихоманки Денге, пситакозу (орнітозу), грипу, ящуру тощо), ***бактерії*** (викликають чуму, черевний тиф, холеру, сибірку, бруцельоз, туляремію, сап, дизентирію тощо), ***грибки*** (викликають бластомікоз, гістоламоз, нокардиоз, кокцидіоїдомікоз тощо), а також різновиди бактерій: ***рикетсії*** (викликають висипной тиф, плямисту лихоманку Скелястих гір, Ку-лихоманку, лихоманку Цуцугамуши тощо) та ***найпростіші*** (викликають малярію тощо). До небезпечних ***комах*** відносяться шкідники сільськогосподарських рослин (сарана, тля, мурахи, жуки тощо), переносники інфекцій (комари, блохи, вощі, кліщі, мухи, таракани тощо). До небезпечних ***тварин*** відносяться: шкідники продуктів

харчування та сільськогосподарських рослин (різні види гризунів тощо), переносники інфекцій (гризуни, дикі тварини, птахи тощо).

За об'єктом ураження БА можна поділити на ***антропонозні***, це збудники інфекційних хвороб людей (*холера, натуральна віспа, жовта лихоманка, черевний тиф, висипний тиф* тощо); ***зоонозні***, це збудники інфекційних хвороб тварин (*чума крупної рогатої хужоби та свиней* тощо); ***зооантропонозні***, це збудники інфекційних хвороб людей і тварин (*чума, туляремія, бруцельоз, сибірки, сапа, ящура, орнитозу* тощо); ***фітонозні***, це збудники інфекційних хвороб рослин (*бура листкова іржа, борошниста роса, фітофтороз картоплі, пірикуляриоз рису* тощо).

Центр контролю за інфекційними хворобами США за ступінню небезпеки для мирного населення поділяє БА на три ***категорії A, B, C*** [37].

Біологічні агенти, які відносяться до ***категорії A***, найнебезпечніші, оскільки їх застосування, може поставити під загрозу функціювання цілої держави, у країнах СНД їх також відносять до категорії ***особливо небезпечних захворювань***. Основні риси БА цієї категорії:

- легкість у розповсюдженні та сильна контагіозність (можливість передачі збудника від людини до людини);
- висока смертність та важкість лікування;
- потребує спеціальних дій від державної системи охорони здоров'я.

До цієї групи БА відносяться: ***вірусні*** (натуральна віспа (*Variola major*), вірусні геморагічні лихоманки (*Ebola, Marburg, Lassa, Machupo*)) та ***бактеріальні*** (сибірка (*Bacillus anthracis*), ботулізм (*Clostridium botulinum*), чума (*Yersinia pestis*), туляремія (*Francisella tularensis*)) тощо.

Біологічні агенти, які відносяться до ***категорії B***, це друга за небезпечністю група, їх основні риси:

- помірна здатність до розповсюдження;

- помірна захворюваність та смертність серед захворівших;
- потребують специфічничних посилених мір спостереження за хворими та людьми, які з ними контактували.

До цієї групи БА відносяться: ***вірусні*** (пситакоз / орнітоз (*Chlamydia psittaci*), вірусні енцефаліти (*Venezuelan, Equine, Eastern equine, Western equine*)); ***бактеріальні*** (сап (*Burkholderia pseudomallei*), бруцельоз (*Brucella species*), холера (*Vibrio cholerae*), сальмонельоз (*Salmonella species*), шигельоз (*Shigella*), мелоїдоз (*Burkholderia pseudomallei*)); ***рикетсіозні*** (висипний тиф (*Rickettsia prowazekii*), Ку лихоманка (*Coxiella burnetii*)).

Біологічні агенти, які відносяться до ***категорії С***, це третя за небезпечністю група, їх основні риси:

- широка доступність та можливість легкого розповсюдження;
- володіють потенційно високим показником захворюваності та смертності серед захворівших.

До цієї групи БА відносяться: ***вірусні*** (грип, нипах, ханта, сказ); ***бактерійні*** (стійкий до лікування туберкульоз) тощо.

Способи застосування біологічних агентів

До найбільш поширених способів застосування біологічних агентів відносяться:

1) розпилювання аерозолей біосуспензій (у вигляді бомб, мін, ракет, розпилення із самольотів тощо). Це найбільш небезпечний в епідеміологічному відношенні спосіб, оскільки може призвести до масового зараження незахищених людей, тварин, рослин та поверхні предметів на великих площах. Він дозволяє використовувати майже всі БА, у тому числі ті, які через повітря не передаються (висипний тиф, жовта лихоманка тощо). А також спричиняти вторичні зараження людей через заражену воду, продукти харчування, контактний шлях із зараженою поверхнею предметів навколишнього середовища чи укусів комах, тварин;

2) розповсюдження БА через, так звані біологічні вектори (наприклад бліх, клопів, кліщів, комарів, мух, тараканів, гризунів тощо);
3) диверсійний метод, наприклад зараження повітря у місцях масового скупчення людей (метро, аеро-, авто-, залізничних вокзалах тощо), зараження питної води (у водопроводах, колодцях тощо), продуктів харчування (на складах, у столових тощо).

Основні способи та засоби захисту від біологічних агентів.

В осередках біологічного зараження для запобігання поширенню інфекційних захворювань вводиться ***екстренна профілактика***, ***обсервація*** чи ***карантин***, та ***санітарна обробка*** населення (повна чи часткова).

Екстренна профілактика – застосування лікарських препаратів (наприклад антибіотиків широкого спектру дії), які мають лікувальну дію стосовно інфекційних хвороб. Приклади схем прийому препаратів екстренної прифілактики при визначеному типі збудника за даними джерела [29], наведено у табл. 1 додатка 4.

Карантин – система суворих протиепідемічних заходів направлена на ізоляцію осередка зараження та його ліквідацію. Об’єкти, які потрапили в зону карантину, переходять на особливий режим роботи із суворим виконанням протиепідемічних вимог. Робочі зміни розбиваються на окремі групи (можливо менші по складу), контакт між ними скорочується до мінімуму. Харчування і відпочинок робітників і службовців організується по групах у спеціально відведених для цього приміщеннях. У зоні карантину припиняється робота всіх навчальних закладів, видовищних закладів, ринків і базарів.

На зовнішніх кордонах зони карантину встановлюється озброєна охорона, організовується комендантська служба і патрулювання, регулюється рух. На об'єктах, де встановлено карантин, організується внутрішня комендантська служба. Забороняється вихід людей, виведення тварин і вивіз майна.

Виїзд (в'їзд) може бути дозволений лише спеціальним формуванням ЦЗ і медичному персоналу для надання допомоги по ліквідації наслідків застосування бактеріальних засобів.

У тому випадку коли тип збудника не відноситься до групи особливо небезпечних інфекцій і нема загрози масових захворювань, карантин замінюється обсервацією.

Обсервація – система обмежувальних заходів, які направлені на зупинення розповсюдження інфекції за межі осередка зараження. До них відносяться: підсилення медичного догляду за здоровими людьми, які мали контакт з зараженими хворими й виїжджають із зони нагляду, максимальне обмеження в'їзду та виїзду людей, а також вивозу з осередка майна без попереднього його обеззараження, проведення екстреної неспецифічної профілактики, посилений мікробіологічний контроль за продуктами харчування та джерелами питної води, використання населенням ЗІЗ органів дихання, дотримання гігієни, дезінфекцію осель, зведення контакту між людьми до мінімуму тощо.

У зоні карантину чи обсервації проводять спеціальні заходи із *дезінфекції* (винищення збудника хвороби на одягу, взутті, ЗІЗ, техніці тощо); *дезінсекції* (винищення заразних комах) та *дератизації* (винищення гризунів).

Для знешкодження й видалення біологічних агентів із зараженої поверхні проводиться ***санітарна обробка людей*** - знешкодження або видалення біологічних агентів і токсинів зі шкіри людини, а також ЗІЗ, одягу й взуття. Вона може бути повна або часткова.

Повна санітарна обробка полягає в ретельному обмиванні всього тіла теплою водою з милом. При частковій санітарній обробці обмиваються теплою водою з милом тільки відкриті ділянки тіла (голова, шия та руки), а по можливості ще й обробляються

антисептиком. При цьому замінюється або піддається спеціальний обробці одяг, білизна, взуття.

Методика розрахунку імовірної чисельності зараженого населення

У вогнищах ураження БА імовірна чисельність зараженого населення може бути визначена за формулою:

$$N_{ЗН} = S_{м} \cdot \left[\sum_{1}^{i=n} (\psi_{I,II} \cdot \frac{\Gamma_{мі}}{\Gamma_{р}} \cdot \gamma_{мі}) \right] = \sum_{1}^{i=n} (\psi_{I,II} \cdot S_{мі} \cdot \gamma_{мі})$$

де $N_{ЗН}$ – імовірна чисельність зараженого населення, *чол.*;

$S_{м}$ – площа зони можливого біологічного зараження, $км^2$;

$S_{м}$ – площа зони біологічного зараження із щільністю населення на ній $\gamma_{мі}$, $км^2$;

$\Gamma_{мі}$ - глибина поширення зараженого повітря у *і*-тому населеному пункті, *км*;

$\Gamma_{р}$ – розрахункова глибина поширення зараженого повітря, *км*;

$\gamma_{мі}$ – середня щільність населення у *і*-тому населеному пункті (приблизні значення див. у таблиці 2, додатку 1), $чол./км^2$;

$\psi_{I,II}$ – імовірність зараження людей у ***зоні I*** або ***II***.

n – загальна кількість населених пунктів, які піддалися біологічному зараженню, *шт*.

Далі процес розповсюдження інфекційної хвороби серед населення можна проходити за типом епідемій і розрахунки потенційної кількості санітарних та безповоротних втрат серед населення на зараженій території проводять, як для епідемічного процесу (див. матеріал в темі 2).

Розрахунок глибини поширення зараженого повітря та площі зони можливого біологічного зараження можна проводити за *варіантом I* (спрощеним алгоритмом) в залежності від типу атаки [46]. При цьому імовірну глибину поширення зараженого повітря розділяють на дві зони:

зону I в межах, якої імовірність захворювання людей ψ_I, які там знаходяться без ЗІЗ лежить в діапазоні 100 – 30 % (в середньому можна прийняти 70-50 %); та ***зону II*** в межах якої імовірність захворювання людей ψ_{II}, лежить в діапазоні 30 – 1 %.

Тип атаки А, випадок а: точкова атака у вигляді аерозольного генератора, бомби, снаряду тощо. Цей тип атаки використовують також для токсинів.

Місце атаки обводять колом із радіусом 1 *км*. Із точки атаки за напрямком вітру проводять лінію (імовірну глибину поширення), довжину якої розраховують за формулою:

$$Г_p = 4 \cdot \vartheta \cdot (2 + T)$$

де $Г_p$ – імовірна глибина поширення зараженого повітря, *км*;

υ – швидкість повітря, *км/год*;

T – тривалість ефективної дії аерозолю, *годин* (залежить від того, коли сталася атака вдень чи вночі, метеоумов для спрощених розрахунків в день можна прийняти до 6 *годин*, а в ночі з моменту атаки до сходу сонця).

На кінці лінії імовірної глибини поширення зараженого повітря, перпендикулярно до неї проводять лінії з обох її сторін, довжину яких обчислюють за формулою:

$$\frac{B_p}{2} = tg(\frac{60^0}{2}) \cdot (Г_p + 2) = 0{,}58 \cdot (Г_p + 2)$$

де B_p – імовірна ширина зони поширення зараженого повітря, *км*;

$Г_p$ – імовірна глибина поширення зараженого повітря, *км*.

Далі із точки атаки проти напряму вітру поводять лінію довжиною у два радіуси (2 *км*). Потім від початку цієї лінії проводять дотичні промені до кола і далі до пересічення з кінцями ліній імовірної ширини зони зараженого повітря.

Загальну площу можливого зараження обраховують за формулою:

$$S_p = \frac{1}{2} \cdot (Г_p + 2) \cdot B_p = 0{,}58 \cdot (Г_p + 2)^2$$

де S_p – загальна площа можливого зараження, *км*;

B_p – імовірна ширина зони поширення зараженого повітря, *км*;

$Г_p$ – імовірна глибина поширення зараженого повітря, *км*.

Довжина ***зони I***, складає ¼ від імовірної глибини поширення зараження повітря, довжина ***зони II***, складає ¾ від імовірної глибини понирення зараженого повітря. Приклад схеми малюнка наведено на рисунку 1.

