

**Міністерство освіти і науки України
Уманський державний педагогічний університет
імені Павла Тичини**

О.В. Мельник

ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

**Бровари
ТОВ «АНФ ГРУП»
2014**

УДК 355.58 (075.8)

ББК 68.9я 73

М 48

Рецензенти:

Парій Ф.М. – доктор біол. наук, професор, завідувач кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського національного університету садівництва.

Совгіра С.В. – доктор пед. наук, професор, завідувач кафедри хімії, екології та методик їх викладання Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини.

Грітченко А.Г. – доктор пед. наук, професор, завідувач кафедри теорії та методики трудового і професійного навчання Хмельницького національного університету.

Рекомендовано до друку Вченою радою УДПУ імені Павла Тичини (протокол № 9 від 29 квітня 2014 р.)

Мельник, О. В. Цивільний захист : навчальний посібник /
О. В. Мельник. – Бровари: ТОВ «АНФ ГРУП», 2014. – 232 с.

Посібник призначений для підготовки фахівців навчальних закладів різного рівня акредитації з дисципліни "Цивільний захист". Рекомендується студентам для самостійного вивчення основних дій у сфері цивільного захисту населення, територій, навколишнього природного середовища та майна в умовах надзвичайних ситуацій техногенного, природного, екологічного та воєнного характеру, а також при плануванні заходів цивільного захисту під час навчального процесу.

У посібнику розглянута структура системи цивільного захисту України, різних її установ та об'єктів господарської діяльності, подано основні терміни та положення у сфері цивільного захисту.

Наведена класифікація і основні характеристики надзвичайних ситуацій за класами і ознаками залежно від їх характеру. Розглянуто особливості впливу осередків радіаційного та хімічного зараження на людей, навколишнє природне середовище та способи захисту від нього.

Дана характеристика основних видів індивідуальних та колективних засобів захисту, а також приладів радіаційної та хімічної розвідки, дозиметричного контролю.

Описано порядок здійснення спеціальної обробки (дезактивація, дегазація, дезінфекція та демеркурація) ґрунту, різних будівель та споруд, техніки і майна. Приведені рецептури та порядок їх застосування. Розглянуто захист, надання першої медичної допомоги під час уражень організму людини бойовими та сильнодіючими отруйними речовинами.

ISBN 978-966-97259-6-7

УДК 355.58 (075.8)

ББК 68.9я 73

© Мельник О. В.

ЗМІСТ

Вступ	6
Розділ 1. Цивільний захист у сучасних умовах	7
1.1. Кодекс цивільного захисту України.....	7
1.2. Єдина державна система цивільного захисту.....	11
1.3. Організаційна структура цивільного захисту України, окремого об'єкту господарювання.....	13 15
Розділ 2. Надзвичайні ситуації у мирний та воєнний час	
2.1. Загальні положення про надзвичайні ситуації.....	15
2.2. Класифікація надзвичайних ситуацій.....	16
2.3. Природа ядерних сил, радіоактивність, одиниці вимірювання.....	19
2.3.1. Радіоактивні елементи та їх розпад.....	23
2.3.2. Одиниці вимірювання радіоактивного розпаду.....	28
2.3.3. Ланцюгова ядерна і термоядерна реакції.....	28 34
Розділ 3. Оцінка обстановки у надзвичайних ситуаціях	
3.1. Оцінка радіаційної обстановки.....	34
3.1.1. Основні дозиметричні величини вимірювання радіоактивного фону.....	35
3.1.2. Захист від проникаючої радіації.....	38
3.1.3. Зони радіоактивного забруднення місцевості.....	41
3.1.4. Ураження людей проникаючою радіацією.....	44
3.1.5. Зовнішній вплив бета-частинок.....	46
3.2. Оцінка хімічної обстановки.....	47
3.2.1. Отруйні речовини та шляхи проникнення їх в організм людини.....	48
3.2.2. Фізико-хімічні властивості отруйних речовин.....	49
3.2.3. Токсичні властивості отруйних речовин їх класифікація.....	53
3.2.4. Отруйні речовини нервово-паралітичної дії.....	57
3.2.5. Отруйні речовини шкіро-навивної дії.....	66
3.2.6. Отруйні речовини загально отруйної дії.....	71
3.2.7. Інші речовини загально отруйної дії.....	78
3.2.8. Отруйні речовини задушливої дії.....	82
3.2.9. Отруйні речовини психотропної дії (інкапаситанти).....	86
3.2.10. Отруйні речовини подразнюючої дії (ірританти).....	91
3.2.11. Сильнодіючі отруйні речовини.....	92
3.3. Прилади радіаційної, хімічної розвідки та дозиметричного контролю.....	96

3.3.1. Вимірювач потужності дози (рентгенометр-радіометр) ДП-5А (Б), ДП-5В.....	97
3.3.2. Дозиметр-радіометр універсальний МКС-У	99
3.3.3. Дозиметр-радіометр МКС-0,5.....	101
3.3.4. Комплект індивідуальних дозиметрів ДП-22-В (ДП24).....	103
3.3.5. Комплект індивідуальних дозиметрів ІД-1.....	104
3.3.6. Військовий прилад хімічної розвідки (ВПХР).....	104
Розділ 4. Захист населення у надзвичайних ситуаціях.....	106
4.1. Заходи захисту населення у надзвичайних ситуаціях.....	106
4.2. Засоби колективного захисту.....	108
4.3. Засоби індивідуального захисту.....	114
4.3.1. Засоби захисту органів дихання.....	114
4.3.2. Засоби захисту шкіри.....	125
4.4. Спеціальна обробка.....	129
4.4.1. Дезактивуєчі речовини та розчини.....	131
4.4.2. Дегазуючі речовини та розчини.....	132
4.4.3. Дезінфікуючі речовини та розчини.....	136
4.5. Демеркуризація.....	136
Розділ 5. Методика оцінки радіаційної та хімічної обстановки у мирний та воєнний час при виникненні надзвичайних ситуацій на об'єктах атомних електростанцій (АЕС)та хімічної промисловості.....	144
5.1. Оцінка радіаційної обстановки після ядерного вибуху.....	146
5.1.1. Оцінка радіаційної обстановки після ядерного вибуху методом прогнозу.....	147
5.1.2. Оцінка радіаційної обстановки після ядерного вибуху за даними розвідки.....	151
5.1.2.1. Приведення рівнів радіації до одного часу після ядерного вибуху та визначення рівнів радіації на заданий час.....	151
5.1.2.2. Визначення моменту часу ядерного вибуху.....	152
5.1.2.3. Визначення можливих доз опромінення за час перебування на місцевості, забрудненій радіоактивними речовинами.....	153
5.1.2.4. Визначення допустимого часу перебування людей в зоні забруднення при відомому рівні радіації.....	156
5.1.2.5. Визначення азимуту, швидкості середнього вітру та часу формування (підходу) радіоактивної хмари.....	158
5.1.2.6. Визначення допустимого часу початку подолання зон радіоактивного забруднення.....	165
5.2. Оцінка радіаційної обстановки після аварії на АЕС.....	166

5.2.1. Оцінка радіаційної обстановки після аварії на АЕС методом прогнозу.....	168
5.2.2. Оцінка радіаційної обстановки після аварії на АЕС за даними розвідки.....	171
5.3. Оцінка хімічної обстановки після аварії на об'єктах хімічної промисловості.....	184
5.4. Розрахунок кількості людей, яких можна розмістити в захисних спорудах (сховищах).....	192
Розділ 6. Розрахунково-графічна робота на тему: «Оцінка радіаційної та хімічної обстановки у мирний та воєнний час при виникненні надзвичайних ситуацій на об'єктах АЕС та хімічної промисловості»	196
6.1. Мета і завдання до виконання розрахунково-графічної роботи.....	196
6.2. Послідовність виконання розрахунково-графічної роботи.....	198
Глосарій.....	201
Список використаних джерел.....	205
Додатки.....	207

ВСТУП

Розвиток атомної енергетики та хімічної промисловості, збільшення виробництва хімічно-небезпечних речовин, різноманітні аномальні природні явища спричинили техногенну та екологічну небезпеку для довкілля і людини.

Переважає частина мешканців різних регіонів держави підпадає під вплив небезпечних природних явищ та техногенних аварій. Підвищений радіоактивний фон, вплив сильнодіючих отруйних речовин, затоплення, землетруси, зсуви тощо – все це може створити небезпеку для життя та діяльності людей.

Захист населення, територій, навколишнього природного середовища, об'єктів економіки, стратегічних об'єктів держави від негативних наслідків надзвичайних ситуацій є найважливішою функцією держави, яка спрямована на їх захист шляхом запобігання і ліквідації таких ситуацій та надання допомоги постраждалим.

Цивільний захист здійснюється на всій території України у мирний час та в особливий період і поширюється на все її населення, а також є одним із головних пріоритетів діяльності органів центральної державної влади, Ради міністрів Автономної Республіки Крим, органів місцевого самоврядування установ та організацій.

Посібник написаний у відповідності до програми підготовки студентів вищих навчальних закладів з дисципліни Цивільний захист, Кодексу цивільного захисту України та з врахуванням нормативно - керівних документів з цивільного захисту.

Посібник розрахований на студентів і викладачів вищих навчальних закладів (ВНЗ) та буде корисний спеціалістам і керівникам окремих об'єктів господарювання, спеціалістам служби цивільного захисту України.

Розділ 1

ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ У СУЧАСНИХ УМОВАХ

1.1. Кодекс цивільного захисту України

Правова основа цивільного захисту

Правовою основою цивільного захисту є Конституція України, Кодекс цивільного захисту України, Закони України "Про основи національної безпеки України", "Про правовий режим надзвичайного стану", "Про правовий режим воєнного стану", "Про оборону України", "Про мобілізаційну підготовку та мобілізацію", "Про об'єкти підвищеної небезпеки", "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення", "Про перевезення небезпечних вантажів", "Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності", Гірничий Закон України, міжнародні договори України, згоду на обов'язковість яких надано Верховною Радою України, та інші акти законодавства.

Цивільний захист (ЦЗ) – це функція держави, спрямована на захист населення, територій, навколишнього природного середовища та майна від надзвичайних ситуацій шляхом запобігання таким ситуаціям, ліквідації їх наслідків і надання допомоги постраждалим у мирний час та в особливий період.

Основними завданнями цивільного захисту є:

- захист населення і територій від надзвичайних ситуацій;
- запобігання виникненню надзвичайних ситуацій;
- реагування на надзвичайні ситуації та їх ліквідація.

Кодекс цивільного захисту України (далі – Кодекс) регулює відносини, пов'язані із захистом населення, територій, навколишнього природного середовища та майна від надзвичайних ситуацій, реагуванням на них, функціонуванням єдиної державної системи цивільного захисту, та визначає повноваження органів державної влади, Ради міністрів Автономної Республіки Крим, органів місцевого самоврядування, права та обов'язки громадян України, іноземців та осіб без громадянства, підприємств, установ та організацій незалежно від форми власності.

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

Відновлювальні роботи – комплекс робіт, пов'язаних з відновленням будівель, споруд, підприємств, установ та організацій незалежно від форми власності, які були зруйновані або пошкоджені внаслідок надзвичайної ситуації, та відповідних територій.

Засоби цивільного захисту – протипожежна, рятувальна та інша спеціальна техніка, обладнання, механізми, прилади, інструменти, засоби медичного призначення, засоби колективного та індивідуального захисту, які призначені та використовуються під час виконання завдань цивільного захисту.

Зона можливого ураження – окрема територія, акваторія, на якій внаслідок настання надзвичайної ситуації виникає загроза життю або здоров'ю людей та заподіяна шкода майну.

Зона надзвичайної ситуації – окрема територія, акваторія, де сталася надзвичайна ситуація.

Сили цивільного захисту – аварійно-рятувальні формування, спеціалізовані служби та інші формування цивільного захисту, призначені для проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт з ліквідації надзвичайних ситуацій.

До сил цивільного захисту належать:

- аварійно - рятувальні служби;
- оперативно - рятувальна служба цивільного захисту;
- формування цивільного захисту;
- спеціалізовані служби цивільного захисту;
- пожежно-рятувальні підрозділи (частини);
- добровільні формування цивільного захисту.

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

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

Аварійно-рятувальні служби поділяються на:

- державні, регіональні, комунальні, об'єктові та громадських організацій;
- спеціалізовані та неспеціалізовані;
- професійні та непрофесійні.

Аварійно-рятувальні служби утворюються:

- **державні** – центральним органом виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту, іншими центральними органами виконавчої влади;

- **регіональні** – Радою міністрів Автономної Республіки Крим, місцевими державними адміністраціями в Автономній Республіці Крим, області, містах Києві та Севастополі відповідно;

- **комунальні** – органами місцевого самоврядування у місті, районі міста, селищі, селі;

- **об'єктові** – керівником суб'єкта господарювання, що експлуатує об'єкти підвищеної небезпеки;

- **громадських організацій** – громадською організацією відповідно до закону.

Спеціалізовані професійні аварійно-рятувальні служби, діяльність яких пов'язана з організацією та проведенням гірничорятувальних робіт, є воєнізованими.

Непрофесійні об'єктові аварійно-рятувальні служби створюються з числа інженерно-технічних та інших досвідчених працівників суб'єктів господарювання, які мають необхідні знання та навички у проведенні аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт і здатні за станом здоров'я виконувати роботи в екстремальних умовах.

Особливим видом аварійно-рятувальних служб є служби медицини катастроф, які діють у складі центрів екстреної медичної допомоги та медицини катастроф системи екстреної медичної допомоги, що створюються органами влади Автономної Республіки Крим, областей, міст Києва та Севастополя відповідно до закону.

Оперативно-рятувальна служба цивільного захисту – спеціальне невійськове об'єднання аварійно-рятувальних та інших формувань, органів управління такими формуваннями системи центрального органу виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту.

Оперативно-рятувальна служба цивільного захисту функціонує в системі центрального органу виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту, і складається з органів управління, аварійно-рятувальних формувань центрального підпорядкування, аварійно-рятувальних формувань спеціального призначення, спеціальних авіаційних, морських та інших формувань, державних пожежно-рятувальних підрозділів (частин), навчальних центрів, формувань та підрозділів забезпечення.

Формування цивільного захисту утворюються для проведення великих обсягів робіт з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, воєнних (бойових) дій чи терористичних актів, а також для проведення відновлювальних робіт, які потребують залучення великої кількості населення і техніки.

Формування цивільного захисту поділяються на об'єктові і територіальні.

Об'єктові – у суб'єктах господарювання, які мають у використанні спеціальну техніку і майно, а працівники підготовлені до дій в умовах надзвичайних ситуацій - суб'єктом господарювання.

Територіальні (шляхом об'єднання об'єктових формувань цивільного захисту на відповідній території):

- в Автономній Республіці Крим - Радою міністрів Автономної Республіки Крим;

- в області, містах Києві та Севастополі, районі - відповідною місцевою державною адміністрацією;

- у місті обласного значення - міською радою.

Спеціалізована служба цивільного захисту – підприємства, установи, організації, об'єднані для виконання завдань у сфері цивільного захисту відповідної функціональної спрямованості.

Спеціалізовані служби цивільного захисту (енергетики, захисту сільськогосподарських тварин і рослин, інженерні, комунально-технічні, матеріального забезпечення, медичні, зв'язку і оповіщення, протипожежні, торгівлі та харчування, технічні, транспортного забезпечення, охорони громадського порядку) утворюються для проведення спеціальних робіт і заходів з цивільного захисту та їх забезпечення, що потребують залучення фахівців певної спеціальності, техніки і майна спеціального призначення:

- **об'єктові** - на суб'єкті господарювання (шляхом формування з працівників суб'єкта господарювання ланок, команд, груп, що складають відповідні спеціалізовані служби цивільного захисту) - керівником суб'єкта господарювання;

- **галузеві** - у системі центрального органу виконавчої влади (шляхом зведення об'єктових підрозділів у відповідну галузеву спеціалізовану службу цивільного захисту) - центральним органом виконавчої влади. Перелік центральних органів виконавчої влади, в яких утворюються спеціалізовані служби цивільного захисту, визначається Положенням про єдину державну систему цивільного захисту;

- **територіальні** (шляхом об'єднання об'єктових підрозділів у відповідну територіальну спеціалізовану службу цивільного захисту місцевого рівня або об'єднання територіальних спеціалізованих служб цивільного захисту місцевого рівня у регіональну спеціалізовану службу цивільного захисту):

- в Автономній Республіці Крим - Радою міністрів Автономної Республіки Крим або іншим органом, визначеним відповідно до нормативно-правових актів Верховної Ради Автономної Республіки Крим;

- в області, містах Києві та Севастополі, районі - місцевою державною адміністрацією;

- у місті обласного значення - органом місцевого самоврядування.

Пожежно-рятувальні підрозділи (частини), що забезпечують відомчу, місцеву та добровільну пожежну охорону – здійснюють гасіння пожеж, ліквідацію та мінімізацію їх наслідків, а також проводять роботи із запобігання пожежам.

Добровільні формування цивільного захисту – здійснюють заходи та роботи загального характеру з попередження і ліквідації надзвичайних ситуацій.

Добровільні формування цивільного захисту утворюються під час загрози або виникнення надзвичайних ситуацій для проведення допоміжних робіт із запобігання або ліквідації наслідків таких ситуацій за рішенням Ради міністрів Автономної Республіки Крим, центрального органу виконавчої влади, місцевої державної адміністрації, органу місцевого самоврядування.

Збройні Сили України, інші військові формування та правоохоронні органи – беруть участь у забезпеченні цивільного захисту відповідно до рішення про їх залучення, зокрема проводять роботи з ліквідації надзвичайної ситуації (крім робіт, які дозволено проводити виключно силами цивільного захисту).

Громадські організації – залучаються на добровільних або договірних засадах до робіт із запобігання та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій за наявності в учасників ліквідації відповідного рівня підготовки.

Громадяни України – беруть участь у забезпеченні цивільного захисту в межах прав і обов'язків, визначених Кодексом та іншими законодавчими актами.

1.2. Єдина державна система цивільного захисту

Єдина державна система цивільного захисту здійснює забезпечення реалізації державної політики у сфері цивільного захисту та складається з функціональних і територіальних підсистем та їх ланок.

Функціональні підсистеми єдиної державної системи цивільного захисту (далі - функціональні підсистеми) створюються центральними органами виконавчої влади у відповідній сфері суспільного життя.

Положення про функціональні підсистеми розробляються на підставі типового положення про таку підсистему і затверджуються центральними органами виконавчої влади, що їх створили, за погодженням із центральним органом виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту.

Безпосереднє керівництво функціональною підсистемою покладається на керівника органу, суб'єкта господарювання, що створив таку підсистему.

До складу функціональних підсистем входять органи управління та підпорядковані їм сили цивільного захисту, відповідні суб'єкти господарювання, які виконують завдання цивільного захисту.

Територіальні підсистеми єдиної державної системи цивільного захисту (далі - територіальні підсистеми) діють в Автономній Республіці Крим, областях, містах Києві та Севастополі.

Положення про територіальні підсистеми розробляються на підставі типового положення про таку підсистему і затверджуються відповідно Радою міністрів Автономної Республіки Крим чи місцевими державними адміністраціями за погодженням із центральним органом виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту.

Ланки територіальних підсистем створюються:

- Радою міністрів Автономної Республіки Крим - у районах Автономної Республіки Крим;

- районними, районними у містах Києві та Севастополі державними адміністраціями - у районах, районах у містах Києві та Севастополі;

- органами місцевого самоврядування - в обласних центрах, у містах обласного і районного значення.

Положення про ланку територіальної підсистеми затверджується органом, що її створив.

Безпосереднє керівництво територіальною підсистемою, її ланкою покладається на посадову особу, яка очолює орган, що створив таку підсистему, ланку.

Безпосереднє керівництво територіальною підсистемою Автономної Республіки Крим, покладається на Раду міністрів Автономної Республіки Крим.

До складу територіальних підсистем та їх ланок входять органи управління та підпорядковані їм сили цивільного захисту, відповідні суб'єкти господарювання.

Режими функціонування єдиної державної системи цивільного захисту:

- повсякденного функціонування;

- підвищеної готовності;

- надзвичайної ситуації;

- надзвичайного стану.

Режим повсякденного функціонування

Режим повсякденного функціонування єдиної державної системи цивільного захисту встановлюється за умов нормальної виробничо-промислової, радіаційної, хімічної, сейсмічної, гідрогеологічної, гідрометеорологічної, техногенної та пожежної обстановки та за відсутності епідемій, епізоотій, епіфітотій.

Режим підвищеної готовності

У разі загрози виникнення надзвичайної ситуації за рішенням відповідно Кабінету Міністрів України, Ради міністрів Автономної Республіки Крим, обласних, Київської чи Севастопольської міських

державних адміністрацій для єдиної державної системи цивільного захисту у повному обсязі або частково для окремих її територіальних підсистем тимчасово встановлюється режим підвищеної готовності.

Режим надзвичайної ситуації

У разі виникнення надзвичайної ситуації за рішенням відповідно Кабінету Міністрів України, Ради міністрів Автономної Республіки Крим, обласних, Київської чи Севастопольської міських державних адміністрацій для єдиної державної системи цивільного захисту у повному обсязі або частково для окремих її територіальних підсистем тимчасово встановлюється режим надзвичайної ситуації.

Режим надзвичайного стану

Режим надзвичайного стану для єдиної державної системи цивільного захисту у повному обсязі або частково для окремих її територіальних підсистем тимчасово встановлюється у межах території, на якій введено правовий режим надзвичайного стану відповідно до Закону України "Про правовий режим надзвичайного стану".

Система екстреної допомоги населенню здійснюється за єдиним телефонним номером 112.

1.3. Організаційна структура цивільного захисту України, окремого об'єкту господарювання

До організаційної структури цивільного захисту України входять:

- ***начальник ЦЗ України*** – Прем'єр Міністр України;
- ***заступник начальника (начальник штабу) ЦЗ України*** – Голова державної служби надзвичайних ситуацій України;
- ***штаб ЦЗ України*** – Державна служба надзвичайних ситуацій України;
- ***начальник ЦЗ Автономної Республіки Крим*** – Голова Ради міністрів Автономної Республіки Крим;
- ***департамент з питань ЦЗ та оборонної роботи Автономної Республіки Крим***;
- ***начальник ЦЗ області (регіону)*** – Голови обласних державних адміністрацій;
- ***департамент з питань ЦЗ та оборонної роботи області (регіону)***;
- ***начальник ЦЗ Київської чи Севастопольської міських державних адміністрацій*** – Голови міських державних адміністрацій;
- ***департамент з питань ЦЗ та оборонної роботи Київської, Севастопольської міських державних адміністрацій***;

- *начальник ЦЗ міських (районних) державних адміністрацій* –
Голови міських (районних) державних адміністрацій;
- *відділи з питань ЦЗ та оборонної роботи* міських (районних) рад.

До організаційної структури цивільного захисту окремого об'єкту господарювання входять:

- *начальник ЦЗ окремого об'єкту господарювання* – керівник об'єкту;
- *начальник штабу ЦЗ окремого об'єкту господарювання* – перший заступник керівника об'єкту;
- *комісія з питань надзвичайних ситуацій* – заступники та керівники підрозділів окремого об'єкту господарювання;
- *евакуаційна комісія* – спеціально призначені особи окремого об'єкту господарювання;
- *ланки цивільного захисту окремого об'єкту господарювання:*
 - ланка оповіщення та зв'язку;
 - ланка видачі засобів індивідуального захисту;
 - ланка охорони громадського порядку;
 - аварійно-рятувальна ланка;
 - ланка пожежогасіння;
 - санітарна дружина;
 - пост радіаційно-хімічного спостереження;
 - ланка обслуговування сховища.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Правова основа ЦЗ України.
2. Основні завдання ЦЗ.
3. Засоби ЦЗ.
4. Структура сил ЦЗ.
5. Поділ аварійних служб ЦЗ.
6. Режими функціонування єдиної державної системи цивільного захисту.
7. Хто є начальником ЦЗ України?
8. Хто є начальником штабу ЦЗ України?

Розділ 2

НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ У МИРНИЙ ТА ВОЄННИЙ ЧАС

2.1. Загальні положення про надзвичайні ситуації

Небезпечна подія – подія, у тому числі катастрофа, аварія, пожежа, стихійне лихо, епідемія, епізоотія, епіфітотія, яка за своїми наслідками становить загрозу життю або здоров'ю населення чи призводить до завдання матеріальних збитків.

Катастрофа – велика за масштабами аварія чи інша подія, що призводить до важких наслідків.

Аварія – небезпечна подія техногенного характеру, що спричинила ураження, травмування населення або створює на окремій території чи території суб'єкта господарювання загрозу життю або здоров'ю населення та призводить до руйнування будівель, споруд, обладнання і транспортних засобів, порушення виробничого або транспортного процесу чи спричиняє наднормативні, аварійні викиди забруднюючих речовин та інший шкідливий вплив на навколишнє природне середовище.

Дорожньо-транспортна пригода – подія, що сталася під час руху дорожнього транспортного засобу, внаслідок якої загинули або зазнали травм люди чи заподіяна шкода майну. Рівень надзвичайної ситуації при дорожньо-транспортній пригоді визначається відповідно до Порядку класифікації надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, що затверджується Кабінетом Міністрів України.

Пожежа – неконтрольований процес знищення або пошкодження вогнем майна, під час якого виникають чинники, небезпечні для істот та навколишнього природного середовища.

Стихійне лихо – руйнівне природне або природне антропогенне явище чи процес значного масштабу, внаслідок якого може виникнути або виникла загроза життю і здоров'ю людей, статися руйнування чи знищення матеріальних цінностей і компонентів довкілля.

Епідемія – масове поширення інфекційної хвороби серед населення відповідної території за короткий проміжок часу.

Епізоотія – широке поширення заразної хвороби тварин за короткий проміжок часу, що значно перевищує звичайний рівень захворюваності на цю хворобу на відповідній території.

Епіфітотія – широке поширення на території однієї або кількох адміністративно-територіальних одиниць заразної хвороби рослин, що

значно перевищує звичайний рівень захворюваності на цю хворобу на відповідній території.

Карантин – система тимчасових протиепідемічних та режимно-обмежувальних заходів, які спрямовані на повну ізоляцію усього осередку ураження з метою ліквідації у ньому інфекційних захворювань.

Обсервація – проведення ряду ізоляційно-обмежувальних та лікувально-профілактичних заходів спрямованих на попередження розповсюдження інфекційних хвороб в інші райони. Заходи спрямовані на максимальне обмеження в'їзду та виїзду, недопущення вивозу із осередку майна без попереднього знезараження, посилення медичного контролю за харчуванням та водопостачанням та інші заходи.

Потенційно небезпечний об'єкт – об'єкт, на якому використовуються, виготовляються, переробляються, зберігаються або транспортуються небезпечні радіоактивні, пожежно-вибухові, хімічні речовини та біологічні препарати, гідротехнічні і транспортні споруди, транспортні засоби, а також інші об'єкти, що створюють реальну загрозу виникненню надзвичайної ситуації.

2.2. Класифікація надзвичайних ситуацій

Надзвичайна ситуація - порушення нормальних умов життєдіяльності людей, спричинена аварією, катастрофою, пожежею, стихійним лихом, епідемією, епізоотією, епіфітотією або іншою небезпечною подією, що призвела (може призвести) до загрози життю і здоров'ю людей, їх загибелі, виникнення великої кількості постраждалих, заподіяння значних матеріальних втрат, а також до неможливості проживання населення на такій території чи об'єкті, ведення там господарської діяльності.

Класифікація надзвичайних ситуацій - система, згідно з якою надзвичайні ситуації поділяються на класи і підкласи залежно від характеру їх походження.

Надзвичайні ситуації, які можуть виникнути на території України класифікуються на наступні групи (рис. 1).

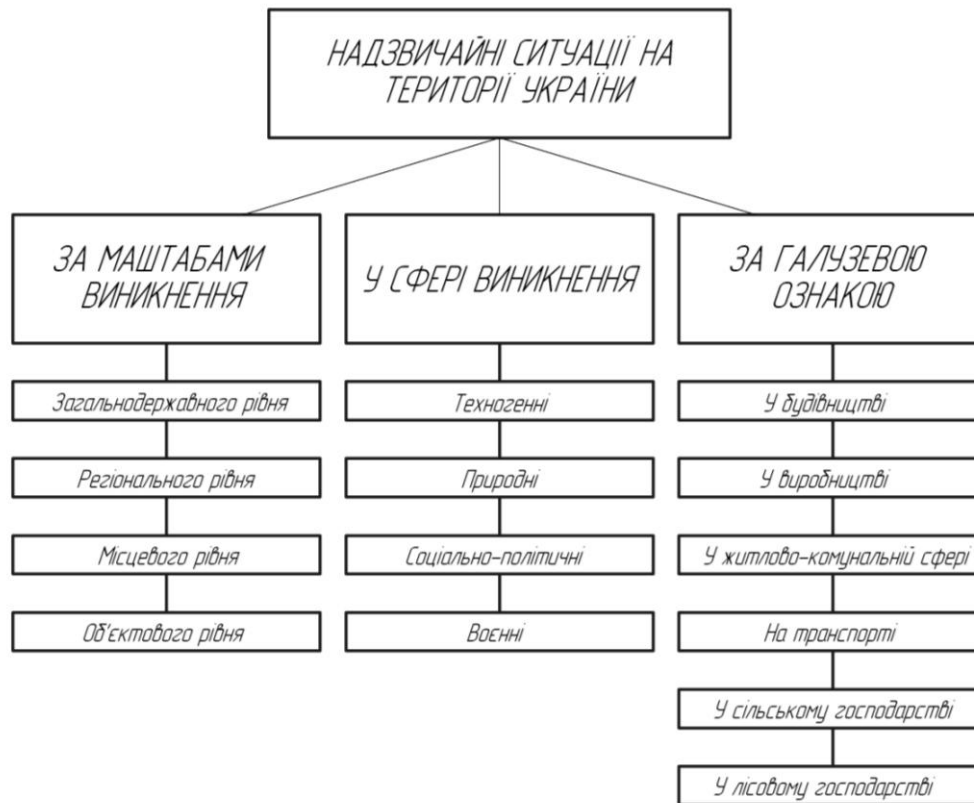


Рис. 1. Класифікація надзвичайних ситуацій на території України

Розглянемо більш детально зазначену вище класифікацію можливих надзвичайних ситуацій.

1. За масштабом можливих наслідків:

- **загальнодержавного рівня** - надзвичайна ситуація розвивається на території двох та більше областей (Автономної Республіки Крим, міст Києва та Севастополя), або загрожує транскордонним перенесенням на територію суміжної держави, а також у разі, коли для її ліквідації необхідні матеріальні і технічні ресурси у обсягах, що перевищують власні можливості окремої області (Автономної Республіки Крим, міст Києва і Севастополя), але не менше одного відсотка обсягу видатків відповідного бюджету;

- **регіонального рівня** - надзвичайна ситуація розгортається на території двох та більше адміністративних районів (міст обласного підпорядкування) Автономної Республіки Крим, областей, міст Києва та Севастополя, або загрожує перенесенням на територію суміжної області держави, а також у разі, коли для її ліквідації необхідні матеріальні і технічні ресурси у обсягах, що перевищують власні можливості окремого району, але не менше одного відсотка обсягу видатків відповідного бюджету;

- **місцевого рівня** - надзвичайна ситуація, яка виходить за межі потенційно небезпечного об'єкту, 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, що перевищують власні можливості потенційно небезпечного об'єкту, але не менш одного відсотку обсягів 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;

- **об'єктового рівня** - надзвичайні ситуації, які не підлягають під зазначені визначення.

2. У сфері виникнення:

- техногенні:

- транспортні аварії (катастрофи), які супроводжуються викидами (виливами) небезпечних речовин;

- пожежі;

- вибухи;

- затоплення;

- аварії на інженерних мережах і системах життєзабезпечення;

- руйнування будівель і споруд;

- аварії транспортних засобів.

- природні:

- небезпечні геологічні, метеорологічні, гідрологічні морські та прісноводні явища;

- деградація ґрунтів чи надр;

- природні пожежі;

- інфекційна захворюваність людей, сільськогосподарських тварин;

- масове ураження сільськогосподарських рослин хворобами і збудниками;

- зміна стану атмосфери, літосфери, гідросфери, біосфери тощо.

- соціально-політичні:

- здійснення, або реальна загроза терористичного акту;

- викрадання (спроба викрадення) чи знищення суден;

- захоплення заручників;

- встановлення вибухових пристроїв у громадських місцях;

- викрадання, або захоплення зброї;

- виявлення застарілих боєприпасів.

- воєнні:

- воєнні дії, що призвели до загибелі людей, або значних матеріальних втрат;

- 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, нафтопродуктів, вибухівки, транспортних та інженерних комунікацій тощо.

3. За галузевою ознакою:

- у будівництві;
- у виробництві;
- в житловій, комунальній та побутовій сфері обслуговування населення;
- на транспорті (повітряному, надводному, підводному, наземному, підземному);
- в сільському господарстві;
- в лісному господарстві.

2.3. Природа ядерних сил, радіоактивність, одиниці вимірювання

Основний закон природи – закон вічності матерії та її руху. Жоден вид матерії і жодна з її форм руху не можуть бути отримані з нічого і перетворені в ніщо.

Речовина – вид матерії, яка згідно уявленням сучасної фізики, складається з фундаментальних частинок [Фізична енциклопедія].

В природі одні речовини можуть перетворюватись у інші, так пальне, згораючи у двигуні внутрішнього згорання, розкладається на суміш газів; метали, окислюючись у вологому середовищі, або на повітрі, покриваються іржею; органічні речовини, наприклад, опале листя, скошена трава перетворюються у темну масу перегною і т.д. Явища, за яких із одних речовин утворюються зовсім інші, називаються хімічними, а вивченням таких явищ займається наука хімія. Відомо, що усі речовини складаються з молекул, а молекули з атомів.

Атом - це найменша частинка хімічного елемента, здатна до самостійного існування і є носієм його властивостей. Кожному елементу відповідає певний рід атомів, який позначається символом цього елемента. Належність атома до даного хімічного елемента визначається величиною заряду ядра $+Ze$ (e – величина елементарного електричного заряду), Z – атомний номер (число протонів у ядрі) [Фізична енциклопедія]. Ядра, в свою чергу, складаються з протонів і нейтронів. Протони і нейтрони також називають нуклонами (рис. 2).

Маса атома визначається в основному масою його ядра і зростає пропорційно масовому числу A , тобто загальному числу протонів і нейтронів. Зазвичай масу атома виражають в атомних одиницях маси, яка дорівнює 1/12 маси ізотопу вуглецю ^{12}C : $1 \text{ а.о.м.} = 1,66054 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$.

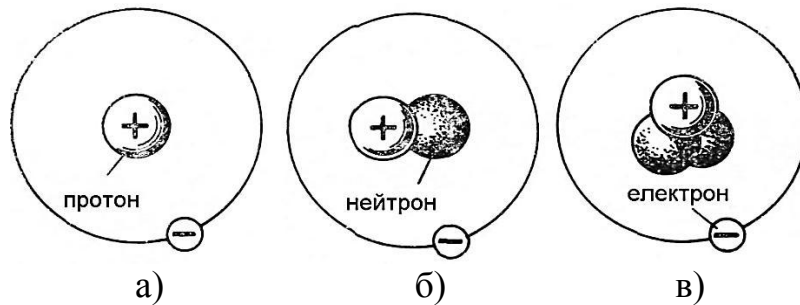


Рис. 2. Схема будови атомів ізоотопу водню
а) протій; б) дейтерій; в) тритій

Між протонами і нейтронами діють два види сил: з одного боку між позитивно зарядженими протонами звичайні кулонівські сили відштовхування, з іншого, між сусідніми нуклонами – особливі сили притягання, які діють на дуже малих відстанях і мають назву ядерних сил (рис. 3).

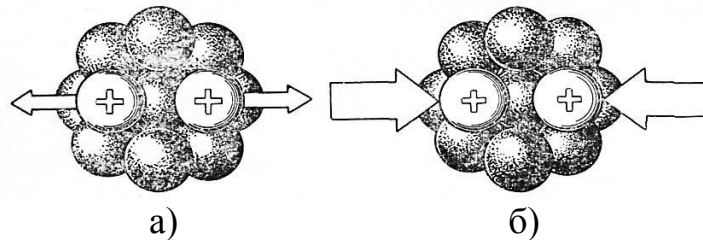


Рис. 3. Сили, які діють у ядрі:

- а) електростатичні сили взаємного відштовхування протонів;
б) ядерні сили взаємного притягання нуклонів

Ядерні сили притягання значно перебільшують кулонівські сили відштовхування, що виникають між однойменними зарядами, тим самим забезпечуючи як їхню стабільність, так і саму можливість існування протонно-нейтронних ядер.

Ядра атомів одного і того ж елемента завжди містять одну і ту ж кількість протонів, але кількість нейтронів в них може бути різною.

Атоми, які мають ядра з однаковим числом протонів, але відрізняються за кількістю нейтронів, складають різновид одного і того ж самого хімічного елемента та називаються *ізотопами*. Для того, щоб відрізнити їх між собою, до символу елемента приписують число, рівне сумі усіх частинок у ядрі даного ізоотопу. Так, уран-238 містить 92 протони і 146 нейтронів, в урані-235 також 92 протони, проте 143 нейтрона. Ядра всіх ізоотопів хімічних елементів створюють *групу нуклідів*.

Міцність ядер характеризується *енергією зв'язку*, яка за своєю величиною дорівнює роботі, необхідній для розщеплення ядра на складові окремі нуклони, які його складають. Така ж сама кількість енергії виділяється при створенні ядра із нуклонів.

Енергія зв'язку ядер різних хімічних елементів і їх ізотопів залежить від загальної кількості нуклонів у ядрі, а також від кількісного співвідношення в ньому протонів і нейтронів. Для порівняльної характеристики міцності зв'язку нуклонів у ядрах атомів різних елементів користуються поняттям *питомої енергії зв'язку*, тобто енергії, яка припадає на один нуклон.

Співвідношення протонів і нейтронів у ядрі, що забезпечує його стабільність, виявляється різним для різних елементів. Так, наприклад, ядра атомів більш легких елементів стабільні, коли кількість нейтронів наближено дорівнює кількості протонів. Із збільшенням маси ядра відносна кількість нейтронів, необхідна для його стабільності, зростає, досягаючи в останніх рядах періодичної системи Дмитра Івановича Менделєєва значної переваги над протонами. Так у вісмуту (ат. маса 209) на 83 протони припадає 126 нейтронів, ядра більш важких елементів взагалі нестабільні.

Графік залежності питомої енергії зв'язку ядра атома від його масового числа показаний на рис. 4.

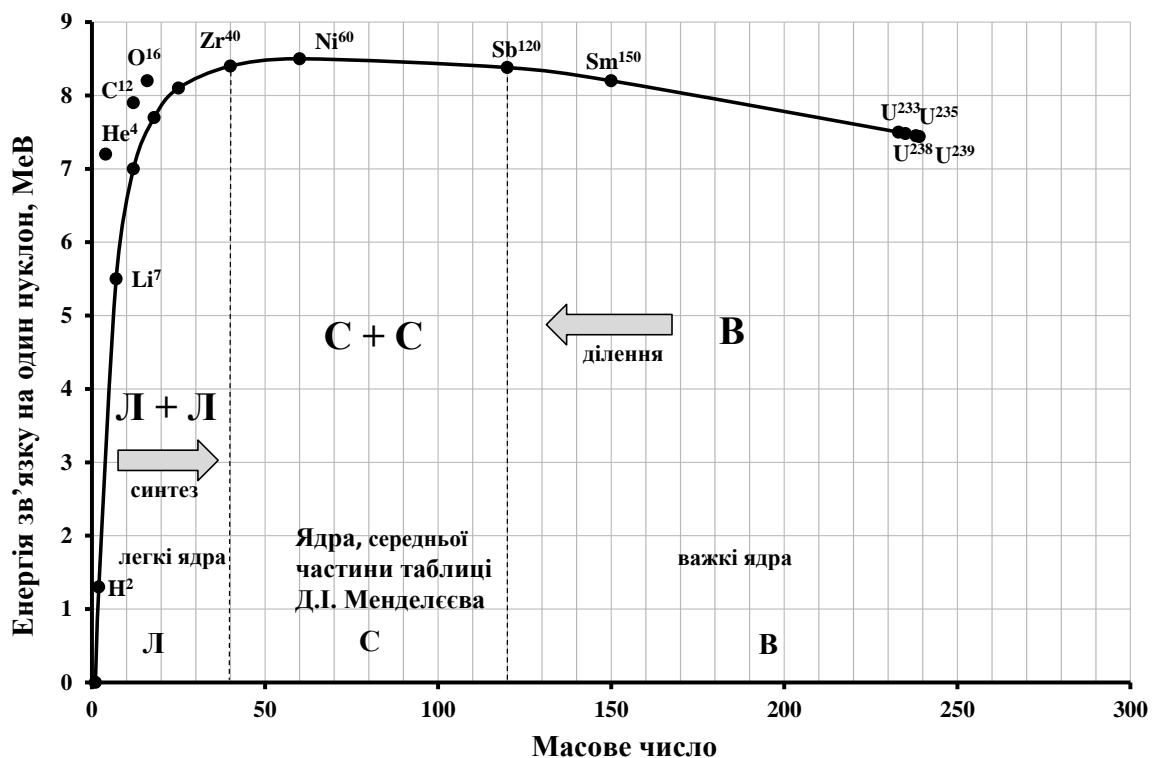


Рис. 4. Залежність енергії зв'язку ядра (на 1 нуклон) від кількості нуклонів в ядрі (масового числа)

З приведеної залежності видно, що найбільшу міцність мають ядра хімічних елементів, які розташовані в середині періодичної системи, тобто ядра з масовими числами від 40 до 120. Як більш важкі, так і більш легкі ядра характеризуються помітно меншою питомою енергією зв'язку.

Чим більша за абсолютною величиною питома енергія зв'язку, тим міцніше ядро. Будь-яке перетворення одних атомів в інші, яке пов'язане із зміною числа нуклонів у ядрі, повинно супроводжуватись виділенням енергії, якщо новоутворені ядра є більш міцнішими (з більшою енергією зв'язку), або поглинанням енергії, якщо вони менш міцніші за вихідні.

А тому, якщо розділити важке ядро на дві частини, або з'єднати два легких ядра, то в обох випадках повинна виділитися енергія.

При діленні ядра ${}_{92}\text{U}^{235}$ (енергія зв'язку $E_1 = 7,5 \cdot 235 = 1750$ млн. електрон-Вольт) на дві приблизно рівні за масами частинки (енергія зв'язку $E_2 = 2 \cdot 8,4 \cdot 117 = 1950$ млн. електрон-Вольт) виділяється енергія, яка дорівнює різниці:

$$E_2 - E_1 = 1950 - 1750 = 200 \text{ MeV.}$$

Таку енергію, що виділяється при поділі ядер, називають **ядерною**.

Масу ядра наближено можна оцінити як суму мас його складових частинок.

Розрахуємо, наприклад, масу ядра гелію, яке складається з двох протонів і двох нейтронів. Відповідно до класичної ядерної фізики маса нейтрона $m_n = 1,008665$ а.о.м., а маса протона $m_p = 1,007276$ а.о.м. Сума мас протонів і нейтронів, які утворюють ядро гелію, дорівнює

$$2 \cdot 1,007276 + 2 \cdot 1,008665 = 4,031882 \text{ а.о.м.}$$

Проте, в дійсності маса ядра гелію дорівнює 4,001488, тобто на $0,030394 \approx 0,03$ атомних одиниці маси менша.

Подібні результати отримуються під час розрахунку маси інших ядер. Виявляється, що маса ядра завжди менша маси усіх складових частинок ядра, тобто усіх протонів і нейтронів, що розглядаються відокремленими одна від іншої. Це явище отримало назву **дефект маси**.

Чим же зумовлена втрата маси при утворенні атомних ядер? Сучасна фізика пояснює це явище наступним чином. Відповідно до теорії відносності, створеної одним із великих вчених ХХ століття Альбертом Ейнштейном (1879 – 1955 рр.), існує безпосередній зв'язок між масою та енергією, який виражений формулою:

$$E = m \cdot c^2$$

де

E – енергія зв'язку в ергах $1 \text{ ерг} = 10^{-7} \text{ Дж}$;

m – маса в кілограмах;

c – швидкість світла в м/сек. $\approx 3 \cdot 10^8$).

Із виразу видно, що кожній зміні маси повинна відповідати і відповідна зміна енергії. Якщо при утворенні атомних ядер відбувається

помітна зміна маси, – це означає, що одночасно виділяється дуже велика кількість енергії.

Дефект маси при утворенні ядра гелію дорівнює $\approx 0,03$ атомних одиниць, а при утворенні 1 грама гелію $0,03 \cdot 10^{-3}$ кг. Відповідно до приведеної вище формули це відповідає виділенню $0,03 \cdot 10^{-3} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 2,7 \cdot 10^9$ кДж, або $6,5 \cdot 10^8$ ккал енергії. Щоб мати уявлення про величезну кількість виділеної енергії, достатньо вказати, що вона еквівалентна тій енергії, яку може виробити на протязі 1 години електростанція однакової за потужністю Дніпрогесу.

Чим більша величина виділеної енергії, тим стабільніше ядро. Енергія зв'язку ядра атому гелію дорівнює 28 MeV .

Для розрахунку питомої енергії зв'язку ядра необхідно енергію зв'язку ядра поділити на загальне число частинок (протонів і нейтронів), які складають ядро – таким чином знайдемо енергію, що припадає у ядрі на одну частинку. Подібні розрахунки виявили, що енергія зв'язку, яка припадає на одну частинку для майже усіх ядер наближено однакова і знаходиться в межах $7\text{--}8,5 \text{ MeV}$. Кожна частинка збільшує енергію зв'язку ядра на одну і ту ж саму величину. Отже, як протон, так і нейтрон зв'язані у ядрі однаково міцно, тобто ядерні сили проявляються однаково як по відношенню до протона, так і по відношенню до нейтрона.

2.3.1. Радіоактивні елементи та їх розпад

У 1896 році французький фізик Беккерель помітив, що солі металу урану, найважчого із відомих на той час хімічних елементів (ат. маса 238) наділені властивістю випромінювати певні невидимі промені, які, подібно рентгенівським, можуть проникати крізь різні предмети та викликати почорніння фотоплівки, яка захищена від дії звичайного світла.

Згодом Марія Кюрі-Склодовська виявила, що такі ж властивості мають сполуки торію, в яких атомна маса близька до атомної маси урану. За пропозицією Марії Кюрі зазначена властивість була названа **радіоактивністю**, фізична природа якої полягає у розпаді нестабільних ядер.

Радіоактивний розпад – це внутрішньоядерні перетворення, що призводять до зміни числа протонів у ядрі. Він полягає у мимовільному перетворенні нестабільних ядер атомів у більш стабільні, супроводжується виділенням внутрішньоядерної енергії, радіоактивним випромінюванням, тобто випусканням у навколишнє середовище альфа, бета і гамма променів.

Подальші дослідження Марією Кюрі уранових руд призвели до відкриття в них двох нових сильно радіоактивних елементів. Один із них вона назвала полонієм, а другий – радієм, що означає «променистий».

Радій – це метал сріблястого кольору, м'якої породи, який розкладає воду при звичайній температурі на водень і кисень.

Радіоактивність радію перевищує в мільйон разів радіоактивність урану, проявляючи велику фізіологічну активність: руйнує тканини організму, знищує бактерії і т.д.

Радій, розпадаючись виділяє нову газоподібну теж радіоактивну речовину радон *Rn* при цьому постійно перетворюючись у два нових елементи – радон і гелій:



Радіоактивні елементи наділені усіма властивостями звичайних хімічних елементів та додатково специфічною здатністю тривало випромінювати енергію у вигляді α , β та γ -променів.

Альфа-промені (α) – це потік позитивно заряджених частинок, які являють собою ядра атомів гелію. Альфа-частинка складається із двох протонів і двох нейтронів, тому ядро атома будь-якого хімічного елемента, випромінюючи таку частинку, перетворюється в ядро атома іншого хімічного елемента, що має заряд на дві, а масове число на чотири одиниці менше, ніж вихідне ядро. Початкова швидкість альфа-частинки досягає 10-20 тис. км/с. Маючи велику енергію і заряд, альфа-частинка при зіткненні з атомами середовища іонізує їх. Наприклад, у повітрі одна альфа-частинка утворює біля 30–40 тис. пар іонів на 1 см шляху. В зв'язку з великою іонізуючою здатністю пробіг альфа-частинки у повітрі складає кілька сантиметрів, а в рідких і твердих речовинах декілька мікрон. Вичерпавши всю свою енергію на іонізацію середовища, альфа-частинки приєднують вільні електрони і перетворюються у атоми гелію.

Уражаюча здатність альфа-частинки пов'язана з іонізацією атомів біологічної тканини, проте небезпека від неї виникає тільки при проникненні альфа-радіоактивних речовин (РР) в середину організму.

Бета-промені (β) – це потік негативно (позитивно) заряджених частинок – швидких електронів (позитронів), що випускаються ядрами атомів. При цьому розрізняють електронний бета-розпад (розпад з випусканням електрона) і позитронний бета-розпад (розпад з випусканням позитрона). При електронному бета-розпаді відбувається перетворення одного із протонів ядра в нейтрон, тому нове ядро має атомний номер на одиницю більший у порівнянні з вихідним ядром, а масове число залишається попереднім. При позитронному бета-розпаді відбувається перетворення одного із протонів ядра в нейтрон і як наслідок атомний номер цього ядра зменшується на одиницю, а масове число його залишається попереднім. При цьому швидкість деяких електронів досягає швидкості світла. Бета-частинки, як і альфа-частинки, іонізують атоми середовища, проте їхня іонізуюча здатність в сотні разів менша, ніж у

альфа-частинок. У повітрі вони проходять шлях у кілька метрів, а в твердих речовинах декілька міліметрів.

Гамма-промені (γ) подібні до рентгенівських променів і є короткохвильовим електромагнітним випромінюванням, що поширюється із швидкістю світла (300000 км/с). Іонізуюча здатність гамма випромінювання у десятки разів менша, ніж у бета-випромінювання, і в зв'язку з цим воно має велику проникну здатність. У повітрі гамма-промені поширюються на сотні і тисячі метрів. Наприклад, для гамма-випромінювання з енергією 1 MeV шар половинного ослаблення в повітрі приблизно дорівнює 100 м, а в свинцю - 1 см.

Характерною властивістю природної радіоактивності є інтенсивність, з якою відбувається розпад ядра.

Швидкість, з якою розпадаються радіоактивні елементи, досить різна. Вона характеризується так званою **сталю розпаду** – кількісна характеристика швидкості розпаду радіоактивних елементів, що показує, яка частина від загального числа атомів розпадається за 1 секунду. Чим більша стала розпаду, тим швидше розпадається елемент. Швидкість радіоактивного розпаду не залишається постійною під час розпаду. Дослідження даного процесу показали, що **кількість атомів радіоактивного елемента, які розпадаються в кожний момент часу пропорційна кількості атомів, яка є в наявності**. Можна сказати: завжди розпадається одна і та ж сама частка атомів, яка є в наявності. Звідси зрозуміло, якщо на протязі деякого часу розпалась половина наявного радіоактивного елемента, то в наступний, еквівалентний проміжок часу розпадеться половина залишку, тобто вдвоє менше, ніж в попередній і т.д.

Спостерігаючи, наприклад, за зміною кількості радону, встановили таку її залежність від часу: через 3,82 доби залишається половина початкової кількості, ще через 3,82 доби 1/4, потім 1/8 і т.д. Швидкість розпаду радону показана на (рис. 5), де на вісі абсцис відкладений час, а на вісі ординат – кількість радону.

Проміжок часу, на протязі якого розпадається половина початкової кількості радіоактивного елемента, називається **періодом напіврозпаду**. Дана величина характеризує тривалість життя елемента. Для різних радіоактивних елементів вона різна і коливається у широких межах. Наприклад, для вісмуту-214 період напіврозпаду 19,7 хвилин, а для радію-226 складає приблизно 1600 років.

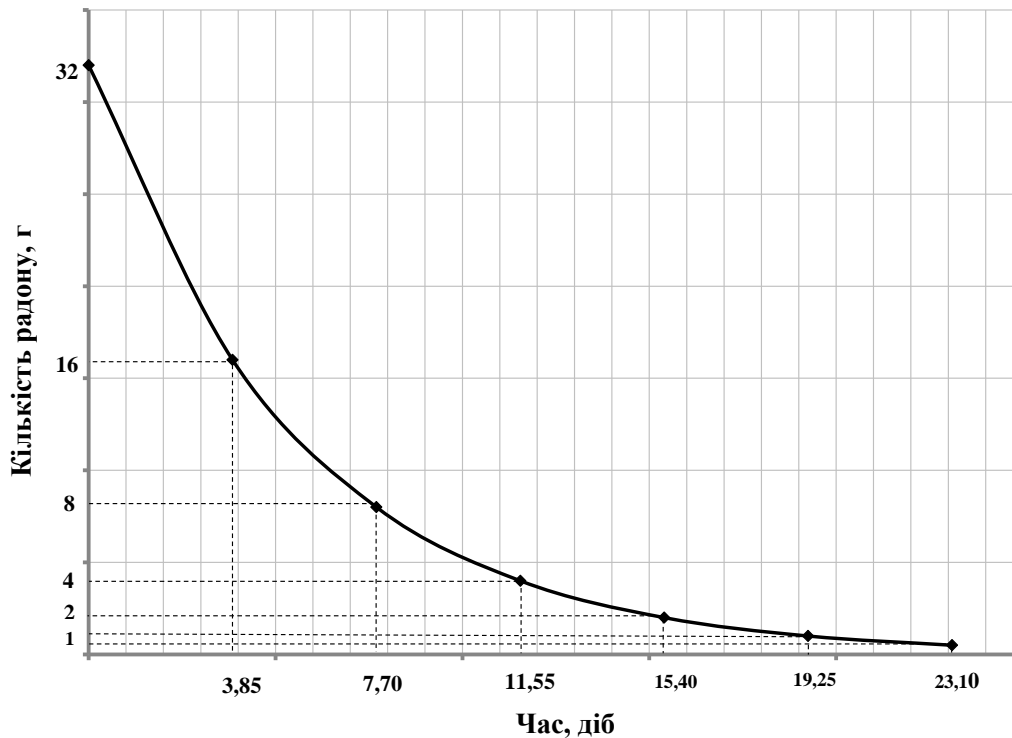
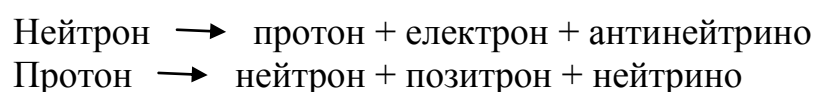


Рис. 5. Швидкість розпаду радону

Під час кожного такого розпаду завдяки *дефекту маси* виділяється велика кількість енергії. Звідси виходить залежність: чим менший період напіврозпаду радіоактивного елемента, тим він є більш *активним та небезпечним*, як для навколишнього середовища, так і для організму людини. Спосіб, за допомогою якого можна було б зупинити, сповільнити або припинити цей процес, ще не знайдено. Ні температурні умови, ні тиск не впливають на протікання радіоактивності.

Більшість нуклідів нестабільні, вони постійно перетворюються в інші нукліди. Наприклад, ядро атома урану-238 складається з 92 протонів і 146 нейтронів, які ледь утримуються разом силами притягання (ядерними силами), час від часу випускає компакту групу із чотирьох частинок: двох протонів і двох нейтронів (α -частинка). Уран-238 таким чином перетворюється в торій-234, в ядрі якого 90 протонів і 144 нейтрони. Однак, торій-234 також нестабільний. Його перетворення здійснюється не так як в попередньому випадку: один із його нейтронів перетворюється в протон, і торій-234 перетворюється в протактиній-234, в ядрі якого знаходиться 91 протон і 143 нейтрони. Нуклони, перетворюючись один в інший, одночасно «породжують» електрон або позитрон, у поєднанні з антинейтрино або нейтрино які вилітають назовні із ядра:



В подальшому протактиній за 1,17 хвилини перетворюється в уран-234. Згодом наступають інші перетворення, що супроводжуються також випромінюваннями, і весь цей ряд закінчується стабільним нуклідом свинцю (рис. 6).

<i>Вид випромінювання</i>	<i>Нуклід</i>	<i>Період напіврозпаду</i>
	Уран - 238	4,47 млрд. років
α	Торій - 234	24,1 доби
β	Протактиній - 234	1,17 хвилини
β	Уран - 234	245 000 років
α	Торій - 230	8 000 років
α	Радій - 226	1 600 років
α	Радон - 222	3,823 доби
α	Полоній - 218	3,05 хвилини
α	Свинець - 214	26,8 хвилини
β	Вісмут - 214	19,7 хвилини
β	Полоній - 214	0,000164 секунди
α	Свинець - 210	22,3 роки
β	Вісмут - 210	5,01 доби
β	Полоній - 210	138,4 доби
α	Свинець - 206	Стабільний

Рис. 6. Радіоактивний ряд розпаду ядер

Підрахувавши періоди напіврозпаду усіх радіоактивних елементів, приведеного вище ряду, неважко підрахувати скільки часу потрібно для перетворення певної кількості урану у свинець. За часткою в уранових рудах свинцю можна визначити вік нашої планети.

Крім зазначеного вище ряду природного радіоактивного розпаду елементів існує ще два ряди, один з яких починається з торію (ат. маса 232), інший - з ізотопу урану (ат. маса 235). Усі три ряди отримали відповідні назви рядів розпаду урану, торію і актинію: перший і другий – за початковим членом ряду, а третій – за назвою елемента, який знаходиться у ряду актинію. Кінцевим елементом перетворень в усіх трьох рядах є стабільний свинець.

Увесь процес самовільного розпаду нестабільного нукліда називається радіоактивним розпадом, а сам такий нуклід – **радіонуклідом**.

Радіоактивність, яка існує в природних умовах ізотопів, називається *природною*, а радіоактивність ізотопів отримана штучно, шляхом різних ядерних реакцій – *штучною*.

2.3.2. Одиниці вимірювання радіоактивного розпаду

Кількість радіоактивної речовини свідчить про її активність, тобто про кількість атомів, що розпадаються за 1 с.

За одиницю активності нукліда в радіоактивному джерелі використовують: несистемну одиницю – Кюрі (Ки), 1 Ки – це така кількість радіоактивної речовини, в якій відбувається 37 млрд. розпадів за секунду. В системі СІ одиницею активності прийнято – Беккерель (Бк), 1 Бк – це така кількість радіоактивної речовини, в якій проходить 1 розпад за 1 секунду. Співвідношення несистемної одиниці з одиницею СІ: $1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$.

За одиницю радіоактивності твердої речовини – питому масову активність – прийнята несистемна одиниця Кюрі на кілограм (Ки/кг), а в системі СІ – Беккерель на кілограм (Бк/кг).

За одиницю радіоактивності рідкого і газоподібного середовища - питому об'ємну активність - прийнята несистемна одиниця Кюрі на літр (Ки/л), а в системі СІ – Беккерель на літр (Бк/л).

За одиницю радіоактивності площі – питому забрудненість площі – Кюрі на квадратний кілометр (Ки/км²), а в системі СІ – Беккерель на квадратний кілометр (Бк/км²).

Різні радіоактивні ізотопи мають різну активність. Так, наприклад, активність в 1 Ки мають ізотопи з масами: радію-226 – 1 грам; урану-235–570 грам, плутонію-239 \approx 16 грам, кобальту-60 \approx 0,001 грама.

Природний радіоактивний розпад відбувається поступово, тому кількість атомної енергії, що виділяється за одиницю часу, відносно мала.

2.3.3. Ланцюгова ядерна і термоядерна реакції

Поділ атомних ядер може відбуватися самовільно або за дії на них різноманітних елементарних частинок та легких ядер. В ядерних боєприпасах поділ ядер атомів речовини заряду відбувається за участю нейтрона, який здатний порівняно легко проникати у ядро внаслідок відсутності електростатичних сил відштовхування ядра і викликати ланцюгову реакцію поділу важких ядер (рис. 7).

Ланцюгова реакція – реакція, продукти якої, своєю чергою, вступають у взаємодію з початковими продуктами. Це хімічні і ядерні реакції, у яких поява проміжної активної частки (радикала, атома або збудженої молекули – у хімічних, нейтрона – у ядерних процесах) викликає велику кількість (ланцюг) перетворень початкових молекул або

ядер внаслідок регенерації активної частки в кожному елементарному акті реакції (у кожній ланці).

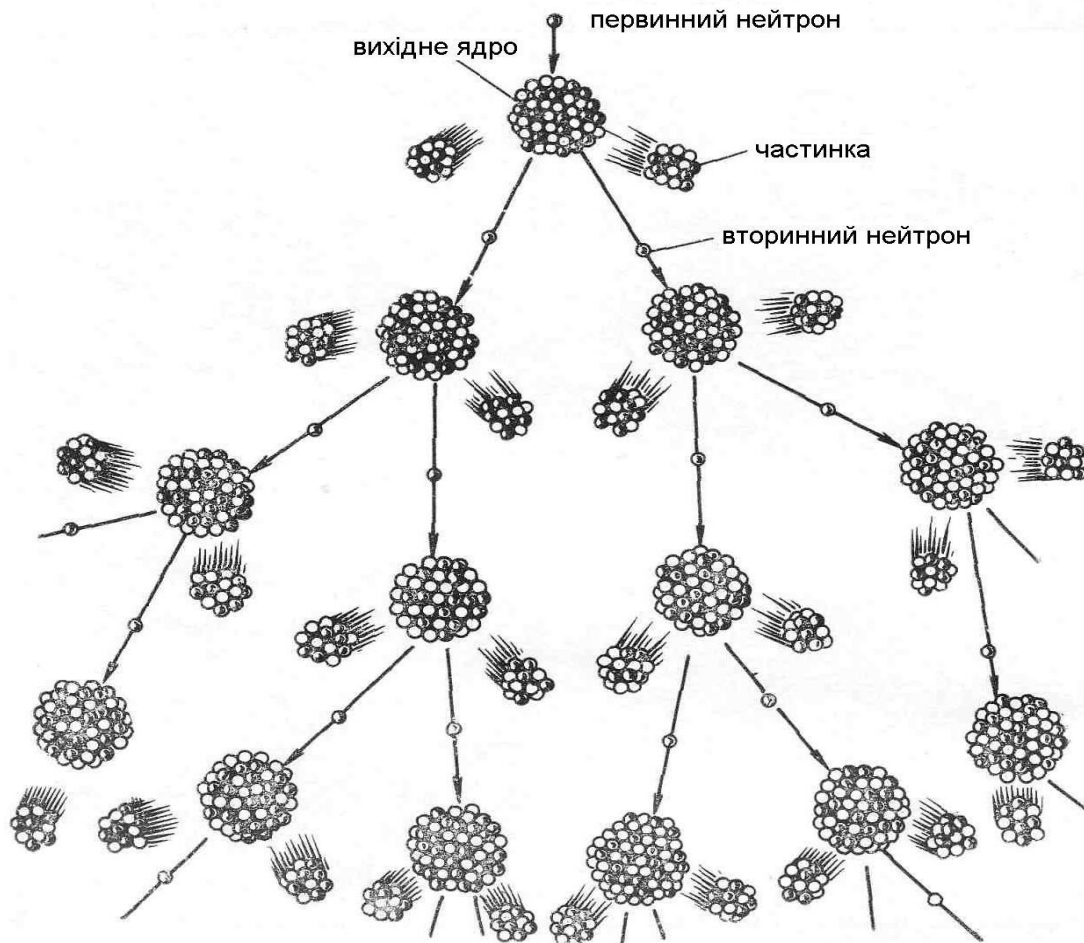


Рис. 7. Ланцюгова реакція поділу важких ядер

Механізм ділення важких ядер під дією нейтронів полягає в наступному: нейтрон, що захоплений ядром (при цьому утворюється нестійке проміжне ядро), внаслідок отримання ним додаткової енергії (енергії збудження), рівній сумі потенціальної енергії кулонівських сил відштовхування у ядрі і кінетичної енергії захопленого ним нейтрона. Якщо енергія збудження проміжного ядра буде більшою за енергією зв'язку (пороговий рівень) – ядро поділиться на частини та виникне реакція ділення; якщо енергія збудження не перевищить порогового рівня, то атом знову повернеться у більш стабільний стан і ділення не відбудеться, а виділиться елементарна частинка (фотон) або гамма-квант з визначеною енергією.

Із усіх відомих реакцій поділу важких ядер нейтронами найбільш розповсюдженою для здійснення ядерного вибуху є реакція поділу ядер урану-233, урану-235, і плутонію-239. При захваті ядрами цих ізотопів нейтронів навіть з невеликою енергією (повільних нейтронів), відбувається

поділ ядер на дві частини, які мають більшу енергію зв'язку ніж початкові ядра. Крім цього, у момент поділу ядра випускаються два-три нейтрони, які здатні також поділити два-три нові ядра цих же ізотопів, в результаті чого можуть з'явитися ще по два-три нейтрони на кожне ядро, що поділилось і т.д. У великій масі цих ізотопів створюються умови для виникнення самовільної ланцюгової ядерної реакції, при якій число ядер, що діляться, буде зростати в геометричній прогресії, як наслідок, за малий проміжок часу виділиться велика кількість енергії. Так, при діленні усіх ядер атомів, що знаходяться в 1 г урану-235, виділяється енергія еквівалентна тій, яка утворюється під час вибуху тротилового заряду вагою 20 т. Така реакція і являє собою ядерний вибух.

Другий шлях отримання ядерної енергії є синтез легких ядер (реакція синтезу). Здійснити реакцію синтезу виявилось важче, ніж реакцію поділу. За законами природи з'єднанням ядер перешкоджає їх взаємне електростатичне відштовхування. З'єднатись можуть тільки ті ядра, які мають велику кінетичну енергію. Такі ядра, рухаючись з великою швидкістю, зближаються настільки, що між ними виникають ядерні сили взаємного притягання, які і зумовлюють з'єднання ядер, з виділенням швидких нейтронів. Необхідну швидкість руху, ядра набувають за умов нагрівання речовини до температури в декілька десятків мільйонів градусів. Тому реакції синтезу ядер називають термоядерними реакціями.

Оскільки високу температуру вдалось отримати лише у зоні ядерної реакції, то в якості запалу в термоядерних зарядах використовують ядерні заряди ділення. У термоядерному заряді після вибухової реакції ділення, яка викликає нагрівання термоядерного палива, відбувається інтенсивна реакція синтезу ядра гелію з ядер дейтерію і тритію з виділенням великої кількості енергії та випромінюванням вільного нейтрону (рис. 8).

Проте, тритій – радіоактивний газ, який важко отримати. Тому, для здійснення реакції синтезу, як термоядерне паливо застосовують сполуку дейтериду літію – тверда речовина, являє собою сполуку літію з дейтерієм.

Термоядерна реакція з використанням дейтериду літію полягає в наступному: при взаємодії нейтронів з ядрами літію утворюється тритій, який і вступає в реакцію з дейтерієм. Нейтрони, які утворюються знову взаємодіють з літієм і т.д. Таким чином, тритій утворюється в процесі реакції.

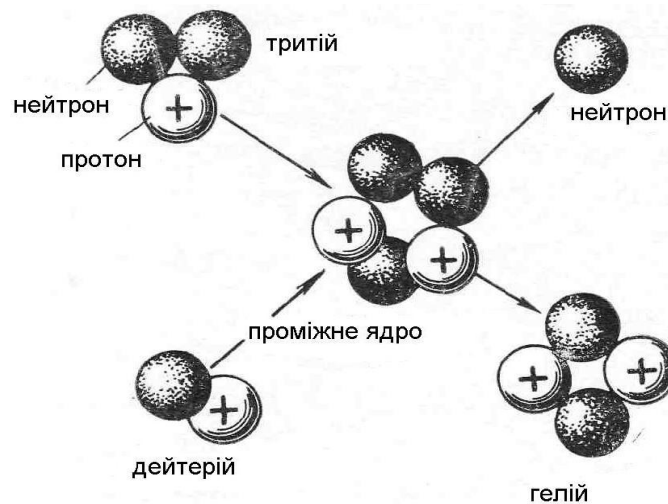


Рис. 8. Схеми реакції синтезу ядер дейтерію і тритію

Як зазначалось, умовою, за якої може відбутися термоядерна реакція, є ядерна реакція атомного вибуху, яка супроводжується дуже високою температурою. У термоядерній зброї застосовуються ядерні реакції, що відбуваються одна за одною: поділ ядер урану-235, або плутонію-239 і з'єднання ядер більш легких елементів у ядра атомів більш важких.

Висока температура, необхідна для підтримання реакції синтезу ядер дейтерію і тритію, створюється за рахунок реакції постійного поділу урану-235 або плутонію-239.

Ядерні і термоядерні вибухи мають комбіновану уражаючу дію. Це означає, що всі уражаючі фактори вибуху діють майже одночасно на різні об'єкти.

Потужність ядерних боєприпасів прийнято характеризувати кількістю енергії, яка виділяється під час вибуху. Цю енергію вимірюють величиною тротилового еквіваленту.

Тротиловий еквівалент (потужність) – це така маса тротилового заряду, енергія під час вибуху якого дорівнює енергії вибуху даного ядерного заряду. Тротиловий еквівалент вимірюють у тонах (кратних одиницях) – кілотоннах (1кт. дорівнює 1 тис. т) і мегатоннах (1мт. дорівнює 1 млн. т). Наприклад, якщо ядерний заряд має тротиловий еквівалент 20 кт. – це означає, що під час вибуху такого заряду звільниться енергія, яка дорівнюватиме енергії під час вибуху 20 тис. т тротилу.

За характером реакції отримання енергії, ядерна зброя поділяється на ядерну, термоядерну і комбіновану.

