

НАРОДНА УКРАЇНСЬКА АКАДЕМІЯ

ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

Довідник

Харків
Видавництво НУА
2013

УДК 574.2+331.45](035)
ББК 68.9я22+20.1я22+65.247я22
О-75

*Затверджено на засіданні кафедри
філософії та гуманітарних дисциплін
Народної української академії
Протокол № 3 від 01.10.2012*

Авторський колектив:

О. В. Полярус, д-р техн. наук; Є. А. Подольська, д-р соціол. наук;
С. В. Мінка, канд. техн. наук; О. І. Богатов, канд. техн. наук;
Т. В. Подольська, канд. філос. наук.

Рецензенти:

*М. І. Ворожбіян, д-р техн. наук (Українська державна академія залізничного транспорту);
Б. В. Дзюндзюк, д-р техн. наук (Харківський національний університет радіоелектроніки);
О. С. Полянський, д-р техн. наук (Харківський національний технічний університет ім. Петра Василенка).*

О-75 Основи охорони праці та екологічна безпека : довідник / [авт. кол.: О. В. Полярус, Є. А. Подольська, С. В. Мінка та ін.]; Нар. укр. акад., [каф. філос. та гуманітар. дисциплін]. – Х. : Вид-во НУА, 2013. – 432 с.

Довідник містить основні поняття з екологічної та радіаційної безпеки, виклад екологічних законів, а також технічний опис правил, засобів і пристроїв для захисту людини та складових природних екосистем.

Довідник розрахований на студентів очної та заочної форм навчання, які вивчають нормативні дисципліни «Екологічна безпека», «Охорона праці в екології», «Основи екології», «Безпека життєдіяльності», «Радіоекологія», та студентів усіх спеціальностей, які виконують розділ дипломного проекту «Охорона праці та довкілля», а також викладачів і посадових осіб, відповідальних за екологічну та радіаційну безпеку.

**УДК 574.2+331.45](035)
ББК 68.9я22+20.1я22+65.247я22**

© Народна українська академія, 2013

Прогресс имеет один недостаток:
время от времени он взрывается.

Элиас Канетти

ВСТУП

Розвиток сучасних технологій ускладнює задачі захисту довкілля та екологічної безпеки людини. Екологічна криза сучасності та особливості новітніх технологій потребують постійного удосконалення знань одиниць вимірювання, механізму дії шкідливих факторів, систем захисту людини та навколишнього середовища.

Мета даної роботи – проаналізувати сучасні особливості розвитку екологічної безпеки та у стислому вигляді дати основні положення цієї дисципліни. Це дозволить підготувати фахівця-еколога, здатного приймати практичні рішення із захисту населення та довкілля у зонах підвищеного екологічного ризику. Слід відзначити, що окремі питання екологічної безпеки розглядаються й іншими науковими напрямками. Наприклад, дисципліна «Основи охорони праці» розглядає вплив на людину шумового забруднення, електромагнітних полів, питання пожежної та радіаційної безпеки в умовах роботи на сучасних підприємствах.

Дисципліна «Цивільний захист» знайомить з прогнозом та наслідками застосування окремих видів зброї масового враження та техногенних катастроф. Дисципліна «Безпека життєдіяльності» вивчає вплив на людину небезпек та надзвичайних ситуацій. Отже, усі ці дисципліни розглядають окремі важливі випадки захисту людини не зв'язуючи її безпеку зі станом складових екологічної системи, без яких людина не може існувати. Тому дисципліна «Екологічна безпека» має об'єднати окремі питання виживання людини, що вивчаються в інших дисциплінах,

та сформувати інтегральну систему захисту людини в комплексі зі складовими її екосистеми, спираючись на головні екологічні закони, які практично не враховуються в інших дисциплінах. Екологічна безпека повинна також дати можливість студентам оволодіти сучасними практично діючими технологіями захисту людини та довкілля, а не готувати гуманітарія-теоретика, якого ми так звикли бачити серед випускників багатьох університетів.

Автори вважають, що екологічна безпека – це наука, що вивчає сучасні системи фізичного, хімічного, біологічного, юридичного, економічного та інших видів захисту людини у комплексі зі складовими його екосистеми.

Мета вивчення екологічної безпеки – надати студентам тверді теоретичні та практичні знання з розроблення ефективних способів правового, організаційного та інженерного захисту населення і екосистем від дії небезпечних екологічних факторів.

Теоретичною основою навчальної дисципліни «Екологічна безпека», на думку авторів, мають бути екологічні закони.

Аналізуючи стан екологічної безпеки багатьох країн у районах екологічних катастроф можна зробити висновок, що основна частина населення не спроможна до самопорятунку. Тому випускники вищих навчальних закладів повинні готуватись як практики, здатні врятувати населення в умовах небезпеки як у мирні, так і у воєнні часи. Особливість їх підготовки повинна міститись в отриманні системи знань, яка дозволить їм діяти автономно у зонах підвищеного ризику, не покладаючись на комп'ютери та керівні вказівки інших фахівців за межами зони.

Цей довідник є доповненим баченням довідника з такою ж назвою, розробленим в ХГУ «НУА» у 2003 р. Актуальність нового видання зумовлена необхідністю комплексного аналізу багатьох сучасних питань захисту людини та довкілля при виконанні дипломного проектування у вищих навчальних закладах України.

Аварія на японський АЕС Фукусіма-1 у березні 2011 р. відкрила нову сторінку масштабних катастроф, пов'язаних з потраплянням значних кількостей радіонуклідів у довкілля. Безпосередньо у забрудненій зоні впливу зруйнованої АЕС знаходиться понад 33 мільйона людей. У приміщеннях станції, за даними експертів на 20.10.2011 р., знаходиться 175 000 тонн радіоактивної води. Ситуація на АЕС за прогнозами

фахівців стабільно важка. Тому значну увагу автори приділили радіаційній безпеці та особливостям дії радіонуклідів на складові екосистеми людини.

У довіднику зібрані тільки основні поняття й визначення, які, з точки зору авторів, можуть стати основою розуміння екологічної та радіаційної безпеки. Дані багатьох джерел щодо впливу хімічного, радіоактивного, електромагнітного та інших видів забруднення на біосферу є суперечливими, але автори зробили спробу об'єднати висновки багатьох досліджень як в Україні, так і за її межами. Оскільки кожне поняття може мати багато значень, по-різному формулюватися, автори наводили головне визначення з метою більш чіткого його розуміння. При складанні довідника автори прагнули об'єднати досвід, накопичений при охороні праці екологів, які унаслідок обставин працювали у зонах екологічних катастроф.

ОСНОВНІ ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ

А

АБЕРАЦІЯ ХРОМОСОМ – зміна структур хромосом внаслідок розриву, після якого зазвичай відбувається з'єднання розірваних кінців у нових сполуках.

АБІОГЕНЕЗ – виникнення живого з неживого у процесі еволюції, тобто утворення органічних сполук, характерних для живої природи, поза організмами в результаті хімічних реакцій між неорганічними речовинами.

АБСОРБЕНТ – речовина, що поглинає газ, розчини та розчинену речовину усім об'ємом.

АБСОРБЦІЯ – поглинання речовин або енергії хімічних сполук усім об'ємом поглинаючої речовини.

АВАРІЯ НА ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ АЕС – руйнування IV енергоблока Чорнобильської АЕС з викидом радіоактивних речовин у довкілля. Аварія відбулася на IV енергоблоці Чорнобильської АЕС 26 квітня 1986 року приблизно о 1 год 23 хв за московським часом. Вона спричинила руйнування активної зони реакторної установки і частини будівлі IV енергоблока, а також викид в атмосферу радіоактивних ізотопів, що скупчилися в активній зоні. 25 квітня 1986 року на IV енергоблоці планувалося зупинити реактор на планово-попереджувальний ремонт. Перед зупинкою були заплановані експериментальні випробування одного з турбогенераторів. Суть експерименту полягала в моделюванні ситуації, коли турбогенератор при вимкненні пари за рахунок інерційного обертання якийсь час повинен був продовжувати виробляти електроенергію, необхідну для живлення головних циркуляційних насосів і своїх потреб. При плануванні експерименту на ЧАЕС були допущені помилки: було вирішено вимкнути систему аварійного охолодження реактора (САОР) і не було передбачено додаткових заходів безпеки; кількість графітових стрижнів-поглиначів у працюючому реакторі була нижчою за норму; у ході експерименту планувалося

перевірити подачу води в реактор за допомогою головних циркуляційних насосів, продуктивність яких поступово знижувалася, і які живилися від неперевіреного джерела енергії – турбогенератора, що працював без пари, через інерцію; програму випробувань розробили недостатньо кваліфіковані фахівці, які забули зазначити вимогу про обов'язкову зупинку реактора.

25 квітня 1986 року ситуація ймовірно розвивалася так:

01.00 – згідно із графіком зупинки реактора на планово-попереджувальний ремонт персонал розпочав зниження потужності реактора, що працював на номінальних параметрах.

13.00 – при тепловій потужності 1 600 МВт був вимкнений від мережі турбогенератор № 7, що входив до системи IV енергоблока. Електроживлення власних потреб (головні відцентрові насоси та інші споживачі) перевели на турбогенератор № 8.

14.00 – відповідно до програми випробувань була вимкнена система аварійного охолодження реактора. Це було найгрубішою помилкою. Реактор не міг експлуатуватися без системи аварійного охолодження, тому потрібно було його зупинити. Однак диспетчер «Київенерго» не дав дозвіл заглушити реактор, і він продовжував працювати.

23.10 – отриманий дозвіл зупинити реактор. Почалося зниження теплової потужності до встановлених програмою позначок 700–1 000 МВт. Однак оператор не впорався з управлінням і потужність впала майже до нуля. У таких випадках реактор необхідно було заглушити, проте персонал не зробив цього і почав підйом потужності.

26 квітня.

01.00 – вдалося підняти теплову потужність реактора до 200 МВт.

01.03 – до шести працюючих циркуляційних насосів додатково увімкнули ще два, щоб підвищити надійність охолодження активної зони після випробувань.

01.20 – для підтримки теплової потужності 200 МВт графітові стрижні автоматичного регулювання вивели з активної зони, тобто здійснили найгрубіше порушення – працювали на реакторі без певного запасу стрижнів – поглиначів нейтронів.

01 год 22 хв 30 с – в активній зоні реактора знаходилося всього шість-вісім стрижнів. Ця величина приблизно у два рази менше гранично припустимої.

01 год 23 хв 04 с – оператор припинив подачу пари в турбогенератор № 8. Почалося зрушення турбогенератора через інерцію. При цьому персонал вимкнув ще один автоматичний захист після зупинки реактора. Унаслідок помилок персоналу реактор опинився у такому стані, коли навіть невелика зміна потужності призводить до зростання об'ємної паромісткості у декілька разів більше, ніж припускається за звичайних умов.

01 год 23 хв 40 с – був увімкнений аварійний захист. Графітові стрижні-поглиначі пішли вниз, проте система не спрацювала. Було зроблено спробу скинути стрижні механічно, однак вона вдалася частково. Потім стався вибух, який зруйнував активну зону IV енергоблока.

Отже, причини аварії на ЧАЕС такі:

- некомпетентність персоналу, який безграмотно проводив заплановане випробування турбогенератора;
- зниження кількості стрижнів-поглиначів в активній зоні реактора, що є порушенням існуючих правил;
- вимкнення системи аварійного охолодження реактора та інших систем захисту.

АВТОТРОФ – організм, що живе за рахунок поглинання енергії Сонця або хімічних реакцій, синтезуючи органічну речовину за допомогою процесу фотосинтезу чи хемосинтезу з води, вуглекислого газу і мінеральних солей (*див. ПРОДУЦЕНТ*).

АДАПТАЦІЯ – пристосування живих організмів до життя в певних умовах середовища.

АДСОРБАТ – речовина, накопичена на поверхні адсорбенту.

АДСОРБЕНТ – тіло з великою питомою поверхнею (внутрішньою чи зовнішньою), на якій відбувається накопичення (адсорбція) речовин зі співконтактуючих із нею газів чи розчинів.

АДСОРБЦІЯ – поглинання хімічних сполук із газоподібного середовища або розчину поверхнею адсорбенту, яке відбувається під впливом молекулярних сил.

АЕРАЦІЯ – потрапляння повітря до будь-якого середовища (грунту, рідини).

АЕРОБИ – організми, здатні жити тільки в середовищі, що містить кисень.

АЕРОЗОЛЬ – газове середовище, що містить завислі тверді або рідкі частинки. Радіоактивний аерозоль утворюється при видобуванні і переробленні ядерного пального або під час ядерних вибухів і являє собою величезну небезпеку.

АЕРОТЕНК – проточний резервуар, розділений перегородками на канали. **А.** призначений для біологічного очищення стічних вод, які повітрям або киснем змішуються з активним мулом (бактеріями, мінералізаторами та ін.), внаслідок чого окислюються органічні забруднювачі.

АКТИВНА ЗОНА (ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА) – простір, у якому знаходиться ядерне пальне, уповільнювач, теплоносії, і в якому відбувається керована ланцюгова реакція розподілу ядер важких елементів (урану, плутонію). Реакція супроводжується виділенням кінетичної енергії розподілу, енергії нейтронного і γ -випромінювання, а також енергії β -розпаду.

АКТИВНЕ ВУГІЛЛЯ (АКТИВОВАНЕ ВУГІЛЛЯ) – дрібно-пористий порошкоподібний продукт обуглення деревини, шкаралупи фруктових кісточок. Характеризується високими адсорбційними властивостями. Застосовується як адсорбент у протигазах, але не затримує вуглекислий та чадний газ.

АКТИВНИЙ МУЛ – мул, насичений бактеріями та іншими мікроорганізмами, які поглинають і розкладають шкідливі забруднення у стічних водах.

«АКТИВНІ РАДИКАЛИ» – короткоживучі хімічні сполуки, що з'являються в організмі під впливом радіації на молекули і атоми живої клітини. Мають високу хімічну активність.

АКТИВНІСТЬ ДЖЕРЕЛА – радіоактивність випромінювання, відношення загального числа розпадів радіоактивних ядер нуклідів у джерелі до певного часу. Одиниця активності розп./с або кюрі.

АКТИВНІСТЬ (А) РАДІОАКТИВНОЇ РЕЧОВИНИ – число радіоактивних розпадів за секунду. Одиниця SI активності: $[A] = \text{бекерель (Бк)} = 1 \text{ розпад/с}$. Одиниця, що застосовувалася до 1980 р.: кюрі (Ки) = $3,7 \cdot 10^{10}$ Бк.