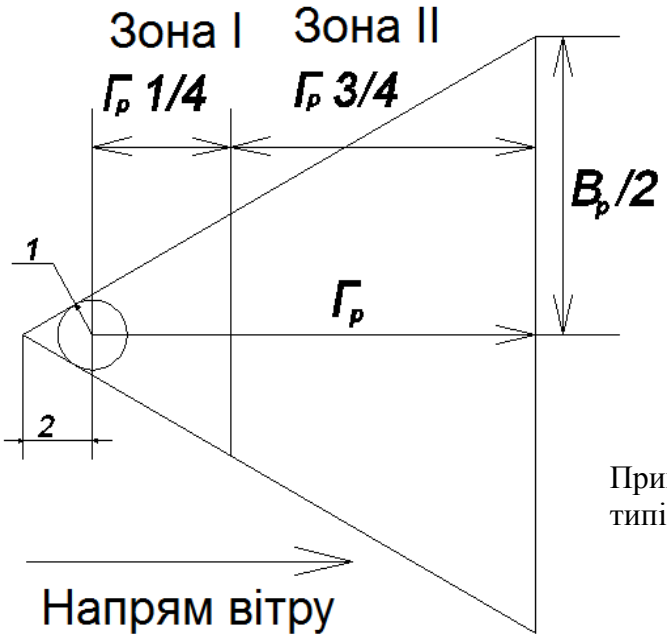

Рис. 1
Приклад схеми малюнка при типі ***атаки А, випадку а***

Тип атаки А, випадок b: лінійне розповсюдження аерозолю.

Розрахунок геометричних параметрів ***зони I*** та ***II*** має таку послідовність: у точках початку і кінця лінії атаки довжиною ***L***, малюють по колу з радіусом 1 *км*, після цього кола з'єднують паралельними лініями з шириною у два радіуси (2 *км*). Із лінії атаки за напрямком вітру проводять лінію $Г_p$ (імовірну глибину поширення), довжину якої розраховують за формулою наведеною вище у прикладі ***атаки А, випадка а***.

Далі з точок початку і кінця лінії атаки в протилежному напрямку вітру відкладають лінію у два розміри радіуса (2 *км*). Від цих точок проводять дотичні промені до кол і до пересічення з лінією імовірної ширини зони зараженого повітря Γ_p. Приклад схеми малюнка наведено на рисунку 2.

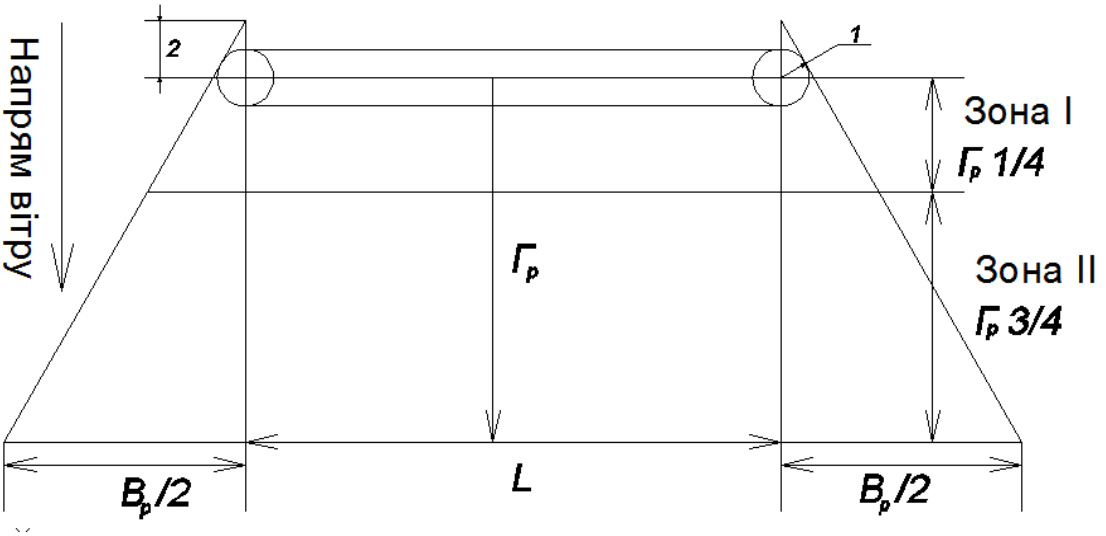

Рис. 2
Приклад схеми малюнка при типі ***атаки А, випадку b***

Імовірну глибину поширення розраховують за формулою:

$$\Gamma_p = 4 \cdot \vartheta \cdot (2 + T)$$

де Γ_p – імовірна глибина поширення зараженого повітря, *км*;

υ – швидкість повітря, *км/год*;

T – тривалість ефективної дії аерозолю, *годин* (залежить від того, коли сталася атака вдень приймають за 6 *годин*, а вночі від часу початку атаки до сходу сонця, але не більше 8 *годин*).

Імовірну ширину зони поширення зараженого повітря розраховують за рівнянням:

$$B_p + L = 2 \cdot tg(\frac{60^0}{2}) \cdot (\Gamma_p + 2) + L = 1{,}15 \cdot (\Gamma_p + 2) + L$$

де B_p – імовірна ширина зони поширення зараженого повітря, *км*;

L – довжина лінії атаки, *км*;

$Г_р$ – імовірна глибина поширення зараженого повітря, *км*.

Загальну площу можливого зараження обраховують за формулою:

$$S_р = \frac{1}{2} \cdot Г_р \cdot (2 \cdot L + B_р)$$

де $S_р$ – загальна площа можливого зараження, *км*;

$B_р$ – імовірна ширина зони поширення зараженого повітря, *км*;

L – довжина лінії атаки, *км*;

$Г_р$ – імовірна глибина поширення зараженого повітря, *км*.

Тип атаки В: крупно-краплинне зараження поверхні землі.

Розрахунок глибини поширення зараженого повітря при ***типі атаки В***, проводиться аналогічно типу ***атаки А, випадку а***. Однак є відмінність. В цьому випадку радіус дорівнює зоні зараження, але радіус повинен бути не менше ніж 5 *км*, при цьому відстань від центру атаки до вершини трикутника буде складити 10 *км*. Приклад схеми малюнка наведено на рисунку 3.

Імовірну глибину поширення розраховують за формулою:

$$Г_р = 4 \cdot \vartheta \cdot (2 + T)$$

де $Г_р$ – імовірна глибина поширення зараженого повітря, *км*;

υ – швидкість повітря, *км/год*;

T – тривалість ефективної дії аерозолю, *годин* (залежить від того, коли сталася атака вдень приймають за 6 *годин*, а вночі від часу початку атаки до сходу сонця, але не більше 6 *годин*).

Імовірну ширину зони поширення зараженого повітря розраховують за рівнянням:

$$B_р = 2 \cdot tg(\frac{60^0}{2}) \cdot (Г_р + 10) = 1{,}15 \cdot (Г_р + 10)$$

де $B_р$ – імовірна ширина зони поширення зараженого повітря, *км*;

$Г_р$ – імовірна глибина поширення зараженого повітря, *км*.

Загальну площу можливого зараження обраховують за формулою:

$$S_p = \frac{1}{2} \cdot (Г_р + 10) \cdot B_p = 0{,}58 \cdot (Г_р + 10)^2$$

де S_p – загальна площа можливого зараження, *км*;

B_p – імовірна ширина зони поширення зараженого повітря, *км*;

$Г_р$ – імовірна глибина поширення зараженого повітря, *км*.

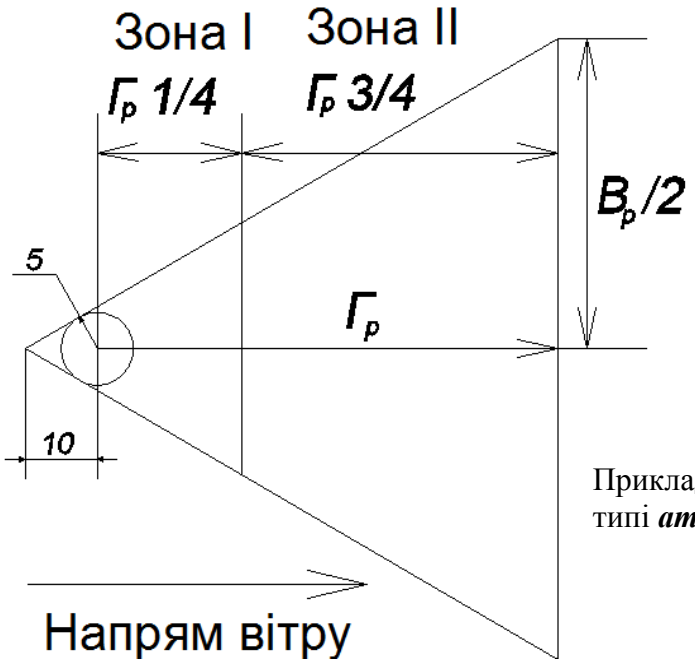

Рис. 3
Приклад схеми малюнка при типі ***атаки В***

Варіант II. Більш точний розрахунок імовірної глибини поширення зараженого повітря, можна провести за наступним алгоритмом. Спочатку оцінюється швидкість осідання частинок аерозолю біосупензії за формулою наведеною нижче:

$$\upsilon = \frac{g \cdot d_0^2 \cdot \rho_0}{18 \cdot \mu}$$

де υ – швидкість осідання частинок аерозолю біосуспензії у повітрі, *м/с*;

g – прискорення вільного падіння, 9,81 *м/с²*;

d_0 – імовірний діаметр частинок аерозолю (варіюється в межах 1-20 *мкм*), *м*;

ρ_0 – густина частинок аерозолю (у наближенні можна прийняти за густину води), *кг/м³*;

μ – динамічна в'язкість повітря (для 20 °С дорівнює $1{,}84 \cdot 10^{-6}$), *Па·с.*

Потім розраховують час осідання частинок з висоти хмари аерозолю за рівнянням:

$$t = \frac{H}{\upsilon}$$

де t – час осідання частинок аерозолю, с;

υ – швидкість осідання частинок аерозолю, *м/с*;

H – висота хмари (для розрахунків при наземному вивільненні аерозолю під час вибуху чи розпилення можна прийняти 10-20 *м*), м.

Далі розраховують імовірну глибину поширення зараженого повітря при заданій його швидкості:

$$\Gamma_p = \frac{K_n}{K_p} \cdot \vartheta \cdot t$$

де Γ_p – імовірна глибина поширення зараженого повітря, *м*;

υ – швидкість повітря, *м/с*;

t – час осідання частинок аерозолю, *сек*;

K_n – коефіцієнт, який залежить від ступеня вертикальної стійкості повітря (0,13 для інверсії; 0,23 для ізотермії; 0,24 для конвекції);

K_p – константа, яка враховує вплив рельєфу місцевості (див. табл. 4.2).

Площу зони можливого зараження аерозолем можна визначити за формулою (по аналогії з хімічними інцидентами):

$$S_м = \frac{\pi}{360} \cdot \Gamma_p^2 \cdot \varphi = 0{,}00872 \cdot \Gamma_p^2 \cdot \varphi$$

де $S_м$ - площа зони можливого зараження, *км*^{2};

$Г_р$ - розрахункова глибина зони можливого зараження, *км*;

φ - кут зони, який залежить від швидкості повітря.

Залежність кута від швидкості приземного вітру зображена нижче в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

Залежність кута зони можливого зараження аерозолем

Швидкість вітру, *м/с*	Кут *φ, град*
< 0,5	360
0,6-1	180
1,1-2	90
> 2	45

Зона фактичного зараження, має форму еліпсу і включається в зону можливого зараження. Внаслідок можливих переміщень хмари аерозолю під дією вітру, зображення зони фактичного зараження на мапу (схему) не наноситься.

Площу зони фактичного зараження можна визначити за формулою:

$$S_ф = K_п \cdot Г_р^2 \cdot t^{0,2}$$

де $S_ф$ - площа зони фактичного зараження, *км*^{2};

$K_п$ – коефіцієнт, який залежить від ступеня вертикальної стійкості повітря (0,081 для інверсії; 0,133 для ізотермії; 0,235 для конвекції);

$Г_р$ - розрахункова глибина зони можливого зараження, *км*;

t – час, який пройшов після утворення аерозолю, *годин*.

Деякі найважливіші характеристики БА за даними [14, 16, 52], неведені у таблиці 1, додатку 3.

Препарати для екстренної профілактики при визначених інфекційних захворювань в осередках біологічного ураження [29], наведені у таблиці додатку 4.

Препарати для екстренної профілактики при невизначених видах інфекційних захворювань в осередках біологічного ураження наведені нижче в таблиці 5.2 [29].

Таблиця 5.2

Схема спеціальної екстреної профілактики (при невизначеному збуднику)

№ п/п	Препарат*	Разова доза, *г*	Кратність приймання на добу	Середня тривалість курсу, діб
1	Доксициклін	0,2	1	5
2	Рифампіцин	0,3	2	5
3	Тетрациклін	0,5	3	5
4	Сульфатон	1,4	2	5

* Препарати розташовані за ступенем зниження ефективності.

Питання до теми 5. ХАРАКТЕРИСТИКА ВОГНИЩ УРАЖЕННЯ ПРИ БІОЛОГІЧНИХ ІНЦИДЕНТАХ.