Необхідні умови для здійснення ядерного вибуху під час реакції поділу

Ділення ядер атомів урану або плутонію у заряді відбуваються під дією нейтронів. Внаслідок поділу новоутворені нейтрони розлітаються в різні напрямки з великою швидкістю. Частина нейтронів на своєму шляху

зустрічає інші ядра і ділить їх, а решта вільно пройшовши всю масу заряду та, не прийнявши участі у поділі, вилітають назовні. При незмінній формі заряду і постійній густині речовини, яка ділиться, кількість нейтронів, що виходить за межі цієї речовини приблизно пропорційна площі її поверхні, а кількість нейтронів що беруть участь у реакції, – об'єму заряду. Відповідно із зменшенням відношення площі поверхні речовини заряду до його об'єму кількість нейтронів, яка бере участь у реакції, збільшується, а кількість нейтронів, що виходить за межі заряду, зменшується.

Із усіх геометричних фігур найменше співвідношення площі до об'єму має **куля**. Тому, найбільш доцільним з точки зору використання дорогих радіоактивних матеріалів є заряд сферичної (кульової) форми. Відношення площі поверхні кулі до її об'єму зменшується обернено пропорційно радіусу кулі:

Радіус кулі, см	1	3	10	30
Відношення площі поверхні кулі до об'єму, см ⁻¹	3	1	0,3	0,1

При малих розмірах кульового заряду, коли відношення площі її поверхні до об'єму велике, втрати нейтронів значні, як наслідок само-підтримувана реакція ділення атомних ядер виникнути не може. Із збільшенням маси заряду, а відповідно і його об'єму, відносні втрати нейтронів зменшуються і при досягненні певної величини маси, що називається **критичною**, нейтрони, утворені під час ділення одного ядра, викликають ділення іншого ядра. Стан речовини, яка має критичну масу і ділиться, називається **критичним**.

В заряді, що має критичну масу, відбувається само-підтримувана реакція ділення атомних ядер. При подальшому збільшенні маси речовини, яка ділиться, відносні втрати нейтронів ще більше зменшуються, як наслідок, нейтрони, які утворюються під час ділення ядра, реалізують ділення більш ніж одного ядра і реакція починає розвиватись дуже швидко, майже миттєво. Такий стан речовини, яка ділиться, називається **надкритичним**.

При високому ступені надкритичності, тобто коли кількість новоутворених нейтронів, так званих дочірніх, значно перевищує кількість попередніх (батьківських), реакція відбувається за мільйонні долі секунди і являє собою ядерний вибух.

Таким чином, узагальнюючи вищесказане, можна зробити висновок, що речовина, в якій протікає ланцюгова реакція, знаходиться в трьох наступних станах:

- **підкритичний** – такий стан речовини (ядерного палива), в якому кількість нейтронів, які беруть участь до реакції ділення ядра, більша за кількість нейтронів, що утворюються після поділу ядра (ланцюгова реакція не протікає);

- **критичний** – такий стан речовини (ядерного палива), в якому кількість нейтронів, які беруть участь до реакції ділення ядра, однакова, або приблизно однакова з кількістю нейтронів, що утворюються після поділу ядра (протікає само-підтримувана ланцюгова реакція);

- **надкритичний** – такий стан речовини (ядерного палива), в якому кількість нейтронів, які беруть участь до реакції ділення ядра, менша за кількість нейтронів, що утворюються після поділу ядра (ланцюгова реакція проходить миттєво, що призводить до вибуху).

Величина критичної маси залежить, як від природи речовини, яка ділиться, так і від її чистоти та густини, а також форми заряду.

Критична маса урану-233 та плутонію-239 при масовій частці 93,5% коливається біля 17 кг, а урану-235 – 48 кг. При збільшенні кількості домішок в речовині, яка ділиться, її критична маса зростає.

Критична маса зменшується обернено пропорційно квадрату концентрації речовини, яка ділиться. Наприклад, якщо концентрацію урану-235 збільшити вдвоє, то ланцюгова ядерна реакція ділення стане можливою при кількості речовини вагою 12 кг, а при збільшенні концентрації втриє – при кількості речовини вагою 5,33 кг.

Величина критичної маси також залежить від матеріалу, який її оточує і здатний повертати (відбивати) нейтрони в зону реакції. Маса, при якій стає можлива ланцюгова реакція, може бути зменшена у 2–3 рази. Найбільш ефективними відбивачами нейтронів є берилій, графіт, важка вода (тобто вода, в якій звичайний водень замінений дейтерієм), а також алюміній, залізо, природний уран та ін.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Назвіть класифікацію надзвичайних ситуацій на території України.
2. Розкрийте суть надзвичайних ситуацій загальнодержавного, регіонального, місцевого та об'єктового рівнів.
3. Розкрийте будову атомного ядра.
4. Чим характеризується міцність атомних ядер?
5. Що таке дефект маси? Коли він виникає?
6. На яку відстань поширюються у повітрі альфа -, бета - , та гамма-випромінювання?
7. Що таке радіоактивна постійна? Чим вона характеризується?
8. Що таке період напіврозпаду? Які хімічні елементи найнебезпечніші для організму людини, з великим, чи малим періодом напіврозпаду?
9. Одиниці вимірювання радіоактивності в твердих, рідких, газоподібних речовинах та на поверхні різних предметів.
10. Що таке критична маса; критичний, надкритичний і підкритичний стан радіоактивної речовини, яка ділиться?

Розділ 3

ОЦІНКА ОБСТАНОВКИ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

3.1. Оцінка радіаційної обстановки

Під радіаційною обстановкою розуміють таку ситуацію, яка може скластися на території окремого об'єкту господарювання, населеного пункту, або на території адміністративного району в цілому, внаслідок застосування противником ядерної зброї, проведення терористичних актів на об'єктах атомної енергетики, а також виникнення на них аварій з викидом радіоактивних речовин.

Радіаційна обстановка характеризується радіоактивним забрудненням місцевості, усіх розміщених на ній об'єктів та предметів.

Радіаційна аварія – аварія на радіаційно-небезпечному об'єкті, що призводить до викиду радіоактивних речовин та іонізуючих випромінювань понад передбачені проектом для нормальної експлуатації даного об'єкту норми в об'ємах, які перевищують встановлені межі безпеки його експлуатації.

Радіоактивне забруднення – забруднення поверхні землі, атмосфери, води, продуктів харчування, кормів та різних предметів радіоактивними речовинами в об'ємах, які перевищують рівень, встановлений нормами радіаційної безпеки України.

Радіоактивно небезпечний об'єкт – об'єкт, на якому зберігають, переробляють, використовують або транспортують радіоактивні речовини, при виникненні аварії або його руйнуванні може скластись складна радіаційна обстановка.

Зона радіоактивного забруднення – територія або акваторія, в межах якої є радіоактивне забруднення.

Режим радіаційного захисту – порядок дії населення і використання засобів і способів захисту в зоні радіоактивного забруднення з метою можливого зменшення дії іонізуючого випромінювання на людей.

Радіаційний контроль – контроль за дотриманням норм радіаційної безпеки і основних санітарних правил роботи з радіоактивними речовинами і іншими джерелами іонізуючого випромінювання, а також отримання інформації про рівні опромінення людей і про обстановку на об'єкті та в довкіллі.

До радіаційно небезпечних об'єктів відносяться:

- атомні електростанції (Запорізька, Південноукраїнська, Рівненська, Хмельницька, укриття Чорнобильської атомної електростанції (ЧАЕС));

- підприємства з виготовлення і переробки відпрацьованого ядерного палива;
- підприємства з захоронення радіоактивних відходів;
- науково-дослідні та проектні організації, які працюють з ядерними реакторами;
- ядерні реактори на об'єктах транспорту та інші.

3.1.1. Основні дозиметричні величини вимірювання радіоактивного фону

Основними дозиметричними величинами, за допомогою яких оцінюється дія радіації на навколишнє природне середовище та людину є **експозиційна, поглинута та еквівалентна дози опромінювання.**

Експозиційна доза визначається тільки для повітря при гамма-рентгенівському випромінюванні. Вимірюють несистемною одиницею – рентген (Р).

Рентген – це така доза гамма-випромінювання, яка створює в 1 см³ сухого повітря за нормальних умов (температура 0⁰ С і тиск 760 мм рт. ст.) 2,083×10⁹ пар іонів. Дозі 1 Р відповідає поглинання в 1 г повітря 88 ерг енергії (8,8×10⁻³ Дж/кг), або 1 г біологічної тканини – 93 ерг (9,3×10⁻³ Дж/кг). На практиці використовують значно менші одиниці вимірювання: мілірентген (1 мР = 10⁻³ Р; 1 мкР = 10⁻⁶ Р). В системі СІ вимірюють в Кл/кг це така доза, яка створює в 1 кг сухого повітря іони, що несуть заряд 1 Кулон кожного знаку.

Поглинута доза – це кількість енергії будь-якого випромінювання ($\alpha, \beta, \gamma, p, n$) поглинутої одиницею маси речовини.

Вимірюється несистемною одиницею СІ – рад (rad – radiation absorbet dose), 1 рад – це доза будь-якого виду випромінювання, за якої одним грамом маси речовини поглинається енергія у 100 ерг (1 рад = 100 ерг/г), в системі СІ одиницею Грей (Гр), 1 Грей – це така одиниця поглинутої дози, при якій 1 кг опроміненої речовини поглинає енергію 1 джоуль (Дж), 1 Гр = 1 Дж/кг.

Еквівалентна доза – поглинута доза, помножена на коефіцієнт якості, який відображає здатність визначеного виду опромінення ушкоджувати тканини організму.

Для біологічної тканини визначає ступінь важкості променевого ураження. Одиниця вимірювання еквівалентної дози в системі СІ називається зіверт (Зв), позасистемна одиниця – бер (біологічний еквівалент рентгена), 1 бер – це енергія будь-якого виду випромінювання, поглинута одним грамом біологічної тканини, яка створює такий же біологічний ефект, як і доза рентгенівського або гамма-випромінювання в 1 рад. Співвідношення цих одиниць таке: 1 Зв = 100 бер або 1 бер = 0,01 Зв.

Еквівалентна доза обраховується за формулою:

$$D_{екв} = D_{погл} \cdot K_{як}$$

де

$D_{екв}$ – еквівалентна доза випромінювання;

$D_{погл}$ – поглинута доза ($\alpha, \beta, \gamma, p, n$) випромінювань;

$K_{як}$ – коефіцієнт якості для ($\alpha, \beta, \gamma, p, n$) випромінювань.

Коефіцієнт якості випромінювання ($K_{як}$) – відношення поглинутої дози рентгенівського випромінювання до поглинутої дози будь-якого іншого типу випромінювання ($\alpha, \beta, \gamma, p, n$), що викликає такий же самий біологічний ефект:

$$K_{як} = \frac{D_{рентген}}{D_{погл}}$$

де

$D_{рентген}$ – поглинута доза рентгенівського випромінювання.

Коефіцієнт якості для різних типів випромінювань дорівнює:

- для гамма і бета-випромінювання – одиниці;
- для протонів і нейтронів – десяти;
- для альфа-випромінювання – двадцяти.

Під час розрахунків еквівалентних доз необхідно розрізнити та враховувати поглинуті дози різних типів випромінювань ($D_\alpha, D_\beta, D_\gamma, D_p, D_n$).

Ефективна еквівалентна доза – еквівалентна доза помножена на коефіцієнт радіаційного ризику (K_{pp}), який враховує різну чутливість різних тканин організму до опромінення. Вимірюється системною одиницею СІ – зіверт (Зв), або несистемною – бер.

За визначенням:

$$D_{ефф.екв.} = D_{екв} \cdot K_{pp}$$

де

$D_{ефф.екв.}$ – ефективна еквівалентна доза випромінювання;

K_{pp} – коефіцієнт радіаційного ризику.

Оскільки різні тканини людського організму по різному сприймають радіоактивне випромінювання, тобто мають стійкість до його впливу, то й радіоактивне випромінювання, в свою чергу, також має неоднаковий вплив на різні частини людського тіла і характеризується коефіцієнтом радіаційного ризику, який необхідно враховувати.

Коефіцієнт радіаційного ризику для різних тканин людського організму:

- червоний кістковий мозок – 0,12;
- кісткова тканина – 0,03;
- щитовидна залоза – 0,03;
- молочна залоза – 0,15;
- легені – 0,12;
- яєчники і сіменники – 0,25;
- інші тканини – 0,3.

Потужність дози випромінювання – це доза, отримана за одиницю часу. Вимірюється несистемними одиницями, експозиційна – Р/год; поглинута – рад/год.

Рівнем радіації – називають потужність експозиційної дози вимірюваної від поверхні землі на висоті 0,7–1 метр, або **радіаційний фон** вимірюваний на відстані 1,5–2 см від поверхні об'єкта. В системі СІ одиниці виміру – Р/год.

Системні та несистемні одиниці вимірювання доз опромінення наведені у табл. 1.

Таблиця 1

Системні та несистемні одиниці вимірювання доз опромінення

Дози	Одиниці вимірювання		Переведення одиниць
	СІ	Не системні	
Експозиційна	Кулон на кг повітря (Кл/кг)	Рентген (Р)	1 Кл/кг = 3876 Р
Поглинута	Грей (Гр), Дж/кг	рад	1 Гр=100 рад 1 Р=0,88 рад
Еквівалентна, ефективна еквівалентна	Зіверт (Зв)	бер	1 Зв=100 бер 1 Р=0,93 бер

Експериментальним шляхом встановлено загальну дозу радіації, яку отримує в середньому людина за рік від природного радіаційного фону. Вона може коливатись наближено в межах 100-150 мбер, оскільки на цей процес може впливати низка об'єктивних та суб'єктивних факторів.

Негативний вплив уражаючої дії проникаючої радіації на людину полягає в іонізації атомів і молекул, з яких складається організм людини, та в порушенні фізико-хімічної будови клітини, її життєдіяльності.

Проникаюча радіація, на відміну від ударної хвилі і світлового випромінювання, є невидимим і суттєво невідчутним уражаючим фактором.

γ – промені, як зазначалось раніше, поширюються із швидкістю

300 000 км/с і взаємодіють з електронами, витрачаючи при цьому енергію, яку віддають останнім. Вибивши електрон, гамма-квант втрачає частину енергії і змінює напрямок руху. Процес розсіювання продовжується до тих пір, доки гамма квант не втратить енергію повністю.

n – (нейтронне) випромінювання – потік нейтронів із швидкістю до 20000 км/с відрізняється від гамма-променів тим, що нейтрони взаємодіють не з електронами, а з ядрами атомів. Ця взаємодія у легких речовинах нагадує удар двох пружних кульок – нейтрона і ядра, якщо маса останніх однакова, а це має місце при взаємодії нейтрона з ядром атома водню, то нейтрон при цьому передає всю свою енергію ядру, подібно передачі енергії при зіткненні бильярдних куль. Якщо маса ядра набагато більша маси нейтрона, то нейтрон при будь-якому ударі, не передасть ядру своєї енергії, а відіб'ється від нього, при цьому він втратить тільки частку своєї енергії.

Сумарні дози проникаючої радіації γ – променів і нейтронів діють на об'єкт одночасно, тому уражаюча дія проникаючої радіації визначається її сумарною дозою, яка вираховується шляхом додавання доз гамма-випромінювання і нейтронів.

$$D_{\Sigma} = D_{\gamma} + D_n$$

де

D_{Σ} – сумарна доза проникаючої радіації;

D_{γ} – доза гамма випромінювання;

D_n – доза нейтронів.

3.1.2. Захист від проникаючої радіації

Гамма-випромінювання помітно послаблюється в повітрі, в речовинах, які мають більшу густину, ще сильніше. Це явище пояснюється наступним чином: чим більша густина речовини, тим більша кількість атомів в одиниці її об'єму і тим більшу кількість разів взаємодіє з ними гамма-випромінювання. Як наслідок, на одному і тому ж відрізку шляху гамма-випромінювання у речовині із більшою густиною втратить більше енергії, ніж у речовині з меншою густиною.

Нехай потік гамма-випромінювання падає на поверхню перешкоди глибиною l (рис. 9).

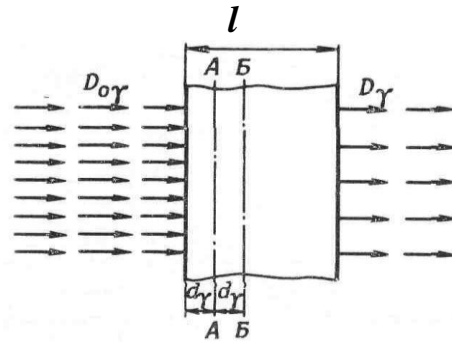


Рис. 9. Послаблення гамма-випромінювання глибиною матеріалу

Уявімо собі, що деякий шар d_{γ} зменшує дозу гамма-випромінювання $D_{o\gamma}$ в два рази. Тоді на межі $A - A$ доза радіації дорівнюватиме $\frac{D_{o\gamma}}{2}$. Якщо перешкода має достатню глибину і в неї вміщується декілька шарів d_{γ} , то на межі $B - B$ доза радіації буде становити вдвічі менше, ніж на межі $A - A$, або вчетверо менше $D_{o\gamma}$.

В загальному вигляді послаблення дози гамма-випромінювання перешкодою завтовшки l пропорційно $2^{l/d_{\gamma}}$ – що прийнято називати коефіцієнтом послаблення будь-якої перешкоди, відповідно доза за перешкодою буде мати залежність:

$$D_{\gamma} = \frac{D_{o\gamma}}{2^{l/d_{\gamma}}}$$

де

D_{γ} – доза гамма-випромінювання після перешкоди;

$D_{o\gamma}$ – доза гамма-випромінювання до перешкоди;

$2^{l/d_{\gamma}}$ - коефіцієнт послаблення перешкоди (K_l) одного захисного шару перешкоди матеріалу.

Величину шару d_{γ} , яка послаблює дозу гамма-випромінювання в два рази називають **шаром половинного послаблення**.

Загальний коефіцієнт захисту перешкоди, який складається з n -ої кількості шарів різних матеріалів можна розрахувати за формулою:

$$K_{осл} = K_1 \cdot K_2 \cdots K_n$$

де

$K_{осл}$ – загальний коефіцієнт захисту перешкоди
 K_1, K_2, \dots, K_n – коефіцієнти захисту перешкоди відповідно першого, другого та n-го шарів.

Аналогічно відбувається і при проходженні через перешкоду потоку нейтронів. Однак, як зазначалося раніше, на відміну від гамма-променів найбільшу послаблюючу дію на потік нейтронів здійснюють матеріали, в яких багато легких ядер, наприклад ядра атомів водню, вуглецю та ін.

Значення шарів половинного послаблення гамма-випромінювання і нейтронів для деяких матеріалів наведені у табл. 2 та на рис. 10.

Таблиця 2

Значення шару половинного послаблення гамма-випромінювання і нейтронів, см

Найменування матеріалу	Густина матеріалу г/см ²	Шар половинного послаблення	
		d _γ	d _n
Деревина	0,7	30,5	9,7
Поліетилен	0,9	21,8	2,7
Вода	1	20,4	2,7
Ґрунт	1,6	13	9
Цегляна кладка	1,6	13	10
Склопластик	1,7	12	4
Пінобетон	1,85	11	5
Залізобетон	2,3	9,5	8,2
Залізо (броня)	7,8	3,5	11,5
Свинець	11,3	2	12

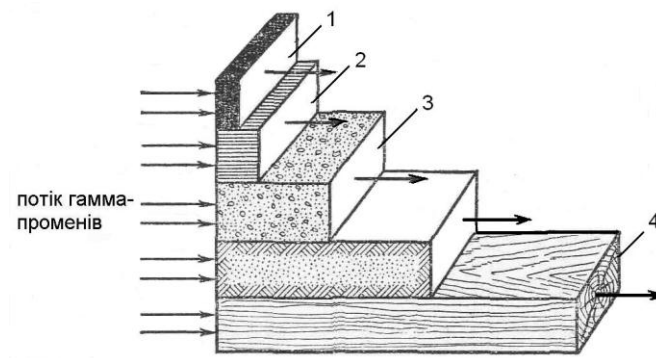


Рис. 10. Порівняльна товщина шару половинного послаблення гамма – променів для різних матеріалів: 1 – свинець; 2 – сталь; 3 – бетон; 4 – ґрунт ; 5 – дерево

Із розглянутих фізичних властивостей послаблення проникаючої радіації має місце важливий висновок: будь-які матеріали, в тому числі ґрунт, деревина і бетон, які найбільш частіше застосовуються при

будуванні фортифікаційних споруд, можуть бути використані для послаблення гамма-променів та нейтронів. Для цього необхідно, щоб на шляху розповсюдження гамма-променів і нейтронів застосовувались різні матеріали з необхідною для цього товщиною (табл. 2).

3.1.3. Зони радіоактивного забруднення місцевості

Радіоактивне забруднення – забруднення поверхні землі, атмосфери, водойм та різних предметів радіоактивними речовинами (продукти ядерного палива, які не вступили в ланцюгову ядерну реакцію), і разом з пилом піднімаються в атмосферу переносяться радіоактивною хмарою, випадають на землю, створюючи підвищений радіоактивний фон. Радіоактивне забруднення, як уражаючий фактор, характеризується: масштабом; часом дії; прихованістю уражаючої дії; зниженням ступеня впливу із часом.

Джерелами радіоактивного забруднення є:

- продукти ланцюгової ядерної реакції поділу важких ядер;
- частина ядерного палива, що не прореагувала під час ядерного вибуху;
- наведена радіоактивність в ґрунті під дією нейтронів.

Особливістю радіоактивного забруднення місцевості є те, що воно діє на протязі тривалого часу. Найбільшу небезпеку для людей, як зазначалось раніше, являють радіонукліди з малим періодом напіврозпаду, який триває від декількох хвилин до кількох місяців.

Масштаб і ступінь радіоактивного забруднення місцевості залежить від:

- потужності вибуху;
- метеорологічних умов;
- рельєфу місцевості;
- типу ґрунту і рослинності.

Найбільш сильне радіоактивне забруднення місцевості виникає при наземних і неглибоких підземних ядерних вибухах, в результаті яких створюється потужна хмара із радіонуклідів. Під час наземного ядерного вибуху потужністю 1 Мт випаровується і захоплюється вогняним шаром біля 20 тис. т ґрунту. Радіоактивна хмара досягає максимальної висоти підйому за 10 хвилин і переміщується вітром. Висота підйому хмари в залежності від потужності вибуху наведена у табл. 3.

Таблиця 3

Висота підйому хмари і радіуси зон ураження в районі епіцентру в залежності від потужності P , кт

Потужність вибуху, P кт	Максимальна висота підйому центру хмари за 10 хв., км	Радіуси зон ураження в районі епіцентру вибуху, км			
		Зона А	Зона Б	Зона В	Зона Г
20	8	0,77	0,47	0,36	0,25
50	10	0,9	0,57	0,45	0,33
100	12	1	0,67	0,56	0,4
200	15	1,12	0,77	0,62	0,48
300	17	1,2	0,82	0,67	0,52
500	19	1,3	0,9	0,74	0,59
1000	22	1,43	1	0,84	0,68
2000	25	1,57	1,13	0,95	0,77
3000	27	1,65	1,2	1	0,85
5000	28	1,76	1,3	1,1	0,91
10 000	32	1,91	1,43	1,22	1,0

Частина радіоактивних речовин випадає на поверхню землі в районі вибуху, а більша частина випадає під час пересування хмари, утворюючи радіоактивний слід, що характеризується довжиною L , і шириною b (див. рис. 11).

На місцевості, де відбувся ядерний вибух, утворюється дві ділянки: район вибуху; слід радіоактивної хмари.

Район вибуху ділиться на *навітряну сторону* (напрямок, куди дме вітер) і *підвітряну сторону* (напрямок, звідки дме вітер) від епіцентру вибуху.

Забруднення місцевості радіоактивними речовинами характеризується наступними показниками: потужністю (рівнем радіації) у конкретний момент часу, позначається буквою P та дозою випромінювання позначається буквою D . Таку дозу може отримати людина, яка знаходиться на відкритій місцевості від початку опромінення до повного розпаду радіонуклідів.

Радіоактивне забруднення місцевості за рівнем радіації в межах радіоактивного сліду розподіляється нерівномірно. Найбільший рівень радіації спостерігається на вісі сліду, від якої він зменшується у напрямку до зовнішніх меж, а також від епіцентру вибуху до кінця розповсюдження радіоактивної хмари.

Район радіоактивного забруднення стосовно рівня радіації, який утворюється за рахунок радіонуклідів, що випали на землю, умовно поділяють на чотири зони радіоактивного забруднення (рис. 11).

Радіоактивне забруднення як уражаючий фактор має місце при наземних та підземних ядерних вибухах.

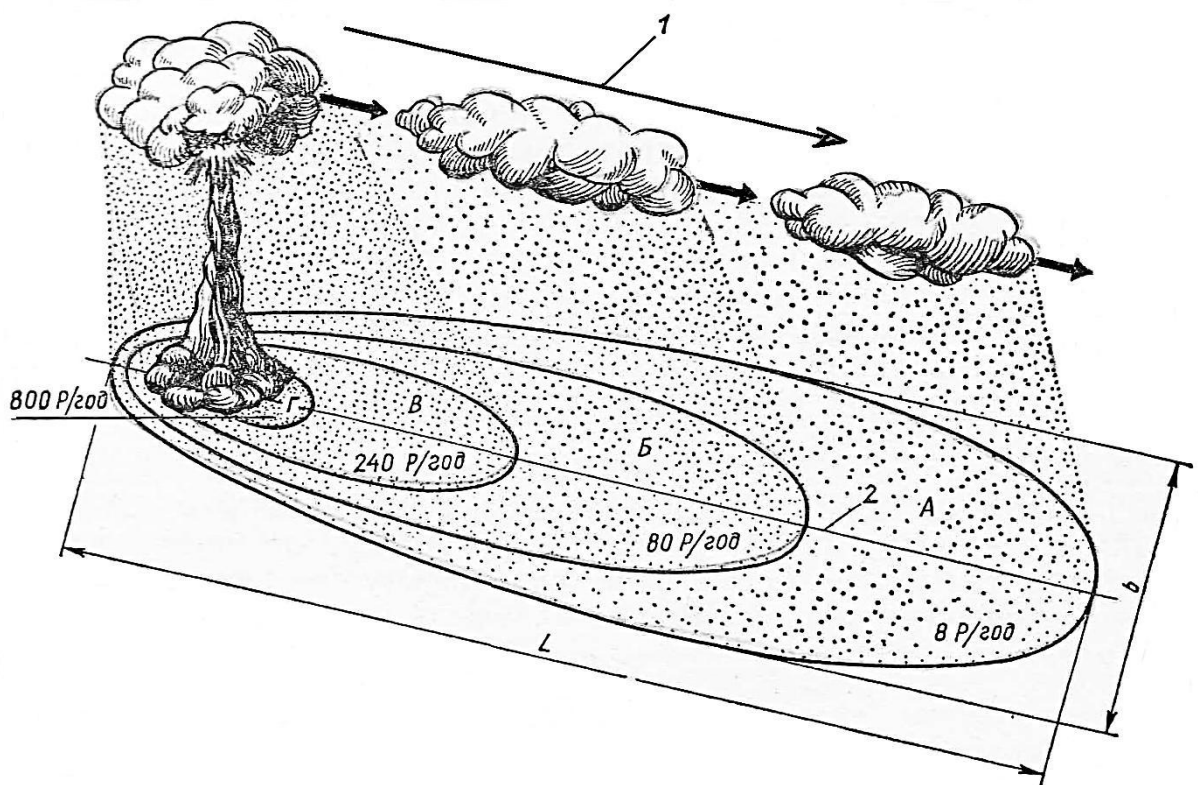


Рис. 11. Слід радіоактивної хмари наземного ядерного вибуху з рівнем радіації на 1 год. після ядерного вибуху:

1 – напрямок середнього вітру; 2 – вісь сліду; А – зона помірного забруднення; Б – зона сильного забруднення; В – зона небезпечного забруднення; Г – зона надзвичайно небезпечного забруднення; L – довжина сліду; b – ширина сліду

Зона А – помірного забруднення, на зовнішній межі якої експозиційна доза випромінювання за час з початку її формування до повного розпаду радіонуклідів становить $D_{\infty} = 40$ Р відповідно (0,01 Кл/кг). Рівень радіації через 1 годину після ядерного вибуху становить 8 Р/год., через 10 год. – 0,5 Р/год., а через добу – 0,18 Р/год. Площа цієї зони складає 78–80% від загальної площі забрудненого району.

Зона Б – сильного забруднення, на зовнішній межі якої експозиційна доза випромінювання за час з початку її формування до повного розпаду радіонуклідів становить $D_{\infty} = 400$ Р відповідно (0,1 Кл/кг). Рівень радіації через 1 годину після ядерного вибуху становить 80 Р/год., через 10 год. – 5 Р/год., а через добу – 1,8 Р/год. Площа цієї зони складає 10–12% від загальної площі забрудненого району.

Зона В – небезпечного забруднення, на зовнішній межі якої експозиційна доза випромінювання за час з початку її формування до повного розпаду радіонуклідів $D_{\infty} = 1200$ Р відповідно (0,3 Кл/кг). Рівень радіації через 1 годину після ядерного вибуху становить 240 Р/год., через

10 год. – 15 Р/год., а через добу – 5,3 Р/год. Площа цієї зони складає 7–8% від загальної площі забрудненого району.

Зона Г – надзвичайно небезпечного забруднення, на зовнішній межі якої експозиційна доза випромінювання за час з початку її формування до повного розпаду радіонуклідів $D_{\infty}=4000$ Р відповідно (1 Кл/кг). Рівень радіації через 1 годину після ядерного вибуху становить 800 Р/год., через 10 год. – 50 Р/год., а через добу – 18 Р/год. Площа цієї зони складає 2–3% від загальної площі забрудненого району.

Спад рівня радіації спочатку відбувається дуже швидко, а з часом поступово сповільнюється. За першу добу людина отримує приблизно половину дози радіації від загальної до повного розпаду радіонуклідів D_{∞} .

Зрозуміло, що є дуже важливим завданням забезпечити захист людей від радіації в першу добу після вибуху.

3.1.4. Ураження людей проникаючою радіацією

Суть уражаючої дії радіонуклідів полягає в іонізації атомів та молекул з яких складається організм людини, внаслідок якої може виникнути променева хвороба.

За важкістю захворювання променево хворобу умовно поділяють на чотири ступені:

- I ступінь (легка);
- II ступінь (середня);
- III ступінь (важка);
- IV ступінь (надважка).

У II і III ступенях важкості розрізняють чотири періоди:

- початковий період (період первинної реакції);
- прихований період (інкубаційний);
- період розпалу променевої хвороби;
- період завершення хвороби.

Променева хвороба I ступеня розвивається при дозах **100-200 Р**. *Первинна реакція майже відсутня. Прихований період (певний час після опромінення без незначних змін) захворювання триває два-три тижні. Ознаки: підвищена пітливість, легка нудота, сухість в роті, незначне зменшення лейкоцитів у крові – до 2-3 тис., тромбоцитів – до 120-170 тис. в 1 мм^3 крові, ШОЕ (швидкість осідання еритроцитів) прискорюється до 15–20 мм в годину.*

Ураження людей при дозах 100–200 Р спостерігається на протязі третього і четвертого тижня після опромінення. При цьому ступені ураження люди потребують стаціонарного лікування на протязі 1,5–2 місяців.

Променева хвороба II ступеня розвивається при дозах **200-400 Р**.

Під час ураження виникає головний біль, нудота, багаторазова безперервна блювота, загальна слабкість, сухість і гіркота в роті, запаморочення. *Первинна реакція хвороби, як правило, проявляється у перші 2 години після опромінення і продовжується одну-три доби.* Після перших ознак хвороби настає *прихований період захворювання, який продовжується до двох-трьох тижнів.* Уражені в цей термін часу почувають себе здоровими і працездатними, при обстеженні у них виявляють зміни з боку серцево-судинної системи: слабкий частий пульс, нестійке зниження кров'яного тиску, кількість лейкоцитів повільно зменшується, нестійке випорожнення.

Період розпалу захворювання продовжується півтора-три тижні. В цей період у хворих знижується апетит, появляється пронос, крововилив, випадіння волосся. Кількість лейкоцитів в крові зменшується – до 1–1,5 тис., кров'яних тілець – до 1,5–3,5 млн. в 1 мм³ крові, гемоглобін зменшується до 50–60%, ШОЕ прискорюється до 25–30 мм в годину.

В результаті одужання симптоми хвороби поступово зникають. Ріст волосся відновлюється приблизно через 1,5–2 місяця, а весь період одужання може скласти 2–2,5 місяці. Затримка в госпіталізації може призвести до більш важких наслідків протікання променевої хвороби.

Променева хвороба III ступеня виникає при дозах **400–600 Р.**

В першу годину після опромінення різко проявляється первинна реакція. Характеризується такими ж ознаками, як і променева хвороба II ступеню (див. вище), але більш різко виражена.

Чим раніше і швидше проявляються ознаки первинної реакції, тим важче буде протікати променева хвороба.

Через дві–три доби після опромінення настає *прихований період захворювання, який в залежності від дози радіації триває від декількох годин до одного-трьох тижнів.* В цей період самопочуття хворих покращується, нудота та блювота поступово слабшає, а згодом повністю зникає. Однак проявляється загальна слабкість, знижений апетит, швидка втома, задуха при незначному фізичному навантаженні, інколи проноси. В крові спостерігається зниження кількості білих (лейкоцитів) та інших клітин крові.

Термін прихованого періоду має велике значення. Чим він коротший, тим важче розвивається променева хвороба в подальшому.

В кінці прихованого періоду загальний стан хворого погіршується, *починається період розпалу захворювання,* який характеризується наступними ознаками: сильний головний біль, підвищена температура тіла (до 39–40⁰), сонливість, різке зниження апетиту, спрага, шлунково–кишкові розлади (нудота, блювота, пронос), кровотеча, випадіння волосся, складнощі в серцево-судинній системі (частий пульс слабого наповнення, низький кров'яний тиск), різке зниження кількості лейкоцитів до 400–500 в 1 мм³, що є однією з причин зниження боротьби організму з різними

інфекціями. Кількість тромбоцитів знижується до 10–15 тис. в 1мм^3 крові, розвивається малокрів'я (анемія), прискорюється ШОЕ. Уражені потребують невідкладної госпіталізації. Своєчасне надання лікарської допомоги може запобігти смертельному наслідку при захворюванні, але з тривалим лікуванням від трьох до шести місяців.

Променева хвороба IV ступеня виникає при дозі понад **600 Р** і в більшості випадків закінчується смертельним наслідком. *Первинна реакція проявляється у перші півгодини після опромінення* і характеризується тими ж симптомами, що і променева хвороба III ступеню, але в більш вираженій формі. *Прихований період майже відсутній з початком розпаду захворювання.* Виникають симптоми гострого отруєння, зменшення кількості сечі, майже до припинення її виділення (анурія). Кількість лейкоцитів знижується до сотень, а тромбоцитів – до декількох тисяч в 1мм^3 . Різко порушується дихання і діяльність серцево-судинної системи. Смерть, зазвичай настає через 5–12 діб при зростанні серцево-судинної недостатності і порушенні дихання у 90–100 % випадках.

3.1.5. Зовнішній вплив бета-частинок

При попаданні радіоактивних речовин на шкіру гострі ураження проявляються у вигляді її почервоніння, лущення, пігментації та утворенні міхурів і язв. Ці зміни відбуваються через деякий час після опромінення (прихований період). Чим більша доза бета - випромінювання, тим швидше відбуваються місцеві зміни шкіри і тим сильніший ступінь її ураження.

Гострі ураження шкіри розвиваються при щільностях зараження більш ніж 30 млн. розп./хв. $\cdot\text{см}^2$, що відповідає $\approx 0,001\text{ Ки}/\text{см}^2$.

Існують чотири ступені ураження шкіри бета - випромінюванням:

I (легкий ступінь ураження) – набряк, слабе почервоніння шкіри, свербіж і випадання волосся, прихований період продовжується 1,5–2 тижні, загоюється протягом 1–1,5 місяці;

II (середній ступінь ураження) – супроводжується меншим прихованим періодом до 1,5 тижня і збільшенням часу загоєння до 2–3 місяців, характерне почервоніння і набряк шкіри, утворення міхурів та поверхневих язв;

III, IV (важкий і надважкий ступінь ураження) – прихований період продовжується 4–7 діб, запалення розвивається швидко, різко виражене почервоніння і набряк шкіри, утворюються глибокі язви, загоєння яких проходить повільно на протязі 6–12 місяців.

Найбільш небезпечні для організму – бета- і гамма- випромінювачі, які відкладаються в кістках: стронцій-89, стронцій-90, барій-140, ітрій-91 і церій-144.

Після аварії на Чорнобильській АЕС в атмосферу було викинуто багато радіонуклідів, з малим періодом напіврозпаду – ніобій-95, йод-131,

стронцій–89 та ін. Значну частку становив радіоактивний йод–131 з періодом напіврозпаду 8 діб. Цей радіоізоотоп створив 50–70 % усієї радіоактивності. Після розпаду радіонуклідів з малим періодом напіврозпаду, залишилися з більшим періодом напіврозпаду: стронцій–90, цезій–144, церій–144, рутеній–106, а також ін. З 30 травня 1986 року вся територія радіоактивного забруднення (3 мР/год. і більше) була умовно поділена на три зони:

- **відчуження** – територія обмежена ізолінією з рівнем радіації понад 20 мР/год. і річною дозою 0,4 Зв.;

- **тимчасового відселення** – від 5 до 20 мР/год. і річною дозою 0,1–0,4 Зв.;

- **жорсткого контролю** – від 3 до 5 мР/год. і річною дозою 0,05 – 0,1 Зв.

Після впливу зовнішнього опромінення більшу частку у загальній уражаючій дозі становило внутрішнє опромінення цезієм–137, стронцієм–90, ізотопами плутонію.

За результатами оцінки академіка А. Сахарова, сумарна довготривала дія радіації від зруйнованого реактора адекватна вибуху десяти мегатонної водневої бомби або 500 двадцяти кілотонних атомних бомб.

3.2. Оцінка хімічної обстановки

Хімічна обстановка – це сукупність наслідків хімічного зараження території отруйними речовинами (ОР) або сильнодіючими отруйними речовинами (СДОР), які впливають на діяльність навчальних об'єктів, об'єктів народного господарства, формувань ЦЗ і населення.

Вихідними даними для оцінки хімічної обстановки є :

- район і час застосування хімічної зброї або проникнення в навколишнє середовище СДОР;

- тип і кількість ОР або СДОР;

- ступінь захищеності людей, тварин, продуктів харчування, кормів;

- умови зберігання (під тиском, без тиску) і характер проникнення в навколишнє середовище небезпечних хімічних речовин;

- топографічні умови місцевості, характер забудови, наявність лісових насаджень на шляху поширення зараженого повітря;

- метеоумови: швидкість і напрямок вітру в приземному шарі, температура повітря і ґрунту, ступінь вертикальної стійкості повітря.

Існує три ступеня вертикальної стійкості повітря:

- інверсія;

- ізотермія;

- конвекція.

Інверсія виникає при ясній погоді, малій (до 4 м/с) швидкості вітру, у вечірній час, приблизно за 1 год. до заходу сонця і руйнується протягом години після сходу сонця.

При інверсії нижні шари повітря холодніші за верхні $t_3 < t_n$, що перешкоджає розсіюванню його по висоті, і створює найбільш сприятливі умови для збереження високих концентрацій зараженого повітря.

Конвекція виникає при ясній погоді, малих (до 4 м/с) швидкостях вітру, приблизно через 2 год. після сходу сонця і руйнується приблизно за 2-2,5 год. до заходу сонця.

При конвекції, нижні шари повітря нагріваються сильніше, ніж верхні $t_3 > t_n$, що сприяє швидкому розсіюванню зараженої хімічною речовиною хмари і зменшенню її уражаючої дії.

Ізотермія спостерігається в хмарну погоду і характеризується стабільною рівновагою повітря в межах 20-30 м від земної поверхні $t_3 \approx t_n$. Ізотермія, так само як і інверсія, сприяє тривалій стійкості парів ОР і СДОР на місцевості, в лісі, населених пунктах, на полях з високо стебловими культурами.

3.2.1. Отруйні речовини та шляхи проникнення їх в організм людини

Отруйними речовинами є сполуки, які застосовуються для спорядження хімічних боєприпасів – головний компонент хімічної зброї.

Отруйні речовини – токсичні хімічні сполуки, які мають визначені фізичні та хімічні властивості, що сприяє їхньому бойовому застосуванню з метою ураження людей, тварин і зараження місцевості на тривалий період.

Бойовий стан ОР – такий стан речовини, в якому вона застосовується для максимального ефекту в ураженні людей, тварин.

Види бойового стану ОР:

- **пароподібний**, коли ОР знаходиться в атмосфері у вигляді пари або газу;

- **аерозольний**, коли рідкі або тверді ОР зависають у повітрі у вигляді частинок різного розміру: від тонко дисперсних діаметром до 10 мкм (туман, дим) до грубо дисперсних діаметром більшим 10 мкм (мряка, великі частинки диму);

- **крапельно-рідкий**.

Основні шляхи проникнення ОР в середину організму людини:

- перший – **інгаляційний** (лат. Inhalatum – вдихати) проникнення через органи дихання;

- другий – **резорбційний** (лат. resorbeo – поглинати) проникнення через шкіру;

- третій – *пероральний* (лат. peroralis – рот) проникнення ОР через шлунково-кишковий тракт та поверхню рани.

У всіх розглянутих випадках ОР потрапляють в кров і разносяться нею до всіх органів і тканин, що призводить, в свою чергу, до ураження або загибелі організму в цілому.

3.2.2. Фізико-хімічні властивості ОР

Густина ρ – це маса однорідної речовини в одиниці її об'єму, вимірюється в г/см³ або кг/м³. Густина залежить від температури, тому при чисельних значеннях густини зазначають температуру, при якій отримані ці значення, наприклад для іприту ρ 1,2741 г/см³ (20⁰ С); ρ 1,2790 г/см³ (15⁰ С) або ρ^{20} 1,2741 г/см³; ρ^{15} 1,2790 г/см³.

Часто використовують поняття відносної густини, яка являє собою відношення маси речовини до маси рівного об'єму іншої (стандартної) речовини при визначених фізичних умовах або відношення густин цих речовин.

Щільність ураження – маса ОР, яка припадає на одиницю площі зараженої поверхні і вимірюється г/м², кг/га, т/км².

Розчинність – це здатність речовини утворювати в суміші з однією або декількома іншими речовинами однорідні системи – розчини.

Кількісно розчинність характеризується концентрацією насиченого розчину. Частіше її виражають максимальним числом грамів речовини, яку можна розчинити в 100 грамах розчинника при заданій температурі. Також розчинність приводиться у відсотках. Ця величина показує, скільки максимально грамів розчиненої речовини може міститися в 100 г розчину. Також вказують температуру, з підвищенням якої розчинність зазвичай зростає.

Взаємна розчинність рідких речовин коливається в широких межах. Існують рідкі системи, компоненти яких майже нерозчинні один в одному. Так, наприклад, розчинність керосину у воді при 20⁰ С становить 0,005%, розчинність HD у воді за тієї самої температури досягає 0,08%. В деяких системах компоненти мають обмежену взаємну розчинність. Прикладом може бути система GD – вода: в 100 г розчину при 20⁰ С міститься близько 1,5 г отруйної речовини. Існують також системи з повною взаємною розчинністю компонентів (GB – вода).

Абсолютно нерозчинних один в одному рідин не існує. В тій чи іншій мірі усі рідини можуть розчинятися одна в одній. Це також стосується і розчинення твердих речовин у рідинах. В табл. 4 наведена найбільш поширена характеристика ступеню розчинності твердих та рідких речовин у різних розчинниках.

Порівняльна характеристика ступеню розчинності

Ступінь розчинності речовини	Умовне позначення	Маса розчинника, г, на 1 г розчиненої речовини
Змішується у всіх співвідношеннях	∞	–
Добре розчинне	ДР	10
Розчинне	Р	10 – 30
Важко розчинне	ВР	30 – 100
Мало розчинне	МР	100 – 1000
Дуже важко (мало) розчинне	ДуВ	1000 – 10000
Практично нерозчинне	НР	> 10000

Розчинність ОР має велике значення для правильного вибору методів та засобів їх дегазації. Для нейтралізації водорозчинних ОР придатні водні розчини дегазуючих речовин. Нейтралізація ОР, нерозчинних і навіть важко розчинних у воді, вимагає застосування розчинів дегазуючих речовин у тих органічних розчинниках, які змішуються з ОР.

Отруйні речовини, добре розчинні у воді, можуть отруювати водоймища настільки сильно, що вода стає непридатною не тільки для приготування їжі та гігієнічних потреб, а й для технічного використання.

Концентрація – це величина, яка показує скільки грамів розчинної речовини знаходиться у 100 грамах розчину при заданій температурі.

Вимірюється грам речовини /100 грам розчину або у відсотках. Для отруйних речовин мг/л.

В'язкість (внутрішнє тертя) – властивість текучих (рідких та газоподібних) речовин здійснювати опір власній течії, тобто переміщенню одного шару відносно іншого під дією зовнішніх сил.

Кількісно в'язкість вимірюється **динамічною в'язкістю** – силою, віднесеною до одиниці поверхні дотику двох шарів, яка достатня для підтримки визначеної швидкості переміщення одного шару відносно іншого. Позначають грецькою літерою η і виражають в Н·с/м² або Па·с. Позасистемними одиницями виміру динамічної в'язкості є пуаз (П) і сантипуаз (сП). 1мН·с/м² = 1 мПа·с = 1 сП.

Відносна в'язкість – це відношення в'язкості рідини до в'язкості води при однаковій температурі. В'язкість ОР практично завжди більша в'язкості води і тим більша, чим вища молекулярна маса ОР.

Умовна в'язкість являє собою відношення часу стікання через стандартну воронку 200 мл випробуваної речовини до часу стікання 200 мл води при 20⁰ С.

В'язкість рідин залежить від температури і тиску. Вона зменшується як з підвищенням температури, так із збільшенням тиску і залежить від

структури речовини, розмірів та форми її молекул. Наприклад, в'язкість води при 20⁰ С дорівнює 1,002 сП, HD – 4,5 сП, а GB – 1,82 сП.

Від в'язкості залежать багато інших властивостей ОР: здатність до утворення аерозоллю та часу його існування; всмоктування у пористі матеріали, в тому числі і в ґрунт; летючість ОР. В'язкість в значній мірі визначає ступінь та тривалість забруднення місцевості.

Отруйні речовини, які характеризуються низьким значенням в'язкості, легко подрібнюються на краплини, що в свою чергу забезпечує їх швидке випаровування та всмоктування в ґрунт, дерево, тканини та інші пористі тіла. Проте, не можуть застосовуватись шляхом виливання з великих висот внаслідок значних втрат за рахунок випаровування.

Насичена пара – пара, яка знаходиться у рівновазі з рідкою або твердою фазою даної речовини.

Тиск насиченої пари – тиск, який знаходиться у рівновазі з рідиною або твердим тілом при визначеній температурі. Вимірюється у мм рт. ст., кг/см², Па. Це одна із найважливіших фізико-хімічних характеристик ОР, яка визначає летючість, термін дії ОР та стійкість її на місцевості. Наприклад, якщо речовина характеризується низьким тиском насиченої пари, застосування її з метою зараження повітря неможливе без перетворення в аерозольний стан. Якщо речовина характеризується високим тиском насиченої пари, то навіть при низькій температурі навколишнього середовища вона може утворювати уражаючі концентрації у повітрі.

Теплоємність визначає характер викиду і випаровування ОР з поверхні землі чи будь-якого об'єкту. Вона визначається відношенням кількості теплоти, що передається системі в якому-небудь процесі, до відповідної зміни температури. Питомою теплоємністю називають відношення кількості теплоти до одиниці маси речовини.

Теплота випаровування – кількість теплоти, яку поглинає речовина при ізотермічному випаровуванні рідини, рівновеликій з своєю парою. У випадку відношення до одиниці маси речовини (1 г, 1 кг) вона називається питомою теплотою випаровування. Так само, як і теплоємність, теплота випаровування є одною із головних фізико-хімічних характеристик, які визначають характер викидів і наступних випаровувань ОР.

Температура кипіння – температура рівноваги переходу рідини в пару при постійному зовнішньому тиску, вимірюється в ⁰С. Коли тиск пари будь-якої рідини досягає величини зовнішнього тиску, рідина закипає. Така температура кипіння називається **точкою кипіння** і є характеристикою для хімічних сполук.

Температура кипіння води при нормальному атмосферному тиску дорівнює 100⁰ С, тому що при цій температурі тиск водяної пари води рівний 760 мм рт. ст.

Якщо піднятися над рівнем моря на певну висоту, де зовнішній тиск буде становити, наприклад 355,5 мм рт. ст., то вода закипить при температурі 80°C , тому що за даної температури тиск насиченої пари води буде становити відповідно 355,5 мм рт. ст.

Температура кипіння змінюється обернено пропорційно тиску насиченої пари: чим вищий тиск насиченої пари речовини, тим нижча температура її кипіння.

З підвищенням зовнішнього тиску температура кипіння будь - якої речовини зростає, і навпаки, - із його зменшенням - зменшується. Цю залежність широко застосовують у холодильних системах, автоклавах та кондиціонерах.

Отруйні речовини з температурами кипіння нижче 150°C умовно відносять до нестійких: вони зберігають уражаючі властивості на відкритій місцевості біля 1 години. Отруйні речовини, які киплять при більш високих температурах, є стійкими і тривало діючими. Вони мало летючі а інколи не летючі та в бойовому стані можуть не тільки уражати людей, а й забруднювати місцевість, споруди, озброєння та військову техніку. Зазначений поділ умовний, так як випаровування сильно залежить від кліматичних та метеорологічних умов.

Температура плавлення або температура затвердіння – температура за якої при постійному зовнішньому тиску відбувається рівноваговий фазовий перехід кристалічної (твердої) речовини в рідкий стан або навпаки, або за умови нахилу пробірки з речовиною під кутом 45° , її рівень залишається незмінним на протязі 1 хвилини, вимірюється в $^{\circ}\text{C}$. Для речовин, які плавляться при температурі меншій 20°C , її називають також температурою замерзання. Температура плавлення (затвердіння або замерзання) речовини при нормальному атмосферному тиску (760 мм рт. ст.) називається **точкою плавлення**.

Температура спалаху – найнижча температура речовини, при якій в умовах спеціальних випробувань над її поверхнею виникають пари або газу, які здатні займатися в повітрі від стороннього джерела вогню. Стійкого горіння речовини при цьому не виникає.

Температура займання – найнижча температура речовини, при якій в умовах спеціальних випробувань речовина виділяє горючу пару і газу з такою швидкістю, що після їх запалювання стороннім джерелом вогню виникає самостійне горіння цієї речовини. Дана характеристика властива тільки горючим речовинам.

Температура самозагорання – найнижча температура речовини (або її оптимальної суміші з повітрям), при нагріві до якої виникає різке збільшення швидкості екзотермічних реакцій, що призводять до виникнення горіння з полум'ям.

3.2.3. Токсичні властивості ОР їх класифікація

Токсичність ОР – (toxicum – отрута) важлива характеристика ОР та інших ОР, що визначає їх здатність викликати патологічні (незворотні) зміни в організмі, які призводять до важких наслідків або смерті.

Кількісна характеристика токсичності ОР визначається дозою. Доза речовини, яка викликає певний токсичний ефект, називається **токсичною дозою (D)**.

Токсична доза, що викликає однакові за важкістю ураження, залежить від: властивостей ОР; шляхів проникнення в організм; від самого організму та умов застосування ОР.

Для речовин, які потрапляють до організму в рідкому або аерозольному стані через шкіру, шлунково-кишковий тракт або через рани, уражаючий ефект для кожного конкретного виду організму в стаціонарних умовах залежить тільки від кількості ОР, яка може вимірюватись в будь-яких масових одиницях. В хімії ОР, як правило токсичні дози вимірюють в міліграмах (мг).

Токсичні властивості ОР визначають експериментальним шляхом на різних лабораторних тваринах, тому частіше користуються поняттям питомої токсичної дози – дози, віднесеної до одиниці живої маси тварини та виражається в міліграмах на кілограм (мг/кг).

Токсичні дози умовно поділяють на:

- смертельну;
- яка порушує життєдіяльність;
- початкову.

Токсичні дози ОР шкірно-резорбційної дії.

Смертельна токсична доза LD (L від лат. letalis – смертельний) – це кількість ОР, що викликає при проникненні в організм смерть з визначеною ймовірністю. На практиці користуються поняттями абсолютно смертельних токсичних доз, які викликають загибель організму з ймовірністю 100% (або загибель 100% уражених), LD_{100} і середньо-смертельних, або умовно смертельних токсичних доз, смертельний наслідок від введення яких настає у 50% уражених, LD_{50} .

Токсична доза, яка порушує життєдіяльність ID (I від англ. incapacitate – порушити життєдіяльність) – це кількість ОР, що викликає при проникненні в організм порушення життєдіяльності визначеного відсотку уражених як тимчасово, так зі смертельним наслідком. Її позначають відповідно ID_{50} або ID_{100} .

Початкова токсична доза PD (P від англ. primary – початковий) – кількість ОР, що викликає початкові ознаки ураження організму з визначеною ймовірністю або початкові ознаки ураження у визначеного відсотку людей і тварин. Початкові токсичні дози позначають PD_{100} або PD_{50} .

Цифрові індекси, що позначають відсоток уражених (або ймовірність уражених), загалом можуть мати будь-яке задане значення. При оцінці ефективності отруйних речовин звичайно використовують значення LD_{50} (або відповідно ID_{50} , PD_{50}).

В дозах, менших LD_{50} , ОР викликають ураження різного ступеню важкості: важкі при 0,3–0,5 LD_{50} , середні при 0,2 LD_{50} та легкі, приблизно при 0,1 LD_{50} .

В табл. 5 приведені токсикологічні характеристики ОР.

Таблиця 5

Токсикологічні характеристики ОР

Найменування отруйних речовин та їх шифр	Ураження через органи дихання		Ураження через шкіру
	$LC\tau_{50}$ (мг·хв)/л	$IC\tau_{50}$ (мг·хв)/л	LD_{50} мг/люд.
Зарин (GB)	0,075	0,055	1480
Зоман (GD)	0,05	0,025	100
Ві-ікс (VX)	0,01	0,005	7
Іприт (AD)	1,50	0,200	–
Азотистий іприт (HN)	1,00	0,100	5000
Синильна кислота (AC)	2,00	0,300	1000
Хлорціан (CK)	11,00	7,000	–
Фосген (CG)	3,20	1,600	–
Бі-зет (BZ)	110,00	0,110	–
Хлорацетофенон (CN)	85,00	0,030	–
Адамсит (DM)	30,00	0,030	–
Сі-ес (CS)	25,00	0,020	–
Сі-ар (CR)	–	0,001	–

Табличні значення шкірно-резорбційних ОР дійсні тільки для нескінченно великої експозиції, тобто для випадку, коли ОР, які потрапили на поверхню шкіри не видаляються та не дегазуються. Реально для прояву того чи іншого токсичного ефекту на поверхні шкіри повинна знаходитись більша кількість отрути, ніж приведені в табличних даних токсичності отруйних речовин. Ця кількість та час, на протязі якого ОР знаходиться на поверхні шкіри при резорбції, окрім токсичності, в значній мірі зумовлена швидкістю всмоктування ОР через шкіру. Так, за даними американських спеціалістів, речовина VX, яка характеризується шкірно-резорбційною токсичною дозою LD_{50} 6–7 мг на людину, потрапляє в організм людини, якщо крапельно-рідкий VX в кількості 200 мг буде знаходитись на поверхні шкіри на протязі 1 години, або приблизно 10 мг – на протязі 8 годин. Завдяки захисним властивостям одягу ця кількість збільшується та влітку для 8 годинної експозиції складає приблизно 95 мг.

Токсичні дози ОР інгаляційної дії.

Складніше розраховувати токсичні дози для ОР, які потрапляють до організму людини у вигляді пари інгаляційним шляхом. Насамперед роблять припущення, що інгаляційна токсична доза прямо пропорційна концентрації ОР, C , яка знаходиться у повітрі, та часу її вдихання τ . Крім цього, необхідно враховувати інтенсивність дихання V , що залежить від фізичного навантаження та стану людини. В спокійному стані людина робить приблизно 16 вдихів за хвилину та в середньому поглинає 8–10 л/хв. повітря. Під час середнього фізичного навантаження поглинання повітря збільшується до 20–30 л/хв., а під час важкого фізичного навантаження складає приблизно 60 л/хв.

Таким чином, якщо людина масою G (кг) вдихає повітря з концентрацією в ньому ОР C (мг/л) на протязі τ (хв.) при інтенсивності дихання V (л/хв.), то питома поглинута доза ОР (кількість ОР, яка потрапила в організм) D (мг/кг) буде дорівнювати:

$$D = \frac{C \cdot \tau \cdot V}{G} = \frac{\frac{\text{мг}}{\text{л}} \cdot \text{хвил.} \cdot \frac{\text{л}}{\text{хв}}}{\text{кг}} = \frac{\text{мг}}{\text{кг}}$$

Німецький хімік Ф. Габер запропонував спростити цей вираз.

Він зробив припущення, що для людей або конкретного виду тварин, які знаходяться в однакових умовах, відношення V/G постійне. Поділивши на це відношення обидві частини рівняння, він отримав вираз:

$$T = C \cdot \tau = \frac{\text{мг} \cdot \text{хв}}{\text{л}}$$

Добуток $C \cdot \tau$ Ф. Габер назвав коефіцієнтом токсичності і прийняв його за постійну величину. Цей добуток, хоч і не є конкретною токсичною дозою, але дозволяє порівняти різні ОР за інгаляційною токсичністю. Якщо, наприклад, $C \cdot \tau$ для іприту становить 1,5 мг хв./л, а для фосгену 3,2 мг хв./л, то зрозуміло, що при інгаляції іприт приблизно у 2 рази токсичніший за фосген. Не враховуючи багатьох інших факторів, які впливають на токсичність, величину $C \cdot \tau$ використовують для оцінки інгаляційної токсичності ОР та називають **відносною токсичністю при інгаляції**. Для характеристик смертельної, яка порушує життєдіяльність та первинної токсичності ОР, які уражають організм людини інгаляційним шляхом у вигляді пари або аерозолі, використовують такі ж букви та індекси, що і при токсичних дозах шкірно-резорбційної дії. Їх позначають відповідно $LC\tau_{100}$ та $LC\tau_{50}$, $IC\tau_{100}$ та $IC\tau_{50}$, $PC\tau_{100}$ та $PC\tau_{50}$.

Відносна токсичність $C \cdot \tau$ під час інгаляції залежить від фізичного навантаження на людину. Для людей, зайнятих важкою фізичною працею, вона буде значно меншою, ніж для людей, які знаходяться в стані спокою.

Із збільшенням інтенсивності дихання збільшується швидкість дії ОР. Наприклад, для GB при легеневій вентиляції 10 л/хв. та 40 л/хв. значення LCt_{50} складає відповідно 0,075 мг·хв./л та 0,025 мг·хв./л. Якщо для фосгену добуток $C\cdot\tau$ 3,2 мг·хв./л при інтенсивності дихання 10 л/хв. є середньо смертельним, то при легеневій вентиляції 40 л/хв. – абсолютно смертельним.

Необхідно відмітити, що табличні значення константи $C\cdot\tau$ (табл. 5) справедливі для коротких експозицій, які значно відрізняються для різних отруйних речовин в залежності від їх фізичних, фізико-хімічних та хімічних властивостей. Для AC це значення справедливе при τ – декілька хвилин, а для CG – в межах однієї години.

Межа переносності – це мінімальна концентрація, яку людина може витримувати визначений час без стійкого ураження.

Гранично допустима токсична доза (концентрація) (ГДК) – така доза (концентрація), при якій симптоми отруєння ще не настають. Вона регламентує допустимий ступінь зараження СДОР повітря робочої зони і використовується в інтересах дотримання умов безпеки на виробництві. Ця концентрація визначена як максимально допустима, яка при постійній дії на людину на протязі робочого дня (8 годин) не може викликати через тривалий проміжок часу патологічних змін або захворювань, що визначаються за допомогою сучасних методів діагностики. Вона не може використовуватися для оцінки небезпеки аварійних ситуацій у зв'язку з значно низьким впливом СДОР.

Класифікація отруйних речовин.

Отруйні речовини класифікують: за тактичним застосуванням та фізіологічній дії на організм (рис. 12).

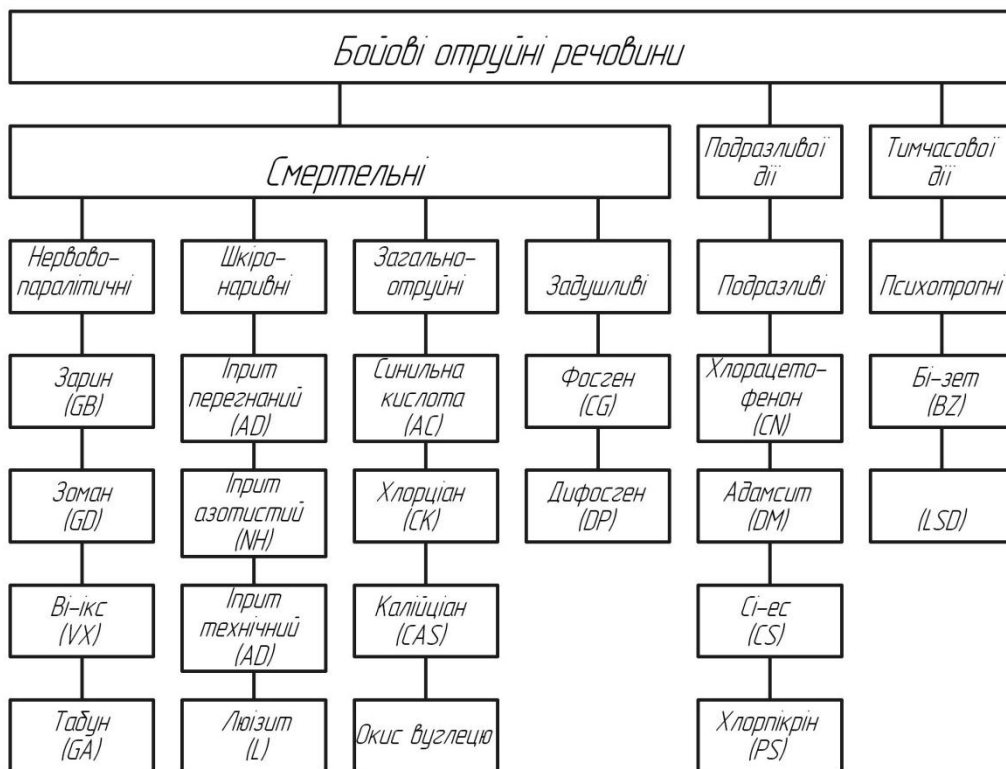
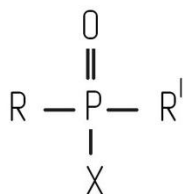


Рис. 12. Класифікація отруйних речовин за тактичним призначенням та фізіологічними властивостями

3.2.4. Отруйні речовини нервово-паралітичної дії

Загальна характеристика

Група отруйних речовин нервово-паралітичної дії об'єднує сполуки, які специфічно порушують нормальне функціонування нервової системи з появою судом, що переходять у параліч. За своєю хімічною природою отруйні речовини цієї групи відносяться до фосфорорганічних сполук. Усі вони є похідними кислот п'ятивалентного фосфору загальної формули:

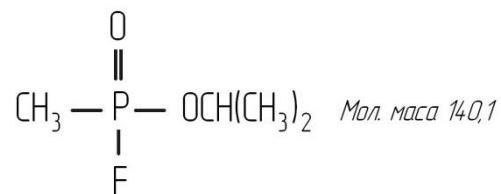


де R – алкіл або алкоксигрупа; R¹ – алкоксі-, алкілмеркапто, заміщена при атомі азоту аміногрупа; X – замітник, зв'язок якого з атомом фосфору менш міцний у порівнянні з R або R¹. Це може бути F, CN, ацілоксі-, диалкіламіноетилмеркапто-, нітрофеноксигрупа, залишок заміщеної фосфорної або алкілфосфонових кислот.

Висока токсичність ОР нервово-паралітичної дії, що проявляється при різних способах проникнення в організм, можливість застосування усіма хімічними засобами ураження, в тому числі літаками та ракетами, за будь-яких кліматичних умов зробили їх провідними засобами ураження в арсеналі хімічної зброї іноземних армій.

Найнебезпечнішими серед ОР є похідні метилфосфонової кислоти GB, GD, VX.

РЕЧОВИНА GB ЗАРИН



Хімічна назва: фторангідрид ізопропілового ефіру метилфосфонової кислоти; ізопропіловий ефір метилфторфосфонової кислоти; ізопропілметилфторфосфонат.

Речовина GB вперше отримана в 1939 році Г.Шрадером в Німеччині під шифром «зарин».

GB є однією із основних ОР смертельної дії, вона призначена для ураження людей шляхом зараження паром приземного шару атмосфери.

Фізичні властивості

Речовина GB є безбарвною прозорою рідиною з густиною 1,0943 г/м³ (20⁰ С), яка не має запаху; густина пари відносно повітря 4,86; змішується з водою та з іншими органічними розчинниками у всіх співвідношеннях. Кипить при температурі 151,5⁰ С з частковим розкладанням, тому переганяють його у вакуумі. Тиск насиченої пари 1,48 мм рт. ст. (20⁰ С), максимальна концентрація пари C_{\max}^{20} 11,3 мг/л, що дозволяє створити смертельні концентрації GB при експозиції, яка не перевищує 1 хвилини. Температура замерзання (тверднення), мінус 57⁰ С, тому є можливість застосовувати в будь-яку пору року.

Пароподібний і рідкий зарин легко сорбується пористими матеріалами (тканинами, вовною, деревиною, цеглою, бетоном), всмоктується у пофарбовані поверхні і гумовотехнічні вироби. Це створює небезпеку отруєнь у людей, які вийшли із зараженої атмосфери та зняли засоби захисту органів дихання за рахунок десорбції отруйної речовини з пористих поверхонь раніше зазначених речовин.

Токсичні властивості

Характерною фізіологічною особливістю GB, як і інших фосфорорганічних отруйних речовин (ФОР), є його здатність хімічно зв'язувати і інактивувати біологічні каталізатори (речовини, які змінюють швидкість хімічних реакцій, а самі після реакції залишаються хімічно незмінними і в тій же кількості) різних реакцій в організмі людини, серед

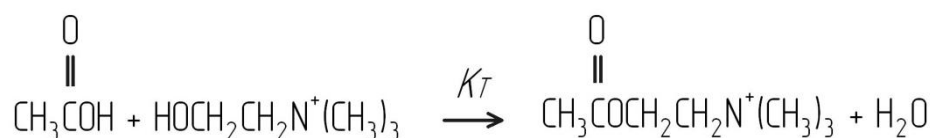
яких важливу роль відіграє *холінестераза* – білок, який зустрічається в багатьох органах і тканинах організму, але основну функцію виконує в нервовій системі, регулюючи процес передачі нервових імпульсів.

Нервова система будь-якого живого організму складається з нервових клітин (нейронів). Тіло нейрона має декілька коротких відростків (дендритів) і один довгий (аксон). Дендрити сприймають зовнішнє і внутрішнє подразнення (світло, звук, механічний вплив, тощо) і передають їх тілу клітини, аксон несе нервовий імпульс від тіла клітини до рецепторів іннервуючих органів або до дендритів інших нейронів.

Елементарна ланка нервової системи складається із декількох поступово розміщених одна за одною нервових клітин таким чином, що аксон одного нейрона знаходиться біля дендрита або тіла іншого нейрона, між якими немає прямого контакту. Вони розмежовані щілиною шириною 20-50 нм, яка заповнена рідиною, що слабо проводить електричний струм. Цю область міжнейронного контакту називають синапсом.

Нервовий імпульс (збудження) передається цією ланкою комплексно – електричним і хімічним способами. Передача через аксон має електричну природу, тобто подібна передачі електричного струму в провіднику. В міжнейронних, нервово-м'язових і нервово-рецепторних синапсах зв'язок між роз'єднаними ланками нервової системи здійснюється за допомогою хімічних речовин – передатчиків нервових імпульсів або медіаторів. Медіатори знаходяться у спеціальних пухирях в області закінчень нервових волокон. Під впливом передачі через аксон електричного імпульсу медіатори виділяються в синаптичну щілину через пресинаптичну мембрану (мембрану перед синаптичною щілиною), збуджують мембрану дендрита наступної нервової клітини або рецептора (постсинаптичну мембрану) і забезпечують таким чином проходження нервового імпульсу далі. Нервові імпульси в організмі людини розповсюджуються із швидкістю біля 120 м/с.

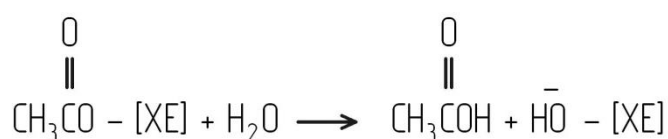
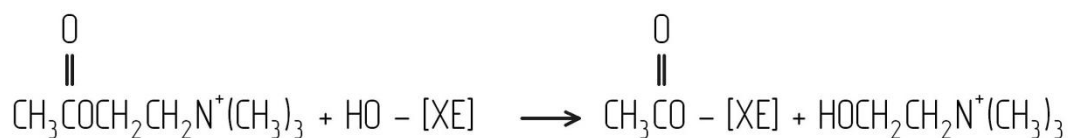
В руховій нервовій системі таким передатчиком є ацетилхолін – складний ефір, який утворюється із оцтової кислоти і холіна в присутності біологічного каталізатора (холінацетилтрансферази):



До тих пір, поки медіатор-ацетилхолін, буде зберігатися в синапсі, через останній з частотою 100 імпл./с будуть проходити нервові збудження.