Співвідношення між одиницями активності (дод. 1)

$1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк} = 37 \text{ ГБк};$

$1 \text{ мКи} = 3,7 \cdot 10^7 \text{ Бк} = 37 \text{ МБк};$

$1 \text{ мкКі} = 3,7 \cdot 10^4 \text{ Бк} = 37 \text{ кБк};$
 $1 \text{ Бк} = 2,7 \cdot 10^{-11} \text{ Кі} = 27 \text{ пКі};$
 $1 \text{ кБк} = 2,7 \cdot 10^{-8} \text{ Кі} = 27 \text{ нКі};$
 $1 \text{ МБк} = 2,7 \cdot 10^{-5} \text{ Кі} = 27 \text{ мкКі};$
 $1 \text{ ГБк} = 2,7 \cdot 10^{-2} \text{ Кі} = 27 \text{ мКі};$
 $1 \text{ ТБк} = 27 \text{ Кі}.$

А. є важливим параметром радіоактивної речовини.

АКТИВНІСТЬ СОНЯЧНА – сукупність циклічних і нециклічних фізичних змін, що відбуваються на Сонці. У роки максимуму сонячної активності виникає велика кількість сонячних плям. Навколо плям відбуваються потужні спалахи. У момент спалахів Сонце викидає величезну кількість енергії та заряджених частинок, які, досягнувши Землі, викликають на ній зміни електромагнітного поля. **А. с.** впливає на клімат, біосферні процеси, здоров'я людей, катастрофи, епідемії, виверження вулканів тощо. Вважають, що цикли сонячної активності повторюються через 11,5 років.

АКТИНОЇДИ – ряд з 14 хімічних елементів, розташованих у періодичній системі Менделєєва після актинію. До них належать: торій, протактиній, уран, нептуній, плутоній, америцій, кюрій, берклій, каліфорній, ейнштейній, фермій, менделевій, нобелій, лоуренсій. Усі їх ізотопи радіоактивні.

АКУМУЛЯЦІЯ – накопичення, збирання воєдино неорганічних і органічних речовин, енергії. **А.** речовин різного генезису відбувається на поверхні суші, на дні водоймищ, у відстійниках інженерних споруд тощо.

АКУМУЛЯЦІЯ РАДІОАКТИВНИХ РЕЧОВИН – накопичення радіоактивних речовин усіма складовими біосфери – живими (мікроорганізми, рослини, тварини, людина) і неживими (грунт, вода, суша та океани).

АЛЕРГІЯ – незвичайна (підвищена) чутливість організму до впливу деяких факторів навколишнього середовища (хімічних речовин, пилку рослин, мікробів, харчових продуктів та ін.), що називаються алергенами. Термін «алергія» був запроваджений австрійським лікарем К. Пірке у 1906 році.

АЛЬФА-ВИПРОМІНЮВАННЯ – корпускулярне випромінювання, що складається із альфа-частинок, які випускаються при ядерних перетвореннях.

АЛЬФА-ЧАСТИНКА – іонізуюча частинка, що складається з двох протонів та двох нейтронів (ядро атома гелію ${}^4_2\text{He}$) і випускається деякими радіоактивними речовинами в процесі ядерного розпаду або ядерної реакції. Кінетична енергія альфа-частинок обмежена від 4 до 9 MeV.

АМЕНСАЛІЗМ – пригноблення одного організму іншим без зворотного негативного впливу з боку того, на який спрямована дія.

АМЕРИЦІЙ – ${}^{241}\text{Am}$ – трансурановий елемент (альфа- і гамма-випромінювач). Період піврозпаду – 432,8 роки. Біологічний період напіввиводу зі скелета людини становить 100 років, із печінки – 40 років. Америцій відкладається переважно в кістках і в печінці. Потрапив у біосферу України внаслідок аварії на ЧАЕС.

АНАБІОЗ – здатність організмів переносити несприятливі умови (зниження і підвищення температури, вогкість, засухи тощо), за яких життєві процеси уповільнюються.

АНАЕРОБИ – організми, здатні жити за відсутності вільного кисню.

АНЕМІЯ – зниження кількості червоних кров'яних тілець у крові. Одна з ознак променевої хвороби.

АНТИЦИКЛОН – система вітрів, що кружляють за годинною стрілкою в північній півкулі і у зворотному напрямку в південній півкулі. Антициклони пов'язані з дією підвищеного тиску, що утворює ясну та суху погоду.

АНТРОПОГЕНЕЗ: 1) зміни та саморозвиток природних об'єктів і явищ під впливом людської діяльності; 2) розвиток людства як біологічного виду.

АРЕАЛ – частина земної поверхні (території чи акваторії), у межах якої розповсюджений певний вид тварин чи рослин.

АРС – автомобільна розливна станція, призначена для дегазації, дезактивації та дезінфекції озброєння і військової техніки.

АСИМІЛЯЦІЯ: 1) перетворення речовин, що потрапляють із зовнішнього середовища до клітин живого організму; 2) злиття народів, при якому один народ сприймає мову, культуру, традиції іншого.

АТЕСТАЦІЯ РОБОЧИХ МІСЦЬ ЗА УМОВАМИ ПРАЦІ – комплексна оцінка всіх факторів виробничого середовища і трудового

процесу, що впливають на здоров'я і працездатність працівників у процесі трудової діяльності.

Основна мета атестації полягає у регулюванні відносин між власником і працівниками у галузі реалізації прав на здорові й безпечні умови праці, пільгове пенсійне забезпечення, пільги та компенсації за роботу в несприятливих умовах. Атестація робочих місць передбачає:

- виявлення на робочому місці шкідливих і небезпечних виробничих факторів та причин їх виникнення;
- дослідження санітарно-гігієнічних факторів виробничого середовища, важкості й напруженості трудового процесу на робочому місці;
- комплексну оцінку факторів виробничого середовища і характеру праці щодо відповідності їх вимогам стандартів, санітарних норм і правил;
- обґрунтування належності робочого місця до відповідної категорії за шкідливими умовами праці;
- підтвердження (встановлення) права працівників на пільгове пенсійне забезпечення, додаткову відпустку, скорочений робочий день, інші пільги і компенсації залежно від умов праці;
- перевірку правильності застосування списків виробництв, робіт, професій, посад і показників, що дають право на пільгове пенсійне забезпечення;
- розв'язання спорів, які можуть виникнути між юридичними особами і громадянами (працівниками) стосовно умов праці, пільг і компенсацій;
- розроблення комплексу заходів з оптимізації рівня гігієни і безпеки, характеру праці й оздоровлення працівників;
- вивчення відповідності умов праці рівневі розвитку техніки і технології, удосконалення порядку та умов установлення і призначення пільг і компенсацій.

Для вирішення завдань атестації з обґрунтування належності робочого місця до відповідної категорії за шкідливими умовами праці необхідно визначити класи робіт. Існують такі класи робіт:

1 клас ОПТИМАЛЬНІ умови праці – такі умови, за яких зберігається не лише здоров'я працівників, а й створюються передумови для підтримання високого рівня працездатності. Оптимальні гігієнічні нормативи виробничих факторів встановлені для мікроклімату і факторів

трудового процесу. Для інших факторів за оптимальні умовно приймаються такі умови праці, за яких несприятливі фактори виробничого середовища не перевищують рівнів, що вважаються безпечними для населення.

2 клас ПРИПУСТИМІ умови праці характеризуються такими рівнями факторів виробничого середовища і трудового процесу, які не перевищують встановлених гігієнічних нормативів. Можливі зміни функціонального стану організму відновлюються за час регламентованого відпочинку або до початку наступної зміни та не мають несприятливого впливу на стан здоров'я працівників та їх потомство в найближчому і віддаленому періодах.

3 клас ШКІДЛИВІ умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих виробничих факторів, які перевищують гігієнічні нормативи і здатні чинити несприятливий вплив на організм працівника та/або його потомство. Шкідливі умови праці за ступенем перевищення гігієнічних нормативів та виразності можливих змін в організмі працівників поділяються на 4 ступені:

1 ступінь (3.1) – умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища та трудового процесу, які, як правило, спричиняють функціональні зміни, що виходять за межі фізіологічних коливань (останні відновлюються за тривалішої, ніж початок наступної зміни, перерви контакту зі шкідливими факторами) та збільшують ризик погіршення здоров'я;

2 ступінь (3.2) – умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, які здатні спричинити стійкі функціональні порушення, призводять у більшості випадків до зростання виробничо-обумовленої захворюваності, появи окремих ознак або легких форм професійної патології (як правило, без втрати професійної працездатності), що виникають після тривалої експозиції (10 років та більше);

3 ступінь (3.3) – умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, які призводять, окрім зростання виробничо-обумовленої захворюваності, до розвитку професійних захворювань, як правило, легкого та середнього ступенів важкості (із втратою професійної працездатності в період трудової діяльності);

4 ступінь (3.4) – умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, які здатні призводити до значного зростання хронічної патології та рівнів захворюваності з тимчасовою втратою працездатності, а також до розвитку важких форм професійних захворювань (із втратою загальної працездатності).

4 клас *НЕБЕЗПЕЧНІ (ЕКСТРЕМАЛЬНІ)* умови праці характеризуються такими рівнями шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу, вплив яких протягом робочої зміни (або ж її частини) створює загрозу для життя, високий ризик виникнення важких форм гострих професійних захворювань.

АТМОСФЕРА (Землі) – газоподібна оболонка планети, що складається із суміші різних газів і має висоту 1,5–2 тис. км. **А.** регулює клімат Землі, оберігаючи її від різкого нагрівання й охолодження, затримує шкідливе космічне випромінювання і потік метеоритних тіл. Середній тиск атмосфери на рівні моря – 1 013 мБ (1 мБ = 100 Н/м²). Виділяють п'ять основних шарів атмосфери: тропосферу (до висоти 17 км над поверхнею Землі), стратосферу (висота до 40 км), мезосферу (висота до 80 км), термосферу (іоносферу) – понад 80 км (до 800–1 000 км) та озоновий шар. Тропосфера містить основну масу всіх газів атмосфери. На висоті 10–60 км (максимум 20–25 км) розташований захисний озоновий шар (екран), що поглинає ультрафіолетову короткохвильову радіацію Сонця і регулює температурний стан біля поверхні Землі. До складу сухого атмосферного повітря в основному входять: нітроген – 75,5 % від загальної маси, кисень – 23,1 %, аргон – 1,286 %, двооксид карбону (вуглекислий газ) – 0,046 % і невелика кількість інших газів.

АТОМНА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ (АЕС) – комплекс технічних споруд, призначених для вироблення електричної енергії шляхом використання енергії, що утворюється під час контрольованої ядерної реакції.

АТОМНА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ «ФУКУСИМА-1» – атомна електростанція в Японії, що постраждала від землетрусу й цунамі 11 березня 2011 року. Ядерні реактори сконструйовані з багатьма рівнями безпеки: якщо один рівень не витримає, то наступний повинен вистояти. Однак аварія на АЕС «Фукусіма-1» показала, що ця система

спрацює не завжди. Внаслідок землетрусу 11 березня 2011 року три діючі реактори «Фукусіми» автоматично вимкнулися. Через це припинилася подача електроенергії на водяні насоси, які подають воду для охолодження активної зони. Для таких ситуацій існують дизель-генератори, які відновили подачу електрики, але за годину вони припинили працювати. Отже, додатковий рівень захисту в цій ситуації не спрацював.

На японських АЕС «Фукусіма-1» і «Фукусіма-2» після землетрусу був уведений режим НС через вихід з ладу систем охолодження. 12, 14 та 15 березня 2011 р. на «Фукусімі-1» відбулися вибухи відповідно на першому, третьому й другому реакторах, пізніше відбулися пожежі й на четвертому енергоблоці.

Удар цунамі по АЕС вивів з ладу штатну систему охолодження. Після заглушення реакторів японські фахівці розпочали охолодження активних зон, однак зазнали проблем падіння рівня води. Через деякий час з першого реактора стравили в атмосферу водень, що накопичився. Водень вибухнув, зруйнувавши верхні будівельні конструкції першого енергоблока. Перший удар стихії зруйнував більшу частину устаткування, що контролювало системи електроживлення – причому як штатні, так і аварійні. Резервні дизель-генератори також постраждали: немає електрики – немає роботи насосів – немає охолодження.

Рівень води в реакторах, потримавшись деякий час, почав спадати. Виникла небезпека розплавлення активної зони (позначуваного зараз терміном «мелтдаун»), формування «коріуму» – радіоактивної лавової маси, що складається з двоокису урану (паливо), сталі, цирконію та інших матеріалів корпусу реактора.

До всього іншого, цей тип ядерних реакторів не оснащений так званою «пасткою розплаву» – спеціальною ізольованою камерою під реакторами, куди в крайньому разі можна просто скинути активну зону, що плавиться. Не виключена можливість, що «коріум» пропалить корпус реактора, термоогорожу, бетонну подушку під енергоблоком. Справжньою несподіванкою стала невідворотна методичність, з якою на енергоблоках «Фукусіми-1» виникла аварійна ситуація, як вона розвивалася і як перетворювалася на радіаційну катастрофу.

Сценарій трагедії повторився на всіх трьох аварійних блоках: не вирішилося питання щодо відновлення штатного електропостачання

станції; відбулася поступова втрата води в реакторі, оголення активної зони й перегрів; потім – спроби скидання тиску й охолодження водою, що призвели до пароутворення і виходу водню, який бурхливо виділявся при омиванні водою перегрітого цирконію паливних збірок; проникнення водню з корпусу реактора до зовнішньої захисної оболонки; утворення гримучої суміші водню і кисню; вихід її назовні – і вибух. Вибух знищив реакторний зал, ушкодив систему перевантаження палива, іноді спричинив займання масла. Вибух 15 березня призвів до ушкодження зовнішньої захисної оболонки другого енергоблока. На всіх трьох реакторах спостерігалось часткове розплавлення активної зони – з потенційною погрозою повного руйнування. Вибух водню на третьому реакторі пошкодив корпус четвертого реактора. Раціональних пояснень такому повторенню однакового аварійного сюжету зараз немає.

Додаткову проблему створило компонування енергоблока на АЕС «Фукусіма-1»: басейн, у якому здійснюється витримка стрижнів відпрацьованого ядерного палива, розташований зверху над діючим реактором. Саме там 15 березня на четвертому енергоблоці трапився не цілком зрозумілий інцидент, що призвів до падіння рівня води у басейні-охолоджувачі й займання.

Як вважають російські атомні експерти, після 11 березня всі події на АЕС були фактично некерованими. На їхню думку, якби японські фахівці не приховували масштаби аварії і відразу звернулися по допомогу, то було б можливим за 10–15 годин відновити електропостачання для охолодження реакторів і в такий спосіб уникнути катастрофи.

Розглянемо події на «Фукусіма-1» у порядку їх розвитку:

12.03.2011 р. у районі АЕС було зафіксовано тимчасове підвищення радіації до 1,015 зиверта за годину. Через загрозу радіоактивного зараження, за рішенням японської влади, з населених пунктів, розташованих у радіусі 20 км від АЕС, було евакуйовано понад 170 тисяч людей.