1. Дайте коротку характеристику біологічним агентам (навести визначення, види та класифікацію біологічних агентів, а також описати можливі способи застосування).
2. Опишіть основні способи та засоби захисту від біологічних агентів в осередках зараження.
3. Визначте імовірну глибину поширення зараженого повітря у випадку розповсюдження терористами аерозолю із спорами сибірки, а також імовірну ширину зони поширення зараженого повітря та площу. Знайдіть, яка довжина та площа зони I та II. Розрахуйте також приблизні санітарні та безповоротні втрати серед населення у цих зонах за наступних умов: тип атаки ***А***, випадок ***а***; швидкість вітру 3 *м/с*; час застосування літо, 07.00; середню густину населення на заражених територіях прийняти 100 *чол/км²*; екстреної профілактики не проводилось; лікування теж.
4. Визначте імовірну глибину поширення зараженого повітря у випадку розповсюдження терористами аерозолю із холерними віріонами, а

також імовірну ширину зони поширення зараженого повітря та площу. Знайдіть, яка довжина та площа зони I та II. Розрахуйте також приблизні санітарні та безповоротні втрати серед населення у цих зонах за наступних умов: тип атаки ***А***, випадок ***в***; швидкість вітру 1 *м/с*; час застосування літо, 08.00; довжина лінії зараження – 10 км; середню густину населення на заражених територіях прийняти 150 *чол/км²*; екстреної профілактики не проводилось; лікування теж.

5. Визначте імовірну глибину поширення зараженого повітря у випадку розповсюдження терористами аерозолю із вірусом пситакозу, а також імовірну ширину зони поширення зараженого повітря та площу. Знайдіть, яка довжина та площа зони I та II. Розрахуйте також приблизні санітарні та безповоротні втрати серед населення у цих зонах за наступних умов: тип атаки ***В***, випадок ***а***; швидкість вітру 2 *м/с*; час застосування літо, 06.00; середню густину населення на заражених територіях прийняти 250 *чол/км²*; екстреної профілактики не проводилось; лікування теж.
6. Визначте імовірну глибину поширення зараженого повітря у випадку розповсюдження бойових дій аерозолю із вірусом жовтої лихоманки, а також імовірну ширину зони поширення зараженого повітря та площу. Знайдіть, яка довжина та площа зони I та II. Розрахуйте також приблизні санітарні та безповоротні втрати серед населення у цих зонах за наступних умов: тип атаки ***А***, випадок ***а***; швидкість вітру 4 *м/с*; час застосування літо, 15.00; середню густину населення на заражених територіях прийняти 200 *чол/км²*; екстреної профілактики не проводилось; лікування теж.
7. Визначте імовірну глибину поширення зараженого повітря у випадку розповсюдження терористами аерозолю із чумою, а також імовірну ширину зони поширення зараженого повітря та площу. Знайдіть, яка довжина та площа зони I та II. Розрахуйте також приблизні санітарні та безповоротні втрати серед населення у цих зонах за наступних

умов: тип атаки ***А***, випадок ***в***; швидкість вітру 2,5 *м/с*; час застосування літо, 16.00; довжина лінії зараження – 5 км; середню густину населення на заражених територіях прийняти 150 *чол/км²*; екстреної профілактики не проводилось; лікування теж.

8. Визначте імовірну глибину поширення зараженого повітря у випадку розповсюдження бойових дій аерозолю із бруцельозом, а також імовірну ширину зони поширення зараженого повітря та площу. Знайдіть, яка довжина та площа зони I та II. Розрахуйте також приблизні санітарні та безповоротні втрати серед населення у цих зонах за наступних умов: тип атаки ***А***, випадок ***а***; швидкість вітру 1,5 *м/с*; час застосування літо, 18.00; середню густину населення на заражених територіях прийняти 175 *чол/км²*; екстреної профілактики не проводилось; лікування теж.
9. Визначте первинні та вторинні імовірні санітарні та безповоротні втрати серед населення у 1,5 млн. місті при проведенні терористичного акту на станції метро із застосуванням біологічних агентів, за наступних умов: збудник – натуральна віспа; імовірність зараження людей на станції прийняти, як для зони I, впродовж робочого часу метро; середній потік людей на станції 220 тис. чол./добу; екстреної профілактики не проводилось; лікування теж. Під час вторинного розповсюдження інфекції у місті коеф. неспец. захисту прийняти для незадовільної сан.-епід. підготовки населення.
10. Визначте первинні та вторинні імовірні санітарні та безповоротні втрати серед населення у 2,5 млн. місті при проведенні терористичного акту на станції метро із застосуванням біологічних агентів, за наступних умов: збудник – натуральна віспа; імовірність зараження людей на станції прийняти, як для зони I; під час зараження на станції знаходилось 200 чол.; екстреної профілактики не проводилось; лікування теж. Під час вторинного розповсюдження

інфекції у місті коеф. неспец. захисту прийняти для незадовільної сан.-епід. підготовки населення.

11. Визначте первинні та вторинні імовірні санітарні та безповоротні втрати серед населення у 1,5 млн. місті при проведенні терористичного акту у міському житловому районі із застосуванням біологічних агентів, за наступних умов: збудник – холера; імовірність зараження людей прийняти, як для зони І; під час зараження на території району знаходилось 12 000 чол.; екстреної профілактики не проводилось; лікування теж. Під час вторинного розповсюдження інфекції у місті коеф. неспец. захисту прийняти для незадовільної сан.-епід. підготовки населення.
12. Визначте первинні та вторинні імовірні санітарні та безповоротні втрати серед населення у 1,0 млн. місті при проведенні терористичного акту під час проведення концерту в центрі міста із застосуванням біологічних агентів, за наступних умов: збудник – бруцельоз; імовірність зараження людей прийняти, як для зони І; під час зараження на території проведення концерту знаходилось 10 000 чол.; екстреної профілактики не проводилось; лікування теж. Під час вторинного розповсюдження інфекції у місті коеф. неспец. захисту прийняти для незадовільної сан.-епід. підготовки населення.
13. Визначте первинні та вторинні імовірні санітарні та безповоротні втрати серед населення у 0,75 млн. місті при проведенні терористичного акту у торгівельно-розважальному центрі із застосуванням біологічних агентів, за наступних умов: збудник – сибірка; імовірність зараження людей прийняти, як для зони І; під час зараження на території ТРЦ знаходилось 15 000 чол.; екстреної профілактики не проводилось; лікування теж. Під час вторинного розповсюдження інфекції у місті коеф. неспец. захисту прийняти для незадовільної сан.-епід. підготовки населення.

14. Визначте первинні та вторинні імовірні санітарні та безповоротні втрати серед населення у 1,25 млн. місті при проведенні терористичного акту у торгівельному центрі із застосуванням біологічних агентів, за наступних умов: збудник – вірус пситакозу; імовірність зараження людей прийняти, як для зони I; під час зараження на території ТЦ знаходилось 20 000 чол.; екстреної профілактики не проводилось; лікування теж. Під час вторинного розповсюдження інфекції у місті коеф. неспец. захисту прийняти для незадовільної сан.-епід. підготовки населення.
15. Визначте первинні та вторинні імовірні санітарні та безповоротні втрати серед населення у 0,5 млн. місті при аварії на заводі по виробництву вакцин та сироваток з викидом у повітря збудників дифтерії, за наступних умов: імовірність зараження людей прийняти, як для зони I; під час зараження на території заводу знаходилось 1 000 чол.; екстреної профілактики не проводилось; лікування теж. Під час вторинного розповсюдження інфекції у місті коеф. неспец. захисту прийняти для незадовільної сан.-епід. підготовки населення.
16. Визначте імовірну глибину поширення зараженого повітря у випадку розповсюдження терористами аерозолю із спорами сибірки, а також імовірну ширину зони поширення зараженого повітря та площу. Знайдіть, яка довжина та площа зони I та II. Розрахуйте також приблизні санітарні та безповоротні втрати серед населення у цих зонах за наступних умов: тип атаки ***А***, випадок ***а***; швидкість вітру 6 *м/с*; час застосування літо, 12.00; середню густину населення на заражених територіях прийняти 250 *чол/км²*; екстреної профілактики не проводилось; лікування теж.

Тема 6. ХАРАКТЕРИСТИКА ВОГНИЩ УРАЖЕННЯ ПРИ ПОЖЕЖОВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ІНЦИДЕНТАХ.

Учбова мета: ознайомитися зі станом пожежовибухонебезпеки в Україні, знати загальні характеристики основних видів пожежовибухонебезпечних інцидентів, вміти прогнозувати втрати серед населення під час цих інцидентів та використовувати засоби запобігання та захисту населення.

На даний час, такі види техногенних надзвичйних ситуацій, як пожежі та вибухи зустрічаються відносно часто, як на виробництві так і в побуті. При цьому гине значна кількість людей, наприклад за даними статистики в Україні за 2008 р. від пожеж та вибухів на виробництві загинуло приблизно 40 осіб, а у побуті від пожеж загинуло близько 2700 осіб.

Підпрємства, які виробляють, зберігають, транспортують або використовують у технологічному процесі пожежовибухонебезпечні речовини є потенційно небезпечними об’єктами, на території яких може відбутися пожежа і вибух. Основними такими об’єктами є нафтогазодобувні та нафтопереробні підприєвства, бензо- та газотранспортні засоби й сховища, хімічні, хіміко-фармацевтичні, лакофарбові заводи та фабрики, які використовують у технологічному процесі легкозаймисті органічні розчинники тощо. При цьому можуть постраждати не тільки будівлі і люди, які знаходяться на території цього об’єкту, а й за його межами. Крім того є ризик вибуху вибухових речовин під час їх зберігання на військових складах або терористичного акту.

Пожежа – це неконтрольоване горіння, яке розвивається у просторі та часі і загрожує здоров’ю й життю людей і чинить матеріальні збитки.

Вибух – це виділення значної кількості енергії в обмеженому просторі за короткий проміжок часу з формуванням сильно розігрітих

газів та ударної хвилі. Розжарені гази з температурою від 1500 до 3000℃ випромінюють тепло у навколишне середовище і можуть призвести до термічних травм людини та пожеж. Ударна хвиля характеризується такими параметрами, як надлишковим тиском у фронті, швидкісним напором (швидкість повітря за фронтом ударної хвилі або питомий імпульс ударної хвилі) та тривалістю дії і призводить до різних видів механічних травм у людини.

Надлишковий тиск $\Delta P_Ф$ у фронті ударної хвилі – це різниця між максимальним тиском у фронті ударної хвилі $P_Ф$ і нормальним атмосферним тиском P_o перед цим фронтом і вимірюється у *кПа* чи *кг/см*^{2} (100 *кПа* дорівнює 1 *кг/см*^{2}).

При наземному вибуху вибухівки надлишковий тиск на фронті ударної хвилі можна розраховувати за формулою [4]:

$$\Delta P_{ф_{ВР}} = 0{,}95 \cdot \left(\frac{\sqrt[3]{q_{ВР} \cdot k_{еф}}}{R} \right) + 3{,}90 \cdot \left(\frac{\sqrt[3]{q_{ВР} \cdot k_{еф}}}{R} \right)^2 + 13{,}00 \cdot \left(\frac{\sqrt[3]{q_{ВР} \cdot k_{еф}}}{R} \right)^3$$

де $\Delta P_{ФВР}$ – надлишковий тиск, *кг/см*^{2};

$q_{ВР}$ – маса вибухівки, *кг*;

$k_{еф}$ – коефіцієнт ефективності заряду вибухівки, для амоніту – 0,94; для ТЕНу – 1,35; для ТНТ – 1,0; для гексогену – 1,28.

R – відстань від центру вибуху, *м*.

Для прогнозування можливих наслідків при наземному вибуху вибухівки, розміри зон дії вибухової хвилі з заданим надлишковим тиском можна визначити за формулою:

$$R = 529 \cdot \Delta P_{Ф_{ВР}}^{-0{,}61} \cdot \sqrt[3]{q_{ВР}}$$

де R – відстань від центру вибуху, *м*;

$\Delta P_{ФВР}$ – надлишковий тиск, *кПа*;

$q_{ВР}$ – кількість вибухової речовини (вибухівки), *т*.

Приблизний час дії ударної хвилі при наземному вибуху вибухівки можна обрахувати за наступною формулою [4]:

$$t^{+} = 0{,}00146 \cdot \sqrt[6]{q} \cdot \sqrt{R}$$

де t^{+} – час дії ударної хвилі, *сек*;

R – відстань від центру вибуху, *м*;

q – кількість вибухівки, *кг*.

При вибуху газоповітряної суміші (ГПС, наприклад метану, пропану, бутану з повітрям) надлишковий тиск на заданій відстані від вибуху можна розрахувати за таким алгоритмом [9], спочатку визначається безрозмірний коефіцієнт:

$$K = 0{,}24 \cdot \frac{R}{17{,}5 \cdot \sqrt[3]{q_{ГПС}}}$$

де K – безрозмірний коефіцієнт;

$q_{ГПС}$ – кількість палива у ГПС, *т*;

R – відстань від центру вибуху, *м*;

Потім в залежності від його значення визначається надлишковий тиск за різними формулами.