Для того, щоб робота нервової системи нормалізувалась, необхідно відразу, після проходження імпульсу, розкласти (розблокувати) медіатор на його складові. Після того, як тільки ацетилхолін виконав свою дію в

синапсі, з ним негайно вступає в хімічну реакцію фермент холінацетилтрансфераза. В результаті реакції утворюється аміноспирт, холін та ацетильована холінестераза. Остання хімічно нестійка і швидко розщеплюється водою з виділенням оцтової кислоти і регенерації вихідної холінестерази:



Швидкість процесу дуже велика: кожна молекула холінестерази встигає розкласти за 1 секунду 25 тис. молекул ацетилхоліна, в той час, як гідроліз ацетилхоліна без ферменту триває годинами.

Причиною великої токсичності GB та інших ФОР є хімічне зв'язування ними холінестерази з утворюванням фосфонільованого ферменту, як наслідок є втрата ферментом каталітичної активності. Ацетилхолін, що зберігається в незмінному вигляді у міжнейронних, нервово-м'язових і нервово-рецепторних синапсах, надзвичайно збуджує рухливу, м'язову систему. В результаті перезбудження м'язів рухливої системи виникають м'язові судоми, що переходять у параліч. Скорочення м'язів, які працюють без втручання свідомості (серцевих, рухливих м'язів, м'язів травного тракту, сечового міхура, зіниць ока) викликає порушення роботи відповідних органів; а також супроводжується спазмами, посмикуваннями, паралічем, спостерігається підвищене виділення потових та слинних залоз. Важкість ураження GB та іншими ФОР визначається ступенем зв'язування ними холінестерази.

Отруєння речовиною GB виникає при проникненні в організм як інгаляційним, так і пероральним та шкірно-резорбційним шляхами.

Відносна токсичність GB при інгаляції $LC\tau_{50} 0,075$ мг·хв./л. Першими ознаками ураження є звуження зіниць (міоз) та важке дихання - проявляється при концентрації в повітрі 0,0005 мг/л через 2 хв. Шкірно-резорбційна токсична доза GB складає LD_{50} 24 мг/кг, пероральна - 0,14 мг/кг. При дії через оголену шкіру пароподібної речовини $LC\tau_{50}$ 12 мг·хв./л.

Легкий ступінь ураження – виникає при впливі 0,1 $LC\tau_{50}$ або 0,1 LD_{50} , ознаками якого є міоз, слиновиділення, пітливість. Майже одночасно з'являються ознаки отруєння, пов'язані з явищами спазму кровоносних судин, бронхів, легень та серцевого м'язу, виникає задуха, важке дихання, болісні відчуття в грудях та області чола, загальна слабкість та

послаблення свідомості. Ураження легкого ступеню призводить до втрати працездатності на 1-5 діб.

Середній ступінь ураження – виникає при впливі $0,2 LC\tau_{50}$ або $0,2 LD_{50}$, ознаки якого проявляються швидше і більш виражено. Виникає стійкий міоз, біль при напруженні очей, слезотеча, посилюється головний біль, спостерігається виділення з носу водянистої рідини. При зростанні почуття страху виникає підвищене виділення холодного поту. Спазми, які виникають у гортані та бронхах призводять до важкого дихання, астматичних приступів, нудоти та блювоти. З одночасним підвищенням серцевих скорочень спостерігаються дрібні м'язові посмикування, втрата координації руху, короточасні судоми, виникає мимовільне сечовиділення та виділення калу. Уражений непритомніє на 1-2 тижні, а при несвоєчасному наданні медичної допомоги можлива смерть. Повне відновлення активності холінестерази та видужання можливе протягом 4 - 6 тижнів.

Важкий ступінь ураження – настає при $0,3-0,5 LC\tau_{50}$ або $0,3-0,5 LD_{50}$, при цьому період прихованої дії майже відсутній. Ознаки ураження такі ж, як при отруєннях середнього ступеню, але розвиваються занадто швидко: втрата рефлексу зіниць, болісний тиск у очах, сильний головний біль, блювота, сечо- та кало-виділення, задуха. Приблизно через хвилину настає втрата свідомості та спостерігаються сильні судоми, які переходять у параліч. Смерть настає через 5 – 15 хвилин.

При однакових токсичних дозах GB ознаки ураження проявляються по різному:

- під час проникнення інгаляційним шляхом за 1 хвилину і менше;
- під час потрапляння пероральним шляхом за декілька хвилин;
- під час потрапляння сорбтивним шляхом (через шкіру) за 15-20 хвилин.

Речовина GB має кумулятивні властивості в організмі, тобто дія декількох невеликих доз, які потрапляють в організм людини з інтервалом протягом доби, накопичуються і можуть викликати важкі або смертельні отруєння.

Захист від GB

Надійним захистом від пароподібного GB є фільтруючий протигаз. З метою запобігання резорбції ОР поверхнею шкіри та адсорбції її ворсистими поверхнями тканин доцільно використовувати захисний одяг.

Для розкладу рідкого GB на поверхні шкіри та на поверхнях дрібних предметів існують протихімічні пакети, які необхідно використовувати якомога швидше: обробка ділянок тіла через 2 хвилини після потрапляння на них ОР забезпечує безпеку у 80 % випадків, через 5 хвилин – в 30 % випадків, а через 10 хвилин вона уже майже не ефективна.

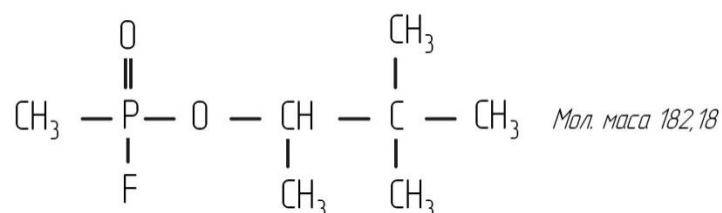
При появі перших ознак ураження GB необхідно самостійно чи з сторонньою допомогою ввести із шприц-тюбика підшкірно або

внутрішньом'язово розчин лікуючого засобу (атропін, афін, будаксим). Вміст шприц-тюбика, введений не пізніше ніж за 10 хв. після ураження, здатний нейтралізувати одну смертельну дозу ОР. При необхідності ураженому необхідно зробити штучне дихання та направити його в лікувальний заклад для надання медичної допомоги.

Лікування уражених головним чином спрямоване на **реактивацію холінестерази**, хоча GB діє і на інші ферменти. В якості реактиваторів застосовують похідні гідроксиламіна типу «МІНА», «ДІНА», 2-ПАМ, нікотингідроксамової кислоти, які у слабколужному середовищі, властивому організму, легко реагують не тільки з самим GB, а й з фосфонільованою холінестеразою, звільнюючи її від залишку GB – ізопропілового ефіру метилфосфонової кислоти. Реактивація ефективна при своєчасному її проведенні, так як «постарівша» фосфонільована холінестераза (після гідролізу її по ізопропоксігрупі) важко піддається поверненню в активний стан.

Для дегазації GB застосовують водні та водно-спиртові розчини лугів або аміаку, а також розчини перекису водню та похідних гідроксиламіна в слабколужному середовищі. М'які, але швидкодіючі дегазатори готують розчиненням аміноспиртів і целлозольволятів в безводних сумішах розчинів, які для цього придатні.

РЕЧОВИНА GD ЗОМАН



Хімічна назва: фторангідрид пінаколілового ефіру метилфосфонової кислоти; пінаколіловий ефір метилфторфосфонової кислоти; пінаколілметилфторфосфонат.

Речовина GD вперше отримана в 1944 році Р.Куном в Німеччині під шифром «зоман».

Фізичні властивості

Пінаколілметилфторфосфонат у чистому вигляді являє собою безбарвну прозору рідину з густиною 1,031 г/см³. Технічний продукт може мати забарвлення від солом'яно-жовтого до коричневого кольору з камфорним запахом. Густина пари GD відносно повітря 6,33 з обмеженою розчинністю у воді: біля 1% при температурі 0⁰ С та не більше 1,5% при температурі 20⁰ С. Однак вода небезпечно заражається та виявляється непридатною до вживання. В органічних розчинниках GD легко розчинний. Пінаколіловий ефір метилфторфосфонової кислоти при атмосферному тиску не переганяється, розрахункова точка кипіння близько 190⁰ С. Тиск насиченої пари біля 0,3 мм. рт. ст. (20⁰ С).

Максимальна концентрація C_{\max}^{20} 3 мг/л, що дозволяє очікувати в атмосфері таку концентрацію пари GD, яка здатна створити смертельну дозу під час перебування в забрудненій атмосфері без засобів захисту на протязі 1 хвилини.

Речовина GD має властивість до переохолодження, при температурі мінус 80° C вона перетворюється в тверду склоподібну масу. Низька температура твердіння дозволяє застосовувати її в будь-яку пору року.

Пористі матеріали всмоктують GD краще, ніж GB. Це зумовлює необхідність попередньої десорбції ОР з одягу та пористих поверхонь перед входом у герметичне сховище, протирадіаційне укриття (ПРУ), споруду, транспортні засоби та техніку.

Токсичні властивості

За характером фізіологічної дії речовина GD аналогічна GB, проте більш токсична. Межа безпечних концентрацій GD в повітрі знаходиться нижче $5 \cdot 10^{-7}$ мг/л, отруєння легкого ступеню виникає під час перебування в зараженій атмосфері з концентрацією $2 \cdot 10^{-5}$ мг/л, експозиція – 15 хвилин.

Під час проникнення ОР інгаляційним шляхом за концентрації $5 \cdot 10^{-4}$ мг·хв/л виникає міоз, важке дихання, слиновиділення, пітливість. У тих випадках, коли експозиція перевищує 2 хвилини, зазначені ознаки ураження можуть проявлятися на протязі декількох діб.

Відносна токсичність GD складає:

- при інгаляції LC_{50} 0,03 мг·хв/л;
- пароподібної ОР через шкіру LC_{50} 7,5 – 10 мг·хв/л;
- шкірно-резорбційна LD_{50} 1,4 мг/кг.

Кумулятивні властивості GD виражені сильніше, ніж при отруєннях речовиною GB.

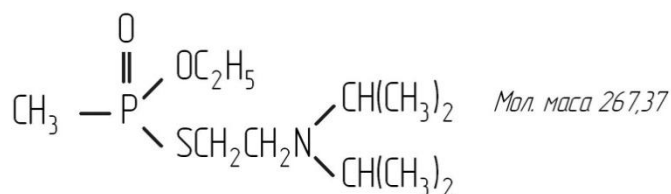
Захист від GD.

Усі рекомендації для захисту від GB в повній мірі підходять і для захисту від речовини GD. Однак, необхідно пам'ятати, що отруєння речовиною GD важче лікується внаслідок більш швидкого «старіння» фосфонільованої холінацетилестерази, що ускладнює її реактивацію.

Справний протигаз з добре підігнаною лицевою частиною та захисний одяг надійно захищають органи дихання, очі та шкіру від впливу пари, аерозолу та краплин GD.

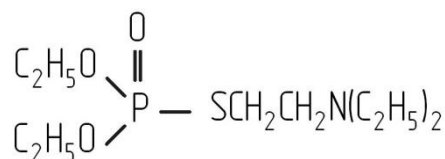
Для дегазації озброєння та військової техніки, а також поверхні різних предметів (об'єктів) застосовують аміачно-лужні розчини. Рекомендовано додавати до них органічні розчинники, особливо такі, які здатні легко реагувати з GD та утворювати нетоксичні сполуки (наприклад, моноетаноламіна). Місцевість та об'єкти, стійкі до корозії, можна дегазувати суспензіями гіпохлоритів кальцію (ГК), а також розчинами лугів.

РЕЧОВИНА VX



Хімічна назва: О-етиловий S-2-(N, N-диізопропіламіно) етиловий ефір метилфосфонової кислоти; О-етил-S-2-(N, N-диізопропіламіно) етилметилтіолфосфонат.

В 1955 році під назвою «амітон» був описаний О, О-диетил – S-2- (N, N- диетиламіно) етилтіолфосфат:



який за токсичністю подібний до зарину. Із-за структурної подібності ацетилхоліну сполуки цього ряду були названі фосфорилтіохолінами.

Речовина VX – одна із основних отруйних речовин смертельної дії, призначена для ліквідації армії противника. Вважається, що у вигляді тонкодисперсного аерозолі VX ефективно діє через органи дихання, а у вигляді грубодисперсного аерозолі та крапель через шкіру та одяг. Тому у США VX розглядається як отруйна речовина, що здатна нанести поразку особовому складу в протигазах. Вона на тривалий час заражає місцевість, озброєння, військову техніку та відкриті джерела водоймищ.

Фізичні властивості

Хімічно чиста речовина VX являє собою безбарвну рідину, що нагадує за своєю рухливістю гліцерин. Технічні продукти мають забарвлення від жовтого до темно-коричневого і за своєю консистенцією схожі на моторні мастила. Густина VX 1,0083 г/см³ при температурі 25⁰ С, густина пари 9,2. Речовина гігроскопічна, обмежено розчинна у воді (біля 5% при температурі 20⁰ С), але змішується з органічними розчинниками. Розчинність її у жирах вища, ніж у речовин GB та GD.

Речовина VX – сполука з високою температурою кипіння, що не переганяється при звичайному атмосферному тиску. Розрахункова точка кипіння 298⁰ С. Тиск насиченої пари при температурі 25⁰ С 0,0007 мм рт.ст., тому при цій температурі створюється максимальна концентрація пари 0,0105 мг/л. У зв'язку з такою низькою летючістю найбільш ймовірне застосування VX у вигляді крапель та аерозолі, так як створити небезпечну концентрацію пари практично неможливо за винятком районів з дуже спекотним кліматом.

Низька температура замерзання VX ($t_{пл} - 39^0$ C) дозволяє застосувати її в холодну пору року.

Речовина VX легко проникає у пористі матеріали, тканини, рослини, що в свою чергу, ускладнює її дегазацію. В подальшому можлива її зворотна дифузія із пор та небезпечне повторне забруднення різних поверхонь.

Токсичні властивості

Подібно іншим ФОР, речовина VX діє головним чином на фермент холінацетилестеразу, тому ознаки її ураження не відрізняються від ознак ураження речовинами GB та GD, хоч і розвиваються трохи повільніше. Час початку прояву перших симптомів залежить перш за все від кількості ОР, яка потрапила до організму.

При проникненні аерозолі VX інгаляційним шляхом ознаки ураження починають проявлятися відносно швидко. Відносна інгаляційна токсичність VX $LC\tau_{50}$ 0,01 мг·хв./л, при цьому час прихованої дії складає 5-10 хвилин. Час не перевищує 10 хвилин навіть при концентраціях, відповідних значенню $IC\tau_{50}$ 0,005 мг·хв./л. Міоз настає при концентрації 0,0001 мг·хв./л через 1 хвилину. Таким чином, VX відносять до швидкодіючих ОР.

У порівнянні з іншими ФОР VX має вищу шкірно-резорбційну токсичність і швидшу сорбцію поверхнею шкіри. Вважають, що середня смертельна токсична доза VX під час резорбції складає LD_{50} 0,1 мг/кг. Найбільш чутливими до впливу VX є шкіра обличчя та шиї. Симптоматика починає проявлятися через 1 – 24 години, але, якщо ОР потрапить в очі, на губи або на пошкоджену шкіру, вплив її проявиться дуже швидко. Під час резорбції VX першими ознаками ураження може бути не міоз, а легкі посіпування шкіри в місцях контакту її з ОР.

Захист від VX

Повний захист від VX забезпечує протигаз та захисний одяг. Після осідання аерозолі ОР необхідно уникати контактів з будь-якими поверхнями у зоні ураження. Висока токсичність та легкість проникнення VX через шкіру зумовлює обмеження строків обробки заражених ділянок тіла рецептурою із індивідуального протихімічного пакету.

Ефективною є дегазація VX, проведена в термін, що не перевищує 5 хвилин після контакту з ОР.

Для знезараження VX на шкірі та одязі підходять розчини алкоголятів аміноспиртів і целлозольвів у безводних сумішах розчинів які для цього придатні. Техніку і об'єкти, заражених VX, можна дегазувати хлорними засобами у безводних розчинниках та окисниках.

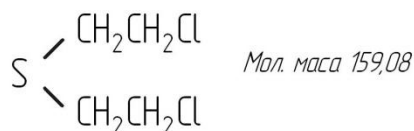
В якості антидотів використовуються препарати, рекомендовані для застосування при ураженнях GB.

3.2.5. Отруйні речовини шкіро-наривної дії

Загальна характеристика

Група отруйних речовин шкіро-наривної дії об'єднує переважно стійкі, з високою температурою кипіння рідкі речовини, ураження якими полягає у запаленні поверхні шкіри тіла людини різного ступеню – від почервоніння до появи гнійних інфільтратів з наступним утворенням язв. Разом з тим, зазначені отруйні речовини мають суттєвий вплив і на інші, більш чутливі системи організму, ніж шкіра: очі, внутрішні органи. Крім цього, ОР шкіро-наривної дії мають загально-отруйну дію внаслідок їх сорбції через шкіру у кров. Вони можуть викликати смертельні отруєння у людей та тварин, але їх основне призначення полягає у тимчасовому, хоча і тривалому ураженні людей, порушенні їхньої життєдіяльності. Крім того ОР шкіро-наривної дії здатні на тривалий час заражати місцевість та об'єкти, мають високу шкіро-резорбційну проникність, що в свою чергу зумовлює необхідність повного захисту поверхні тіла. Усі об'єкти, заражені ОР шкіро-наривної дії, потребують дегазації.

РЕЧОВИНА HD



Хімічна назва: β, β'-дихлордиетилсульфід; 2, 2'-дихлордиетилсульфід; 2, 2'-дихлордиетиловий тіоефір; 1-хлор-2 (2-хлоретилтіо) етан.

Умовна назва іприт. Вперше був отриманий у чистому вигляді В. Майером (Германія) в 1886 році.

Німецькі хіміки В. Ломмель та В. Штайнкопф весною 1916 р. запропонували застосувати β, β'-дихлордиетилсульфід на полі бою. Їх прізвища були увічнені в назві цієї отруйної речовини у Германії: «Lost».

«Lost» вперше був застосований у ніч з 12 на 13 липня 1917 р. під м. Іпр у Бельгії. Мета застосування – зрвати наступ англо-французьких військ. На протязі чотирьох годин було випущено 50 тис. артилерійських хімічних боєприпасів. Ураження різного ступеню отримали 2490 людей, 87 з яких зі смертельним наслідком. Мета була досягнута: англійські та французькі частини змогли відновити наступ на цій ділянці фронту тільки через три тижні.

Нова отруйна речовина у Франції та Росії за місцем першого застосування була названа іпритом. В наступному ця назва стала загальноприйнятною.

Іприт призначений для ураження, виснаження людей та порушення їх життєдіяльності. Він застосовується в краплиннорідкому вигляді та в стані грубодисперсного аерозолю. Як зазначалось раніше, одночасно відбувається тривале зараження місцевості разом з предметами та об'єктами, які на ній знаходяться.

Фізичні властивості

Хімічно-чиста речовина HD являє собою безбарвну маслянисту рідину із слабким запахом касторового масла. Технічна речовина від домішок набуває забарвлення від жовтого до темно-коричневого кольору із характерним запахом часнику і гірчиці. Густина чистої рідкої речовини HD при температурі 20⁰ С 1,2741 г/см³, густина пари відносно повітря 5,5. Речовина HD має деяку поверхневу активність, що призводить до зниження поверхневого натягу води та розтікається по ній з утворенням тонкої плівки. Розчинність у воді дуже мала та складає 0,03% при температурі 0⁰ С і 0,08% при температурі 20⁰ С. З підвищенням температури розчинність HD у воді зростає з одночасним збільшенням швидкості її розкладання, внаслідок чого абсолютна кількість розчиненої речовини буде зменшуватись.

Розчинність HD в органічних розчинниках різна – необмежена у галогенопохідних вуглеводах, бензолі, бензині, у жирах та мастилах, але обмежена у нафтопродуктах з високою температурою кипіння, наприклад, дизельне паливо.

Розчинність HD у спирті залежить від ступеню розчинення останнього водою: з безводним спиртом при температурі 20⁰ С HD змішується повністю, а у 92% спирті розчинність складає усього 25%.

Температура кипіння HD 217⁰ С з частковим розкладанням. Тиск насиченої пари при температурі 20⁰ С складає 0,07 мм рт. ст. з максимальною концентрацією 0,625 мг/л.

Температура плавлення чистого HD 14,5⁰ С, технічний продукт, через наявність домішок, плавиться при більш низькій температурі. Для попередження замерзання HD взимку, під час Першої світової війни її розчиняли тетрахлоретаном, хлорбензолом та хлорпікрином.

Речовина HD швидко проникає у будівельні матеріали, всмоктується у текстильні та гумотехнічні, гумові вироби, шкіру, картон, папір. У подальшому можливе отруєння іпритом в результаті контакту з зараженими матеріалами.

Токсичні властивості

Не дивлячись на велику кількість робіт, присвячених вивченню фізіологічного впливу та активності речовини HD, біохімічний механізм її токсичної дії до кінця не з'ясований. Відомо тільки те, що це отрута, яка спричиняє різноманітний вплив на організм людини.

Подібно іншим ОР, HD є ферментною отрутою, що порушує процес енергозабезпечення клітин усього організму.

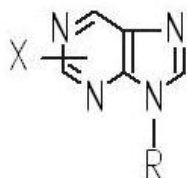
Основним джерелом енергії, що акумулюється в аденозинтрифосваті (АТФ) є глюкоза. У клітинах глюкоза за допомогою ферментних систем спочатку підлягає безкисневому розщепленню до двох молекул молочної кислоти $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$. Енергія, яка виділяється під час розщеплення однієї молекули глюкози під час гліколізу, акумулюється у двох нових

щойно утворених молекулах АТФ. За необхідністю АТФ гідролізується на аденозиндифосфат (АДФ) та фосфорну кислоту з виділенням біля 10 ккал теплової енергії. Молочна кислота підлягає подальшому кисневому розщепленню в послідовних окислювально-відновлювальних реакціях до вуглекислого газу і водню, який в свою чергу, окислюється киснем повітря до води. Енергія, що виділяється, витрачається на регенерацію АТФ, тобто на приєднання до АДФ третього залишку фосфорної кислоти. В результаті повного розщеплення двох молекул молочної кислоти виділяється енергія, достатня для синтезу 36 молекул АТФ із АДФ.

Перетворення глюкози у молочну кислоту відбувається за участю дев'яти ферментів. При підготовці до розриву ланцюга вільна глюкоза попередньо фосфорилується молекулою АТФ в присутності гексокінази – ферменту, який переносить залишок фосфорної кислоти з молекули АТФ на вуглевод з утворенням глюкозо-6-фосфату та АДФ.

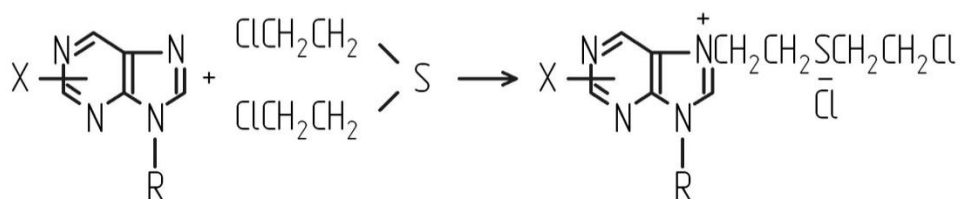


Гексокіназа являє собою складний білок, в якому поліпептид через залишок фосфорної кислоти та п'ятичленний цукор (рибозу) з'єднаний з пуриною основою, яка виконує функцію простетичної групи:

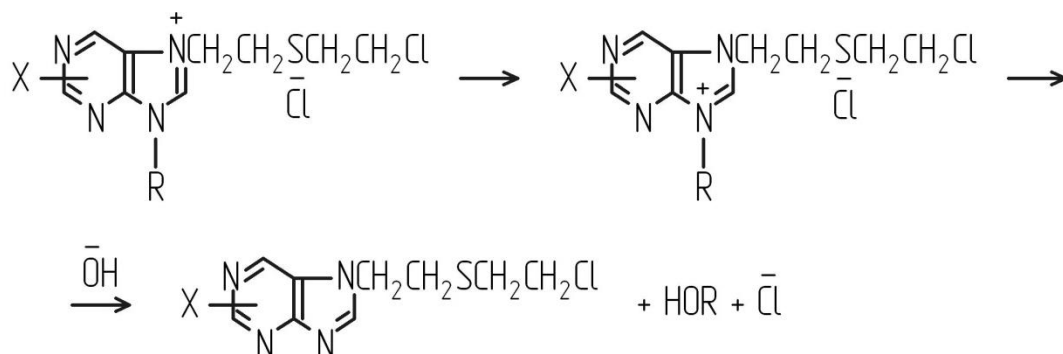


(R – рибоза, до якої через залишок фосфорної кислоти приєднаний протеїновий фрагмент гексокінази з молекулярною вагою біля 96 тис., X – аміно- або оксогрупа).

Припускають, що HD алкілює гексокіназу по атому азоту пуринової основи:



У слабколужному середовищі організму (pH = 7,4 – 7,6) відбувається перебудова продукту вищезазначеної реакції та втрата ферментом пуринової основи:



Внаслідок чого гексокіназа втрачає каталітичну активність, що призводить до порушення процесів споживання та переносу енергії у клітинах організму. Цим і пояснюється загально отруйна дія HD.

Шкірноаривна дія HD, на думку Александрова В.М., Ємельянова В.І., зумовлена взаємодією отруйної речовини із структурними білками клітинних мембран. Відомо, що на частку білків припадає більш 50% сухої маси мембран. Проте, ніякого універсального структурного білка до цього часу не виявлено. Було досліджено, що мембрани з відносно високим вмістом білку беруть участь у здійсненні самих різноманітних ферментативних процесів, у зв'язку з чим можна припустити, що мембранні білки – це, як правило, ферменти. Такий висновок не зовсім правильний, бо неможливо заперечувати в тій чи іншій мірі специфічну роль більшості структурних білків мембран. Каталізуючи деякі реакції у клітині, вони є рецепторами для гормональних та антигенних сигналів, виконують функції «пізнавальних» елементів в мембранному транспорті, а також є трансмембранними переносниками низькомолекулярних речовин. Видозміна структури мембранних білків призводить до порушення клітинної проникності та утворення міхурів внаслідок випаровування цитоплазми під верхній шар шкіри.

Так, як пуринові основи є структурними елементами нуклеїнових кислот, які забезпечують синтез білків, в тому числі використаних ферментів, неважко зрозуміти, що HD може алкилювати нуклеїнові кислоти, внаслідок чого можуть з'являтися пошкодження хромосомного апарату та зміни спадкових ознак. Необхідно відмітити, що ймовірність подібних хімічних мутацій невелика, оскільки нуклеїнові кислоти знаходяться всередині клітинних ядер.

Різноманітність дії HD на організм є основною причиною відсутності антидотів проти неї та складності лікування уражень.

Речовина HD, потрапивши на шкіру у вигляді крапель або аерозолі, спочатку не викликає неприємних відчуттів. На протязі 2–5 хвилин HD

долає верхні шари шкіри, за 7–10 хвилин вона розчинюється в підшкірній жировій клітковині, а через 20–30 хвилин, повністю всмоктуючись через епітелії клітин, потрапляє у кров'яне русло. Далі настає період прихованої дії, тривалістю від двох годин до доби в залежності від дози ОР, температури та вологості повітря. На протязі усього періоду прихованої дії ознаки ураження та токсичного впливу відсутні.

Першими ознаками, після закінчення періоду прихованої дії є свербіж, пекучість та почервоніння шкіри (еритеми) у місцях безпосереднього контакту з рідким або пароподібним HD. Шкіра натягується, стає сухою та теплою. Якщо дози невеликі, то зазначені симптоми через декілька діб зникають. При більш високих дозах з'являється набряклість, на поверхні якої через 16–30 годин після впливу HD виникає багато дрібних міхурів. В подальшому ці міхури зливаються у більші або в один великий міхур з безбарвною або жовтуватою рідиною. Міхури, зазвичай, прориваються і на шкірі утворюються больові іпритні язви, загоєння яких може продовжуватись до 2 місяців і більше. Вдихання парів та аерозолі HD у невисоких концентраціях призводить через 6–8 годин до легкого запалення дихальних шляхів, подразнення у горлі, сухого кашлю, бронхіту на протязі 3–4 діб. Більші концентрації ОР через 3 години спричиняють болісний кашель, втрату голосу, біль у грудях, болісне ковтання, потяг до блювання, кровотечі дихальних шляхів та набряк легень. Загальне отруєння проявляється підвищенням температури тіла, апатії, слабкості та знесилення. Важкі ураження через 3–4 доби закінчуються смертельним наслідком.

При проникненні HD в організм разом із зараженою їжею або водою, через 15–20 хвилин виникає сильний біль у шлунку, який супроводжується виділенням слини, блюванням, кров'яним проносом та спрагою, шкіра блідне, можливий непритомний стан. Внаслідок загального отруєння організму приблизно через дві доби настає смерть. Середньо-смертельна токсична доза під час проникнення пероральним шляхом складає LD_{50} 1–2 мг/кг.

Речовина HD має кумулятивні властивості.

Захист від HD

За характером уражаючої дії HD та її тактичні суміші відносяться до групи ОР смертельної дії, але суттєво поступаються за токсичністю ФОР. Проте, у іноземних арміях HD оцінюється перш за все як один із найбільш небезпечних інкапаситантів. В концентраціях, при яких, наприклад, GB викликає смертельні ураження людей, HD на тривалий час порушує їхню життєдіяльність. При цьому необхідно зазначити те, що завдяки відносно тривалому періоду прихованої дії HD, під час якого зовнішні ознаки ураження відсутні, люди можуть знаходитись у зараженій нею атмосфері довше, ніж у атмосфері, що містить швидкодіючі ОР.

Для захисту організму від уражаючої дії HD необхідно виключити проникнення до нього отруйної речовини. Протигаз надійно захищає органи дихання і очі. Для попередження місцевого та загального ураження через шкіру необхідний спецодяг, так як HD через 3 години проникає через звичайну тканину.

Видимі краплини або грубодисперсний аерозоль HD, що потрапив на шкіру та одяг, необхідно видалити тампоном і обробити ці місця розчином із індивідуального протихімічного пакету або розчинами солей N-монохлорамідів арилсульфакислот (ДТ-1).

Для розкладання HD на місцевості та різних поверхнях придатні будь-які засоби окисної і хлоруючої дії, за умови, якщо вони самі не пошкоджують дегазуючі об'єкти. Для дегазації можна застосовувати водні розчини гіпохлориту натрію, суспензії або розчини гіпохлориту кальцію та його солей, хлорне вапно.

Металеві та дерев'яні поверхні можуть оброблятися розчинами лужних алкоголятів аліфатичних спиртів, ефіро- або аміноспиртів у різних розчинниках, які в свою чергу придатні для дегазації HD на поверхні шкіри.

3.2.6. Отруйні речовини загально отруйної дії

Загальна характеристика

Група отруйних речовин загально отруйної дії об'єднує хімічні сполуки, найрізноманітніші як за своїм фізіологічним впливом, так і за хімічною будовою. Усі вони є швидкодіючими летючими речовинами, що призводять до загибелі людей і тварин внаслідок зупинки дихання. Загальним для них є те, що вони не мають місцевого впливу на органи і тканини, через які потрапляють до організму.

Найбільше значення в якості потенційних ОР загально отруйної дії мають агенти АС (синильна кислота) та СК (хлорціан). Певну небезпеку із-за своєї високої токсичності мають гідриди миш'яку та фосфору, окис вуглецю, карбоніли металів.

РЕЧОВИНА АС



Хімічна назва: ціанистий водень; ціанистоводнева кислота; синильна кислота.

Умовна назва та шифри: АС (США); VN (Великобританія); Forestite (Франція).

Синильна кислота вперше отримана в 1782 р. К. Шеєле (Швеція). В якості отруйної речовини вперше була застосована в 1916 році французькими військами. Всього до кінця Першої світової війни французька армія застосувала біля 4 тис. т. синильної кислоти, але очікуваного бойового ефекту не досягла із-за не удосконалення засобів застосування. Безрезультатним було і застосування тактичних сумішей на її основі: французьких венсеніта (50% HCN, 30% AsCl₃, 15% SnCl₄, 5% CHCl₃) та манганіта (50 % HCN і 50% AsCl₃), британської суміші IL (HCN – CHCl₃, 1:1) та суміші синильної кислоти з хлорціаном.

До початку Другої світової війни в деяких іноземних арміях були розроблені більш удосконалені засоби бойового застосування цієї ОР, що дозволило створювати у приземному шарі атмосфери концентрації пари синильної кислоти, які можуть визвати загибель людей без засобів захисту на протязі декількох секунд. Удосконалення протигазів, а також поява ФОР знизили воєнне значення синильної кислоти. Не дивлячись на це, її і в теперішній час необхідно відносити до потенційних бойових отруйних речовин у зв'язку із широкомасштабним виробництвом у всіх індустріально розвинутих країнах для мирних потреб.

Фізичні властивості

Синильна кислота являє собою безбарвну, прозору та дуже рухливу рідину із своєрідним запахом, що у малих концентраціях нагадує запах гіркою мигдалю. Густина рідкої АС при температурі 20⁰ С 0,6894 г/см³, густина пари відносно повітря 0,947.

Синильна кислота у всіх співвідношеннях змішується з водою та розчинюється у більшості органічних розчинників, за виключенням перфторвуглеводнів та мінеральних масел.

Температура кипіння 25,7⁰ С, тиск насиченої пари 612 мм рт. ст. при температурі 20⁰ С з максимальною концентрацією 873 мг/л. При мінус 13,3⁰ С безводна синильна кислота твердне.

Синильна кислота в пароподібному стані легко сорбується гумовими виробами, шерстяними, текстильними та шкіряними матеріалами, соломною, при цьому маса поглиненої ОР складає 0,013–0,1% від маси пористого матеріалу. Сполука легко проникає у пористі будівельні матеріали, вироби із деревини, через непошкоджену ячну шкаралупу, адсорбується багатьма продуктами харчування.

Під час провітрювання десорбується лише біля 75% поглиненої синильної кислоти.

Токсичні властивості

Синильна кислота специфічно діє на один із ферментів ензиматичного блоку, що знаходиться у мембранах мітохондрій клітин та забезпечує клітинне дихання. За хімічною суттю тканинне дихання – це біологічне окислення продуктів ферментативного перетворення глюкози молекулярним киснем з одночасним виділенням енергії, яка акумулюється у вигляді АТФ. Молекулярний кисень постачається із легень у клітини гемоглобіном у вигляді комплексної сполуки з іоном Fe^{2+} , що знаходиться у гемі гемоглобіну:



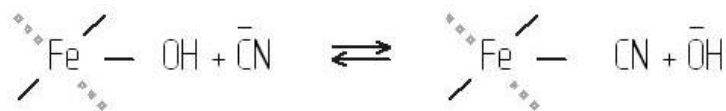
У склад ензиматичного блоку входять ферменти, які забезпечують дегідрування органічного субстрату (дегідрогенази), перетворення відщеплених воднів у протони шляхом відбирання у них електронів та активації молекули кисню внаслідок передачі їй цих електронів (цитохроми). Кисень отримує електрони від останнього цитохрому А₃,

який має назву цитохромоксидази. Цей складний білок з простетичною групою у вигляді залізопорфірінового кільця з іоном заліза, послідовно змінює свій ступінь окислення від Fe^{2+} до Fe^{3+} і навпаки:



Отримавши електрони від попередніх цитохромів, залізо відновлюється до Fe^{2+} , а після передачі їх молекулі кисню – окислюється у Fe^{3+} .

Синильна кислота вступає в реакцію обміну з простетичною групою цитохромоксидази, тобто блокує фермент у момент його переходу в окислену форму:



Внаслідок цього іон Fe^{3+} втрачає здатність до відновлення та активації молекул кисню, які транспортуються кровотоком із легень. Клітинне дихання припиняється на самому головному етапі – етапі засвоєння кисню клітинами. При цьому не порушується ні потрапляння кисню у кров, ні його транспортування гемоглобіном до тканин. Внаслідок цієї метаморфози артеріальна кров, насичена киснем, переходить до вени та призводить до почервоніння поверхні шкіри, ураженої синильною кислотою.

Враховуючи наявність цитохромоксидази у всіх клітинах організму та її важливу роль у процесах біологічного окислення, стає зрозумілим універсальний характер дії синильної кислоти – придушення окисних реакцій у всіх клітинах тканин організму. Головною ознакою отруєння є порушення діяльності центральної нервової системи, чутливої до кисневого голодування. Кисневе голодування викликає насамперед загибель нервових клітин, що і визначає ознаки ураження синильною кислотою.

Таким чином, важкість отруєння залежить в першу чергу від ступеню пригнічення тканинного дихання мозку. При пригніченні дихання на 70% настає смертельний наслідок, пригнічення на 40 – 50% призводить до важких отруєнь, результати яких відчуються тривалий час після контакту з ОР.

Синильна кислота уражає організм при вдиханні її пари, при вживанні з водою та продуктами харчування, шляхом резорбції через шкіру, при проникненні у кров через поверхню рани. Найбільшу небезпеку являє вдихання пари АС.

Важкість ураження при інгаляції в основному залежить від концентрації та часу впливу ОР. Концентрація АС біля 0,02 мг/л переноситься організмом без наслідків навіть при 6-годинній експозиції. При концентрації 0,04–0,05 мг/л та часу дії більше години можливі отруєння легкого ступеню, ознаками яких є відчуття запаху гіркої мигдалю, металевий прикус у роті, подразнення у горлі. Як наслідок: головний біль, запаморочення, порушення координації руху.

При концентрації 0,12–0,15 мг/л та експозиції 30–60 хвилин виникають отруєння середнього ступеню. До перелічених симптомів належать також яскраво-рожеве забарвлення слизових оболонок та шкіри обличчя, нудота, блювота, дихання стає частішим зростає загальна слабкість, біль і відчуття здавлювання у грудях, на фоні поверхневого дихання спостерігаються сповільнення серцебиття і напруга пульсу, розширення зіниць очей, згодом уражений втрачає свідомість.

Важке отруєння (концентрація 0,25–0,4 мг/л та експозиція 5–10 хвилин) супроводжується судомами з повною втратою свідомості, серцевою аритмією, мимовільною дефекацією. Згодом розвивається параліч, дихання стає все повільнішим та повністю зупиняється. Діяльність серця може продовжуватись ще на протязі 5–8 хвилин. Концентрації 0,42–0,5 мг/л при експозиції 2–5 хвилин викликають швидку смерть, а при більш високих концентраціях відбувається миттєве отруєння: уражений непритомніє та за декілька хвилин настає смерть.

Шкірно-резорбційна дія синильної кислоти має небезпечні наслідки при 5–10 хвилинній експозиції і концентрації АС 0,7–1,2 мг/л або тривалому перебуванні при концентрації 0,5 мг/л. Особливо небезпечна резорбція ОР в рідкому стані. Пероральна токсична доза АС для людини LD_{50} 1 мг/кг.

Можливі хімічні отруєння синильною кислотою людей, які безпосередньо контактують з нею під час отримання, переробки та використання різноманітних ціанідів. Подібні отруєння характеризуються пітливістю рук, запамороченням та головним болем, нудотою, печією, загальною слабкістю, виникають порушення роботи шлунково-кишкового тракту, трапляється також параліч та послаблення інтелекту.

Знання біохімічного механізму токсичності АС дозволило знайти засоби профілактики і терапії уражень. Можливі два підходи – знешкодження ОР, яка потрапила до організму, та запобігання зв'язуванню цитохромоксидази:

- перший:

В крові серед гемінових пігментів є метгемоглобін, що містить в гемі іон трьохвалентного заліза (Fe^{3+}), який позначають MHb (Fe^{3+}). Якщо збільшити його вміст, то можна зв'язати синильну кислоту у кров'яному руслі на її шляху до цитохромоксидази клітин. Ефективними метгемоглобіноутворювачами виявилися солі та ефіри азотистої кислоти

(нітриди), які перетворюють в метгемоглобін (Fe^{3+}) частину гемоглобіну (Fe^{2+}). Синильна кислота реагує з метгемоглобіном, перетворюючись в так званий ціанметгемоглобін:



При достатньо високій концентрації метгемоглобіну (Fe^{3+}) у крові в реакцію з ним вступить не тільки ОР, розчинена у плазмі крові, але і та, яка уже зв'язана з цитохромоксидазою, внаслідок чого активність ферменту буде відновлюватись.

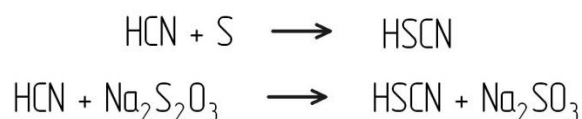
Зрозуміло, що метгемоглобін (Fe^{3+}) нездатний приєднувати кисень і брати участь у перенесенні його із легень до тканин. Тому, при використанні метгемоглобіноутворювачів необхідно дотримуватись норми, не допускати перетворення гемоглобіну в метгемоглобін більш ніж на 30%. В іншому випадку можуть спостерігатись явища, схожі на отруєння окисом вуглецю CO.

В якості метгемоглобіноутворювачів, що вводяться в організм підшкірно або внутрішньовенно у вигляді розчинів, можна використовувати нітрит натрію $NaNO_2$, деякі амінофеноли (наприклад, *p*-диметиламінофенол).

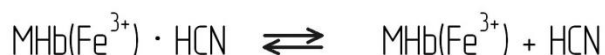
Летючі ефіри азотистої кислоти амільнітрид $C_5H_{11}ONO$ та пропілнітрид C_3H_7ONO вводяться в організм інгаляційним шляхом.

- другий:

Для знезараження АС можливе використання речовин, легко реагуючих з нею з утворенням неотруйних продуктів: колоїдну сірку та тіосульфат натрію $Na_2S_2O_3$, які перетворюють ціаніди в нетоксичну роданістоводневу кислоту, наприклад:

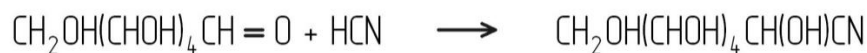


Швидкість цих реакцій невелика, тому краще застосовувати сірковмісні речовини у поєднанні з іншими антидотами. Так, наприклад, у випадку зв'язування АС метгемоглобіном, ціанметгемоглобін, що утворюється з часом дисоціює:



Для виведення із організму цієї отрути, яка поступово утворюється з ціанметгемоглобіну повністю придатні сірка або тіосульфати.

В якості профілактичних та лікувальних засобів при отруєннях АС і ціанідами використовують деякі альдегіди та кетони, що легко приєднують синильну кислоту до своїх карбонових груп. Найбільш відомі із них глюкоза:



або диоксиацетон:



Захисна дія глюкози окрім її здатності зв'язувати синильну кислоту, що знаходиться у крові, зумовлена її стимулюючою дією на внутрішньотканинне дихання та серцево-судинну діяльність.

Захист від АС

Фільтруючий протигаз надійно захищає органи дихання від впливу АС. Під час тривалого перебування у місцях, заражених АС, особливо у закритих приміщеннях, де можуть бути створені високі концентрації речовини, необхідно користуватися захисним одягом.

При ураженні АС слід застосувати антидот, наприклад амлінітрил. Роздавлену ампулу із антидотом швидко вводять під лицьову частину протигазу, за необхідності роблять штучне дихання. Слід пам'ятати, що при вдиханні вмісту однієї ампули антидоту до 20% гемоглобіну у крові перетворюється у метгемоглобін, який не бере участь в переносі кисню від легень до тканин організму. Тому при наданні першої медичної допомоги ураженому рекомендується використовувати не більше двох ампул з амлінітрилом.

В лікувальних закладах додатково до амлінітрилу внутрішньовенно вводять метиленову синь у фізіологічному розчині або в розчині глюкози, 25–30% розчин тіосульфату натрію, диоксиацетон. Комплексна антидотна терапія дозволяє зняти токсичну дію не менше десяти смертельних доз АС.

Ураженим синильною кислотою показані кисне-терапія, яка сприяє окисленню ОР, та засоби, стимулюючі серцеву діяльність, типу камфори, адреналіну, кофеїну, кардіазолу. Синильну кислоту, що потрапила на шкіру, змивають 2% розчином соди або водою з милом.

Для дегазації синильної кислоти придатні водні суспензії, приготовлені із 20% їдкого натру NaOH та 10% розчину залізного купоросу (1 : 2 за об'ємом). Можна обробити АС NaOH, проте утворений при цьому токсичний ціанистий натрій доцільно змішати з надлишком окисника, наприклад 10% KMnO₄.

РЕЧОВИНА СК



Хімічна назва: хлорангідрид ціанової кислоти; хлорціан; хлористий ціан, шифр в армії США – СК.

Фізичні властивості

Хлорціан – безбарвний газ з густиною відносно повітря 2,1. Густина рідкої речовини при температурі 4⁰ С 1,218 г/см³; малорозчинна у воді (7% при температурі 20⁰ С) і добре – в органічних розчинниках, в тому числі у таких отруйних речовинах, як іприт, синильна кислота, хлорпікрин. Температура кипіння 12,6⁰ С, тиск насиченої пари 1002 мм рт. ст., С_{max}²⁰ 3300 мг/л; температура замерзання мінус 6,5⁰ С; добре сорбується пористими матеріалами.

Токсичні властивості

Хлорціан є важливим продуктом промислового органічного синтезу. Його тример, хлористий ціанур, використовується як вихідна речовина для отримання гербіцидів та барвників триазинового ряду.

Під час Першої світової війни хлорціан застосовувався французькими військами у вигляді суміші з трьох-хлористим миш'яком під назвою «вітрит». У роки Другої світової війни в США СК розглядали як речовину, здатну долати шихту фільтруючого протигазу.

На даний час хлорціан не перебуває на озброєнні іноземних армій, проте, враховуючи наявність виробничих потужностей, не можна виключати можливість його застосування як самостійно, так і в суміші з АС.

Хлорціан – швидкодіюча ОР, що має загально отруйну дію та викликає подразнення слизових оболонок очей і верхніх дихальних шляхів. В організмі він генерує ціан-іони, тому ознаки загального отруєння хлорціаном такі ж, як і синильною кислотою.

Подразнююча дія пари СК на очі та органи дихання проявляється без періоду прихованої дії. Початкова подразнююча концентрація 0,002 мг/л, непереносна, що викликає рясну сльозотечу та спазми повік – 0,06 мг/л. Концентрація 0,4 мг/л при 10 хвилинній експозиції може викликати смертельний наслідок. Відносна токсичність при інгаляції LC_{τ50} 11 мг·хв/л, при цьому смерть настає на протязі 1–15 хв. Кумулятивні властивості СК не властиві.

Захист від СК

Захист від СК подібна захисту від АС.

3.2.7. Інші речовини загально отруйної дії

Деякі речовини загально отруйної дії, які вивчались в цілях бойового застосування, внаслідок сукупності фізико-хімічних та токсичних властивостей в даний час, як ОР не розглядаються. Проте, короткі відомості про них необхідні. Наприклад, (фосген, арсин) генеруються у вологому повітрі доступними солями металів які тривало зберігаються і можуть бути небезпечними для екіпажів морських та річкових суден. Інші, такі, як окис вуглецю, утворюються при неповному згоранні вуглеводнів та різних горючих речовин, здатні стати причиною важких отруень людей як у воєнний час так і у мирний період, тим більше, що вони не затримуються шихтою звичайних фільтруючих протигазів.

МИШ'ЯКОВИСТИЙ ВОДЕНЬ



Хімічна назва: миш'яковистий водень гідрид миш'яку; арсин, шифр у армії США – SA.

Миш'яковистий водень вперше був отриманий в 1775 році К. Шеєле (Швеція). Під час Першої світової війни були спроби його застосування, але в силу фізико-хімічних властивостей, таких як, висока летючість та хімічна нестійкість ускладнили створення бойових концентрацій. Проте, застосування арсенідів металів при достатній вологості повітря дає змогу створювати у приземному шарі повітря високі концентрації SA.

Миш'яковистий водень потрапивши до організму людини через органи дихання викликає загальне отруєння, уражаючи кров та центральну нервову систему. Припускають, що SA блокує каталазу еритроцитів – фермент, який забезпечує розкладання перекису водню. В свою чергу перекис водню під час накопичення викликає гемоліз крові – розпадання еритроцитів та зменшення кількості гемоглобіну. Внаслідок чого порушується транспортуюча функція еритроцитів, постачання центральної нервової системи киснем, що призводить до паралічу. Одночасно уражається селезінка та печінка, які збільшуються у об'ємі. Кров'яні тільця, які розпадаються, закупорюють ниркові канали та знижують функцію нирок.

Ознаки ураження SA проявляються після прихованого періоду дії, який в залежності від дози отрути може тривати від двох годин до доби, а при високих концентраціях складає всього 20–30 хвилин.

Ознаками ураження є запаморочення, головний біль, загальна слабкість, нудота та блювота, з'являються відчуття задухи та судоми. Шкіра набуває жовтуватого забарвлення, а у сечі з'являється кров. У важких випадках смерть настає через 2–8 діб.

Небезпечними є концентрації більші за 0,01 мг/л, які при 5–10 хвилинній експозиції викликають отруєння важкого ступеню, а на протязі

години смерть. Концентрації 0,6 мг/л є смертельними при 10–15 хвилинному проникненні до організму інгаляційним шляхом, а при концентраціях, перевищуючих 2 мг/л, смерть настає після декількох вдихів отруєного повітря. Відносна токсичність при інгаляції LC_{50} 1,8 мг·хв/л.

Миш'яковистий водень – безбарвний газ із запахом часнику, зумовленим домішками, густина відносно повітря 2,69. Маса 1 літру газу 3,24 г; обмежено розчинний у воді (один об'єм газу у п'яти об'ємах води), гірше – у лугах та органічних розчинниках, проте розчинний у скипидарі. З повітрям утворює вибухонебезпечні суміші у діапазоні концентрацій від 4,5 до 68%. Температура кипіння мінус 55⁰ С, температура замерзання мінус 116,3⁰ С.

Гідрид миш'яку хімічно нестійкий. Є відновником і легко окислюється навіть слабкими окисниками. Під час нагрівання, а також при контакті з пористими матеріалами, наприклад з шихтою протигаза, гідрид розкладається з виділенням тепла:



Миш'яковистий водень окислюється солями важких металів, при цьому виділяються вільні метали; реакція, що супроводжується виділенням темного металевого срібла, використовується для ідентифікації арсину:



Більш сильніші окисники (перекис водню, гіпохлорити, перманганат калію) перетворюють арсин у миш'якову кислоту:



Реакції окислення придатні для нейтралізації арсину. Деякі з них використовуються в аналітичних цілях.

ФОСФОРИСТИЙ ВОДЕНЬ



Хімічна назва: фосфористий водень; гідрид фосфору; фосфін.

Фосфін вперше отриманий в 1773 році Ф. Жанжамбром (Франція). Він небезпечний тим, що легко, з виділенням великої кількості тепла окислюється на поверхні різних пористих матеріалів в тому числі на шихті протигазу. Це, як правило, призводить до розігрівання протигазової коробки та погіршення її захисних властивостей. Військове значення можуть мати фосфіди металів (магнію, кальцію, алюмінію, цинку).

Фосфористий водень порушує обмін речовин та уражає центральну нервову систему. Ознаки ураження PH_3 подібні до ознак ураження арсином, проте не спостерігається гемоліз кров'яних тілець. Під час вдихання фосфіну виникають запаморочення, головний біль, задуха, слабкість, блювота. У важких випадках спостерігається розширення зіниць та втрата свідомості. Смерть настає через декілька діб внаслідок набряку легень та паралічу серцевої мускулатури. У випадку легких отруєнь уражаються легені та печінка. Концентрації фосфіну до 0,2 мг/л не викликають уражень навіть при одноденній експозиції. Смертельна концентрація складає 1,5 мг/л при 10-хвилинній експозиції.

Фосфін – безбарвний газ із запахом тухлої риби, густина відносно повітря 1,17; малорозчинний у воді, температура кипіння мінус $87,8^{\circ}\text{C}$, температура плавлення мінус $133,8^{\circ}\text{C}$.

За своїми хімічними властивостями фосфористий водень подібний миш'яковистому водню. Він добрий відновник, легко окислюється киснем повітря, солями важких металів та усіма іншими окисниками з утворенням похідних фосфорної кислоти.

ОКИС ВУГЛЕЦЮ



Хімічна назва: окис вуглецю, карбоніл; умовна – чадний газ.

Окис вуглецю вперше отриманий в 1776 році Ж. Лассоном (Франція). Починаючи з 1902 року, коли було здійснено каталітичне відновлення окису вуглецю до метану, сполука стала широко застосовуватись у промисловості для отримання завершених, незавершених та циклічних вуглеводів, спиртів, альдегідів, кетонів та карбонових кислот.

В силу несприятливих фізико-хімічних властивостей CO (погане зберігання, важкість зрідження, низька густина відносно повітря) окис вуглецю не застосовувався в якості отруйної речовини. Проте, він може стати причиною отруєнь людей як у воєнний, так і у мирний час.

Окис вуглецю – кров'яна отрута, що викликає загальне отруєння організму при дії виключно через органи дихання. Із легень він потрапляє у кров, де з'єднується з гемоглобіном з утворенням карбоксигемоглобіну. Окис вуглецю має наближено у 250–300 разів більшу здатність із гемоглобіном і зв'язується з ним більш міцніше, ніж кисень, виключивши, таким чином, гемоглобін із процесу перенесення кисню із легень до тканин. Основою отруєння окисом вуглецю є кисневе голодування тканин, особливо клітин центральної нервової системи, найбільш чутливих до нестачі кисню.

Окис вуглецю має кумулятивну дію. Він не викликає ніяких відчуттів з боку органів дихання та очей, тому отруєння проходить зовсім непомітно. Під час *легких отруєнь* (вміст карбоксигемоглобіну у крові 10 – 15%) спостерігається пульсація у скронях, головний біль, слабкість,

здавлювання у грудях, нудота, блювота. Під час *отруєнь середнього ступеню* (20–35% карбоксигемоглобіну у крові) додатково з'являються порушення координації рухів, синюшність шкіри обличчя, приглушений стан, запаморочення. Під час важких отруєнь (вміст карбоксигемоглобіну у крові 60%) відбувається втрата свідомості, судоми. Смерть настає від зупинки дихання.

При довготривалому впливу малих концентрацій можливі хронічні отруєння, як наслідок: головний біль, легка втома, слабкість, погіршення пам'яті.

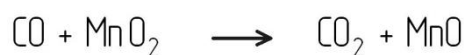
Смертельні концентрації окису вуглецю складають 2 мг/л при одногодній і 5 мг/л при п'ятихвилинній експозиції. Концентрація 0,2 мг/л під час трьохгодинної експозиції викликає отруєння, що у 40% випадків призводить до втрати свідомості.

Окис вуглецю – безбарвний газ, який не має ні смаку, ні запаху, з густиною 1,25 г/л (при температурі 0⁰ С) і густиною відносно повітря 0,967, слаблорозчинний у воді (23,2 см³/л при температурі 20⁰ С), розчинність у спирті приблизно в 10 разів вища. Температура кипіння мінус 191,5⁰ С, температура замерзання мінус 205⁰ С.

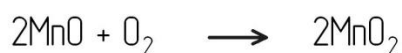
Окис вуглецю погано сорбується пористими матеріалами, в тому числі активованим вугіллям та силікагелем. Він легко проходить через них і навіть проникає через шар ґрунту та цегляні стіни.

При низьких температурах окис вуглецю хімічно малоактивний. Більшість реакцій здійснюється при підвищених температурах та за наявності каталізаторів. Окис вуглецю, як відновник, вступає у різні реакції окислення.

Фільтруючий протигаз не захищає органи дихання від окису вуглецю. Однак до його коробки можна приєднати спеціальний гопкалітовий патрон, який кріпиться між лицьовою частиною та фільтруючим елементом протигазу. Зазначений патрон заповнюють так званим гопкалітом – змішаним окисним каталізатором, який складається із 60% MnO₂ та 40% CuO. На пористій поверхні гопкаліта відбувається окислення CO.



Відновлений каталізатор регенерується шляхом авто-окислення киснем повітря.



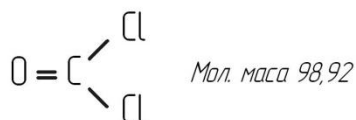
Людам, які уражені окисом вуглецю необхідні киснева вентиляція легень або чисте повітря, серцеві засоби, міцний солодкий чай. У важких випадках роблять штучне дихання.

3.2.8.Отруйні речовини задушливої дії

Загальна характеристика

Дана група отруйних речовин характеризується високою летючістю, при проникненні їх до організму інгаляційним шляхом специфічно уражається легенева тканина і виникає токсичний набряк легень. Такі властивості притаманні CG (фосгену), DP (дифосгену), а також деяким фторовмісним сполукам. Внаслідок відносно невеликої токсичності, ні одна із ОР цієї групи на даний час не перебуває на озброєнні провідних держав світу. Проте деякі із них, зокрема фосген, розглядається в якості резервних ОР завдяки наявності великих виробничих потужностей.

РЕЧОВИНА CG



Хімічна назва: дихлорангідрид вугільної кислоти; карбонілхлорид; хлорокис вуглецю.

Умовна назва та шифри: фосген; D-Stoff (Німеччина); CG (США, Великобританія); Palite (Франція).

Дихлорангідрид вугільної кислоти вперше був отриманий в 1811 році Дж. Деві (Англія), який і дав новій сполуці назву «фосген». З травня 1915 року фосген почав застосовуватись Німеччиною у суміші з хлором. В подальшому усіма країнами у збройних конфліктах застосовувався чистий фосген, яким споряджались в основному артилерійські боєприпаси. Усього в Першу світову війну було виготовлено 40 тис. т. фосгену.

В 1935 році фосген застосовувався італійською армією під час нападу на Ефіопію, японська армія застосовувала його під час війни з Китаєм (1937 – 1945 рр.).

В роки Другої світової війни на озброєнні іноземних армій перебували боєприпаси споряджені фосгеном, призначені для ліквідації особового складу інгаляційним шляхом. У армії США вони кодувались одним зеленим кільцем і мали маркування «CGCAS».

В даний час фосген як ОР знятий з озброєння, проте виробничі потужності тільки в США перевищують 0,5 млн. т в рік. Фосген застосовується у виробництві пестицидів, пластмас, барвників, безводних хлоридів металів.

Фізичні властивості

Фосген – безбарвний газ із запахом прілого сіна та гнилих яблук, густина відносно повітря перевищує 3,48 разів. Густина рідкого фосгену при температурі 0⁰ С складає 1,4203 г/см³, обмежено розчинний у воді, з одночасним розкладанням. Вважають, що розчинність CG у воді при температурі 20⁰ С становить 0,9%. В органічних розчинниках, дизельному паливі, в жирах та мастилах CG розчиняється добре.

Точка кипіння CG 8,2⁰ С, тиск насиченої пари 1178 мм рт. ст. при температурі 20⁰ С. Це зумовлює дуже високу летючість ОР, яка навіть у зимовий час достатня для створення уражаючих концентрацій. Максимальна концентрація CG при температурі 20⁰ С складає 1400 мг/л, а

при температурі 20⁰ С становить 6370 мг/л. Речовина застигає у білу кристалічну масу при температурі мінус 118⁰ С.

Токсичні властивості

Фосген взаємодіє з нуклеофільними функціональними групами ліпідів та структурними білками мембран клітин, що утворюють стінки легеневих альвеол. Це призводить до місцевого підвищення проникності легеневих капілярів і альвеол, внаслідок чого, альвеоли заповнюються плазмою крові; нормальний газообмін в легенях порушується. Нестача кисню у легеневій тканині та підвищена розчинність вуглекислого газу у випареній плазмі сприяє подальшому підвищенню проникності стінок капілярів. При отруєннях важкого ступеню більш 30% плазми крові переходить у легені, які розбухають і збільшуються у вазі з 500–600 грамів у нормальних умовах до 2,5 кг. Дифузія кисню із легень у кровоносні капіляри поступово припиняється, кров збіднюється на кисень при одночасному збільшенні вмісту вуглекислого газу. Нестача кисню, втрата плазми, підвищений вміст білкових молекул збільшують в'язкість крові майже вдвічі. Ці зміни сповільнюють кровообіг і призводять до небезпечного перевантаження серцевого м'яза та спаду кров'яного тиску. Токсичний набряк легень є причиною загибелі організму із-за припинення окислювально-відновних процесів у органах та тканинах.

Смертельний наслідок зазвичай настає на другу-третю добу. У випадку, коли «критичний» період минув, то стан ураженого поступово починає покращуватись, і через 2–3 тижні хворий видужує. Проте у зазначений період можливі дуже небезпечні ускладнення із-за вторинних інфекційних захворювань.

Безпосередній вплив CG на клітинні мембрани капілярів і альвеол виключає можливість знаходження антитоксинів проти цієї ОР; лікування хворих симптоматичне.

Ознаки токсичного набряку легень проявляються після періоду прихованої дії, який триває в середньому 4–6 годин. В залежності від дози CG, стану та фізичного навантаження уражених період прихованої дії може зменшуватись до 2–3 годин або збільшуватись до 15 годин. Слід зазначити, що короткий латентний період є ознакою більш важкого ураження організму, який не може самостійно справитись з ОР і у короткий термін часу прогресуючі ознаки хвороби швидко проявляються. Небезпечним є те, що на протязі усього латентного періоду уражені не відчують ніяких ознак отруєння, почувають себе цілком працездатними і, продовжуючи залишатись в отруєній атмосфері, можуть вдихнути декілька смертельних доз CG. Підступність отруйної речовини полягає в тому, що спочатку, починаючи від незначних концентрацій у повітрі 0,004 мг/л., відчувається її запах, згодом CG притуплює нюховий нерв, після чого перестають відчуватись навіть більш високі концентрації газу.

Отруєння клінічно починає проявлятися в кінці періоду прихованої дії симптомами якого є подразнення та печія у носоглотці, потяг до кашлю. В подальшому кашель посилюється, настає задуха. Ніс, губи, вуха, кінцівки синіють, пульс стає повільнішим. набряк легень зростає та призводить до сильної задухи, болісному тиску у грудній клітці. Частота дихання зростає з 16 вдихів за хвилину у спокійному стані до 30–70, при цьому дихання стає все більш поверхневим, пульс стає частішим до 100 ударів за хвилину. Відбувається сильне виділення пінистої мокроти (інколи з кров'ю). набряк легень та пригнічення дихального центру викликають смертельний наслідок.

Вдихання CG з концентрацією 0,004 мг/л на протязі однієї години не призводить до отруєння, але впливає на смакові відчуття. За концентрації 0,5–0,6 мг/л та однохвилинній експозиції можуть виникати легкі отруєння, а при трьох-, п'ятихвилинній – отруєння важкого ступеню. Відносна токсичність при інгаляції LC_{50} 3,2 мг·хв/л.

У випадку перебування людей в атмосфері CG з концентрацією понад 5 мг/л смерть може наступити через декілька секунд. В даному випадку набряк легень не розвивається, виникає миттєва форма гіпоксії внаслідок наповнення легень газом при майже повній відсутності у повітрі кисню.

Уражені непритомніють, настає параліч дихального центру, а згодом – смерть. Враховуючи фізичні властивості ОР та сприятливі топографічні і метеорологічні умови, створення високих концентрацій CG цілком можливе.

Фосген має кумулятивні властивості, в організмі постійно накопичуються його дози, що може призвести до важких отруєнь і навіть смерті.

Захист від CG

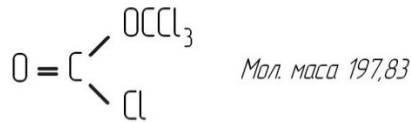
Речовина фосген – нестійка ОР, яка заражає тільки атмосферу. Термін дії CG влітку складає приблизно 30 хвилин, взимку – до 3 годин. Тривале зараження повітря можливе лиш у місцях його застою.

Фільтруючий протигаз надійно захищає органи дихання від CG. Засоби захисту шкіри не використовуються.

У випадку застосування CG усі уражені, що опинилися у зараженій атмосфері, незалежно від терміну перебування у ній умовно вважаються переносними хворими. Вони повинні, у мінімально короткий термін часу бути евакуйованими з осередку зараження незалежно від суб'єктивного стану здоров'я. Вихід пішим порядком навіть при відсутності скарг не допускається. Евакуація повинна бути швидкою так, як надійний протигаз чинить опір диханню і надає додаткове фізичне навантаження ураженому на органи дихання і на серцевий м'яз. Рекомендується зігрівання тіла та гарячий чай.

Лікування уражених передбачає боротьбу з наростаючим набряком легень, усунення кисневої недостатності та підтримка функцій серцево-судинної системи.

ДИФОСГЕН DP



Хімічна назва: трихлорметиловий ефір хлорвуглецевої кислоти; трихлорметиловий ефір хлормурашиної кислоти; трихлорметилхлорформіат; трихлорметилхлоркарбонат; хлорангідрид трихлорметилового ефіру вуглецевої кислоти.

Умовна назва та шифри: дифосген; DP(США); Perstoff (Німеччина); Superpalite, Diphosgen (Великобританія); Surpalite Франція.

Дифосген був отриманий в 1847 році О. Кауром (Франція).

Вперше був застосований Німеччиною у червні 1916 році проти французьких військ під Верденом. Дифосген різноманітно використовувався в Першу світову війну, як самостійно так і у сумішах з хлорпикрином та димоутворюючими сумішами. Всього за роки Першої світової війни було вироблено біля 20 тис.т дифосгену, з яких 15,6 тис.т припадає на частку Німеччини.

У роки Другої світової війни дифосген продовжував залишатись на озброєнні армій провідних капіталістичних країн.

Під шифром DP дифосген перебував на озброєнні у армії США. В теперішній час він знятий з озброєння і виробництва, проте у випадку необхідності може бути легко отриманий із фосгена. Перед Другою світовою війною він розглядався як більш перспективною ОР, ніж фосген, призначений для ліквідації і виснаження противника.

Фізичні властивості

Дифосген являє собою безбарвну легко рухому рідину з запахом прілого сіна або гнилих фруктів, густина $1,6403 \text{ г/см}^3$ при температурі 20^0 С , густина пари відносно повітря 6,9. Дифосген розчиняється у воді гірше фосгену, при цьому розкладаючись, проте в органічних розчинниках, паливі та мастильних матеріалах розчиняється добре. Температура кипіння 128^0 С , тиск насиченої пари при температурі 20^0 С 11,2 мм. рт. ст., максимальна концентрація при тій же температурі 120 мг/л. Внаслідок меншого у порівнянні із фосгеном тиску насиченої пари, дифосген довше зберігає свої уражаючі властивості, а його концентрація, що створюється за рахунок випаровування, достатня, щоб викликати важке отруєння. Температура замерзання мінус 57^0 С .

Токсичні властивості

За дією на організм DP подібний речовині CG. Вдихання пари DP призводить до токсичного набряку легень, рідка ОР не всмоктується через шкіру. Ознаки подразнення, які виникають при потраплянні DP на шкіру, несуттєві і не набувають характеру опіку. Ознаки отруєння DP відповідають ознакам отруєння фосгену.

Межа подразнюючої дії DP на очі складає 0,005 мг/л. Непереносна концентрація – 0,075 мг/л при однохвилинній експозиції, смертельна – 0,5–

0,7 мг/л при 15-хвилинній і 1 мг/л– при однохвилинній експозиції. Відносна токсичність при інгаляції $LC\tau_{50}$ 3,4 мг·хв/л.

Захист від DP

Захист від DP подібний захисту від CG.

3.2.9. Отруйні речовини психотропної дії (інкапаситанти)

Загальна характеристика

Інкапаситантами називають отруйні речовини, які тимчасово впливають на життєдіяльність людей. До них, зокрема, відносяться психотропні речовини. Це синтетичні або природні сполуки, здатні викликати у здорових людей психічні аномалії або фізичну нездатність виконувати різні завдання.

Особливістю психотропних речовин є те, що вони в надзвичайно малих дозах (міліграми – мікрограми на людину), які не виявляються звичайними методами індикації, здатні тимчасово впливати на людей. Проте необхідно зауважити, що великі дози психотропних речовин можуть призводити до смертельних наслідків.

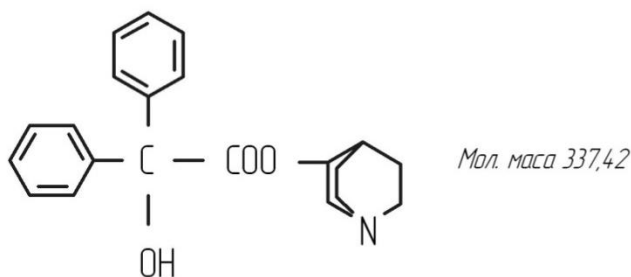
Уражаючі концентрації психотропних ОР у 10 разів нижчі, ніж у GB і в 1000 разів нижчі, ніж у AC. У порівнянні із іншими ОР, мають велике значення так названого *фактора безпеки–коефіцієнта безпеки* (K_6). Це є відношення LD_{50}/ID_{50} , або $LC\tau_{50}/ID\tau_{50}$. Для порівняння зазначимо, що у випадку застосування ФОР до втрати боєздатності призводить доза, яка у 2 рази менша смертельної $K_6=2$, то у випадку застосування психотропних ОР відповідна доза в середньому може складати 0,001 смертельної, $K_6=1000$.

Різні психотропні речовини по різному впливають на людину. Багато з них викликають розумові та психічні розлади, які проявляються різкою зміною поведінки людини, інші здатні викликати порушення координації рухів, тимчасову сліпоту або глухоту, блювоту, різку зміну кров'яного тиску. Також є ймовірність застосування (транквілізаторів), які призводять до апатії, байдужості, в'ялості, негативно впливають на розумові здібності, увагу та зосередженість.