26.03.2011 р. японські фахівці не припинили спроби остудити енергоблоки аварійної АЕС «Фукусіма-1», однак цій роботі серйозно заважала радіація. Високі показники радіації примусили зупинити роботи на першому енергоблоці. Напередодні роботи припинялися, крім першого, на другому реакторі. Тим часом у воді навколо третього реактора радіація була у 10 тисяч разів більшою за норму. У тисячі разів перевищений вміст радіоактивного йоду в морі біля АЕС. Під

загрозою радіоактивного опромінення опинились не тільки працівники АЕС, але й усі жителі країни, а також туристи – радіація поширювалась через продукти, водопровідну воду і промтовари.

29.03.2011 р. британські фахівці з радіаційної безпеки виявили невелику кількість радіоактивних речовин японського походження в атмосфері Великобританії, які, однак, не були небезпечними для здоров'я людей.

30.03.2011 р. ситуація на японській АЕС «Фукусіма» залишалась стабільно важкою: над будинками блоків № 2–4 тривало виділення білого «димув»; з 29 березня почали відкачувати високоактивну воду з турбінних відділень блоків № 1–3 у пересувні цистерни. Потужності доз, що зафіксовані у будинках блоків № 1–4, стали свідченням того, що ядерне паливо у цих блоках не тільки розгерметизоване й не мало належного охолодження, але й більша частина його була розплавленою.

Згідно з повідомленнями компетентних органів ряду країн Європи – Великобританії, Греції, Ірландії, Німеччини, Франції й Швейцарії – дані моніторингу радіаційного стану в Європі відповідають ситуації в Україні й становлять від 2 до 500 мкБк/м³ за ізотопом ¹³¹I у повітрі. Відповідно до норм радіаційної безпеки України НРБУ-97, допустима концентрація ¹³¹I для населення становить 4 Бк/м³, а ¹³⁷Cs – 0,8 Бк/м³.

2.04.2011 р. високий рівень радіації залишався на гелікоптерах сил самооборони Японії, які виконували польоти над аварійною АЕС «Фукусіма-1» після землетрусу й цунамі 11 березня, і це являло загрозу для персоналу.

Сотні мілізівертів радіації за годину зафіксовано у двигунах та в інших технічних вузлах гелікоптерів навіть після процедури з видалення продуктів радіоактивного розпаду. Представники армії США проінформували японські ВВС, що радіоактивний цезій добре проникає до лакофарбового покриття деталей гелікоптерів.

4.04.2011 р. у шахті силових кабелів, розташованій недалеко від водозабору другого реактора АЕС, накопичилась велика кількість води (від 10 до 20 см). Фахівці не могли відразу точно встановити, звідки вода потрапляє до шахти, тому що всю систему водного охолодження неможливо перевірити через високий рівень радіації. Крізь тріщину в стіні шахти вода, за даними японських фахівців, просочувалася до Тихого океану.

Енергетична компанія почала подачу до кабельної шахти цементно-бетонної суміші для заливання тріщини, однак навіть за шість годин після початку робіт вода просочувалася в океан. Також був використаний спеціальний полімер, що поглинає воду, однак це не зупинило витікання. Виміри повітря над місцем витікання води реєстрували дозу радіації 1 зиверт за годину.

14.04.2011 р. деякі паливні збірки на четвертому реакторі постраждали від землетрусу і цунамі японської АЕС «Фукусіма-1» були ушкоджені, однак основна їх частина залишалася неушкодженою. За даними оператора станції, проби води, узяті зі сховища використаного палива, виявили підвищений вміст радіоактивних ізотопів йоду і цезію. У зв'язку з цим фахівці зробили висновок, що частина з 1 330 використаних і 204 невикористаних паливних збірок ушкоджені. Зокрема, на четвертому реакторі, що на момент землетрусу був зупинений для провадження регламентних робіт, відбулося кілька пожеж і вибух водню, які призвели до руйнування частини даху і стін корпусу енергоблока. Раніше повідомлялося про те, що на першому реакторі виявлені ушкодження приблизно 70 % паливних зборок, а на другому – 33 %.

19.04.2011 р. компанія-оператор аварійної японської АЕС «Фукусіма-1» ТЕРСО почала перекачування високорадіоактивної води до спеціальних цистерн із другого енергоблока станції.

Відповідно до графіку, фахівці до 26 квітня повинні були відкачати до 10 тис. м³ води з надто високим вмістом радіоактивного йоду і цезію. ТЕРСО висловлювала побоювання, що високорадіоактивна вода перетече з дренажної системи АЕС у води Тихого океану. Фахівці також виявили, що вода просочилася на глибину до п'яти метрів під четвертим енергоблоком.

Роботи, що провадилися з метою вимірювання радіації, зафіксували рівень радіації від 0,10 до 0,49 зивертів за годину в першому енергоблоці АЕС та від 0,28 до 0,57 – у третьому.

Ліквідатори на японській АЕС «Фукусіма» страждали від спеки. Деякі з них були госпіталізовані з тепловими ударами. Вони та їхні колеги працювали у тяжких умовах, тому що на території не були відновлені системи кондиціонування повітря. Через високі потужності доз ліквідатори змушені були носити важкий спецодяг. Тим часом, із настанням

весни температура повітря підвищилася. Якщо 11 березня на території температура була 9,3 °С, то 19 квітня повітря прогрілося до 22,5 °С.

Оскільки персоналу на майданчику заборонялося знімати маски, то вони не могли угамовувати спрагу. Як показує досвід, відносно комфортними у таких умовах для людини є лише перші 30 хвилин роботи.

Спочатку на майданчику був єдиний будинок з кондиціонерами – це адміністративний сейсмостійкий будинок, що використовувався як тимчасовий штаб і місце для відпочинку ліквідаторів. Компанія ТЕРСО пропонувала для відпочинку ліквідаторів збірні будинки з системами кондиціонування.

22.04.2011 р. на початку місяця радіоактивний стронцій був виявлений у ґрунті в радіусі від 22 до 62 кілометрів від аварійної японської АЕС «Фукусіма-1» у префектурі Фукусіма. Вміст стронцію-89 становив 1,5 тис. бекерелів на 1 кг, стронцію-90 – 250 бекерелів на 1 кг.

26.04.2011 р. вода продовжувала підійматися у блоках № 3–4 аварійної АЕС «Фукусіма Дайїчі», а у блоці № 2 рівень не змінювався, незважаючи на триваюче перекачування. На блоці № 1 велась підготовка до підвищення витрати води, що заливалася.

У блоці № 3 постійно зростав рівень і активність води у траншеях. За повідомленнями компанії ТЕРСО, рівень води у траншеї блока № 3 піднявся на 99 см. Варто було починати відкачування води з траншеї, однак зробити це негайно було складно, тому що вільних ємностей для зберігання води з блоків № 3–4 не було. Вода накопичувалася й у четвертому блоці. Підймання рівня води у машинній залі становило 20 см за 10 днів. Її джерелом була вода, що подавалася для охолодження активної зони реактора третього блока, тому що машинні зали блоків № 3–4 з'єднані один з одним.

Інша неприємна інформація із четвертого блока – зростання концентрації ізотопів ^{134}Cs , ^{137}Cs й ^{131}I . За місяць активність цезію у воді машинного блока № 4 зросла в 250 разів, а активність ^{131}I – у 12 разів.

За словами секретаря агентства ядерної та промислової безпеки Японії Хідехіко Нісіями, були підстави побоюватися наявності протікань у басейні витримки блока № 4. Якщо це так, то не виключено, що вода до машинної зали блока № 4 потрапляла з басейну, а не з сусіднього блока.

Вода на другому блоці становила особливу небезпеку через високу активність. Аварія на блоці № 2 проходила за іншим сценарієм, ніж на

інших блоках. Тут був ушкоджений барботер, що японці називали основною причиною підвищеної активності води. Вони висловлювали резонне припущення, яке на той час не було підтверджено документально, що на другому блоці був ушкоджений корпус реактора. Ліквідатори перекачували воду з блока № 2 на центральну станцію водоочищення, але рівень води в траншеї другого блока залишався майже незмінним.

26 квітня 2011 р. рівень води в траншеї-2 перебував на рівні 89 см і за наступні троє днів практично не змінився, незважаючи на перекачування, що велося досить активно.

11.05.2011 р. на АЕС «Фукусіма Дайїчі» басейн витримки блока № 3 був фактично завалений радіоактивним сміттям. На першому блоці вже почалися роботи зі створення додаткової системи розхолодження, а на третьому продовжували шукати і знаходити нові дірки.

13.05.2011 р. влада Японії прийняла рішення про забій всієї худоби, яка була вимушено кинута на фермерських господарствах в евакуаційній зоні після аварії на «Фукусіма-1». За даними міністерства сільського, лісового і рибного господарства Японії, в 20-кілометровій зоні навколо станції утримувалося 3,4 тис. корів, 31,5 тис. свиней, близько 630 тис. свійських птахів.

У квітні японська влада вже направила групи ветеринарів до зони відчуження навколо аварійної АЕС для проведення санітарної обробки померлих тварин з метою запобігання поширення захворювань. Згодом фахівці стали наполягати на тому, що єдиною можливістю запобігти випадковому потраплянню зараженого радіонуклідами м'яса до продажу або в їжу є масовий забій худоби.

16.05.2011 р. японська компанія ТЕРСО проаналізувала події перших днів аварії на АЕС «Фукусіма Дайїчі». На першому блоці паливо було розплавлене через 16 год після землетрусу. Першоджерелом проблем на станції стало не цунамі, воно лише ускладнило їх. У двох населених пунктах за межами двадцятикілометрової зони почалася евакуація населення. Аналіз показав, що до 06.50 ранку 12 березня за токійським часом більша частина палива в реакторі першого блока була розплавлена й стекла вниз, на днище корпусу.

Неприємною новиною для ліквідаторів стала звістка, що затопити водою корпус реактора першого блока не вдасться. У ньому майже

напевно є дірки, що утворилися при плавленні палива. ТЕРСО повернулося до ідеї про замикання контуру на блоці з обов'язковою дезактивацією води, що циркулювала в ньому.

31.05.2011 р. аварійну японську АЕС очікували нові випробування – розпочався сезон дощів. «Фукусіма Дайїчі», що пережила аварію, була готова до них не повністю. Першого лиха вдалося уникнути: тайфун, що наприкінці травня наближався до станції, відвернув на схід. Проте зливи робили свою справу, внаслідок чого рівень води на блоках зростав. Саме дощі стали новим джерелом води, на додаток до тієї, що подавалася у блоки для охолодження реакторів.

«Дахи блоків № 1, 3, 4 ушкоджені. Таким чином, дощова вода неминуче буде проникати усередину будинків», – коментував прес-секретар ТЕРСО Юніті Мацумото. Там вона зустрічалася з водою, що була в контакт з коріумом, і ставала забрудненою. Об'єми брудної води, що зібралась у блоках, і так були величезними, а дощ ще посприяв їхньому зростанню. Ліквідаторам загрожували нові протікання, причому не тільки в океан. Стало відомо, що принаймні на блоках № 2–3 вода у будинках була в контакт з підземними водами.

Зважаючи на це, компанія ТЕРСО взяла паузу в активних заходах щодо боротьби з водною кризою. Очікувалось, що кардинальний перелом повинен був наступити у червні, після введення в дію установки з очищення й дезактивації води, що споруджувалась за французькою технологією. На той випадок, якщо водне господарство у блоках вийде з-під контролю, ліквідатори тримали наготові насоси для термінового відкачування води. Перекачувати її можна було на мегафлоті (спеціалізоване судно для зберігання відходів), що пришвартувалося до станції. Кожна нова проблема на аварійному майданчику суттєво підвищувала загальну вартість ліквідації наслідків аварії. За оцінками японського центру економічних досліджень, аварія коштувала японському суспільству від 70 до 246 млрд доларів.

5.06.2011 р. водна криза на японській АЕС «Фукусіма Дайїчі» сягає кульмінації. В умовах, коли у світі приховано ширилося невдоволення неспішними діями ТЕРСО з ліквідації аварії, ліквідатори прагнули швидше ввести в дію установки з переробки забрудненої води. Сотні цистерн, що рухалися до майданчика, були готові зустріти воду, яка шукала виходу з будинків блоків.

Проблема брудної води на аварійній станції залишалася найскладнішою. Ліквідатори і дощі все продовжували заливати на блоки чисту воду. Взаємодіючи із коріумом, вода ставала брудною. Приблизно третина її випаровувалася, а інша частина виливалася у машинні зали та інші приміщення блоків.

За оцінками ТЕРСО, усього на чотирьох блоках станом на 18 травня накопичилося близько 105 тис. тонн води з різним ступенем забруднення. Проте одержати достовірну інформацію із запасів води було важко через високі потужності доз.

Для порівняння, 12 квітня японські регулятори в документі про присвоєння аварії на Фукусімі рівня «7» за шкалою INES навели такі дані з сумарного викиду йоду і цезію на той момент – $6,3 \cdot 10^{17}$ Бк. Лейк Барретт, ліквідатор на ТМІ-2, вважає, що японці зробили помилку, поклавшись на водне охолодження, і з кожним днем тільки збільшували її. Тецуо Іто, японський учений з університету Кінкі, підтверджував: «Ризик витоку води серйозний, тому що паливні стрижні в активних зонах розплавлені. ТЕРСО повинна була визнати цей ризик тижнями раніше, щоб вдатися до відповідних заходів».

Поворотним пунктом стало введення в дію французької установки з фільтрації і дезактивації води, що дозволило ліквідаторам повертати воду з машинних залів до реакторів.

Із середини серпня на майданчику було відкрито підземний бак місткістю 10 тис. тонн для зберігання брудної води. Французька технологія, запропонована для Фукусіми, випробувана на заводі з переробки ОЯТ у Ля Аг, де вона була використана для очищення рідких радіоактивних відходів (РРВ), що утворюються при переробленні. Французи вважають, що її ефективність достатня. Відомий американський експерт Девід Локбаум запропонував компроміс: ефективність очищення води не 100 %, але однаково – це краще, ніж нічого. За нормальних умов, коли у воді немає уламків, нафтопродуктів і солей, французька установка змогла б дезактивувати до 50 т води за годину.

7.06.2011 р. поряд із водною кризою на японській АЕС «Фукусіма Дайїчі» назрівала смітєва, адже ліквідатори не знали, що робити із зібраними радіоактивними уламками. Забиті сміттям контейнери були вибудовані в лінію уздовж однієї з доріг поблизу станції. Об'єм кожного

з контейнерів – 4 кубометри. Станом на 5 червня, повністю було заповнено 279 контейнерів. За даними прес-служби компанії ТЕРСО, у компанії не мали уявлення щодо того, що перебуває в кожному з контейнерів і які в них потужності доз.