Так при $K < 2$ надлишковий тиск визначаємо за формулою:

$$\Delta P_{\phi_{ГПС}} = \frac{700}{3 \cdot (\sqrt{1 + 29{,}8 \cdot K^3} - 1)}$$

При $K > 2$ за формулою:

$$\Delta P_{\phi_{ГПС}} = \frac{22}{K \cdot \sqrt{0{,}158 + \lg K}}$$

де K – безрозмірний коефіцієнт;

R – відстань від центру вибуху, *м*;

$\Delta P_{ФГПС}$ – надлишковий тиск, *кПа*.

Для прогнозування можливих наслідків аварій на підприємствах з вибухо- та пожежонебезпечною технологією (де використовують метан,

пропан, бутан) розміри зон дії вибухової хвилі з заданим надлишковим тиском можна визначити за формулою [32]:

$$R = 693 \cdot \Delta P_{Ф_{ГПС}}^{-0,54} \cdot \sqrt[3]{q_{ГПС}}$$

де R – відстань від центру вибуху, *м*;

$\Delta P_{ФГПС}$ – надлишковий тиск, *кПа*;

$q_{ГПС}$ – кількість палива у ГПС, *т*.

Умовний радіус вогняної кулі під час вибуху ГПС може бути розраховано за формулою [30]:

$$R_0 = 2,71 \cdot m^{0,325}$$

де R_0 – радіус вогняної кулі, *м*;

m – кількість палива у ГПС, *кг*;

Приблизний час існування вогняної кулі ГПС можна знайти за рівнянням [30]:

$$t_0 = 0,74 \cdot m^{0,26}$$

де t_0 – час існування вогняної кулі, *сек*;

m – кількість палива у ГПС, *кг*.

Питому інтенсивність теплового випромінювання на поверхні вогняної кулі ГПС можна розрахувати за формулою:

$$q_0 = k_0 \cdot \sigma \cdot T_0^4 \cdot t_0$$

де q_0 – питома інтенсивність теплового випромінювання поверхні вогняної кулі ГПС, *Дж/м²;*

k_0 – ступінь чорноти поверхні вогняної кулі 0,7-0,9;

σ – константа Стефана-Больцмана $5,67 \cdot 10^{-8}$, *Дж/(с·м²·К⁴)*;

T_0 – температура поверхні вогняної кулі від ГПС ≈ 1250÷2500 *К*;

t_0 – час існування вогняної кулі, *сек*;

Для прогнозування можливих наслідків ураження людей, будівель, техніки при заданій величині інтенсивності теплового випромінювання вогняної кулі ГПС розміри зон ураження можна визначити за формулою:

$$R = \sqrt{\frac{q_0 \cdot R_0^2 \cdot e^{-k_n \cdot (R - R_0)}}{I}}$$

де I – інтенсивність теплового випромінювання на заданій відстані, *Дж/м²;*

k_n – коефіцієнт поглинання випромінювання в атмосфері можна прийняти в межах 0,0007 *м*$^{-1}$, для спрощення розрахунків експоненційний вираз можна прийняти за константу 0,9-0,95;

q_0 – питома інтенсивність теплового випромінювання поверхні вогняної кулі ГПС, *Дж/м²*;

R_0, R – радіус вогняної кулі ГПС та задана відстань від центру вогняної кулі, *м*.

Питомий імпульс ударної хвилі від вибухівки можна обрахувати за формулами [4]:

$$J_У = 200 \cdot \frac{q^{\frac{2}{3}}}{R}$$

$$J_У \approx 0{,}37 \cdot \Delta P_Ф \cdot t^+$$

де $J_У$ – питомий імпульс ударної хвилі, *Па·с*;

t^+ – час дії ударної хвилі, *сек*;

R – відстань від центру вибуху, *м*;

q – кількість вибухівки, *кг*.

Імпульс ударної хвилі від вибухівки відносно людини можна обрахувати за формулою відносного імпульсу [4]:

$$J^* = \frac{J_У}{J_Л} = \frac{200 \cdot q^{\frac{2}{3}}}{100 \cdot \sqrt{10^5} \cdot R \cdot M^{\frac{1}{3}}} = 0{,}0063 \cdot \frac{q^{\frac{2}{3}}}{R \cdot M^{\frac{1}{3}}}$$

де J^* – відносний імпульс;

$J_У$ – питомий імпульс ударної хвилі, *Па·с*;

$J_Л$ – питомий імпульс тіла людини, *Па·с*;

q – маса вибухівки, *т*;

R – відстань від центру вибуху на якій діє питомий імпульс ударної хвилі (обраховують за вищенаведеними формулами), *м*;

M – маса людини, *кг*.

Визначення можливої кількості постраждалих людей від вибуху як при дії надлишкового тиску так і теплового випромінювання можна проводити за формулою:

$$N_П = \sum_{1}^{i=n}[\gamma_{мі} \cdot S_i] = \pi \sum_{1}^{i=n}[\gamma_{м\,i} \cdot \left(R_i^2 - R_{i-1}^2\right)]$$

де $N_П$ – кількість постраждалих людей, *чол.*;

S_i – площа ураженя ударною хвилею або тепловим випромінюванням із заданою величиною надлишкового тиску або інтенсивності теплового випромінювання, *км²*;

π – число пи, яке дорівнює 3,14;

$\gamma_{мі}$ – щільність населення на території ураження вибухом, *чол./км²*;

R_i – відстань із заданим надлишковим тиском ударної хвилі від центру вибуху при детонації вибухівки або газоповітряної суміші або заданим індексом дози випромінювання чи інтенсивністю випромінювання (обчислюють за вищенаведеними формулами), *км*.

Ступінь ураження будівель та людей в залежності від надлишкового тиску наведена нижче в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1

Характеристика ураження деяких об’єктів ударною хвилею

Об’єкт	**Ступінь ураження при надлишковому тиску, *кПа***			
	Легка	**Середня**	**Сильна (важка)**	**Повна (вкрай важка)**
Людина	20-40 *кПа*	40-60 *кПа*	60-100 *кПа*	>100 *кПа* Смертність до 100%
Будівлі	10-20 *кПа*	20-30 *кПа*	30-50 *кПа*	>50 *кПа*

Ступінь термічного ураження матеріалів та людей в залежності від величини теплового випромінювання наведена в нижче в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2

Характеристика ураження деяких об’єктів тепловим випромінюванням

Об’єкт	**Ступінь ураження людини та матеріалів при величині інтенсивність теплового випромінювання, *кДж/м²***			
	80-160	**160-400**	**400-600**	**≥600**
Людина:				
Незахищена шкіра	Опік I ст.	Опік II ст.	Опік III ст.	Опік IV ст.
Літній одяг	-	Опік I ст.	Опік II ст.	Опік III ст.
Зимній одяг	-	-	-	Опік I ст.
Матеріали:				
Дерев’яні будівлі	-	-	Займання	Горіння
Хвойні ліса	-	-	Займання	Горіння
Зрілі злаки	Займання	Горіння	Горіння	Горіння
Покрівля даху (руберойд)	-	-	-	Займання
Двері, рами	-	Займання	Горіння	Горіння
Автомобільна гума	-	Займання	Горіння	Горіння

Оскільки уразливі органи для ударної хвилі є ті, в яких присутні повітряні порожнини, то коректно проводити визначення постраждалих за найбільш уразливими з них, а саме для органів слуху та легень. Причому ураження органів слуху можна віднести до санітарних втрат, а ураження легень - до безповоротних втрат серед населення, яке піддалося дії вибухової хвилі.

Імовірний відсоток людей з ушкодженням барабанних перетинок при дії ударної хвилі з заданим надлишковим тиском можна знайти за формулою [4]:

$$\varphi = \frac{N}{N_0} \cdot 100 = (0{,}395 \cdot \ln \Delta P_\phi - 1{,}323) \cdot 100$$

де φ – імовірний відсоток людей з ушкодженням барабаних перетинок, %;

N – кількість постраждалих людей, *чол*;

N_0 – загальна кількість людей, яка знаходиться в зоні дії надлишкового тиску, *чол*;

ΔP_Φ – надлишковий тиск, *кПа*.

Імовірний відсоток загиблих людей під час ушкодження легень від заданого відносного імпульсу при дії ударної хвилі або навпаки відносний імпульс від заданого відсотка загиблих можна знайти за формулами [4]:

$$\psi = \frac{N}{N_0} \cdot 100 = \frac{\psi_{\max} \cdot 100}{1 + e^{-k \cdot (J^* - J_c^*)}} = \frac{97}{1 + e^{-31 \cdot (J^* - 0{,}372)}}$$

$$J^* = J_c^* - \frac{\ln\left[\frac{\psi_{\max}}{\psi} \cdot 100 - 1\right]}{k} = 0{,}372 - \frac{\ln\left[\frac{97}{\psi} - 1\right]}{31}$$

де ψ – імовірний відсоток загиблих людей від серйозних ушкоджень легень, %;

N – кількість загиблих людей від серйозних ушкодженнь легень, *чол*;

N_0 – загальна кількість людей, яка знаходиться в зоні дії ударної хвилі, *чол*;

ψ_{max} – умовно максимальний відсоток загиблих, 97±1 %.

k – константа, яка дорівнює 31;

J^*, J_c^* – відповідно відносний імпульс на заданій відстані та його середнє значення, яке дорівнює 0,372.

Імовірний відсоток загиблих людей від опіків при заданому індексі дози випромінювання або навпаки індекс дози випромінювання від заданого імовірного відсотка загиблих можна знайти за формулами, які були емпірично знайдені з даних [30]:

$$\psi = \frac{N}{N_0} \cdot 100 = \frac{\psi_{\max} \cdot 100}{1 + e^{-k \cdot (J - J_c)}} = \frac{99}{1 + e^{-0{,}00031 (J - 22310)}}$$

$$J = J_c - \frac{\ln\left[\frac{\psi_{\max}}{\psi} \cdot 100 - 1\right]}{k} = 22310 - \frac{\ln\left[\frac{99}{\psi} - 1\right]}{0{,}00031}$$

де ψ – імовірний відсоток загиблих людей від серйозних опіків, %;

N – кількість загиблих людей від серйозних опіків, *чол*;

N_0 – загальна кількість людей, яка знаходиться в зоні дії теплового випроиінювання, *чол*;

ψ_{max} – умовно максимальний відсоток загиблих, 99±1%.

k – константа, яка дорівнює 0,00031;

J, J_c – відповідно індекс дози випромінювання на заданій відстані та його середне значення, яке дорівнює 22310.

Індекс дози випромінювання на заданій відстані можна знайти за формулою:

$$J = t_0 \cdot \left[\frac{q_0 \cdot R_0^2}{R^2}\right]^{\frac{4}{3}}$$

де q_0 – питома інтенсивність теплового випромінювання поверхні вогняної кулі ГПС, *кДж/м²*;

t_0 – час існування вогняної кулі, *сек*;

R_0, R – радіус вогняної кулі ГПС та задана відстань від центру вогняної кулі, *м*.

Питання до теми 6. ХАРАКТЕРИСТИКА ВОГНИЩ УРАЖЕННЯ ПРИ ПОЖЕЖОВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ІНЦИДЕНТАХ.

1. Наведіть коротку характеристику пожежовибухонебезпечним інцидентам на території України. Дайте визначення поняттям пожежа та вибух. Розрахуйте надлишковий тиск ударної хвилі при наземному вибуху 10 *кг* ТНТ. На відстані від центру вибуху 10, 50, 100 *м*.
2. Розрахуйте зони руйнувань від вибуху 100 *кг* ТНТ (повних, сильних, середніх та легких руйнувань). А також приблизний час дії ударної хвилі на цих відстанях.
3. Розрахуйте зони ураження людей від вибуху 100 *к*г ТНТ (вкрай важких, важких, середніх та легких пошкоджень). А також приблизний час дії ударної хвилі на цих відстанях.
4. Розрахуйте до якої зони руйнувань відноситься відстань 50, 100, 200 *м* при вибуху 100 *кг* палива у газоповітряної суміші (повних, сильних, середніх чи легких руйнувань).
5. Розрахуйте кількість постраждалих від ударної хвилі по зонах при вибуху 50 *т* палива у ГПС на автошляху в центрі міста. Густину населення див. додатку.
6. Розрахуйте умовний радіус вогняної кулі під час вибуху 20 *т* палива у ГПС та приблизний час існування вогняної кулі, а також питому інтенсивність теплового випромінювання на поверхні вогняної кулі.
7. Розрахуйте приблизні розміри зон ураження людей влітку від вогняної кулі з кількістю палива 30 *т* у ГПС. Величину інтенсивності теплового випромінювання для різних ступіней ураження людей від див. у табл.
8. Розрахуйте імовірний відсоток людей з ушкодженням барабанних перетинок при надлишковому тиску в ударній хвилі 10, 30, 50, 100 *кПа*. А також імовірний відсоток загиблих людей від ушкодження

легень для 50 *кПа*. Дано: вибухівка 10 *кг* ТНТ; середня маса людей 70 *кг*.