Біохімічний механізм дії психотропних речовин дуже складний та недостатньо вивчений. Відомо лише те, що багато із них порушують процеси передачі нервового збудження в гангліях і синапсах центральної нервової системи, пригнічують деякі ферментні комплекси. Якщо врахувати те, що в організмі людини багато, як ферментних систем, так і хімічних передатчиків нервового імпульсу (в якості останніх, крім відомого уже ацетилхоліну є норадреналін, серотонін, γ -аміномасляна кислота та ін.), зовсім неважко уявити різноманітність психотропних речовин за хімічною будовою та фізіологічним впливом.

Розглянемо деякі із них.

РЕЧОВИНА VZ



Хімічна назва: 3-хінукліділовий ефір бензилової кислоти; 3-хінукліділовий ефір дифенілоксиоцтової кислоти; 3-хінукліділбензилат; 3-хінукліділовий ефір дифенілгліколевої кислоти; 3-хінукліділдифенілгліколат, шифр в армії США – VZ.

Сполука вперше отримана в 1955 році Дж. Білом (США). В 1961 році після встановлення Л. Абудом високої психоактивності VZ, прийнята на озброєння в армії США. В 1962 році в арсеналі Пайн-Блафф почалося виробництво VZ. В 1966 році успішно проведені польові випробування для визначення бойової ефективності VZ.

Фізичні властивості

VZ – біла кристалічна речовина без смаку і запаху із густиною 1,33 г/см³ при температурі 20⁰ С, густина пари відносно повітря 11,6. У воді практично нерозчинна, проте розчинна у хлороформі та інших галогенопохідних вуглеводнів. Температура кипіння 412⁰ С. Тиск насиченої пари і летючість VZ не великі: навіть при температурі 70⁰ С $P_{нас}$ 3,2 10⁻⁵ мм. рт. ст., а C_{max} 0,0005 мг/л. Температура плавлення 190⁰ С.

Токсичні властивості

Речовина VZ викликає ураження при проникненні в організм інгаляційним, пероральним і венозно-артеріальним шляхом. Відносна токсичність при інгаляції $LC_{\tau_{50}}$ 110 мг·хв/л, $IC_{\tau_{50}}$ 0,11 мг·хв/л, $K_6 = 1000$, проте смертельні ураження для VZ нехарактерні; вони можуть виникати тільки у літніх людей, дітей та людей, які мають захворювання дихальних шляхів. Ознаками ураження є розширення зіниць, сухість у роті, зростає частота серцебиття, запаморочення, м'язова слабкість. При 30 – 60 хвилинній експозиції спостерігаються послаблення уваги і пам'яті, зниження реакції на зовнішні подразнення. Уражений втрачає орієнтацію, виникають уявлення психомоторного збудження, періодично змінюючись галюцинаціями. Контакт із навколишнім світом втрачається, уражений не в змозі відрізнити реальність від утворених у його свідомості ілюзійних уявлень.

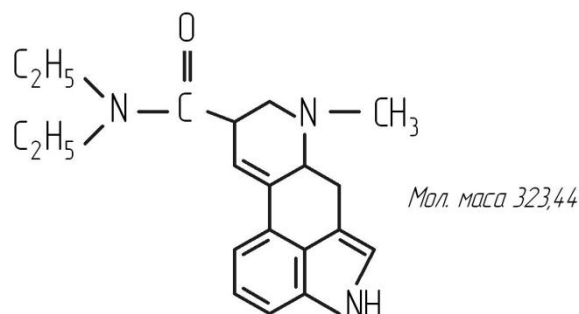
Розвивається негативізм: уражений постійно робить протилежне тому, що йому пропонується. Активно протидіє будь-якому збудженню і до всього має негативне відношення. В цей період можуть виникати спалахи гніву. Наслідком порушення свідомості є шаленість з періодами часткової або повної втрати пам'яті. Окремі ознаки ураження зберігаються до п'яти діб.

Психотоксичний ефект досягає максимуму через 30–60 хвилин після проникнення ВЗ до організму і продовжується 1–4 доби в залежності від дози і стану ураженого. Початкова інгаляційна доза 2 мг на людину. Смертельна токсична доза при внутрішньовенному введенні гризунам (мишам) складає LD_{50} 23,5 мг/кг.

Захист від ВЗ

Надійним захистом органів дихання від аерозолю ВЗ є протигаз. Допомога ураженим здійснюється у медичних закладах фахівцями, так як необхідний точний діагноз отруєнь, щоб застосувати відповідні ліки. Для нейтралізації ВЗ придатні окисники або розчини лугів у розчинниках, які підходять за умов нагрівання або кип'ятіння.

РЕЧОВИНА LSD



Хімічна назва: N, N-диетиламід лізергінової кислоти; N, N-диетиллізергіноламід.

Умовна назва та шифри: LSD; LSD-25; Lysergide, Delysid.

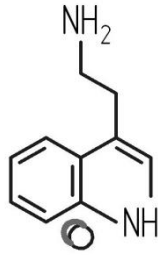
Диетиламід лізергінової кислоти вперше був отриманий в 1938 році. А. Гофманом (Швейцарія). Перші публікації про LSD, її аналогах та психотропної дії появились в 1943 році. Не дивлячись на високу фізіологічну активність, LSD не було прийняте на озброєння передових армій в силу малої доступності. У випадку розробки можливих варіантів та способів отримання LSD у великих масштабах, сполука без сумнівів займе своє місце в арсеналі хімічної зброї.

Фізичні властивості

Диетиламід лізергінової кислоти являє собою тверду безбарвну речовину, без смаку та запаху, кристалізується у вигляді призм. У воді практично не розчинна, температура плавлення 83°C .

Токсичні властивості

Біохімічний механізм впливу LSD на фізіологічні процеси людини складний і до кінця не вивчений. Відомо, що диетиламід лізергінової кислоти є структурним аналогом серотоніну, який подібно ацетилхоліну – передатчику нервових імпульсів у нервових клітинах, передає нервові збудження у синапсах головного мозку, а також на периферії, в системах прийому інформації:



У зв'язку із зазначеним, LSD впливає на функціонування різних систем організму. Під час отруєння спостерігаються різноманітні симптоми ураження – від порушень самої психіки до розладів вегетативної нервової системи, що в свою чергу регулює роботу усіх внутрішніх органів. Передаючи нервові імпульси у синапсах головного мозку, серотонін регулює стан відпочинку, сон і накопичення енергії. Диетиламід лізергінової кислоти, маючи чітко виражену антисеротонінну дію, порушує процеси регуляції, що призводить до галюцинацій. При цьому LSD відіграє роль мало специфічного серотонінолітика (речовини, блокуючої рецептори синапсів, в яких медіатором є серотонін) подібно холінолітику ВЗ в системі передачі нервових імпульсів з участю ацетилхоліну.

Крім цього, LSD поводить себе як інгібітор (речовина, що сповільнює чи зупиняє перебіг хімічних реакцій, біохімічних і фізіологічних процесів) по відношенню до ферменту моноамінооксидази (MAO) серотоніну і до MAO інших медіаторів нервової системи, наприклад MAO γ -аміномасляної кислоти, MAO гістаміну, MAO норадреналіну. Все це значно ускладнює ураження організму диетиламідом лізергінової кислоти і затрудняє вибір методів лікування уражених.

Психотоміметична дія LSD проявляється при попаданні сполуки у шлунково-кишковий тракт, при вдиханні аерозолі, при проникненні у кров через рани і при сорбції шкірою. З крові LSD дуже швидко, через декілька хвилин, трансформується у внутрішні органи, в тому числі понад 70% у кишечник і всього 0,02% у головний мозок. Проте, і цієї кількості достатньо, щоб викликати серйозні розлади центральної і периферичної нервової системи. Характерним є те, що місцевої дії LSD на органи і тканини, через які потрапляє до організму в цілому не здійснює. Умовно виділяють три стадії психозу: **початкову, стадію психозу, заключну.**

Початкова стадія характеризується, перш за все, неприємними суб'єктивними відчуттями. Через 15–20 хвилин після проникнення LSD до організму спостерігається відчуття здавлювання, втоми, внутрішнього збудження, тривоги, запаморочення та головного болю, неприємного болю в області серця, похолодіння і тремтіння рук. Одночасно спостерігаються різноманітні вегетативні розлади – почервоніння або, навпаки, збліднення шкіри, почуття жару або холоду, пітливість, посилене слино- та сльозовиділення, нудота. Зіниці очей розширюються, мова втрачає

розбірливість, пульс стає частішим, дихання – сповільнюється. Порушення координації рухів призводить до невпевненої ходи, невпевненому поводженню з предметами. Тривалість початкової стадії в залежності від дози і способу проникнення LSD в організм коливається від 40 хвилин до 1,5 години.

Стадія психозу починається із зміни емоційного настрою та поведінки, які у свою чергу залежать від психічного складу людей. У одних виникає настороженість, подавлений настрій, депресія, у інших – ейфорія. Поступово з'являються ілюзійні і спотворені сприйняття навколишнього світу. Наприклад, плями на стіні або тріщини сприймаються у вигляді різних споруд, люди та предмети що оточують уявляються в спотвореному, деформованому вигляді і здаються забарвленими у яскраві, невластиві їм кольори. Зазвичай виникають зорові галюцинації у вигляді яскраво забарвлених світлих образів і картин. Виникають явища синестезії (змішання сприйняття), коли ураженому здається, що він на нюх сприймає музику, чує звук кольору або відчуває дотик запаху.

Виникає ілюзія роздвоєння особистості: уражений фіксує навколо себе події, проте вважає, що все це його не стосується. Одночасно втрачається орієнтування у просторі та часі, на фоні порушень мислення і мовлення послаблюються розумові здібності. У період психозу настрої уражених може неодноразово змінюватись від ейфорії до депресії і навпаки. Агресивність зростає до кінця стадії психічних розладів, яка починається за 2–4 години після ураження і триває 5–8 годин.

Заклучна стадія характеризується поступовим зникненням соматичних і вегетативних розладів. Ця стадія триває 16–18 годин, інколи 1,5–2 діб.

Комулятивної дії у LSD не виявлено, проте після багаторазових отруєнь невеликими дозами спостерігались тривалі періоди психозів. Привикання до LSD також не виявлено.

Мінімальна діюча доза LSD, що викликає ознаки психозу, становить 0,0005 мг/кг, що в середньому – 0,035–0,05 мг на людину. Дози, понад 0,02 мг на людину, призводять до вегетативних розладів. Оптимальна психотоміметична доза при пероральному введенні ID_{50} 0,002 мг/кг, або 0,15 мг на людину, однак для людей, не вживаючих алкоголь, вона складає 0,1–0,2 мг, а для вживаючих – 0,3–0,5 мг на людину. Інгаляційні дози аерозолів відповідно такого ж порядку. Смертельна токсична доза для людини LD_{50} становить 1–5 мг/кг.

Захист від LSD

Захист від LSD подібний захисту від BZ.

3.2.10. Отруйні речовини подразнюючої дії (іританти)

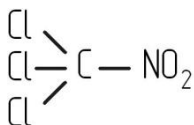
Загальна характеристика

До подразнюючих речовин відносяться хімічні сполуки, які в незначних концентраціях можуть викликати короточасну втрату особовим складом боєздатності внаслідок подразнення слизових оболонок очей, верхніх дихальних шляхів, а інколи поверхні шкіри. У США та інших країнах їх називають іритантами (від англ. irritant – подразнююча речовина).

Основне бойове призначення іритантів – викликати фізичне та психологічне виснаження противника в результаті систематичного і тривалого застосування речовин подразнюючої дії, змусити війська супротивника знаходитись у засобах захисту органів дихання та в укриттях, і як наслідок знизити їх боєздатність.

Речовини подразнюючої дії відносяться до швидкодіючих отруйних речовин короточасної дії, зумовлено тим, що після виходу із зараженої атмосфери ознаки отруєння проходять через декілька хвилин.

РЕЧОВИНА PS



Хімічна назва: трихлорнітрометан; нітрохлороформ.

Умовна назва та шифри: хлорпикрин; PS, Vomiting Gas (США); Klop (Німеччина).

Речовина PS вперше отримана в 1848 році Дж. Стенгаузом (Великобританія), який і дав їй скорочену назву «хлорпикрин». В 1916 році хлорпикрин був вдало застосований Німеччиною у суміші з дифосгеном. В той час хлорпикрин долав «вологі протигази», тому швидко почав виготовлятися всіма провідними країнами, що брали участь у збройних конфліктах.

В мирних цілях хлорпикрин застосовують для фумігації ґрунту та зерносховищ, а також використовують для знищення різного виду жуків та паразитів.

Фізичні властивості

Речовина PS являє собою безбарвну рідину з характерним різким запахом, яка сильно переломлює світло. Під впливом світла поступово жовтіє, а згодом набуває жовто-зеленого кольору. Густина рідини при температурі 20⁰ С 1,6579 г/см³, густина пари відносно повітря 5,7. Розчинність у воді складає 0,16% (25⁰ С), зменшуючись при нагріванні. З переважною кількістю органічних розчинників PS змішується у всіх співвідношеннях. Температура кипіння 113⁰ С, тиск насиченої пари 18,31 мм. рт. ст. при температурі 20⁰С, максимальна концентрація пари 184 мг/л (20⁰ С), температура замерзання мінус 69,2⁰ С.

Токсичні властивості

Хлорпікрин в концентраціях 0,01 мг/л (у деяких людей – 0,002 мг/л) викликає подразнення слизових оболонок очей та верхніх дихальних шляхів. Ознаками подразнення є: печія, різь і біль в очах, слезотеча та болісний кашель. Концентрація 0,05 мг/л є непереносною і викликає, крім зазначених вище ознак, реакції рефлекторного характеру у вигляді нудоти та блювоти, IC_{t50} 0,2 мг·хв/л. Згодом розвивається швидкий зростаючий набряк легень, виникають крововиливи у внутрішніх органах та серцевому м'язі. Відносна токсичність при інгаляції LC_{t50} 20мг·хв/л.

Захист від PS

Надійним захистом від PS є протигаз. Для дегазації ОП придатні водно-спиртові або водні (з добавкою поверхнево-активних речовин) розчини сірчистого натрію. В окремих випадках PS може бути видалений із приміщень провітрюванням.

3.2.11. Сильнодіючі отруйні речовини

В Україні, як і в інших промислових країнах світу, є багато окремих об'єктів господарювання де виготовляються, переробляються утилізуються багато різноманітних хімічних речовин, небезпечних для навколишнього середовища, токсичних і шкідливих для здоров'я людей та тварин. Такі речовини називають сильнодіючими отруйними речовинами (СДОР). Крім того, багато з них перевозять транспортом, що в свою чергу підвищує їх безпеку.

В особливий період функціонування держави об'єкти, які зберігають СДОР можуть бути навмисно зруйновані. У мирний час при виникненні аварій, катастроф або інших стихійних лих СДОР можуть потрапити в навколишнє середовище, завдати йому шкоди та стати причиною ураження людей, тварин, рослин, зокрема зі смертельними випадками.

Найбільш розповсюдженими та небезпечними, що застосовують у різних галузях об'єктів господарювання є хлор, аміак, сірчаний ангідрид, сірководень, бензол, фтористий водень, ацетон, уайт-спірит, дихлоретан, бензин, соляна, сірчана, азотна кислота та інші.

ХЛОР (CL₂)– газ жовто-зеленого кольору з різким запахом, приблизно у 2,5 важчий за повітря, мало розчинний у воді (1 об'єм води розчиняє 2,5 об'ємів хлору). 1 літр хлору при нормальних умовах (0⁰ С, 760 мм.рт.ст.) важить 3,21 г. Температура кипіння -34⁰ С. Під тиском 6 ат. та звичайної температури перетворюється у рідину. Зріджений хлор зберігають і транспортують у сталевих балонах або в спеціальних цистернах. Поріг сприйняття – 0,003 мг/л. При випаровуванні на повітрі рідкий хлор утворює з водяним паром білий туман. 1 кг рідкого хлору в нормальних умовах може створити (1000/3,21) 311,5 л газу.

Вдихання навіть незначної кількості Cl_2 викликає сильне подразнення дихальних шляхів, запалення слизової оболонки горла і носа, набряк легень. Більш значна кількість хлору може викликати важке отруєння організму. Високі концентрації хлору 0,1–0,2 мг/л при годинній експозиції призводять до смерті (табл. 6).

Таблиця 6

Фізико-хімічні та токсичні властивості СДОР

СДОР	Молекулярна маса	Густина	Температура кипіння, °С	Токсичні властивості				Дегазуючі речовини, кількість речовини на 1 т СДОР
				Уражаюча концентрація, мг/л	Експозиція, хв.	Смертельна концентрація, мг/л	Експозиція, хв	
Хлор	70,90	1,56	-34	0,01	60	0,1-0,2	60	Вода – 150 т, гашене вапно, розчини лугів – 10 т, 10%
Аміак	17,03	0,68	-33,4	0,21	360	7	30	Вода – 2 т, слабкі розчини мінеральних кислот
Сірчистий ангідрид	64,04	1,46	-10,0	0,4-0,5	50	1,4-1,7	50	Вода – 10 т, розчин лугів – 13 т, аміак, гашене вапно 10 т, 10%
Сірковуглець	76,18	1,26	46	1,6-2,5	90	10	90	Сірчистий натрій або калій
Трихлористий фосфор	137,3	1,53	76	0,015-0,08	30	0,5-1,0	30	Луги, аміак
Фтористий водень	20,0	0,98	19,5	0,4	10	1,5	5	Луги, аміак

Захист від Cl_2

При невисоких концентраціях і малій експозиції використовують фільтруючий протигаз. При тривалій експозиції або високих концентраціях (більше 8,6 мг/л) – ізолюючий протигаз.

Перша допомога

Свіже повітря, повний спокій. Як можна швидше здійснити інгаляцію киснем. При подразненні дихальних шляхів – вдихання нашатирного спирту, бікарбонату натрію. Промивання очей, носа і рота 2-відсотковим розчином соди. Тепле молоко з лужною мінеральною водою або содою, кава. Дегазація проводиться лужними відходами промисловості, водним розчином гіпосульфиту, гашеним вапном, водою.

АМІАК (NH_3) – безбарвний газ з характерним різким запахом нашатирного спирту, приблизно у 1,7 разів легший за повітря, добре розчинний у воді (1 об'єм води розчиняє 700 об'ємів аміаку). 1 літр аміаку важить при нормальних умовах 0,77 г. Температура кипіння мінус 33,4⁰ С. Поріг сприйняття – 0,037 мг/л. Суха суміш аміаку з повітрям (4:3) здатна вибухати. Концентрація 0,1 мг/л викликає подразнення органів дихання та слизових оболонок. Уражаюча концентрація – 0,21 мг/л при 6-годинній експозиції, смертельна – 7 мг/л при 30-хвилинній експозиції. При високих концентраціях аміак збуджує центральну нервову систему, викликає судоми, набряк гортані та легень. При попаданні на шкіру може викликати опіки різного ступеню.

Захист від NH_3

При невисоких концентраціях і малій експозиції використовують фільтруючий протигаз. При високих концентраціях або тривалій експозиції – ізолюючий протигаз та захисний одяг.

Перша допомога

Свіже повітря, вдихання теплих водяних парів 10-відсоткового розчину ментолу в хлороформі, тепле молоко з лужною мінеральною водою або содою. При спазмах голосової гортані – прогрівання компресом, теплі водяні інгаляції. При сильних отруєннях – вентиляція легень киснем. При потрапленні в очі – негайне промивання водою або 0,5–1-% розчином квасців. При ураженні шкіри – промивання чистою водою, накладання пов'язки із 5-% розчином оцтової, лимонної або соляної кислоти.

СІРЧИСТИЙ АНГІДРИД (SO_2) – безбарвний газ із різким запахом сірки. Добре розчинний у воді. При 20⁰ С 1 об'єм води розчиняє 40 об'ємів сірчистого ангідриду, який частково вступає в реакцію з водою, утворюючи сірчисту кислоту. Сірчистий ангідрид легко згущується у безбарвну рідину, що кипить при мінус 10⁰ С. Під час випаровування рідкого сірчистого ангідриду відбувається сильне пониження температури (до мінус 50⁰ С). При проникненні в організм, подразнює верхні дихальні шляхи, викликає запалення їх слизових оболонок, а також горла і очей. Високі концентрації у повітрі спричиняють задуху, призводять до втрати свідомості та смерті.

Захист від SO_2

При невисоких концентраціях і малій експозиції використовують фільтруючий протигаз. При високих концентраціях або тривалій експозиції – ізолюючий протигаз.

Перша допомога

Свіже повітря, інгаляція киснем, промивання слизових оболонок 2-% розчином питної соди.

СІРКОВОДЕНЬ (H_2S) – безбарвний газ з характерним запахом тухлих яєць. В 1,17 разів важчий за повітря, малорозчинний у воді (1 об'єм води розчиняє 2,5 об'ємів сірководню). Зріджується при мінус 60,7⁰ С.

Сірководень легко спалахує, суміш його з повітрям вибухає. H_2S дуже отруйний. Тривале вдихання повітря, яке містить цей газ навіть у невеликих кількостях, викликає важке отруєння. Ознаки: головний біль, нудота, блювота, біль у грудях, відчуття задухи, печіння очей, металевий прикус у роті, слезотеча.

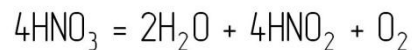
Захист від H_2S

Використання ізолюючого протигазу.

Перша допомога

Свіже повітря, промивання слизових оболонок тривалістю 15 хвилин 2-% розчином борної кислоти.

АЗОТНА КИСЛОТА (HNO_3) – безбарвна рідина, густина $1,53 \text{ г/см}^3$, температура кипіння 86°C , температура плавлення мінус 41°C . На повітрі димить, внаслідок утворення її парів з вологою повітря дрібнодисперсного туману. Добре розчинна у воді. Нестійка. Навіть під дією світла вона поступово розкладається на воду, кисень та двоокис азоту:



Чим вища температура і концентрація кислоти, тим швидше відбувається розкладання. Інколи під час окислення виділяється стільки тепла, що окислювальна речовина самозаймається без попереднього підігрівання. Є небезпечною для людини. Пари азотної кислоти, потрапляючи в організм людини інгаляційним шляхом, спричиняють бронхіт, різку слабкість, нудоту, блювоту, задуху, набряк легень, інколи їх опік. При тривалих експозиціях або високих концентраціях не виключені смертельні наслідки.

Захист від HNO_3

Використання ізолюючого протигазу та захисного одягу.

Перша допомога

Свіже повітря, промивання ділянок шкіри та слизових оболонок водою.

СІРЧАНА КИСЛОТА (H_2SO_4) – чиста (100%) сірчана кислота безбарвна масляниста рідина, яка за температури $10,5^\circ \text{C}$ перетворюється в тверду кристалічну масу. Густина $1,84 \text{ г/см}^3$, температура кипіння 338°C .

Сірчана кислота – один із енергійних окисників. Дуже отруйна і викликає опіки шкіри. Ознаки інгаляційних отруєнь: важке дихання, кашель, хриплість, набряк горла, спазм голосових зв'язок, набряк легень, інколи їх опік, блювота, можливий шок зі смертельним наслідком.

Захист від H_2SO_4

Використання ізолюючого протигазу та захисного одягу.

Перша допомога

Свіже повітря, промивання ділянок шкіри, слизових оболонок водою.

Нейтралізація лугами і гідратом аміаку.

СОЛЯНА (ХЛОРИСТОВОДНЕВА) КИСЛОТА (HCl) – чиста (100%) соляна кислота безбарвна рідина з різким запахом, притаманна хлористому водню. Густина 1,19 г/см³ (при концентрації 37%), температура кипіння 109⁰ С. Сильна кислота "димить" у повітрі, утворюючи із парами води крапельки туману. При попаданні на шкіру викликає сильні опіки. Ознаки інгаляційних отруень: хриплість голосу, відчуття задухи, кашель.

Захист від HCl

Використання ізолюючого протигазу та захисного одягу.

Перша допомога

Свіже повітря, промивання ділянок шкіри, слизових оболонок великою кількістю води. Нейтралізація лугами.

3.3. Прилади радіаційної, хімічної розвідки та дозиметричного контролю

Основний принцип виявлення іонізуючих (радіоактивних) випромінювань (альфа-, бета-частинок, гамма-променів та нейтронів), заснований на їхній здатності іонізувати речовину середовища, в якій вони розповсюджуються.

Іонізація, як наслідок, є причиною фізичних та хімічних змін у речовині, які можна виявити та виміряти. До таких змін середовища відносяться: зміна електропровідності речовин (газів, рідин, твердих матеріалів); люмінесценція (світіння) деяких речовин; засвічування фотоплівок; зміна кольору, забарвлення, прозорості, опору електричному струму деяких хімічних розчинів та ін.

Для виявлення і виміру іонізуючих випромінювань використовують наступні методи: фотографічний, сцинтиляційний, хімічний, іонізаційний, калориметричний. Крім цього, дози можна визначати за допомогою біологічного і розрахункового методів.

Фотографічний метод заснований на вимірі ступеня почорніння фотоемульсії під впливом радіоактивного випромінювання.

Гамма-промені, впливаючи на молекули бромистого срібла, які знаходяться в фотоемульсії, вибивають із них електрони зв'язку і розкладають молекули бромистого срібла на срібло і бром. Утворені при цьому найдрібніші кристали срібла спричиняють почорніння фотоплівки під час її проявлення. Ступінь почорніння фотоплівки пропорційна поглинутій енергії випромінювання. Порівнюючи ступінь почорніння фотоплівки з еталоном, можна визначити отриману плівкою дозу опромінення. Цей принцип реалізований в індивідуальних фотодозиметрах.

Сцинтиляційний метод полягає в тому, що під впливом радіоактивного випромінювання деякі речовини (сірчистий цинк, йодистий натрій) випускають фотони видимого світла. Спалахи світла (сцинтиляції), що виникають, реєструються фотоелектронним підсилювачем, який їх перетворює на електричний струм. Вимірний анодний струм пропорційний рівню радіації.

Хімічний метод заснований на властивості деяких хімічних речовин під впливом радіоактивного випромінювання внаслідок окислювальних або відновних реакцій змінювати свою структуру або колір. Так, хлороформ у воді під час опромінення розкладається з утворенням соляної кислоти, яка вступає в кольорову реакцію з барвником (індикатор), доданим до хлороформу. Двохвалентне залізо у кислому середовищі окислюється в трьохвалентне під впливом вільних радикалів HO_2 і OH , які утворюються у воді при її опроміненні. Трьохвалентне залізо з барвником дає кольорову реакцію. Інтенсивність зміни кольору індикатора залежить від кількості соляної кислоти, яка утворилася під впливом радіоактивного випромінювання, а кількість утвореної соляної кислоти пропорційно дозі радіоактивного опромінення. Порівнюючи забарвлення розчину з наявними еталонами, можна визначити дозу радіоактивних випромінювань, що вплинули на розчин. Цей метод реалізований в хімічних дозиметрах ДП-20 і ДП-70 М.

Іонізаційний метод полягає в тому, що під впливом радіоактивних випромінювань в ізольованому об'ємі відбувається іонізація газу й електрично-нейтральні атоми (молекули) газу розділяються на позитивні і негативні іони. Якщо в цей об'єм помістити два електроди і прикласти до них постійну напругу, то між електродами виникне електричне поле. Під впливом електричного поля в іонізованому газі виникає направлений рух заряджених частинок. Електрони з від'ємним зарядом будуть переміщуватися до анода, а позитивно заряджені іони – до катода, тобто між електродами виникне електричний струм, названий іонізуючим. Величина іонізаційного струму еквівалентна інтенсивності іонізуючих випромінювань.

Калориметричний метод базується на зміні кількості теплоти, яка виділяється в детекторі поглинання енергії іонізуючих випромінювань.

3.3.1. Вимірювач потужності дози (рентгенометр-радіометр) ДП-5А (Б), ДП-5В

Призначення:

- вимірювання рівнів радіації на місцевості;
- визначення ступеню радіоактивного забруднення людей, тварин, транспортних засобів, майна, продуктів харчування, води, різних предметів по гамма-випроміненню;

- виявлення бета випромінювання.

Потужність дози гамма-випромінювання визначається в мР/г або Р/г.

Діапазон вимірювання – 0,05 мР/г–200 Р/г. Весь діапазон розділено на шість піддіапазонів (табл. 7).

Таблиця 7

Піддіапазони вимірювань рентгенометра-радіометра ДП-5В

Піддіапазони	Положення ручки перемикача	Шкала	Одиниця виміру	Діапазон виміру
Перший	200	0-200	Р/г	5-200
Другий	X 1000	0-5	мР/г	500-5000
Третій	X 100	0-5	мР/г	50-500
Четвертий	X 10	0-5	мР/г	5-50
П'ятий	X 1	0-5	мР/г	0,5-5
Шостий	X 0,1	0-5	мР/г	0,05-0,5

Прилад забезпечує вимірювання в інтервалах температур від 0 до +50⁰ С та відносній вологості повітря 65 ±15 %.

Комплект постачання:

- футляр з ременями;
- подовжувальна штанга;
- колодка живлення ДП-5А (Б) та дільник напруги до ДП-5В;
- комплект експлуатаційної документації та запасного майна;
- телефони головні.

Будова приладу:

- вимірювальний пульт;
- зонд ДП-5А (Б) або блок детектування ДП-5В, з'єднаних з пультами гнучким кабелем;
- контрольне стронцієво-ітрієве джерело бета-випромінювання для перевірки працездатності приладів (з внутрішньої сторони кришки футляра у ДП-5А (Б) і на блоці детектування у ДП-5В).

Живлення приладу здійснюється від трьох елементів живлення типу КБ-1, А-336 (один із них для підсвічування шкали), які забезпечують безперервну роботу приладів на протязі 40 г – ДП-5А і 55 г – ДП-5В. Прилади можуть підключатися до зовнішніх джерел постійного струму з напругою 3,6 та 12В – ДП-5А і 12 або 24В – ДП-5В, через колодку живлення, або дільник напруги з кабелем 10 м.

Маса приладу ДП-5А з елементами живлення 2,8 кг, в упаковці–7,6 кг; ДП-5В з елементами живлення 3,2 кг, в упаковці–8,2 кг.

3.3.2. Дозиметр-радіометр універсальний МКС-У

Призначення:

- вимірювання потужності амбієнтного еквівалента дози (ПАЕД) гамма - та рентгенівського випромінювання;
- вимірювання амбієнтного еквівалента дози (АЕД) гамма- та рентгенівського випромінювання;
- вимірювання поверхневої густини потоку частинок бета-випромінювання;
- вимірювання часу накопичення амбієнтного еквівалента дози гамма - та рентгенівського випромінювання.

Галузі застосування:

- Збройні сили;
- СБУ;
- служби цивільного захисту;
- атомна енергетика;
- сховища радіоактивних відходів.

Основні технічні характеристики МКС-У наведені у табл. 8.

Таблиця 8

Основні технічні характеристики МКС-У

Діапазони вимірювань та відносні основні похибки гамма-випромінювання		
ПАЕД гамма - та рентгенівського випромінювання за допомогою комбінованого блока детектування	0,1мкЗв/год...10 Зв/год.	
ПАЕД гамма - та рентгенівського випромінювання за допомогою виносного детектора	Зв/год.	0,01...100
АЕД гамма - та рентгенівського випромінювання за допомогою вбудованого в пульт детектора	мЗв	0,001...9999
ПАЕД та АЕД при градуванні за ¹³⁷ Cs: для виносного детектора	мкЗв/год. мЗв/год.	±15% ±15%
Енергетичний діапазон вимірювань часу накопичення АЕД та точність вимірювання	MeV	0,5...3,0
	1 хв...100 год. ± 1 хв. за 100 год.	
Діапазони вимірювань та відносні основні похибки бета - випромінювання		
Діапазон вимірювань поверхневої густини потоку частинок бета-випромінювання	1/(см ² хв)	10...200000
Енергетичний діапазон вимірювань	MeV	0,3...3,0
Допустима відносна основна похибка вимірювання густини потоку частинок бета-випромінювання при градуванні за ⁹⁰ Sr ⁺⁹⁰ Y	1/(см ² хв)	±20%

Особливості:

- автоматичний вибір інтервалів та діапазонів вимірювань;
- наявність сигналізації кожних зареєстрованих гамма-квантів чи бета-частинок;
- підсвічування індикатора та органів керування в темряві;
- підзарядження акумуляторної батареї з п'яти нікель-кадмієвих акумуляторів типорозміру АА за допомогою вмонтованого зарядного пристрою (від власної геліобатареї, від автомобільного акумулятора 12В, від промислової мережі 220В/50Гц за допомогою перетворювача напруги);
- багаторівнева індикація ознаки розряду елементів живлення;
- можливість роботи в умовах атмосферних опадів, запиленої атмосфери та при зануренні виносного детектора у воду на глибину до 0,5 метрів;
- вимірювання аварійних рівнів ПЕД гамма-випромінювання з розташуванням виносного детектора на відстань до 30 метрів;
- наявність аналогового індикатора інтенсивності випромінювання;
- можливість запису в енергонезалежну пам'ять з передачею у ПК через інфрачервоний порт до 4096 результатів вимірювань;
- можливість перегляду записаних результатів вимірювань на власному індикаторі;
- широкий робочий температурний діапазон (-40...50⁰С);
- стійкість індикатора до температури +95⁰С.

У приладі використовуються:

- газорозрядні лічильники Гейгера–Мюллера без зворотнього ходу лічильної характеристики;
- кремнієвий детектор бета-випромінювання;
- аварійний сцинтиляційний детектор гамма-випромінювання (Csj – сцинтилятор-фотодіод).

Повний комплект постачання:

- пульт з нероз'ємним комбінованим гамма-, бета-блоком детектування;
- геліобатарея;
- коротка телескопічна штанга для блока детектування з кліпсою для кріплення до ремня;
- кабель для підзарядки від автомобільного акумулятора 12В (10м);
- адаптер 220/12В;
- нікель-кадмієві акумулятори (5шт., типорозмір АА);
- телефони головні;
- кейс;
- настанова щодо експлуатування;
- формуляр.

Комплект аварійного блока детектування:

- виносний гамма-детектор з 30-метровим кабелем;

- 5-метрова телескопічна штанга з ручкою-кронштейном для намотки кабелю;

- чохол для телескопічної штанги.

Запасні частини:

- адаптер інфрачервоного порту обміну;
- програмне забезпечення (на вимогу замовника).

Спеціальний комплект постачання

Для служб пожежної охорони пропонується спеціальний комплект постачання, в якому відсутні комплект аварійного блоку детектування та геліобатерея. Кріплення блоку детектування здійснюється до корпусу пульта приладу. Підзарядження акумуляторної батареї відбувається за допомогою вмонтованого зарядного пристрою:

- від автомобільного акумулятора 12В;
- від промислової мережі 220В/50Гц за допомогою перетворювача напруги.

Маса пульта з блоком детектування ~2,4 кг.

Габаритні розміри пульта – 160×125×80 мм.

3.3.3. Дозиметр-радіометр МКС-0,5

Призначення:

- вимірювання потужності амбієнтного еквівалента дози (ПАЕД) гамма - та рентгенівського випромінювання;
- вимірювання амбієнтного еквівалента дози (АЕД) гамма - та рентгенівського випромінювання;
- вимірювання поверхневої густини потоку частинок бета - випромінювання;
- вимірювання часу накопичення амбієнтного еквівалента дози;
- вимірювання реального часу (годинник), будильник.

Галузі застосування:

- митниця та прикордонна служба;
- силові структури (армія, МВС, СБУ, служби охорони);
- служби цивільного захисту;
- моніторинг транспортних засобів, морські порти та аеропорти;
- екологічні інспекції;
- санітарно-епідеміологічна служба;
- радіологічні лабораторії;
- охорона праці;
- медицина.

Нові можливості:

- новий великий індикатор з люмінесцентною підсвіткою;
- одночасна індикація на індикаторі одиниць вимірювань, похибки вимірювань, порогового рівня та реального часу;

- аналоговий десяти сегментний індикатор інтенсивності реєстрованого випромінювання;
- можливість здійснення вимірювань з наперед запрограмованою похибкою;
- звукова, вібраційна або звуково-вібраційна сигналізація;
- чотирьохрівнева індикація ступеня розрядження батареї живлення;
- наявність вбудованої пам'яті на 1200 вимірювань;
- режим зв'язку з ПК по каналу Bluetooth;
- основні технічні характеристики МКС-У наведені у табл. 9.

Таблиця 9

Основні технічні характеристики МКС-0,5

Діапазони вимірювань та відносні основні похибки		
потужності амбієнтного еквівалента дози (ПАЕД) гамма- та рентгенівського випромінювання (^{137}Cs)	мкЗв/год	0,1...9999;
	%	± 15
амбієнтного еквівалента дози (АЕД) гамма- та рентгенівського випромінювання (^{137}Cs)	мЗв	0,001...9999;
	%	± 15
густини потоку частинок бета-випромінювання ($^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$)	1/(см ² хв)	10...100000
	%	± 20
часу накопичення амбієнтного еквівалента дози та точність вимірювання		1 хв...9999 год.; $\pm 0,1\text{с}$ за 24 год.
Енергетичні діапазони вимірювань та енергетична залежність		
гамма- та рентгенівського	MeV	0,05...3,0; $\pm 25\%$
бета - випромінювання	MeV	0,5...3,0
Час безперервної роботи від нових елементів живлення	години	1500
Діапазон робочих температур	$^{\circ}\text{C}$	-20...+50
Маса	кг	0,2
Габарити	мм	120×55×26

Особливості:

- наявність п'яти незалежних вимірювальних каналів з почерговим виведенням інформації на один рідкокристалічний індикатор;
- вмонтований гамма-, бета-чутливий лічильник Гейгера-Мюллера;
- оперативна оцінка гамма-фону протягом 10 секунд;
- автоматичне віднімання гамма-фону при вимірюванні бета-забрудненості;
- усереднення результатів вимірювань з можливістю ручного та автоматичного його переривання;
- автоматичний вибір інтервалів та діапазонів вимірювань;

- звукова, вібраційна або звуко-вібраційна сигналізація кожного зареєстрованого гамма-кванта чи бета-частинки з можливістю її відключення;

- двотональна звукова, вібраційна або звуко-вібраційна сигналізація перевищення запрограмованих порогових рівнів;

- підсвічування індикатора;

- два гальванічні елементи живлення типорозміру ААА;

- індикація ознаки розряду елементів живлення;

- ударостійкий корпус;

- малі масогабаритні параметри.

Комплект постачання:

- дозиметр-радіометр МКС-0,5 «Терра»;

- шкіряний чохол;

- настанова щодо експлуатування;

- програмне забезпечення «Кадмій ЕКОМОНІТОР»;

- пакувальна коробка.

Програмне забезпечення «Кадмій ЕКОМОНІТОР» призначене для:

- зчитування з пам'яті дозиметра в ПК результатів вимірювань у формі протоколу вимірювань дозиметра;

- контролю протоколу вимірювань дозиметра на екрані монітора ПК, підготовки та роздрукування звіту, збереження протоколу у файлі в первинному вигляді або у вигляді звіту для подальшого використання.

3.3.4. Комплект індивідуальних дозиметрів ДП-22-В

Призначений для вимірювання та контролю індивідуальних поглинутих експозиційних доз гамма-випромінень, отриманих людьми за час роботи, перебування людей на забрудненій радіоактивними речовинами місцевості, або при роботі з відкритими та закритими джерелами іонізуючих випромінювань.

Діапазон вимірювання від 0–50 Р.

Будова приладу:

- зарядний пристрій ЗД-5;

- 50 індивідуальних дозиметрів ДКП-50-А.

Зарядний пристрій ЗД-5 призначений для зарядки індивідуальних дозиметрів. Зарядка дозиметрів здійснюється від зарядного пристрою або іншого джерела постійної напруги, яке має плавне регулювання в межах від 180 до 250 В в інтервалі температур від 40 до +50⁰ С.

Дозиметр кишеньковий ДКП-50-А забезпечує вимірювання індивідуальних доз гамма-випромінювання у діапазоні від 2 до 50 Р при потужностях доз від 0,5 до 200 Р/г.

Саморозрядка дозиметра в нормальних умовах за 24 години не перевищує двох поділок шкали. Маса дозиметра 32 г.

Живлення зарядного пристрою здійснюється від двох елементів 1,6-ПМЦ-У-8 (145У). Тривалість роботи з одним комплектом живлення не менше 30 годин.

Маса комплекту без джерела живлення 5,5 кг.

3.3.5. Комплект індивідуальних дозиметрів ІД-1

Призначений для вимірювання поглинутих доз гамма - нейтронного випромінювання. Складається з індивідуальних дозиметрів ІД-1 та зарядного пристрою ЗД-6.

Діапазон вимірювання – 20–500 рад.

Будова приладу:

- зарядний пристрій ЗД-6;
- 10 індивідуальних дозиметрів ІД-1.

ІД-1 забезпечує вимірювання поглинутих доз гамма-нейтронного випромінювання в діапазоні від 20 до 500 рад з потужністю дози до 336 000 рад/год. при енергіях гамма-квантів від 0,08 до 2,2 MeV. Саморозрядка дозиметра в нормальних умовах не перевищує однієї поділки шкали за добу. Маса вимірювача дози – 40 г, зарядного пристрою – 540 г, комплекту – 2 кг.

3.3.6. Військовий прилад хімічної розвідки (ВПХР)

Призначений для визначення в повітрі, на місцевості та техніці отруйних речовин типу Ві-Ікс, зарину, зоману, іприту, фосгену, синильної кислоти, хлорціану.

ВПХР складається із металевого корпусу з кришкою та розміщених в них:

- ручного насосу з насадкою до нього;
- паперових касет з індикаторними трубками;
- захисних ковпачків, протидимових фільтрів;
- електроліхтарика;
- грілок і патронів до них;
- лопатки для відбору проб;
- штиря;
- інструкції по експлуатації;
- пам'ятки по роботі з приладом;
- пам'ятки по визначенню ОР типу зоман в повітрі;
- плечового ремня.

Чутливість:

- до фосфорорганічних ОР $\geq 5 \cdot 10^{-6}$ мг/л;
- до фосгену, синильної кислоти та хлорціану $\geq 5 \cdot 10^{-3}$ мг/л;
- до іприту $\geq 2 \cdot 10^{-3}$ мг/л.

Діапазон робочих температур від мінус 40 до + 40 °С.
Маса приладу – 2,3 кг.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Експозиційна доза, одиниці вимірювання.
2. Еквівалентна доза, одиниці вимірювання.
3. Що таке коефіцієнт якості? Для чого його враховують?
4. Ефективна еквівалентна доза, одиниці вимірювання.
5. Що таке коефіцієнт радіаційного ризику?
6. Що таке шар половинного ослаблення?
7. Як розрахувати загальний коефіцієнт ослаблення перешкоди?
8. Яку площу радіоактивного забруднення на 1 годину після ЯВ мають зони А, Б, В, Г?
9. Назвіть ступені променевої хвороби у людей. Як характеризується прихований період хвороби?
10. Які є ступені вертикальної стійкості повітря? Дайте їм коротку характеристику.
11. Дайте класифікацію отруйним речовинам за токсичним призначенням та фізіологічною дією на організм людини.
12. В чому суть токсичної дії ОР нервово-паралітичної дії? Захист від них.
13. В чому суть токсичної дії ОР шкіро-наривної дії? Захист від них.
14. В чому суть токсичної дії ОР загально отруйної дії? Захист від них.
15. В чому суть токсичної дії окису вуглецю СО (чадний газ)? Захист від нього.
16. В чому суть токсичної дії ОР задушливої дії? Захист від них.
17. В чому суть токсичної дії ОР психотропної дії? Захист від них.
18. В чому суть токсичної дії ОР подразнюючої дії? Захист від них.
19. Дайте класифікацію сильнодіючим отруйним речовинам. Захист від них.
20. Назвіть методи виявлення і вимірювання іонізуючих випромінювань. Який з них має перевагу перед іншими?
21. Назвіть типи та основне призначення приладів радіаційної розвідки.
22. Назвіть типи та основне призначення приладів дозиметричного контролю.
23. Назвіть тип та основне призначення приладу хімічної розвідки.

Розділ 4

ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Заходи захисту населення у НС

Захист населення та економічного потенціалу країни, при виникненні надзвичайних ситуацій різного характеру, є одним із важливих державних завдань.

Захист населення – це комплекс заходів, які спрямовані на збереження життя та здоров'я людей у випадку реальної загрози або виникненні надзвичайних ситуацій.

Головна мета захисту населення – створення необхідних умов для запобігання або максимального зниження втрат населення.

Комплекс заходів, що проводиться з метою захисту населення від НС включає:

- оповіщення населення про надзвичайну ситуацію;
- евакуація населення із осередку ураження;
- укриття в захисних спорудах;
- інженерний захист;
- медичний захист;
- радіаційно-хімічний захист.

Оповіщення населення про надзвичайну ситуацію включає:

- оперативне доведення до населення усіх регіонів та окремих адміністративно-територіальних одиниць через усі діючі канали зв'язку інформації щодо виникнення або можливої загрози виникнення надзвичайної ситуації;

- завчасне створення та постійне функціонування діючих локальних систем оповіщення та інформування населення із спеціальними системами спостереження і контролю (включаючи державну мережу спостереження і лабораторного контролю) в осередках ураження;

- постійне інформування населення через мережі зв'язку, радіомовлення, телебачення та інші технічні засоби передачі інформації про стан небезпеки та хід поширення самої надзвичайної ситуації.

Евакуація населення із осередку ураження (крім зон карантину) проводиться у разі виникнення або загрози життю та здоров'ю людей.

Евакуації підлягає все постраждале, або якому загрожує небезпека населення, з залученням всіх видів транспорту.

Види евакуації:

а) загальна евакуація - населений пункт або окремих об'єкт господарювання звільняються повністю;

б) часткова евакуація - звільняється частина населеного пункту, адміністративного району, окремої будівлі або приміщення.

Проводиться з метою максимальної локалізації осередку ураження прискорення загальної евакуації;

в) негайна евакуація – терміновий захід, при виникненні надзвичайних подій різного характеру (пожежа, вибух, аварія та ін.) в обмежений відрізок часу;

г) тимчасова евакуація – проводиться завчасно при тимчасовій загрозі виникнення надзвичайної ситуації, (штормове попередження, підняття рівня води, хімічна аварія в сусідніх районах та ін.).

Укриття населення в захисних спорудах - це комплекс заходів, які проводяться з метою максимального уникнення втрат населення під час загрози або виникнення надзвичайної ситуації техногенного, природного соціально-політичного, воєнного характеру.

Укриття населення в захисних спорудах включає:

- завчасне будівництво захисних споруд;
- пристосування наявних підвальних приміщень споруд окремих об'єктів господарювання під тимчасове укриття;
- підтримання сховищ, підвальних приміщень споруд постійній готовності для використання за призначенням.

Інженерний захист включає:

- спорудження окремих об'єктів господарювання, інженерних мереж та транспортних комунікацій із заданими рівнями безпеки та надійності;
- інженерне облаштування засобами колективного захисту сховищ, протирадіаційного укриття, інших укриттів для населення;
- здійснення заходів безаварійного функціонування засобів колективного захисту;
- здійснення інженерних заходів по маскуванню;
- організація водопостачання та обладнання пункту видачі води;
- організація заходів санітарної охорони території.

Медичний захист включає:

- залучення існуючих сил та засобів медичних закладів незалежно від форм власності та господарювання;
- розгортання та облаштування необхідної кількості додаткових лікувальних закладів (пунктів);
- своєчасне проведення профілактичних медичних та санітарно-епідеміологічних заходів;
- контроль за якістю харчових продуктів, питної води та джерел водопостачання;
- створення та підготовка спеціальних медичних формувань;

- накопичення медичних засобів захисту, медичного та іншого інвентарю;
- здійснення контролю за станом довкілля, санітарно-гігієнічною та епідемічною ситуацією;
- навчання населення способам надання першої медичної допомоги та дотримання правил відповідної санітарії;
- постійний контроль за здоров'ям людей під час виникнення і поширення інфекційних захворювань.

Радіаційно-хімічний захист включає:

- прогнозування масштабів і наслідків аварій на об'єктах атомної енергетики та хімічної промисловості;
- ведення радіаційно-хімічної розвідки;
- організація та здійснення дозиметричного контролю;
- своєчасне та уміле використання засобів індивідуального та колективного захисту;
- спеціальну обробку техніки, обладнання та інвентарю;
- санітарну обробку людей;
- дезактивацію, дегазацію, дезінфекцію, демеркурацію.

4.2. Засоби колективного захисту

Захисні споруди цивільного захисту – це споруди, які призначені для захисту людей від сучасних засобів ураження, впливу надзвичайних ситуацій техногенного, природного, соціально-політичного та воєнного характеру.

Захисні споруди поділяють на дві категорії:

- сховища, які захищають від усіх засобів масового ураження;
- протирадіаційні укриття, які надійно захищають від іонізуючого випромінювання при радіоактивному зараженні місцевості.

Типи захисних споруд:

- вбудовані;
- окремо розташовані.

Вбудовані споруди розміщують в підземній частині будівлі, які складають з нею один об'єм і виконують функцію фундаменту.

Вбудовані споруди, на відміну від окремо розташованих і ПРУ, мають аварійний вихід для евакуації людей із споруди при руйнуванні наземних поверхів будівлі.

Окремо розташовані споруди автономні по об'ємно-планувальним і конструктивним рішенням.

Розміщують їх в безпечних районах поза зоною можливих завалів від наземних будівель та споруд. Окремо розташовані споруди повністю заглиблюють у землю і створюють над ними додатковий земляний насип.

Сховища ЦЗ – це капітальні інженерні споруди, які забезпечують найбільш надійний захист людей від впливу усіх уражаючих факторів ядерного вибуху, бойових отруйних речовин, СДОР, бактеріальних засобів, уражаючих факторів звичайної зброї, обвалів і уламків зруйнованих будівель і споруд.

За ступенем захисту від впливу ударної хвилі ядерного вибуху сховища поділяються на класи (табл. 10).

Таблиця 10

Класифікація сховищ на класи

Клас сховища	I	II	III	IV	V
Розрахункове навантаження – надмірний тиск хвилі удару на поверхні землі біля споруди, кгс/см ²	5	3	2	1	0,5

В залежності від групи міста, категорії і місця розташування окремого об'єкту господарювання сховищам присвоюють нормативний клас (табл. 11).

Таблиця 11

Нормативний клас сховищ

Місце розташування сховищ		Клас сховища
Група міста і категорія об'єкту за ЦЗ	Місце зведення сховища	
Міста особливої важливості і першої категорії	В межах проектноі забудови міста	II
	В смузі 5 км від межі проектноі забудови міста	IV
Міста другої і третьої груп; об'єкти особливої важливості і першої категорії, які розташовані за межами категорійних міст	В межах проектноі забудови міста	III
	В смузі 5 км від межі проектноі забудови міста	IV

Слід зазначити, що у разі забудови території одноповерховими будинками радіус збору людей приймається 500 м, а багатоповерховими будинками – 400 м.

За місткістю сховища умовно поділяються на:

- малої місткості – 150–600 осіб;
- середньої місткості – 600–2000 осіб;
- великої місткості – понад 2000 осіб.

Планування та склад приміщень сховищ.

Приміщення сховищ поділяються на:

- основні;
- допоміжні.

Основні:

- приміщення для укриття людей;
- приміщення для занять;
- тамбури;
- шлюзи та ін.

Допоміжні:

- фільтровентиляційні камери;
- приміщення санвузлів
- приміщення дизельних електростанцій;
- входи та виходи;
- санпропускник;
- медична кімната;
- складова та ін.

Місткість сховищ визначають з розрахунку відповідно до норм: $0,5 \text{ м}^2$ площі підлоги на одну людину при двох'ярусному і $0,4 \text{ м}^2$ при трьох'ярусному розташуванні нар. Висота основних приміщень у «чистоті» не повинна бути меншою 2,2 метра, а загальний об'єм повітря на 1 людину – не менше $1,5 \text{ м}^3$. Приміщення для укриття людей обладнуються нарами для сидіння розміром $0,45 \times 0,45 \text{ м}$, для лежання $0,55 \times 1,8 \text{ м}$ – на одну людину.

У сховищі обладнуються різні інженерні системи:

1. Система повітропостачання призначена для забезпечення людей у сховищі необхідною кількістю повітря відповідної температури, вологості та хімічного складу.

Режими роботи системи повітропостачання:

- режим чистої вентиляції;
- режим фільтровентиляції;
- режим повної ізоляції з регенерацією внутрішнього повітря.

а) Режим чистої вентиляції.

Система повітропостачання в режимі чистої вентиляції повинна забезпечувати нормальну і безперервну її роботу на протязі 48 годин.

Подача повітря здійснюється через повітропровідну мережу за допомогою вентиляторів.

В режимі чистої вентиляції зовнішнє повітря очищається тільки від пилу. Кількість подачі повітря може коливатись в широких межах в залежності від потужності нагнітача повітря та діаметру повітропроводів.

б) Режим фільтровентиляції.

Система повітропостачання в режимі фільтровентиляції повинна забезпечувати нормальну і безперервну її роботу на протязі 12 годин.

В цьому режимі повітря додатково пропускають через фільтри-поглиначі, де воно очищається від отруйних речовин, СДОР та бактеріальних засобів.

Фільтри-поглиначі мають визначену пропускну здатність, тому в режимі фільтровентиляції подача повітря обмежується.

в) Режим повної ізоляції з регенерацією внутрішнього повітря.

Система повітропостачання в режимі повної ізоляції з регенерацією внутрішнього повітря повинна забезпечувати нормальну і безперервну її роботу на протязі 12 годин.

Відомо, що людина під час дихання поглинає кисень O_2 і виділяє вуглекислий газ CO_2 вологу і певну кількість тепла, внаслідок чого у приміщеннях сховища поступово зменшується вміст кисню, а концентрація CO_2 зростає. При об'ємі повітря $1,3-1,5 \text{ м}^3$ на 1 людину вміст вуглекислого газу через 2–2,5 години, після заповнення і герметизації споруди, може досягти 3–4%. Тому, в зазначеному режимі для забезпечення нормальної життєдіяльності людей є необхідним підтримувати встановлену норму кисню $21 \pm 4\%$ та вуглекислого газу до 3,5%.

Конструктивним рішенням зазначеної проблеми є використання регенеративної установки, при роботі якої повітря засмоктується із приміщень сховища і пропускається через регенеративні патрони, очищається, а потім примусово (вентилятором) знову подається у приміщення сховища.

Існує два хімічних способи очищення повітря від вмісту CO_2 :

- **перший спосіб** – поглинання вмісту диоксиду вуглецю (CO_2);

- **другий спосіб** – поглинання вмісту CO_2 з одночасним поповненням кисню у повітрі.

Перший спосіб очищення повітря полягає в наступному: деякі хімічні сполуки [наприклад, гідрат окису кальцію $Ca(OH)_2$] мають властивість вступати в хімічну реакцію з диоксидом вуглецю, тим самим зменшуючи його вміст у повітрі. Хімічна реакція $Ca(OH)_2$ з CO_2 вуглецю проходить з виділенням водяних парів H_2O та тепла Q :



Хімічний поглинач – тверда порошкоподібна речовина, яка містить $Ca(OH)_2$ та інші сполуки.

Слід зазначити, що при першому способі очищення повітря нормальний вміст кисню у повітрі ($21 \pm 4\%$) відновлюють додатковим киснем, який міститься у балонах із стисненим киснем.

Другий спосіб очищення полягає в тому, що деякі хімічні речовини, наприклад, перекис водню (Na_2O_2), перекис калію (K_2O_2), які є сильними окиснювачами і здатні легко взаємодіяти з іншими хімічними речовинами, в тому числі з вуглекислим газом, з одночасним поповненням кисню у повітрі.

Дану реакцію використовують як в регенеративних установках загального призначення, так і в регенеративних патронах ізолюючих проти газів.

Номінальний вміст CO_2 у повітрі становить 0,03%. При підвищеному вмісті (1,5–2%) дихання у людини стає більш глибоким, проте суттєвого погіршення самопочуття не спостерігається. При 3,5–4% CO_2 виникає головний біль, загальна слабкість, погіршується робота серцевої системи, знижується працездатність. За таких умов тривале перебування людей у сховищі стає неможливим. При підвищенні вмісту CO_2 до 6% самопочуття погіршується, виникає часте серцебиття, сповільнення пульсу, запаморочення. Концентрацію у 8% людина може витримати 30–40 хвилин.

Час можливого перебування людей у сховищі в залежності від об'єму повітря в захисній споруді розраховується за формулою:

$$t = \frac{C_{\text{доп}} \cdot V}{0,1 \cdot B}$$

де

$C_{\text{доп}}$ – гранично допустима концентрація вуглекислого газу, %;

V – об'єм повітря на 1 людину, м^3 ;

B – кількість вуглекислого газу, який виділяє людина, л/год.

При розрахунку кількості CO_2 , яку виділяє одна людина за годину, (вийдемо із міркувань, що в спокійному стані людина робить приблизно 16 вдихів-видихів за хвилину), і як наслідок, в середньому вдихає-видихає 8–10 л/хв. повітря, що за годину буде становити 480–600 л/год. повітря, в середньому 540 л/год. Вміст діоксиду вуглецю у повітрі, яке видихається, становить 4%, (0,04 частки) від цілого, в нашому випадку від 540 л/год. В результаті цього кількість видихнутого CO_2 людиною складе:
 $540 \text{ л/год.} \cdot 0,04 = 21,6 \text{ л/год.}$

Приведемо приклад розрахунку:

- $C_{\text{доп}}$ – гранично допустима концентрація вуглекислого газу становить 3,5%;

- V – об'єм повітря на 1 людину 1,5 м^3 ;

- B – кількість видихнутого вуглекислого газу 21,6 л/год.

$$t = \frac{3,5 \cdot 1,5}{0,1 \cdot 21,6} = 2,43$$

Час максимально-можливого перебування людей при заданих умовах у сховищі становитиме 2,43 години \approx 2 години 24 хвилини.

2. Електропостачання і зв'язок. Електропостачання в звичайних умовах здійснюється від зовнішньої електромережі, а при необхідності від автономного електричного джерела – дизельної електростанції (ДЕС). ДЕС, як правило, розміщують в захищених приміщеннях сховища, відділених від інших приміщень провітрюваним тамбуром з герметичними дверима.

Вихлопні гази від працюючого дизеля виводяться за межі сховища назовні по вихлопній трубі. Для перевірки працездатності і ремонту ДЕС персоналу, який її обслуговує необхідно використовувати захисний одяг та протигази.

На випадок відключення зовнішньої електромережі, або виходу із ладу ДЕС у сховищі передбачається аварійне освітлення від переносних електричних ліхтарів, акумуляторів, та ін.

У сховищі обов'язково передбачається зовнішній телефонний провідний зв'язок із пунктом управління та іншими окремими об'єктами господарювання (пожежна частина, медичні заклади правоохоронні органи та ін.).

Основні приміщення сховища облаштовують радіотрансляційною точкою.

3. Водопостачання і санвузол. Водопостачання та водовідведення (каналізація) у сховищі здійснюється від загальних водопровідних і водовідвідних (каналізаційних) систем. Для врахування аварійних ситуацій у сховищі передбачається створення додаткового запасу води із розрахунку:

- *питної води* 3 л/доба на одну людину;
- *технічної води* 2 л/доба на одну людину.

У сховищах місткістю понад 600 осіб для заходів пожежогасіння додатково створюється запас 4,5 м³ води.

Сховища і ПРУ обладнують окремими (чоловічий і жіночий) санвузлами із розрахунку:

- *один унітаз* на 75 осіб;
- *один умивальник* на 200 осіб.

4. Опалення. У сховищі передбачається опалення від загальної системи опалення будівлі. У аварійних випадках передбачається автономне опалення від переносних електричних масляних радіаторів.

При розрахунках системи опалення температуру у приміщеннях сховища взимку приймають 10⁰ С, якщо за умов експлуатації у мирний час не передбачено більш вищих температур.

5. Медичний пункт та пости. Санітарні пости створюють із розрахунку один пост площею 2 м² на 500 осіб.

Для сховищ місткістю 900–1200 осіб додатково облаштовують медичний пункт площею 9 м², на кожні 100 осіб понад 1200 добавляється 1 м² площі.

6. Харчування. Для безперервного перебування людей у сховищі створюють запаси продуктів харчування у вигляді консервів та сухарів. Для зручності та економії води використовують одноразовий посуд.

У великих сховищах та укриттях необхідно мати ізольовані приміщення для зберігання продуктів та організації тимчасових буфетів з електричними чайниками, або кип'ятильниками.

Необхідно враховувати, що середня калорійність денного раціону для дорослої людини складає 3000–3500 кал (12–14 кДж).

4.3. Засоби індивідуального захисту

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) призначені для захисту від проникнення в організм людини через органи дихання, поверхню шкіри або з їжею радіоактивних речовин, бойових отруйних речовин, СДОР та бактеріальних засобів.

ЗІЗ за своїм функціональним призначенням поділяються на:

- засоби захисту органів дихання;
- засоби захисту шкіри.

ЗІЗ за принципом захисту поділяються на:

- фільтруючі;
- ізолюючі.

Засоби захисту фільтруючого типу очищають повітря, яке необхідне для життєзабезпечення організму людини від шкідливих домішок під час проходження його через фільтруючі елементи.

Засоби індивідуального захисту ізолюючого типу повністю ізолюють організм людини від навколишнього середовища за допомогою матеріалів, непроникних для повітря та шкідливих домішок.

4.3.1. Засоби захисту органів дихання

Одним із найбільш небезпечних шляхів проникнення в організм людини радіоактивних, хімічних речовин та бактеріальних засобів є шлях через органи дихання. Це зумовлено багатьма чинниками, зокрема іонізаційною та проникною здатністю деяких видів випромінювання. Наприклад, як зазначалось раніше, альфа-частинки, які мають велику іонізаційну здатність іонізувати атоми біологічної тканини (коефіцієнт якості дорівнює 20), проникаючи безпосередньо через органи дихання до організму людини можуть викликати незворотні патологічні зміни у фізіологічній діяльності клітин та призводити до виникнення променевої хвороби різного ступеню. Проте альфа-частинки при великій іонізаційній здатності мають малу проникаючу здатність і затримуються навіть звичайним листком паперу. Тому і зрозуміло, що є дуже важливим

завданням, насамперед, захистити органи дихання від небезпечних речовин, які знаходяться у повітрі.

До засобів захисту органів дихання відносяться:

- ватно-марлева пов'язка;
- респіратор;
- протигази.

Ватно-марлева пов'язка призначена для захисту органів дихання людини від радіоактивного пилу та бактеріальних засобів в малих концентраціях.

Ватно-марлева пов'язка виготовляється із шматка марлі розміром 100х50 см і вати розмірами 30х20 см та товщиною 1–2 см. У зігнуту з двох довгих сторін марлю кладуть вату. Вільні кінці марлі розрізають з обох сторін на 30–35 см для зав'язування (рис. 13).

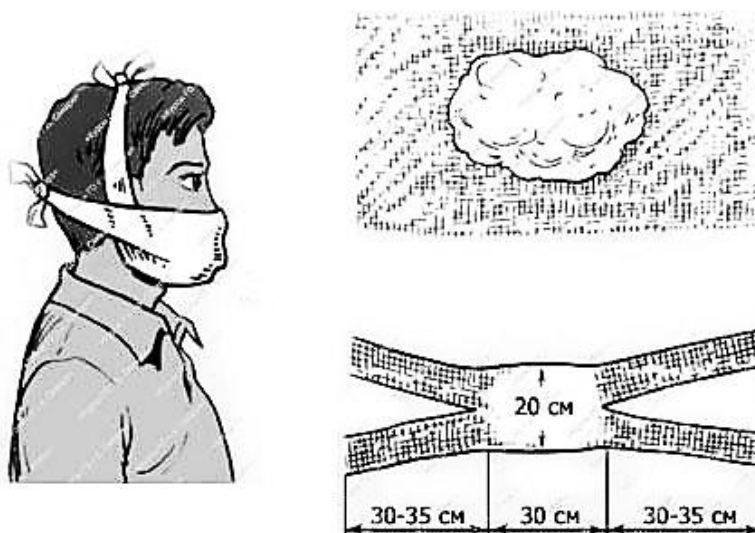


Рис. 13. Ватно-марлева пов'язка та спосіб одягання

Пов'язку накладають так, щоб вона закривала рот і ніс; верхні кінці зав'язують на затылку, а нижні на тімені. Не ущільнені місця, які утворилися між пов'язкою, ніздрями і щоками, необхідно закласти ватою. Для захисту очей необхідно використовувати захисні окуляри.

Респіратори призначені для захисту органів дихання від радіоактивного та ґрунтового пилу і бактеріальних засобів в малих концентраціях. В системі цивільного захисту найбільш поширеним у застосуванні є респіратор Р-2.

Респіратор Р-2 являє собою фільтруючу напівмаску споряджену двома клапанами вдиху і одним клапаном видиху (з запобіжним екраном), наголів'ям, виготовленим з еластичної тасьми, і носовим затискачем. Якщо під час користування респіратором буде утворюватися багато вологи, то

рекомендовано його зняти на термін 1–2 хвилини, видалити вологу із внутрішньої поверхні і знову надіти.

Респіратори промислові використовуються для захисту органів дихання від радіоактивного пилу, ґрунтового і промислового пилу та ряду аерозолів. Марки респіраторів, їх призначення наведені у табл. 12, загальний вид (рис. 14).

Таблиця 12

Основні характеристики респіраторів

Марка респіатора	Призначення	Комплект респіатора
Р-2	Захист від РР для дорослих	Фільтруюча напівмаска, поліетиленовий пакет, кільце
Р-2Д	Захист від РР для дітей від 7 до 17 років	Фільтруюча напівмаска, поліетиленовий пакет, кільце
Пелюсток - 200	Захист від високодисперсних аерозолів	Легка безклапанна напівмаска з матеріалу ФПП
Пелюсток - 40	Захист від високодисперсних аерозолів	Легка безклапанна напівмаска з матеріалу ФПП
Пелюсток - 5	Захист від високодисперсних аерозолів	Легка безклапанна напівмаска з матеріалу ФПП
Айстра-9	Захист від високодисперсних аерозолів	Гумова напівмаска з клапаном видиху, поліетиленові патрони з клапанами вдиху і змінними фільтрами з матеріалу ФПП
Ф-62П	Захист від промислового пилу, окрім високодисперсного	Гумова напівмаска з клапаном видиху і пластмасова коробка зі змінним фільтром з матеріалу ФПП
РП-К	Захист від промислового пилу, окрім високодисперсного	Гумова напівмаска з двох шарів (зовнішній - поліуретан, внутрішній – змінний матеріал ФПП)
У-2К	Захист від різного пилу	Фільтруюча напівмаска, поліетиленовий пакет, кільце

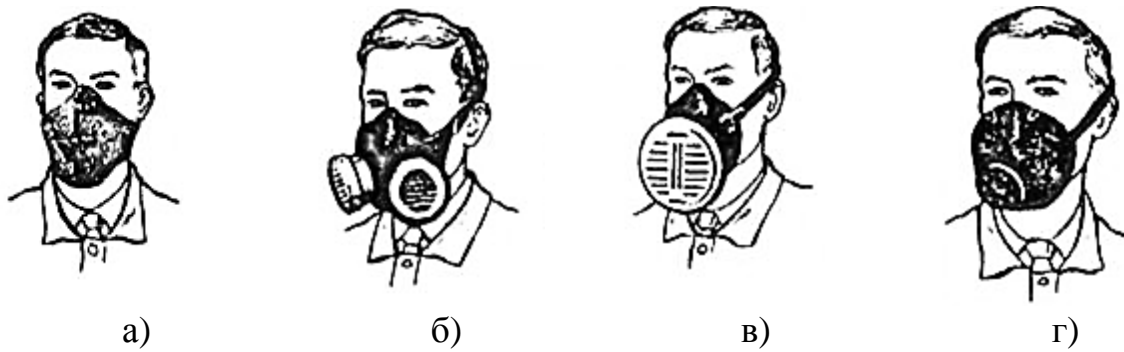


Рис. 14. Респіратори: а) – "Пелюсток"; б) – РУ-60;
в) – Ф-62Ш; г) - У-2к

Протигазові респіратори РПГ-67, РУ-60М і РУ-60МУ використовуються в промисловості і призначені для захисту органів дихання від СДОР в невеликих концентраціях.

Вони складаються:

- резинова маска;
- фільтруючі поглинальні патрони;
- пластмасові манжети з клапаном вдиху і клапаном видиху;
- трикотажний обтюратор;
- наголів'я для закріплення респіратора на голові.

Фільтруючі поглинальні патрони респіраторів випускають різних марок А, В, КД і Г, які спеціалізовані за призначенням в залежності від фізико-хімічних і токсичних властивостей СДОР. Розпізнавання патронів здійснюється за допомогою маркування, яке нанесено в центрі перфорованої сітки патрону.

Протигазові респіратори забороняється використовувати для захисту органів дихання від високотоксичних речовин типу синильної кислоти, миш'якового та фосфористого водню, тетраетилсвинцю, низькомолекулярних вуглеводів (метан, етан), а також від речовин, які в пароподібному стані можуть проникати в організм людини через поверхню шкіри. Для захисту від парів ртуті респіратори використовують без трикотажного обтюратора. Призначення патронів респіраторів приведені у табл. 13.