Було заплановано завершити збір радіоактивних уламків на майданчику за три місяці, зважаючи на трудомісткість цієї роботи і великі обсяги сміття.

Одержувачем контейнерів з уламками була компанія «Japan Nuclear Fuel Ltd.» (JNF), компанія паливного циклу, заснована спільно провідними японськими експлуатаційними організаціями. У неї є комплекс у Рокасі, на якому вона приймає низькоактивні відходи. Для того, щоб прийняти радіоактивне сміття, необхідно знати потужності доз і склад сміття. Частина фукусімського сміття – це бетонні уламки, що утворилися в результаті вибухів водню на чотирьох блоках, а також те, що було принесено на майданчик цунамі 11 березня. Деякі з уламків світили так, що зарахувати їх до НАО ніяк не було можливим – мова йшла про потужності доз на рівні «коли армійські дозиметри зашкалювали». Це зиверти за годину.

Незабаром на Фукусімі утворилося ще одне джерело РАО – відходи, які виходили при очищенні й дезактивації води, що накопичилась у блоках. У ліквідаторів не було жодних прийнятних ідей, що з ними робити.

В агентстві NISA – японському регуляторі, відповідальному за інспекції на АЕС – мали намір довгостроково вивчати питання про відходи від очищення води з погляду технологій і нормативів.

20.06.2011 р. відкриваючи конференцію, глава МАГАТЕ Юкія Амано закликав агентство зайнятися проведенням вибіркового перевірок у випадковому порядку атомних станцій в усьому світі.

Спричинила незадоволення висока оцінка, що була дана в доповіді експертної комісії МАГАТЕ діям японської сторони в перші дні аварії, адже кризовий штаб не мав зв'язку із майданчиком і дирекцією станції, а також досить суперечливими були розпорядження (лити воду або не лити, вентилувати блоки або не вентилувати).

Хоча аварійні інструкції на Фукусімі були, проте невідомо, чи проводилися згідно з ними тренування, і чи розумів взагалі персонал, що сталася серйозна аварія.

Помилковими виявилися оцінки ушкоджень, учинених станцією землетрусом: якщо з першого дня стверджувалося, що аварію спричинило цунамі, то пізніше з'явилася впевненість у тому, що землетрус призвів до серйозних ушкоджень обладнання, хоча проектні межі в галузі блоків не були перевищені.

Хоча японці традиційно особливо акуратно ставилися до сейсміки атомних об'єктів, і досвід японських фахівців у цій сфері широко використовувався атомними проектами в інших країнах, після аварії оцінки сейсмостійкості японських АЕС виявилися скомпрометованими.

Було запропоновано модифікувати міжнародну шкалу радіаційної аварії: шкалу вирішили розширити до максимальної оцінки «9» і надати її аварії на Чорнобильській АЕС; щодо Фукусіми, то за нею зберегли сімку, але це вже девальвований рівень «7».

Той факт, що після перенормування японська аварія виявилася на дварівні легше чорнобильської, мав би заспокоїти суспільну думку.

27.06.2011 р. робота запущеної циклічної системи дезактивації води і охолодження реакторів на АЕС «Фукусіма-1» знову була припинена. За даними японських фахівців, система, запущена в понеділок після десятиденного тестування, була знову зупинена через протікання у з'єднанні шлангів.

Циклічна система очищення високорадіоактивної води, що накопичилась у підвальних приміщеннях реакторів аварійної АЕС, з наступною подачею її для охолодження реакторів, повинна була вирішити відразу кілька завдань: по-перше, – запуск системи повинен був стати першим кроком до стабільного охолодження реакторів і зняти необхідність заливання води ззовні, що дозволило б вирішити проблему високорадіоактивної води, що накопичилась у підземних приміщеннях реакторів; по-друге, високорадіоактивна вода, що накопичилась у підземних приміщеннях енергоблоків, повинна була очищатися від радіації та солі й направлятися для охолодження радіоактивного палива.

Очищення відбувалося у чотири етапи. Вода послідовно очищалася від мастил, потім за допомогою цеоліту (неорганічного силікату – природного абсорбенту) проходила дезактивацію і на останньому етапі опріснювалася. В результаті рівень радіації у воді знижувався у 1 000–100 тис. разів. Після очищення вода знову направлялася на охолодження реакторів. Це дозволяло щодня очищати 1,2 тис. тонн, а наприкінці року

очистити 200 тис. тонн води. Витрати на цю операцію становили 53,1 млрд єн (663 млн доларів). Вода, що накопичилась, значно ускладнювала проведення аварійних робіт і являла загрозу для навколишнього середовища, тому що її рівень через кілька днів міг зрівнятися з поверхнею землі. Усього в підземних приміщеннях енергоблоків станції накопичилося більше 110 тис. тонн високорадіоактивної води. Щодня цей обсяг поповнювався за рахунок води, яка прохолоджувала реактори.

Система була запущена 17 червня, однак у робочому режимі змогла пропрацювати всього п'ять годин. Перші десять днів система працювала в тестовому режимі.

09.07.2011 р. підвищений вміст радіоактивного цезію був виявлений у яловичині, що надійшла із префектури Фукусіма, де перебуває однойменна аварійна АЕС. Забруднене радіоактивною речовиною м'ясо було виявлене на одному з пакувальних підприємств у Токіо. Цезій був виявлений у м'ясі 11 корів, що надійшло з міста Мінамісома, розташованого поблизу межі 20-кілометрової евакуаційної зони навколо АЕС «Фукусіма-1». Вміст радіоактивної речовини в різних зразках перевищував норму в 3–6 разів. Раніше влада префектури Фукусіма неодноразово виявляла вміст радіації в місцевих овочах і молоці. У м'ясі ж радіоактивні речовини були виявлені вперше.

10.07.2011 р. прем'єр-міністр Японії Наото Кан заявив, що ліквідація наслідків аварії АЕС «Фукусіма Дайїчі» затягнеться на кілька десятиліть. На цей момент не визначена доля блоків № 5–6 «Фукусіма Дайїчі», які, як і раніше, є серед діючих. Немає також визначеності щодо зони відчуження біля аварійної АЕС «Фукусіма Дайїчі».

10.07.2011 р. учені Японії розпочали операцію «Соняшник» з метою перевірити, чи здатна ця рослина допомогти видалити з ґрунту радіоактивні ізотопи цезію. Група під керівництвом професора Масаміті Ямасіті, що спеціалізується в японському агентстві авіакосмічних досліджень на проблемах сільського господарства в умовах космосу, висадила насіння соняшників на трьох полях у префектурі Фукусіма. Потужності доз у місцях посадки досить високі – в одному метрі над землею вони коливаються в межах від 7 до 21 мкЗв/год. Ямасіта відзначає, що цезій подібний до калію – сільськогосподарської добавки, що дозволить соняшнику витягати з ґрунту цезій, тим самим

дезактивуючи його. Проте залишалася проблема утилізації соняшників: їх не можна було спалювати, щоб цезій не потрапив до атмосфери. Тому Ямасіта і його колеги запропонували використати для утилізації бактерії.

11.07.2011 р. радіоактивний цезій у концентрації, що перевищує 70 тис. бекерелів на кілограм, був виявлений у попелі на сміттєпереробному заводі в префектурі Тіба недалеко від японської столиці.

За розпорядженням уряду, у випадку, коли концентрація радіоактивних речовин у продуктах переробки сміття перевищує 8 тис. бекерелів, заводи не мали права на його поховання і зобов'язані були помістити його в резервуари «для тимчасового зберігання». Однак, на сьогодні вказівок, як далі поводитись із радіоактивним попелом, не існує. Тим часом, у дефіциті – вільні ємності сміттєпереробного заводу для сміття, де були виявлені радіоактивні відходи (РВ).

Адміністрація префектури пояснила високий вміст радіоактивних речовин у попелі профілактичними мірами дезактивації, адже у багатьох районах префектури було скошено траву і зрізано дерева, які згодом були спалені разом з іншим сміттям, що й дало високі показники радіації. Надходили також повідомлення про високий вміст радіоактивних речовин у мулі водоочисних споруд 16 японських префектур.

12.07.2011 р. м'ясо з ферми в японській префектурі Фукусіма, у якому був виявлений вміст радіоактивного цезію, надійшло на ринки 10 префектур.

Вміст цезію у виявленому на ринку у префектурі Сідзуока м'ясі перевищив норму в 4 рази. У Токіо аналіз показав, що вміст цезію майже в 7 разів перевищив норму – 3,4 тис. бекерелів на кілограм. Є ймовірність, що якась частина цього м'яса була продана. При граничній нормі в 500 бекерелів, у м'ясі 11 корів з ферми міста Мінамісома був виявлений радіоактивний цезій, також було виявлено до 3,2 тис. бекерелів на кілограм, але забруднене м'ясо на ринок не надійшло.

Аналіз води і кормів показав, що, швидше за все, радіоактивні речовини потрапили в організм корів через сіно, що у дні аварії на АЕС «Фукусіма-1» зберігалося на вулиці. За інформацією агентства, вміст радіації в ньому перевищував кілька десятків тисяч бекерелів на кілограм.

Припущення про те, що м'ясо було зараженим через корми тварин, стало найімовірнішим після того, як з'ясувалося, що корови, які не

залишали приміщень ферми після аварії, не зазнали впливу радіаційного опромінення.

Аналізуючи усі наведені дані, можна зробити такі висновки:

1) аварія свідчить, що японські атомщики у гонитві за прибутками недостатньо приділяли уваги питанням аварійного енергопостачання АЕС, навчанню персоналу діяти в аварійних ситуаціях;

2) керівники компанії та персонал не знайшли правильного виходу з аварійної ситуації, що призвело до вибухів водню та руйнувань 1–4 реакторів;

3) радіоактивний пил у перші дні аварії після вибухів водню та руйнувань 1–4 реакторів покривав дороги, рослини, ґрунт у радіусі 100 км від реакторів. Також він потрапляв на одяг, взуття та до легень населення. Все це надалі призвело до радіоактивного забруднення міст та селищ, погіршення стану здоров'я мешканців Японії;

4) населення Японії протягом декількох місяців не було забезпечене дозиметрами для контролю радіаційної обстановки, продуктів харчування, питної води. Воно також не мало рекомендацій, як діяти в зоні радіаційного забруднення;

5) згідно з законом біогенної міграції атомів, до екосистеми Японії потрапила значна кількість радіоактивних речовин, які, переходячи з води та ґрунту в рослини та інші живі організми, призведуть до радіоактивного зараження екосистеми країни на десятки років;

6) керівники японського уряду не понесли кримінальної відповідальності за зменшення масштабів аварії, за відсутність рішень з евакуації населення із зони в радіусі 100 км від АЕС, за відсутність науково обґрунтованих дій із захисту населення.

Конструктивні особливості реакторів посилили масштаб аварії, тому що на другому поверсі реакторів знаходяться басейни з водою та відпрацьоване ядерне паливо. Пошкодження оболонок відпрацьованого ядерного палива та самих басейнів призвело до витоку радіоактивних відходів із цих сховищ у 1–4 реакторах;

7) особливістю аварії стало розплавлення ядерного палива та поява так званого «коріуму», який містить сплав оболонок твелів, ядерного палива, графіту, бетону. Він проплавив корпуси реакторів 1–4 та призвів до витікання води із зруйнованих реакторів 1–4. Таким чином, вода, що закачувалася до цих реакторів та басейнів, крізь тріщини та отвори

корпусів стікала у нижні приміщення станції. Вода містить значну кількість радіоактивних речовин, які при контакті зі шкірою людини призводять до появи радіоактивних опіків, що потребує подальшої ампутації певної частини тіла. Тільки у перші дні аварії 5 000 м³ такої води було злито у Тихий океан, крім того, значний об'єм радіоактивної води потрапив до довкілля;

8) десятки людей, що працювали на станції, вже отримали різні дози опромінення, ще тисячі працівників протягом десятків років отримають пошкодження генетичного коду, що впливатиме на здоров'я їх майбутніх поколінь;

9) наявність значної кількості радіоактивної води прискорює корозію металевих та залізобетонних конструкцій станції, тому нові землетруси здатні призвести до нових руйнувань пошкоджених реакторів;

10) при ліквідації наслідків аварії з'явилась значна кількість твердих радіоактивних відходів, які потребують будівництва нових сховищ радіоактивних відходів, що збільшить вартість заходів із ліквідації аварії;

11) обурення міжнародної спільноти викликає спроба японського уряду за допомогою МАГАТЕ змінити шкалу INES шляхом розширення до максимальної оцінки «9» і пропозиція аварії на Чорнобильській АЕС присвоїти рівень «9», а собі залишити оцінку «7». Насправді аварія на Фукусімі відповідає оцінці «9», а не «7»;

12) приховування масштабів та наслідків аварії для довкілля та населення керівниками компанії та керівниками японського уряду є спробою дезінформування світової спільноти та народу Японії та є злочином перед народами усього регіону.

АТОМНА ЕНЕРГЕТИКА – енергетика, яка використовує енергію радіоактивного розпаду хімічних елементів. Атомні електростанції являють собою лише частину ядерного паливного циклу, який починається з добування і збагачення уранової руди. Наступний етап – виробництво ядерного палива. Відпрацьоване в АЕС ядерне паливо іноді повторно обробляють, щоб вилучити з нього уран і плутоній. Закінчується цикл, як правило, похованням радіоактивних відходів. На кожній стадії ядерного паливного циклу в довкілля потрапляють радіоактивні речовини.

Приблизно половина всієї уранової руди видобувається відкритим способом, а інша половина – шахтним. Здобуту руду везуть на

збагачувальну фабрику, зазвичай розташовану неподалік. І рудники, і збагачувальні фабрики є джерелом забруднення навколишнього середовища радіоактивними речовинами. Збагачувальні фабрики створюють проблему довготривалого забруднення: у процесі переробки руди утворюється безліч відходів – «хвостів». Поблизу діючих збагачувальних фабрик уже накопичилися значні маси відходів, і якщо ситуація не зміниться, їх кількість зростатиме.

Такі відходи будуть залишатися радіоактивними протягом мільйонів років, коли фабрика давно припинить своє існування. Отже, відходи є головним довготривалим джерелом опромінення населення, пов'язаним з атомною енергетикою. Однак, вплив опромінення можна значно зменшити, якщо відвали заасфальтувати або покрити їх полівінілхлоридом. Звичайно, покриття необхідно буде регулярно міняти.

Урановий концентрат, що надходить зі збагачувальної фабрики, зазнає подальшого перероблення та очищення і на спеціальних заводах перетворюється на ядерне паливо. Крім того, внаслідок такої переробки утворюються газоподібні та рідкі радіоактивні відходи. Однак дози опромінення від них набагато менші, ніж на інших стадіях ядерного паливного циклу.