9. Розрахуйте імовірний відсоток загиблих людей від ушкодження легень при надлишковому тиску в ударній хвилі 10, 30, 50, 100 *кПа*. Дано: вибухівка 100 *кг* ТНТ; середня маса людей 70 *кг*; місце вибуху – центральна вулиця міста; густину населення див. у додатку.
10. Розрахуйте імовірний відсоток загиблих людей на відстані від центру вогняної кулі ГПС 50, 100, 200 *м*. Якщо кількість палива у ГПС 75 *т*.
11. Розрахуйте приблизні розміри зон ураження людей взимку від вогняної кулі з кількістю палива 40 *т* у ГПС. Величину інтенсивності теплового випромінювання для різних ступіней ураження людей від див. у табл.
12. Розрахуйте імовірний відсоток загиблих людей на відстані від центру вогняної кулі ГПС 50, 100, 200 *м*. Якщо кількість палива у ГПС 30 *т*.
13. Розрахуйте до якої зони руйнувань відноситься відстань 200 *м* при наземному вибуху 100 *кг* ТНТ (повних, сильних, середніх чи легких руйнувань), а також імовірний відсоток людей з пошкодженням барабанних перетинок та загиблих людей від розриву легень на даній відстані. Вагу людей прийняти 70 *кг*.
14. Розрахуйте до якої зони руйнувань відноситься відстань 50, 100, 200 *м* при вибуху 100 *кг* палива у газоповітряної суміші (повних, сильних, середніх чи легких руйнувань), а також які механічні ушкодження можуть отримати люди на цих відстанях.
15. Розрахуйте кількість постраждалих від теплового випромінювання при вибуху 30 *т* палива у ГПС на автошляху в центрі міста. Густину населення див. додатку.
16. Розрахуйте зони ураження людей від вибуху 50 *к*г ТНТ на центральній вулиці міста (вкрай важких, важких, середніх та легких пошкоджень). А також кількість постраждалих у цих зонах. Густину населення див. у додатку.

Тема 7. ПРИНЦИПИ ОРГАНІЗАЦІЇ МЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ ПОСТРАЖДАЛИМ У ВОГНИЩАХ УРАЖЕННЯ. ДЕЯКІ ПИТАННЯ МЕДИЧНОГО ПОСТАЧАННЯ ФОРМУВАНЬ ТА УСТАНОВ, ЯКІ ПРИЗНАЧЕНІ ДЛЯ МЕДИКО-САНІТАРНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАСЕЛЕННЯ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.

Учбова мета: ознайомитися з основними принципами організації медичної допомоги постраждалим у вогнищах ураження, знати загальні питання медичного постачання формувань та установ, які призначені для медико-санітарного забезпечення населення в надзвичайних ситуаціях, вміти прогнозувати втрати серед пострадалих.

Організація медичної допомоги постраждалим у вогнищах ураження визначається в основному масштабом та величиною санітарних втрат. При ураженнях незначної кількості людей на незначній території місцеві органи охорони здоров’я можуть справитися самостійно за допомогою місцевих лікувальних закладів, без залучення додаткових сил та засобів. Однак у випадку масових санітарних втрат при стихійних лихах чи техногенних катастроф значного масштабу виникає необхідність в залученні додаткових або спеціальних сил та засобів для ліквідації наслідків [19, 26, 35].

Організація медичної допомоги при масових ураженнях включає в себе наступні задачі:

1. медична розвідка вогнищ ураження;
2. пошук та рятування постраждалих;
3. сортування постраждалих;
4. евакуація постраждалих;
5. надання медичної допомоги та лікування.

Медична розвідка вогнищ ураження - це оперативне визначення кількості населення на ураженій території, рельєфу території, наявності та стану автошляхів і джерел води, а також знання виду засобів та кількості медичних сил які є в наявності. Вона здійснюється з метою розрахунку імовірних санітарних та безповоротних втрат серед населення у вогнищах ураження, планування оптимального розташування сил та засобів медичної допомоги, раціональної організації роботи тощо.

Пошук та рятування постраждалих - це комплекс дій, які направлені на пошук та рятування уражених людей з під завалів або охоплених пожежею, загазованих, затоплених будинків та споруд тощо та їх доставку до частин медичної служби. Як правило ці функції здійснюють пожежні команди, міліція, військові частини та санітарний персонал. Пошук та рятування постраждалих у перші години після катастроф дозволяє значно скоротити кількість загиблих серед ураженого населення.

Сортування постраждалих - це одна з першочергових задач медичної служби, при цьому визначається об’єм та вид медичної допомоги ураженим, можливість та черговість їх транспортування з урахуванням наступних етапів надання допомоги. Від швидкого та правильного рішення цієї важливої та вкрай важкої задачі залежать результати лікування постраждалих.

Евакуація постраждалих - це комплекс дій по виносу або вивозу постраждалих з ураженої території та їх доставки до медичних пунктів й спеціалізованих медичних закладів для надання у необхідній мірі медичної допомоги і лікування. Для евакуації уражених використовують різні санітарно-транспортні засоби (автомобілі, потяги, вертольоти, само льоти тощо).

Евакуацію (транспортування) можна поділити на два види. *Невідкладну евакуацію першої черги*, коли стан постраждалих дуже

важкий і при ненаданні їм медичної допомоги у найближчий час вони можуть загинути. *Відстрочена евакуація другої черги*, коли стан постраждалих дозволяє зачекати на медичну.

Медична допомога та лікування - це система послідовних медичних заходів та маніпуляцій, направлених на збереження життя уражених.

На даний час служба медицини катастроф виділяє такі види медичної допомоги:

1. перша медична допомога;
2. долікарська медична допомога;
3. перша лікарська допомога;
4. кваліфікована медична допомога;
5. спеціалізована медична допомога.

Перші три види медичної допомоги належать до догоспітальних, оскільки надаються безпосередньо в осередку ураження або поблизу нього, а два наступних видів відносяться до госпітальних і надаються за межами осередку ураження в спеціалізованих лікувально-профілактичних закладах, куди евакуюються потерпілі.

Перша медична допомога - це комплекс найпростіших медичних заходів, які вживаються на місці ураження або поблизу нього постраждалими в порядку само- та взаємодопомоги та особовим складом аварійно-рятувальних формувань, санітарних постів й санітарних дружин з використанням табельних або підручних медичних засобів. До заходів першої медичної допомоги відносяться тимчасова зупинка кровотеч, накладання первинних пов’язок при пораненнях та опіках, іммобілізація кінцівок при переломах, усунення асфіксії, уведення знеболюючих препаратів, антидотів, антибіотиків, протиблювотних засобів, надання заходів екстреної реанімації, дегазацію заражених ділянок шкіри тощо. Оптимальний термін надання першої медичної допомоги до 30 хв з моменту ураження.

Долікарська медична допомога - це комплекс простих медичних маніпуляцій, що надається медичним персоналом (медичними сестрами, фельдшерами, фармацевтами, провізорами). При цьому роблять перебинтовування раніше накладених пов'язок, заміну саморобних джгутів та шин та стандартні, додаткове уведення знеболюючих, серцево-судинних, стимулюючих та інших лікарських засобів, додаткову дегазацію відкритих ділянок тіла та одягу, зігрівання потерпілих тощо. Оптимальний термін надання долікарської медичної допомоги до 2-х годин після отримання ушкодження.

Перша лікарська допомога - це комплекс простих лікувально-профілактичних заходів, які здійснюються лікарями медико-санітарних частин об'єктів, лікувально-профілактичних закладів розташованих безпосередньо на території ураження або поблизу неї та лікарями швидкої медичної допомоги на всьому шляху евакуації. Ці заходи дозволяють усунути або послабити наслідки ураження та підготовити потерпілих до евакуації (транспортна ампутація, накладання затискачів, інтубація трахеї, пункції, переливання крові та ін фузійних розчинів, катетеризація, введення спеціальних препаратів, накладання шин тощо). Оптимальний термін надання першої лікарської допомоги складає до 6 годин з моменту одержання травми.

Кваліфікована медична допомога – це комплекс хірургічних і терапевтичних заходів, що здійснюються хірургами, терапевтами, і надається в районних, центральних районних, міських, обласних лікарнях, в окремих медичних центрах, у пересувних закладах медичної служби. Заходи цього виду допомоги за терміновістю їх виконання поділяють на дві групи: *невідкладні* (остаточне припинення кровотечі, комплексна терапія крововтрати, хірургічні маніпуляції ушивання ран, лапаратомія, декомпресійна терапія черепа тощо) та *відстрочені* (ампутація кінцівок, некротомія опіків, скріплення щелеп при їх переломах тощо). Оптимальні терміни надання кваліфікованої

хірургічної допомоги складає до 12 годин з моменту отримання травми, терапевтичної до 8 годин після появи перших ознак інтоксикації.

Спеціалізована медична допомога і лікування - це вичерпний вид медичної допомоги, надається висококваліфікованими лікарями-фахівцями в спеціалізованих лікувальних закладах, що мають спеціальне лікувально-діагностичне обладнання. Спеціалізована медична допомога повинна бути надана протягом трьох діб з моменту ушкодження.

Основна робота з ліквідації медичних наслідків в осередку ураження на першому етапі медичної евакуації лягає на загони першої медичної допомоги.

Для виконання цього завдання загони першої медичної допомоги розгортають такі підрозділи: сортувально-евакуаційне, операційно-перев'язувальне, госпітальне відділення, відділення часткової санітарної обробки та дезактивації одягу і взуття, господарське і лабораторне відділення, аптеку.

Слід зазначити, що значна частина потерпілих у НС гине від несвоєчасного надання їм першої медичної і першої лікарської допомоги.

Так наприклад, якщо медична допомога важко потерпілим при землетрусах була надана через 1-ну годину, то гине близько 30 %, через 3-ри години близько 60 %, а через 6-ть годин близько 90 % від загальної кількості важко постраждалих.

За даними джерела [35], відсоток загиблих серед важкопоранених людей при ненаданні їм своєчасної медичної допомоги можна розрахувати за емпіричною формулою:

$$\psi_{вп} = \frac{N \cdot 100}{N_0} = \psi_{\max} \cdot (1 - e^{-k \cdot t})$$

де $\psi_{вп}$ – імовірний відсоток загиблих серед важкопоранених людей, %;

N – кількість загиблих людей серед важкопоранених, *чол*;

N_0 – загальна кількість важкопоранених людей, *чол*;

ψ_{max} – умовно максимальна частка загиблих, 1,03±0,03.

k – константа, яка дорівнює 0,32±0,03 годин$^{-1}$;

t – час впродовж якого ненадається медична допомога, *годин*.

Відсоток загиблих людей із середнім ступенем поранення при ненаданні їм своєчасної медичної допомоги можна розрахувати за емпіричною формулою:

$$\psi_{сп} = \frac{N \cdot 100}{N_0} = \psi_{\max} \cdot (1 - e^{-k \cdot t})$$

де $\psi_{сп}$ – імовірний відсоток загиблих людей із середнім ступенем поранення, %;

N – кількість загиблих людей, *чол*;

N_0 – загальна кількість людей із середніми ступенем пораненнями, чол;

ψ_{max} – умовно максимальна частка загиблих, 0,93±0,09.

k – константа, яка дорівнює 0,15±0,05 *годин*$^{-1}$;

t – час впродовж якого ненадається медична допомога, *годин*.

Органи управління і заклади медичного постачання, їх завдання.

Медичне постачання – це комплекс заходів, які здійснюються медичною службою, спрямованих на своєчасне, оперативне, безперервне та повне забезпечення медичним майном лікувально-профілактичних закладів, формувань служб екстреної медичної допомоги і населення під час ліквідації медичних наслідків аварій, катастроф і стихійних лих [19].

Організацію і керівництво медичним постачанням лікувально-профілактичних закладів, а також створених на їх базі формувань з надання екстреної медичної допомоги населенню, що постраждало у НС, здійснюють органи управління.

До органів управління медичним постачанням належать виробничі об’єднання «Фармація», відділення «Медтехніка», фармацевтичні

управління, створені в обласних центрах, а також органи управління фармацевтичних структур і формувань недержавної форми власності.

У містах обласного підпорядкування, міських і сільських районах функції медичного постачання виконують міські районні аптеки та центральні районні аптеки, а управління покладено на завідувачів міськими (районними) аптеками.

У лікувально-профілактичних закладах і формуваннях екстреної медичної допомоги управління медичним постачанням покладено на керівників аптек, а у формуваннях, де за штатом керівник аптеки не передбачений – посадова особа, призначена наказом керівника установи. У розпорядженні цих органів є бази, склади, аптеки, аптечні кіоски, магазини, заклади й організації медичного постачання.