Призначення патронів респіраторів

Маркування патрону	СДОР, від яких захищає патрон
РПГ-67	Органічні пари (бензину, гасу, ацетону, бензолу, і їх гомологів, спиртів, ефірів та інших, окрім не сорбуючих органічних речовин та органічних речовин з низькою температурою кипіння), пари хлор- і фосфорорганічних отрутохімікатів.
РУ-60М-А або РУ-60МУ-А	Теж саме і аерозолі.
РПГ-67-В	Кислі гази (сірчистий ангідрид, сірководень, інші), пари хлор- і фосфорорганічних отрутохімікатів.
РУ-60М-В або РУ-60МУ-В	Теж саме і аерозолі.
РПГ-67-КД	Аміак і сірководень.
РУ-60М-КД або РУ-60МУ-КД	Теж саме і аерозолі.
РПГ-67-Г	Пар ртуті.
РУ-60М-Г або РУ-60МУ-Г	Теж саме і аерозолі.

Фільтруючі протигази є основними і найбільш поширеними засобом індивідуального захисту органів дихання.

Принцип захисної дії фільтруючих протигазів полягає у здатності фільтруючих елементів поглинати своєю поверхнею різні речовини.

Адсорбція – поглинання газів, парів або розчинених речовин поверхнею твердого тіла або рідини.

Сорбція - поглинання твердими тілами або рідинами речовин з оточуючого середовища.

Хемосорбція – поглинання однієї речовини іншою, яке супроводжується хімічними реакціями.

Каталіз – зміна швидкості хімічних реакцій під дією речовин (каталізаторів), які вступають у взаємодію з реагуючими речовинами, але не входять у склад утворених продуктів, і залишаються незмінними після закінчення реакції.

Фільтрація – процес механічного розділення рідинних та газоподібних дисперсних систем за допомогою пористих перетинок, здатних пропускати дисперсне середовище, та затримувати частинки, розміри яких перевищують діаметр пор перетинки.

Явище **адсорбції** пояснюється тим, що частинки які розміщені на поверхні речовини, перебувають в інших умовах ніж ті, які знаходяться в середині. В середині речовини усі діючі між частинками сили взаєморівноважуються, а на поверхні речовини врівноважені тільки сили, направлені в середину речовини і в площині самої поверхні, тому

поверхневий шар адсорбенту може притягувати до себе частинки із дотичної з ним рідкої або газоподібної фази.

Виходячи з того, що адсорбція – явище яке відбувається тільки на поверхні речовини, можна зробити висновок: чим більша загальна поверхня адсорбенту, тим більше молекул він може поглинути, як наслідок речовини пористі та порошкоподібні, зазвичай мають більшу поглинальну здатність ніж речовини, які не мають пор.

Наявне уявлення про те, у скільки разів збільшується поверхня адсорбенту під час його дроблення приведено у табл. 14. В ній показано зростання поверхні куба з ребром 1 см при його послідовному діленні на кубики з ребром 1 мм, 0,1 мм і т.д.

Таблиця 14

Збільшення поверхні речовини при його дробленні

Довжина ребра куба	Кількість кубиків в см ³	Загальна площа	Довжина ребра куба	Кількість кубиків в см ³	Загальна площа
1 см	1	6 см ²	1 μ	10 ¹²	6 м ²
1 мм	10 ³	60 см ²	1 тμ	10 ²¹	6000 м ²
0,1 мм	10 ⁶	600 см ²	0,1 тμ	10 ²⁴	60000 м ²
0,01 мм	10 ⁹	6000 см ²			

Велику адсорбційну здатність має звичайне вугілля. Проте, слід зазначити, що кількість поглинаючого адсорбентом газу залежить як від властивостей самого адсорбенту, так і від природи газу. При цьому спостерігається деяка закономірність, яка полягає в тому, газ, як правило, поглинається тим краще, чим вища його критична температура, тобто чим краще він зріджується.

Критична температура це температура, вище якої ніяким тиском неможливо запобігти перетворення даної рідини в пар і, навпаки, неможливо згустити даний пар у рідину.

В табл. 15 приведені об'ємні кількості різноманітних газів у мілілітрах, адсорбуючі 1 г вугілля при нормальному тиску та температурі 15⁰ С.

Особливо добре поглинає гази активоване вугілля. Найкращий спосіб його приготування полягає в тому, що звичайне березове вугілля піддають сильному нагріванню у струмені водяної пари. Після такої обробки вугілля стає дуже пористим і його поглинальна здатність значно збільшується*.

*У активованому вугіллі є пори різних діаметрів: 1) більш крупні, видимі у мікроскоп, діаметром від 10⁻³ до 10⁻⁴ см і 2) ультра пори, не видимі у мікроскоп, діаметром від 9,2 · 10⁻⁷ до 2,8 · 10⁻⁷ см. Останні і відіграють основну роль у адсорбційних процесах. Загальна поверхня цих пор в 1 г активованого вугілля може досягати 100 м².

Адсорбція газів вугіллям

Адсорбуюча речовина	Темп. кип. в °С	Кількість адсорб. газу в мл	Адсорбуюча речовина	Темп. кип. в °С	Кількість адсорб. газу в мл
Сернистий газ SO ₂	-10,1	380	Вуглекислий газ CO ₂	-78,5	47,6
Хлор Cl ₂	-34	235	Метан CH ₄	-161,5	16,2
Аміак NH ₃	-33,4	181	Кисень O ₂	-183	8,2
Сірководень H ₂ S	-60,7	99	Водень H ₂	-252,7	4,7

Під час Першої світової війни 1914–1918 рр. активоване вугілля було використане, за пропозицією Н.Д. Зелінського, для захисту органів дихання від отруйних речовин. Наповнені активованим вугіллям «протигази Зелінського» врятували під час Першої світової війни десятки тисяч російських солдат від смерті. Активоване вугілля застосовується і в сучасних фільтруючих протигазах.

Протигази фільтруючі: ПМК, ПМГ-1, ПМГ-2, ПБФ, ГП-5, ГП-5м і т.д. – призначені для захисту шкіри обличчя, органів дихання від радіоактивного пилу, бойових отруйних речовин та інших СДОР, з високою критичною температурою.

На рис. 15 показана будова загальновійськового протигазу.

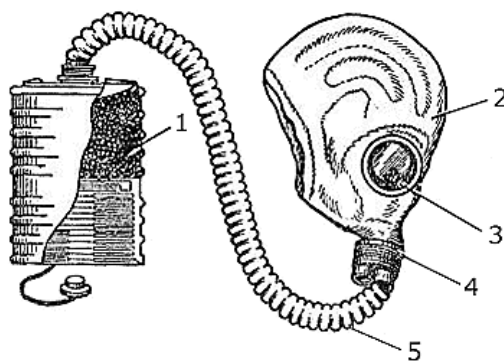


Рис. 15. Загальновійськовий протигаз: 1 – фільтрувально-поглинаюча коробка; 2 – лицьова частина (шолом-маска); 3 – окулярний вузол; 4 – клапанна коробка; 5 – сполучна трубка

В комплект сучасних фільтруючих протигазів входять плівки від запотівання для окулярних вузлів, спеціальні олівці для збереження скла окулярних вузлів від запотівання, утеплювальні манжети.

На рис. 16 показані зразки сучасних протигазів.



Рис. 16. Зразки сучасних протигазів: а) ГП-5; б) ГП-7; в) ПМГ-2

З метою виконання стрибків із парашутом в умовах радіаційного, хімічного зараження атмосфери та місцевості для десантних військ розроблений протигаз безкоробковий фільтруючий (ПБФ) (рис. 17).



Рис. 17. Протигазы для десантних військ ПБФ

Для сухопутних військ розроблений багатофункціональний протигаз, який не тільки захищає особовий склад від ОР, а й забезпечує ефективну діяльність та можливість взаємодії у межах підрозділу (мають портативні засоби зв'язку та забезпечують захист слуху).

Для порівняння приведемо зразки сучасних зарубіжних протигазів (рис. 18).



Рис. 18. Сучасні зарубіжні протигазы

Фільтруючий протигаз не захищає органи дихання від окису вуглецю, тому для захисту від окису вуглецю використовують додатковий патрон ДП-2 (рис. 19), який можна приєднати до коробки протигаза.

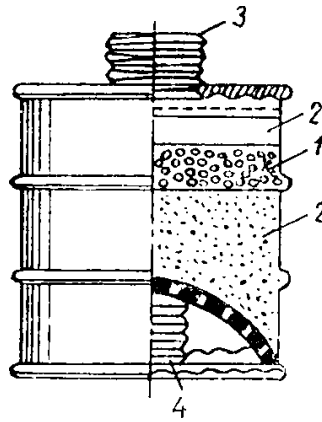
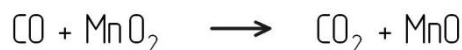


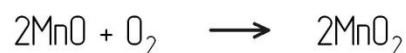
Рис. 19. Гопкалітовий патрон ДП-2: 1 – гопкаліт; 2 – осушувач; 3 – зовнішня горловина для закручування в шолом-маску; 4 – внутрішня горловина для приєднання фільтрувально-поглинаючої коробки

Патрон ДП-2 це циліндрична коробка, споряджена гопкалітом і осушувачем. Кріпиться між лицьовою частиною та фільтруючим елементом протигазу. Зазначений патрон заповнюють, так званім гопкалітом – змішаним окислювальним каталізатором, який складається із 60% MnO_2 та 40% CuO .

На пористій поверхні гопкаліта відбувається окислення CO до CO_2 .



Відновлений каталізатор регенерується шляхом автоокислення киснем повітря.



Слід зазначити, що дана реакція відбувається за умов достатнього вмісту кисню у повітрі не менш 16%.

Ураженим окисом вуглецю необхідні чисте повітря, дихання киснем, серцеві засоби, міцний солодкий чай. У важких випадках роблять штучне дихання.

Ізольючі протигази застосовують при наявності у повітрі отруйних речовин, які не затримують фільтруючі протигази, а також при недостатньому вмісті O_2 , менш ніж 16%, або наявності у повітрі

підвищеного вмісту CO_2 , більше 4% , коли робота гопкалітового патрона ДП–2 може стати неефективною.

Процес дихання відбувається без контакту з навколишнім середовищем за рахунок регенерації або запасу кисню та поглинання виділеного вуглекислого газу.

Ізолюючі протигази розрізняють за способом забезпечення кисню:

- хімічний спосіб утворення кисню (регенерація повітря);
- механічний спосіб подачі кисню із балонів під тиском.

У ізолюючих протигазах першого типу (ІП-46, ІП-46М, ІП-4, ІП-5) джерелом кисню є регенеративний патрон, який містить надперекиси лужних металів, наприклад Na_2O_4 . Кисень утворюється в результаті хімічної взаємодії перекисів з вологою та вуглекислим газом повітря, що видихається. Регенеративний патрон одночасно виконує функцію поглинача вуглекислого газу.

У протигазах другого типу (КІП-5, КІП-7, КІП-8) дихання забезпечується за рахунок стисненого кисню (повітря), який знаходиться у сталевому балоні. Поглинання вуглекислого газу повітря, що видихається здійснюється спеціальним лужним поглиначем.

Розглянемо будову ізолюючого протигаза ІП-4 (рис. 20).

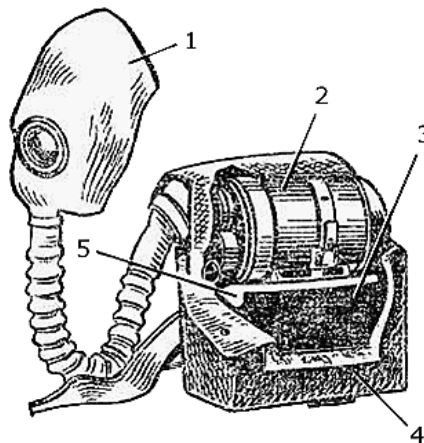


Рис. 20. Ізолюючий протигаз ІП-4:

1 – лицева частина; 2 – регенеративний патрон; 3 – дихальний мішок; 4 – сумка; 5 – каркас

Лицева частина служить для захисту очей і обличчя від радіоактивних та отруйних речовин, що є у повітрі, ізоляції органів дихання від навколишнього середовища, спрямування газової суміші, що видихається та вдихається до органів дихання. Лицева частина для ІП-5 додатково укомплектовується загубником і носовим затискачем для забезпечення роботи під водою.

Регенеративний патрон служить для утворення кисню, поглинання вуглекислого газу та вологи, які містяться у газовій суміші, що видихається.

У регенеративному патроні проходять хімічні реакції поглинання двоокису вуглецю і вологи з повітря, що проходить через нього, з виділенням кисню.

Реакція екзотермічна.



Дихальний мішок служить резервуаром для газової суміші, що видихається, і кисню, що виділяється регенеративним патроном. Він має фланець для приєднання до регенеративного патрона і клапан надлишкового тиску. В ПП-5 є два пристрої, які служать для наповнення дихального мішка киснем в разі браку газової суміші на вдих при роботі під водою.

Пусковий пристрій складається із пускового брикету, ампули з сірчаною кислотою (1мл 38%) і пристрою для розбивання ампули. Пусковий брикет служить для забезпечення органів дихання киснем у перші хвилини користування протигазом і приведення в дію регенеративного патрону.

Каркас призначений для розміщення у ньому дихального мішка, запобігання здавлюванню мішка і кріплення регенеративного патрона. У ПП-5 дихальний мішок знаходиться у чохлі. Сумка служить для зберігання та перенесення ізолюючого протигаза, а також для захисту його вузлів від механічних пошкоджень.

Схема дихання в ізолюючих протигазах маятникова, через те що внаслідок відсутності клапанної системи потоки повітря, які видихаються, повертаються у зворотному напрямку до органів дихання (рис. 21).

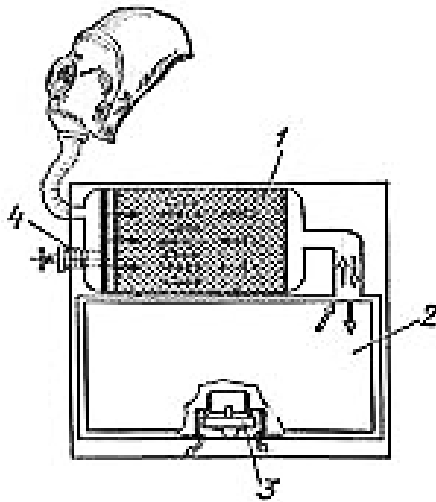


Рис. 21. Принципова схема протигаза ИП-4:

1 – регенеративний патрон; 2 – дихальний мішок; 3 – клапан надлишкового тиску; 4 – пусковий брикет

При проведенні газонебезпечних ремонтно-технічних робіт використовуються шлангові протигази, які складаються з лицьової частини та шлангу, по якому повітря для дихання надходить з чистої зони. Радіус дії шлангових протигазів складає від 20 до 100 метрів.

Протигази зберігаються у закритих сухих приміщеннях при температурі не вище 25 градусів, на відстані не менше 1 метра від тепловипромінювальних приладів. У протигазну сумку забороняється класти сторонні предмети. Лицьові частини протигазів, які перебувають у експлуатації, необхідно періодично дезінфікувати шляхом протирання їх 2% розчином формаліну або етиловим спиртом, а при їх відсутності – обробити мильною водою.

4.3.2. Засоби захисту шкіри

Індивідуальні засоби захисту шкіри за призначенням умовно поділяються на спеціальні (табельні) та підручні.

Спеціальні засоби захисту шкіри надійно захищають поверхню шкіри від парів та крапель ОР, РР та бактеріальних засобів, повністю захищають від впливу альфа-частинок та послаблюють світлове випромінювання ядерного вибуху.

За принципом захисної дії спеціальні засоби захисту шкіри поділяються на:

- ізолюючі;
- фільтруючі.

Ізолюючі засоби захисту шкіри виготовляють з прогумованої тканини і застосовують під час тривалого перебування людей на зараженій місцевості, при виконанні дегазаційних, дезактиваційних і дезінфекційних

робіт в осередках ураження і зонах зараження. До ізолюючих засобів захисту відносяться:

- легкий захисний костюм Л-1;
- загальновійськовий захисний комплект;
- захисний комбінезон.

Легкий захисний костюм Л-1 (рис. 22) складається з прогумованої куртки з капюшоном, прогумованих суцільних штанів разом з панчолами, прогумованих трьохпалих рукавичок, брезентових підшоломника та сумки. Виготовляється чотирьох розмірів. Маса 3 кг, упаковується в ящики по 12 комплектів.

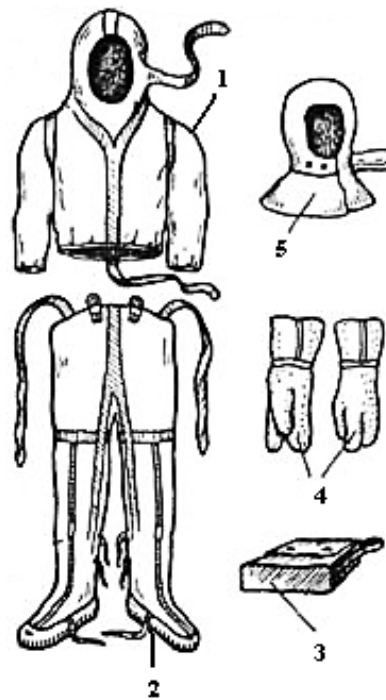


Рис. 22. Легкий захисний костюм Л-1:

- 1 – куртка з капюшоном; 2 – штани з панчолами; 3 – сумка;
4 – трьохпалі рукавички; 5 – підшоломник

Загальновійськовий захисний комплект (ЗЗК) (рис. 23) складається з прогумованого захисного плаща ОП-1М, прогумованих панчо захисних (плащ і панчохи виготовляються п'яти розмірів), гумових п'ятипалих рукавичок (виготовляються двох розмірів). Маса комплекту 3 кг, упаковується в ящики плащ ОП-1М по 20 шт., панчохи захисні по 25 (30) пар.



Рис. 23. Загальновійськовий захисний комплект:
 1 – захисний плащ ОП-1М; 2 – панчохи захисні; 3 – п’ятипалі рукавиці; 4 – двопалі рукавиці

Загальновійськовий захисний комплект може одягатися у вигляді накидки, плащ в рукава або комбінезону (рис. 24).

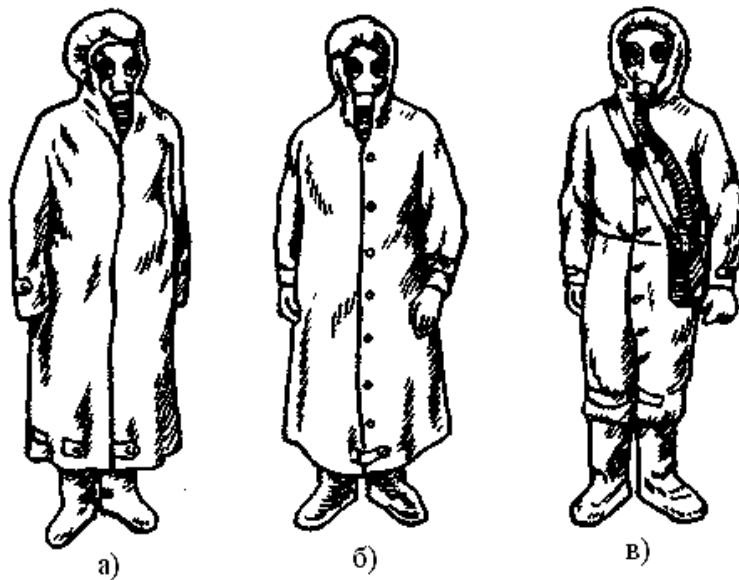


Рис. 24. Загальновійськовий захисний комплект:
 а) у вигляді накидки; б) плащ в рукава; в) у вигляді комбінезону

Захисний комбінезон (рис. 25) складається: прогумований комбінезон з капюшоном; гумові чоботи; гумові рукавиці; підшоломник. Виготовляється трьох розмірів. Маса 6 кг, упаковується в ящики по 20 шт.



Рис. 25. **Захисний комбінезон:**
1 – комбінезон з капюшоном; 2 – чоботи; 3 – рукавиці;
4 – підшоломник

Фільтруючі засоби захисту шкіри – комплект захисного фільтруючого одягу ЗФО-58 складається з бавовняного комбінезону, чоловічої натільної білизни, бавовняного підшоломника, двох пар бавовняних онуч. (рис. 26). Призначений для захисту поверхні шкіри людини від радіоактивного пилу, бактеріальних засобів, які перебувають у вигляді аерозолів, а також від отруйних речовин, які перебувають у пароподібному стані.



Рис. 26. **Захисний фільтруючий одяг ЗФО-58**

Підручні засоби захисту шкіри призначені для масового захисту усього населення і застосовуються у випадку відсутності спеціальних

засобів захисту шкіри. Підручними засобами захисту шкіри можуть бути: звичайний одяг та взуття; плащі та накидки із хлорвінілу або прогумованої тканини; одяг із драпу, шкіри, грубого сукна тощо. Одяг необхідно герметизувати за допомогою нагрудника, капюшонів, клапанів внизу рукавів і брюк (рис. 27).

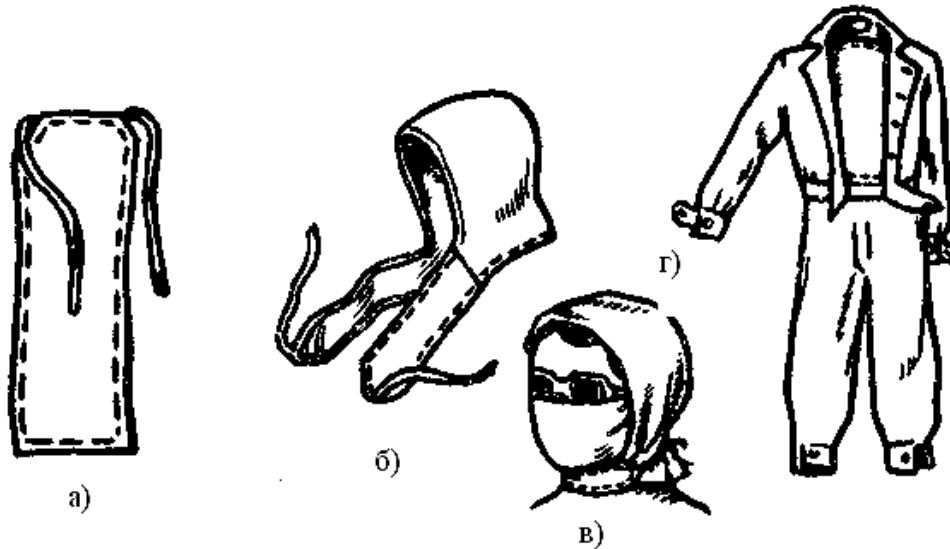


Рис. 27. Герметизація повсякденного одягу:

а) – викрійка нагрудника; б) – капюшон; в) – у капюшоні, масці і окулярах;
г) – герметизуючі манжети на куртці і штанах

Герметичний одяг для забезпечення ефективного захисту від пари і аерозолів отруйних речовин необхідно наситити мильною масляною емульсією (300 г господарського мила, 0,5 л рослинного масла на 2 л води).

Добре підготовлені підручні засоби захисту шкіри можуть захистити від краплино-рідких ОР на протязі 5–10 хвилин, вологий одяг протягом 40–50 хвилин.

4.4. Спеціальна обробка

За умов застосування противником зброї масового ураження, високоточної зброї по об'єктам атомної енергетики та хімічної промисловості, проведення терористичних актів, або виникнення аварій на таких об'єктах може скластись складна радіаційна, хімічна або бактеріологічна обстановка, яка суттєво завдасть шкоди економічному потенціалу країни, здоров'ю населення та біосистемі в цілому. За таких обставин зараженню будуть підлягати: вода, продукти харчування, особистий одяг, предмети побуту, транспорт, будівлі та споруди, а також інші предмети, які в свою чергу стануть потенційними джерелами ураження людей.

З метою запобігання ураження людей радіоактивними, хімічними та бактеріологічними речовинами, проводять знезараження зазначених вище об'єктів за допомогою спеціальної обробки.

Спеціальна обробка – це комплекс заходів, який включає:

- санітарну обробку людей;
- дезактивацію місцевості, різних об'єктів і предметів;
- дегазацію місцевості, різних об'єктів і предметів;
- дезінфекцію місцевості, різних об'єктів і предметів.

Санітарна обробка - видалення радіоактивних речовин, нейтралізація отруйних речовин, знешкодження хвороботворних мікробів і токсинів з поверхні шкіри людей, а також з надітих індивідуальних засобів захисту, одягу та взуття.

Дезактивація – видалення радіоактивних речовин з заражених предметів, об'єктів, води та продуктів харчування.

Дегазація – знезараження або видалення отруйних речовин з заражених об'єктів.

Дезінфекція – знищення хвороботворних (патогенних) мікробів і руйнування токсинів (отруйних продуктів життєдіяльності мікробів) на заражених об'єктах, при цьому, знищення комах, переносників інфекційних захворювань, називається дезінсекцією, а знищення гризунів, джерел збудників ряду хвороб, - дератизацією.

В залежності від умов, часу і можливостей спеціальна обробка може виконуватись частково (*часткова спеціальна обробка*) або в повному обсязі (*повна спеціальна обробка*).

Часткова спеціальна обробка передбачає:

- часткову санітарну обробку людей;
- часткову дезактивацію, дегазацію, дезінфекцію зараженої місцевості, різних об'єктів та предметів.

Вона проводиться силами і засобами самого підрозділу, підручними і табельними засобами під час виконання поставлених завдань, здійснення маршу або пересування по місцевості зараженій небезпечними речовинами.

Повна спеціальна обробка включає:

- повну санітарну обробку людей;
- повну дезактивацію дегазацію та дезінфекцію одягу, взуття, спорядження, озброєння автотранспортної та іншої техніки. Виконують її, як правило, після виконання поставлених завдань підрозділами радіаційного, хімічного, біологічного захисту у обладнаних пунктах спеціальної обробки.

Способи проведення спеціальної обробки:

- механічні;
- фізичні;
- хімічні.

Механічний спосіб не забезпечує надійного знезараження, має допоміжне значення та полягає у зрізанні і видаленні зараженого шару ґрунту. Крім цього, дезактивацію можна провести змитанням щітками, витрушуванням, вибиванням речей та майна, а також промиванням поверхонь за допомогою гідропультів, використовуючи гарячу воду з милом або з содою; вентиляція приміщень сприяє зниженню бактеріального забруднення повітря.

Фізичні способи передбачають використання різноманітних розчинників, миючих засобів, для води дезактивація шляхом фільтрації, а також дезінсекція шляхом кип'ятіння або термічної обробки. Дегазація може бути досягнута шляхом випаровування ОР із зараженої поверхні. З фізичних методів знезараження найбільше застосування мають термічна обробка, кип'ятіння, застосування ультрафіолетових променів.

Хімічні способи виконують обробкою заражених об'єктів спеціальними дезактивуючими, дегазуючими і дезінфікуючими речовинами та розчинами. Під час такого способу знезараження мають значення різні хімічні або фізико-хімічні процеси, що призводять до руйнування молекул ОР та токсинів з утворенням неотруйних продуктів, загибелі мікробів, видалення радіоактивних речовин стійко зв'язаних з зараженою поверхнею або розчинених у воді.

Поділ зазначених вище способів на механічні, фізичні та хімічні є вельми умовним, так як на практиці при проведенні знезараження різних предметів практикують одночасно декілька із них. Наприклад, під час дегазації води фільтруванням через карбоферрогель (фізичний спосіб) відбуваються одночасно і хімічні реакції, тому що поверхня активованого вугілля просякнута хімічними речовинами.

4.4.1. Дезактивуючі речовини та розчини

Дезактивація, як зазначалось раніше, – видалення радіоактивних речовин з поверхні різних предметів, об'єктів і.т.д. Для її проведення придатні різноманітні розчинники, речовини та розчини.

Із усіх доступних та зручних у застосуванні є вода. Проте, її використання для видалення масел, мастильних матеріалів, жирів з поверхні різних предметів та об'єктів є малоефективним. Це фізичне явище пояснюється значним поверхневим натягом води.

Поверхневий натяг – явище природньої сили, яка діє на поверхні речовини і прагне звести її вільну частину (поверхню) до мінімуму.

Поверхневий натяг може бути знижений багатьма способами в тому числі за рахунок поверхнево-активних речовин.

Поверхнево-активні речовини, навіть у невеликих кількостях, здатні різко зменшувати поверхневий натяг водних розчинів. Стосовно води, поверхнево-активними речовинами є різноманітні органічні сполуки.

Насамперед, це солі жирних кислот (мило), високомолекулярні спирти, аміни та ін.

Зручними і відносно не дорогими поверхнево-активними речовинами є різні побутові порошки та миючі засоби.

Водно – дезактивууючий розчин (0,1–0,2%) готують із розрахунку: 1–2 г порошку на 1 л води. Взимку та при мінусових температурах для пониження температури замерзання у дезактивууючий розчин додають аміачну воду. Такий розчин не роз’їдає краску і не сприяє корозії металевих виробів. Крім порошоків та миючих засобів для проведення дезактивації інколи користуються звичайними мильними розчинами із господарчого мила. Передбачається також застосування розчинників – бензину, керосину і т.д.

4.4.2. Дегазуючі речовини та розчини

Дегазуючими речовинами називають хімічні сполуки або їх суміші, які здатні в результаті хімічних реакцій з отруйними речовинами перетворювати їх в неотруйні або малоотруйні сполуки.

Усі відомі дегазуючі речовини умовно ділять на дві групи:

- дегазуючі речовини окислювальної та хлоруючої дії;
- дегазуючі речовини основного характеру.

Дегазуючі речовини окислювальної та хлоруючої дії

До даної групи дегазаторів відносяться: хлорне вапно, дві треті основної солі гіпохлориту кальцію, монохлораміни, дихлораміни гексахлормеламін. Дегазуюча здатність перерахованих дегазуючих речовин визначається вмістом у них активного хлору. Це поняття дає змогу оцінити окислювальну здатність дегазатора шляхом порівняння її з еквівалентною окислювальною здатністю газоподібного хлору у водному середовищі. Експериментально встановлено, що елементарний хлор, в залежності від певних умов, може проявляти різні властивості: у водному середовищі як окисник, а у безводному (середовище органічного розчинника) – як хлоруючий агент. Схематично виглядає так:



На схемі видно, що одна молекула хлору за своєю окислювальною здатністю еквівалентна одному атому кисню. Отже, вміст активного хлору в дегазуючій речовині визначається за киснем і може бути розрахований теоретично за формулою. В дійсності вміст активного хлору завжди є трохи нижчим.

Хлорактивні дегазатори досить легко втрачають активний хлор, особливо при несприятливих умовах зберігання. Наявний вміст активного хлору визначається шляхом хімічного аналізу дегазатора. Розглянемо опис деяких дегазуючих речовин цієї групи.

ХЛОРНЕ ВАПНО (ХВ) і дві треті основної солі гіпохлориту кальцію (ДТС ГК). ХВ і ДТС ГК суміш декількох сполук. Склад може змінюватись в залежності від вихідної сировини і способу отримання. Основним компонентом зазначених дегазаторів, який визначає їх знезаражуючу здатність, є гіпохлорит кальцію Ca(OCl)_2 . В ХВ вміст гіпохлориту кальцію складає приблизно 36%, а в ДТС ГК – біля 56%.

Дегазуюча здатність цих дегазаторів також залежить від наявності в них гідрату окису кальцію Ca(OH)_2 .

ХВ і ДТС ГК – білий або трохи жовтуватий порошок з запахом хлору. У воді мало розчинний і нерозчинний в органічних розчинниках.

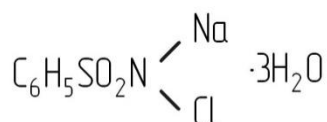
Вміст активного хлору складає:

- в хлорному вапні класу «А» не менше 35%;
- в хлорному вапні класу «Б» не менше 32%;
- в ДТС ГК першого гатунку не менше 52%;
- в ДТС ГК другого гатунку не менше 47%.

В останній час промисловість виготовляє хлорне вапно з дуже високим вмістом активного хлору, що складається майже з чистого гіпохлориту кальцію Ca(OCl)_2 і містить 70% активного хлору.

Хлорне вапно - речовина, яка нестійка у зберіганні і розкладається за дії вологи, світла, підвищеної температури, вуглекислоти повітря. Зберігають ХВ в дерев'яних бочках і барабанах. ДТС ГК відрізняється значно більшою стійкістю. Для зберігання ДТС ГК використовують барабани з оцинкованої або пофарбованої жести. Зазначені дегазатори здатні подразнювати органи дихання і шкіру людини, сприяють корозії металів, руйнують різні тканини. Використовують їх у сухому вигляді, а також у вигляді рідких суспензій і кашиць. Застосовують для дегазації місцевості, різних об'єктів і техніки заражених ОР типу іприту та зарину при температурі навколишнього середовища не нижче 5°C .

МОНОХЛОРАМІН Б (ДТ-1)



Хімічна назва: натрієва сіль монохлораміду бензосульфакислоти.

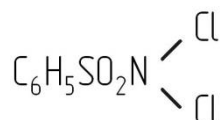
Монохлорамін Б (ДТ-1) – дрібнокристалічний порошок блідо-жовтуватого кольору, з запахом хлору. Добре розчинний у воді, гірше у

спирті. Практично не розчинний у бензолі, ефірі, хлороформі. Водні розчини стійкі, так як гідроліз монохлораміну відбувається повільно.

Вміст активного хлору складає 25–27%. Зберігають і транспортують монохлорамін у фанерних барабанах, стійкий у зберіганні.

Розчини монохлорамінів спричиняють незначне подразнення шкіри людини. Їх використовують для дегазації іприту.

ДИХЛОРАМІН Б (ДТ- 2)



Хімічна назва: дихлорамід бензосульфакислоти.

Дихлорамін Б (ДТ-2) за своїми зовнішніми ознаками схожий на монохлорамін, нерозчинний у воді, проте добре розчинний в дихлоретані. Слід зазначити, що такі розчини не стійкі, тому їх доцільно готувати перед самим застосуванням. Розчини ДТ-2 в дихлоретані сприяють корозії металів, псуванню тканин, подразнюють шкіру.

В ДТ-2 вміст активного хлору складає 63%.

Зберігають дихлорамін Б у дерев'яних бочках або у фанерних барабанах масою 25 кг. Розчини дихлорамінів застосовують для дегазації різних об'єктів, заражених ОР типу іприту та зарину.

Інші речовини окислювальної та хлоруючої дії

МОНОЕТАНОЛАМІН (НОСН₂СН₂НН₂) – в'язка рідина жовтого кольору, яка має слабкий аміачний запах, добре розчинна у воді, не подразнює шкіру людини. Технічний продукт містить не менше 80% основної речовини. Зберігається і транспортується в залізних бочках ємністю 100 і 250 л, а також в залізничних цистернах.

Розчини моноетаноламіна придатні для дегазації об'єктів, заражених ОР типу фосген.

ДИХЛОРЕТАН (С₂Н₄СЛ₂) – летюча, безбарвна або злегка жовтувата рідина з запахом спирту, або хлороформу. Температура кипіння 84 °С, температура замерзання -35 °С. У воді нерозчинний, при підпалюванні горить, потрапивши в організм людини, викликає сильне отруєння або смерть. Дихлоретан використовується в якості розчинника речовин ДТ-6, ДТ-2, ДТХ-2 для дегазації. Зберігається і транспортується в залізних бочках ємністю 100 і 250 л, а також в залізничних цистернах.

ГЕКСАХЛОРЕМЕЛАМІН (С₃Н₆СЛ₆), (ДТ-6) – дрібнокристалічний порошок з запахом хлору, нерозчинний у воді, добре розчинний в дихлоретані та утворює стійкі розчини. Також розчинний у спиртах, але

такі розчини нестійкі і швидко втрачають свою активність. Вміст активного хлору біля 124%. Перевага ДТ-6 полягає в тому, що він має значно більшу окислювальну та хлоруючу здатність, ніж, наприклад, дихлораміни.

В сухому стані гексахлормеламін легко спалахує, вибухонебезпечний. Зберігають його з дотриманням правил техніки безпеки в пластмасових мішках, запованих у барабани із фанери або в дерев'яні ящики.

Використовують ДТ-6 у вигляді розчинів. Розчини гексахлормеламіна у дихлоретані подразнюють шкіру і сприяють корозії металів. Придатні для дегазації ОР шкірноаривної та нервово-паралітичної дії.

Дегазуючі речовини основного характеру

Основне призначення даної групи дегазаторів полягає у проведенні дегазації ОР нервово-паралітичної дії. До цієї групи належать: їдкий натр, сірнистий натрій, органічні розчинники та інші.

ЇДКИЙ НАТРІЙ (КАУСТИЧНА СОДА) (NaOH) – тверда біла, сильно гігроскопічна речовина, з температурою кипіння 328°C . Добре розчинна у воді, з виділенням великої кількості теплоти. Зберігають їдкий натрій в добре герметичній тарі, так як він легко поглинає із повітря вуглекислий газ, поступово перетворюючись в карбонат натрію.

Концентровані розчини (більше 3-5%) роз'їдають шкіру людини, псуєть тканину та взуття.

Використовують їдкий натрій у вигляді розчинів для дегазації ділянок місцевості, тари, посуду, заражених ОР типу зарин, люізит.

СІРНИСТИЙ НАТРІЙ (Na₂S) – кристалічна речовина з запахом сірководню. Добре розчинна у воді з утворенням кислоти солі (NaHS) та їдкого натру (NaOH). Сірнистий натрій не стійкий у зберіганні, тому його зберігають у герметично закупорених залізних бочках. Здатний подразнювати шкіру людини, псувати одяг та взуття.

Сірнистий натрій застосовують у вигляді розчинів для дегазації місцевості, зараженої ОР типу зарин при температурі не нижчій мінус 5°C .

АМІАЧНА ВОДА (NH₄OH) – 20-25 %-й розчин аміаку у воді. Призначена для зниження температури замерзання дегазуючих розчинів. Температура замерзання аміачної води залежить від наявності в ній аміаку і складає для 8%-го розчину мінус 10°C , для 12%-го розчину мінус 17°C , для 25%-го розчину мінус 40°C . Зберігають аміачну воду переважно в залізних бочках ємністю 100-250 л.

Розчинники – індивідуальні хімічні сполуки або суміші, здатні розчиняти різні речовини, тобто утворювати з ними однорідні системи змінного складу, що складаються з двох або більшого числа компонентів.

Під час дегазації ОР в якості розчинників найбільш частіше використовують бензин, керосин, дизельне паливо. Для обробки невеликих

ділянок різних предметів та виробів можуть застосовуватись такі розчинники, як спирт, ефір, хлороформ та інші.

4.4.3. Дезінфікуючі речовини та розчини

Зазначені вище дегазуючі речовини окислювальної та хлоруючої дії, найшли своє застосування, як ефективні засоби для дезінфекції.

Дезінфікуючі речовини можуть застосовуватись у вигляді розчинів і суспензій, а також в пароподібному або газоподібному стані. Найбільш поширеними із них є: хлорне вапно, хлорамін, лізол, нафталізол, формальдегід, оксид етилену, формалін, фенол (карболова кислота) та ін.

ХЛОРНЕ ВАПНО – дезінфікуючий розчин. Для дезінфекції застосовують наступні концентрації:

- освітлені від 0,1% до 5%;
- неосвітлені від 5% до 20%.

Слабкі освітлені 0,2% розчини застосовують для знезараження рук, 0,2–1% розчини – для приміщень, санітарного транспорту, 1–2% розчини - для каналізаційних труб, 2-3% розчини - для обробки вагонів.

ХЛОРАМІН - білий кристалічний порошок. Застосовується у вигляді розчинів: для дезінфекції приміщень (0,2–0,5%, експозиція 1 год.) при крапельних інфекціях; для знезараження мокроти хворих на туберкульоз (5% розчин, 2 частини на 1 частину виділень, експозиція 2 години); для замочування білизни (0,2–3% розчин, експозиція від 30 хв. до 4 годин залежно від концентрації розчину і стійкості збудників), для обробки рук (0,5% розчин протягом 1 хв.).

ЛІЗОЛ – розчин карболової кислоти в зеленому милі, темно-бура рідина, добре розчинна у воді. Має високі дезінфікуючі властивості. Застосовується в 3-5% концентрації при крапельних і кишкових інфекціях для знезараження рідких випорожнень, сечі, замочування білизни, дезінфекції приміщень, автотранспорту.

НАФТАЛІЗОЛ – червоно-бура рідина, добре розчинна у воді, бруднить тканини. При паразитарних тифах використовується для дезінсекції білизни, одягу, взуття та інших предметів.

Для знезараження газовим методом може бути використаний формальдегід шляхом випаровування його 8% водного розчину.

Із групи речовин основного характеру придатні NaOH, Na₂S.

4.5. Демеркуризація

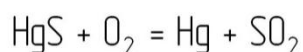
Демеркуризація – видалення, нейтралізація, знезараження ртуті та її шкідливих парів.

Ртуть – на латині "меркурій", була так названа за властивість її краплин швидко "бігати" твердою поверхнею в рідкому агрегатному стані,

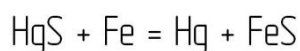
метал сріблясто-білого кольору, при кімнатній температурі перебуває у рідкому агрегатному стані у звичайних умовах, легко рухливий, при ударі подрібнюється на дрібніші частини. Температура замерзання мінус $38,87^{\circ}\text{C}$, а кипіння $+356,9^{\circ}\text{C}$, густина – $13,55\text{ г/см}^3$.

У природі металева ртуть мало розповсюджена, вміст у земній корі складає всього $5 \cdot 10^{-6}$ вагового відсотка. Інколи вона трапляється у вигляді самородків, скроплена у гірські породи, але переважно існує у вигляді сульфїду ртуті HgS – кіноварі, мінерал яскраво червоного кольору і застосовується як червона фарба.

Із кіноварі металева ртуть отримується простим обпалюванням у спеціальних печах. Під час цього процесу сірка згорає, утворюючи сірнистий газ, а ртуть виділяється у вигляді парів зріджуючись у спеціальних охолоджувальних пристроях, а потім очищається перегонкою під невеликим тиском:



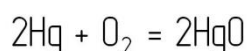
Також її можна отримати нагріванням кіноварі із залізом або оксидом кальцію:



Завдяки своїм унікальним властивостям металева ртуть найшла своє застосування у багатьох галузях: наповнення різноманітних фізичних приладів – барометри, термометри, виготовлення кварцових ламп виготовлення гримучої ртуті – вибухової речовини, відділення самородного золота від неметалічних домішок, приготування мазі проти шкіряних хвороб, тощо.

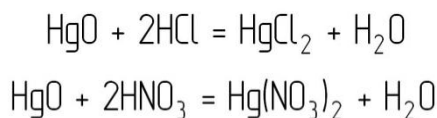
Ртуть має властивість розчинювати в собі багато металів (окрім заліза), утворюючи з ними інколи рідкі, а інколи тверді сполуки, так звані **амальгами**.

Ртуть – малоактивний метал при звичайній температурі не окислюється. З киснем взаємодіє тільки при нагріванні вище 300°C , стає червоного кольору:

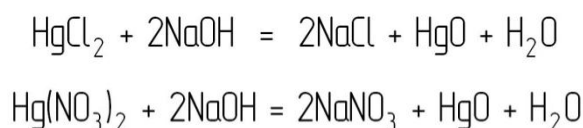


при температурі 400°C окис ртуті знову розкладається на ртуть і кисень.

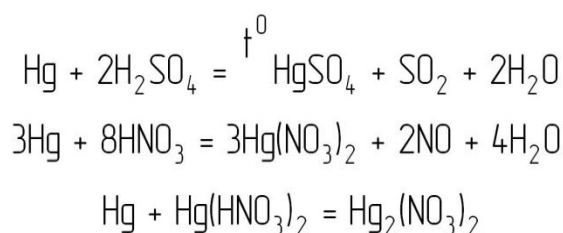
Оксид ртуті має тільки основні властивості, розчиняється у кислотах, з якими ртуть утворює легко розчинні солі:



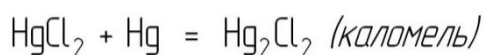
У воді оксид ртуті не розчинюється і при дії лугів на розчини солі ртуті двохвалентної оксид ртуті випадає в осад:



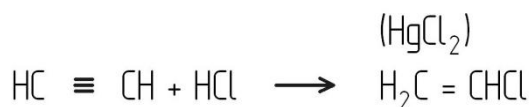
Ртуть, як і її оксид, розчиняється тільки в кислотах-окисниках: в концентрованій сірчаній - при нагріванні, в азотній – на холоді. В залежності від кількості ртуті утворюються солі ртуті в ступені окислення +1, +2:



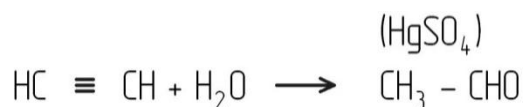
Ртуть двохвалентна в хлориді HgCl_2 (сулема) в надлишку металеві ртуті під час нагрівання відновлюється останньою до ртуті одновалентної:



Солі ртуті використовуються в цілому як каталізатори багатьох хімічних процесів. Так, наприклад, сіль двохвалентної ртуті сулема HgCl_2 каталізує реакцію гідрохлорування ацетилену:



Сульфат ртуті HgSO_4 застосовують як каталізатор при гідратації ацетилену за реакцією Кучерова:

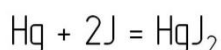


Водний розчин сулеми практично не проводить електричного струму. Таким чином сулема є однією із небагатьох солей, які майже не дисоціюють в розчині на іони.

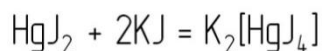
Сулема HgCl_2 , як і всі розчинні солі ртуті, - сильна отрута. Однак, при малій концентрації (1:1000) використовується в медицині для дезінфекції.

Важкорозчинна каломель Hg_2Cl_2 – білий нерозчинний у воді порошок, використовується під час виготовлення стандартних електродів електрометричних приладів.

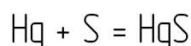
Йодид ртуті двохвалентної HgJ_2 випадає у вигляді яскравого оранжево-червоного осаду при дії йодистого калію KJ на солі двохвалентної ртуті:



В надлишку йодистого калію сіль легко розчиняється, утворюючи безбарвний розчин комплексної солі $\text{K}_2[\text{HgJ}_4]$.



Сульфід ртуті двохвалентної, або сірниста ртуть HgS – досить стійка сполука, може бути отримана у вигляді чорної аморфної речовини або прямим з'єднанням сірки з ртуттю, що можна пояснити великою міцністю зв'язку Hg-S та рідким агрегатним станом ртуті, що полегшує її взаємодію з сіркою:



Цю властивість слід застосовувати для зв'язування дрібних частинок розливої ртуті.

Ртуть легко випаровується, її пари, як і її сполуки дуже отруйні, мають здатність накопичуватись в стінках, стелі та підлозі будинків, сорбуватись в них на глибині до 1 сантиметра.

Критерієм зараженості ртуттю навколишнього середовища є порівняльна характеристика вимірних концентрацій з нормами гранично допустимих концентрацій (ГДК) ртуті в повітрі різних об'єктів.

Діють наступні ГДК:

- норма граничних разових викидів на робочих місцях промислових виробництв до $0,01 \text{ мг/м}^3$;

- середньо-змінна норма на робочому місці до 0,005 мг/м³;
- для НДІ, вищих навчальних закладів, лабораторій, що працюють із ртуттю до 0,0017 мг/м³;
- для житлових приміщень до 0,0003 мг/м³.

Потрапивши до організму людини інгаляційним, пероральним або резорбційним шляхом, ртуть легко акумулюється і не виводиться, залишається там на все життя, уражаючи центральну нервову та серцево-судинну системи. Відбувається інтоксикація організму, порушується діяльність судин головного мозку, можливі катаральні прояви у верхніх дихальних шляхах, кровотечі ясен. При сильному отруєнні виникає токсичний шок, болі в животі, металевий прикус у роті, блювання з кров'ю з вираженням гострої ниркової недостатності, що може призвести до незворотних біохімічних процесів в організмі, з наступним смертельним наслідком.

Отруєння ртуттю людини поділяють на гострі і хронічні. Гострі отруєння трапляються рідше, тому що вони пов'язані з виробничими аваріями, нещасними випадками тощо. Хронічні отруєння трапляються частіше, вони є наслідком вдихання малих концентрацій парів ртуті протягом тривалого часу. При такому отруєнні тривалий час ніяких проявів не відбувається, але згодом поступово підвищується стомлюваність, загальна слабкість організму, сонливість, з'являються головний біль, апатія й емоційна нестійкість.

Потрібно завжди пам'ятати, при попаданні ртуті в шлунок, необхідно негайно виконати наступні дії:

- випити якомога більше (20-30) грамів активованого вугілля для негайної адсорбції отруйної речовини;
- декілька разів промити шлунок перманганатом калію $KMnO_4$ (марганцівка), або 2% розчином $NaHCO_3$ (харчова сода) для звільнення шлунку від реагентів адсорбції;
- застосувавши вище зазначені розчини, зробити зустрічну клізму;
- відразу звернутись за кваліфікованою медичною допомогою.

Розлив ртуті у побуті найчастіше трапляється під час необачного поводження людей з медичним термометром, який є у кожній оселі.

В такому випадку необхідно негайно приступити до демеркуризації цього приміщення – знезараження, нейтралізація ртуті, шкідливих її парів та сполук, що передбачає наступну послідовність виконання робіт:

- механічне очищення приміщення від видимих кульок ртуті;
- обробку забруднених поверхонь хімічними реагентами;
- вологе прибирання для ретельного видалення продуктів реакції ртуті з хімічними реагентами;
- тривале провітрювання приміщень від залишкових парів ртуті.

Тільки після дбального проведення всіх зазначених заходів загроза здоров'ю та життю людини буде відсутня.

Механічне очищення полягає у ретельному видаленні видимих частинок ртуті з приміщень, кімнат, або інших об'єктів. Проводиться як правило за допомогою підручних засобів. Найкраще збирати частинки ртуті двома щільними листками паперу методом нагортання кульок на один із них або використовуючи лейкопластир, скоч (їхню клейку поверхню).

Для видалення частинок ртуті із щілин, заглиблень, важкодоступних місць слід використовувати мідний або латунний дріт, попередньо промивши його ацетоном, з наступним занурюванням у розведену азотну кислоту для кращого амальгування.

Зібрані кульки ртуті, амальгований дріт слід розміщувати у залізному, або скляному посуді, що щільно закривається пробкою, заливаючи 0,2 %-м водним розчином KMnO_4 + 5 моль концентрованої соляної кислоти на 1 літр розчину.

Ртуть через деякий час випадає в осад у вигляді Hg_2Cl_2 , як зазначалось вище каломель - білий нерозчинний у воді малотоксичний порошок.

Обробка забруднених поверхонь хімічними реагентами передбачає видалення, нейтралізацію дрібних частинок ртуті та адсорбованих поверхнею підлоги чи іншими об'єктами парів ртуті, що не вдалося видалити механічним очищенням.

Існують наступні демеркуризатори:

- 1) Сірка (S);
- 2) 20 %-й розчин хлорного заліза (FeCl_2);
- 3) 0,2 %-й водний розчин KMnO_4 + 5 моль HCl на 1 літр розчину;
- 4) 2-3 %-й розчин йоду в 30% водному розчині йодистого калію (KJ);
- 5) 20%-й розчин хлорного вапна (CaCl_2);
- 6) 4-5 %-й водний розчин полісульфідів (Na_2S і CaS);
- 7) 5-10 %-й розчин сірчастого натрію (Na_2SO_3);
- 8) 4-5 %-й розчин моно і дихлораміна;
- 9) 5-10 %-й розчин соляної кислоти (HCl);
- 10) 25-50 % водний розчин полісульфіту натрію (Na_2SO_3);
- 11) 4 % розчин мила в 5 % водному розчині соди.

Розглянемо декілька із вище зазначених способів демеркуризації враховуючи їх простоту і доступність.

Найбільш простішим і не дорогим для зв'язування дрібних частинок розлитої ртуті є спосіб посипання сіркою забруднених поверхонь, внаслідок чого, як зазначалось вище, утворюється HgS – досить стійка сполука. Після чого реагенти видаляють механічним способом.

Наступний також не дорогий і надійний хімічний спосіб демеркуризації ґрунтується на взаємодії ртуті з розчином FeCl_3 (хлорид заліза). Рекомендовано застосовувати 20% розчин. Для приготування 1 літру розчину беруть 200 г хлориду заліза на 800 г води, виконують на

холоді з метою зменшення гідролізу хлориду заліза. Хлорид заліза у воді розчиняють невеликими порціями, так, як реакція дуже активна. Розчин готують у кількості 10 літрів на 25-30 м² площі приміщення. Поверхню змочену розчином декілька разів протирають і залишають до повного висихання на 1-2 доби. Після проведення демеркуризації поверхню промивають мильною водою для видалення хлорних та кисневих сполук ртуті. Треба пам'ятати, що зазначений спосіб викликає сильну корозію металів.

Більш швидким, але менш надійним є спосіб демеркуризації ртуті розчином, в якому на 1 літр припадає 2 г перманганату калію і 5 моль соляної кислоти. Реакція ртуті проходить з вільним хлором і її продукт, як наслідок, випадає в осад у вигляді Hg₂Cl₂. Концентрація парів ртуті знизиться приблизно у два рази, зазначену роботу доцільно повторити декілька разів.

Ефективнішим, але більш трудомістким є спосіб демеркуризації хлорним вапном (CaCl₂) і полісульфідом натрію (Na₂S). При обробці хлорним вапном утворюється каломель Hg₂Cl₂, остання при взаємодії з розчином полісульфіду натрію перетворюється на сульфід ртуті H₈S. Хлорне вапно готують у вигляді суспензії -1 вагова частина хлорного вапна і 4 вагових частини води. Для отримання полісульфіду натрію беруть 1 кілограм кристалічного сульфідру натрію і нагрівають до 105⁰ С з поступовим додаванням 100–150 г меленої сірки для прискорення реакції і розчиняють у 10-12 л води. Поверхні, забруднені ртуттю, спочатку обробляють хлорним вапном, через 2-3 години хлорне вапно змивають, і наносять розчин полісульфіду натрію з розрахунку 0,5 літрів розчину на 1 м² оброблювальної поверхні. Приміщення закривають і через добу миють теплою мильною водою для видалення прореагувавших реагентів.

Самим надійним, але важким у приготуванні і не дешевим в отриманні є спосіб демеркуризації йодистим калієм. На стіни і підлогу за допомогою обприскувача наноситься розчин кристалічного йодистого калію KJ (на 1 л води 1 г йоду і 10 г йодистого калію). Через 30 хвилин наноситься наступний розчин, що складається: з одного об'єму сульфату міді CuSO₄ (30 г на 1 л води), двох об'ємів сульфату натрію Na₂SO₄ (180 г на 1 л води) і півтора об'єму бікарбонату натрію NaHCO₃ (40 г на 1 л води). Перших два змішуються до повного розчинення осаду, що утворився, а потім до отриманого прозорого розчину додається зазначений обсяг бікарбонату натрію.

Усі роботи, які пов'язані із проведенням демеркуризації слід проводити в захисних костюмах з використанням ізолюючих, або шлангових засобів індивідуального захисту органів дихання.

Після проведення робіт, одяг, забруднений ртуттю, підлягає демеркуризації або утилізації, а люди проходять санітарну обробку.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Назвіть заходи, які проводяться з метою захисту населення від НС ?
2. Назвіть основні види евакуації. В чому вони полягають?
3. Назвіть інженерні системи облаштування сховищ. Дайте їм коротку характеристику.
4. Як поділяються індивідуальні засоби захисту людей?
5. Які є засоби захисту органів дихання? Дайте коротку характеристику.
6. Принцип захисної дії фільтруючих протигазів (адсорбція, сорбція, хемосорбція).
7. Що таке критична температура?
8. В чому різниця між індивідуальними засобами захисту органів дихання фільтруючого та ізолюючого типу?
9. Чому фільтруючий протигаз добре пропускає повітря та окис вуглецю – СО? Гірше хлор, аміак. Зовсім не пропускає, а повністю затримує бойові отруйні речовини смертельної, подразливої та тимчасової дії.
10. В чому суть роботи гопкалітового патрона ДП–2?
11. В чому суть роботи регенеративного патрона РП–4?
12. Які є засоби захисту шкіри? Дайте коротку характеристику.
13. Назвіть способи спеціальної обробки. В чому вони полягають?
14. Назвіть основні дезактивуючі, дегазуючі та дезінфікуючі речовини та розчини.
15. Що таке демеркуризація? Порядок її проведення.

Розділ 5

МЕТОДИКА ОЦІНКИ РАДІАЦІЙНОЇ ТА ХІМІЧНОЇ ОБСТАНОВКИ У МИРНИЙ ТА ВОЄННИЙ ЧАС ПРИ ВИНИКНЕННІ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ НА ОБ'ЄКТАХ АЕС ТА ХІМІЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Оцінка радіаційної та хімічної обстановки на окремих об'єктах господарювання полягає у правильному, кваліфікованому її аналізі і рішенні різних задач щодо захисту працівників об'єкта та іншого цивільного населення від негативних факторів радіоактивного опромінення, впливу різних отруйних речовин смертельної та тимчасової дії.

Оцінка радіаційної та хімічної обстановки проводиться по результатам прогнозування наслідків застосування противником зброї масового ураження, за даними радіаційної, хімічної розвідки та дозиметричного контролю.

Як зазначалось раніше, до радіаційних небезпечних об'єктів на території України відносяться:

- атомні електростанції (Запорізька, Південноукраїнська, Рівненська, Хмельницька і укриття ЧАЕС);
- підприємства з виготовлення і переробки відпрацьованого ядерного палива м. Смоліно;
- підприємства з поховання радіоактивних відходів с. Жовті Води;
- науково-дослідні та проектні організації, які працюють з ядерними реакторами та радіоактивними джерелами;
- ядерні реактори на об'єктах транспорту та інші.

Найбільш небезпечними аваріями на радіаційно-хімічно-небезпечних об'єктах, є аварії з викидом радіонуклідів, ОР, СДОР в атмосферу і гідросферу, які призводять до радіоактивного, хімічного забруднення місцевості та навколишнього природного середовища в цілому.

Ступінь забруднення характеризується поверхневою щільністю (об'ємною іонізацією) радіонуклідами і вимірюється активністю того чи іншого хімічного елемента.

До хімічно небезпечних об'єктів відносяться:

- заводи і комбінати хімічних галузей промисловості, а також окремі установки і агрегати, які виробляють або використовують СДОР;
- заводи, або їх комплекси з переробки нафтопродуктів;

- виробництва інших галузей промисловості, які використовують СДОР;
- підприємства, які мають на оснащенні холодильні установки, водонапірні станції і очисні споруди, які використовують хлор або аміак;
- залізничні станції та порти, де концентрується продукція хімічних виробництв, термінали та склади на кінцевих пунктах переміщення СДОР;
- транспортні засоби, контейнери і наливні поїзди, автоцистерни, річкові і морські танкери, що перевозять хімічні продукти;
- склади і бази, на яких містяться запаси речовин для дезінфекції, дератизації сховищ для зерна і продуктів його переробки;
- склади і бази із запасами отрутохімікатів для сільського господарства.

В Україні за статистичними показниками розміщено понад 24 тис. потенційно небезпечних об'єктів, з яких 6,5 тис. відносяться до об'єктів підвищеної небезпеки, а на 1211 об'єктах промисловості зберігаються або використовуються у технологічному процесі більше 805 тис. тонн небезпечних хімічних речовин, у тому числі, більше 6 тис. тонн хлору, 176 тис. тонн аміаку та понад 623 тис. тонн інших небезпечних хімічних речовин. Крім цього, в Україні накопичено більше чотирьох млрд. тонн токсичних відходів.

Їх діяльність пов'язана з виробництвом, використанням, зберіганням, переробкою, транспортуванням сильнодіючих отруйних речовин, а в зонах можливого хімічного зараження проживає четверта частина населення.

Небезпечне функціонування цих об'єктів господарської діяльності пов'язане з ймовірністю аварійних випадків (викидів або виливів) великої кількості сильнодіючих отруйних речовин за межі об'єктів, що може призвести до складної небезпечної хімічної обстановки, як для самого персоналу об'єкту, так і для мешканців, які проживають поруч з ним.

Збільшення потенційної небезпеки виникнення аварійних випадків з можливими важкими наслідками, зумовлюють актуальність виконання завдань захисту населення, ліквідації наслідків різноманітних надзвичайних ситуацій.

Аналіз структури підприємств та об'єктів, які виробляють, зберігають, переробляють, використовують або транспортують небезпечні радіаційно-хімічні речовини, СДОР, показує, що при аваріях у більшості випадків має місце локальне забруднення (зараження) повітря, обладнання цехів, території підприємств та транспорту. При цьому ураження в таких випадках може отримати не тільки виробничий персонал, а й населення, яке потрапить в зону аварії.

Наведена методика призначена для прогнозу та виявлення радіаційної та хімічної обстановки, яка склалася, або може трапитись при аваріях на потенційно небезпечних об'єктах атомної енергетики та хімічної промисловості, з метою отримання повної інформації про ступінь

впливу їх наслідків на життєдіяльність працюючого персоналу, іншого населення, яке може опинитися в районі аварії, своєчасного прийняття рішень щодо виконання заходів їх захисту.

В методичних рекомендаціях розглянуті основні типи задач, наведений їх розв'язок щодо оцінки радіаційної, хімічної обстановки методом прогнозу або за даними розвідки.

5.1. Оцінка радіаційної обстановки після ядерного вибуху

Для визначення впливу радіоактивного забруднення місцевості на особовий склад формувань цивільного захисту, населення, виробничу діяльність об'єктів виробництва, виявляють і оцінюють радіаційну обстановку.

Радіаційна обстановка - це масштаб і ступінь радіоактивного забруднення місцевості, які впливають на дії формувань ЦЗ, населення і роботу окремих об'єктів господарювання.

Радіаційну обстановку можна виявити і оцінити двома способами:

- **методом прогнозу;**
- **за даними розвідки.**

Перший спосіб виявлення радіаційної обстановки - **метод прогнозу** проводиться попередньо, як правило до моменту вибуху або аварії, щоб проаналізувати і оцінити негативний вплив радіоактивного забруднення на людей, місцевість та навколишнє середовище в цілому.

Для прогнозування радіоактивного забруднення місцевості методом прогнозу необхідні наступні вихідні дані:

- розміщення атомної електростанції АЕС, (координати ядерного вибуху (ЯВ));
- вид і потужність атомного реактора, (вид і потужність ЯВ);
- момент часу аварії або вибуху, напрямок і швидкість середнього вітру.

Розміщення атомної електростанції АЕС (координати ЯВ) – це кількісні показники, які визначають розміщення АЕС (місце аварії), або положення центру (епіцентру) ЯВ на місцевості.

Вид атомного реактора – атомні реактори бувають наступних видів:

- РБМК «реактор большой мощности канальный» (укриття ЧАЕС);
- ВВЕР «водо-водяной энергетический реактор» (Запорізька, Південноукраїнська, Рівенська, Хмельницька АЕС).

Потужність атомного реактора – кількісний показник, який характеризує його потужність (кількість виробництва електроенергії за годину) вимірюється Мвт/год.

Вид ЯВ – ядерні вибухи бувають наступних видів:

- висотний (В), коли світна поверхня ЯВ не торкається поверхні землі або води;
- наземний, надводний (Н), коли світна поверхня ЯВ торкається, або її частина перекривається поверхнею землі або води;
- підземний, підводний (П), ЯВ здійснений під землею або під водою.

Потужність ЯВ – найбільш важлива характеристика вибуху, яка застосовується у всіх розрахунках. Потужність ядерного вибуху, як правило, виражають тротиловим еквівалентом, тобто такою кількістю вибухової речовини (тротилу), при вибуху якого виділиться така ж кількість енергії, що і під час вибуху даного ядерного заряду.

Середнім вітром називається вітер, який є середнім за швидкістю і напрямком для усіх шарів атмосфери (стратосфери), середнє значення якої становить для полярних широт 8-10 км, для помірних широт 10-12 км, для тропічних широт 16-18 км. Напрямок середнього вітру вказується азимутом у градусах.

Азимут середнього вітру – це кут у горизонтальній площині, виражений в градусах та відрахований за ходом годинникової стрілки від напрямку на північ до напрямку (лінії) звідки дме на нас вітер.

Методом прогнозу можна встановити напрямок і швидкість руху радіоактивної хмари, час її підходу до населеного пункту, час випадання радіоактивних речовин, визначити розміри зон радіоактивного забруднення і найбільш ймовірне їх розміщення на місцевості.

В табл. 16 наведені радіуси зон радіоактивного забруднення місцевості в районі наземного вибуху з навітряної сторони (сторона від вибуху в напрямку проти вітру).

Таблиця 16

Радіуси зон радіоактивного забруднення в районі наземного вибуху з навітряної сторони, м

Потужність вибуху, Р Мгт	Зона забруднення			Потужність вибуху, Р Мгт	Зона забруднення		
	А	Б	В		А	Б	В
0,02	735	450	340	0,2	1070	735	595
0,05	865	560	430	0,5	1220	865	710
0,1	970	645	510	1,0	1290	930	770

5.1.1. Оцінка радіаційної обстановки після ядерного вибуху методом прогнозу

Виявлення радіаційної обстановки методом прогнозу – це перший етап роботи, який виконується у відповідності до отриманого завдання на географічній або на адміністративно-територіальній карті України з урахуванням її масштабу, даних про вид, потужність, координати

ядерного вибуху, а також даних про напрямок та швидкість середнього вітру.

Оцінка радіаційної обстановки методом прогнозу проводиться в такій послідовності:

1. Наносять на карту (схему) своє місцезнаходження (окремий об'єкт господарювання).
2. Наносять на карту (схему) координати ЯВ.
3. Визначають розміри зон радіоактивного забруднення (табл. 17).
4. У відповідності до масштабу карти наносять зони радіоактивного забруднення (рис. 28).
5. Визначають зону радіоактивного забруднення в якій опиниться окремий об'єкт господарювання.
6. Розраховують t_{ϕ} – час формування (підходу) радіоактивної хмари.

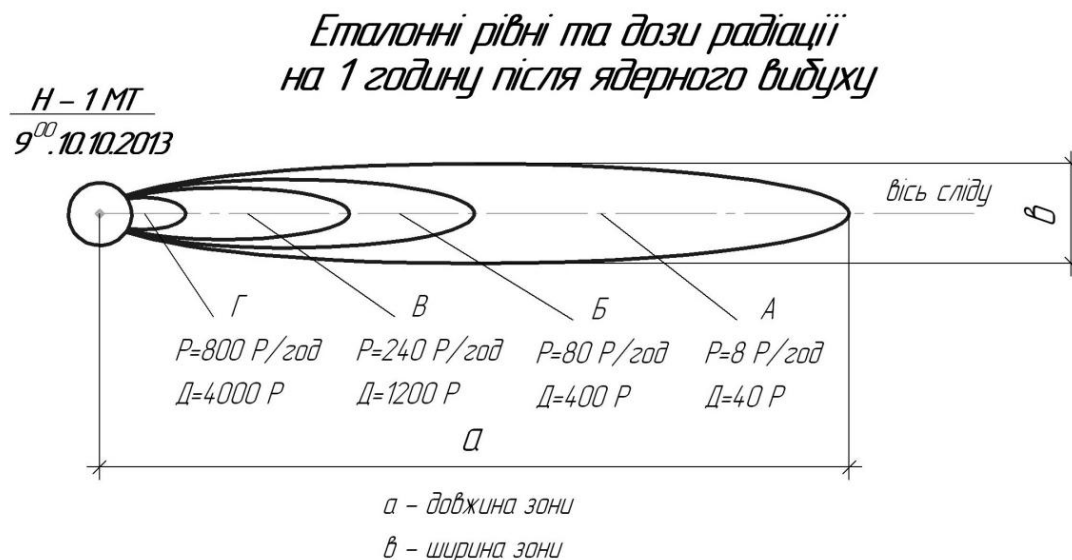


Рис. 28. Зони радіоактивного забруднення з рівнями радіації через 1 годину після вибуху:

A – зона помірного забруднення; *Б* – зона сильного забруднення; *В* – зона небезпечного забруднення; *Г* – зона надзвичайно небезпечного забруднення; *a* – довжина сліду; *b* – ширина сліду

При нанесенні на карту (схему) зон радіоактивного забруднення, спочатку наносять центр ядерного вибуху. Зверху, зліва від нього записують у чисельнику – **вид ЯВ**, його **потужність**, у знаменнику – **час** та **дату ЯВ**. Користуючись даними довідкових таблиць наносять осередок зони забруднення в районі вибуху, враховуючи його потужність (табл. 16).

Потім від центру вибуху проводять пряму лінію – вісь сліду, що відповідає напрямку руху середнього вітру.

Спочатку на вісі сліду відкладають довжину зони А, для чого її довжину зазначену у табл. 17, що відповідає реальній місцевості, ділять на масштаб карти і отримують відповідний відрізок, що наносять на карту.

Отриманий відрізок ділять навпіл і в кожену сторону від його середини відкладають половину загальної ширини зони А.

Таблиця 17

Розміри зон радіоактивного забруднення при ядерних вибухах різної потужності і швидкостях середнього вітру, км

Потужність вибуху, Р Мт	Швидкість середнього вітру км/год.	Розміри зон і еталонний рівень радіації		
		А-8 Р/год.	Б-80 Р/год.	В-240 Р/год.
0,1	25	116-12	49-6,1	31-4
0,1	50	150-14	60-6,4	35-3,9
0,1	75	175-15	64-6,3	35-3,8
0,2	25	157-15	67-7,8	43-5,3
0,2	50	200-18	88-8,3	50-5,3
0,2	75	233-20	90-8,4	50-5,0
0,3	25	190-18	80-8,0	52-6,0
0,3	50	240-21	98-9,6	60-6,2
0,3	75	275-23	100-9,8	60-6,0
0,5	25	231-21	100-10	65-7,4
0,5	50	300-25	121-12	78-7,7
0,5	75	340-17	140-13,5	83-7,7
1,0	25	309-20	132-13,0	83-9,5
1,0	50	402-31	170-15,0	109-10,0
1,0	75	466-34	192-16,0	118-10,0
2,0	25	413-32	182-17	121-12
2,0	50	536-39	231-19,6	149-13
2,0	75	626-43	262-21	165-13
3,0	25	495-37	218-19	145-14
3,0	50	630-45	275-23	180-15
3,0	75	750-50	310-24	200-16
5,0	25	772-52	343-27	225-19
5,0	50	920-58	393-28	253-20
5,0	75	1035-62	436-30	270-20

*Перша група чисел - довжина зони, друга - ширина

Зони Б, В, Г, наносяться на карту подібним способом.