Останнім часом спостерігається тенденція до зменшення кількості викидів з ядерних реакторів, незважаючи на збільшення потужності АЕС. Частково це пов'язано з технічними удосконаленнями, частково – із запровадженням більш суворих заходів із радіаційного захисту.

У світовому масштабі приблизно 10% використаного на АЕС ядерного палива відправляється на переробку для вилучення урану і плутонію з метою повторного їх використання. Сьогодні у Західній Європі є лише три заводи, де займаються такою переробкою в промисловому масштабі: у Маркуле і Ла-Аге (Франція), і в Уїндськоїллі (Велика Британія). Найбільш «чистим» є завод у Маркуле, на якому здійснюється особливо суворий контроль, оскільки його стоки потрапляють до річки Рони. Відходи двох інших заводів потрапляють до моря, при цьому завод у Уїндськоїллі є набагато більшим джерелом забруднення, хоч основна частина радіоактивних матеріалів потрапляє до довкілля не при переробленні, а внаслідок корозії сховищ, у яких ядерне паливо зберігається до переробки.

Радіоактивні відходи – це вироби, матеріали, речовини і біологічні

об'єкти, забруднені радіоактивними речовинами в кількості, що перевищує величини, встановлені чинними нормами і правилами; вони не підлягають подальшому використанню в даному виробництві і в експериментальних дослідженнях. Радіоактивні відходи, що утворюються на різних стадіях паливного циклу, значно розрізняються за кількістю, хімічним та ізотопним складом, рівнем активності та агрегатним станом. Розглянемо основні джерела утворення відходів на підприємствах атомної енергетики (рис. 1), їх класифікацію і технологію перероблення.

Радіоактивні відходи, що утворюються при отриманні урану і виробництві твелів. Під час здобуття урану радіоактивними відходами є повітряні викиди з шахт, що містять аерозолі та радіоактивні гази, зокрема радон, який утворюється при розпаді ^{226}Ra , що міститься в уранових рудах. Радон виділяється при подрібненні породи і дифундує в повітря шахт. Для забезпечення допустимих концентрацій радону необхідна інтенсивна вентиляція шахт.

При потраплянні ґрунтових вод у шахту утворюються рідкі радіоактивні відходи, що містять уран, радій і продукти їх розпаду. Ці води періодично відкачують з шахт у спеціальні басейни для подальшого перероблення.

Технологія здобуття та збагачення руд матеріалів, що діляться, включає такі процеси, як дроблення, подрібнення, вилуговування і фільтрація. Як відомо, вміст урану в уранових рудах невеликий, тому велика частина переробленого рудного матеріалу скидається до хвостів, які у вигляді пульпи видаляються в спеціальні ставки – пульпосховища. Після того, як у сховищах тверді частинки осядуть на дно, освітлений розчин повертають для повторного використання в процесі вилуговування. У оборотному розчині містяться хімічні реагенти, деяка кількість ізотопів урану, а також ^{226}Ra і ^{230}Th . Багато короткоживучих радіонуклідів розпадаються за час перероблення, з довгоживучих найбільшу небезпеку становить радій. У 1 т уранової руди може міститися близько 0,5 мг радію.

У процесі перероблення уранових концентратів методами хімічного осадження і перекристалізації, екстракції, іонного обміну, з використанням летких сполук урану і так далі утворюються рідкі відходи різного хімічного складу. За ізотопним складом вони аналогічні скидним

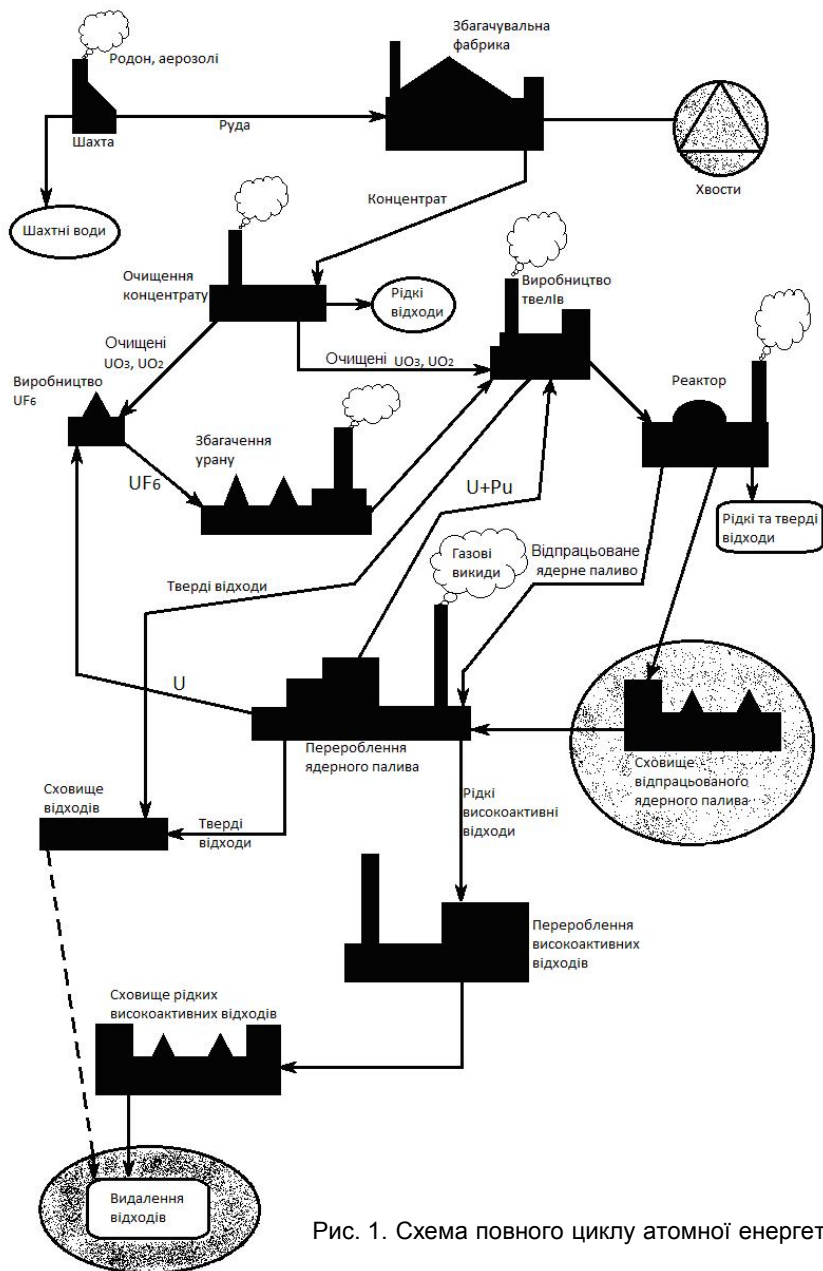


Рис. 1. Схема повного циклу атомної енергетики

розчинам збагачувальних фабрик, але містять менше радію. При екстракційному очищенні 1 т урану утворюється близько 4 м³ рідких скидних розчинів.

На субліматних і дифузійних заводах утворюються йодні хвости, до складу яких входять уран і газові викиди, що містять гексафторид урану і аерозолі. Виробництво твелів з природного і збагаченого урану пов'язане з утворенням відходів у рідкому, газоподібному і твердому вигляді, трохи забруднених ураном і його дочірніми продуктами. Це, в основному, забруднений метал, стружка та ін. Уран, що витягнутий з таких відходів, повертають до циклу.

Відходи, що виходять у процесі очищення поверхні металу і травлення, складаються зі слабких розчинів кислот (азотної, фтористоводневої), що містять невелику кількість розчиненого урану. Твердими відходами на початковій стадії ядерного паливного циклу є також відпрацьовані матеріали, що фільтрують, шлами, арматура, що вийшла з ладу, і частини устаткування, сальники і прокладки, обтиральний матеріал та ін.

Відходи початкової стадії ядерного паливного циклу не являють собою джерела великої активності, проте необхідно враховувати, що основними джерелами радіоактивності тут є α -випромінювачі. Крім того, значний об'єм складають хвости від перероблення уранової руди. Так, за даними вчених, в США до 1972 р. було накопичено близько 90 млн т подібних відходів.

Радіоактивні відходи, що утворюються при роботі реакторів. Утворення радіоактивних відходів при експлуатації реакторних установок пов'язане з реакціями розщеплювання ядер урану, плутонію і з іншими ядерними взаємодіями, що призводять до виникнення радіонуклідів. Навіть за хорошої герметичності оболонок твелів деяка частина летких продуктів ділення (РБГ, йод, тритій) може просочуватися в теплоносій і розподілятися по циркуляційному контуру АЕС, забруднюючи теплоносій і устаткування. Абсолютної герметичності твелів добитися неможливо (вважають за допустимую в середньому наявність до 0,1 % негерметичних твелів у завантаженні реактора), тому в контур потрапляють не тільки радіоактивні гази, але й інші радіонукліди (¹³⁷Cs, ¹⁴⁰Ba, ¹³¹I).

Внаслідок негерметичності циркуляційного контуру радіоактивний

теплоносії може потрапити в приміщення АЕС і розповсюдитися далі, забруднюючи як територію АЕС, так і навколишнє середовище. Природно, що велика частина радіоактивних продуктів ділення затримується в твелах і після витримки в басейні вивозиться із станції для подальшого перероблення на радіохімічних заводах. Проте, незважаючи на захисні бар'єри, що передбачаються на шляху виходу радіоактивних речовин, при експлуатації АЕС обов'язково утворюються рідкі, тверді та газоподібні радіоактивні відходи.

При нормальній роботі киплячого реактора основними радіонуклідами у відходах є ізомери Co , Mn , Cr , Fe та ін. і гази (^{13}N , ^{16}N і ^{19}d), які виходять із реактора з парою і потім із конденсаторів турбін скидаються ежектором до витяжної труби. В результаті поверхневого забруднення оболонок твелів ураном в теплоносії також з'являється незначна кількість продуктів ділення. При нормальній роботі реактора активність теплоносія становить до 10 Ки/л. У разі пошкодження оболонок твелів рівень активності може істотно зрости (до 10 Ки/л і більше).

У цілому, на АЕС утворюються такі основні види рідких радіоактивних викидів: води від спорожнення і від пошкоджень циркуляційного контуру й окремого обладнання; води промивання сорбентів систем очищення теплоносія; води від спорожнення басейнів витримки твелів; води від обмивання приміщень.

За своїм хімічним і радіохімічним складом ці води можуть істотно різнитися, і відповідно розрізняється технологія їх перероблення. У дезактиваційних і скидних водах реакторів, де як теплоносії використовують сплав свинець – вісмут, може міститися радіоактивний полоній. Тверді радіоактивні відходи на АЕС всіх типів утворюються при ремонті арматури, трубопроводів, устаткування первинних датчиків КПП, заміні фільтрів очищення води і повітря, а також зміні фільтруючих матеріалів. До них належать використані лабораторний посуд, захисний одяг, інструменти, папір, ганчірки та ін. Переведені в процесі технологічного оброблення у твердий стан рідкі радіоактивні концентрати і шлами (цементні, бітумні блоки) також є твердими відходами.

Радіоактивні відходи, що утворюються при переробленні ядерного палива. Відходи високого рівня активності утворюються в основному на радіохімічних виробництвах, що переробляють відпрацьоване ядерне паливо різних реакторів і АЕС. Високоактивні відходи

радіохімічних виробництв складають, як правило, менше 1 % загальної кількості рідких радіоактивних викидів, але саме в них сконцентровано 99 % або більше від усіх продуктів ділення, що містяться у відпрацьованому ядерному паливі.

Кількість високоактивних відходів, що утворюються при переробленні 1 т відпрацьованого ядерного палива, залежить в основному від прийнятої на заводі технологічної схеми переробки (наявність в ній операцій концентрації, нейтралізації тощо) і коливається у досить широких межах.

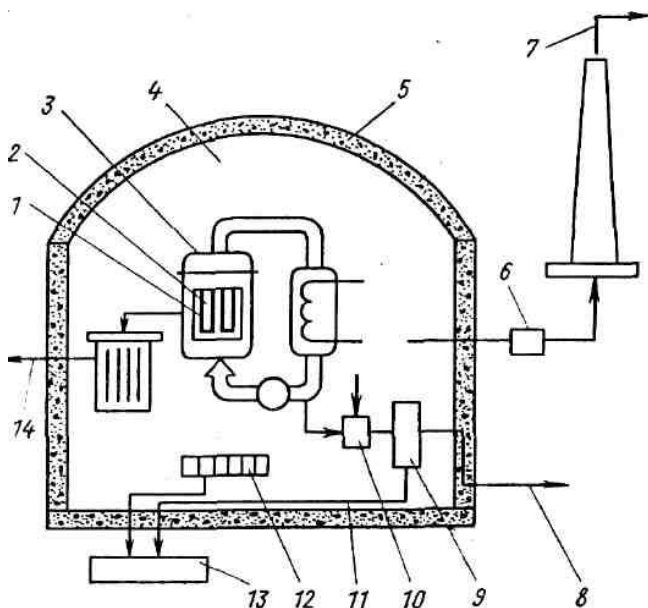


Рис. 2. Радіоактивні відходи АЕС і захисні бар'єри, що запобігають виходу радіонуклідів з реактора до навколишнього середовища:

1 – оболонка твела; 2 – ядерне паливо; 3 – корпус реактора; 4 – приміщення брудної зони; 5 – захисна оболонка; 6 – система газоочищення; 7 – викид газів через трубу; 8 – очищені води на скидання у водоймище; 9 – перероблення рідких відходів; 10 – система збору рідких відходів; 11 – рідкий концентрат на поховання; 12 – система збирання твердих відходів; 13 – сховище радіоактивних відходів; 14 – відпрацьоване ядерне паливо на перероблення

Суміш продуктів ділення у високоактивних відходах складається приблизно з 35 хімічних елементів: близько 90 радіонуклідів – продуктів ділення і 120 радіонуклідів первинних продуктів ділення, що утворюються у результаті радіоактивного розпаду (^{157}Cs , ^{137}Ba , ^{140}Ba , ^{106}Ru та ін.). Газоподібні та леткі продукти ділення вивільняються як при розчиненні ядерного палива, так і на подальших стадіях його перероблення. Основні складові газоподібних відходів – ізотопи йоду, криптону і ксенону. Найбільш довгоживучий із них – ^{85}Kr – являє собою серйозну небезпеку для навколишнього середовища.

У процесі переробки ядерного палива невелика частина ($< 0,1\%$) трансуранових елементів залишається в матеріалі оболонок, усе інше розподіляється в різних потоках рідких викидів.