До основних завдань органів управління відносяться:

- закупівля, заготівля, збереження й поновлення запасів майна, необхідного для оснащення медичних закладів і формувань охорони здоров'я, та своєчасне його поповнення;
- планування, організація і здійснення заходів щодо захисту медичного майна від дії шкідливих чинників навколишнього середовища;
- прогнозування, вивчення обстановки, планування постачання лікувально-профілактичних закладів і створення на їх базі формувань екстреної медичної допомоги (санітарних дружин, бригад, загонів) медичним, санітарно-господарським та спеціальним майном тощо;
- керівництво медичним постачанням лікувально-профілактичних закладів, формувань, населення в ході ліквідації медичних наслідків аварій, катастроф або стихійних лих.

Характеристика, класифікація та облік медичного майна.

Лікувально-профілактичні заклади і створені на їх базі формування для роботи в умовах НС використовують різноманітне

майно. Кількість його визначена нормами постачання, які встановлюються нормативними документами з медичного постачання.

Умовно його можна розділити на три групи: медичне, спеціальне, санітарно-господарське.

Медичне майно – це спеціальні матеріальні засоби, призначені для надання допомоги і лікування уражених, поранених і хворих, а також для здійснення профілактичних, санітарно-гігієнічних і протиепідемічних заходів.

До медичного майна належать:

- лікарські засоби; кров і кровозамінники;
- перев’язувальні та шовні матеріали;
- медичні інструменти, апарати й прилади;
- аптечне, зуболікарське і зуботехнічне майно та устаткування;
- предмети догляду за хворими;
- дезінфекційна апаратура і техніка;
- засоби для дезінфекції, дератизації, дезактивації;
- лабораторні предмети, устаткування і прилади;
- книги і бланки медичного обліку та звітності.

Спеціальне майно – це майно, що має вузько профільне, цільове призначення, використовується під час роботи в екстремальних ситуаціях.

Для нього належать:

- аптечки індивідуальні (АІ);
- пакети перев’язувальні індивідуальні (ППІ);
- індивідуальні протихімічні пакети (ІПП-8, ІПП-10);
- прилади радіаційної, хімічної, біологічної розвідки, прилади для відбирання проб повітря, води, продовольства тощо;
- засоби зв’язку та оповіщення;
- електроосвітлювальні установки, джерела постійного струму для електроживлення приладів тощо.

Санітарно-господарське майно. У непорушних запасах санітарно-господарське майно зберігається в кількості 25 % від табельної потреби, решту приписують до закладів і формувань служби екстреної медичної допомоги (ЕМД).

До нього належать:

- лікарняні і госпітальні меблі;
- спеціальний одяг і взуття;
- постільна і натільна білизна;
- виробниче і кухонне устаткування;
- інвентар, столовий посуд тощо.

Розрахунок потреби медичного майна.

Потреба в медичному й іншому майні для роботи закладів охорони здоров'я і формувань ЕМД визначається планами медичного постачання з урахуванням можливої кількості санітарних втрат, кількості утворених медичних формувань і закладів, їх табелів оснащення [26].

Табель оснащення – це перелік майна, призначеного для оснащення того чи іншого формування (закладу), що забезпечує його роботу протягом визначеного часу або надання медичної допомоги певній кількості потерпілих (уражених) у визначеному обсязі. Кожний табель оснащення включає номенклатуру майна (найменування предметів) і його кількість (спеціальні комплекти).

При визначені потреби в кожному окремому комплекті медичного майна, необхідному для надання долікарської та першої лікарської допомоги в медичних пунктах підрозділів і частин, спочатку встановлюють величину очікуваних санітарних втрат від тих видів небезпечних факторів, при ураженні якими використовується комплект. Потім визначають, якій частці від усіх уражених даними видами небезпечних факторів для надання долікарської та першої лікарської допомоги буде потрібен комплект.

Для розрахунку потреби в кожному комплекті можна використовувати формулу:

$$N_к = \frac{N_0 \cdot K_{ПМД,КМД}}{P}$$

де $N_к$ – кількість необхідних комплектів визначеного виду, *шт*;

N_0 – кількість постраждалих, уражених від небезпечного фактору визначеного виду, *чол*;

$K_{ПМД,\ КМД}$ – коеффіцієнт, який враховує частку уражених, яким знадобиться комплект відповідно для першої медичної допомоги та кваліфікованої медичної допомоги;

P – розрахункові можливості комплекту, тобто кількість уражених, яким може бути надана медична допомога в необхідному обсязі.

Орієнтовні значення коефіцієнтів $K_{ПМД,\ КМД}$ та P наведені нижче в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1

Дані для розрахунку потреби в комплектах медичного майна спеціального призначення

Показники	Комплекти									
	Б-1	Б-2	Б-3	Б-4	БГ	ПП-1	ПП-2	АНТ	ПРО	ОР
$K_{ПМД}$	1,0	0,3	-	0,4	-	1,0	-	-	-	-
$K_{КМД}$	1,0	0,1	0,4	0,2	0,05	-	1,0	1,0	0,5	1,0
P	100	50	100	100	10	200	200	500	200	200

Призначення й медико-тактична характеристика комплектів медичного майна.

Комплект Б-1 – перев’язувальні засоби стерильні;

Комплект Б-2 – шини;

Комплект Б-3 – перев’язувальні засоби нестерильні;

Комплект Б-4 – перев’язувальні засоби для обпечених стерильні;

Комплект БГ – бинти гіпсові;

Комплект ПП-1 – лікарські засоби для лікування поранених та обпечених;

Комплект ПП-2 – лікарські засоби для поранених і обпечених (госпітальний);

Комплект АНТ – антибіотики;

Комплект ПРО – лікарські засоби для лікування уражених іонізуючим випромінюванням;

Комплект ОР – лікарські засоби для лікування уражених отруйними речовинами.

Питання до теми 7. ПРИНЦИПИ ОРГАНІЗАЦІЇ МЕДИЧНОЇ ДОПОМОГИ ПОСТРАЖДАЛИМ У ВОГНИЩАХ УРАЖЕННЯ. ДЕЯКІ ПИТАННЯ МЕДИЧНОГО ПОСТАЧАННЯ ФОРМУВАНЬ ТА УСТАНОВ, ЯКІ ПРИЗНАЧЕНІ ДЛЯ МЕДИКО-САНІТАРНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАСЕЛЕННЯ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.

1. Чим визначається організація медичної допомоги постраждалим у вогнищах ураження. Які основні задачі повинна вирішувати організація медичної допомоги при масових ураженнях людей? Знайти, яка кількість людей загине серед важко травмованих після землетрусу через 6, 12, 24 години, ненадання їм медичної допомоги? А також скільки загине людей із середнім ступенем важкості через 6, 12, 24, 48, 72 години, ненадання їм медичної допомоги? Дано: місто із 0,1 млн. жителів; прийняти, що все місто має ступінь пошкодження будівель – повну (санітарні втрати див.табл.); відсоток важких травматичних пошкоджень серед санітарних втрат – 70 %; відсоток середніх травматичних пошкоджень серед санітарних втрат – 30%. Наведіть висновок з отриманих даних.

2. Що таке медична розвідка вогнищ ураження? Знайти, яка кількість людей загине серед постраждалих у населеному пункті від його катастрофічного затоплення внаслідок руйнування дамби після 6, 12, 24 годин, ненадання їм медичної допомоги. Дано: кількість населення 50 тис. людей; населений пункт знаходиться у першій зоні затоплення; прорив греблі відбувся вночі; кількість із постраждалих із середнім ступенем ураження прийняти санітарним втратам (санітарні втрати див.табл).
3. Що таке пошук, рятування та сортування постраждалих? Знайти, яка кількість людей загине серед постраждалих із тяжким та середнім ступенем ураження на території хімічно небезпечного об'єкту при аварії із викидом СДОР після 1, 2, 3 годин ненадання їм медичної допомоги? Кількість санітарних втрат прийняти 30 % від кількості працівників на ХНО (1 тис. чол.). Кількість уражених із важким ступенем прийняти 25 %, із середнім 15 % від загальної кількості санітарних втрат.
4. Що таке евакуація постраждалих, її види, яку роль вона відіграє у медицині катастроф? Знайти, який відсоток людей загине серед постраждалих із тяжким та середнім ступенем ураження при пожежі після 1, 2, 4 та 8 годин ненадання їм медичної допомоги? Якщо під час пожежі на об'єкті тяжкі опіки отримало 10 %, а опіки середньої інтенсивності отримало 30 % від загальної кількості людей на об'єкті.
5. Назвіть основні види медичної допомоги. Які з них надаються у догоспітальний період, а які у госпітальний? Розрахуйте відсоток людей, який загине у зоні сильних руйнувань після наземного вибуху 10 *кт* ядерної бомби у центрі 2 млн. міста під час терористичного акту. Додаткові дані: площа сильних руйнувань – 2,08 км²; кількість санітарних втрат до 15 %, серед них важких до 50 %, середніх до 40

%; густину населення див. у додатку; медичну допомогу почнуть надавати після 24 годин.

6. Дайте коротку характеристику першій медичній допомозі (визначення, коли надається, ким надається, характерні маніпуляції та оптимальний термін надання). Розрахуйте приблизну кількість людей, які виживуть у завалах 500 тис. міста, після землетрусу, а також необхідну кількість комплектів для першої медичної допомоги. Якщо відомо, що 50 % будівель міста отримало повні руйнування, 40 % сильні, 10 % середні; структура санітарних втрат наступна: важких – 30 %, середніх 40% (кількість сан.втрат див. табл.); землетрус стався вночі 3.00; медичну допомогу постраждалим почали надавати після 12 годин.
7. Дайте коротку характеристику долікарської медичної допомоги (визначення, коли надається, ким надається, характерні маніпуляції та оптимальний термін надання). Розрахуйте приблизну кількість людей, які виживуть у 100 тис. міста, після миттєвого затоплення від прориву греблі, а також необхідну кількість комплектів для першої медичної допомоги. Якщо відомо, що структура санітарних втрат наступна: важких – 30 %, середніх 40% (кількість сан.втрат див. табл.); затоплення сталося вночі 2.00; медичну допомогу постраждалим почали надавати після 8 годин.
8. Дайте коротку характеристику першій лікарській допомозі (визначення, коли надається, ким надається, характерні маніпуляції та оптимальний термін надання). Знайти, приблизну кількість людей, які виживуть серед постраждалих із тяжким та середнім ступенем ураження на території хімічно небезпечного об’єкту при аварії із викидом СДОР, а також вид та необхідну кількість комплектів медичного майна? Кількість санітарних втрат прийняти 30 % від кількості працівників на ХНО (2 тис. чол.). Кількість уражених із важким ступенем прийняти 40 %, із середнім 50 % від загальної

кількості санітарних втрат; час ненадання їм медичної допомоги - 3 години.

9. Дайте коротку характеристику кваліфікованій медичній допомозі (визначення, коли надається, ким надається, характерні маніпуляції та оптимальний термін надання). Знайти, приблизну кількість людей, які виживуть серед постраждалих із тяжким та середнім ступенем ураження при аварії на поїзді із пожежею, а також вид та необхідну кількість комплектів медичного майна? Кількість санітарних втрат прийняти 60 % від кількості пасажирів на поїзді (650 чол.). Кількість уражених із важким ступенем прийняти 40 %, із середнім 50 % від загальної кількості санітарних втрат; час ненадання їм медичної допомоги - 3 години.
10. Дайте коротку характеристику спеціалізованій медичній допомозі (визначення, коли надається, ким надається, характерні маніпуляції та оптимальний термін надання). Знайти, приблизну кількість людей, які виживуть серед постраждалих із тяжким та середнім ступенем ураження при пожежі на поїзді, а також вид та необхідну кількість комплектів медичного майна? Кількість обпечених прийняти 60 %, кількість травмованих прийняти 40 % від кількості пасажирів на поїзді (650 чол.). Кількість уражених із важким ступенем прийняти 40 %, із середнім 50 % від загальної кількості санітарних втрат; час ненадання їм медичної допомоги - 3 години.
11. Дайте коротку характеристику медичному постачанню (визначення, органи управління, основні завдання). Розрахуйте кількість людей, яким знадобиться медична допомога у зоні сильних руйнувань, а також вид та кількість медичних комплектів після наземного вибуху 10 *кт* ядерної бомби у центрі 4 млн. міста під час терористичного акту. Додаткові дані: площа середніх руйнувань – 2,9 км²; кількість санітарних втрат до 30 %, серед них важких механічних травм до 40 %, середніх механічних до 30 %, з опіками середньої важкості 30 %;

постраждалих від радіації прийняти 100 % від сан.втрат; густину населення див. у додатку; медичну допомогу почнуть надавати після 12 годин.