Кожна зона має певний колір: зона А – синя (зона помірного радіоактивного забруднення), зона Б – зелена (сильного радіоактивного забруднення), зона В – коричнева (зона небезпечного радіоактивного забруднення), зона Г – чорна (надзвичайно небезпечного радіоактивного забруднення). Кожну зону наносять відповідним кольором з вказівкою можливих еталонних рівнів та доз радіації на одну годину після ЯВ.

Визначають зону радіоактивного забруднення в якій опиниться окремий об'єкт господарювання.

Час формування сліду радіоактивної хмари визначають за формулою:

$$t_{\phi} = \frac{R}{\vec{V}_{сер}}$$

де

R - відстань від центру ядерного вибуху до даного об'єкта або населеного пункту, км;

$\vec{V}_{сер}$ - швидкість середнього вітру км/год. (величина векторна, характеризується напрямком відносно сторін горизонту).

Другий спосіб виявлення радіаційної обстановки – **за даними розвідки**, це другий етап роботи, проводиться за даними фактичної радіаційної обстановки, отриманих від радіаційної розвідки (хіміків розвідників), через штаби ЦЗ і командирів формувань.

Радіаційна обстановка визначається безпосередньо на об'єкті, навколо нього, на маршрутах висування сил ЦЗ, а також у районі розосередження, уточнюється ймовірний час початку випадання радіоактивних речовин (схема прогнозу).

Оцінка радіаційної обстановки – це розв'язання основних завдань різних варіантів дій формувань цивільного захисту, а також виробничої діяльності об'єктів і галузей виробництва в умовах радіоактивного забруднення, аналіз отримання результатів і вибір найбільш доцільних варіантів дій, які б виключали радіаційне ураження людей, сільськогосподарських тварин і забруднення радіоізотопами місцевості.

Для оцінки радіаційної обстановки у населеному пункті або на виробничому об'єкті за даними розвідки необхідні наступні вихідні дані:

1. Час ядерного вибуху, від якого виникло радіоактивне забруднення. Ці дані можна отримати із штабу ЦЗ міста, району, області або методом розрахунку.

2. Рівні радіації на об'єкті та час їх вимірювання. Через те, що виміри рівнів радіації на об'єкті проводяться неодноразово, доцільно під час оцінки радіаційної обстановки значення рівнів радіації **привести до 1 год.** після ядерного вибуху.

3. Значення коефіцієнтів ослаблення радіації будівлями, спорудами, сховищами, укриттями, транспортними засобами. Для цього можна використати середні значення коефіцієнтів ослаблення, отримані розрахунками. Але надійніше після випадання радіоактивних речовин уточнити ці коефіцієнти вимірюванням рівнів радіації в середині будинку (споруди), де будуть знаходитися люди, і на відкритій місцевості на відстані 20-30 метрів від будинку (споруди).

$$K_{\text{осл}} = P_{\text{відкр}}/P_{\text{буд}}$$

де

$P_{\text{відкр}}$ - рівень радіації на відкритій місцевості Р/год.;

$P_{\text{буд}}$ - рівень радіації в будинку (споруді) Р/год.

Інтервал між двома вимірюваннями не повинен перебільшувати 2-3 хв.

4. Допустимі дози опромінення встановлюють залежно від конкретної обстановки, характеру завдань, які будуть виконувати формування ЦЗ.

Необхідно враховувати, що опромінювання може бути одноразове і багаторазове.

Одноразовим вважається опромінення отримане за перші чотири доби, а отримане більш ніж за чотири доби – **багаторазовим**.

Необхідно врахувати те, що накопичення дози опромінення спочатку відбувається інтенсивніше, тому встановлену дозу на перші чотири доби необхідно ділити у відповідній пропорції.

Кінцевим етапом оцінки радіаційної обстановки є висновки начальника цивільного захисту об'єкта про вплив радіоактивного забруднення на виробничу діяльність об'єкта, проведення рятувальних та інших невідкладних робіт на об'єкті.

5.1.2. Оцінка радіаційної обстановки після ядерного вибуху за даними розвідки

5.1.2.1. Приведення рівнів радіації до одного часу після ядерного вибуху та визначення рівнів радіації на заданий час

Основою для розв'язання радіаційних задач є карта з нанесеними значеннями потужностей дози випромінювання на місцевості, межами зон забруднення, розміщення населених пунктів і виробничих об'єктів. Район забруднення радіоактивними речовинами умовно ділиться на підвітряну і навітряну сторони.

Підвітряна сторона включає слід хмари і підвітряну половину зон забруднення в районі вибуху. Друга половина зон забруднення в районі вибуху відноситься до навітряної сторони. В подальшому, для стислості, вся підвітряна сторона району забруднення буде називатися слідом хмари.

Для нанесення зон радіоактивного забруднення необхідно виміряти рівні радіації у кількох точках. Ці виміри будуть зроблені у різний час. У результаті розпаду радіоактивних речовин рівні радіації поступово знижуються (спадають). Тому необхідно виміряти рівні радіації привести до одного часу, тобто на одну годину після вибуху (до еталонного рівня). Тільки після цього можна наносити зони забруднення на карту.

У табл. 18 приведені коефіцієнти перерахунку рівнів радіації на різний час після вибуху.

Таблиця 18

Коефіцієнти перерахунку рівнів радіації на різний час після вибуху

Час, який пройшов після вибуху, год.	$K_t = P_1/P_t$	Час, який пройшов після вибуху, год.	$K_t = P_1/P_t$	Час, який пройшов після вибуху, год.	$K_t = P_1/P_t$
1	1,0	10	15,85	72	169,3
2	2,30	12	19,72	96	239,2
3	3,74	14	23,73	120	312,6
4	5,28	16	27,86	144	389,1
5	6,90	18	32,08	168	468,1
6	8,59	20	36,41	192	549,5
7	10,33	22	40,83	216	633,0
8	12,13	24	45,31	240	718,0
9	13,96	48	104,1	264	805,2

Примітка. Коефіцієнт K_t показує у скільки разів зменшився рівень радіації за час від 1 години після вибуху до моменту даного вимірювання.

Задача 1.

В 11 годин 20 хвилин рівень радіації на території об'єкту складав $P = 5,3$ Р/год. Визначити рівень радіації на 5 годину після ЯВ, якщо ядерний удар нанесений о 8 годині 20 хвилин.

Розв'язок:

1) Визначаємо різницю між моментом часу виміру рівня радіації і часом ядерного вибуху:

$$t_{пв} = T_{вим} - T_{яв} = 11^{20} - 8^{20} = 3 \text{ години.}$$

2) За табл. 18 визначаємо коефіцієнт перерахунку рівнів радіації через 3 години після ядерного вибуху $K_3 = 3,74$.

3) Визначаємо P_1 рівень радіації на 1 годину після ЯВ:

$$P_1 = P_3 \cdot K_3 = 5,3 \cdot 3,74 = 19,8 \text{ Р/год., де}$$

P_3 - рівень радіації на 3 години після ЯВ;

K_3 - табличний коефіцієнт відношення P_1/P_3 .

4) Визначаємо рівень радіації P_5 на 5 годину після ЯВ:

$$P_5 = P_1/K_5 = 19,8/6,9 = 2,87 \text{ Р/год., де}$$

P_1 - рівень радіації на 1 годину після ЯВ;

K_5 - табличний коефіцієнт відношення P_1/P_5 .

5.1.2.2. Визначення моменту часу ядерного вибуху

Якщо час ЯВ невідомий, його можна визначити за швидкістю зниження (спаду) радіації. Для цього у будь-якій точці місцевості необхідно виміряти двічі рівень радіації з інтервалом у (хвилинах або годинах). За отриманим відношенням рівнів радіації при другому і першому вимірюванні P_2/P_1 і проміжку часу між даними вимірюваннями (табл. 19) визначаємо час $t_{пв}$, що минув з моменту ядерного вибуху до другого вимірювання. За різницею часу між другим вимірюванням і часом,

який минув після ядерного вибуху до другого вимірювання, знаходимо час ядерного вибуху - $T_{\text{яв}} = T_2 - t_{\text{пв}}$

Таблиця 19

Час після ядерного вибуху залежно від співвідношення виміряних на місцевості рівнів радіації P_2/P_1 та часу між вимірюваннями

Відношення рівня радіації при другому і першому вимірюванні P_2/P_1	Час між двома вимірюваннями ($T_2 - T_1$)								
	хвилини			години					
	15	20	30	1	2	3	4	5	6
	$t_{\text{пв}}$ -Час після вибуху до другого виміру рівня радіації (г,хв.)								
0,9	3,0	4,00	6,00	12,00	24,00	36,00	48,00	60,00	144,00
0,8	1,30	2,00	3,00	6,00	12,00	18,00	24,00	30,00	72,00
0,7	1,00	1,2	2,00	4,00	8,00	12,00	16,00	20,00	48,00
0,6	0,45	1,00	1,30	3,00	6,00	9,00	12,00	15,00	34,00
0,5	0,35	0,45	1,10	2,20	4,30	7,00	9,00	12,00	28,00
0,4	-	0,35	0,55	1,50	3,40	5,30	7,30	9,00	22,00
0,3	-	-	-	1,35	3,10	4,40	6,30	8,00	18,00
0,2	-	-	-	1,20	2,40	4,00	5,30	7,00	16,00

Задача 2.

На території об'єкту о 10^{00} годині виміряний рівень радіації становив $P_1 = 60$ Р/год., о 12^{00} годин в тій самій точці рівень радіації - $P_2 = 30$ Р/год. Визначити момент часу ядерного вибуху.

Розв'язок:

1) Визначаємо відношення рівня радіації другого вимірювання до першого P_2/P_1 :

$$30/60 = 0,5$$

2) Визначаємо приведений час між двома вимірюваннями $t_{\text{пр}} = T_2 - T_1$:

$$12^{00} - 10^{00} = 2 \text{ години}$$

3) У табл. 19 на перетині вертикальної графі "Відношення рівня радіації при другому і першому вимірюванні" з горизонтальною графою "Час між двома вимірюваннями" при значенні відношення $P_2/P_1 = 0,5$ і часу між двома вимірюваннями 2 години знаходимо $t_{\text{пв}}$ - час, який пройшов після ядерного вибуху до другого вимірювання - 4 години 30 хвилин.

4) Визначаємо момент часу ядерного вибуху, $T_{\text{яв}} = T_2 - t_{\text{пв}}$:

$$T_{\text{яв}} = 12^{00} - 4 \text{ години } 30 \text{ хвилин} = 7 \text{ годин } 30 \text{ хвилин.}$$

5.1.2.3. Визначення можливих доз опромінення за час перебування на місцевості, забрудненій радіоактивними речовинами

При необхідності проведення рятувальних робіт, необхідно завчасно розрахувати можливі дози опромінення, які можуть отримати люди при перебуванні на забрудненій радіоактивними речовинами території.

Дозу можливого опромінення людей визначають за допомогою лінійки РЛ (радіаційна лінійка), формул або таблиць.

На практиці для розрахунку експозиційних доз радіації часто використовують спрощені формули, наприклад:

$$D = \frac{(P_n + P_k) \cdot t}{2 \cdot K_{осл}}$$

де

P_n – рівень радіації з початку перебування в зоні забруднення Р/год.;

P_k - рівень радіації на кінець перебування в зоні забруднення Р/год.;

t – тривалість перебування в зоні забруднення год.;

$K_{осл}$ – коефіцієнт ослаблення радіації транспортними засобами, будинками, спорудами (табл. 20).

Але результати досліджень показали, що рівень радіації після ЯВ спадає не прямо пропорційно до часу, який пройшов після ЯВ, а за законом схожим до зміни функції $y = x^a$.

Постійний процес безперервного розпаду радіонуклідів призводить до швидкого спаду рівня радіації відповідно до часу, особливо в перші години після вибуху, це пов'язано із швидким діленням радіоізотопів з малим періодом напіврозпаду, під час кожного розпаду яких, пов'язано з дефектом маси - розділ 2.3, виділяється велика кількість енергії.

Зміну рівня радіації на забрудненій радіонуклідами місцевості визначають за законом зміни гамма-активності радіоактивних ізотопів

$$P_t = P_0 \cdot \left(\frac{t}{t_0}\right)^{-1,2} \text{ або } P_t = P_0 \cdot K_t$$

де

P_0 – рівень радіації в момент часу t_0 після вибуху;

P_t – рівень радіації в розглядуваний момент часу t , відрахованого також з моменту вибуху;

$K_t = (t/t_0)^{-1,2}$ – коефіцієнт для перерахунку рівнів радіації на різний час після вибуху.

Експозиційна доза радіації (D) за час від t_1 до t_2 визначається залежністю:

$$D = \int_{t_2}^{t_1} P(t) dt$$

враховуючи зміну гамма-активності радіоактивних ізотопів

$$P_t = P_0 \cdot \left(\frac{t}{t_0}\right)^{-1,2}, P_0 = P_1 \cdot \left(\frac{t_1}{t_0}\right)^{1,2}, \text{ та } P_0 = P_2 \cdot \left(\frac{t_2}{t_0}\right)^{1,2} \text{ отримаємо:}$$

$$D = \int_{t_1}^{t_2} P_0 t^{-1,2} t_0^{1,2} dt = P_0 t_0^{1,2} \int_{t_1}^{t_2} t^{-1,2} dt = P_0 t_0^{1,2} \left(\frac{t^{-1,2+1}}{-1,2+1} \Big|_{t_1}^{t_2} \right) =$$

$$\frac{P_0 t_0^{1,2}}{0,2} \cdot \left(1 \cdot \left(t_2^{-0,2} - t_1^{-0,2} \right) \right) = \frac{P_0 t_0^{1,2}}{0,2} \cdot \left(t_2^{-0,2} - t_1^{-0,2} \right) =$$

$$\frac{P_0 t_0^{1,2}}{0,2} \cdot \left(\frac{1}{t_1^{0,2}} - \frac{1}{t_2^{0,2}} \right).$$

Підставивши значення $P_0 = P_1 \cdot \left(\frac{t_1}{t_0} \right)^{1,2}$, та $P_0 = P_2 \cdot \left(\frac{t_2}{t_0} \right)^{1,2}$ маємо:

$$\frac{P_1 \left(\frac{t_1}{t_0} \right)^{1,2} t_0^{1,2}}{0,2 \cdot t_1^{0,2}} - \frac{P_2 \left(\frac{t_2}{t_0} \right)^{1,2} t_0^{1,2}}{0,2 \cdot t_2^{0,2}} = \frac{P_1 \frac{t_1^{1,2}}{t_0^{1,2}} t_0^{1,2}}{0,2 \cdot t_1^{0,2}} - \frac{P_2 \frac{t_2^{1,2}}{t_0^{1,2}} t_0^{1,2}}{0,2 \cdot t_2^{0,2}} =$$

$$\frac{P_1 t_1^{1,2} \cdot t_1^{-0,2}}{0,2} - \frac{P_2 t_2^{1,2} \cdot t_2^{-0,2}}{0,2}$$

тоді:

$$D = 5P_1 t_1 - 5P_2 t_2$$

Експозиційна доза гамма-випромінювання при D_∞ , отримана за проміжок часу від t_1 до часу повного розпаду радіонуклідів, коли $P_2 \rightarrow 0$, дорівнює:

$$D_\infty = 5P_1 t_1$$

З врахуванням того, що P_1, t_1 – рівень радіації та час на початку опромінення людей в зоні забруднення, а P_2, t_2 – рівень радіації та час кінця опромінення, коефіцієнту ослаблення захисних будівель та споруд (табл. 20), вище приведена формула набуде вигляду:

$$D = \frac{5P_n t_n - 5P_k t_k}{K_{осл}}$$

де

P_n – рівень радіації на початку опромінення в зоні забруднення Р/год.;

P_k – рівень радіації в кінці опромінення в зоні забруднення Р/год.;

t_n – час початку опромінення, що пройшов після ядерного вибуху, год.;

t_k – час закінчення опромінення, що пройшов після ядерного вибуху, год.

Середні значення коефіцієнтів ослаблення доз радіації $K_{осл}$

Будівельні споруди, транспортні засоби, місце знаходження людей	рентген
Відкриті щілини, траншеї	3
Перекриті щілини	50
Протирадіаційні укриття	100 і більше
Герметичні сховища	1000 і більше
Автомобілі, автобуси, вагони вантажні	2
Пасажирські вагони, локомотиви	3
Виробничі одноповерхові будівлі	7
Житлові кам'яні будинки одноповерхові	10
Підвали одноповерхових будинків	40
Житлові кам'яні будинки двоповерхові	15
Підвали двоповерхових будинків	100
Житлові дерев'яні одноповерхові будинки	2
Підвали одноповерхових дерев'яних будинків	7

Задача 3.

Робітники прибули з укриття в цех, розташований в одноповерховій виробничій будівлі, через **2 години** після ЯВ. Рівень радіації на території об'єкта через **1 годину** після ЯВ складав $P_1 = 200$ Р/год. Визначити експозиційну дозу випромінювання D рентген, яку отримали робітники в цеху, якщо робота продовжується $t_{робіт} = 4$ години.

Розв'язок:

1. Визначаємо час $t_{п}$ та $t_{к}$, що пройшов після ЯВ:

$$t_{п} = 2 \text{ години};$$

$$t_{к} = t_{п} + t_{робіт} = 6 \text{ годин}.$$

2. Визначаємо рівень радіації на 2 і 6 години після ЯВ ($P_{п}$, $P_{к}$), враховуючи коефіцієнт перерахунку рівнів радіації K_t на заданий час (дивись табл. 18):

$$P_{п} = P_2 = P_1/K_2 = 200/2,3 = 87 \text{ Р/год.};$$

$$P_{к} = P_6 = P_1/K_6 = 200/8,59 = 23,3 \text{ Р/год}.$$

3. За приведеною вище формулою $D = (5 \cdot P_{п} \cdot t_{п} - 5 \cdot P_{к} \cdot t_{к})/K_{осл}$ визначаємо експозиційну дозу випромінювання, яку отримують робітники з урахуванням $K_{осл}$ - одноповерхова виробнича будівля (табл. 20):

$$D = (5 \cdot 87 \cdot 2 - 5 \cdot 23,3 \cdot 6)/7 = 24,4 \text{ Р}.$$

5.1.2.4. Визначення допустимого часу перебування людей в зоні забруднення при відомому рівні радіації

Допустимий час перебування людей на забрудненій місцевості – $t_{доп}$ визначається тоді, коли доза радіації $D_{зад}$, яку має отримати особовий склад відома і необхідно визначити, який допустимий час може перебувати у зоні забруднення особовий склад, щоб доза радіації не перевищувала встановлену.

Допустимий час перебування людей на забрудненій місцевості $t_{\text{доп}}$ визначається за допомогою відношення $D_{\text{зад}} \cdot K_{\text{осл}} / P_{\text{п}}$ та часу $t_{\text{п}}$, що пройшов з моменту ЯВ до початку опромінення людей (табл. 21).

$$D_{\text{зад}} \cdot K_{\text{осл}} / P_{\text{п}},$$

де

$D_{\text{зад}}$ – встановлена експозиційна доза опромінення за час перебування на забрудненій місцевості P ;

$K_{\text{осл}}$ – коефіцієнт ослаблення радіації транспортними засобами, будинками, спорудами;

$P_{\text{п}}$ – рівень радіації на місцевості з початку перебування в зоні забруднення $P/\text{год}$.

За табл. 21 на перетині вертикальної графі – $D_{\text{зад}} K_{\text{осл}} / P_{\text{п}}$, з горизонтальною графою – час $t_{\text{п}}$, що пройшов з моменту ядерного вибуху до початку опромінення, год. знаходимо $t_{\text{доп}}$ – допустимий час перебування людей на місцевості забрудненій радіоактивними речовинами.

Таблиця 21

Допустимий час перебування на місцевості, забрудненій радіоактивними речовинами, годин

$D_{\text{зад}} \cdot K_{\text{осл}} / P_{\text{п}}$	Час $t_{\text{п}}$, що пройшов з моменту ядерного вибуху до початку опромінення, год.												
	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	24
	Допустимий час $t_{\text{доп}}$ перебування на місцевості, зараженої РР годин, хвилин												
0,2	0,15	0,14	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
0,3	0,22	0,22	0,20	0,19	0,19	0,19	0,19	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
0,4	0,42	0,31	0,26	0,26	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,24	0,24
0,5	1,02	0,42	0,35	0,34	0,32	0,32	0,32	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,30
0,6	1,26	0,54	0,44	0,41	0,39	0,39	0,38	0,38	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
0,7	2,05	1,08	0,52	0,49	0,47	0,46	0,45	0,45	0,44	0,44	0,44	0,44	0,43
0,8	2,56	1,23	1,02	0,57	0,54	0,53	0,52	0,51	0,51	0,51	0,50	0,50	0,49
0,9	4,09	1,42	1,12	1,05	1,02	1,00	0,59	0,58	0,57	0,57	0,57	0,57	0,55
1,0	5,56	2,03	1,23	1,14	1,10	1,08	1,06	1,05	1,05	1,04	1,04	1,03	1,02
2,0	∞	11,52	4,06	3,13	2,46	2,35	2,29	2,24	2,20	2,18	2,16	2,13	2,06
2,5	∞	31,00	6,26	4,28	3,48	3,28	3,16	3,08	3,03	2,59	2,55	2,51	2,40
3,0	∞	∞	9,54	6,09	5,01	4,28	4,10	3,58	3,49	3,43	3,38	3,30	3,14
4,0	∞	∞	23,43	11,05	8,12	6,57	6,16	5,50	5,33	5,19	5,10	4,58	4,26
6,0	∞	∞	193,9	35,35	19,48	14,43	12,19	10,55	10,02	9,24	8,57	8,19	7,01
10,0	∞	∞	∞	∞	124,0	59,18	39,34	30,39	25,42	22,35	21,32	17,52	13,08

Задача 4.

Робітники знаходяться в одноповерхових дерев'яних будинках $K_{\text{осл}} = 2$, час, що минув з моменту ядерного вибуху - 3 години, рівень радіації на території підприємства в цей час складає $P_{\text{п}} = 30$ Р/год. Визначити $t_{\text{доп}}$ – допустимий час перебування робітників в одноповерхових

дерев'яних будинках, якщо їм встановлена експозиційна доза випромінювання $D_{\text{зад}} = 30 \text{ Р}$.

Розв'язок:

1. Розраховуємо відношення $D_{\text{зад}} \cdot K_{\text{осл}} / P_{\text{п}} = 30 \cdot 2 / 30 = 2$
2. За табл. 21 на перетині вертикальної графі " $D_{\text{зад}} \cdot K_{\text{осл}} / P_{\text{п}}$ ", в даному випадку відношення дорівнює 2, з горизонтальною графою "Час $t_{\text{п}}$, що пройшов з моменту ядерного вибуху до початку опромінення, год." – 3 години знаходимо $t_{\text{доп}}$, допустимий час перебування робітників в дерев'яних будинках, – 3 години 13 хвилин.

5.1.2.5. Визначення азимуту, швидкості середнього вітру та часу формування (підходу) радіоактивної хмари

Вплив метеорологічних умов на формування радіоактивного сліду ЯВ є багатофакторний процес, врахування усіх показників якого, при прогнозуванні радіоактивного забруднення є вельми складним. На практиці, зазвичай, застосовують спрощений метод прогностичних розрахунків, заснований на використанні інформації тільки про напрямок і швидкість вітру на різних висотах.

Середнім вітром називається такий вітер, вплив якого на формування сліду хмари ядерного вибуху дає наближено такий же результат, що і сума взятих окремо вітрів на кожному горизонтальному рівні шару атмосфери від поверхні землі до верхньої кромки хмари.

Напрямок середнього вітру $\vec{V}_{\text{сер}}$ співпадає з напрямком суми векторів вітрів на різних висотах шару атмосфери, а його швидкість дорівнює величині вектору, який отримується при діленні сумарного вектору на число окремих векторів:

$$\vec{V}_{\text{сер}} = \frac{1}{n} \sum_i^n \vec{V}_i$$

де

\vec{V}_i – вектор вітру в середині окремого шару атмосфери;

n – кількість шарів на які ділиться висота підйому хмари.

Приведена формула дійсна для умов, коли окремі шари атмосфери рівні і товщина їх настільки мала, що зміною вітру в середині ділянки можна знехтувати. На практиці дані про вітер можуть бути отримані з шарів неоднакової величини (висоти). Зазвичай у нижніх шарах дані про вітер поступають через менші проміжки часу (швидше змінюється), ніж у верхніх шарах. В такому випадку середній вітер у шарі атмосфери розраховується з врахуванням різної товщини окремих шарів:

$$\vec{V}_{сер} = \sum_i^n \vec{V}_i \frac{\Delta z_i}{Z}$$

де

Δz_i - товщина окремого шару атмосфери;

$Z = \sum_i^n \Delta z_i$, товщина усього шару від поверхні землі до висоти підйому хмари.

Для визначення середнього вітру, таким чином, необхідна наявність даних про напрямок і швидкість вітру на різних висотах. Ці дані можуть бути отримані при вітровому зондуванні атмосфери пілот-кулями, радіопілотами або радіозондами. Зондування атмосфери здійснюється станціями гідрометеорологічної служби декілька разів на добу. Для прогнозування радіоактивного забруднення місцевості використовуються дані зондування, які є найближчими за часом до моменту ЯВ, що дає змогу на момент часу ЯВ визначити середній вітер графічним або аналітичним способом та спрогнозувати і оцінити радіаційну обстановку.

Швидкість середнього вітру вимірюється, як правило, в кілометрах на годину (км/год.), а його напрямок – в градусах, відраховується за ходом годинникової стрілки від напрямку на північ. Величина кута в градусах визначає сторону горизонту, звідки дме вітер. Так, наприклад, вітер, який дме точно з півночі, має напрямок 0^0 або 360^0 , із сходу – 90^0 , з півдня – 180^0 , а з заходу – 270^0 . Враховуючи зазначене можна визначити проміжні напрямки вітру.

Середній вітер може бути визначений *аналітичним або графічним способом*.

Суть *аналітичного способу* визначення середнього вітру полягає в додаванні складових вітру для окремих шарів атмосфери, розкладених по взаємно перпендикулярних осях x і y .

Сума складових векторів обчислюється за формулами:

$$\vec{V}_x = \frac{1}{n} \sum_i^n \vec{V}_i \sin \alpha_i;$$

$$\vec{V}_y = \frac{1}{n} \sum_i^n \vec{V}_i \cos \alpha_i$$

де

\vec{V}_x, \vec{V}_y – складові вектора середнього вітру на осях x і y ;

\vec{V}_i – вектор швидкості вітру в окремому шарі атмосфери;

α_i – напрямок вітру в окремому шарі атмосфери;

n – кількість шарів атмосфери.

Швидкість і напрямок середнього вітру визначається за допомогою співвідношень:

$$\vec{V}_{сер} = \sqrt{\vec{V}_x^2 + \vec{V}_y^2};$$

$$tg\alpha_{сер} = \frac{\vec{V}_x}{\vec{V}_y}$$

Приведемо значення тангенсів кутів для здійснення обрахунків (табл. 22).

Таблица 22

Таблица тангенсів кутів

від 1° до 180°			
1	2	3	4
tg(1°) = 0,01746	tg(46°) = 1,03553	tg(91°) = -57,28996	tg(136°) = -0,96569
tg(2°) = 0,03492	tg(47°) = 1,07237	tg(92°) = -28,63625	tg(137°) = -0,93252
tg(3°) = 0,05241	tg(48°) = 1,11061	tg(93°) = -19,08114	tg(138°) = -0,9004
tg(4°) = 0,06993	tg(49°) = 1,15037	tg(94°) = -14,30067	tg(139°) = -0,86929
tg(5°) = 0,08749	tg(50°) = 1,19175	tg(95°) = -11,43005	tg(140°) = -0,8391
tg(6°) = 0,1051	tg(51°) = 1,2349	tg(96°) = -9,51436	tg(141°) = -0,80978
tg(7°) = 0,12278	tg(52°) = 1,27994	tg(97°) = -8,14435	tg(142°) = -0,78129
tg(8°) = 0,14054	tg(53°) = 1,32704	tg(98°) = -7,11537	tg(143°) = -0,75355
tg(9°) = 0,15838	tg(54°) = 1,37638	tg(99°) = -6,31375	tg(144°) = -0,72654
tg(10°) = 0,17633	tg(55°) = 1,42815	tg(100°) = -5,67128	tg(145°) = -0,70021
tg(11°) = 0,19438	tg(56°) = 1,48256	tg(101°) = -5,14455	tg(146°) = -0,67451
tg(12°) = 0,21256	tg(57°) = 1,53986	tg(102°) = -4,70463	tg(147°) = -0,64941
tg(13°) = 0,23087	tg(58°) = 1,60033	tg(103°) = -4,33148	tg(148°) = -0,62487
tg(14°) = 0,24933	tg(59°) = 1,66428	tg(104°) = -4,01078	tg(149°) = -0,60086
tg(15°) = 0,26795	tg(60°) = 1,73205	tg(105°) = -3,73205	tg(150°) = -0,57735
tg(16°) = 0,28675	tg(61°) = 1,80405	tg(106°) = -3,48741	tg(151°) = -0,55431
tg(17°) = 0,30573	tg(62°) = 1,88073	tg(107°) = -3,27085	tg(152°) = -0,53171
tg(18°) = 0,32492	tg(63°) = 1,96261	tg(108°) = -3,07768	tg(153°) = -0,50953
tg(19°) = 0,34433	tg(64°) = 2,0503	tg(109°) = -2,90421	tg(154°) = -0,48773
tg(20°) = 0,36397	tg(65°) = 2,14451	tg(110°) = -2,74748	tg(155°) = -0,46631

Продовження табл. 22

1	2	3	4
$\text{tg}(21^\circ) = 0,38386$	$\text{tg}(66^\circ) = 2,24604$	$\text{tg}(111^\circ) = -2,60509$	$\text{tg}(156^\circ) = -0,44523$
$\text{tg}(22^\circ) = 0,40403$	$\text{tg}(67^\circ) = 2,35585$	$\text{tg}(112^\circ) = -2,47509$	$\text{tg}(157^\circ) = -0,42447$
$\text{tg}(23^\circ) = 0,42447$	$\text{tg}(68^\circ) = 2,47509$	$\text{tg}(113^\circ) = -2,35585$	$\text{tg}(158^\circ) = -0,40403$
$\text{tg}(24^\circ) = 0,44523$	$\text{tg}(69^\circ) = 2,60509$	$\text{tg}(114^\circ) = -2,24604$	$\text{tg}(159^\circ) = -0,38386$
$\text{tg}(25^\circ) = 0,46631$	$\text{tg}(70^\circ) = 2,74748$	$\text{tg}(115^\circ) = -2,14451$	$\text{tg}(160^\circ) = -0,36397$
$\text{tg}(26^\circ) = 0,48773$	$\text{tg}(71^\circ) = 2,90421$	$\text{tg}(116^\circ) = -2,0503$	$\text{tg}(161^\circ) = -0,34433$
$\text{tg}(27^\circ) = 0,50953$	$\text{tg}(72^\circ) = 3,07768$	$\text{tg}(117^\circ) = -1,96261$	$\text{tg}(162^\circ) = -0,32492$
$\text{tg}(28^\circ) = 0,53171$	$\text{tg}(73^\circ) = 3,27085$	$\text{tg}(118^\circ) = -1,88073$	$\text{tg}(163^\circ) = -0,30573$
$\text{tg}(29^\circ) = 0,55431$	$\text{tg}(74^\circ) = 3,48741$	$\text{tg}(119^\circ) = -1,80405$	$\text{tg}(164^\circ) = -0,28675$
$\text{tg}(30^\circ) = 0,57735$	$\text{tg}(75^\circ) = 3,73205$	$\text{tg}(120^\circ) = -1,73205$	$\text{tg}(165^\circ) = -0,26795$
$\text{tg}(31^\circ) = 0,60086$	$\text{tg}(76^\circ) = 4,01078$	$\text{tg}(121^\circ) = -1,66428$	$\text{tg}(166^\circ) = -0,24933$
$\text{tg}(32^\circ) = 0,62487$	$\text{tg}(77^\circ) = 4,33148$	$\text{tg}(122^\circ) = -1,60033$	$\text{tg}(167^\circ) = -0,23087$
$\text{tg}(33^\circ) = 0,64941$	$\text{tg}(78^\circ) = 4,70463$	$\text{tg}(123^\circ) = -1,53986$	$\text{tg}(168^\circ) = -0,21256$
$\text{tg}(34^\circ) = 0,67451$	$\text{tg}(79^\circ) = 5,14455$	$\text{tg}(124^\circ) = -1,48256$	$\text{tg}(169^\circ) = -0,19438$
$\text{tg}(35^\circ) = 0,70021$	$\text{tg}(80^\circ) = 5,67128$	$\text{tg}(125^\circ) = -1,42815$	$\text{tg}(170^\circ) = -0,17633$
$\text{tg}(36^\circ) = 0,72654$	$\text{tg}(81^\circ) = 6,31375$	$\text{tg}(126^\circ) = -1,37638$	$\text{tg}(171^\circ) = -0,15838$
$\text{tg}(37^\circ) = 0,75355$	$\text{tg}(82^\circ) = 7,11537$	$\text{tg}(127^\circ) = -1,32704$	$\text{tg}(172^\circ) = -0,14054$
$\text{tg}(38^\circ) = 0,78129$	$\text{tg}(83^\circ) = 8,14435$	$\text{tg}(128^\circ) = -1,27994$	$\text{tg}(173^\circ) = -0,12278$
$\text{tg}(39^\circ) = 0,80978$	$\text{tg}(84^\circ) = 9,51436$	$\text{tg}(129^\circ) = -1,2349$	$\text{tg}(174^\circ) = -0,1051$
$\text{tg}(40^\circ) = 0,8391$	$\text{tg}(85^\circ) = 11,43005$	$\text{tg}(130^\circ) = -1,19175$	$\text{tg}(175^\circ) = -0,08749$
$\text{tg}(41^\circ) = 0,86929$	$\text{tg}(86^\circ) = 14,30067$	$\text{tg}(131^\circ) = -1,15037$	$\text{tg}(176^\circ) = -0,06993$
$\text{tg}(42^\circ) = 0,9004$	$\text{tg}(87^\circ) = 19,08114$	$\text{tg}(132^\circ) = -1,11061$	$\text{tg}(177^\circ) = -0,05241$
$\text{tg}(43^\circ) = 0,93252$	$\text{tg}(88^\circ) = 28,63625$	$\text{tg}(133^\circ) = -1,07237$	$\text{tg}(178^\circ) = -0,03492$
$\text{tg}(44^\circ) = 0,96569$	$\text{tg}(89^\circ) = 57,28996$	$\text{tg}(134^\circ) = -1,03553$	$\text{tg}(179^\circ) = -0,01746$
$\text{tg}(45^\circ) = 1$	$\text{tg}(90^\circ) = \infty$	$\text{tg}(135^\circ) = -1$	$\text{tg}(180^\circ) = 0$
від 181^o до 360^o			
$\text{tg}(181^\circ) = 0,01746$	$\text{tg}(226^\circ) = 1,03553$	$\text{tg}(271^\circ) = -57,2899$	$\text{tg}(316^\circ) = -0,96569$
$\text{tg}(182^\circ) = 0,03492$	$\text{tg}(227^\circ) = 1,07237$	$\text{tg}(272^\circ) = -28,6362$	$\text{tg}(317^\circ) = -0,93252$
$\text{tg}(183^\circ) = 0,05241$	$\text{tg}(228^\circ) = 1,11061$	$\text{tg}(273^\circ) = -19,0811$	$\text{tg}(318^\circ) = -0,9004$
$\text{tg}(184^\circ) = 0,06993$	$\text{tg}(229^\circ) = 1,15037$	$\text{tg}(274^\circ) = -14,3006$	$\text{tg}(319^\circ) = -0,86929$
$\text{tg}(185^\circ) = 0,08749$	$\text{tg}(230^\circ) = 1,19175$	$\text{tg}(275^\circ) = -11,4300$	$\text{tg}(320^\circ) = -0,8391$
$\text{tg}(186^\circ) = 0,1051$	$\text{tg}(231^\circ) = 1,2349$	$\text{tg}(276^\circ) = -9,51436$	$\text{tg}(321^\circ) = -0,80978$
$\text{tg}(187^\circ) = 0,12278$	$\text{tg}(232^\circ) = 1,27994$	$\text{tg}(277^\circ) = -8,14435$	$\text{tg}(322^\circ) = -0,78129$
$\text{tg}(188^\circ) = 0,14054$	$\text{tg}(233^\circ) = 1,32704$	$\text{tg}(278^\circ) = -7,11537$	$\text{tg}(323^\circ) = -0,75355$
$\text{tg}(189^\circ) = 0,15838$	$\text{tg}(234^\circ) = 1,37638$	$\text{tg}(279^\circ) = -6,31375$	$\text{tg}(324^\circ) = -0,72654$
$\text{tg}(190^\circ) = 0,17633$	$\text{tg}(235^\circ) = 1,42815$	$\text{tg}(280^\circ) = -5,67128$	$\text{tg}(325^\circ) = -0,70021$
$\text{tg}(191^\circ) = 0,19438$	$\text{tg}(236^\circ) = 1,48256$	$\text{tg}(281^\circ) = -5,14455$	$\text{tg}(326^\circ) = -0,67451$
$\text{tg}(192^\circ) = 0,21256$	$\text{tg}(237^\circ) = 1,53986$	$\text{tg}(282^\circ) = -4,70463$	$\text{tg}(327^\circ) = -0,64941$
$\text{tg}(193^\circ) = 0,23087$	$\text{tg}(238^\circ) = 1,60033$	$\text{tg}(283^\circ) = -4,33148$	$\text{tg}(328^\circ) = -0,62487$
$\text{tg}(194^\circ) = 0,24933$	$\text{tg}(239^\circ) = 1,66428$	$\text{tg}(284^\circ) = -4,01078$	$\text{tg}(329^\circ) = -0,60086$
$\text{tg}(195^\circ) = 0,26795$	$\text{tg}(240^\circ) = 1,73205$	$\text{tg}(285^\circ) = -3,73205$	$\text{tg}(330^\circ) = -0,57735$
$\text{tg}(196^\circ) = 0,28675$	$\text{tg}(241^\circ) = 1,80405$	$\text{tg}(286^\circ) = -3,48741$	$\text{tg}(331^\circ) = -0,55431$
$\text{tg}(197^\circ) = 0,30573$	$\text{tg}(242^\circ) = 1,88073$	$\text{tg}(287^\circ) = -3,27085$	$\text{tg}(332^\circ) = -0,53171$
$\text{tg}(198^\circ) = 0,32492$	$\text{tg}(243^\circ) = 1,96261$	$\text{tg}(288^\circ) = -3,07768$	$\text{tg}(333^\circ) = -0,50953$
$\text{tg}(199^\circ) = 0,34433$	$\text{tg}(244^\circ) = 2,0503$	$\text{tg}(289^\circ) = -2,90421$	$\text{tg}(334^\circ) = -0,48773$
$\text{tg}(200^\circ) = 0,36397$	$\text{tg}(245^\circ) = 2,14451$	$\text{tg}(290^\circ) = -2,74748$	$\text{tg}(335^\circ) = -0,46631$

Продовження табл. 22

1	2	3	4
tg(201°) = 0,38386	tg(246°) = 2,24604	tg(291°) = -2,60509	tg(336°) = -0,44523
tg(202°) = 0,40403	tg(247°) = 2,35585	tg(292°) = -2,47509	tg(337°) = -0,42447
tg(203°) = 0,42447	tg(248°) = 2,47509	tg(293°) = -2,35585	tg(338°) = -0,40403
tg(204°) = 0,44523	tg(249°) = 2,60509	tg(294°) = -2,24604	tg(339°) = -0,38386
tg(205°) = 0,46631	tg(250°) = 2,74748	tg(295°) = -2,14451	tg(340°) = -0,36397
tg(206°) = 0,48773	tg(251°) = 2,90421	tg(296°) = -2,0503	tg(341°) = -0,34433
tg(207°) = 0,50953	tg(252°) = 3,07768	tg(297°) = -1,96261	tg(342°) = -0,32492
tg(208°) = 0,53171	tg(253°) = 3,27085	tg(298°) = -1,88073	tg(343°) = -0,30573
tg(209°) = 0,55431	tg(254°) = 3,48741	tg(299°) = -1,80405	tg(344°) = -0,28675
tg(210°) = 0,57735	tg(255°) = 3,73205	tg(300°) = -1,73205	tg(345°) = -0,26795
tg(211°) = 0,60086	tg(256°) = 4,01078	tg(301°) = -1,66428	tg(346°) = -0,24933
tg(212°) = 0,62487	tg(257°) = 4,33148	tg(302°) = -1,60033	tg(347°) = -0,23087
tg(213°) = 0,64941	tg(258°) = 4,70463	tg(303°) = -1,53986	tg(348°) = -0,21256
tg(214°) = 0,67451	tg(259°) = 5,14455	tg(304°) = -1,48256	tg(349°) = -0,19438
tg(215°) = 0,70021	tg(260°) = 5,67128	tg(305°) = -1,42815	tg(350°) = -0,17633
tg(216°) = 0,72654	tg(261°) = 6,31375	tg(306°) = -1,37638	tg(351°) = -0,15838
tg(217°) = 0,75355	tg(262°) = 7,11537	tg(307°) = -1,32704	tg(352°) = -0,14054
tg(218°) = 0,78129	tg(263°) = 8,14435	tg(308°) = -1,27994	tg(353°) = -0,12278
tg(219°) = 0,80978	tg(264°) = 9,51436	tg(309°) = -1,2349	tg(354°) = -0,1051
tg(220°) = 0,8391	tg(265°) = 11,43005	tg(310°) = -1,19175	tg(355°) = -0,08749
tg(221°) = 0,86929	tg(266°) = 14,30067	tg(311°) = -1,15037	tg(356°) = -0,06993
tg(222°) = 0,9004	tg(267°) = 19,08114	tg(312°) = -1,11061	tg(357°) = -0,05241
tg(223°) = 0,93252	tg(268°) = 28,63625	tg(313°) = -1,07237	tg(358°) = -0,03492
tg(224°) = 0,96569	tg(269°) = 57,28996	tg(314°) = -1,03553	tg(359°) = -0,01746
tg(225°) = 1	tg(270°) = ∞	tg(315°) = -1	tg(360°) = 0

Графічний спосіб визначення напрямку і швидкості середнього вітру є більш розповсюдженим у порівнянні з аналітичним способом завдяки своїй наочності і простоті.

Суть *графічного* способу полягає в побудові векторної діаграми, шляхом геометричного додавання векторів вітру окремих шарів атмосфери.

Послідовність виконання:

1. На листку міліметрового паперу наноситься початкова точка **М**, від якої у відповідному самому нижньому (приземному) шарі атмосфери напрямку відкладається вектор вітру. Для чого центр транспортира ставимо у початкову точку **М**, а нуль транспортира суміщаємо із відміткою північ, відкладаємо за ходом годинникової стрілки кут у градусах між напрямком на північ до напрямку вітру першого шару атмосфери. **Перший вектор** відкладається у напрямку протилежному від відміченого кута, тобто від точки **М** за напрямком вітру, а довжина вектора, у вибраному масштабі, відповідає швидкості вітру даного окремого шару атмосфери.

2. Від кінця першого вектору подібним способом будується вектор вітру наступного окремого шару атмосфери. Таким чином будуються

вектори для усіх наступних окремих шарів до максимальної висоти підйому хмари ядерного вибуху відповідної потужності.

3. Початкова точка **М** з'єднується прямою лінією з кінцем останнього вектору точкою **К**. Отримана пряма визначає напрямок вектора середнього вітру, який виміряється за допомогою транспортира в градусах.

4. Результуюча пряма ділиться на рівні відрізки по числу складових векторів вітру окремих шарів атмосфери. Величина отриманого відрізка (наприклад першого), який виражений у відповідному масштабі, визначає швидкість середнього вітру, а кут виражений в градусах та відрахований за ходом годинникової стрілки від напрямку на північ до напрямку лінії, звідки на нас дме вітер, визначає азимут середнього вітру.

5. В кінці першого відрізка на результуючій прямій стрілкою позначається напрямок середнього вітру. Вказаний відрізок являється шуканим вектором середнього вітру всіх складових атмосфери від поверхні землі до максимальної висоти підйому хмари ядерного вибуху.

Задача 5.

Визначити азимут A_c в градусах та швидкість V_c в км/г, середнього вітру за час формування (підходу) радіоактивної хмари в годинах, за умов:

Висота, км	Азимут, градуси	Швидкість вітру, км/год.	Відстань до ЯВ, км	Масштаб вектора 1:10
0-2	180 ⁰	25	126	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
2-4	210 ⁰	15		
4-6	240 ⁰	20		
6-8	270 ⁰	10		
8-10	300 ⁰	15		

Графічний спосіб визначення

Відповідно до наведеної методики:

1. Наносимо векторну діаграму напрямку вітру в кожному окремому шарі повітря та напрямок середнього вітру, як показано на рис. 29.

2. Визначаємо азимут A_c в градусах та швидкість $\vec{V}_{сер}$ км/год. середнього вітру відповідно заданого масштабу, за допомоги векторної діаграми та наведеної вище методики (рис. 29).

3. Визначаємо t_ϕ - час формування (підходу) радіоактивної хмари годин, хвилин:

$$t_\phi = \frac{R}{\vec{V}_{сер}}$$

R - відстань від ЯВ до даного об'єкта або населеного пункту, км;

$\vec{V}_{сер}$ - швидкість середнього вітру км/год.

Розв'язок:

1. Наносимо векторну діаграму (рис. 29).

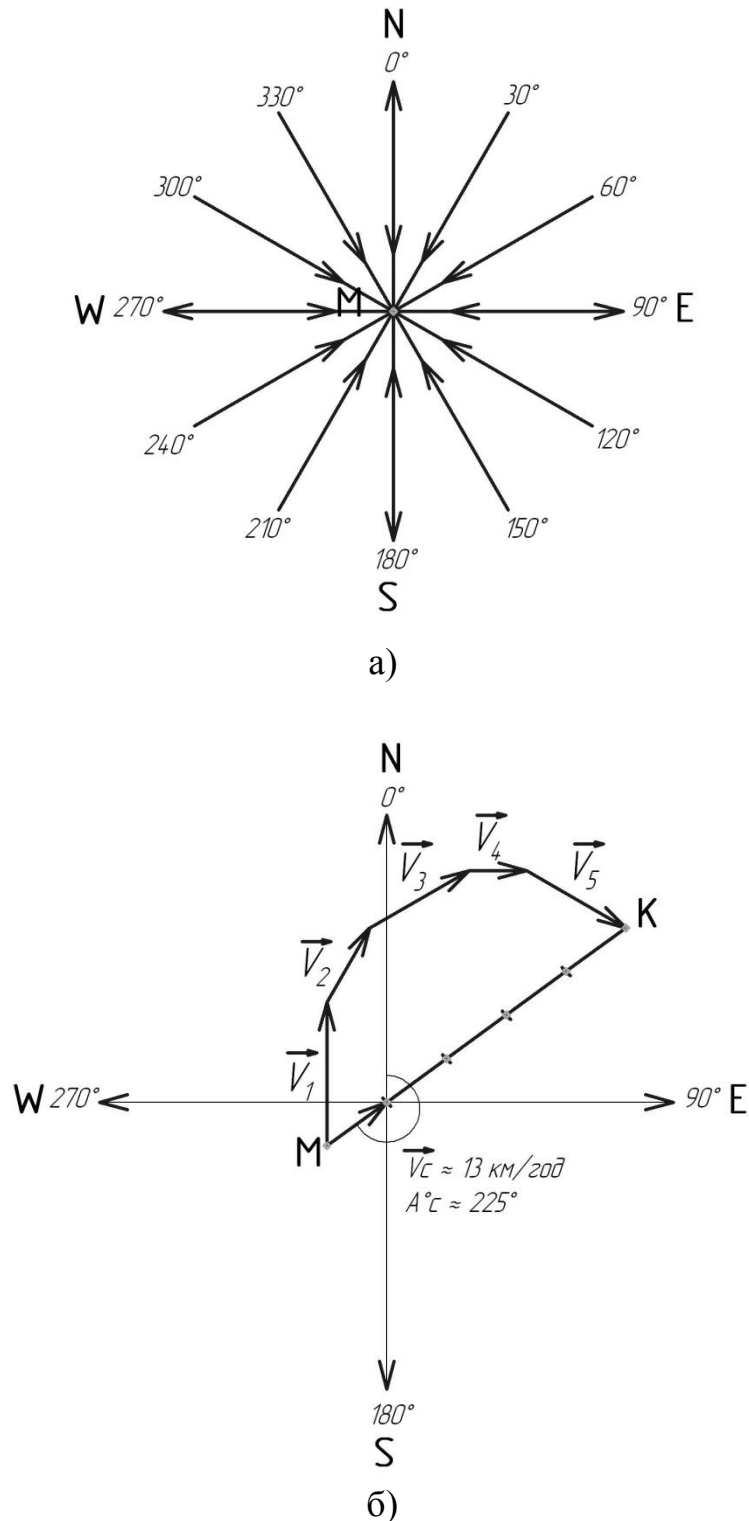


Рис. 29 **Визначення азимуту та швидкості середнього вітру:**
а) напрямки сторін горизонту та можливих вітрів; б) векторна діаграма середнього вітру

2. Визначаємо азимут $A_c \approx 225^\circ$; та швидкість $\vec{V}_{сер} \approx 13 \text{ км/год}$.

3. Визначаємо t_ϕ - час формування сліду радіоактивної хмари, годин, хвилин.

$$t_\phi \approx 126 \text{ км} / 13 \text{ км} / \text{год.} \approx 9,7 \text{ годин} \approx 9 \text{ годин } 42 \text{ хвилини.}$$

Аналітичний спосіб визначення

Відповідно до наведеної методики:

$$\vec{V}_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \vec{V}_i \sin \alpha_i = \frac{1}{5} (25 \cdot \sin 180^\circ + 15 \cdot \sin 210^\circ + 20 \cdot \sin 240^\circ + 10 \cdot \sin 270^\circ +$$

$$15 \cdot \sin 300^\circ) = \frac{1}{5} \left(25 \cdot 0 + 15 \cdot \left(-\frac{1}{2}\right) + 20 \cdot \left(-\frac{\sqrt{2}}{2}\right) + 10 \cdot (-1) + 15 \cdot \left(-\frac{\sqrt{2}}{2}\right) \right) =$$

$$\frac{1}{5} \left(-\frac{15}{2} - 10\sqrt{3} - 10 - \frac{15\sqrt{2}}{2} \right) = -9,56;$$

$$\vec{V}_y = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \vec{V}_i \cos \alpha_i = \frac{1}{5} (25 \cdot \cos 180^\circ + 15 \cdot \cos 210^\circ + 20 \cdot \cos 240^\circ + 10 \cdot \cos 270^\circ +$$

$$15 \cdot \cos 300^\circ) = \frac{1}{5} \left(25 \cdot (-1) + 15 \cdot \left(-\frac{\sqrt{2}}{2}\right) + 20 \cdot \left(-\frac{1}{2}\right) + 10 \cdot (0) + 15 \cdot \left(\frac{1}{2}\right) \right) =$$

$$\frac{1}{5} \left(-25 - \frac{15\sqrt{2}}{2} - 10 + \frac{15}{2} \right) = -8,095;$$

$$\vec{V}_{\text{сеп}} = \sqrt{\vec{V}_x^2 + \vec{V}_y^2} = \sqrt{(-9,56)^2 + (-8,095)^2} = \sqrt{156,9226} = 12,5 \text{ км} / \text{год};$$

$$\text{tg} \alpha_{\text{сеп}} = \frac{\vec{V}_x}{\vec{V}_y} = \frac{-9,56}{-8,095} = 1,18 = 230^\circ$$

З проведених розрахунків графічним та аналітичним способом видно, що результати співпадають, а приведена методика є дійсною і може застосовуватись на практиці.

5.1.2.6. Визначення допустимого часу початку подолання зон радіоактивного забруднення

Допустимий час початку подолання зон радіоактивного забруднення $t_{\text{поч}}$ визначається за допомогою даних радіаційної розвідки з рівнів радіації на маршруті пересування і заданої експозиційної дози випромінювання.

Задача 6.

Формуванню ЦЗ потрібно подолати забруднену радіоактивними речовинами ділянку місцевості. Відомо, що рівні радіації P_1 на **1 годину** після ЯВ на маршруті пересування складала: в точці №1 – 40 Р/год.; №2 – 90 Р/год.; №3 – 160 Р/год.; №4 – 100 Р/год.; №5 – 50 Р/год. Визначити $t_{\text{поч}}$ -

допустимий час початку подолання забрудненої ділянки при умові, що експозиційна доза випромінювання D за час подолання не перевищить 6 Р. Подолання ділянки буде здійснюватись на автомобілі $K_{\text{осл}} = 2$, із швидкістю $V = 30$ км/год., довжина ділянки $L = 15$ км.

Розв'язок:

1. Визначаємо середній рівень радіації на маршруті на 1 годину після ядерного вибуху:

$$P_{\text{сер.}} = (40+90+160+100+50)/5 = 88 \text{ Р/год.}$$

2. Визначаємо час подолання $t_{\text{под}}$ забрудненої ділянки:

$$t_{\text{под}} = L/V = 15/30 = 0,5 \text{ год.}$$

3. Визначаємо D – дозу, яку отримає особовий склад, якщо подолання зараженої ділянки буде здійснюватись на 1 годину після ЯВ:

$$D = (P_{\text{сер.}} \cdot t_{\text{под}})/K_{\text{осл}} = (88 \cdot 0,5)/2 = 22 \text{ Р.}$$

4. За табл. 18 визначаємо коефіцієнт K_t перерахунку рівнів радіації на різний час після ЯВ, тобто через скільки годин очікувана доза радіації зменшиться від 22 Р до 6 Р, щоб особовий склад міг подолати забруднену зону і отримати дозу опромінення не більше 6 Р тоді:

$K_t = 22/6 \approx 3,74$ за табл. 18 коефіцієнт відповідає 3 годинам після ЯВ, $t_{\text{поч}} = 3$ години.

Таким чином, допустимий час початку подолання забрудненої ділянки для особового складу формувань ЦЗ буде складати 3 години після вибуху.

5.2. Оцінка радіаційної обстановки після аварії на АЕС

Методика призначена для виявлення радіаційної обстановки при масштабній аварії (руйнуванні) ядерного реактора атомних електростанцій, щоб отримати інформацію про ступінь впливу її наслідків на життєдіяльність населення, вибору і обґрунтування оптимальних режимів їх перебування на забрудненій радіоактивними речовинами території та виконання заходів захисту.

У широкому розумінні до потенційно небезпечних об'єктів з ядерними компонентами відносять атомні електростанції (АЕС), підприємства ядерного паливного циклу, транспорту з ядерним паливом та опромінені тепловиділяючими елементами, а також ядерні боєприпаси.

Основу АЕС як радіаційно-небезпечних об'єктів складають ядерні реактори.

Ядерні реактори – це пристрої, які призначені для здійснення керованої ланцюгової реакції ділення ядер атомів урану та плутонію з метою отримання енергії, що йде на виробництво електроенергії або тепла.

В Україні, як зазначалось раніше, існують АЕС з двома типами реакторів:

- РБМК – "реактор большой мощности канальный";
- ВВЕР – "водо-водяной энергетический реактор".

Ядерні реактори є потужними джерелами штучних радіоактивних ізотопів хімічних елементів. Характерними з них є Sr – 89 та Sr – 90; I – 131 та I – 133; Cs – 134 та Cs – 137, а також Pu – 239.

Руйнування ядерного реактора на АЕС призводить до виникнення двох уражаючих факторів:

- радіоактивної хмари, яка формується при миттєвому викиді РР у продовж тривалого часу;
- тривалого радіоактивного забруднення місцевості.

У зв'язку з цим, доза опромінення реактором буде складатися із доз зовнішнього опромінення від хмари та зараженої радіоактивними речовинами місцевості, та дози внутрішнього опромінення, яка потрапила в організм людини через органи дихання.

Радіаційна обстановка може бути виявлена і оцінена двома способами:

- *методом прогнозу;*
- *за даними радіаційної розвідки.*

Здійснення радіаційної розвідки потребує достатньо значного часу, тому при оперативній необхідності виявлення радіаційної обстановки здійснюється шляхом прогнозування.

Зони зараження наносяться на карти та схеми у вигляді еліпсів для найбільш імовірного напрямку вітру. При нестійкому вітрі вони можуть мати вигляд кола.

При нанесенні на карту (схему) зон радіоактивного забруднення, спочатку наносять центр аварії АЕР, записують – **вид ядерного реактора**. Потім від центру аварії проводять пряму лінію – вісь сліду, що відповідає напрямку руху радіоактивної хмари. Відкладають довжину і ширину кожної зони забруднення за даними табл. 26. Від кола зони забруднення, враховуючи ширину і довжину наносять зони (рис. 30), кожна певного кольору: зона М – червона (зона радіаційної безпеки), зона А – синя (зона помірнього радіоактивного забруднення), зона Б – зелена (зона сильного радіоактивного забруднення); зона В – коричнева (зона небезпечного радіоактивного забруднення), зона Г – чорна (зона надзвичайно небезпечного радіоактивного забруднення). Зони позначають з урахуванням масштабу карти.

5.2.1. Оцінка радіаційної обстановки після аварії на АЕС методом прогнозу

У табл. 23 приведена загальна характеристика зон радіоактивного забруднення місцевості при аваріях на АЕС

Таблиця 23

Характеристика зон радіоактивного забруднення місцевості при аваріях на АЕС

Назва зони	Індекс зони	Доза опромінювання за 1-й рік після формування зони, рад			Потужність дози випромінювання через 1 год. після аварії, рад/год.	
		на зовнішній межі	на внутрішній межі	в середині зони	на зовнішній межі	на внутрішній межі
Радіаційної небезпеки	М	5	50	16	0,014	0,140
Помірного забруднення	А	50	500	160	0,140	1,4
Сильного забруднення	Б	500	1500	866	1,4	4,2
Небезпечного забруднення	В	1500	5000	2740	4,2	14
Надзвичайно небезпечного забруднення	Г	5000	-	9000	14	-

Приведемо порядок розрахунку поверхневої активності РР та дозу опромінення яку отримає особовий склад ЦЗ за час робіт на забрудненій території методом прогнозу.

Задача 6.

Визначити поверхневу активність радіоактивних речовин (щільність зараження місцевості) на сліді хмари (As), Ku/m^2 , та дозу опромінення D рад, яку отримає особовий склад формувань ЦЗ за t_p - час робіт на забрудненій території.

Вихідні дані:

- Інформація про АЕС:

- тип ЯЕР (РБМК, ВВЕР) - РБМК;
- електрична потужність ЯЕР – 1000 МВт;
- кількість аварійних ЯЕР – $n = 1$;
- координати ЯЕР чи АЕС (АТЕЦ) – $X_{АЕС}$, $Y_{АЕС}$ (початок прямокутної системи координат суміщений з центром АЕС, а вісь ОХ вибирається в напрямку вітру);
- момент часу аварії – $T_{ав}$, діб, годин = 1.03.2014 р. 12 годин;

- частка викинутих з ЯЕР РР - η , % = 10 % = 0,1 частина від загальної кількості.

- Метеорологічна характеристика:

- швидкість вітру на висоті 10 м - $V_{10} = 5$ м/с;
- напрямок вітру на висоті 10 м - $A^0 = 0^0$;
- стан хмарності – (відсутній, середній чи суцільний) - відсутній.

- Додаткова інформація:

- заданий момент часу, на який визначається поверхнева активність - $T_{\text{зад}}$, діб, годин = 1.03.2014 р. 14⁰⁰ годин;
- координати об'єкту – $X = 30$ км, $Y = 1$ км;
- тривалість опромінювання – $t_{\text{опр}} = 3$ години;
- захищеність людей – $K_{\text{осл}} = 2$

Розв'язок:

1. За табл. 24 визначаємо категорію стійкості атмосфери, відповідно умовам погоди і заданому часу доби – Д – нейтральна (ізотермія).
2. За табл. 25 визначаємо середню швидкість вітру у шарі атмосфери розповсюдження радіоактивної хмари – 5 м/с.
3. На карті визначаємо положення аварійного ЯЕР, і відповідно з заданим напрямком вітру $A^0 - 0^0$, наносимо вісь (чорним кольором), відповідно до масштабу карти.
4. За даними табл. 26 наносимо на карту (у вигляді правильних еліпсів) (рис. 30) розміри зон радіоактивного забруднення для реактора РБМК – 1000, частка викиду радіоактивних речовин складає 10% – 0,1 від загальної кількості:

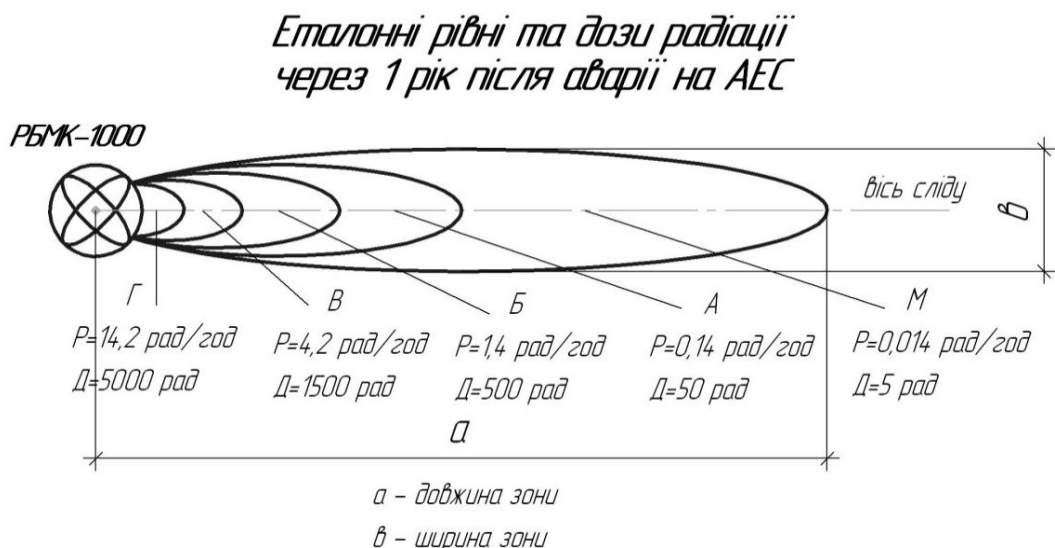


Рис. 30 Нанесення зон радіоактивного забруднення при аварії на АЕС

- $M = 272 - 14$ (км);
- $A = 60 - 2,45$ (км);
- $B = 11 - 0,32$ (км);

$$B = - ;$$

$$\Gamma = - .$$

5. Визначаємо в якій зоні опинився особовий склад формувань ЦЗ, в нашому випадку на відстані – 30 км, середина зони А.

6. За даними табл. 27,28 для відповідного типу ЯЕР (РБМК) і відстані від нього до об'єкту (Х) – 30 км визначаємо прогнозовану потужність дози випромінювання на вісі сліду радіоактивної хмари на 1 годину після аварії:

$$P_{\text{прог.}} = 0,546 \text{ рад/год.}$$

7. За даними табл. 29–31 визначається коефіцієнт (K_y), враховуючий зміни потужності дози в поперечному розрізі сліду відповідно координати ($Y = 1$ км):

$$K_y = 0,75.$$

8. Розраховуємо приведені значення заданого часу (час, що пройшов після аварії – $t_{\text{зад}}$):

$$t_{\text{зад}} = T_{\text{зад}} - T_{\text{ав}}, \text{ де}$$

$T_{\text{зад}}$ - заданий момент часу, на який визначається поверхнева активність;

$T_{\text{ав}}$ - момент часу аварії.

$$t_{\text{зад}} = 14^{00} - 12^{00} = 2 \text{ години.}$$

9. За табл. 32 визначаємо $t_{\text{ф}}$ – час початку формування сліду після аварії:

$$t_{\text{ф}} = 1,5 \text{ години.}$$

10. Зрівнюємо заданий приведений час і час формування:

- якщо $t_{\text{зад}} \leq t_{\text{ф}}$, то $AsKu/m^2 = 0$, $D \text{ рад} = 0$;

- якщо приведені заданий час $t_{\text{зад}} > t_{\text{ф}}$ за табл. 33,34 визначається K_t - коефіцієнт, враховуючий спад потужності дози випромінювання в часі, в нашому випадку на 2 години.

$$K_t = 0,83.$$

11. Визначаємо прогнозовану потужність дози випромінювання на вісі сліду радіоактивної хмари на 2 години після аварії:

$$P_2 = P_{\text{прог.}} \cdot K_t, \text{ де}$$

$P_{\text{прог.}}$ - прогнозована потужність дози випромінювання на 1 годину після аварії рад/год.;

K_t – коефіцієнт, який враховує зміну потужності дози опромінення на 2 години після аварії.

$$P_2 = 0,546 \text{ рад/год.} \cdot 0,83 = 0,453 \text{ рад/год.}$$

12. Розраховуємо K_w - коефіцієнт, враховуючий електричну потужність ЯЕР (W) і частку РР, викинутих з ЯЕР при аварії (η):

$$K_w = 10^{-4} \cdot n \cdot W \cdot \eta, \text{ де}$$

n - кількість аварійних ЯЕР;

W - електрична потужність ЯЕР;

η - частка викинутих з ЯЕР РР.

$$K_w = 10^{-4} \cdot 1 \cdot 1000 \cdot 0,1 = 0,01.$$

13. За табл. 35 для заданого часу 2 години визначаємо $K_{забр}$ - коефіцієнт для отримання даних поверхневої активності на сліді радіоактивної хмари:

$$K_{забр} = 0,13.$$

14. Визначаємо поверхневу активність (щільність забруднення) РР на 2 годину після аварії A_s , Ku/m^2 :

$$A_s = P_2 \cdot K_y \cdot K_t \cdot K_w \cdot K_{забр}.$$

$$A_s = 0,453 \cdot 0,75 \cdot 0,83 \cdot 0,01 \cdot 0,13 = 0,000367 \text{ } Ku/m^2.$$

15. За табл. 36,37 визначаємо $D_{зони}$ - прогнозовану дозу опромінення рад, яку отримає особовий склад формувань ЦЗ в середині зони А (за даними табл. 26) при відкритому розташуванні на 2 годину після аварії, якщо час перебування на забрудненій території 3 години:

$$D_{зони} = 0,97 \text{ рад.}$$

16. Доза, яку отримає особовий склад формувань ЦЗ за час перебування $t_{опр}$ - 3 години в забрудненому районі, буде дорівнювати:

$$D = (D_{зони} \cdot K_{зони}) / K_{осл}, \text{ де}$$

$D_{зони}$ - доза опромінення яку отримає особовий склад формувань ЦЗ при умові відкритого розміщення в середині зони рад;

$K_{зони}$ – коефіцієнт зони примітка (табл. 36,37);

$K_{осл}$ – коефіцієнт ослаблення за умовою задачі.

$$D = (0,97 \cdot 1) / 2 = 0,485 \text{ рад.}$$

5.2.2. Оцінка радіаційної обстановки після аварії на АЕС за даними розвідки

Приведемо порядок розрахунку потужності дози опромінення на заданий час після моменту аварії на АЕС та визначення місцезнаходження особового складу ЦЗ за даними розвідки.

Задача 7.

Визначити потужність дози опромінення на заданий час після моменту аварії на АЕС та визначення місцезнаходження особового складу ЦЗ за даними розвідки

Вихідні дані:

- Інформація про АЕС:

- тип ЯЕР (РБМК, ВВЕР) - РБМК;
- момент часу аварії – $T_{ав}$, діб, год. = 1.03.2014 р. 12 годин;
- момент часу виміру потужності випромінювання - $T_{вим}$ діб, год.=1.03.2014 р. 14 годин;
- дані розвідки і виміряне значення потужності $P_{вим.} = 3.32 \text{ рад/год.}$

- Додаткова інформація:

- заданий момент часу, на який визначається потужність дози випромінювання, – $T_{зад}$, год. = 1.03.2014 р. 17 годин.