Тверді відходи радіохімічних виробництв аналогічні відходам інших виробництв паливного циклу і забруднюють інструменти, матеріали, арматуру, трубопроводи, устаткування та ін. Проте в деяких випадках у твердих відходах радіохімічних заводів міститься деяка кількість урану і плутонію, що є цінними матеріалами. Тому перероблення цих відходів передбачає повернення їх в основний технологічний цикл, скорочуючи тим самим втрати урану і плутонію.

У майбутньому проблема видалення твердих відходів ускладниться через необхідність локалізації радіохімічних заводів і ядерних реакторів, що відпрацювали свій термін. Усі ці установки будуть сильно забруднені, тому їх демонтаж і поховання будуть значно ускладнені.

АУДИТ ЕКОЛОГІЧНИЙ – інструмент екологічної перевірки підприємства, який включає систематичний контроль, оцінку впливу виробничої діяльності на навколишнє середовище і заходи з природоохоронної діяльності на підприємстві шляхом упровадження екологічно чистих матеріалів і технологій.

АУТЕКОЛОГІЯ – екологічна дисципліна, що вивчає взаємини організму (виду, особини) з навколишнім середовищем.

Б

БАКТЕРИЦИД – хімічна речовина, що здатна викликати загибель бактерій.

БАКТЕРІЇ – або мікроби, мікроскопічні, частіше одноклітинні організми, широко розповсюджені у природі.

БАКТЕРІОЛОГІЧНА ЗБРОЯ (БІОЛОГІЧНА ЗБРОЯ) – зброя масового ураження, дія якої зумовлена використанням хвороботворних мікроорганізмів, що здатні спричиняти масові захворювання людей та рослин, заборонена Женевським протоколом (1925 р.) та Конвенцією ООН (1972 р.). Цей термін розуміють як засіб ураження людей, свійських тварин та посівів сільськогосподарських культур. До таких засобів належать так звані біологічні збудники хвороб: *бактерії, віруси, рикетсії та грибки*. *Бактеріальні токсини* також належать до бактеріологічної зброї.

Світ навколо людини населений величезною кількістю різноманітних мікроскопічних створінь. Вони є всюди: в повітрі, ґрунті, воді, в океанських глибинах і навіть у кризі. Постійно ми поглинаємо сотні та тисячі мікробів з повітрям, водою, їжею. На поверхні нашого тіла, в кишечнику також мешкає багато мікробів.

Одні види мікробів дають користь людині, і вона навчилася їх використовувати. Інші види мікробів спричиняють у людей, тварин та рослин різноманітні хвороби, і з ними людство веде постійну боротьбу. Такі мікроби називають хвороботворними, а хвороби, які вони спричиняють – інфекційними (заразними). Хвороботворні мікроби живуть за рахунок того організму, в якому вони мешкають.

До мікробів належать шість типів найдрібніших живих створінь: 1) *бактерії*; 2) *грибки*; 3) *найпростіші*; 4) *спірохети*; 5) *рикетсії*; 6) *віруси*. Крім того, до світу мікроорганізмів відносять *бактеріофаги*. Найбільшу кількість інфекційних захворювань спричиняють бактерії, рикетсії, грибки та віруси.

Бактерії – мікроорганізми, дуже різноманітні за формою та розміром. Серед них багато хвороботворних. Це збудники чуми, туляремії, бруцельозу, сибірської виразки, холери, правця, черевного тифу,

дизентерії та ін. Розмір бактерії становить тисячні частки міліметра (мікрони). Майже всі відомі бактерії можна вирощувати на штучних поживних середовищах (спеціальних сумішах).

Рикетсії – мікроорганізми, які займають проміжне положення між бактеріями і вірусами. Вони, як і бактерії, розмножуються простим діленням, але вони не здатні до розвитку в штучних середовищах і потребують для своєї життєдіяльності живої тканини тварини. Ці збудники спричиняють висипний тиф, лихоманку Скелястих гір, *Q*-лихоманку та інші захворювання.

Віруси – найдрібніші мікроорганізми. Розмір більшості з них – тисячні частки мікрона. Віруси вільно проходять через фільтри, які затримують бактерії. Вони не можуть зростати та розвиватися в штучних поживних середовищах. У людини віруси спричиняють грип, кір, поліомієліт, віспу, жовту лихоманку, енцефаліт та інші хвороби.

Грибки – організми різноманітної величини і форми. Розміри їх становлять від декількох до сотень мікронів. Ці мікроорганізми утворюють грибниці (міцелій) і спори. Спори грибків – засіб розмноження та розповсюдження їх у зовнішньому середовищі. Грибки добре ростуть у штучних поживних середовищах. Захворювання, які спричиняють грибки, називають мікозами.

Крім того, хвороботворні мікроби здатні виділяти отруйні речовини – токсини. Мікробні токсини визначають перебіг хвороби, а при таких хворобах, як ботулізм, дифтерія, правець – відіграють основну роль.

Усі інфекційні захворювання в умовах природного розповсюдження поділяються на такі групи:

- кишкові інфекції;
- інфекції дихальних шляхів або крапельні інфекції;
- інфекції крові;
- хвороби шкірних покривів.

З величезної кількості мікроорганізмів, які є в природі, мають воєнне значення лише ті, які будуть задовольняти визначеним умовам, або відповідати певним вимогам. Однією з перших вимог називають здатність мікроба спричиняти інфекційне захворювання – патогенність. Інша важлива вимога – ефективність дії збудника. Вона включає в себе тривалість інкубаційного періоду, важкість та тривалість перебігу хвороби та одужання, кількість смертельних випадків.

Найповніше відповідають цим вимогам збудники таких захворювань:

- чуми, сибірської виразки, сапу, туляремії, бруцельозу, холери – їх спричиняють бактерії;
- натуральної віспи, лихоманки Денге, жовтої лихоманки – їх спричиняють віруси;
- висипного тифу, *Q*-лихоманки, плямистої лихоманки Скелястих гір – їх спричиняють рикетсії;
- кокцидіодомікозу, покардіозу, бластомікозу – грибки;
- токсин ботулізму.

Основні шляхи штучного розповсюдження хвороботворних мікробів – утворення аерозолів, використання носіїв (комах і кліщів), а також пряме зараження повітря в приміщеннях, продуктів харчування та джерел водопостачання шляхом здійснення диверсій та терактів. За висновками спеціалістів, основним шляхом розповсюдження бактеріальних засобів є утворення аерозолів. Вони можуть бути утворені за допомогою біологічних боєприпасів вибухової дії, механічних генераторів та розпилювачів.

Розглянемо особливості біологічного забруднення довкілля, яке нас оточує у сучасному світі.

Стійкість ряду мікроорганізмів до заморожування і нагрівання набагато перевершує стійкість інших живих істот. Низькі температури зазвичай не убивають мікроорганізми, але затримують їхній розвиток і розмноження. Деякі види бактерій, що живуть у північних морях, можуть розмножуватися при температурі мінус 6 °С. Багато мікроорганізмів зберігають життєздатність при температурах, близьких до абсолютного нуля. Експериментально встановлено, що у рідкому гелії при температурі мінус 269,5 °С бактерії не гинуть протягом трьох годин. Бактеріальні спори здатні до проростання після десятигодинного перебування у рідкому водні (при температурі мінус 252 °С); бактерії черевного тифу протягом двох годин залишаються життєздатними при температурі мінус 252 °С; кишкова паличка переносить двадцятигодинну експозицію у рідкому повітрі (від мінус 172 °С до мінус 90 °С).

Вхідними воротами для мікроорганізмів служать органи і системи людини, що мають прямий контакт із зовнішнім середовищем: шкіра, слизові оболонки і порожнини організму. Однак, не всі мікроби, що потрапили ззовні, стають нашими постійними супутниками: не зна-

йшовши прийняттого харчування або зустрівши опір мікробів-антагоністів, вони не приживаються в організмі і проходять транзитом. Ті ж, для яких умови спільного проживання виявляються прийнятними, поєднуються у «спільноту», що здатна до саморегуляції.

Механізм проживання в організмі людини виглядає так: для того щоб мікроорганізм не був відірваний, він повинен надійно приєднатися до тканини або слизової, утворивши плазматичний місток. Цей процес можливий тільки у тому випадку, якщо поверхневі структури мікроорганізму ідеально відповідають епітелію клітин, що вистилають обраний ними орган. Тобто взаємодіючі мікроби і клітини людського організму повинні підходити один до одного, як ключ до замка, – це основний чинник у процесі колонізації. Але це ще не все. Наступним випробуванням є те, що мікробові необхідно вистояти проти секретій (виділень) епітелію, шлунка, печінки і підшлункової залози.

У ході колонізації формується нормальна мікрофлора людини, повноправними членами якої є зовнішнє середовище, мікроорганізми і, власне, сама людина. Кількість мікробних клітин, що входять у цю систему, перевищує число клітин всіх органів і тканин, разом узятих, і становить близько 3 кг ваги дорослої людини. Усі мікроорганізми, з якими ми зустрічаємося на своєму життєвому шляху, можна розділити на чотири групи, перші три з яких утворюють нормальну мікрофлору макроорганізму.

Перша група – головна – містить у собі постійних мікробів, перебування яких в організмі є не просто бажаним, але й необхідним. Вони беруть участь у розщепленні та засвоєнні живильних речовин, у синтезі вітамінів, а також виконують ще і захисну функцію, перешкоджаючи проникненню і розселенню патогенних мікробів.

Друга група – транзитна – містить у собі мікроби, перебування яких в організмі має тимчасовий характер.

До третьої групи належать умовно-патогенні мікроорганізми. Вони, як правило, завжди є в наявності в організмі людини, знаходячись у стані рівноваги з мікробами нормальної мікрофлори, хоча при ослабленні імунітету цілком здатні ускладнювати характер інших захворювань і навіть ставати їхніми першоджерелами. Так, наприклад, постійні представники мікрофлори людини – стафілококи – при пораненні шкірних покривів здатні стати причиною запального процесу.

Четверта група мікроорганізмів не може бути віднесена до нормальної мікрофлори людини. До неї входять безумовно патогенні мікроби, що спричиняють інфекційні захворювання. Поява і розвиток цих мікроорганізмів значною мірою залежить від індивідуальних особливостей обміну речовин і стану імунітету людини, а також властивостей і сили інфекції. Проникнення патогенних мікробів може відбуватися самими різними способами. Найчастіше небезпечні «вороги» потрапляють в наш організм повітряно-краплинним шляхом. Так поширюються грип та інші респіраторні вірусні захворювання, наприклад, бактерії чуми і різні види найпростіших. Нерідко мікроби знаходять притулок через недотримання людиною правил особистої гігієни, недбале готування їжі. Іноді мікроорганізми передаються при безпосередньому контакті з хворими людьми або тваринами. Активну участь у поширенні патогенних мікробів беруть комахи і членистоногі – комарі, кліщі, воші, що стають рознощиками малярії, корости, тифу. Деякі паразити, такі, як коростяні кліщі, здатні проникати в організм навіть через неушкоджену шкіру. Значне число патогенних мікробів передається статевим шляхом. Також чимало інфекцій, здатних потрапити в організм людини під час процесу переливання крові.

Отже, можна зробити висновок: щоб уникнути вторгнення більшості «незваних гостей», досить дотримуватися елементарних норм гігієни.

Більш за все у нашому організмі *біфідобактерій*. Вони складають близько 90 % усіх мікроорганізмів, що входять до складу нормальної мікрофлори людини. Значення біфідобактерій для організму важко переоцінити. Вони виробляють органічні жирні кислоти, що стають бар'єром для проникнення в наш організм патогенних мікробів і токсинів. Крім того, біфідобактерії синтезують такі найважливіші речовини, як амінокислоти, білки, вітаміни групи *K* і *B*. А ще вони підсилюють кишкове травлення, процеси всмоктування іонів кальцію, заліза, вітаміну *D*, регулюють функції клітинного імунітету, стимулюють утворення інтерферону і навіть розкладають деякі канцерогени, хоча треба відмітити, що з віком кількість цих «животворних» бактерій зменшується. Недавно виявлена ще одна дивна особливість біфідобактерій: виявляється, вони здатні впливати на жировий обмін організму і знижувати рівень вмісту холестерину в крові.

Ще одна група мікроорганізмів, без яких людині не обійтися, –

лактобактерії, що постійно живуть у шлунково-кишковому тракті та вульво-вагінальній ділянці. У процесі життєдіяльності вони взаємодіють з умовно-патогенними, гнильними і гноєтворними організмами, зокрема зі збудниками гострих кишкових інфекцій, придушуючи їх. При нормальному обміні речовин лактобактерії синтезують молочну кислоту, перекис водню, продукують речовини з антибіотичною активністю. Лактобактерії шлунку і тонкої кишки є основною мікробіотичною ланкою формування колонізаційної резистентності. Це означає, що вони сприяють формуванню стійкої мікрофлори.

Не менш важливі функції виконують інші представники кишкової флори – *колибактерії*, що беруть участь у синтезі та всмоктуванні вітамінів, а також відповідають за противірусний імунітет. Найвідомішим представником колибактерій є кишкова паличка – єдина з мікроорганізмів нормальної флори кишечника, здатна розмножуватися лише у кисневому середовищі. Чисельність кишкової палички в організмі людини – важливий показник його здоров'я. Так, якщо її кількість нижче норми, то можна припустити, що в кишечнику присутні більш сильні конкуренти у боротьбі за кисень, наприклад, глисти. Наявність цих трьох корисних бактерій, представлених декількома видами, особливо важлива для збереження здоров'я людини.

У дорослої людини склад мікрофлори досить стабільний, хоча іноді відбуваються деякі його зміни, пов'язані з переходом на незвичне для цієї людини харчування, зі збільшенням фізичного навантаження або зі зміною соціально-побутових умов. Такі зміни, як правило, мають тимчасовий характер, тому вони легко усуваються і не завдають шкоди здоров'ю. Однак існує маса причин, наприклад, стрес, інфекційні захворювання, хіміо- і променева терапії, отруєння, голодування або приймання ліків, здатних вивести цю тонко організовану систему з рівноваги, що може призвести до дисбактеріозу. Патологія органів травного тракту, артрити, злоякісні новоутворення, карієс, ниркові хвороби, дерматити, алергія – і це далеко не повний перелік захворювань, що можуть стати наслідком порушення видового і кількісного складу мікрофлори.