12. Дайте коротку характеристику медичному майну (визначення та перелік). Розрахуйте кількість людей, яким знадобиться медична допомога у зонах радіоактивного забруднення, а також вид та кількість медичних комплектів після наземного вибуху 10 *кт* ядерної бомби у центрі 3 млн. міста під час терористичного акту. Додаткові дані: довжина сліду радіоактивного забруднення – 43 км; ширина сліду – 5,3 км; вид сліду радіоактивного забруднення прийняти за еліптичний; відсоток населення, що отримало радіаційні травми різних ступенів важкості прийняти 30 %, від населення яке знаходиться на забрудненій території; площу радіоактивного забруднення міста прийняти 50 % від загальної площі забруднення; густину населення у межах міста прийняти 15 тис. *чол/км²*, а за межами міста – 500 *чол/км².*
13. Дайте коротку характеристику спеціальному майну (визначення та перелік). Розрахуйте кількість людей, яким знадобиться медична допомога під час терористичного акту у гіпермаркеті із використанням хімічної зброї, а також вид та кількість комплектів медичного майна. Дані для розрахунків: площа гіпермаркету – 0,074 км²; густину населення див. у додатку; кількість постраждалих прийняти 50 % від загальної кількості людей у гіпермаркеті з них з важких – 15 %, середніх – 25 %, легких – 25 %; час початку надання медичної допомоги 3 години.
14. Дайте коротку характеристику санітарно-господарському майну (визначення та перелік). Розрахуйте кількість людей, яким знадобиться медична допомога під час пожежі у гіпермаркеті, а також вид та кількість комплектів медичного майна. Дані для розрахунків: площа гіпермаркету – 0,055 км²; густину населення див.

у додатку; кількість постраждалих від механічних чинників прийняти 10 % від загальної кількості людей у гіпермаркеті, кількість постраждалих від полум’я 15 %, кількість постраждалих від отруйних газів 20 %.

15. Що таке табель оснащення, що він включає в себе? Розрахуйте приблизну кількість людей, які виживуть під час повного руйнування багатоповерхівки, а також вид та кількість комплектів медичного майна. Дані: кількість людей у будинку 1 тис.; відсоток санітарних втрат див. у таблиці; серед них 70 % з важкими механічними травмами та 30 % з середніми. Час початку надання медичної допомоги 6 годин.
16. Назвіть основні види медичної допомоги. Розрахуйте приблизну кількість людей, які виживуть під час вибуху на ринку міста, а також вид та кількість комплектів медичного майна. Дані: вибухівка ТНТ – 10 *кг*; вид вибуху - наземний; густину населення див. у додатку; час ненадання медичної допомоги - 1 година.

ДОДАТКИ

Додаток 1.

Таблиця 1

Середньодобовий розподіл міського населення за часом й місцем його знаходження

Протягом доби, години	Місце знаходження, %							
	Житлові будинки та будівлі культурно-побутового призначення	Виробничі будівлі	Транспорт			На вулиці		
			Міста з населенням, млн. людей					
			0,25-0,5	0,5-1,0	>1,0	0,25-0,5	0,5-1,0	>1,0
1-6	94	6	-	-	-	-	-	-
6-7	74	6	7	9	12	13	11	8
7-10	22	50	9	11	17	19	17	11
10-13	28	52	6	7	10	14	13	10
13-15	45	37	4	4	7	14	14	11
15-17	27	49	8	9	13	15	15	12
17-19	45	24	10	12	15	20	18	15
19-1	77	14	4	4	6	5	5	3

Таблиця 2

Середня густина населення на різній території

№ з/п	Характеристика території	Густина населення, *чол/км²*
1	Район фермерських господарств, хутора	500
2	Садиби (дворища)	1 000
3	Село	2 000
4	Житлові райони із малоповерхівками	4 000
5	Житлові райони з багатоповерхівками	8 000
6	Центральні частини міста (магазини, заклади культури тощо)	16 000
7	Середній торгівельний центр чи район	50 000
8	Промислова зона низької густини	500
9	Промислова зона середньої густини	4 000
10	Промислова зона високої густини	8 000

Додаток 2.

Таблиця 1

Фізико-хімічні і токсичні властивості деяких СДОР та ОР

№ п/п	СДОР/ ОР	Молекулярна маса, *г/моль*	Щільність рідини, *г/см³*	Температура кипіння, *°С*	Тиск насиченої пари при 20 °С, *мм рт.ст.*	Токсичні властивості	
						Інгаляційна уражаюча доза, *г·хв/м³*	Інгаляційна смертельна доза, *г·хв/м³*
1	Хлор	70,9	-	-34,6	5168	0,6	6
2	Аміак	17,3	-	-33,4	-	15	150
3	Сірчистий ангідрид	64,07	-	-10	3373	1,8	0,028
4	Чадний газ	28	-	-192	-	10	37,5
5	Синильна кислота	27,03	0,687	26	612	0,2	1,6-2,6
6	Сірководень	34,08	-	-60,4	-	16,1	25,0
7	Бензол	78,12	0,879	80,1	100	250,0	-
8	Фтористий водень	20,01	0,99	19,9	780	4,0	7,5
9	Зарин	140,1	1,1	150	1,48	0,055	0,07-0,1
10	Ві-Ікс	267,4	1,02	298	$7 \cdot 10^{-4}$	0,002-0,024	0,007-0,03
11	Фосген	98,9	1,38	7,6	1180	1,6	3,2
12	Бі-Зет	337,4	1,33	322	0,03	0,11	110-200
13	Адамсит	277,6	1,65	410	$2 \cdot 10^{-13}$	0,022-0,15	11-30
14	Іприт	159,1	1,27	217	0,08	0,2	1,5
15	Ботуліновий токсин	-	-	-	-	-	0,02
16	Стафіл-й ентеротоксин	-	-	-	-	0,2	-

Таблиця 2

Коефіцієнт захисту населення від СДОР за місцем його перебування

№ з/п	Місце перебування або заходи захисту	Час перебування людини у місці				
		15 хв	30 хв	1 година	2 години	3-4 години
1	На відкритій місцевості	0	0	0	0	0
2	У транспорті	0,95	0,75	0,41	0	0
3	У виробничих приміщеннях	0,67	0,5	0,25	0,09	0
4	У житлових та громадських приміщеннях	0,97	0,92	0,8	0,38	0,09
5	У сховищах	1	1	1	1	1
6	У засобах індивідуального захисту органів дихання*	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7

* - значення коефіцієнту наведено з урахуванням імовірності відмови частини протигазів з-за неправильної підгонки, зберігання тощо.

Додаток 3.

Таблиця 1

Основні характеристики деяких БА

Найменування БА	Можливі шляхи зараження	Доза зараження (при інгаляції), кількість спор чи клітин	Інкубаційний період / Тривалість хвороби	Смертність, %		Категорія небезпеки
				Без лікування	При лікуванні	
1	2	3	4	5	6	7
Вірусні БА						
1.Натуральна віспа	ДШ, Шк	10-100	5-21 *діб* / 30 *діб*	Серед не привитого населення до 25-40	Серед привитого населення до 6-10	А
2.Жовта лихоманка	Тр	1-10	2-10 *діб*/ 7-14 *діб*	до 60	до 5	А
3. Пситакоз	ДШ	10-100	5-14 *діб*/ 20-30 *діб*	до 20	до 2	В
4. Грип	ДШ, Шк	10-100	12 *год*-2 *доби* / 7 *діб*	При ускладненнях до 1	-	С
Бактерійні БА						
5. Сибірка	ДШ, ШКТр, Шк	8 000-10 000	1-6 *діб* / 7-14 *діб*	ШКТ ≥ 25-60; ДШ ≥ 90	ШКТ ≤ 10; ДШ ≤ 60	А
6. Чума	ДШ, Тр	100-500	1-7 *діб* / 1-6 *діб*	ДШ ≥90-100; Шк≥30-60	ДШ 5-15	А
7. Туляремія	ШКТр, Шк, ДШ	10-50	1-21 *діб* / 14 *діб*	до 5-8	до 1	А
8. Бруцелез	ДШ, ШКТр, Шк	10-100	5-60 *діб* / 7-30 *діб*	до 2-5	до 2	В
9.Холера	ШКТр	10-500	4 *год* - 5*діб* / 7-30 *діб*	до 5-60	до 5-30	В
10. Дифтерія	ДШ, Шк	≥500	2-5 *діб*	до 5-10	При лікуванні анатоксинами до 2-8	В

* Інфекція передається через: ДШ – дихальні шляхи, ШКТ – шлунково-кишковий тракт, Шк – шкіру та слизові оболонки, Тр – трансмісивно.

Додаток 4.

Таблиця 1

Схема спеціальної екстреної профілактики (при визначеному збуднику)

Захворювання	Препарат*	Разова доза, *г*	Кратність приймання на добу	Середня тривалість курсу, діб
Чума	Доксициклін	0,2	1	7
	Рифампіцин	0,3	2	7
	Тетрациклін	0,5	3	7
	Ампіцилін	1,0	3	7
	Хіноксидин**	0,25	3	7
Сибірка	Доксициклін	0,2	1	5
	Рифампіцин	0,3	2	5
	Тетрациклін	0,5	3	5
	Ампіцилін	1,0	3	5
	Феноксиметилпеніцилін	1,0	3	5
Туляремія	Рифампіцин	0,3	2	5
	Доксициклін	0,2	1	7
	Тетрациклін	0,5	3	7
Бруцельоз	Рифампіцин	0,3	2	10
	Доксициклін	0,2	1	10
	Тетрациклін	0,5	3	10
Сап	Доксициклін	0,2 на 1-й прийом, потім по 0,1	2	10
	Сульфазін	2,0 на 1-й прийом, потім по 1,0	2	10
Холера	Доксициклін	0,2	1	4
	Тетрациклін	0,5	2	4
	Рифампіцин	0,3	2	4
	Левоміцетин	0,5	2	4
Натуральна віспа	Метисазон	0,6	2	6
	Виразол (рибамидил)	100-200 мг/кг	1	5
Орнітоз	Доксициклін	0,2	1	10
	Рифампіцин	0,3	2	10
	Тетрациклін	0,5	3	10
Грип	Ремантадин	0,1	1-шу добу 3 рази на 2-гу добу 2 рази	2

* Препарати розташовані за ступенем зниження ефективності.

** Хиноксидін призначають при виділенні антибіотикорезистентних штамів.

Додаток 5.

Таблиця 1

Ступені руйнування будівель та споруд від потужного вітру

№ п/п	Типи будівель та споруд	Швидкість вітру, *м/с*			
		Ступені руйнування			
		Слабка	Середня	Сильна	Повна
1	Промислові будівлі з легким металевим каркасом та безкаркасні будівлі	25-30	30-50	50-70	>70
2	Цегляні малоповерхівки	20-25	25-40	40-60	>60
3	Цегляні багатоповерхівки	20-25	25-35	35-50	>50
4	Адміністративні багатоповерхівки та будівлі із залізобетоним каркасом	20-35	35-50	50-60	>60
5	Великопанельний житловий будинок	20-30	30-40	40-50	>50
6	Складські цегляні будівлі	25-30	30-45	45-55	>55
7	Трансформаторні підстанції закритого типу	35-45	45-70	70-100	>100
8	Повітряні лінії низької напруги	25-30	30-45	45-60	>60
9	Трубопроводи наземні	35-45	45-60	60-80	>80

Таблиця 2

Структура втрат серед населення при різних ступенях руйнування будівель від потужного вітру

Структура втрат	Ступені руйнування будівель			
	Слабка	Середня	Сильна	Повна
Безповоротні	0	0,08	0,15	0,60
Санітарні	0,05	0,22	0,45	0,40
Загальні	0,05	0,30	0,60	1,00

Додаток 6.

Таблиця 1

Приблизні значення контагіозного індексу та коефіцієнтів неспецифічного, специфічного захисту і екстренної профілактики.

Вид збудника	**Контагіозний індекс, K_I**	***К*оефіцієнт специфічного захисту, $K_{СЗ}$**	***К*оефіцієнт екстреної профілактики, $K_{ЕП}$**
Легенева форма чуми	0,8-1,0	0,5	0,5
Вірусні геморагічні лихоманки	0,7	0,75	0,2-0,3
Холера	0,6	0,5	*0,1-0,2*
Мелоїдоз	0,6	0,8	0,75
Туляремія	0,4-0,5	0,55	0,5
Сибірка (генералізована форма)	0,4	0,5	0,5
Сап	0,6	0,8	0,8
Орнітоз	0,6	0,8	0,9
Лихоманка Ку	0,5	0,55	0,5
Кліщовий енцефаліт	0,5	0,8	0,6
Висипний тиф	0,5	0,55	0,6
Вірусний гепатит А	0,4	0,55	0,4
Черевний тиф	0,4	0,5	0,4
Менінгококова інфекція	0,2	0,55	0,5
Бруцельоз	0,2	0,75	0,75
Якщо імунізація не проводилася	-	0,5	-
Якщо екстренна профілактика не проводилася	-	-	1,0
Коефіцієнт неспецифічного захисту, $K_{НЗ}$	При відмінній сан.-епід. підготовці населення		0,9
	При добрій сан.-епід. підготовці населення		0,8
	При задовільній сан.-епід. підготовці населення		0,7
	При незадовільній сан.-епід. підготовці населення		0,4
	Зона аварії біологічно небезпечного об’єкта		0,1

Додаток 7.