Розв'язок:

1. Розраховуємо $t_{\text{вим}}$ - приведений час, коли виміряна потужність дози випромінювання після аварії на АЕС (час, який пройшов після аварії на АЕС):

$$t_{\text{вим}} = T_{\text{вим}} - T_{\text{ав}}, \text{ де}$$

$T_{\text{вим}}$ - момент часу виміру потужності випромінювання год.;

$T_{\text{ав}}$ - момент часу аварії.

$$t_{\text{вим}} = 14^{00} - 12^{00} = 2 \text{ години.}$$

2. Розраховуємо $t_{\text{зад}}$ - приведення заданого часу, на який необхідно знати потужність дози опромінення:

$$t_{\text{зад}} = T_{\text{зад}} - T_{\text{ав}}, \text{ де}$$

$T_{\text{зад}}$ - заданий момент часу, на який визначається потужність дози випромінювання;

$T_{\text{ав}}$ - момент часу аварії.

$$t_{\text{зад}} = 17^{00} - 12^{00} = 5 \text{ годин.}$$

- якщо $t_{\text{зад}} \leq 0$, тобто час, на який визначається потужність дози опромінення, заданий до моменту аварії, $P = 0$;

- якщо приведений заданий час $t_{\text{зад}} > 0$ за табл. 33,34 визначаємо K_t - коефіцієнт, який враховує зміну потужності дози опромінення, в нашому випадку на 5 годину після аварії:

$$K_t = 0,76.$$

3. Визначаємо потужність дози випромінювання на вісі сліду радіоактивної хмари на 5 годину після аварії:

$$P_5 = P_{\text{вим}} \cdot K_t, \text{ де}$$

$P_{\text{вим}}$ - виміряне значення потужності рад/год.;

K_t - коефіцієнт, який враховує зміну потужності дози опромінення на 5 годину після аварії.

$$P_5 = 3,32 \cdot 0,76 = 2,52 \text{ рад/год.}$$

4. За табл. 38 знаходимо потужності доз випромінювання на зовнішніх межах зон радіоактивного забруднення місцевості на 2 годину після аварії на АЕС:

$$M = 0,011 \text{ рад/год.};$$

$$A = 0,12 \text{ рад/год.};$$

$$B = 1,19 \text{ рад/год.};$$

$$V = 3,6 \text{ рад/год.};$$

$$Г = 11,9 \text{ рад/год.}$$

5. Порівнюємо виміряне значення дози випромінювання $P_{\text{вим}}$ на 2 годину після аварії на АЕС із знайденими значеннями за табл. 38 потужностей доз на зовнішніх межах зон радіоактивного забруднення знаходимо місцезнаходження особового складу ЦЗ:

$P_{\text{вим}} = 3,32 \text{ рад/год.} \approx 3,6 \text{ рад/год.}$, тобто місцезнаходження особового складу ЦЗ на зовнішній межі зони В.

Таблиця 24

Категорії стійкості атмосфери

Швидкість вітру на висоті 10м, м/с	Час доби				
	день			ніч	
	Наявність хмарності				
	Відсутня	Середня	Суцільна	Відсутня	Суцільна
$V_{10} < 2$	А	А	А	А	А
$2 < V_{10} < 3$	А	А	Д	Ф	Ф
$3 < V_{10} < 5$	Д	Д	Д	Д	Ф
$5 < V_{10} < 6$	Д	Д	Д	Д	Д
$V_{10} > 6$	Д	Д	Д	Д	Д

А - сильно нестійка (конвекція)

Д - нейтральна (ізотермія)

Ф - дуже стійка (інверсія)

Таблиця 25

Середня швидкість вітру (V_c) м/с

Категорія стійкості атмосфери	Швидкість вітру на висоті 10м (V_{10}), м/с					
	менше 2	2	3	4	5	більше 6
А	2	2	--	--	--	--
Д	--	--	5	5	5	10
Ф	--	5	10	10	--	--

Таблиця 26

**Розміри прогнозованих зон радіоактивного забруднення місцевості на
сліді хмари при аваріях на АЕС**

Вихід активності %	Індекс зони	Тип реактора					
		РБМК –1000			ВВЕР—1000		
		Довжина км	Ширина км	Площа км	Довжина км	Ширина км	Площа км
Категорія стійкості А, швидкість вітру 2 м/с							
1	2	3	4	5	6	7	8
3	М	62,6	12,6	595	82,8	16,2	1050
3	А	14,1	2,75	30,4	13,0	2,22	22,7
3	Б	--	--	--	--	--	--
3	В	--	--	--	--	--	--
3	Г	--	--	--	--	--	--
10	М	140	29,9	3290	185	40,2	5850
10	А	28,0	5,97	131	39,4	6,81	211
10	Б	6,88	0,85	4,62	--	--	--
10	В	--	--	--	--	--	--
10	Г	--	--	--	--	--	--
30	М	249	61,8	12100	338	82,9	22000
30	А	62,6	12,1	595	82,8	15,4	1000
30	Б	13,9	2,71	29,6	17,1	2,53	34,0
30	В	6,96	0,87	4,48	--	--	--
30	Г	--	--	--	--	--	--
50	М	324	81,8	20800	438	111	38400
50	А	88,3	18,1	1260	123	24,6	2380
50	Б	18,3	3,64	52,3	20,4	3,73	59,8
50	В	9,21	1,57	11,4	8,87	1,07	7,45
50	Г	--	--	--	--	--	--
Категорія стійкості Д, швидкість вітру 5 м/с							
3	М	135	5,99	635	53	1,87	78
3	А	26	1,04	21	5,22	0,07	0,31
3	Б	--	--	--	--	--	--
3	В	--	--	--	--	--	--
3	Г	--	--	--	--	--	--
10	М	272	14	3080	110	5,33	440
10	А	60	2,45	115	19	0,58	8,75
10	Б	11	0,32	3,02	--	--	--
10	В	--	--	--	--	--	--
10	Г	--	--	--	--	--	--
30	М	482	28	10700	274	13	2980
30	А	135	5,99	635	53	1,87	78
30	Б	25	1,02	20	5,05	0,07	0,29
30	В	12	0,33	3,14	--	--	--
30	Г	--	--	--	--	--	--
50	М	619	37	18300	369	19	5690
50	А	184	8,71	1260	79	3,22	201

Продовження табл. 26							
1	2	3	4	5	6	7	8
50	Б	36	1,51	42	10	0,27	2,18
50	В	17	0,59	8,38	--	--	--
50	Г	--	--	--	--	--	--
Категорія стійкості F, швидкість вітру 5 м/с							
3	М	126 (11/138)	3,63	359	17 (28/46)	0,61	8,24
3	А	--	--	--	--	--	--
3	Б	--	--	--	--	--	--
3	В	--	--	--	--	--	--
3	Г	--	--	--	--	--	--
10	М	241 (8/249)	7,86	1490	76	2,58	154
10	А	52 (16/69)	1,72	71	--	--	--
10	Б	--	--	--	--	--	--
10	В	--	--	--	--	--	--
10	Г	--	--	--	--	--	--
30	М	430 (6/436)	14	4760	172 (10/183)	5,08	686
1	2	3	4	5	6	7	8
30	А	126	3,63	359	17 (28/46)	0,61	8,25
30	Б	--	--	--	--	--	--
30	В	--	--	--	--	--	--
30	Г	--	--	--	--	--	--
50	М	561 (5/567)	18	8280	204 (8/212)	6,91	1110
50	А	168 (10/179)	4,88	644	47 (17/64)	1,52	56
50	Б	15 (27/43)	0,41	4,95	--	--	--
50	В	--	--	--	--	--	--
50	Г	--	--	--	--	--	--
Категорія стійкості Д, швидкість вітру 10 м/с							
3	М	115	3,04	275	--	--	--
3	А	--	--	--	--	--	--
3	Б	--	--	--	--	--	--
3	В	--	--	--	--	--	--
3	Г	--	--	--	--	--	--
10	М	239	6,81	1280	73	2,10	118
10	А	42	1,18	38	--	--	--
10	Б	--	--	--	--	--	--
10	В	--	--	--	--	--	--

Продовження табл. 26							
1	2	3	4	5	6	7	8
10	Г	--	--	--	--	--	--
30	М	441	12	4470	162	4,40	558
30	А	115	3,04	275	--	--	--
30	Б	--	--	--	--	--	--
30	В	--	--	--	--	--	--
30	Г	--	--	--	--	--	--
50	М	579	17	7960	224	6,30	1410
50	А	156	4,24	519	33	0,95	25
50	Б	--	--	--	--	--	--
50	В	--	--	--	--	--	--
50	Г	--	--	--	--	--	--
Категорія стійкості F, швидкість вітру 10 м/с							
3	М	115 (13/128)	3,04	275	--	--	--
3	А	--	--	--	--	--	--
3	Б	--	--	--	--	--	--
1	2	3	4	5	6	7	8
3	В	--	--	--	--	--	--
3	Г	--	--	--	--	--	--
10	М	239 (10/249)	6,81	1280	73 (15/88)	2,10	118
10	А	42 (19/61)	1,18	38	--	--	--
10	Б	--	--	--	--	--	--
10	В	--	--	--	--	--	--
10	Г	--	--	--	--	--	--
30	М	115	3,04	275	--	--	--
30	А	--	--	--	--	--	--
30	Б	--	--	--	--	--	--
30	В	--	--	--	--	--	--
30	Г	--	--	--	--	--	--
50	М	579 (6/585)	17	7960	224 (10/234)	6,30	1410
50	А	156 (11/167)	4,24	519	33 (22/56)	0,95	25
50	Б	--	--	--	--	--	--
50	В	--	--	--	--	--	--
50	Г	--	--	--	--	--	--

Таблиця 27

Потужність дози випромінювання на осі сліду, рад/год. (реактор РБМК – 1000, вихід радіоактивних продуктів 10%, ЧАС – 1 година після зупинки реактора)

Відстань від АЕС, км	Категорія стійкості атмосфери				
	А	Д			Ф
	Середня швидкість вітру м/с				
	2	5	10	5	10
5	1,89	4,50	2,67	0,00002	0,00001
10	0,643	2,62	1,60	0,0210	0,0136
20	0,212	1,01	0,640	0,213	0,142
30	0,122	0,546	0,355	0,303	0,212
40	0,0849	0,351	0,236	0,302	0,221
50	0,0632	0,256	0,177	0,245	0,187
60	0,0492	0,196	0,140	0,181	0,144
80	0,0324	0,125	0,0948	0,102	0,0937
100	0,0230	0,0870	0,0691	0,0769	0,0661
150	0,0117	0,0427	0,0375	0,0368	0,0319
200	0,007	0,02448	0,0235	0,0214	0,0207
250	0,005	0,0160	0,160	0,0139	0,0139
300	0,003	0,0110	0,0115	0,0097	0,0099
350	0,0023	0,0078	0,0086	0,0072	0,0075
400	0,0017	0,0055	0,0067	0,0055	0,006
450	0,0013	0,0044	0,0053	0,0044	0,0046
500	0,001	0,0036	0,0043	0,0035	0,0037
600	0,0006	0,0025	0,003	0,0024	0,0026
700	0,0003	0,0018	0,002	0,0018	0,0019
800	0,0002	0,0014	0,0015	0,0014	0,0015
900	0,0018	0,0011	0,0012	0,0011	0,0012
1000	0,0017	0,00085	0,0009	0,00086	0,0009

Таблиця 28

Потужність дози випромінювання на осі сліду, рад/год. (реактор ВВЕР – 1000, вихід радіоактивних продуктів 10%, ЧАС – 1 година після зупинки реактора)

Відстань від АЕС, км	Категорія стійкості атмосфери				
	А	Д			Ф
	Середня швидкість вітру м/с				
	2	5	10	5	10
1	2	3	4	5	6
5	1,24	0,803	0,475	0,004	-
10	0,723	0,466	0,285	0,0036	0,0024
20	0,289	0,189	0,119	0,0372	0,0248
30	0,172	0,127	0,0812	0,0528	0,0370
40	0,121	0,103	0,0667	0,0527	0,0385

Продовження табл. 28					
1	2	3	4	5	6
50	0,0915	0,0763	0,0506	0,0427	0,0325
60	0,0722	0,0593	0,0403	0,0316	0,0251
70	0,0587	0,0476	0,0331	0,0238	0,0200
80	0,0488	0,0391	0,0277	0,0177	0,0163
90	0,0413	0,0328	0,0237	0,0137	0,0130
100	0,0354	0,0280	0,0206	0,0134	0,0115
150	0,0190	0,0146	0,0116	0,0064	0,0056
200	0,0199	0,0089	0,0075	0,0037	0,0036
250	0,008	0,0059	0,0053	0,0024	0,0024
300	0,0057	0,004	0,004	0,0017	0,0017
350	0,0043	0,0033	0,003	0,0013	0,0013
400	0,003	0,0025	0,0024	0,001	0,001
450	0,0026	0,0018	0,002	0,00076	0,0008
500	0,002	0,0013	0,0016	0,0006	0,0006
600	0,0014	0,0012	0,0014	0,0004	0,0005
700	0,0085	0,00088	0,001	0,0003	0,000334
800	0,006	0,00068	0,0008	0,000233	0,00026
900	0,00055	0,00054	0,0006	0,0002	0,0002
1000	0,00048	0,00043	0,0005	0,00015	0,00016

Таблиця 29

Коефіцієнт K_y для визначення потужності дози опромінювання у бік від осі сліду. Категорія стійкості атмосфери А

X, км	Значення координати Y, км										
	0,5	1	2	4	5	6	10	20	30	40	50
5	0,9	0,6	0,1								
7	0,9	0,7	0,3								
10	0,95	0,8	0,5	0,06							
14	0,97	0,9	0,49	0,06							
16	0,98	0,92	0,72	0,28	0,28						
18	0,98	0,93	0,77	0,35	0,09	0,01					
20	0,98	0,94	0,8	0,42	0,14	0,03					
30	1	0,97	0,89	0,64	0,37	0,17	0,06				
40	1	0,98	0,93	0,76	0,55	0,34	0,19				
50	1	0,98	0,95	0,83	0,66	0,46	0,32	0,01			
60	1	1	0,96	0,87	0,74	0,58	0,43	0,03			
70	1	1	0,97	0,9	0,79	0,66	0,55	0,07			
80	1	1	0,97	0,92	0,83	0,72	0,6	0,12	0,01		
100	1	1	0,98	0,94	0,88	0,79	0,7	0,24	0,04	0,04	
200	1	1	1	0,98	0,96	0,93	0,89	0,65	0,36	0,17	0,06
300	1	1	1	1	0,98	0,96	0,94	0,8	0,61	0,42	0,25
500	1	1	1	1	1	0,98	0,97	0,91	0,81	0,69	0,56

Таблиця 30

Коефіцієнт K_y для визначення потужності дози опромінювання у бік від вісі сліду. Категорія стійкості атмосфери Д

X, км	Значення координати Y, км										
	0,5	1	2	4	5	6	10	20	30	40	50
5	0,2	-	-								
7	0,4	0,02	-								
10	0,6	0,1	-	-							
14	0,75	0,32	0,01	-							
16	0,8	0,41	0,02	0,05	-						
18	0,83	0,49	0,05	-	-	-					
20	0,86	0,55	0,09	-	-	-					
30	0,93	0,75	0,31	0,01	-	-	-				
40	0,95	0,84	0,5	0,06	0,01	-	-				
50	0,97	0,89	0,63	0,15	0,05	0,01	-	-			
60	0,97	0,91	0,71	0,26	0,12	0,04	-	-			
70	0,98	0,93	0,77	0,36	0,222	0,1	0,07	-			
80	0,98	0,95	0,81	0,44	0,28	0,16	-	-	-		
100	1	0,96	0,81	0,50	0,43	0,29	0,03	-	-	-	
200	1	1	0,96	0,85	0,78	0,7	0,37	0,01	-	-	-
300	1	1	0,98	0,92	0,88	0,84	0,62	0,14	0,01	-	-
500	1	1	1	0,96	0,95	0,93	0,82	0,46	0,17	-	-

Таблиця 31

Коефіцієнт K_y для визначення потужності дози опромінювання у бік від осі сліду. Категорія стійкості атмосфери F

X, км	Значення координати Y, км										
	0,5	1	2	4	5	6	10	20	30	40	50
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	0,1	-	-								
7	0,1	-	-								
10	0,12	-	-	-							
14	0,31	0,02	-	-							
16	0,4	0,05	-	-	-						
18	0,47	0,08	-	-	-	-					
20	0,54	0,19	-	-	-	-					
30	0,66	0,30	-	-	-	-	-				
40	0,74	0,48	0,05	-	-	-	-				
50	0,83	0,61	0,14	-	-	-	-	-			
60	0,88	0,70	0,24	0,01	-	-	-	-			
70	0,91	0,76	0,34	0,03	-	-	-	-			
80	0,93	0,81	0,43	0,1	0,03	-	-	-	-		

Продовження табл. 31											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
100	0,94	0,86	0,57	0,33	0,18	0,08	-	-	-	-	-
200	0,96	0,96	0,84	0,52	0,36	0,23	0,01	-	-	-	-
300	1	0,98	0,92	0,72	0,6	0,49	0,13	-	-	-	-
500	1	1	0,96	0,88	0,81	0,75	0,45	0,04	-	-	-

Таблиця 32

Час початку формування сліду (t_{ϕ}) після аварії на АЕС, годин

Відстань до АЕС, км	Категорія стійкості атмосфери				
	А	Д			Ф
	Середня швидкість вітру, м/с				
	2	5	10	5	10
1	2	3	4	5	6
5	0,5	0,3	0,1	0,3	0,1
10	1,0	0,5	0,3	0,5	0,3
20	2,0	1,0	0,5	1,0	0,5
30	3,0	1,5	0,8	1,5	0,8
40	4,0	2,0	1,0	2,0	1,3
50	5,0	2,5	1,2	2,5	1,4
60	6,5	3,0	1,5	3,0	1,5
70	7,5	4,0	2,0	4,0	2,0
80	8,0	4,0	2,0	4,0	2,0
90	8,5	4,5	2,2	4,5	2,5
100	9,5	5,0	2,5	5,0	3,0
150	14	7,5	3,5	8,0	4,0
200	19	10	5,0	10	5,0
250	23	12	6,0	13	6,5
300	28	15	7,5	16	8,0
350	32	17	9,0	18	9,0
400	37	19	10	21	11
450	41	22	11	23	12
500	46	24	12	26	13
600	53	29	15	31	16
700	61	34	17	36	18
800	72	38	20	41	20
900	82	43	22	46	23
1000	89	48	24	50	26

Таблиця 33

Коефіцієнт K_t для розрахунку потужності дози випромінювання на різний час після руйнування АЕС. Реактор типу РБМК

Час виміру потужності дози випромінювання, години		Час після аварії, на який перераховується потужність дози випромінювання										
		Години						Доби				
		1	2	3	5	6	12	18	1	2	10	30
Год.	1.00	1,00	0,83	0,75	0,64	0,61	0,48	0,42	0,37	0,28	0,13	0,07
	2.00	1,19	1,00	0,89	0,76	0,72	0,57	0,50	0,45	0,34	0,16	0,09
	3.00	1,33	1,11	1,00	0,86	0,81	0,64	0,56	0,50	0,38	0,18	0,10
	5.00	1,54	1,29	1,16	1,00	0,94	0,75	0,65	0,58	0,44	0,21	0,12
	6.00	1,63	1,37	1,23	1,05	1,00	0,79	0,68	0,62	0,47	0,22	0,12
	7.00	1,71	1,44	1,29	1,11	1,05	0,83	0,72	0,65	0,49	0,24	0,13
	9.00	1,86	1,54	1,40	1,20	1,13	0,90	0,78	0,70	0,53	0,26	0,14
	12.0	2,05	1,72	1,54	1,32	1,25	1,00	0,86	0,77	0,59	0,28	0,16
	15.0	2,22	1,86	1,67	1,43	1,35	1,08	0,93	0,84	0,64	0,31	0,17
18.0	2,37	1,99	1,78	1,53	1,45	1,15	1,00	0,89	0,68	0,33	0,13	
Доби	1.00	2,64	2,21	1,98	1,70	1,61	1,28	1,11	1,00	0,76	0,36	0,20
	2.00	3,47	2,91	2,60	2,24	2,11	1,68	1,46	1,31	1,00	0,48	0,27
	3.00	4,11	3,45	3,09	2,65	2,51	1,99	1,73	1,55	1,15	0,57	0,32

Таблиця 34

Коефіцієнт K_t для розрахунку потужності дози випромінювання на різний час після руйнування АЕС. Реактор типу ВВЕР

Час виміру потужності дози випромінювання		Час після аварії, на який перераховується потужність дози випромінювання										
		Години						Доби				
		1	2	3	5	6	12	18	1	2	10	30
Год.	1.00	1,00	0,83	0,73	0,63	0,59	0,48	0,40	0,35	0,26	0,12	0,06
	2.00	1,20	1,00	0,88	0,75	0,71	0,56	0,48	0,43	0,32	0,14	0,08
	3.00	1,35	1,12	1,00	0,85	0,80	0,63	0,54	0,48	0,36	0,16	0,09
	5.00	1,58	1,31	1,17	1,00	0,94	0,74	0,63	0,56	0,42	0,19	0,10
	6.00	1,67	1,39	1,24	1,06	1,00	0,78	0,67	0,60	0,45	0,20	0,11
	7.00	1,76	1,47	1,30	1,11	1,05	0,82	0,71	0,63	0,47	0,22	0,12
	9.00	1,92	1,60	1,42	1,21	1,14	0,90	0,77	0,70	0,51	0,24	0,13
	12.0	2,13	1,77	1,58	1,35	1,27	1,00	0,85	0,76	0,57	0,26	0,14
	15.0	2,32	1,93	1,71	1,46	1,38	1,08	0,93	0,83	0,62	0,28	0,15
18.0	2,48	2,07	1,84	1,57	1,48	1,16	1,00	0,89	0,66	0,31	0,16	
Доби	1.00	2,78	2,31	2,06	1,76	1,65	1,30	1,11	1,00	0,74	0,34	0,18
	2.00	3,72	3,09	2,76	2,35	2,21	1,74	1,49	1,33	1,00	0,46	0,25
	3.00	4,45	3,71	3,30	2,81	2,65	2,08	1,79	1,59	1,19	0,55	0,30

Таблиця 35

Коефіцієнт $K_{\text{забр}}$ для визначення поверхневої активності (щільності забруднення, $\text{Ки}/\text{м}^2$) на сліді хмари

Час, який пройшов після вибуху	Години		Доби		Місяці		
	1	2	1	15	1	6	12
$K_{\text{забр}}$	0,11	0,13	0,14	0,17	0,19	0,27	0,33

Таблиця 36

Дози опромінення, які отримують люди при відкритому розміщенні в середині зони забруднення, рад

Час початку опромінення після аварії	Тривалість перебування у зоні забруднення											
	Години					Доби				Місяці		
	1	3	7	12	18	1	3	5	10	1	6	12
Години	Зона М											
1	0,04	0,1	0,21	0,33	0,45	0,55	1,18	1,64	2,51	4,70	11,5	15,8
2	0,03	0,09	0,20	0,31	0,42	0,53	1,15	1,61	2,48	4,67	11,5	15,8
6	0,02	0,07	0,16	0,26	0,37	0,47	1,07	1,52	2,38	4,55	11,4	15,6
12	0,02	0,06	0,13	0,22	0,32	0,41	0,98	1,42	2,27	4,43	11,2	15,5
Доби	Зона А											
1	0,01	0,04	0,11	0,18	0,27	0,35	0,87	1,29	2,11	4,24	6,29	15,3
2	0,01	0,03	0,08	0,14	0,21	0,28	0,74	1,13	1,90	3,98	10,3	14,9
Години	Зона А											
1	0,46	1,08	2,18	3,32	4,51	5,56	11,8	16,4	25,1	47,6	115	158
2	0,35	0,97	1,02	3,13	4,28	6,32	11,5	16,1	24,8	46,7	115	158
6	0,26	0,76	1,66	2,66	3,73	4,70	10,7	15,2	23,8	45,5	114	156
12	0,21	0,62	1,39	2,28	3,25	4,15	9,88	14,2	22,7	44,3	112	155
Доби	Зона А											
1	0,16	0,49	1,12	1,87	2,71	3,51	8,79	12,9	21,1	42,4	110	153
2	0,12	0,38	0,67	1,47	2,16	2,83	7,47	11,3	19,0	39,8	107	143

Примітка:

- Дози опромінення на внутрішній зоні приблизно у 3,2 рази більші наведених у таблиці, а на зовнішній у 3,2 рази менші наведених у таблиці.
- Для визначення за допомогою таблиці часу початку ($t_{\text{п}}$) або тривалості перебування (T) в зоні необхідно задану дозу опромінення поділити на 3,2 – при перебуванні людей на внутрішній межі зони, або перемножити на 3,2 – при перебуванні людей на зовнішній межі зони.

Таблиця 37

Дози опромінення, які отримують люди при відкритому розміщенні в середині зони забруднення, рад

Час початку опромінення після аварії	Тривалість перебування у зоні забруднення											
	Години					Доби				Місяці		
	1	3	7	12	18	1	3	5	10	1	6	12
Години	Зона Б											
1	2,23	5,93	11,9	18,2	24,7	30,4	64,9	90,1	137	257	633	868
2	1,94	5,34	11,0	17,1	23,4	29,1	63,2	84,4	136	255	631	866
6	1,46	4,19	9,11	14,5	20,4	25,7	58,7	83,4	130	249	624	859
Доби												
1	0,91	2,72	6,17	10,2	14,8	19,2	48,1	71,0	116	232	605	839
2	0,70	2,09	4,80	8,08	11,8	15,5	40,9	61,9	104	218	508	821
Години	Зона В											
1	7,05	18,5	37,8	57,6	78,1	96,3	205	285	436	815	2504	2745
2	6,14	16,9	35,0	54,2	74,2	92,1	200	279	430	808	1997	2739
6	4,61	13,2	28,8	46,1	64,6	81,5	185	263	412	789	1976	2717
Доби												
1	2,91	8,60	19,5	32,4	47,0	60,8	152	224	367	735	1915	2655
2	2,22	6,62	15,2	25,5	37,5	49,0	129	195	330	689	1859	2598
Години	Зона Г											
1	23,1	61,7	124	188	256	316	674	937	1433	2679	6586	9024
2	20,1	55,5	115	178	244	302	657	918	1413	2668	6563	9001
6	15,1	43,6	94,7	151	212	267	610	866	1356	2594	6495	8931
Доби												
1	9,57	28,2	64,1	106	154	199	500	738	1206	2418	6295	9727
2	7,31	21,7	49,9	84,0	123	161	425	644	1036	2265	6112	8537
Примітка:	<p>1. Дози опромінення на внутрішній зоні приблизно у 1,8 разів більші наведених у таблиці, а на зовнішній у 1,8 разів менші наведених у таблиці.</p> <p>2. Для визначення за допомогою таблиці часу початку (тп) або тривалості перебування (Т) в зоні необхідно задану дозу опромінення поділити на 1,8 – при перебуванні людей на внутрішній межі зони, або перемножити на 1,8 – при перебуванні людей на зовнішній межі зони.</p>											

Таблиця 38

Середні значення потужності дози випромінювання на зовнішніх межах зон радіоактивного забруднення місцевості, рад/год.

Час виміру D після аварії	Зони радіоактивного забруднення				
	М	А	Б	В	Г
Години					
1	2	3	4	5	6
1	0,014	0,14	1,42	4,2	14,2
2	0,011	0,12	1,19	3,6	11,9
5	0,009	0,09	0,92	2,7	9,2
7	0,008	0,08	0,82	2,5	8,2

Продовження табл. 38					
1	2	3	4	5	6
Доби					
1	0,005	0,05	0,54	1,6	5,4
2	0,004	0,04	0,41	1,2	4,1
5	0,003	0,03	0,27	0,82	2,7
Місяці					
1	0,001	0,011	0,11	0,34	1,1
2	-	0,008	0,08	0,23	0,8

5.3. Оцінка хімічної обстановки після аварії на об'єктах хімічної промисловості

Як зазначалось в розділі 3, *хімічна обстановка* – це сукупність наслідків хімічного зараження території ОР, СДОР, які впливають на діяльність навчальних об'єктів, об'єктів народного господарства, формування ЦЗ і населення.

Хімічна обстановка може виникнути при застосуванні хімічної зброї (ОР) або в результаті аварійного розливу, чи викиду СДОР і як наслідок, утворення зон та осередків хімічного зараження.

З метою визначення масштабів, характеру, ступеня впливу небезпечних речовин на людей, тварин, рослини, продукти харчування та розробки доцільних дій формувань ЦЗ і населення перед ліквідацію хімічного зараження й ведення робіт на об'єкті, проводять оцінку хімічної обстановки. Як і оцінка радіаційної обстановки, вона може проводитись двома методами:

- *методом прогнозу;*
- *за даними розвідки.*

Як зазначалось у розділі 3, вихідними даними для оцінки хімічної обстановки є:

- район і час застосування хімічної зброї або потрапляння в навколишнє середовище СДОР;
- тип і кількість ОР або СДОР;
- ступінь захищеності людей, тварин, продуктів харчування, кормів;
- умови зберігання (під тиском, без тиску) і характер потрапляння в навколишнє середовище небезпечних хімічних речовин;
- топографічні умови місцевості, характер забудови, наявність лісових насаджень на шляху поширення зараженого повітря;
- метеоумови: швидкість і напрямок вітру в приземному шарі, температура повітря і ґрунту, ступінь вертикальної стійкості повітря.

Також зазначалось про суттєвий вплив ступеня вертикальної стійкості повітря на стійкість отруйної речовини (СДОР), як наслідок

збереження небезпечних уражаючих концентрацій. Нагадаємо коротку їхню характеристику.

Інверсія виникає при ясній погоді, малій (до 4 м/с) швидкості вітру, у вечірній час, приблизно за 1 год. до заходу сонця і руйнується протягом години після сходу сонця.

При інверсії нижні шари повітря холодніші за верхні $t_3 < t_n$, що перешкоджає розсіюванню його по висоті, і створює найбільш сприятливі умови для збереження високих концентрацій зараженого повітря.

Конвекція виникає при ясній погоді, малих (до 4 м/с) швидкостях вітру, приблизно через 2 год. після сходу сонця і руйнується приблизно за 2 - 2,5 год. до заходу сонця.

При конвекції, нижні шари повітря нагріваються сильніше, ніж верхні $t_3 > t_n$, це сприяє швидкому розсіюванню зараженої хімічною речовиною хмари і зменшеній уражаючій дії.

Ізотермія спостерігається в хмарну погоду і характеризується стабільною, рівновагою повітря в межах 20—30 м від земної поверхні $t_3 \approx t_n$. Ізотермія, так само як і інверсія, сприяє тривалому застою парів ОР і СДОР на місцевості, в лісі, населених пунктах, на полях з високостеблистими культурами.

Ступінь вертикальної стійкості приземного шару повітря може бути визначений за даними метеообстежень рис. 31. Крім того, більш точно його можна визначити за швидкістю вітру на висоті 1 м та температурному градієнті $\Delta t = t_{50} - t_{200}$, де t_{50} – температура повітря на висоті 50 см; t_{200} – температура повітря на висоті 200 см від поверхні землі. При $\Delta t/V_1^2 \leq -0,1$ буде інверсія, при $-0,1 < \Delta t/V_1^2 < +0,1$ – ізотермія, а при $\Delta t/V_1^2 \geq +0,1$ конвекція.

СДОР переважно потрапляють в організм через органи дихання, їх дія небезпечна при перевищенні порогового рівня токсичної дози **PD**.

Масштаби ураження під час аварій на хімічно небезпечних об'єктах насамперед залежать від кількості ОР, метеорологічних та топографічних умов місцевості, виду зберігання СДОР (під тиском, без тиску). Із зазначеного вище можна зробити висновок: захисні заходи і, понад усе, прогнозування, виявлення і періодичний контроль за станом хімічної обстановки, оповіщення персоналу підприємства, населення і сил ЦЗ, повинні проводитися з надзвичайно високою оперативністю.

Порядок прогнозування хімічної обстановки:

1. Визначення ступеню вертикальної стійкості повітря.

Враховуючи швидкість вітру $V_b = \text{м/с}$ та $\Delta t^\circ\text{С}$, – визначаємо ступінь вертикальної стійкості повітря (рис. 31).

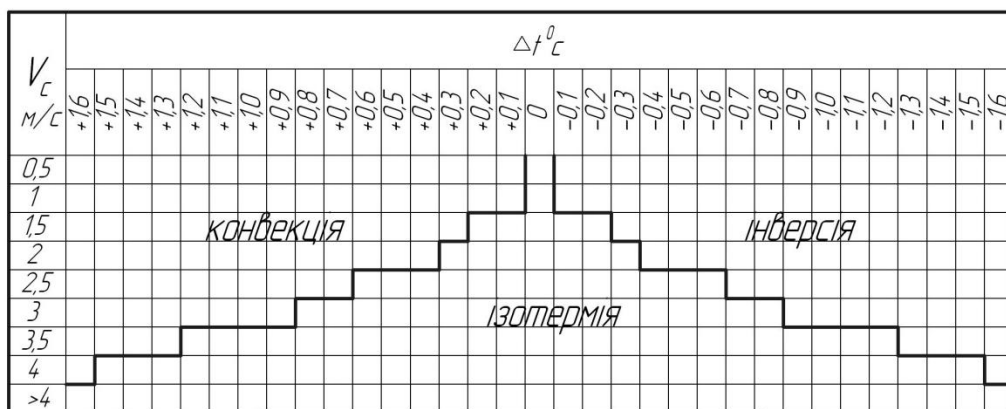


Рис. 31 Визначення вертикальної стійкості повітря за даними метеообстежень

2. Визначення глибини зони хімічного зараження.

Визначаємо глибину (Г) зони хімічного зараження (ЗХЗ), враховуючи ступінь вертикальної стійкості повітря, вид СДОР та її кількість, що потрапила в довкілля (табл. 39,40).

1. Враховуємо, що місцевість закрита (тільки для табл. 40).

$$Г = Г \text{ табл.} / 3,5 \text{ км(м)}.$$

2. Враховуємо, що ємкість обвалована.

$$Г = Г / 1,5 \text{ км(м)}.$$

Таблиця 39

Глибина поширення хмари зараженого повітря з уражаючими концентраціями СДОР, км швидкість вітру 1 м/с

Назва СДОР	Кількість СДОР у резервуарі (на об'єкті), т								
	при інверсії			при ізотермії			при конвекції		
	1	5	10	1	5	10	1	5	10
На відкритій місцевості									
Хлор, фосген	9	23	49	1,8	4,6	7	0,47	1	1,4
Аміак	2	3,5	4,5	0,4	0,7	0,9	0,12	0,21	0,27
Сірчистий ангідрид	2,5	4	4,5	0,5	0,8	0,9	0,15	0,24	0,27
Сірководень	3	5,5	7,5	0,6	1,1	1,5	0,18	0,33	0,45
На закритій місцевості									
Хлор, фосген	2,6	6,6	14	0,5	1,3	2,0	0,15	0,4	0,52
Аміак	0,6	1,0	1,3	0,1	0,2	0,3	0,03	0,06	0,08
Сірчистий ангідрид	0,7	1,1	1,3	0,1	0,2	0,3	0,04	0,07	0,08
Сірководень	0,8	1,6	2,1	0,2	0,3	0,4	0,05	0,09	0,13
<p>Примітка: для обвалованих і заглиблених резервуарів із СДОР глибина поширення хмари зараженого повітря зменшується в 1,5 рази</p>									

Таблиця 40

Глибина поширення хмари зараженого повітря з уражаючими концентраціями СДОР, км швидкість вітру 1 м/с, ізотермія, місцевість відкрита

Назва СДОР	Кількість СДОР в ємкості резервуарі (на об'єкті), т					
	5	10	25	50	75	100
Хлор	4,6	7	11,5	16	19	21
Аміак	0,7	0,9	1,3	1,9	2,4	3

ПРИМІТКА:

1. Глибина розповсюдження хмари при інверсії буде приблизно в 5 разів більша, а при конвекції – в 5 разів менша, ніж при ізотермії;
2. Глибина розповсюдження хмари на закритій місцевості (населені пункти, в лісові масиви) буде приблизно в 3,5 разів менша, ніж на відкритій;
3. Для обвалованих і заглиблених резервуарів із СДОР глибина поширення хмари зараженого повітря зменшується в 1,5 рази

3. Враховуємо поправочний коефіцієнт швидкості вітру (табл. 41).
 $\Gamma = \Gamma \cdot 0,55$ км(м)., при ізотермії і швидкості вітру 3 м/с.

Таблиця 41

Поправочний коефіцієнт для урахування впливу швидкості вітру на глибину поширення зараженого повітря

Вертикальний стан шарів повітря	Швидкість вітру, м/с									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Інверсія	1	0,6	0,45	0,38	-	-	-	-	-	-
Ізотермія	1	0,7	0,55	0,5	0,45	0,41	0,38	0,36	0,34	0,32
Конвекція	1	0,7	0,62	0,55	-	-	-	-	-	-

3. Визначення ширини зони хімічного зараження.

$\text{Ш} = 0,03 \cdot \Gamma$ – інверсія, $\text{Ш} = 0,15 \cdot \Gamma$ – ізотермія, $\text{Ш} = 0,8 \cdot \Gamma$ - конвекція.

$\text{Ш} = 0,15 \cdot \Gamma$ км (м); при ізотермії.

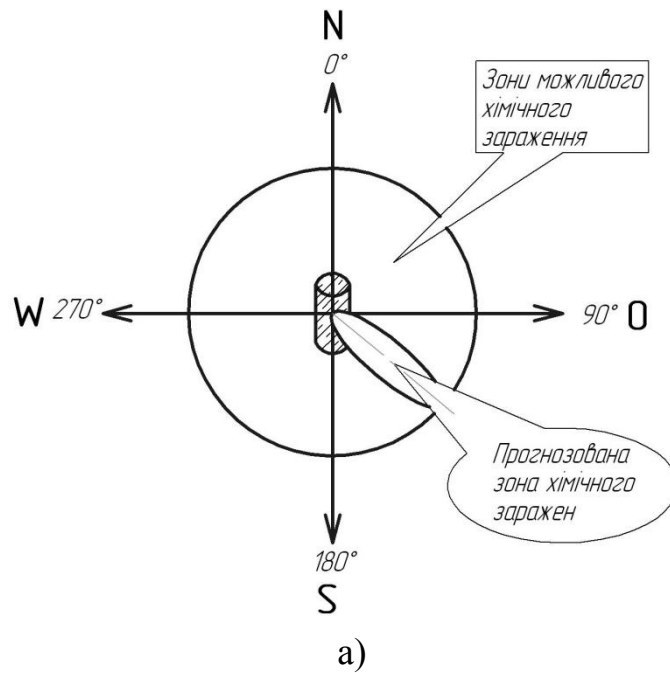
4. Визначення площі зони хімічного зараження.

$S = 1/2 \cdot \Gamma \cdot \text{Ш}$ км² (м²).

5. Нанесення на карту прогнозованої зони хімічного зараження.

Прогнозована зона хімічного зараження наноситься на карту, як показано на рис. 32.

*Нанесення хімічної обстановки для метеоумов:
швидкість вітру 1 м/с, напрямок вітру північно-західний*



*Нанесення хімічної обстановки для метеоумов:
швидкість вітру 2 м/с, напрямок вітру західний*

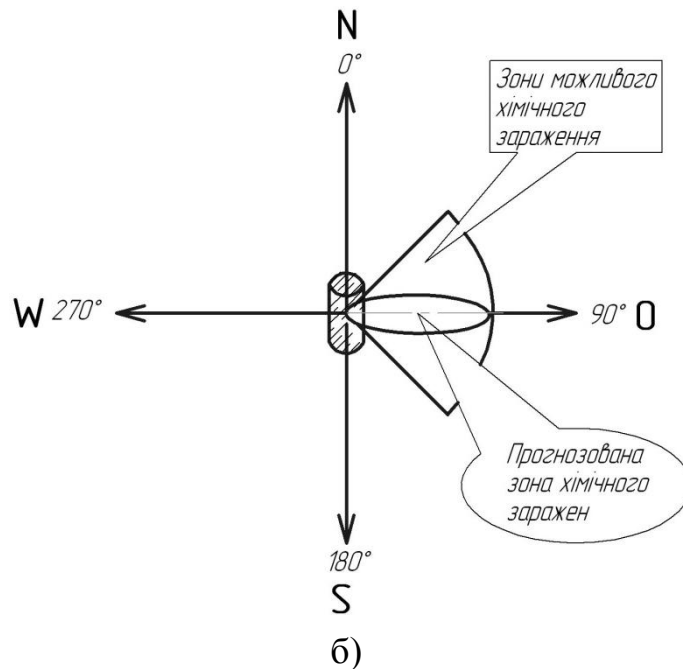


Рис. 32 Нанесення хімічної обстановки з прогнозованими зонами ураження для метеоумов: а) швидкість вітру 1 м/с, напрямок вітру північно-західний; б) швидкість вітру 2 м/с, напрямок вітру західний

Якщо прогнозована зона хімічного зараження (ЗХЗ) мала відповідно до масштабу карти, то вона на карту не наноситься, а робиться текстуальний висновок щодо її впливу на навколишнє середовище.

6. Визначення часу досягнення ($t_{\text{доc}}$) зараженого повітря до населеного пункту.

Визначаємо $t_{\text{доc}}$ використовуючи дані (табл. 42) та формулу:

$$t_{\text{доc}} = R / (V_{\text{ср}} \cdot 60) \text{ хвилин, де}$$

R – відстань від місця аварії до населеного пункту в метрах;

$V_{\text{ср}}$ – середня швидкість перенесення хмари СДОР м/с (табл. 42).

Таблиця 42

Середня швидкість перенесення хмари зараженої СДОР, м/с

Швидкість вітру	Інверсія		Ізотермія		Конвекція	
	Віддалення від місця аварії, км					
	R<10	R>10	R<10	R>10	R<10	R>10
1	2	2,2	1,5	2	1,5	1,8
2	4	4,5	3	4	3	3,5
3	6	7	4,5	6	4,5	5
4	-	-	6	8	-	-
5	-	-	7,5	10	-	-
6	-	-	9	12	-	-

7. Визначення часу уражаючої дії ($t_{\text{ураж}}$) СДОР.

Визначаємо $t_{\text{ураж}}$ використовуючи дані (табл. 43,44) та формулу:

$$t_{\text{ураж}} = t_{\text{вип}} \cdot K_{\text{вип}}, \text{ де}$$

$t_{\text{вип}}$ – час випаровування годин, (табл. 43);

$K_{\text{вип}}$ – поправочний коефіцієнт часу випаровування (табл. 44).

Таблиця 43

Час випаровування деяких СДОР годин (швидкість вітру 1 м/с)

СДОР	Вид сховища		СДОР	Вид сховища	
	необваловане	обваловане		необваловане	обваловане
Хлор	1,3	22	Сірчистий ангідрид	1,3	20
Аміак	1,2	20	Сірководень	1,0	19

Таблиця 44

Поправочний коефіцієнт ($K_{\text{вип}}$) часу випаровування СДОР при різних швидкостях вітру

Швидкість вітру м/с	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Поправочний коефіцієнт	1,00	0,70	0,55	0,43	0,37	0,32	0,28	0,25	0,22	0,20

8. Розрахунок можливих втрат працюючого персоналу на об'єкті СДОР.

1. Визначаємо загальну кількість втрат працюючого персоналу на об'єкті (табл. 45).

$$N_{\text{заг}} = N_{\text{л}} \cdot \text{табл. 45}/100\% , \text{ де}$$

$N_{\text{заг}}$ – загальні втрати працюючого персоналу відповідно до ступеня ураження;

$N_{\text{л}}$ – кількість працюючого персоналу на об'єкті за умовою задачі;

табл. 45 – можливі втрати працюючого персоналу в осередку ураження виражені у %.

2. $N_{\text{заг}} \cdot 25\%/100\%$ (ураження легкого ступеню).

3. $N_{\text{заг}} \cdot 40\%/100\%$ (середнього і важкого ступеню).

4. $N_{\text{заг}} \cdot 35\%/100\% =$ (зі смертельними наслідками).

9. Розрахунок можливих втрат населення, яке потрапило під вплив СДОР.

1. Визначаємо загальну кількість втрат населення в населеному пункті (табл. 45).

$$N_{\text{заг}} = N_{\text{л}} \cdot \text{табл. 45}/100\% , \text{ де}$$

$N_{\text{заг}}$ – загальні втрати населення відповідно до ступеня ураження;

$N_{\text{л}}$ – кількість населення за умовою задачі;

табл. 45 – можливі втрати людей від СДОР в осередку ураження виражені у %.

2. $N_{\text{заг}} \cdot 25\%/100\%$ (ураження легкого ступеню).

3. $N_{\text{заг}} \cdot 40\%/100\%$ (середнього і важкого ступеню).

4. $N_{\text{заг}} \cdot 35\%/100\% =$ (зі смертельними наслідками).

Таблиця 45

Можливі втрати людей від СДОР в осередку ураження, %

Умови знаходження людей	Без протигазів	Забезпеченість людей протигазами, %								
		20	30	40	50	60	70	80	90	100
На території аварійного об'єкту	90-100	75	65	58	50	40	35	25	18	10
У найпростіших укриттях, будівлях	50	40	35	30	27	22	18	14	9	4
ПРИМІТКА: орієнтована втрата людей в осередку ураження становить: легкий ступінь – 25%, середній і важкий – 40%, смертельні наслідки – 35%										

Розв'язання типової задачі з оцінки хімічної обстановки

Вихідні дані:

Об'єкт на якому сталася аварія

1. Вид СДОР – аміак.
2. Кількість СДОР– 5 тон.
3. Вид ємності – обвалована.
4. Кількість працівників – 100 осіб.
5. Забезпеченість протигазами - 50%.

Населений пункт

6. Відстань від об'єкта до н.п.- 3 км.
7. Кількість мешканців 200 осіб.
8. Забезпеченість протигазами - 30%
9. Характер місцевості – відкрита.
10. Метеорологічні умови –
 $V_B = 3 \text{ м/с}$, $\Delta t^\circ\text{C} = - 0,1$

Розв'язок:

1. Визначаємо ступінь вертикальної стійкості повітря:

За швидкістю вітру $V_B = 3 \text{ м/с}$ та $\Delta t^\circ\text{C} = - 0,1$ (рис. 31) – ізотермія.

2. Визначаємо глибину (Γ) зони хімічного зараження (ЗХЗ):

Враховуємо ступінь вертикальної стійкості повітря, вид СДОР та її кількість, що потрапила в довкілля (табл. 39):

$$\Gamma = 0,7 \text{ км.}$$

Враховуємо, що ємність обвалована:

$$\Gamma = 0,7 \text{ км} / 1,5 = 467 \text{ м.}$$

Враховуємо поправочний коефіцієнт швидкості вітру (табл. 41):

$$\Gamma = 467 \text{ м} \cdot 0,55 = 257 \text{ м} \quad \Gamma = 257 \text{ м.}$$

3. Визначаємо ширину (Π) ЗХЗ:

$\Pi = 0,03 \cdot \Gamma$ – інверсія, $\Pi = 0,15 \cdot \Gamma$ – ізотермія, $\Pi = 0,8 \cdot \Gamma$ – конвекція.

$$\Pi = 0,15 \cdot 257 \text{ м} = 38,6 \text{ м.} \quad \Pi = 38,6 \text{ м.}$$

4. Визначаємо площу ЗХЗ:

$$S = 1/2 \cdot \Gamma \cdot \Pi.$$

$$S = 1/2 \cdot 257 \text{ м} \cdot 38,6 \text{ м} = 4960 \text{ м}^2.$$

5. Наносимо на карту прогнозовані зони хімічного зараження.

6. Визначаємо $t_{\text{дос}}$ зараженого повітря до населеного пункту.

$$t_{\text{дос}} = 3000 \text{ м} / (4,5 \text{ м/с} \cdot 60) = 11,1 \text{ хвилини.}$$

7. Визначаємо $t_{\text{ураж}}$ СДОР (табл. 43,44).

$$t_{\text{ураж}} = 20 \text{ год} \cdot 0,55 = 11 \text{ годин.}$$

8. Розраховуємо можливі втрати працюючих (табл. 45).

$$100 \cdot 27\% / 100\% = 27 \text{ осіб (загальні втрати);}$$

$$27 \cdot 25\% / 100\% = 7 \text{ осіб (ураження легкого ступеню);}$$

$$27 \cdot 40\% / 100\% = 11 \text{ осіб (середнього і важкого ступеню);}$$

$$27 \cdot 35\% / 100\% = 9 \text{ осіб (зі смертельними наслідками).}$$

9. Розраховуємо можливі втрати населення (табл. 45).

Не розраховуємо, так як глибина зони хімічного зараження СДОР менша за відстань до населеного пункту.

5.4. Розрахунок кількості людей, яких можна розмістити в захисних спорудах (сховищах).

Як зазначалось у розділі 4, місткість сховищ визначають з розрахунку відповідно до норм:

1. Двох'ярусне розміщення нар (ліжок): не менше $0,5 \text{ м}^2$ площі підлоги, $1,5 \text{ м}^3$ внутрішнього об'єму приміщення на одну людину;
2. Трьох'ярусне розміщення нар (ліжок): не менше $0,4 \text{ м}^2$ площі підлоги, $1,5 \text{ м}^3$ внутрішнього об'єму приміщення на одну людину.

Висота основних приміщень у «чистоті» не повинна бути меншою 2,2 метра.

Приміщення для укриття людей обладнуються нарами для сидіння розміром $0,45 \times 0,45 \text{ м}$, для лежання $0,55 \times 1,8 \text{ м}$ – на одну людину.

Із усієї кількості місць 20% становлять місця для лежання при двух'ярусному розміщенні нар (ліжок), 30% при трьох'ярусному розміщенні нар (ліжок).

Розв'язок типових задач з розрахунку кількості людей, яких можна розмістити в захисних спорудах

Задача 1.

L = Довжина сховища – 9 см;

B = Ширина сховища – 7 см;

H = Висота – 1,3 см;

Масштаб: в 1 : 200;

Кількість ярусів – 2.

Визначити кількість місць для сидіння і лежання з урахуванням масштабу (рис. 33) при двух'ярусному розміщенні ліжок (нар).

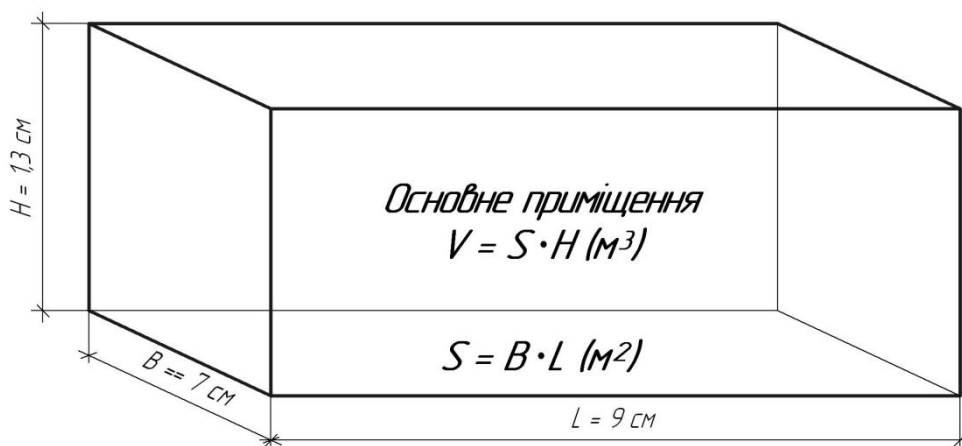


Рис. 33 Схема основного приміщення (двох'ярусне розміщення ліжок)

Розв'язок:

1. Розраховуємо дійсні геометричні розміри сховища відповідно заданого масштабу:

$$\text{Довжина} = 9 \text{ см} \cdot 200 = 18 \text{ м};$$

$$\text{Ширина} = 7 \text{ см} \cdot 200 = 14 \text{ м};$$

$$\text{Висота} = 1,3 \text{ см} \cdot 200 = 2,6 \text{ м}.$$

2. Визначаємо розміри площі підлоги сховища $S \text{ (м}^2\text{)} = 18 \text{ м} \cdot 14 \text{ м} = 252 \text{ м}^2$.

3. Визначаємо розміри об'єму сховища $V \text{ (м}^3\text{)} = 252 \text{ м}^2 \cdot 2,6 \text{ м} = 655,2 \text{ м}^3$.

4. Розраховуємо загальну кількість людей $N_{\text{заг}}$, яких можна розмістити в даному сховищі:

- відповідно нормам площі підлоги на одну людину – $252 \text{ м}^2 / 0,5 \text{ м}^2 = 504$ особи;

- відповідно нормам об'єму приміщення на одну людину – $655,2 \text{ м}^3 / 1,5 \text{ м}^3 = 437$ осіб.

З проведених розрахунків робимо висновок, що максимальна кількість людей, яку можна розмістити відповідно вказаних норм, буде становити 437 осіб, при цьому, встановлені вимогами норми порушуватись не будуть.

5. Розраховуємо кількість місць для сидіння $N_{\text{сид}}$ та лежання $N_{\text{леж}}$ при двох'ярусному розміщені нар:

$$- N_{\text{леж}} = 437 \cdot 20\% / 100\% = 87 - \text{місць для лежання};$$

$$- N_{\text{сид}} = 437 - 87 = 350 - \text{місць для сидіння}.$$

Задача 2.

$$L = \text{Довжина сховища} - 10 \text{ см};$$

$$B = \text{Ширина сховища} - 8 \text{ см};$$

$$H = \text{Висота} - 2 \text{ см};$$

$$\text{Масштаб: в } 1 : 200;$$

$$\text{Кількість ярусів} - 3.$$

Визначити кількість місць для сидіння і лежання з урахуванням масштабу (рис. 34) при трьох'ярусному розміщені ліжок (нар).

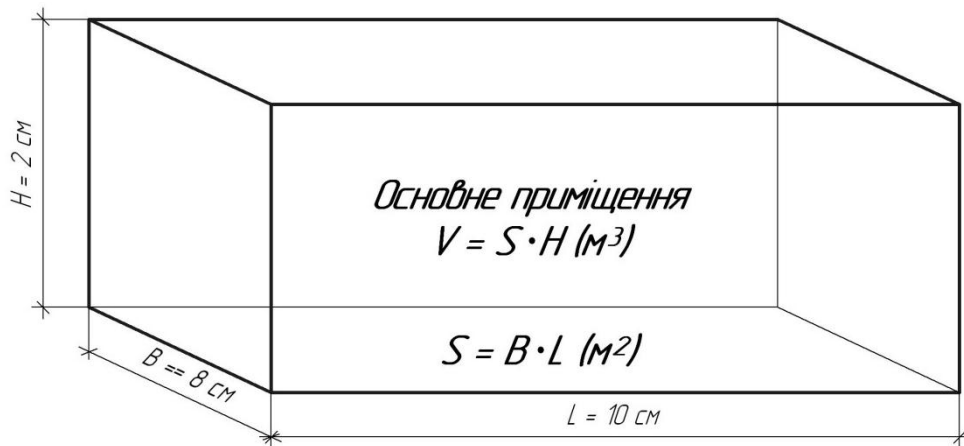


Рис. 34 Схема основного приміщення (трьох'ярусне розміщення ліжок)

Розв'язок:

1. Розраховуємо дійсні геометричні розміри сховища відповідно заданого масштабу:

Довжина = $10 \text{ см} \cdot 200 = 20 \text{ м}$;

Ширина = $8 \text{ см} \cdot 200 = 16 \text{ м}$;

Висота = $2 \text{ см} \cdot 200 = 4 \text{ м}$.

2. Визначаємо розміри площі підлоги сховища $S \text{ (m}^2\text{)} = 20 \text{ м} \cdot 16 \text{ м} = 320 \text{ м}^2$.

3. Визначаємо розміри об'єму сховища $V \text{ (m}^3\text{)} = 320 \text{ м}^2 \cdot 4 \text{ м} = 1280 \text{ м}^3$.

4. Розраховуємо кількість людей $N_{\text{заг}}$, яких можна розмістити в даному сховищі:

– відповідно нормам площі підлоги на одну людину – $320 \text{ м}^2 / 0,4 \text{ м}^2 = 800$ осіб;

– відповідно нормам об'єму приміщення на одну людину – $1280 \text{ м}^3 / 1,5 \text{ м}^3 = 853$ особи.

З проведених розрахунків робимо висновок, що максимальна кількість людей, яку можна розмістити відповідно вказаних норм буде становити 800 осіб, при цьому, встановлені вимогами норми порушуватись не будуть.

5. Розраховуємо кількість місць для сидіння $N_{\text{сид}}$ та лежання $N_{\text{леж}}$ при трьох'ярусному розміщенні нар:

– $N_{\text{леж}} = 800 \cdot 30\% / 100\% = 240$ – місць для лежання;

– $N_{\text{сид}} = 800 - 240 = 560$ – місць для сидіння.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Які є основні способи оцінки радіаційної обстановки? В чому їх різниця?
2. В якій послідовності проводиться оцінка радіаційної обстановки методом прогнозу?
3. Для чого перераховують рівні радіації до одного часу після ядерного вибуху та визначають рівні радіації на заданий час?
4. Які характеристики має середній вітер? Способи його визначення.
5. Назвіть послідовність побудови векторної діаграми середнього вітру.
6. Назвіть вихідні дані для оцінки хімічної обстановки.
7. Назвіть порядок прогнозування хімічної обстановки.
8. Що таке закрита місцевість? На що вона впливає?
9. Що береться до уваги під час розрахунку загальної кількості людей, яких можна розмістити в захисних спорудах?

Розділ 6

РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНА РОБОТА НА ТЕМУ: «ОЦІНКА РАДІАЦІЙНОЇ ТА ХІМІЧНОЇ ОБСТАНОВКИ У МИРНИЙ ТА ВОЄННИЙ ЧАС ПРИ ВИНИКНЕННІ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ НА ОБ'ЄКТАХ АЕС ТА ХІМІЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ»

6.1. Мета і завдання до виконання розрахунково-графічної роботи

Мета виконання роботи – навчити студентів самостійно оцінювати радіаційну та хімічну обстановку у мирний та воєнний час, правильно приймати рішення та уміло діяти у випадку виникнення надзвичайних ситуацій на об'єктах атомної енергетики та хімічної промисловості.

Виконання розрахунково–графічної роботи сприяє підвищенню теоретичного та практичного рівня підготовки студентів стосовно:

- оцінки радіаційної та хімічної обстановки за даними прогнозу;
- оцінки радіаційної та хімічної обстановки за даними розвідки;
- розрахунку кількості людей, яких можна розмістити в захисних спорудах (сховищах).

Загальні вимоги:

1. Тема розрахунково–графічної роботи «Оцінка радіаційної та хімічної обстановки у мирний та воєнний час при виникненні надзвичайних ситуацій на об'єктах АЕС та хімічної промисловості».

Тема роботи однакова для усіх варіантів завдань, що складають її основу **додаток 4**.

2. Підстава виконання роботи:

- вимоги керівних документів МОН України;
- типова навчальна програма затверджена наказом МОН України від 21.10.2010 року, №969/922/216 «Про організацію та вдосконалення навчання з питань охорони праці, безпеки життєдіяльності та цивільного захисту у вищих навчальних закладах України»;
- теоретичні знання отриманні на лекціях та під час проведення консультацій;
- практичні навички отримані студентами під час виконання практичних робіт з оцінки радіаційної, хімічної обстановки;

- самостійна робота студентів над вивченням методики оцінки радіаційної, хімічної обстановки, під час виникнення надзвичайних ситуацій на об'єктах атомної енергетики та хімічної промисловості.

3. Структура розрахунково–графічної роботи:

Вступ

Розділ 1

ОЦІНКА РАДІАЦІЙНОЇ ОБСТАНОВКИ ПІСЛЯ ЯДЕРНОГО ВИБУХУ

1.1. Оцінка радіаційної обстановки після ядерного вибуху методом прогнозу

1.2. Оцінка радіаційної обстановки після ядерного вибуху за даними розвідки

1.2.1. Приведення рівнів радіації до одного часу після ядерного вибуху та визначення рівнів радіації на заданий час

1.2.2. Визначення моменту часу ядерного вибуху

1.2.3. Визначення можливих доз опромінення за час перебування на місцевості, забрудненій радіоактивними речовинами

1.2.4. Визначення допустимого часу перебування людей в зоні забруднення при відомому рівні радіації

1.2.5. Визначення азимуту, швидкості середнього вітру та часу формування (підходу) радіоактивної хмари

Розділ 2

ОЦІНКА РАДІАЦІЙНОЇ ОБСТАНОВКИ ПІСЛЯ АВАРІЇ НА АЕС

2.1. Оцінка радіаційної обстановки після аварії на АЕС методом прогнозу

2.2. Оцінка радіаційної обстановки після аварії на АЕС за даними розвідки

Розділ 3

ОЦІНКА ХІМІЧНОЇ ОБСТАНОВКИ ПІСЛЯ АВАРІЇ НА ОБ'ЄКТАХ ХІМІЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

3.1. Визначення ступеню вертикальної стійкості повітря

3.2. Визначення глибини зони хімічного зараження

3.3. Визначення ширини зони хімічного зараження

3.4. Визначення площі зони хімічного зараження

3.5. Нанесення на карту прогнозованої зони хімічного зараження

3.6. Визначення часу досягнення зараженого повітря до населеного пункту

3.7. Визначення часу уражаючої дії СДОР

3.8. Розрахунок можливих втрат працюючого персоналу

3.9. Розрахунок можливих втрат населення

Розділ 4 РОЗРАХУНОК КІЛЬКОСТІ ЛЮДЕЙ, ЯКИХ МОЖНА РОЗМІСТИТИ В ЗАХИСНИХ СПОРУДАХ (СХОВИЩАХ)

Висновки

Список використаних джерел

4. Оформлення розрахунково–графічної роботи.

Розрахунково–графічна робота пишеться від руки. Текстова частина розділів роботи доповнюється необхідними таблицями, схемами, графіками. Загальний об’єм роботи 17-20 сторінок. Варіант розрахунково–графічної роботи студент визначає разом із викладачем. Оформляється робота відповідно до загальних вимог виконання розрахунково–графічних робіт.

Робота виконується самостійно під керівництвом викладача.

Позитивна оцінка роботи дає право на отримання диференційованого заліку з дисципліни «Цивільний захист».

5. Розрахунково–графічна робота повинна включати:

Титульний аркуш (додаток 1);

Зміст (додаток 2);

Вступ;

Розділ 1;

Розділ 2;

Розділ 3;

Розділ 4;

Висновки;

Список використаних джерел (додаток 3);

Додатки.

6.2. Послідовність виконання розрахунково-графічної роботи

Вступ

У цій частині роботи обґрунтовують актуальність виконання роботи, як майбутнього фахівця (керівника) окремого об’єкта господарювання.

Визначають мету, доцільність проведення розрахунків щодо оцінки радіаційної та хімічної обстановки під час виникнення надзвичайних ситуацій при радіоактивному забрудненні та хімічному зараженні місцевості.

Вступ є важливим складником розрахунково–графічної роботи, тому що в ньому студент розкриває індивідуальну думку, ступінь свого розуміння набутого та вивченого матеріалу під час лекційних та практичних занять.

Розділ 1

ОЦІНКА РАДІАЦІЙНОЇ ОБСТАНОВКИ ПІСЛЯ ЯДЕРНОГО ВИБУХУ

1.1. Оцінка радіаційної обстановки після ядерного вибуху методом прогнозу

Для визначення впливу радіоактивного забруднення місцевості на особовий склад формувань ЦЗ, населення, виробничу діяльність об'єктів виробництва, виявляють і оцінюють радіаційну обстановку.

Методом прогнозу можна встановити напрямок і швидкість руху радіоактивної хмари, час її підходу до населеного пункту, час випадання радіоактивних речовин, визначити розміри зон радіоактивного забруднення і найбільш ймовірне їх розміщення на місцевості.

Оцінка проводиться в послідовності (див. 5.1.1.).

1.2. Оцінка радіаційної обстановки після ядерного вибуху за даними розвідки

Виявлення фактичної радіаційної обстановки та її оцінка проводиться на основі даних, отриманих від радіаційної розвідки через штаби ЦЗ, відділи з питань ЦЗ та оборонної роботи міських (районних) рад, або командирів формувань, які оцінюють радіаційну обстановку.

Методику проведення радіаційної обстановки у випадку ядерного вибуху за даними розвідки запропоновано у авторській методиці (див. 5.1.2.).

1.2.1. Приведення рівнів радіації до одного часу після ядерного вибуху та визначення рівнів радіації на заданий час

Це завдання виконується з метою навчитись перераховувати рівні радіації на різний час після ЯВ. Методику приведення рівнів радіації до одного часу після ядерного вибуху та визначення рівнів радіації на заданий час запропоновано у авторській методиці (див. 5.1.2.1.).

1.2.2. Визначення моменту часу ядерного вибуху

Послідовність визначення моменту часу ядерного вибуху запропоновано у авторській методиці (див. 5.1.2.2.).

1.2.3. Визначення можливих доз опромінення за час перебування на місцевості, забрудненій радіоактивними речовинами

Послідовність проведення розрахунків щодо визначення можливих доз опромінення запропоновано у авторській методиці (див. 5.1.2.3.).

1.2.4. Визначення допустимого часу перебування людей в зоні забруднення при відомому рівні радіації

Методику визначення допустимого часу перебування людей на забрудненій території запропоновано у авторській методиці (див. 5.1.2.4.).

1.2.5. Визначення азимуту, швидкості середнього вітру та часу формування (підходу) радіоактивної хмари

Це завдання проводиться з метою набуття студентами практичних вмінь і навичок щодо орієнтування відносно сторін горизонту, вмілого

користування транспортом та лінійкою під час визначення азимуту, швидкості середнього вітру.

Послідовність побудови векторної діаграми середнього вітру, визначення його азимуту, швидкості та часу формування (підходу) радіоактивної хмари запропоновано у авторській методиці (див. 5.1.2.5.).

Розділ 2

ОЦІНКА РАДІАЦІЙНОЇ ОБСТАНОВКИ ПІСЛЯ АВАРІЇ НА АЕС

2.1. Оцінка радіаційної обстановки після аварії на АЕС методом прогнозу

Послідовність виконання завдання з оцінки радіаційної обстановки методом прогнозу після аварії на АЕС запропоновано у авторській методиці (див. 5.2.1.).

2.2. Оцінка радіаційної обстановки після аварії на АЕС за даними розвідки

Послідовність виконання завдання з оцінки радіаційної обстановки за даними розвідки після аварії на АЕС запропоновано у авторській методиці (див. 5.2.2.).

Розділ 3

ОЦІНКА ХІМІЧНОЇ ОБСТАНОВКИ ПІСЛЯ АВАРІЇ НА ОБ'ЄКТАХ ХІМІЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Методику та послідовність виконання прогнозу хімічної обстановки запропоновано у авторській методиці (див. 5.3.).

Розділ 4

РОЗРАХУНОК КІЛЬКОСТІ ЛЮДЕЙ, ЯКИХ МОЖНА РОЗМІСТИТИ В ЗАХИСНИХ СПОРУДАХ (СХОВИЩАХ)

Послідовність виконання завдання з розрахунку кількості людей, яких можна розмістити в захисних спорудах запропоновано у авторській методиці (див. 5.3.).

Висновок

Студент робить підсумок проведеної розрахунково–графічної роботи з необхідними висновками, щодо отриманих знань і навиків з виявлення та оцінки радіаційної, хімічної обстановки її впливу на виробничу діяльність об'єкта, доцільності проведення розрахунків, щодо кількості людей, яких можна розмістити в захисних спорудах (сховищах), укриттях та ведення рятувальних і невідкладних робіт на об'єкті. Висвітлює особисті думки з впливу радіоактивного та хімічного забруднення на навколишнє середовище, надає пропозиції щодо проведення заходів на окремому об'єкті господарювання по підвищенню стійкості його функціонування.

Список використаних джерел

Перераховується уся література, яка була використана, оформлюється відповідно до керівних документів.

Варіанти розрахунково–графічної роботи (додаток 4).

ГЛОСАРІЙ

1 бер – це енергія будь-якого виду випромінювання, поглинута одним грамом біологічної тканини, яка створює такий же біологічний ефект, як і доза рентгенівського або гамма-випромінювання в 1 рад.

1 Бк – це така кількість радіоактивної речовини, в якій проходить 1 розпад за 1 секунду.

1 Грей – це така одиниця поглинутої дози, при якій 1 кг опроміненої речовини поглинає енергію 1 джоуль (Дж), $1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$.

1 Ки – це така кількість радіоактивної речовини, в якій відбувається 37 млрд. розпадів за секунду.

1 Рентген – це така доза гамма-випромінювання, яка створює в 1 см^3 сухого повітря $2,083 \times 10^9$ пар іонів.

Адсорбція – поглинання газів, парів або розчинених речовин поверхнею твердого тіла або рідини.

Альфа-промені (α) – це потік позитивно заряджених частинок, які являють собою ядра атомів гелію.

Амальгування – здатність речовини розчинювати в собі метали, утворюючи з ними частково рідкі, частково тверді сплави.

Атом – це найменша частинка хімічного елементу, здатна до самостійного існування і є носієм його властивостей.

Ацетилхолін – складний ефір, який утворюється із оцтової кислоти і холіна в присутності біологічного катализатора (холінацетилтрансферази)

Бета-промені (β) – це потік негативно (позитивно) заряджених частинок – швидких електронів (позитронів), що випускаються ядрами атомів.

В'язкість (внутрішнє тертя) – властивість текучих (рідких та газоподібних) речовин здійснювати опір власній течії, тобто переміщенню одного шару відносно іншого під дією зовнішніх сил.

Вимірюється грам речовини /100 грам розчину або у відсотках. Для отруйних речовин мг/л.

Гамма-промені (γ) подібні до рентгенівських променів і є короткохвильовим електромагнітним випромінюванням, що поширюється із швидкістю світла (300000 км/с).

Гексокіназа – фермент, який переносить залишок фосфорної кислоти з молекули АТФ на вуглевод з утворенням глюкозо-6-фосфату та АДФ.

Гранично допустима токсична доза (концентрація) (ГДК) – така доза (концентрація), при якій симптоми отруєння ще не настають.

Густина ρ – це маса однорідної речовини в одиниці її об'єму, вимірюється в г/см^3 або кг/м^3 .

Демеркурація – видалення, нейтралізація, знезараження ртуті та її шкідливих парів.

Дефект маси – явище, яке полягає у тому, що маса ядра завжди менша маси усіх складових частинок ядра, тобто усіх протонів і нейтронів, що розглядаються відокремленими одна від іншої.

Епідемія – масове поширення інфекційної хвороби серед населення відповідної території за короткий проміжок часу.

Епізоотія – широке поширення заразної хвороби тварин за короткий проміжок часу, що значно перевищує звичайний рівень захворюваності на цю хворобу на відповідній території.

Епіфітотія – широке поширення на території однієї або кількох адміністративно-територіальних одиниць заразної хвороби рослин, що значно перевищує звичайний рівень захворюваності на цю хворобу на відповідній території.