Уперше термін «дисбактеріоз», що означав зміну кількості кишкової палички, був уведений у 1916 р. німецьким лікарем А. Ниссле. Сучасні клініцисти це поняття розширили, розуміючи дисбактеріоз як якісні зміни

бактеріальної мікрофлори людського організму, пов'язані з ослабленням опірності слизових оболонок. У результаті деякі види бактерій одержують переваги для зростання і розмноження та займають домінуюче положення. Зміни мікрофлори можуть мати різний характер. На першому етапі дисбактеріоз виражається лише в зменшенні кількості корисної мікрофлори. Розвиток дисбактеріозу визначається тенденцією до переваги шкідливих (умовно патогенних) бактерій. Нарешті, важкі форми дисбактеріозу реєструються при виявленні в аналізах патогенних мікроорганізмів у великій кількості. До постійних мешканців ротової порожнини належать понад 100 видів бактерій. Основні колонії розростаються в місцях, захищених від механічного втручання. Основні колонії утворюють аеробні та анаеробні форми, непатогенні бактерії, спірохети, кисломолочні бактерії тощо. У людей, звичних гризти нігті, олівці, ручки або дужки окулярів, їх і того більше. У ясневих кишеньках мікробна популяція досягає 1 010 КОЕ/мл (КОЕ – показник колонієстворюючих життєздатних мікроорганізмів в одиниці об'єму). Навіть на добре вичищених зубах через дві години можна знайти мільйони мікроорганізмів, причому не тільки корисних. Величезна кількість «мешканців» пояснюється ідеальними умовами проживання, адже тут завжди волого, постійно надходять живильні речовини, до того ж – і оптимальна для розмноження температура – 36,6 °С. У слині бактерії виявляються в концентрації 108–110 КОЕ/мл, біля половини з них – анаероби. На слизовій оболонці рота знайшли притулок стафілококи, нейссерії, що зеленять стрептококи. Щільність кожного з видів становить 102–103 КОЕ/мм². Мікрофлора стравоходу представлена мікроорганізмами ротової порожнини.

Мікробний світ шлунку невеликий. В основному, тут можна «зустріти» лактобацил, стрептококів, хелікобактерій та дріжджеподібних грибів, стійких до впливу кислоти. Концентрація кожної видової колонії не перевищує 102–103 КОЕ/мл.

Мікробний світ кишечника, загальна площа якого 200 м², у різних відділах виглядає неоднаково. Так, у тонкому кишечнику в нормі утримується не більше 104–106 КОЕ/мл. В основному, це лактобацили, кишкова паличка, стрептококи і анаеробні бактерії. У товстій кишці спостерігається найбільш високий ступінь присутності мікроорганізмів. Тут домінують біфідобактерії та лактобактерії.

Бактерії слизових оболонок ока представлені колоніями стафілококів, мікроплазми і коринебактерій. Мікроорганізми дихальних шляхів зосереджені у носовій порожнині. Це гемолітичні мікрококи, стафілококи, стрептококи тощо. У бронхах і легенях мікробів за нормою немає. Нирки і сечоводи в нормі стерильні. В уретрі – стрептококи, коринебактерії, гриби *Candida*, *Torulopsis*, *Geotrichum* тощо.

Мікрофлора неоднорідна. Вона специфічна для кожної ділянки організму, однак може мінятися залежно від багатьох умов, як то: географічні та соціальні, характер харчування, вік, стать тощо. Нормальна мікрофлора шкіри представлена аеробними і анаеробними бактеріями. Більшість цих бактерій колонізують верхній шар клітин поверхневого епітелію.

Якщо два або більше живих організмів співіснують, то вони постійно впливають один на одного. При цьому взаємний вплив людини і паразита зводиться до трьох можливостей: 1) між людиною і паразитом установлюється динамічна рівновага; 2) іноді шкідливий вплив паразита на хазяїна такий великий, що призводить до загибелі останнього; 3) організм хазяїна бореться з паразитом і нарешті знищує його.

Людина протистоїть «незваному гостеві», у першу чергу, навіть не розібравшись в особливостях паразита, організм вводить неспецифічні засоби захисту – ферменти і намагається нейтралізувати вплив чужого мікроба. Наступним етапом є розгортання багаторівневої «оборони» на клітинному, тканинному рівнях. Людина може реагувати зміною форми і структури уражених клітин. На тканинному рівні вона прагне ізолювати паразита від здорової тканини. Наприклад, при потраплянні у головний мозок або печінку личинкової форми стрічкового гельмінта навколо нього розвивається запальний процес, що супроводжується утворенням капсули. Тканинний рівень включає також судинні реакції, процеси відкладення солей кальцію. На рівні захисту організму стає імунна система.

Відомо, що близько 80% захворювань спричиняють *віруси* (від лат. *virus* – отрута) – дрібні частинки, що проникають у клітину і змушують її працювати на себе. Людство навчилось захищатись за допомогою щеплень, намагаючись виштовхувати «подібне подібним». У травні 1881 р. французький учений Л. Пастер запросив на ферму в Пуїльє-ле-Фор численних гостей – учених, політиків, журналістів – і на їх очах

зробив щеплення від сибірської виразки 30 вівцям і 5 коровам (стільки ж тварин не були вакциновані). Наприкінці травня худобу заразили сибірською виразкою. Через два дні в живих залишилися тільки ті, що були щеплені. Згодом російський дослідник Ілля Мечніков (1845–1916 рр.), якого називають батьком імунології, так сформулював *принципи Пастера*: «По-перше, потрібно досягти розмноження цієї бактерії; по-друге, знайти спосіб її достатнього ослаблення і, по-третє, встановити ступінь сили ослаблених культур, потрібний для запобігання від зарази».

Разом з пошуком збудників хвороб і способів захисту від них лікарів, учених хвилювало питання: чому і як саме організм бореться з інфекціями? Родоначальниками імунології визнано Іллю Мечнікова і Пауля Ерліха. І. Мечніков вважав, що від чужорідного втручання організми захищають фагоцити (білі кров'яні тільця). Міркування вченого були такі: жодне захворювання, спричинене хвороботворними мікробами, не обходиться без запалення, і якщо розгадати сутність запалення, то відкриється і спосіб, завдяки якому організм бореться з мікробами. Назустріч мікробам рухаються блукаючі клітини-захисники, після чого починається запекла боротьба: людину «морозить», піднімається температура, і в тому випадку, якщо фагоцити (від давньогрец. *фаго* – пожираю, *цитоз* – клітина) спроможні перемогти мікроби, то пацієнт видужує. Свої ідеї у 1883 р. І. Мечніков вперше обнародував на з'їзді натуралістів і лікарів в Одесі.

У своїй доповіді «Цілющі сили організму» він сказав: «Учені давно звернули увагу на той факт, що люди, незважаючи на те, що щохвилини проковтують і вдихають мільйони хвороботворних бактерій, не завжди занедужують, заражаються. Мабуть, і в тілі людини є клітини, схожі на амеб, які здатні поїдати і тим знешкоджувати наших ворогів. Ці клітини живуть у крові людини і відомі під назвою «білі кров'яні тільця». Явища запобіжного щеплення, ймовірно, зведуться до особливостей спроможності травлення цілющих клітин; спроможності, що, як нам відомо з досвіду, піддаватися надзвичайним, до капризу індивідуальним коливанням». Від нижчих тварин І. Мечніков перейшов до вивчення ссавців і помітив, що білі кров'яні тільця вакцинованого кролика справляються з мікробами сибірської виразки, а не вакцинованого – не встигають. Отже, він зробив висновок: імунітет залежить від ступеня «дресирування» фагоцитів.

На противагу фагоцитарній теорії Пауль Ерліх стверджував, що мікробів знищують не фагоцити, а кров'яна сироватка та інші тканинні рідини організму. Однак, як з'ясувалося, праві були обидва. У 1908 р. І. Мечников і П. Ерліх одержали Нобелівську премію в галузі медицини.

ФІЗИЧНІ СПОСОБИ БОРОТЬБИ ПРОТИ МІКРООРГАНІЗМІВ.

Серед багатьох способів знищення мікроорганізмів є багато надійних фізичних методів. Наприклад, багато видів мікроорганізмів високо-чутливі до нагрівання. Існує три основних фактори, що впливають на стійкість мікроорганізмів до нагрівання: а) природна стійкість; б) вплив навколишніх умов під час зростання і утворення спор (температура інкубації, склад живильного середовища тощо); в) вплив навколишніх умов під час нагрівання мікроорганізмів (рН, наявність хімічних домішок та інших розчинних органічних і неорганічних сполук). Так, наприклад, віруси малостійкі до підвищених температур, більшість з них інактивується протягом 20 хв при температурах від 50 до 60 °С. За даними вчених, вірус гепатиту гине при нагріванні на водяній бані при 60 °С через 90 хв, при 70 °С – через 60 хв, при 80 °С – через 10 хв і при 100 °С – через 5 хв.

Вірус інфекційного гепатиту може витримати близько 10 год при 60 °С. У зв'язку з цим звичайний метод стерилізації шприців, голок та інших хірургічних інструментів у киплячій воді при короткій експозиції вважається недостатнім. Жоден патогенний мікроорганізм не витримує нагрівання протягом декількох хвилин при 80 °С. Ряд непатогенних мікроорганізмів витримує більш високі температури, ніж 80–100 °С. Так, наприклад, порівняно невелика група термофільних бактерій здатна розвиватися при 70 °С.

У практиці часто користуються терміном «час (точка) загибелі», маючи на увазі найнижчу температуру, за якої мікроорганізми гинуть у воді через 10 хв. Час загибелі спор знаходиться в чіткій залежності від температури; при підвищенні температури на 10 °С (у межах 100–135 °С) час загибелі скорочується у 8–10 разів. Так, наприклад, якщо при 100 °С спори гинуть через 20 год, при 110 °С ці ж спори загинуть через 2,5 год, при 115 °С – через 51 хв, при 120 °С – через 15 хв, при 125 °С – через 4–6 хв, а при 130 °С – через 2–4 хв. У 1954 р. були виділені з землі термофільні спори, що витримують вплив пари при 120 °С до 6 год, а при 134 °С – до 20 хв.

Важливу роль при дії гарячого повітря на мікроорганізми відіграють як температура, так і зміст води в клітині, що впливає на час дії тепла. Крім того, має значення поверхня, на якій знаходяться мікроорганізми, а також газовий склад навколишнього середовища. Час термічної загибелі для сухого жару є значно тривалішим за час термічної загибелі для вологого тепла за тієї ж самої температури.

Результати багатьох досліджень, проведених як з вегетативними, так і зі споровими формами мікроорганізмів, показали, поза всяким сумнівом, що мікроби значно стійкіші до сухого тепла, ніж до вологого. Якщо стерилізували рідину, що містить збудників інфекційних захворювань, фільтри, перш ніж викинути, дезінфікують будь-яким методом. Частіше за все їх стерилізують в автоклаві при 120 °C протягом 30 хв.

Одним із надійних серед фізичних методів є також спосіб механічного фільтрування повітря або води. Шляхом фільтрування можна цілком очистити повітря та воду не тільки від забруднюючих частинок, але й від мікроорганізмів. Сучасні приміщення, повітря яких має бути захищеним від мікроорганізмів, обладнуються припливно-витяжною вентиляцією, що має установки для знезаражування і фільтрування повітря. У нашій країні високу оцінку одержали фільтри з матеріалу Петрянова – ФПП-15, адже вони забезпечують затримку до 99,999 % мікробів, зважених у пропущеному крізь фільтр повітрі.

Найперспективнішим зі способів дезінфекції повітря в приміщенні за умов присутності або відсутності людей є застосування ультрафіолетових променів. Оцінку ефективності знезаражування повітря препаратами і ультрафіолетовими променями роблять на підставі зниження мікрофлори в повітрі. Засіб вважають ефективним, якщо через 10–15 хв кількість мікроорганізмів у повітрі знижується більше, ніж на 10%.

Спектр ультрафіолетових променів розташований між короткохвильовим кінцем видимого спектра і довгохвильовою частиною рентгенівських променів. Ультрафіолетову радіацію умовно поділяють на кілька ділянок: ближні ультрафіолетові промені (4 000–3 200 Å), середні (3 200–2 750 Å), далекі (2 750–1 850 Å) і вакуумні (1 850–20 Å). Ультрафіолетові промені вперше були виявлені у 1801 р. П. Риттером і У. Воластоном у сонячному спектрі (за фіолетовим його кінцем) за їх

хімічною дією на хлористе срібло. Ультрафіолетові промені – невидиме оком електромагнітне випромінювання з довжиною хвилі 20–4 000 Å ($1 \text{ Å} = 10^{-8} \text{ см}$) – випускаються окремими збудженими атомами і молекулами при їх переході в незбуджений стан.

Близько 80 років тому вперше була виявлена бактерицидна дія сонячних променів; тоді ж було доведено, що цей ефект викликається короткохвильовими ультрафіолетовими променями сонячного спектру. Сонце є могутнім чинником зниження забруднень патогенними мікроорганізмами зовнішнього середовища в населених місцях – воді, ґрунті, повітрі.

Велике практичне значення має бактерицидний ефект ультрафіолетової радіації в межах довжини хвилі від 2 000 до 1 000 Å. Максимум бактерицидної дії припадає на ділянку 2 540–2 570 Å. Бактерицидні властивості притаманні тільки тим променям, що адсорбуються протоплазмою.

За бактерицидними властивостями ультрафіолетові промені значно поступаються рентгенівським променям. При використанні ультрафіолетових променів потрібно у 100 разів більше енергії для загибелі бактерії порівняно з рентгенівськими променями.

Оскільки довжина ультрафіолетового променя близька до видимого світла, то енергія кванта випромінювання його невелика, тому й сила проникнення є значно меншою від інших електромагнітних випромінювань з більш короткою хвилею.

Механізм дії ультрафіолетових променів близький до іонізації, тобто спочатку шляхом передачі додаткової енергії атомам останні переходять у збуджений стан, за якого електрони можуть виявитися вибитими зі своєї орбіти. Оскільки такий електрон заряджений частинкою, то він іонізує найближчі атоми і молекули. Досить легко іонізуються великі молекули, що за своїми розмірами приблизно рівні молекулам протеїну. Іонізація призводить до зміни дисперсності клітинних колоїдів, до переходу частинок з малою колоїдною поверхнею в частинки з більшою колоїдною поверхнею – від альбумінів до глобулінів і, нарешті, до фібрину, тобто до згортання (коагуляції). Оскільки ультрафіолетові промені коагулюють колоїди, то поверхня клітини стає більш проникною для іонів навколишнього середовища. Бактерицидна дія, імовірно, пов'язана з нуклеїновими кислотами, особливо з дезоксирибонуклеїною

кислотою, а також із будовою клітини. Первісна дія полягає у тому, що затримується дихання клітини. Основною реакцією, імовірно, є окислювання сульфгідрильних груп, що викликає інактивацію нуклеотизади.