Таблиця 1

Характеристика втрат населення по зонах затоплення у відсотках від чисельності населення

Зона затоплення	Загальні втрати		З числа загальних втрат			
	вдень	вночі	безповоротні		санітарні	
			вдень	вночі	вдень	вночі
Перша	60	90	40	75	60	25
Друга	13	25	10	20	90	80
Третя	5	15	7	15	93	85
Четверта	2	10	5	10	95	90
Середній відсоток втрат	20	35	15	30	85	70

Таблиця 2

Відсоток пошкоджених об’єктів (%) на затоплених територіях при повенях (швидкість потоку води 3-4 м/с)*

Об’єкт	**Години**				
	1	**2**	**4**	**24**	**48**
Затоплення підвалів	10	15	60	85	90
Порушення руху автотранспорту	15	30	75	95	100
Руйнування цегляних будинків	-	-	40	50	60
Припинення електроживлення	75	90	100	100	100
Пошкодження систем газо- та теплопостачання	-	-	10	30	70

* при швидкості потоку води 1,5-2,5 м/с наведені дані слід помножити на 0,6.

Таблиця 3

Залежність ступеня руйнування споруд на узбережжі від тиску потоку

Тиск потоку, *кПа*	**Вид руйнувань**
до 5	незначні пошкодження
5-10	слабкий
10-20	середні
20-30	сильні
30-40	повні

Додаток 8.

Таблиця 1

Залежність ступеня ураження будівель та споруд від інтенсивності землетрусу

Будівля або споруда	**Інтенсивність землетрусу за MSK-64, бал**			
	Ступінь руйнування об'єктів			
	Слабке	**Середнє**	**Сильне**	**Повне**
Промислові будівлі з важким залізобетоним каркасом	7-8	8,5-9	9,5-10	>10
Промислові будівлі з легким залізобетоним каркасом	6-7	7,5-8	8,5-9	≥10
Багатоповерхівка ≥ 3 з цегли	6	6,5-7	7,5-8	≥9
Малоповерхівка < 3	6-6,5	7	7,5-8	≥9
Дерев'яний дім	5-5,5	6	6,5-7,5	≥8
Засклення із звичайного скла	3	4	5	≥6

Таблиця 2

Імовірність ураження людей при різних ступенях пошкодженнях будівель*

Структура втрат	Імовірність ураження людей при різних ступенях пошкодженнях будівель			
	Пошкодження будівель			
	Слабкі	Середні	Сильні	Повні
Безповоротні серед загальних	0	0,02	0,23	0,6
Санітарні серед загальних	0,01	0,09	0,37	0,37
Загальні	0,01	0,11	0,6	0,97

* - середньодобовий розподіл міського населення за часом й місцем його знаходження наведено у таблиці 1 додатку 1.

Додаток 9.

Таблиця 1

Дані для розрахунку потреби в комплектах медичного майна спеціального призначення

Показники	Комплекти									
	Б-1	Б-2	Б-3	Б-4	БГ	ПП-1	ПП-2	АНТ	ПРО	ОР
$K_{ПМД}$	1,0	0,3	-	0,4	-	1,0	-	-	-	-
$K_{КМД}$	1,0	0,1	0,4	0,2	0,05	-	1,0	1,0	0,5	1,0
P	100	50	100	100	10	200	200	500	200	200

Призначення й медико-тактична характеристика комплектів медичного майна.

Комплект Б-1 – перев'язувальні засоби стерильні;

Комплект Б-2 – шини;

Комплект Б-3 – перев'язувальні засоби нестерильні;

Комплект Б-4 – перев'язувальні засоби для обпечених стерильні;

Комплект БГ – бинти гіпсові;

Комплект ПП-1 – лікарські засоби для лікування поранених та обпечених;

Комплект ПП-2 – лікарські засоби для поранених і обпечених (госпітальний);

Комплект АНТ – антибіотики;

Комплект ПРО – лікарські засоби для лікування уражених іонізуючим випромінюванням;

Комплект ОР – лікарські засоби для лікування уражених отруйними речовинами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Акимов В.А., Владимиров В.А., Измалков В.И. Катастрофы и безопасность. МЧС России. – М.: Деловой экспресс, 2006. – 392 с.
2. Атаманюк В. Г., Ширшев Л. Г., Акимов Н. И..Гражданская оборона: Учебник для вузов. Под ред. Д. И. Михайлика — М.: Высш. шк., 1986. —207 с.
3. Бабаев Н.С., Демин В.Ф., Ильин Л.А. и др. Ядерная энергетика, человек и окружающая середа. Под ред. акад.. А.П. Александрова. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1984. 312 с.
4. Балаганский И.А., Мержневский Л.А. Действие средств поражения и боеприпасов: Ученик. – Новосибирск: Изд-во НГТУ. – 2004. – 408 с.
5. Белов П.Г. Моделирование опасных процессов в техносфере. Москва: Издательство Академии гражданской защиты МЧС РФ. 1999. 124 с.
6. Белозеров Я. Е., Несытов Ю.К. Внимание! Радиоактивное заражение! Военное изд-во, Мин-ва Обороны СССР - М.: 1982.
7. Биненко В.И., Храмов Г.Н., Яковлев В.В.. Чрезвычайные ситуации в современном мире и проблемы безопасности жизнедеятельности. – СПб, 2004. – 400 с.
8. Блан Д. Ядра, частицы, ядерные реакторы: Пер. с франц. – М.: Мир, 1989. – 336 с.
9. Боровський Ю.В., Жаворонков Г.Н., Сердюков Н.Д., Шубин Е.П. Гражданская оборона: Учеб. для студентов пед. ин-тов. – М.: Просвещение, 1991. – 223 с.
10. Владимиров В.А., Измалков В.И., Измалков А.В. Радиационная и химическая безопасность населения. Монография. МЧС России. – М.: Деловой экспресс, 2005. – 544 с.
11. Гринин А.С., Новиков В.Н. Экологическая безопасность. Защита территории и населения при чрезвычайных ситуациях: Учебное пособие. – М.: ФАИР-ПРЕСС, 2000. – 336 с.

12. Егоров П.Т., Шляхов И.А., Алабин Н.И. Гражданская оборона. Изд.2-ое. Учебник. М., «Высш. школа», 1970. – 544 с.
13. Закон України «Про правові засади цивільного захисту» № 135-IV, від 24 червня 2004. – К., 2004.
14. Защита от оружия массового поражения / Под ред. В.В. Мясникова. – 2-е из., перераб. и доп. М.: Воениздат, 1989. 398 с.
15. Избранные лекции по медицине катастроф / Под общ. ред. проф. С.В. Трифонова. – М.: ГЭОТАР-МЕД, 2001. – 304 с.
16. Каракчиев Н.И. Токсикология ОВ и защита от оружия массового поражения. Под ред. проф. Р.С. Рыболовлева. Изд. 2-е доп. и перераб. Т., «Медицина», 1973. – 440 с.
17. Кривошеин Д.А., Муравей Л.А., Роева Н.Н. и др. Экология и безопасность жизнедеятельности: Учеб. пособие для вузов; Под ред. Л.А. Муравья. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. – 447 с.
18. Кулаков М.А., Ляпун В.О., та ін. Цивільна оборона: Навч. посіб. – Харків: НТУ «ХПІ», 2005.- 363 с.
19. Медицина катастроф (організація медичного забезпечення населення в умовах надзвичайних ситуацій): Підруч. для студ. вищ. мед. і фар мац. навч. зал. III-IV рівнів акредитації / В.І. Гридасов, В.М. Ковальов, М.В. Катрич та ін. – Х.: Вид-во НФаУ; Золоті сторінки, 2002. – 304 с.
20. Медицина катастроф и реабилитация. – М.: МГФ «Знание», 1999. – 736 с.
21. Медицина катастроф: Учебное пособие / Под ред. проф. В.М. Рябочкина, проф. Г.И. Назаренко. – М. «ИНИ Лтд», 1996. – 272 с.
22. Медицинское снабжение службы медицины катастроф Министерства здравоохранения Российской Федерации: Сборник официальных документов. М.: ВЦМК «Защита», 1999. 160 с.
23. Методика оценки последствий ураганов. Мин-во Российской Федерации по делам Гражданской Обороны. Чрезвычайным

Ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. Москва. 1994.

24. Методика прогнозирования последствий землетрясений. Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций. Москва. 2000.
25. Методические рекомендации по организации первоочередного жизнеобеспечения населения в чрезвычайных ситуациях. - М.: ВНИИ ГОЧС, 1999, - 74 с.
26. Організація забезпечення медичним майном військових частин і медичних установ в умовах надзвичайного стану: Навч. посіб. для студ. вищ. мед. і фар мац. навч. зал. III-IV рівнів акредитації / П.С. Сирота, В.В. Трохимчик, В.І. Гридасов та ін. – Х.: Вид-во НФаУ; Золоті сторінки, 2002. – 320 с.
27. Поражения атомным оружием и вопросы медицинского обеспечения. Пособие для военных врачей. – Москва: Военное издательство Министерства Обороны Союза ССР, 1957. - 296 с.
28. Руководящий документ. Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте. РД 52.04.253-90.
29. Сахно И.И., Сахно В.И. Медицина катастроф (организационные вопросы). – М.: ГОУ ВУНМЦ МЗ РФ, 2001. – 560 с.
30. Сборник методик по прогнозированию возможных аварий, катастроф, стихийных бедствий в РСЧС (Книга 2) Методика оценки последствий аварии на пожаро-взрывоопасных объектах. Москва, 1994. 22 с.
31. Смоленский В.К., Куприянов И.А. Гражданская защита в чрезвычайных ситуациях (ЧС). Часть 1: учебное пособие. СПб. гос.архит.-строит. ун-т. - Спб., 2007. – 99 с.

32. Стеблюк М.І. Цивільна оборона та цивільний захист: Підручник. – 2-ге вид., переробл. –К.: Знання, 2010. – 487 с.
33. Физика ядерного взрыва: В 2 т. Том 1. Развитие взрыва / Министерство обороны Российской Федерации. Центральный физико-технический институт. – М.: Наука. Физматлит, 1997. – 528 с.
34. Хромченко В.Г. Цивільна оборона. Навч. посібник. – К.: Кондор. – 2008 р. – 264 с.
35. Черняков Г.О., Кочін І.В., Сидоренко П.І., Лєбєдєва Л.М., Бондар С.О. Землетруси. Характеристика, лікувально-евакуаційне забезпечення. – Кіровоград, 2004. – 315 с.
36. Яковцов И. З., Давыдов В.Б., Яцын Г.С., Люлько О.М. План медико-санитарного обеспечения населения (района, города, области) при чрезвычайных ситуациях (Методические рекомендации). – Харьков: ХМАПО, 2009, - 43 с.
37. Biological attack. Human pathogens, biotoxins, and agricultural threats. News&Terrorism. Communicating in a crisis. A fact sheet from the National Academies and the U.S. Department of Homeland Security. National Academy of Science. – 2004. – 6 p.
38. Climate change and human health: Risks and Responses / editors: A. J. McMichael et al.WHO, Geneva, 2003. – 322 p.
39. Communicable diseases following natural disasters: risk assessment and priority interventions. WHO. – 2006. – 19 p.
40. Compendium of Chemical Warfare agents. Steven L. Hoenig. 2007. 233 p.
41. Handbook For Responding to a Radiological Dispersal Device (Dirty Bomb). First Responder's Guide – The First 12 Hours. Publ. by Conference of Radiation Control Program Directors, Inc. 2006. 102 p.
42. David E. Hogan; Jonathan L.Burstein. Disaster Medicine. 2nd Edition. 2007.

43. Julio Diaz, Ferran Ballester, Rogelio Lopez-Velez. Impacts of climatic change in Spain // Impacts on human health. P. 699 – 742.
44. Medical Management of Radiological Casualties. Handbook. 2-nd Edition. 2003. 168 p.
45. Medical Preparedness and Response Sub-Group. Department of Homeland Security Working Group on Radiological Dispersal Device (RDD) Preparedness. 2003. 78 p.
46. NBC Field Handbook. Field Manual № 3-7. 1994.
47. Planning Guidance for Response to a Nuclear Detonation. 2–nd Edition. 2010. 135 p.
48. Samuel Glasstone and Philip J. Dolan. The Effects of Nuclear Weapons. 3-rd Edition. 1977. 660 p.
49. Scott C. Sheridan, Timothy J. Dolney Heat, mortality, and level of urbanization: measuring vulnerability across Ohio, USA // Climate Reserch. Vol.24: 255-265, 2003.
50. S. Hajat, R. S. Kovats, K. Lachowycz. Heat-related and cold related deaths in England and Wales: who is at risk? // Occup.Environ. Med. 2007; 64: P. 93-100.
51. Ted F. Harvey, Lin Peters, Franklin J.D. Serduke and other. Consequence Modeling for Nuclear weapons Probabilistic Cost/Benefit Analyses of Safety Retrofits. 1998. 47 p.
52. The Medical NBC Battlebook 2000. 303 p.