Засоби цивільного захисту – протипожежна, рятувальна та інша спеціальна техніка, обладнання, механізми, прилади, інструменти, засоби медичного призначення, засоби колективного та індивідуального захисту, які призначені та використовуються під час виконання завдань цивільного захисту.

Зона надзвичайної ситуації – окрема територія, акваторія, де сталася надзвичайна ситуація.

Ізотопи – атоми, які мають ядра з однаковим числом протонів, але відрізняються за кількістю нейтронів, складають різновид одного і того ж самого хімічного елемента.

Інгібітор – речовина (присадка), що сповільнює чи зупиняє перебіг хімічних реакцій, біохімічних і фізіологічних процесів.

Каталіз – зміна швидкості хімічних реакцій під дією речовин (каталізаторів), які вступають у взаємодію з реагуючими речовинами, але не входять у склад утворених продуктів, і залишаються незмінними після закінчення реакції.

Каталізатор – речовина, яка змінює швидкість хімічних реакцій (найчастіше знижуючи її енергію активації), а сама після реакції залишається хімічно незмінною і в тій же кількості, що й до реакції.

Катастрофа – велика за масштабами аварія чи інша подія, що призводить до важких наслідків.

Коефіцієнт якості випромінювання ($K_{як}$) – відношення поглинутої дози рентгенівського випромінювання до поглинутої дози будь-якого іншого типу випромінювання ($\alpha, \beta, \gamma, p, n$), що викликає такий же самий біологічний ефект.

Концентрація – це величина, яка показує скільки грамів розчинної речовини знаходиться у 100 грамах розчину при заданій температурі.

Критична маса – маса при якій нейтрони, утворені під час ділення одного ядра, викликають ділення іншого ядра.

Критична температура – температура, вище якої ніяким тиском неможливо запобігти перетворення даної рідини в пар і, навпаки, неможливо згустити даний пар у рідину.

Критичний стан – такий стан речовини (ядерного палива), в якому кількість нейтронів, які беруть участь до реакції ділення ядра, однакова, або приблизно однакова з кількістю нейтронів, що утворюються після поділу ядра (протікає само-підтримувана ланцюгова реакція).

Ланцюгова реакція – реакція, продукти якої, своєю чергою, вступають у взаємодію з початковими продуктами.

Маса атома визначається в основному масою його ядра і зростає пропорційно масовому числу A , тобто загальному числу протонів і нейтронів.

Надкритичний стан – такий стан речовини (ядерного палива), в якому кількість нейтронів, які беруть участь до реакції ділення ядра, менша за кількість нейтронів, що утворюються після поділу ядра (ланцюгова реакція проходить миттєво, що призводить до вибуху).

Насичена пара – пара, яка знаходиться у рівновазі з рідкою або твердою фазою даної речовини.

Небезпечна подія – подія, у тому числі катастрофа, аварія, пожежа, стихійне лихо, епідемія, епізоотія, епіфітотія, яка за своїми наслідками становить загрозу життю або здоров'ю населення чи призводить до завдання матеріальних збитків.

Нуклід – ізотоп хімічного елементу.

Період напіврозпаду – проміжок часу, на протязі якого розпадається половина початкової кількості радіоактивного елемента.

Питома енергія зв'язку – енергії, яка припадає на один нуклон.

Підкритичний стан – стан речовини, в якому кількість нейтронів, які беруть участь до реакції ділення ядра, більша за кількість нейтронів, що утворюються після поділу ядра (ланцюгова реакція не протікає).

Поверхневий натяг – явище природної сили, яка діє на поверхні речовини і прагне звести її вільну частину (поверхню) до мінімуму.

Пожежа – неконтрольований процес знищення або пошкодження вогнем майна, під час якого виникають чинники, небезпечні для істот та навколишнього природного середовища.

Природна радіоактивність – радіоактивність, яка існує в природних умовах ізотопів.

Радіонуклід нестабільний нуклід який підлягає радіоактивному розпаду.

Розчинність – це здатність речовини утворювати в суміші з однією або декількома іншими речовинами однорідні системи – розчини.

Сорбція - поглинання твердими тілами або рідинами речовин з оточуючого середовища.

Стала розпаду – кількісна характеристика швидкості розпаду радіоактивних елементів вона показує, яка частина від загального числа атомів розпадається за 1 секунду.

Стихийне лихо – руйнівне природне або природне антропогенне явище чи процес значного масштабу, внаслідок якого може виникнути або виникла загроза життю і здоров'ю людей, статися руйнування чи знищення матеріальних цінностей і компонентів довкілля.

Температура займання – найнижча температура речовини, при якій в умовах спеціальних випробувань речовина виділяє горючу пару і газу з такою швидкістю, що після їх запалювання стороннім джерелом вогню виникає самостійне горіння цієї речовини.

Температура плавлення або температура затвердіння – температура за якої при постійному зовнішньому тиску відбувається рівноваговий фазовий перехід кристалічної (твердої) речовини в рідкий стан або навпаки.

Температура спалаху – найнижча температура речовини, при якій в умовах спеціальних випробувань над її поверхнею виникають пари або газу, які здатні займатися в повітрі від стороннього джерела вогню.

Тиск насиченої пари – тиск, який знаходиться у рівновазі з рідиною або твердим тілом при визначеній температурі. Вимірюється у мм рт. ст., кг/см², Па.

Токсична доза – доза речовини, яка викликає певний токсичний ефект.

Токсичність ОР – (toxicop – отрута) важлива характеристика ОР та інших ОР, що визначає їх здатність викликати патологічні (незворотні) зміни в організмі, які призводять до важких наслідків або смерті.

Фільтрація – процес механічного розділення рідинних та газоподібних дисперсних систем за допомогою пористих перетинки, здатних пропускати дисперсне середовище, та затримувати частинки, розміри яких перевищують діаметр пор перетинки.

Хемосорбція – поглинання однієї речовини іншою, яке супроводжується хімічними реакціями.

Холінестераза – білок, який зустрічається в багатьох органах і тканинах організму, але основну функцію виконує в нервовій системі, регулюючи процес передачі нервових імпульсів.

Цитохромоксидаза – складний білок з простетичною групою у вигляді залізорпфірінового кільця з іоном заліза, послідовно змінює свій ступінь окислення від Fe^{2+} до Fe^{3+} і навпаки.

Штучна радіоактивність – радіоактивність ізотопів отримана штучно, шляхом різних ядерних реакцій.

Щільність ураження – маса ОР, яка припадає на одиницю площі зараженої поверхні і вимірюється г/м², кг/га, т/км².

Ядерна енергія – енергія яка виділяється при перетвореннях ядер.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Александров, В. Н. Отравляющие вещества / В. Н. Александров, В. И. Емельянов ; под ред. Г. А. Сокольского. – Изд. 2-е, переработ. и дополн. – М. : Воениздат, 1990. – 270, [2] с.
2. Атаманюк, В. Г. Гражданская оборона / В. Г. Атаманюк, Л. Г. Ширшев, Н. И. Екимов. – М. : Высшая школа, 1986. – 207 с.
3. Белозеров, Я. Е. Внимание! Радиоактивное заражение! / Я. Е. Белозеров, Ю. К. Несытов. – М. : Воениздат, 1982. – 96 с.
4. Булдаков, Л. А. Радиоактивные вещества и человек / Л. А. Булдаков. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 158, [2] с. : ил.
5. Глинка, Н.Л. Общая химия / Н.Л. Глинка. –М.: Госхимиздат, 1956.–730с.
6. Гражданская оборона : утверждено нач. ГО СССР в качестве учеб. пособ. для населения / под ред. А. Т. Алтунина. – М. : Воениздат, 1984. – 192 с. : ил.
7. Гражданская оборона : учеб. пособ. для уч. средней школы / ред. В. А. Смелянский. – Изд. 8-е, исправлен. и дополн. – М. : Просвещение, 1975. – 207, [1] с.
8. Довідник з цивільної оборони / Г. Г. Міговіч. – К. : Українська технологічна група, 2001. – 328 с.
9. Егиазаров, Г. М. Учебное пособие по индикации радиоактивных и отравляющих веществ : доп. в качестве учеб. пособ. для учащихся / Г. М. Егиазаров . – М. : Медицина, 1972. – 127, [1] с. : ил.
10. Егоров, П. Т. Гражданская оборона / П. Т. Егоров, И. А. Шляхов, Н. И. Алабин. – М. : Высшая школа, 1977. – 303 с.
11. Екотест. Засоби радіаційного контролю : каталог 2011 засобів радіаційного контролю торгової марки «Екотест» виробництва підприємства «Спаринг-Віст Центр». – Львів : НВПІІ Спаринг-Віст Центр, 2011. – 70, [1] с. : іл.
12. Защита объектов народного хозяйства от оружия массового поражения : справочник / Г. П. Демиденко, Е. П. Кузьменко, П. П. Орлов [и др.]. – К. : Выща школа, 1989. – 287 с.
13. Каммерер, Ю. Ю. Защитные сооружения гражданской обороны : (устройство и эксплуатация) : рек. в качестве учеб. пособ. для обучения в системе ГО / Ю. Ю. Каммерер, А. К. Кутырев, А. Е. Харкевич ; под ред. Ю. Н. Афанасьева. – М. : Энергоатомиздат, 1985. – 227, [5] с. : ил.
14. Колпаков, П. Е. Основы ядерной физики : утв. М-вом просвещения РСФСР в качестве учеб. пособ. для пед. ин-тов / П. Е. Колпаков. – М. : Просвещение, 1969. – 399, [1] с.
15. Кот, Т. Ртуть убивча навіть у термометрі / Наталія Кот // Надзвичайна ситуація. – 2008. – № 10. – С. 32-34.

16. Мельник, О. В. Методика оцінки радіаційної, хімічної обстановки при ядерних вибухах, аваріях на атомних електростанціях та на об'єктах хімічної промисловості / О. В. Мельник. – УДПУ : ФОП Жовтий О. О., 2012. – 54 с.
17. Мельник, О. В. Оцінка радіаційної, хімічної обстановки при виникненні надзвичайних ситуацій на об'єктах атомної енергетики та хімічної промисловості. : методичні рекомендації / О. В. Мельник. – Умань : ФОП Жовтий О. О., 2012. – 36 с.
18. Миценко, І. М. Цивільна оборона : навч. посібник : рек. МОН України / І. М. Миценко, О. М. Мизенцева. – Чернівці : Книга –ХХІ, 2004. – 402 с.
19. Онищенко, Г. Обеззброїти меркурія / Геннадій Онищенко // Надзвичайна ситуація. – 2008. – № 4. – С. 54-56.
20. Радиация. Дозы, эффекты, риск / пер. с англ. Ю. А. Банникова. – М. : Мир, 1988. – 79 с. : ил.
21. Руководство по специальной обработке / МО СССР, Управление начальника химических войск. – М. : Воениздат, 1988. – 208 с. : ил.
22. Справочник по элементарной химии /под общей редакцией А.Т.Пилипенко. – Издание 2-е, переработ. и дополн. – К.: Наукова думка, 1978.– С. 313-315.
23. Стеблюк, М. І. Методика оцінки радіаційної, хімічної і пожежної обстановки / М. І. Стеблюк. – К. : Друкарська дільниця УВК НАУ, 1998. – 66 с.
24. Стеблюк, М. І. Цивільна оборона / М. І. Стеблюк. – К. : Знання, 2006. – 487 с.
25. Учебник для подготовки санитарных дружин и санитарных постов / под ред. А. Ф. Решетова. – Изд. 5-е. – М. : Медицина, 1984. – 222, [2] с. : ил.
26. Учебник сержанта химических войск : утвержден нач. химических войск МО СССР / МО СССР, Управление нач. химических войск ; под ред. В. И. Бухтоярова. – Изд. 2-е, переработ. и дополн. – М. : Воениздат, 1988. – 263, [1] с. : ил.
27. Шоботов, В. М. Цивільна оборона : навч. посібник : рек. МОН України як навч. посіб. для студентів ВНЗ / В. М. Шоботов ; МОН України, Приазовський ДТУ. – Вид. 2-ге, перероб. – К. : Центр навчальної літератури, 2006. – 436 с.
28. Ядерное оружие: пособие для офицеров / М-во обороны СССР ; под ред. Чугасова А. А. – Изд. 3-е, переработ. и дополн. – М. : Воениздат, 1969. – 388 с.

ДОДАТКИ

Додаток 1
(Зразок)

Міністерство освіти і науки України
Уманський державний педагогічний університет
імені Павла Тичини

ОЦІНКА РАДІАЦІЙНОЇ ТА ХІМІЧНОЇ ОБСТАНОВКИ У МИРНИЙ ТА ВОЄННИЙ ЧАС ПРИ ВИНИКНЕННІ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ НА ОБ'ЄКТАХ АЕС ТА ХІМІЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Розрахунково-графічна робота
з дисципліни «Цивільний захист»

Виконав (- ла):
Студент (-) ка _____ курсу _____ групи
_____ факультету
П.І.Б. _____
Перевірив:
Науковий керівник:

Умань
2014

ЗМІСТ

Вступ.....	3
Розділ 1. Оцінка радіаційної обстановки після ядерного вибуху.....	4
1.1. Оцінка радіаційної обстановки після ядерного вибуху методом прогнозу.....	4
1.2. Оцінка радіаційної обстановки після ядерного вибуху за даними розвідки.....	5
1.2.1. Приведення рівнів радіації до одного часу після ядерного вибуху та визначення рівнів радіації на заданий час.....	5
1.2.2. Визначення моменту часу ядерного вибуху.....	5
1.2.3. Визначення можливих доз опромінення за час перебування на місцевості, забрудненій радіоактивними речовинами.....	6
1.2.4. Визначення допустимого часу перебування людей в зоні забруднення при відомому рівні радіації.....	6
1.2.5. Визначення азимуту, швидкості середнього вітру та часу формування (підходу) радіоактивної хмари.....	7
Розділ 2. Оцінка радіаційної обстановки після аварії на АЕС.....	9
2.1. Оцінка радіаційної обстановки після аварії на АЕС методом прогнозу.....	9
2.2. Оцінка радіаційної обстановки після аварії на АЕС за даними розвідки.....	11
Розділ 3. Оцінка хімічної обстановки після аварії на об'єктах хімічної промисловості.....	13
3.1. Визначення ступеню вертикальної стійкості повітря.....	13
3.2. Визначення глибини зони хімічного зараження.....	13
3.3. Визначення ширини зони хімічного зараження.....	13
3.4. Визначення площі зони хімічного зараження.....	13
3.5. Нанесення на карту прогнозованої зони хімічного зараження.....	14
3.6. Визначення часу досягнення зараженого повітря до населеного пункту.....	15
3.7. Визначення часу уражаючої дії СДОР.....	15
3.8. Розрахунок можливих втрат працюючого персоналу.....	15
3.9. Розрахунок можливих втрат населення.....	15
Розділ 4. Розрахунок кількості людей, яких можна розмістити в захисних спорудах (сховищах).....	16
Висновок.....	17
Список використаних джерел.....	18

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Атаманюк, В. Г. Гражданская оборона / В. Г. Атаманюк, Л. Г. Ширшев, Н. И. Екимов. – М. : Высшая школа, 1986. – С. 67-78.
2. Белозеров, Я. Е. Внимание! Радиоактивное заражение! / Я. Е. Белозеров, Ю. К. Несытов. – М. : Воениздат, 1982. – С. 33-40.
3. Егоров, П. Т. Гражданская оборона / П. Т. Егоров, И. А. Шляхов, Н. И. Алабин. – М. : Высшая школа, 1977. – С. 131-145.
4. Защита объектов народного хозяйства от оружия массового поражения : справочник / Г. П. Демиденко, Е. П. Кузьменко, П. П. Орлов [и др.]. – К. : Выща школа, 1989. – 287 с.
5. Мельник, О. В. Методика оцінки радіаційної, хімічної обстановки при ядерних вибухах, аваріях на атомних електростанціях та на об'єктах хімічної промисловості / О. В. Мельник. – УДПУ : ФОП Жовтий О. О., 2012. – 54 с.
6. Мельник, О. В. Оцінка радіаційної, хімічної обстановки при виникненні надзвичайних ситуацій на об'єктах атомної енергетики та хімічної промисловості. : методичні рекомендації / О. В. Мельник. – Умань : ФОП Жовтий О. О., 2012. – 36 с.
7. Стеблюк, М. І. Методика оцінки радіаційної, хімічної і пожежної обстановки / М. І. Стеблюк. – К. : Друкарська дільниця УВК НАУ, 1998. – 66 с.
8. Стеблюк, М. І. Цивільна оборона / М. І. Стеблюк. – К. : Знання, 2006. – 487 с.

ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ РОЗРАХУНКОВО - ГРАФІЧНОЇ РОБОТИ

1.1. Оцінка радіаційної обстановки після ядерного вибуху методом прогнозу

№ вар.	Момент часу ядерного вибуху	Місце вибуху	Координати вибуху км-градуси ⁰	Вид і потуж. Я.В. Мт	Швид. і напрямок середн. вітру км/год. – град. ⁰
1	2	3	4	5	6
1	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Жашків	50 - 350 ⁰	Н - 0,1	25 - 350 ⁰
2	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Звенигородка	60 - 50 ⁰	Н - 0,2	50 - 50 ⁰
3	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Кіровоград	150 - 100 ⁰	Н - 0,3	75 - 100 ⁰
4	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Новоукраїнка	100 - 120 ⁰	Н - 0,5	25 - 120 ⁰
5	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Первомайск	90 - 150 ⁰	Н - 1	50 - 150 ⁰
6	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Ульянівка	50 - 200 ⁰	Н - 2	75 - 200 ⁰
7	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Бершадь	60 - 230 ⁰	Н - 3	25 - 230 ⁰
8	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Ладижин	70 - 265 ⁰	Н - 5	50 - 265 ⁰
9	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Вінниця	130 - 295 ⁰	Н - 1	75 - 295 ⁰
10	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Погребище	100 - 320 ⁰	Н - 0,1	25 - 320 ⁰
11	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Саврань	70 - 190 ⁰	Н - 0,2	50 - 190 ⁰
12	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Котовськ	125 - 205 ⁰	Н - 1	75 - 205 ⁰
13	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Балта	100 - 207 ⁰	Н - 0,3	25 - 207 ⁰
14	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Кодима	110 - 230 ⁰	Н - 3	50 - 230 ⁰
15	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Могилів-Под.	180 - 260 ⁰	Н - 0,5	75 - 260 ⁰
16	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Жмеринка	155 - 280 ⁰	Н - 3	25 - 280 ⁰
17	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Хмільник	190 - 300 ⁰	Н - 1	50 - 300 ⁰
18	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Любар	220 - 308 ⁰	Н - 5	75 - 308 ⁰
19	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Бердичів	175 - 320 ⁰	Н - 2	25 - 320 ⁰
20	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Житомир	200 - 327 ⁰	Н - 0,5	50 - 327 ⁰
21	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Фастів	150 - 350 ⁰	Н - 3	75 - 350 ⁰
22	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Переяслав-Хм.	175 - 30 ⁰	Н - 2	25 - 30 ⁰
23	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Черкаси	160 - 60 ⁰	Н - 1	50 - 60 ⁰
24	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Шпола	95 - 70 ⁰	Н - 0,2	75 - 70 ⁰
25	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Знамянка	180 - 90 ⁰	Н - 3	50 - 90 ⁰
26	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Южноукраїнськ	125 - 145 ⁰	Н - 2	25 - 145 ⁰
27	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Вознесенськ	160 - 148 ⁰	Н - 3	50 - 148 ⁰
28	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Помічна	95 - 123 ⁰	Н - 1	75 - 123 ⁰
29	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Жовті води	245 - 100 ⁰	Н - 5	25 - 100 ⁰
30	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Роздільна	210 - 183 ⁰	Н - 3	50 - 183 ⁰
31	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Дубосари	186 - 205 ⁰	Н - 1	75 - 205 ⁰
32	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Любашівка	105 - 180 ⁰	Н - 0,5	25 - 180 ⁰
33	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Ямпіль	154 - 250 ⁰	Н - 2	50 - 250 ⁰
34	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Крижопіль	105 - 248 ⁰	Н - 0,2	75 - 248 ⁰
35	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Тростянець	80 - 250 ⁰	Н - 0,1	25 - 250 ⁰
36	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Тульчин	105 - 265 ⁰	Н - 0,3	50 - 265 ⁰
37	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Чернівці	160 - 262 ⁰	Н - 3	75 - 262 ⁰
38	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Немирів	105 - 285 ⁰	Н - 1	25 - 285 ⁰

Продовження 1.1.					
1	2	3	4	5	6
39	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Літин	170 - 295 ⁰	H - 2	50 - 295 ⁰
40	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Калинівка	150 - 305 ⁰	H - 3	75 - 305 ⁰
41	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Козятин	150 - 320 ⁰	H - 1	25 - 320 ⁰
42	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Сквира	120 - 340 ⁰	H - 0,5	50 - 340 ⁰
43	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Ставище	70 - 0 ⁰	H - 0,2	75 - 0 ⁰
44	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Гребінки	135 - 0 ⁰	H - 0,3	25 - 0 ⁰
45	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Богуслав	100 - 30 ⁰	H - 2	50 - 30 ⁰
46	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Миргород	270 - 60 ⁰	H - 5	75 - 60 ⁰
47	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Чигирин	182 - 77 ⁰	H - 2	25 - 77 ⁰
48	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Полтава	330 - 72 ⁰	H - 3	50 - 72 ⁰
49	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Кам'янка	137 - 75 ⁰	H - 1	75 - 75 ⁰
50	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Мала Виска	100 - 95 ⁰	H - 0,2	25 - 95 ⁰
51	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Кривий Ріг	250 - 115 ⁰	H - 2	50 - 115 ⁰
52	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Бобринець	160 - 120 ⁰	H - 3	75 - 120 ⁰
53	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Нова Одеса	196 - 147 ⁰	H - 1	25 - 147 ⁰
54	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Ширяєве	150 - 180 ⁰	H - 2	50 - 180 ⁰
55	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Рибниця	140 - 220 ⁰	H - 3	75 - 220 ⁰
56	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Кам'янець-Под.	275 - 270 ⁰	H - 1	25 - 270 ⁰
57	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Хмельницький	245 - 290 ⁰	H - 0,5	50 - 290 ⁰
58	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Тетіїв	80 - 330 ⁰	H - 0,2	75 - 330 ⁰
59	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Корсунь-Шевч.	95 - 42 ⁰	H - 0,3	25 - 42 ⁰
60	8 ⁰⁰ місцевого часу	м. Олександрія	205 - 90 ⁰	H - 2	50 - 90 ⁰

1.2.1. Приведення рівнів радіації до одного часу після ядерного вибуху та визначення рівнів радіації на заданий час

№ вар.	Час $T_{\text{вим}}$, годин ^{XB} та вимірний рівень радіації $R_{\text{вим}}$, Р/год	Час нанесення ядерного удару $T_{\text{яв}}$, годин ^{XB}	Час після Я.В., $t_{\text{пв}}$ годин на який визначається рівень радіації
1	2	3	4
1	0 ⁰⁰ $R_{\text{вим}} = 3,5$	19 ⁰⁰	7 годин
2	1 ⁰⁰ $R_{\text{вим}} = 2,7$	18 ⁰⁰	10 годин
3	2 ⁰⁰ $R_{\text{вим}} = 4,3$	17 ⁰⁰	4 години
4	3 ⁰⁰ $R_{\text{вим}} = 5,2$	00 ⁰⁰	6 годин
5	4 ⁰⁰ $R_{\text{вим}} = 3,9$	23 ⁰⁰	3 години
6	5 ⁰⁰ $R_{\text{вим}} = 10,5$	2 ⁰⁰	5 годин
7	6 ⁰⁰ $R_{\text{вим}} = 30,6$	4 ⁰⁰	9 годин
8	7 ⁰⁰ $R_{\text{вим}} = 5,7$	1 ⁰⁰	8 годин
9	8 ⁰⁰ $R_{\text{вим}} = 2,8$	14 ⁰⁰	24 години
10	9 ⁰⁰ $R_{\text{вим}} = 6,3$	2 ⁰⁰	12 годин
11	10 ⁰⁰ $R_{\text{вим}} = 2,5$	1 ⁰⁰	1 доба
12	11 ⁰⁰ $R_{\text{вим}} = 15,9$	4 ⁰⁰	2 доби
13	12 ⁰⁰ $R_{\text{вим}} = 20$	6 ⁰⁰	3 доби
14	13 ⁰⁰ $R_{\text{вим}} = 4,6$	5 ⁰⁰	6 годин
15	14 ⁰⁰ $R_{\text{вим}} = 3,3$	4 ⁰⁰	14 годин
16	15 ⁰⁰ $R_{\text{вим}} = 21,6$	11 ⁰⁰	16 годин

Продовження 1.2.1.			
1	2	3	4
17	$16^{00}P_{\text{ВИМ}} = 17,5$	13^{00}	18 годин
18	$17^{00}P_{\text{ВИМ}} = 8,1$	10^{00}	2 години
19	$18^{00}P_{\text{ВИМ}} = 9,2$	9^{00}	4 години
20	$19^{00}P_{\text{ВИМ}} = 7,3$	9^{00}	6 годин
21	$20^{00}P_{\text{ВИМ}} = 13,2$	16^{00}	8 годин
22	$21^{00}P_{\text{ВИМ}} = 6,7$	18^{00}	10 годин
23	$22^{00}P_{\text{ВИМ}} = 5,2$	10^{00}	4 доби
24	$23^{00}P_{\text{ВИМ}} = 35,2$	17^{00}	5 діб
25	$24^{00}P_{\text{ВИМ}} = 20,8$	0^{00}	6 діб
26	$1^{00}P_{\text{ВИМ}} = 3,7$	18^{00}	10 годин
27	$2^{00}P_{\text{ВИМ}} = 5,3$	19^{00}	12 годин
28	$3^{00}P_{\text{ВИМ}} = 6,2$	23^{00}	5 години
29	$4^{00}P_{\text{ВИМ}} = 4,9$	2^{00}	6 годин
30	$5^{00}P_{\text{ВИМ}} = 11,5$	1^{00}	3 години
31	$6^{00}P_{\text{ВИМ}} = 29,6$	4^{00}	5 годин
32	$7^{00}P_{\text{ВИМ}} = 4,7$	2^{00}	9 годин
33	$8^{00}P_{\text{ВИМ}} = 39,8$	3^{00}	8 годин
34	$9^{00}P_{\text{ВИМ}} = 7,3$	1^{00}	2 години
35	$10^{00}P_{\text{ВИМ}} = 2,3$	5^{00}	12 годин
36	$11^{00}P_{\text{ВИМ}} = 14,7$	6^{00}	1 доба
37	$12^{00}P_{\text{ВИМ}} = 21$	3^{00}	2 доби
38	$13^{00}P_{\text{ВИМ}} = 3,7$	1^{00}	3 доби
39	$14^{00}P_{\text{ВИМ}} = 2,3$	7^{00}	6 годин
40	$15^{00}P_{\text{ВИМ}} = 23,3$	9^{00}	14 годин
41	$16^{00}P_{\text{ВИМ}} = 15,3$	10^{00}	16 годин
42	$17^{00}P_{\text{ВИМ}} = 9,1$	8^{00}	18 годин
43	$18^{00}P_{\text{ВИМ}} = 8,7$	11^{00}	2 години
44	$19^{00}P_{\text{ВИМ}} = 6,9$	13^{00}	4 години
45	$20^{00}P_{\text{ВИМ}} = 11,4$	14^{00}	2 годин
46	$21^{00}P_{\text{ВИМ}} = 5,4$	9^{00}	8 годин
47	$22^{00}P_{\text{ВИМ}} = 4,9$	12^{00}	12 годин
48	$23^{00}P_{\text{ВИМ}} = 33,1$	17^{00}	4 доби
49	$24^{00}P_{\text{ВИМ}} = 19,9$	19^{00}	5 діб
50	$1^{00}P_{\text{ВИМ}} = 33,3$	21^{00}	6 діб
51	$2^{00}P_{\text{ВИМ}} = 5,2$	17^{00}	1 доба
52	$5^{00}P_{\text{ВИМ}} = 10,5$	1^{00}	3 години
53	$6^{00}P_{\text{ВИМ}} = 28,6$	4^{00}	5 годин
54	$7^{00}P_{\text{ВИМ}} = 4,2$	2^{00}	9 годин
55	$8^{00}P_{\text{ВИМ}} = 37,5$	3^{00}	8 годин
56	$9^{00}P_{\text{ВИМ}} = 6,5$	1^{00}	2 години
57	$10^{00}P_{\text{ВИМ}} = 3,1$	5^{00}	12 годин
58	$11^{00}P_{\text{ВИМ}} = 12,5$	6^{00}	1 доба
59	$12^{00}P_{\text{ВИМ}} = 19$	3^{00}	2 доби
60	$13^{00}P_{\text{ВИМ}} = 2,5$	1^{00}	3 доби

1.2.2. Визначення моменту часу ядерного вибуху

№ вар.	T_1 , годин ^{хв}	P_1 , Р/год.	T_2 , годин ^{хв}	P_2 , Р/год.
1	2	3	4	5
1	0 ⁰⁰	20,6	0 ¹⁵	16,5
2	0 ¹⁰	12,36	0 ³⁰	9,9
3	0 ³⁰	21,3	1 ⁰⁰	19,17
4	1 ⁰⁰	17,9	2 ⁰⁰	16,11
5	2 ⁰⁰	25,4	4 ⁰⁰	20,32
6	4 ⁰⁰	23,7	7 ⁰⁰	18,96
7	7 ⁰⁰	31,3	11 ⁰⁰	28,17
8	11 ⁰⁰	14,6	16 ⁰⁰	13,14
9	16 ⁰⁰	8,6	22 ⁰⁰	6,88
10	1 ¹⁵	23,4	1 ³⁰	14,04
11	1 ²⁰	32,5	1 ⁴⁰	19,5
12	1 ³⁰	42,6	2 ⁰⁰	29,82
13	2 ⁰⁰	12,6	3 ⁰⁰	8,82
14	3 ⁰⁰	13,7	5 ⁰⁰	8,22
15	5 ⁰⁰	7,6	8 ⁰⁰	4,56
16	8 ⁰⁰	42,3	12 ⁰⁰	29,61
17	12 ⁰⁰	51,4	17 ⁰⁰	35,98
18	17 ⁰⁰	21,8	23 ⁰⁰	13,08
19	2 ²⁰	6,9	2 ³⁵	3,45
20	2 ²⁵	17,3	2 ⁴⁵	6,92
21	2 ³⁰	26,3	3 ⁰⁰	13,15
22	3 ⁰⁰	34,1	5 ⁰⁰	13,64
23	5 ⁰⁰	5,9	9 ⁰⁰	2,95
24	9 ⁰⁰	14,7	14 ⁰⁰	5,88
25	14 ⁰⁰	9,3	20 ⁰⁰	2,79
26	0 ⁰⁰	10,4	0 ¹⁵	8,32
27	0 ¹⁰	32,5	0 ³⁰	26
28	0 ³⁰	11,2	1 ⁰⁰	10,08
29	1 ⁰⁰	15,7	2 ⁰⁰	14,13
30	2 ⁰⁰	33,2	4 ⁰⁰	26,56
31	4 ⁰⁰	24,5	7 ⁰⁰	19,6
32	7 ⁰⁰	24,2	11 ⁰⁰	21,78
33	11 ⁰⁰	17,8	16 ⁰⁰	16,02
34	16 ⁰⁰	18,7	22 ⁰⁰	14,96
35	1 ¹⁵	13,6	1 ³⁰	8,16
36	1 ²⁰	19,9	1 ⁴⁰	11,94
37	1 ³⁰	46,5	2 ⁰⁰	32,55
38	2 ⁰⁰	22,9	3 ⁰⁰	16,03
39	3 ⁰⁰	17,5	5 ⁰⁰	10,5
40	5 ⁰⁰	9,4	8 ⁰⁰	5,64
41	8 ⁰⁰	33,2	12 ⁰⁰	23,24
42	12 ⁰⁰	48,6	17 ⁰⁰	34,02
43	17 ⁰⁰	23,5	23 ⁰⁰	14,1
44	2 ²⁰	9,6	2 ³⁵	4,8

Продовження 1.2.2.				
1	2	3	4	5
45	2 ²⁵	12,6	2 ⁴⁵	5,04
46	2 ³⁰	15,3	3 ⁰⁰	7,65
47	3 ⁰⁰	24,3	5 ⁰⁰	9,72
48	5 ⁰⁰	35,8	9 ⁰⁰	17,9
49	9 ⁰⁰	17,4	14 ⁰⁰	6,96
50	14 ⁰⁰	6,2	20 ⁰⁰	1,86
51	2 ⁰⁰	32,3	4 ⁰⁰	19,38
52	2 ²⁰	6,3	2 ³⁵	3,15
53	2 ²⁵	17,7	2 ⁴⁵	7,08
54	2 ³⁰	25,3	3 ⁰⁰	12,65
55	3 ⁰⁰	34,7	5 ⁰⁰	13,88
56	5 ⁰⁰	5,3	9 ⁰⁰	2,65
57	9 ⁰⁰	13,7	14 ⁰⁰	5,48
58	14 ⁰⁰	9,8	20 ⁰⁰	2,94
59	0 ⁰⁰	11,4	0 ¹⁵	9,12
60	0 ¹⁰	32,9	0 ³⁰	26,32

1.2.3. Визначення можливих доз опромінення за час перебування на місцевості, забрудненій радіоактивними речовинами

№ вар.	P ₁ , P/год	t _п годин	t _{робіт} годин	K _{осл}
1	2	3	4	5
1	46,8	2	3	2
2	92,3	4	2	3
3	39,1	3	1	7
4	125,4	5	5	10
5	79,6	7	7	4
6	93,5	6	6	15
7	96,5	9	7	12
8	178,6	8	4	9
9	38,7	12	10	7
10	132,8	10	8	4
11	87,5	6	18	5
12	59,6	16	4	4
13	65,7	20	28	3
14	29,5	18	4	2
15	147,4	24	24	3
16	198,3	22	2	6
17	69,5	48	24	10
18	35,8	72	24	4
19	65,8	20	28	7
20	27,6	18	6	5
21	211,3	24	72	9
22	54,6	10	10	7
23	32,1	14	8	4
24	61,5	16	32	5

Продовження 1.2.3.				
1	2	3	4	5
25	158,6	20	52	2
26	36,9	2	3	6
27	82,7	4	2	10
28	47,2	3	1	4
29	115,3	5	5	7
30	67,7	7	7	5
31	91,4	6	6	9
32	93,9	9	7	7
33	153,7	8	4	4
34	49,5	12	10	5
35	123,6	10	8	2
36	78,3	6	18	2
37	41,5	16	4	3
38	56,8	20	28	7
39	27,1	18	4	10
40	139,2	24	24	4
41	189,9	22	2	15
42	56,7	48	24	12
43	23,5	72	24	9
44	75,7	20	28	7
45	24,9	18	6	4
46	191,1	24	72	5
47	55,8	10	10	4
48	36,9	14	8	3
49	31,7	16	32	2
50	138,4	20	52	3
51	37,9	6	6	12
52	56,3	2	3	3
53	91,2	4	2	2
54	38,2	3	1	10
55	121,3	5	5	7
56	78,7	7	7	15
57	92,6	6	6	4
58	95,6	9	7	9
59	177,5	8	4	7
60	39,6	12	10	12

1.2.4. Визначення допустимого часу перебування людей в зоні забруднення при відомому рівні радіації

№ вар.	$D_{\text{зад}} P$	$P_{\text{п}} P/\text{год.}$	$K_{\text{осл}}$	$t_{\text{п}}$ годин
1	2	3	4	5
1	10	30	1,5	2
2	15	30	2	3
3	20	60	3	4
4	25	25	4	5

Продовження 1.2.4.				
1	2	3	4	5
5	30	15	5	6
6	40	30	1,5	7
7	50	50	2	8
8	10	60	3	9
9	15	15	4	10
10	20	10	5	12
11	25	15	1,5	24
12	30	10	2	2
13	40	30	3	3
14	50	50	4	4
15	10	20	5	5
16	15	45	6	6
17	20	10	2	7
18	25	30	3	8
19	30	40	4	9
20	40	50	5	10
21	50	25	1,5	12
22	10	40	2	24
23	15	15	3	8
24	20	60	1,5	9
25	25	15	6	10
26	30	20	2	4
27	25	25	2	1
28	10	60	3	4
29	15	20	4	5
30	20	10	5	6
31	40	40	6	7
32	50	25	2	8
33	20	60	3	9
34	20	40	4	10
35	10	50	5	12
36	5	30	3	24
37	10	50	2	2
38	15	50	2	3
39	5	10	4	4
40	10	12	3	5
41	15	30	6	6
42	20	10	3	7
43	6	45	1,5	8
44	60	40	4	9
45	25	50	5	10
46	20	7,5	1,5	12
47	10	50	2	24
48	30	15	3	8
49	40	20	1,5	9
50	25	50	4	4

Продовження 1.2.4.				
1	2	3	4	5
51	50	30	6	12
52	25	25	2	3
53	30	20	4	7
54	10	30	3	5
55	50	25	2	4
56	20	25	5	9
57	30	60	2	8
58	25	100	2	7
59	20	30	6	10
60	15	60	2	9

1.2.5. Визначення азимуту, швидкості середнього вітру та часу формування (підходу) радіоактивної хмари

№ вар.	Висота, км	Азимут, в градусах ⁰	Швидкість вітру, км/год.	Відстань до ЯВ, км	Масштаб вектора 1:10
1	2	3	4	5	6
1	0-2	180 ⁰	25	115	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	210 ⁰	15		
	4-6	240 ⁰	20		
	6-8	270 ⁰	10		
	8-10	300 ⁰	15		
2	0-2	190 ⁰	15	120	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	220 ⁰	20		
	4-6	250 ⁰	10		
	6-8	280 ⁰	15		
	8-10	310 ⁰	25		
3	0-2	200 ⁰	10	125	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	230 ⁰	15		
	4-6	260 ⁰	25		
	6-8	290 ⁰	15		
	8-10	320 ⁰	20		
4	0-2	210 ⁰	15	130	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	240 ⁰	25		
	4-6	270 ⁰	15		
	6-8	300 ⁰	20		
	8-10	330 ⁰	10		
5	0-2	220 ⁰	15	135	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	250 ⁰	10		
	4-6	280 ⁰	20		
	6-8	310 ⁰	15		
	8-10	340 ⁰	25		
6	0-2	230 ⁰	10	140	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	260 ⁰	20		
	4-6	290 ⁰	15		
	6-8	320 ⁰	25		
	8-10	350 ⁰	15		

Продовження 1.2.5.

1	2	3	4	5	6
7	0-2	240 ⁰	20	145	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	270 ⁰	15		
	4-6	300 ⁰	25		
	6-8	330 ⁰	15		
	8-10	360 ⁰	10		
8	0-2	250 ⁰	15	150	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	280 ⁰	25		
	4-6	310 ⁰	20		
	6-8	340 ⁰	10		
	8-10	10 ⁰	15		
9	0-2	260 ⁰	15	155	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	290 ⁰	15		
	4-6	320 ⁰	20		
	6-8	350 ⁰	25		
	8-10	20 ⁰	10		
10	0-2	270 ⁰	10	160	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	300 ⁰	15		
	4-6	330 ⁰	15		
	6-8	360 ⁰	20		
	8-10	30 ⁰	25		
11	0-2	280 ⁰	25	110	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	310 ⁰	15		
	4-6	340 ⁰	20		
	6-8	10 ⁰	10		
	8-10	40 ⁰	15		
12	0-2	290 ⁰	15	105	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	320 ⁰	20		
	4-6	350 ⁰	10		
	6-8	20 ⁰	15		
	8-10	50 ⁰	25		
13	0-2	300 ⁰	10	100	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	330 ⁰	15		
	4-6	360 ⁰	25		
	6-8	30 ⁰	15		
	8-10	60 ⁰	20		
14	0-2	310 ⁰	15	95	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	340 ⁰	25		
	4-6	10 ⁰	15		
	6-8	40 ⁰	20		
	8-10	70 ⁰	10		
15	0-2	320 ⁰	15	90	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	350 ⁰	10		
	4-6	20 ⁰	20		
	6-8	50 ⁰	15		
	8-10	80 ⁰	25		

Продовження 1.2.5.

1	2	3	4	5	6
16	0-2	330 ⁰	10	85	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	360 ⁰	20		
	4-6	30 ⁰	15		
	6-8	60 ⁰	25		
	8-10	90 ⁰	15		
17	0-2	340 ⁰	20	80	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	10 ⁰	15		
	4-6	40 ⁰	25		
	6-8	70 ⁰	15		
	8-10	100 ⁰	10		
18	0-2	350 ⁰	15	75	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	20 ⁰	25		
	4-6	50 ⁰	20		
	6-8	80 ⁰	10		
	8-10	110 ⁰	15		
19	0-2	360 ⁰	15	70	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	30 ⁰	15		
	4-6	60 ⁰	20		
	6-8	90 ⁰	25		
	8-10	120 ⁰	10		
20	0-2	10 ⁰	10	65	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	40 ⁰	15		
	4-6	70 ⁰	15		
	6-8	100 ⁰	20		
	8-10	130 ⁰	25		
21	0-2	20 ⁰	25	60	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	50 ⁰	15		
	4-6	80 ⁰	20		
	6-8	110 ⁰	10		
	8-10	140 ⁰	15		
22	0-2	30 ⁰	15	55	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	60 ⁰	20		
	4-6	90 ⁰	10		
	6-8	120 ⁰	15		
	8-10	150 ⁰	25		
23	0-2	40 ⁰	10	165	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	70 ⁰	15		
	4-6	100 ⁰	25		
	6-8	130 ⁰	15		
	8-10	160 ⁰	20		
24	0-2	50 ⁰	15	170	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	80 ⁰	25		
	4-6	110 ⁰	15		
	6-8	140 ⁰	20		
	8-10	170 ⁰	10		

Продовження 1.2.5.

1	2	3	4	5	6
25	0-2	60 ⁰	15	175	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	90 ⁰	10		
	4-6	120 ⁰	20		
	6-8	150 ⁰	15		
	8-10	180 ⁰	25		
26	0-2	190 ⁰	10	112	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	220 ⁰	20		
	4-6	250 ⁰	15		
	6-8	280 ⁰	25		
	8-10	310 ⁰	15		
27	0-2	200 ⁰	20	118	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	230 ⁰	15		
	4-6	260 ⁰	25		
	6-8	290 ⁰	15		
	8-10	320 ⁰	10		
28	0-2	210 ⁰	15	122	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	240 ⁰	25		
	4-6	270 ⁰	20		
	6-8	300 ⁰	10		
	8-10	330 ⁰	15		
29	0-2	220 ⁰	15	134	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	250 ⁰	15		
	4-6	280 ⁰	20		
	6-8	310 ⁰	25		
	8-10	340 ⁰	10		
30	0-2	230 ⁰	10	132	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	260 ⁰	15		
	4-6	290 ⁰	15		
	6-8	320 ⁰	20		
	8-10	350 ⁰	25		
31	0-2	240 ⁰	25	138	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	270 ⁰	15		
	4-6	300 ⁰	20		
	6-8	330 ⁰	10		
	8-10	360 ⁰	15		
32	0-2	250 ⁰	15	142	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	280 ⁰	20		
	4-6	310 ⁰	10		
	6-8	340 ⁰	15		
	8-10	10 ⁰	25		
33	0-2	260 ⁰	10	147	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	290 ⁰	15		
	4-6	320 ⁰	25		
	6-8	350 ⁰	15		
	8-10	20 ⁰	20		

Продовження 1.2.5.

1	2	3	4	5	6
34	0-2	270 ⁰	15	153	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	300 ⁰	25		
	4-6	330 ⁰	15		
	6-8	360 ⁰	20		
	8-10	30 ⁰	10		
35	0-2	280 ⁰	15	163	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	310 ⁰	10		
	4-6	340 ⁰	20		
	6-8	10 ⁰	15		
	8-10	40 ⁰	25		
36	0-2	290 ⁰	10	108	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	320 ⁰	20		
	4-6	350 ⁰	15		
	6-8	20 ⁰	25		
	8-10	50 ⁰	15		
37	0-2	300 ⁰	20	103	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	330 ⁰	15		
	4-6	360 ⁰	25		
	6-8	30 ⁰	15		
	8-10	60 ⁰	10		
38	0-2	310 ⁰	15	98	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	340 ⁰	25		
	4-6	10 ⁰	20		
	6-8	40 ⁰	10		
	8-10	70 ⁰	15		
39	0-2	320 ⁰	15	97	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	350 ⁰	15		
	4-6	20 ⁰	20		
	6-8	50 ⁰	25		
	8-10	80 ⁰	10		
40	0-2	330 ⁰	10	88	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	360 ⁰	15		
	4-6	30 ⁰	15		
	6-8	60 ⁰	20		
	8-10	90 ⁰	25		
41	0-2	340 ⁰	25	83	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	10 ⁰	15		
	4-6	40 ⁰	20		
	6-8	70 ⁰	10		
	8-10	100 ⁰	15		
42	0-2	350 ⁰	15	81	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	20 ⁰	20		
	4-6	50 ⁰	10		
	6-8	80 ⁰	15		
	8-10	110 ⁰	25		

Продовження 1.2.5.

1	2	3	4	5	6
43	0-2	360 ⁰	10	73	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	30 ⁰	15		
	4-6	60 ⁰	25		
	6-8	90 ⁰	15		
	8-10	120 ⁰	20		
44	0-2	10 ⁰	15	69	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	40 ⁰	25		
	4-6	70 ⁰	15		
	6-8	100 ⁰	20		
	8-10	130 ⁰	10		
45	0-2	20 ⁰	15	64	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	50 ⁰	10		
	4-6	80 ⁰	20		
	6-8	110 ⁰	15		
	8-10	140 ⁰	25		
46	0-2	30 ⁰	10	61	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	60 ⁰	20		
	4-6	90 ⁰	15		
	6-8	120 ⁰	25		
	8-10	150 ⁰	15		
47	0-2	40 ⁰	20	57	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	70 ⁰	15		
	4-6	100 ⁰	25		
	6-8	130 ⁰	15		
	8-10	160 ⁰	10		
48	0-2	50 ⁰	15	161	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	80 ⁰	25		
	4-6	110 ⁰	20		
	6-8	140 ⁰	10		
	8-10	170 ⁰	15		
49	0-2	60 ⁰	15	171	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	90 ⁰	15		
	4-6	120 ⁰	20		
	6-8	150 ⁰	25		
	8-10	180 ⁰	10		
50	0-2	180 ⁰	10	175	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	210 ⁰	15		
	4-6	240 ⁰	15		
	6-8	270 ⁰	20		
	8-10	300 ⁰	25		
51	0-2	190 ⁰	25	99	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	220 ⁰	15		
	4-6	250 ⁰	20		
	6-8	280 ⁰	10		
	8-10	310 ⁰	15		

Продовження 1.2.5.

1	2	3	4	5	6
52	0-2	180 ⁰	15	57	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	210 ⁰	20		
	4-6	240 ⁰	10		
	6-8	270 ⁰	15		
	8-10	300 ⁰	25		
53	0-2	190 ⁰	10	163	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	220 ⁰	15		
	4-6	250 ⁰	25		
	6-8	280 ⁰	15		
	8-10	310 ⁰	20		
54	0-2	200 ⁰	15	171	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	230 ⁰	25		
	4-6	260 ⁰	15		
	6-8	290 ⁰	20		
	8-10	320 ⁰	10		
55	0-2	210 ⁰	15	174	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	240 ⁰	10		
	4-6	270 ⁰	20		
	6-8	300 ⁰	15		
	8-10	330 ⁰	25		
56	0-2	220 ⁰	10	111	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	250 ⁰	20		
	4-6	280 ⁰	15		
	6-8	310 ⁰	25		
	8-10	340 ⁰	15		
57	0-2	230 ⁰	20	119	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	260 ⁰	15		
	4-6	290 ⁰	25		
	6-8	320 ⁰	15		
	8-10	350 ⁰	10		
58	0-2	240 ⁰	15	121	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	270 ⁰	25		
	4-6	300 ⁰	20		
	6-8	330 ⁰	10		
	8-10	360 ⁰	15		
59	0-2	250 ⁰	15	133	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	280 ⁰	15		
	4-6	310 ⁰	20		
	6-8	340 ⁰	25		
	8-10	10 ⁰	10		
60	0-2	260 ⁰	10	131	1 сантиметр вектора - 10 км/год.
	2-4	290 ⁰	15		
	4-6	320 ⁰	15		
	6-8	350 ⁰	20		
	8-10	20 ⁰	25		

2.1. Оцінка радіаційної обстановки після аварії на АЕС методом прогнозу

№ вар.	Час аварії	Місце аварії	Координати аварії км-градуси ⁰	Вид АЕР	Швид. і напрямок приземного вітру м/с - градуси ⁰
1	2	3	4	5	6
1	T _{ав} = 12 ⁰⁰ год.	м. Жашків	50 - 350 ⁰	РБМК	5 - 350 ⁰
2	T _{ав} = 12 ⁰⁰ год.	м. Звенигородка	60 - 50 ⁰	РБМК	5 - 50 ⁰
3	T _{ав} = 12 ⁰⁰ год.	м. Кіровоград	140 - 100 ⁰	РБМК	5 - 100 ⁰
4	T _{ав} = 12 ⁰⁰ год.	м. Новоукраїнка	100 - 120 ⁰	РБМК	5 - 120 ⁰
5	T _{ав} = 12 ⁰⁰ год.	м. Первомайск	80 - 150 ⁰	РБМК	5 - 150 ⁰
6	T _{ав} = 12 ⁰⁰ год.	м. Ульянівка	45 - 200 ⁰	РБМК	5 - 200 ⁰
7	T _{ав} = 12 ⁰⁰ год.	м. Бершадь	60 - 230 ⁰	РБМК	5 - 230 ⁰
8	T _{ав} = 12 ⁰⁰ год.	м. Ладижин	70 - 265 ⁰	РБМК	5 - 265 ⁰
9	T _{ав} = 12 ⁰⁰ год.	м. Вінниця	130 - 295 ⁰	РБМК	5 - 295 ⁰
10	T _{ав} = 12 ⁰⁰ год.	м. Погребище	100 - 320 ⁰	РБМК	5 - 320 ⁰
11	T _{ав} = 12 ⁰⁰ год.	м. Саврань	70 - 190 ⁰	РБМК	5 - 190 ⁰
12	T _{ав} = 12 ⁰⁰ год.	м. Котовськ	125 - 205 ⁰	РБМК	5 - 205 ⁰
13	T _{ав} = 12 ⁰⁰ год.	м. Балта	100 - 207 ⁰	РБМК	5 - 207 ⁰
14	T _{ав} = 12 ⁰⁰ год.	м. Кодима	110 - 230 ⁰	РБМК	5 - 230 ⁰
15	T _{ав} = 12 ⁰⁰ год.	м. Могилів-Под.	180 - 260 ⁰	РБМК	5 - 260 ⁰
16	T _{ав} = 12 ⁰⁰ год.	м. Жмеринка	155 - 280 ⁰	РБМК	5 - 280 ⁰
17	T _{ав} = 12 ⁰⁰ год.	м. Хмільник	190 - 300 ⁰	РБМК	5 - 300 ⁰
18	T _{ав} = 12 ⁰⁰ год.	м. Любар	220 - 308 ⁰	РБМК	5 - 308 ⁰
19	T _{ав} = 12 ⁰⁰ год.	м. Бердичів	175 - 320 ⁰	РБМК	5 - 320 ⁰
20	T _{ав} = 12 ⁰⁰ год.	м. Житомир	200 - 327 ⁰	РБМК	5 - 327 ⁰
21	T _{ав} = 12 ⁰⁰ год.	м. Фастів	150 - 350 ⁰	РБМК	5 - 350 ⁰
22	T _{ав} = 12 ⁰⁰ год.	м. Переяслав-Хм.	175 - 30 ⁰	РБМК	5 - 30 ⁰
23	T _{ав} = 12 ⁰⁰ год.	м. Черкаси	160 - 60 ⁰	РБМК	5 - 60 ⁰
24	T _{ав} = 12 ⁰⁰ год.	м. Шпола	95 - 70 ⁰	РБМК	5 - 70 ⁰
25	T _{ав} = 12 ⁰⁰ год.	м. Знам'янка	180 - 90 ⁰	РБМК	5 - 90 ⁰
26	T _{ав} = 12 ⁰⁰ год.	м. Южноукраїнськ	125 - 145 ⁰	РБМК	5 - 145 ⁰
27	T _{ав} = 12 ⁰⁰ год.	м. Вознесенськ	160 - 148 ⁰	РБМК	5 - 148 ⁰
28	T _{ав} = 12 ⁰⁰ год.	м. Помічна	95 - 123 ⁰	РБМК	5 - 123 ⁰
29	T _{ав} = 12 ⁰⁰ год.	м. Жовті води	245 - 100 ⁰	РБМК	5 - 100 ⁰
30	T _{ав} = 12 ⁰⁰ год.	м. Роздільна	210 - 183 ⁰	РБМК	5 - 183 ⁰
31	T _{ав} = 12 ⁰⁰ год.	м. Дубосари	186 - 205 ⁰	РБМК	5 - 205 ⁰
32	T _{ав} = 12 ⁰⁰ год.	м. Любашівка	105 - 180 ⁰	РБМК	5 - 180 ⁰
33	T _{ав} = 12 ⁰⁰ год.	м. Ямпіль	154 - 250 ⁰	РБМК	5 - 250 ⁰
34	T _{ав} = 12 ⁰⁰ год.	м. Крижопіль	105 - 248 ⁰	РБМК	5 - 248 ⁰
35	T _{ав} = 12 ⁰⁰ год.	м. Тростянець	80 - 250 ⁰	РБМК	5 - 250 ⁰
36	T _{ав} = 12 ⁰⁰ год.	м. Тульчин	105 - 265 ⁰	РБМК	5 - 265 ⁰
37	T _{ав} = 12 ⁰⁰ год.	м. Чернівці	160 - 262 ⁰	РБМК	5 - 262 ⁰
38	T _{ав} = 12 ⁰⁰ год.	м. Немирів	105 - 285 ⁰	РБМК	5 - 285 ⁰
39	T _{ав} = 12 ⁰⁰ год.	м. Літин	170 - 295 ⁰	РБМК	5 - 295 ⁰
40	T _{ав} = 12 ⁰⁰ год.	м. Калинівка	150 - 305 ⁰	РБМК	5 - 305 ⁰
41	T _{ав} = 12 ⁰⁰ год.	м. Козятин	150 - 320 ⁰	РБМК	5 - 320 ⁰
42	T _{ав} = 12 ⁰⁰ год.	м. Сквиря	120 - 340 ⁰	РБМК	5 - 340 ⁰
43	T _{ав} = 12 ⁰⁰ год.	м. Ставище	70 - 0 ⁰	РБМК	5 - 0 ⁰

Продовження 2.1.					
1	2	3	4	5	6
44	$T_{ав} = 12^{00}$ год.	м. Гребінки	135 - 0 ⁰	РБМК	5 - 0 ⁰
45	$T_{ав} = 12^{00}$ год.	м. Богуслав	100 - 30 ⁰	РБМК	5 - 30 ⁰
46	$T_{ав} = 12^{00}$ год.	м. Миргород	270 - 60 ⁰	РБМК	5 - 60 ⁰
47	$T_{ав} = 12^{00}$ год.	м. Чигирин	182 - 77 ⁰	РБМК	5 - 77 ⁰
48	$T_{ав} = 12^{00}$ год.	м. Полтава	330 - 72 ⁰	РБМК	5 - 72 ⁰
49	$T_{ав} = 12^{00}$ год.	м. Кам'янка	137 - 75 ⁰	РБМК	5 - 75 ⁰
50	$T_{ав} = 12^{00}$ год.	м. Мала Виска	100 - 95 ⁰	РБМК	5 - 95 ⁰
51	$T_{ав} = 12^{00}$ год.	м. Кривий Ріг	250 - 115 ⁰	РБМК	5 - 115 ⁰
52	$T_{ав} = 12^{00}$ год.	м. Бобринець	160 - 120 ⁰	РБМК	5 - 120 ⁰
53	$T_{ав} = 12^{00}$ год.	м. Нова Одеса	196 - 147 ⁰	РБМК	5 - 147 ⁰
54	$T_{ав} = 12^{00}$ год.	м. Ширяєве	150 - 180 ⁰	РБМК	5 - 180 ⁰
55	$T_{ав} = 12^{00}$ год.	м. Рибниця	140 - 220 ⁰	РБМК	5 - 220 ⁰
56	$T_{ав} = 12^{00}$ год.	м. Кам'янець-Под.	275 - 270 ⁰	РБМК	5 - 270 ⁰
57	$T_{ав} = 12^{00}$ год.	м. Хмельницький	245 - 290 ⁰	РБМК	5 - 290 ⁰
58	$T_{ав} = 12^{00}$ год.	м. Тетіїв	80 - 330 ⁰	РБМК	5 - 330 ⁰
59	$T_{ав} = 12^{00}$ год.	м.Корсунь-Шевч.	95 - 42 ⁰	РБМК	5 - 42 ⁰
60	$T_{ав} = 12^{00}$ год.	м. Олександрія	205 - 90 ⁰	РБМК	5 - 90 ⁰

Додаткова інформація:

- тип ЯЕР (РБМК, ВВЕР) - РБМК;
- електрична потужність ЯЕР – 1000 МВт;
- кількість аварійних ЯЕР – $n = 1$;
- координати ЯЕР, чи АЕС (АТЕЦ) – $X_{АЕС}$, $Y_{АЕС}$ (початок прямокутної системи координат сумщений з центром АЕС, а вісь ОХ вибирається в напрямку вітру);
- частка викинутих з ЯЕР РР - η , % = 10 %
- стан хмарності – (відсутній, середній чи суцільний) - відсутній.
- заданий місцевого часу, на який визначається поверхнева активність
- $T_{зад}$, днів, годин = 1.03.2014 р. 14⁰⁰ годин;
- координати об'єкту – X , Y – 30 км, 1 км;
- тривалість опромінювання – $t_{опр}$ год. = 3 год;
- захищеність людей – $K_{осл} = 2$

3. Оцінка хімічної обстановки після аварії на об'єктах хімічної промисловості

Варіанти	Об'єкт, на якому сталася аварія					Населений пункт				
	Вид СДОР	Кількість СДОР, т	Вид ємкості	Кількість працівників осіб	Забезпечення протигазами, %	Відстань від об'єкта км	Кількість мешканців осіб	Забезпечення протигазами %	Характер місцевості	Метеорологічні умови
1	Аміак	5	Обвалована	100	50	3	200	30	Відкрита	$V_B = 3\text{м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = -0,1$
2	Хлор	10	Не обвалована	600	70	3	1000	90	Відкрита	$V_B = 2\text{м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = 0,1$
3	Хлор	25	Не обвалована	500	90	4	500	80	Закрита	$V_B = 1\text{м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = -0,2$
4	Аміак	50	Обвалована	300	70	2	50	100	Відкрита	$V_B = 3\text{м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = 0,2$
5	Хлор	75	Не обвалована	400	60	11	400	70	Відкрита	$V_B = 3\text{м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = -0,3$
6	Аміак	100	Обвалована	400	80	2	20	0	Закрита	$V_B = 3\text{м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = 0,3$
7	Хлор	5	Не обвалована	300	70	11	800	80	Закрита	$V_B = 1\text{м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = -0,4$
8	Аміак	10	Обвалована	600	20	5	100	60	Відкрита	$V_B = 3\text{м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = -0,1$
9	Хлор	25	Не обвалована	20	60	12	1000	50	Закрита	$V_B = 2\text{м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = -0,5$
10	Хлор	50	Обвалована	500	90	3	700	90	Закрита	$V_B = 2\text{м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = -0,6$
11	Аміак	75	Не обвалована	150	30	8	600	20	Відкрита	$V_B = 3\text{м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = 0,5$
12	Хлор	100	Обвалована	500	70	4	300	40	Відкрита	$V_B = 1\text{м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = 0,6$
13	Хлор	5	Не обвалована	400	80	5	200	30	Закрита	$V_B = 2\text{м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = -0,7$
14	Аміак	10	Обвалована	250	40	3	500	70	Відкрита	$V_B = 3\text{м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = 0,7$
15	Хлор	25	Не обвалована	300	90	7	900	80	Відкрита	$V_B = 1\text{м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = 0$
16	Аміак	50	Обвалована	500	70	9	700	60	Відкрита	$V_B = 3\text{м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = 0,8$
17	Хлор	75	Не обвалована	250	60	7	500	30	Закрита	$V_B = 2\text{м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = -0,9$
18	Аміак	100	Обвалована	700	20	4	400	70	Відкрита	$V_B = 1\text{м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = 0,9$
19	Хлор	5	Не обвалована	150	70	3	100	90	Відкрита	$V_B = 3\text{м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = -1,0$
20	Хлор	10	Обвалована	450	80	5	200	80	Закрита	$V_B = 2\text{м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = 1,0$
21	Аміак	25	Обвалована	250	50	10	300	60	Відкрита	$V_B = 2\text{м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = -1,2$

Варіанти	Об'єкт, на якому сталася аварія					Населений пункт				
	Вид СДОР	Кількість СДОР, т	Вид ємкості	Кількість працівників	Забезпечення протигазами, %	Відстань від об'єкта км	Кількість мешканців осіб	Забезпечення протигазами %	Характер місцевості	Метеорологічні умови
22	Хлор	50	Не обвалована	350	40	11	800	50	Відкрита	$V_B = 3\text{м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = 1,2$
23	Хлор	75	Обвалована	450	70	2	600	70	Закрита	$V_B = 1\text{м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = -1,3$
24	Аміак	100	Не обвалована	550	90	8	500	90	Відкрита	$V_B = 2\text{м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = 1,3$
25	Хлор	5	Обвалована	650	30	6	400	0	Відкрита	$V_B = 3\text{м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = -1,4$
26	Аміак	10	Не обвалована	150	80	3	200	40	Відкрита	$V_B = 3\text{м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = 1,4$
27	Хлор	25	Обвалована	100	70	7	300	50	Відкрита	$V_B = 3\text{м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = -1,5$
28	Аміак	75	Не обвалована	350	50	9	900	60	Відкрита	$V_B = 1\text{м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = 1,5$
29	Хлор	10	Обвалована	250	90	2	600	80	Закрита	$V_B = 2\text{м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = -1,6$
30	Хлор	5	Не обвалована	400	80	4	800	70	Відкрита	$V_B = 3\text{м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = 1,6$
31	Аміак	10	Обвалована	100	20	2	300	20	Відкрита	$V_B = 3\text{м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = 0,1$
32	Хлор	25	Не обвалована	200	30	3	1200	30	Відкрита	$V_B = 2\text{м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = -0,1$
33	Хлор	50	Не обвалована	500	40	4	630	40	Закрита	$V_B = 1\text{м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = -0,2$
34	Аміак	75	Обвалована	300	50	5	100	50	Відкрита	$V_B = 3\text{м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = -0,2$
35	Хлор	5	Не обвалована	400	60	6	300	60	Відкрита	$V_B = 3\text{м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = -0,2$
36	Аміак	10	Обвалована	600	70	8	200	70	Закрита	$V_B = 3\text{м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = 0,2$
37	Хлор	25	Не обвалована	300	80	11	850	20	Закрита	$V_B = 1\text{м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = 0,2$
38	Аміак	50	Обвалована	200	90	9	150	30	Відкрита	$V_B = 3\text{м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = -0,3$
39	Хлор	75	Не обвалована	300	20	12	900	40	Закрита	$V_B = 2\text{м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = 0,3$
40	Хлор	10	Не обвалована	500	30	5	720	50	Закрита	$V_B = 2\text{м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = -0,4$
41	Аміак	1	Не обвалована	400	40	3	650	60	Відкрита	$V_B = 1\text{м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = 0,4$
42	Хлор	5	Обвалована	500	50	4	350	70	Відкрита	$V_B = 1\text{м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = -0,5$
43	Хлор	10	Не обвалована	350	60	6	230	80	Закрита	$V_B = 2\text{м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = 0,5$
44	Аміак	25	Обвалована	250	70	2	550	20	Відкрита	$V_B = 3\text{м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = -0,6$

Варіанти	Об'єкт, на якому сталася аварія					Населений пункт				
	Вид СДОР	Кількість СДОР, т	Вид ємкості	Кількість працівників	Забезпечення протигазами, %	Відстань від об'єкта км	Кількість мешканців осіб	Забезпечення протигазами %	Характер місцевості	Метеорологічні умови
45	Хлор	50	Не обвалована	600	80	7	980	30	Відкрита	$V_B = 1 \text{ м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = 0,6$
46	Аміак	75	Обвалована	500	90	9	720	40	Відкрита	$V_B = 3 \text{ м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = -0,7$
47	Хлор	100	Не обвалована	250	20	11	550	50	Відкрита	$V_B = 2 \text{ м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = 0,7$
48	Аміак	5	Обвалована	80	30	4	60	60	Відкрита	$V_B = 1 \text{ м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = -0,8$
49	Хлор	10	Не обвалована	150	40	2	700	70	Закрита	$V_B = 3 \text{ м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = -0,9$
50	Хлор	25	Обвалована	450	50	5	250	80	Закрита	$V_B = 2 \text{ м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = -1,0$
51	Аміак	50	Обвалована	250	60	10	340	90	Відкрита	$V_B = 1 \text{ м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = -1,1$
52	Хлор	75	Не обвалована	350	70	11	820	20	Закрита	$V_B = 3 \text{ м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = -1,2$
53	Хлор	100	Обвалована	400	80	3	650	30	Відкрита	$V_B = 1 \text{ м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = 1,3$
54	Аміак	5	Не обвалована	50	20	9	580	40	Закрита	$V_B = 2 \text{ м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = 0,7$
55	Хлор	10	Обвалована	100	30	6	430	50	Відкрита	$V_B = 3 \text{ м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = 0,8$
56	Аміак	25	Не обвалована	250	40	8	270	60	Закрита	$V_B = 2 \text{ м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = 0,9$
57	Хлор	50	Обвалована	400	50	7	390	70	Відкрита	$V_B = 3 \text{ м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = 1,0$
58	Аміак	75	Не обвалована	350	60	9	970	80	Відкрита	$V_B = 1 \text{ м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = -1,4$
59	Хлор	100	Обвалована	250	70	3	685	90	Закрита	$V_B = 2 \text{ м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = -1,5$
60	Хлор	5	Не обвалована	200	90	4	330	20	Відкрита	$V_B = 3 \text{ м/с}, \Delta t^\circ\text{C} = -1,6$

4. Розрахунок кількості людей, яких можна розмістити в захисних спорудах (сховищах)

№ вар.	Довжина, L см	Ширина, В см	Висота, Н см	Кількість ярусів, шт.	Масштаб
1	2	3	4	5	6
1	5	4	2	2	1:150
2	6	5	2	3	1:200
3	7	3	1,3	2	1:200
4	8	6	2,5	3	1:150
5	9	4	1,7	2	1:200
6	10	6	1,8	3	1:200
7	11	8	2,3	2	1:100
8	6	3	1,8	3	1:200
9	8	4	1,3	2	1:250
10	9	6	2,5	3	1:150
11	12	8	2	2	1:100
12	7	4	2,4	3	1:150
13	14	10	2,4	2	1:100
14	11	7	2,4	3	1:150
15	15	11	2,8	2	1:100
16	16	11	3,5	3	1:100
17	11	9	1,9	2	1:150
18	13	8	3,3	3	1:100
19	12	6	1,5	2	1:200
20	15	9	3,5	3	1:100
21	16	10	1,9	2	1:150
22	17	9	3,5	3	1:100
23	16	9	2,8	2	1:100
24	11	5	2	3	1:200
25	10	7	1,4	2	1:200
26	7	5	3	2	1:150
27	8	3	2,2	3	1:200
28	6	4	1,5	2	1:200
29	9	3	2,6	3	1:150
30	10	5	1,8	2	1:200
31	12	6	2,1	3	1:200
32	11	7	2,9	2	1:100
33	12	8	2,1	3	1:200
34	8	5	1,3	2	1:250
35	9	7	2,5	3	1:150
36	11	6	4	2	1:100
37	10	5	2,2	3	1:150
38	9	6	3,5	2	1:100
39	8	4	2,8	3	1:150
40	14	9	2,9	2	1:100
41	13	11	3,7	3	1:100
42	12	9	2,3	2	1:150

Продовження 4.					
1	2	3	4	5	6
43	11	8	3,6	3	1:100
44	8	7	2,1	2	1:200
45	9	5	3,5	3	1:100
46	10	8	2,2	2	1:150
47	11	7	3,4	3	1:100
48	12	9	2,9	2	1:100
49	9	5	1,8	3	1:200
50	7	4	1,7	2	1:200
51	9	6	3,5	3	1:100
52	12	7	4,1	2	1:100
53	11	6	2,3	3	1:150
54	10	7	3,6	2	1:100
55	9	5	2,5	3	1:150
56	15	10	2,8	2	1:100
57	14	12	3,6	3	1:100
58	13	10	2,4	2	1:150
59	9	6	1,4	3	1:250
60	10	8	2,4	2	1:150

Рекомендовано до друку Вченою радою УДПУ імені Павла Тичини
(протокол № 9 від 29 квітня 2014 р.)

О. В. Мельник

ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

Підписано до друку 06.05.2014. Формат 60x90 1/32
Папір офсетний
Обл.-вид. арк. 11,4. Ум. Друк арк.13,48
Тираж 300. Зам. № 32

Інформація про видавця:

АНФ ГРУП, ТОВ

07400, Київська обл., м. Бровари, вул. Декабристів 46, к. 149

тел.: +38 050 953 21 39,

+38 095 908 56 28,

+38 096 838 02 07

e-mail: ahf-group@ukr.net

ahf-group.com.ua

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів видавної справи
ДК № 4329 від 24.05.2012