Для загибелі 90% мікроорганізмів необхідна така енергія ультрафіолетових промінів, виражена в мікроватах за секунду на 1 см²: для палички сибірської виразки – 4,52; палички віспи – 6, для її спор – 12; паратифозної палички – 3,2; бактерій дизентерії – 1,68; кишкової палички – 3; протеї – 2,64; білого стафілокока – 1,84; золотавого стафілокока – 2,28–4,95; зеленавого стрептокока – 2; сардини – 19,7; дифтерійної палички – 3,37. Отже, патогенні бактерії, що мають практичне значення, на 90 % гинуть при ультрафіолетовому опроміненні 1,5–5 мкВ на 1 см². Із вегетативних форм мікроорганізмів найрезистентнішою до ультрафіолетових променів є мікобактерія туберкульозу. При дії на спори потрібно у 40 разів більше ультрафіолетової радіації, ніж для загибелі вегетативних форм.

ХІМІЧНІ ЗАСОБИ БОРОТЬБИ З МІКРООРГАНІЗМАМИ. Труднощі дезінфекції повітря хімічними засобами в присутності людей полягають у тому, що препарати, які використовуються, мають бути насамперед нетоксичними для людей, навіть за тривалого їх перебування у контакті з дихальними шляхами, і в той же час вони мають бути токсичними для мікроорганізмів: вони мають бути невидимими, мати вибірккову токсичність, не дратувати очі, шкіру, легені, слизові оболонки. Вони не повинні мати неприємний запах, не руйнувати метали, не псувати обстановку, не спалахувати, бути стійкими до окислення. Крім того, хімічні засоби повинні добре розчинятися у воді. Їхні пари повинні мати низький тиск, тобто бути здатними у невеликих кількостях створювати насичення повітря і, найголовніше, мати високі бактерицидні властивості. Дослідження в лабораторних і практичних умовах показали високу ефективність туманів, що створюються розпиленням препаратів хлору у вигляді проясненого розчину хлорного вапна або хлораміну. Загибель мікроорганізмів у повітрі досягається через 10–20 хв при концентрації 1 м активного хлору на 15–20 м³ повітря.

Для дезінфекції повітря рекомендують озон у концентрації 0,3–0,83 частини на 1 млн частин повітря. Проте, у зв'язку з високою токсичністю озон не може бути використаний для цих цілей у присутності людей.

Усі запропоновані препарати для дезінфекції повітря приміщень у присутності людей не знайшли широкого практичного застосування.

Останнім часом для періодичного зниження кількості мікроорганізмів у повітрі рекомендовані аерозолі перекису водню і деяких інших хімічних засобів. Такі засоби промисловість виготовляє, упаковуючи їх у балони місткістю 0,2–1,0 л, що називають аерозольними балонами. Вони містять фреон, розчинник і бактерицид або іншу речовину (фарбу, лак, інсектицид тощо).

Принцип дії аерозольного балона полягає в тому, що поміщений в упаковку препарат (або його розчинник), змішаний з рідиною, що евакує (зазвичай сумішшю фреонів), під тиском насиченої пари останньої (що знаходяться в балоні над рідиною), при натисканні пальцем на голівку із силою виштовхується з балона. В атмосфері носій стає перегрітим (фреон № 12 кипить при температурі 29,8 °C) і бурхливо скипає, а речовина (бактерицид), винесена з балона, розпадається на дрібні краплі. При цьому фреон випаровується, а бактерицид утворює аерозоль.

Аерозольні балони з бактерицидами можуть бути використані для знезаражування повітря в присутності людей. Вони можуть бути використані також і для дезінфекції поверхонь. При дезінфекції приміщень використовують 2% розчин хлораміну, 3% розчин фенолу. Одним із кращих препаратів виявився перекис водню, що має бактерицидні, спороцидні і вируліцидні властивості. Перекис водню ефективний стосовно вегетативних мікроорганізмів у 3–5% концентрації, стосовно спорових – у 5–6% концентрації з 0,5% поверхнево активної речовини (мийних порошків) і щодо вірусів – у 1–5% концентрації. Обробка поверхонь, інфікованих вегетативними і споровими формами мікроорганізмів, методом протирання за норми витрат 100–200 мл/м² забезпечує зниження кількості мікробів більш ніж на 99,9 % при однократному протиранні поверхонь типу кахлю і скла і при дворазовому – дерева. Перекис водню з мийним засобом не змінює дерев'яні пофарбовані і незабарвлені поверхні, пластичні і полімерні матеріали, щільні гуми і ряд металів. Підвищення температури її розчинів до 50 °C підсилює активність цієї суміші щодо мікроорганізмів приблизно в 2 рази.

Для цих же цілей може бути використаний формальдегід. При розпиленні формальдегіду з розрахунку 16 мг/м³ досягається майже

повна загибель мікроорганізмів на поверхнях. Недоліком формальдегіду є те, що після його використання необхідно проводити дегазацію нашатирним спиртом з розрахунку в половинному розмірі порівняно з кількістю використаного формаліну.

У концентрації 90 г/м³ може бути використаний окис етилену для дезінфекції та стерилізації невеликих приміщень при експозиції 12–18 год, але вона вибухонебезпечна за наявності у повітрі в межах 3% і вище.

У сучасному світі вчені продовжують пошук нових способів захисту від небезпечних мікроорганізмів.

БАКТЕРІОФАГ – (що пожирає бактерії) вірус, що спричиняє загибель бактерій та інших мікроорганізмів. Розповсюджуються **Б.** в організмі людини і тварин, в рослинах, ґрунті, водоймищах, стічних водах і т. ін. **Б.** ґрунтових мікроорганізмів впливають на мікробіологічні процеси в ґрунтах. Деякі **Б.** широко використовували для профілактики і лікування різних інфекційних хвороб людини (дизентерії, холери, чуми, стафілококових та інших інфекцій). З поширенням антибіотиків застосування **Б.** з лікувальною метою звузилося. Нарівні з позитивною роллю **Б.** можуть шкодити виробництву антибіотиків, амінокислот, молочних продуктів, бактерійних добрив тощо. Віруси бактерій, що здатні спричиняти їх загибель, за спектром дії поділяються на монофаги (діють тільки на певний вид бактерій) і поліфаги (діють на декілька видів бактерій).

БАКТЕРІОЦИД – хімічна речовина органічного походження, яка вбиває бактерії.

«БАР’ЄР ЗВУКОВИЙ» – умовна назва швидкості звуку в атмосфері (при 0 °С – 331,8 м/с), перевищення якої тілом, що рухається, спричиняє утворення потужної ударної хвилі.

БАРИТОБЕТОН – особливо важкий бетон, у якому наповнювачем служить мінерал барит BaSO₄ або баритова руда, або їх суміш з металами. Застосовується для захисту сховищ від радіоактивного випромінювання. Для захисту приміщень від рентгенівського випромінювання використовують баритову штукатурку.

БЕЗПЕКА ЕКОЛОГІЧНА – це наука, яка вивчає сучасні системи фізичного, хімічного, біологічного, юридичного, економічного та інших видів захисту людини у комплексі зі складовими його екосистеми.

БЕЗПЕКА ПРАЦІ – стан умов праці, за яких виключений вплив на працівників небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

БЕЗПЕКА РАДІАЦІЙНА – стан захищеності особи, суспільства від дії іонізуючого випромінювання.

БЕКЕРЕЛЬ (Бк) – системна одиниця активності радіонукліда. Являє собою активність радіонукліда, у якому протягом однієї секунди відбувається один акт розпаду. У тисячу разів більша одиниця – кілобекерель (кБк), у мільйон – мегабекерель (МБк). $1 \text{ Бк} = 2,703 \cdot 10^{-11} \text{ Кі}$.

БЕНЗАПРЕН – індикаторна речовина для всієї групи канцерогенних поліциклічних ароматичних вуглеводнів, що має найбільшу стабільність серед них і водночас найсильніша канцерогенна речовина з тих, які зустрічаються у навколишньому середовищі. Тому визначення наявності канцерогенних ароматичних вуглеводнів відбувається, як правило, за рівнем **Б**.

БЕР (БІОЛОГІЧНИЙ ЕКВІВАЛЕНТ РЕНТГЕНУ) – поза-системна одиниця еквівалентної дози іонізуючого випромінювання. $1 \text{ бер} = 0,01 \text{ Зв}$. Враховує біологічну дію кожного виду випромінювання.

БЕТА-ВИПРОМІНЮВАННЯ – випромінювання, що складається з негативно або позитивно заряджених електронів або позитронів і утворюється при радіоактивному розпаді ядер або нестійких частинок.

БЕТА-РОЗПАД – радіоактивне перетворення нейтронів або протонів у атомних ядрах на протон, електрон і антинейтрино (при β -негативному розпаді) або на нейтрон, позитрон та нейтрино (при β -позитивному розпаді).

БЕТА-ЧАСТИНКА – іонізуюча частинка, що являє собою електрон або позитрон, які випускаються атомним ядром у процесі бета-перетворення або внаслідок розпаду нестійких частинок.

БІНАРНІ СИСТЕМИ ХІМІЧНОЇ ЗБРОЇ – компоненти боєприпасів, що являють собою особливу сполуку або хімічну суміш, яка підібрана таким чином, що при перемішуванні складу обох контейнерів у боєприпасі стрімко утворюється високотоксична технічна отруйна речовина. Кілька таких бінарних сумішей розроблено для отруєння питної води. У воду вводять одну безпечну хімічну речовину, за деякий час – другу. Далі вони з'єднуються в організмі і спричиняють смерть людини.

БІОАКУМУЛЯЦІЯ – накопичення в організмах потенційно токсичних речовин, що поступають з їжею, або поглинутих із навколишнього середовища, які не розкладаються і не виводяться зворотно.

БІОГАЗ – суміш газів (приблизний склад: метан – 55–65%; вуглекислий газ – 35–45%; домішки нітрогену, гідрогену, кисню та сірководню), що утворюється у процесі розкладу органічних відходів бактеріями. Привертає до себе увагу у зв'язку з енергетичною кризою. Застосовується як паливо.

БІОГЕНЕТИЧНИЙ ЗАКОН – закон, за яким індивідуальний розвиток осіб (онтогенез) є коротким і видозміненим повторенням найважливіших етапів історичного розвитку виду. Прикладом біогенетичного закону є рибоподібна форма зародків ссавців, птахів та плазунів у перші дні або тижні їх розвитку і наявність у них зябрових щілин. Біогенетичний закон сформульований у 1866 році Е. Геккелем. Частина дослідників припускає, що розвиток біосфери на планеті також є повторенням розвитку живих істот, які були занесені на Землю з інших небесних тіл.

БІОГЕННІ ЕЛЕМЕНТИ – хімічні елементи, що містяться у земній корі і постійно входять до складу живих організмів. В організмах 99% маси клітини складають кисень 70%, гідроген – 18%, карбон – 10%. Нітроген, калій, фосфор, магній та інші елементи, що входять до складу клітин, називаються мікроелементами.

БІОГЕОЦЕНОЗ – історично сформований взаємозалежний комплекс живих та неживих компонентів певної ділянки земної поверхні, що пов'язані між собою обміном речовин та енергій. Термін «біогеоценоз» запропонував В. М. Сукачов.

БІОІНДИКАТОРИ – організми, присутність, кількість або інтенсивний розвиток яких є показниками певних природних процесів або умов зовнішнього середовища. Наприклад, за допомогою біоіндикаторів оцінюють ступінь забруднення водоймищ, якість ґрунтів тощо.

БІОІНДИКАЦІЯ – визначення хімічно небезпечних забруднень на основі реакцій на них живих організмів та їх угруповань.

БІОЛОГІЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ – властивість живих організмів утворювати і накопичувати органічну речовину в екосистемах.

Б. п. характеризує темп утворення біомаси (на одиницю площі, в одиницю часу).

БІОЛОГІЧНЕ ВИВЕДЕННЯ – процес зменшення концентрації радіоактивного ізотопу в тканині, органі або організмі у цілому в результаті постійного обміну речовин. За типом зосередженості в організмі виділяють такі радіоактивні елементи:

- накопичені у захисних клітинах організму – ванадій, вольфрам, гафній, аурум, іридій, лантаноїди, марган, купрум, нікол, ніобій, осмій, платина, полоній, паладій, рутеній, родій, аргентум, тантал, хром;
- накопичені у кістковій тканині – барій, берилій, кальцій, станум, радій, плумбум, стронцій, цирконій;
- накопичені у клітинах крові – ферум, кобальт, селен, стибіум, телур;
- накопичені у щитовидній залозі – йод і платина;
- рівномірно розподілені – калій, літій, натрій, рубідій, тритій, фосфор, хлор, цезій.

Ця класифікація не виключає наявності радіоактивного елемента одночасно в різних органах або клітинах тіла.

БІОЛОГІЧНЕ ОЧИЩЕННЯ – засіб очищення стічних вод або ґрунтів за допомогою мікроорганізмів від забруднюючих речовин з метою відновлення первісних властивостей середовища.

БІОСИНТЕЗ – процес утворення органічних речовин з більш простих сполук, що відбувається у живих організмах або поза ними під дією ферментів.

БІОСТІЙКІСТЬ – властивість матеріалів довгий час протидіяти руйнівній дії біологічних шкідників – грибків, бактерій тощо.

БІОСФЕРА – оболонка земної кулі, у якій існує або існувало життя. Займає частину земної кори, атмосфери та гідросфери, склад, структура та енергетика яких пов'язані з минулою або сучасною діяльністю живих організмів. Поняття «біосфера» запропонував у 1875 р. австрійський геолог Е. Зюс.

БІОТА – історично сформований комплекс живих організмів, об'єднаний загальною територією розповсюдження. На відміну від біоценозу види, що входять до складу біоти, не завжди мають взаємні екологічні зв'язки.

БІОТИЧНІ ФАКТОРИ – об'єднання факторів органічного світу (рослинність, тваринний світ), що впливають на умови існування організмів у тій чи іншій місцевості.

БІОТОП – ділянка земної поверхні (суші або водойми) з більш (або менш) однотипними умовами середовища (рельєф, ґрунт, мікроклімат та ін.), заселена певною спільнотою організмів (біоценозом).

БІОФІЛЬТР – резервуар для біологічного очищення стічних вод шляхом пропускання їх через фільтруючий матеріал (котельний шлак, керамзит тощо), який підлягає дії природної вентиляції. Очищення пов'язане з утворенням на поверхні фільтруючого матеріалу плівки з бактерій і грибків, які в процесі життєдіяльності окислюють і мінералізують органічні речовини цих вод.

БІОЦЕНОЗ – історично утворена спільнота організмів, що населяють ділянку суші або водойми з більш або менш однотипними умовами існування. Спільноту тварин, що населяють біоценоз, виділяють в зооценоз, сукупність рослин – у фітоценоз.

БІОЦИД – знищення живих організмів на певній території, наприклад у військових цілях.

БОРОТЬБА ЗА ІСНУВАННЯ – за еволюційним вченням Ч. Дарвіна – це сукупність різноманітних і складних взаємодій живих організмів (тварин чи рослин) між собою та із середовищем. Унаслідок цих взаємодій виживають і розмножуються найпристосованіші організми. Ч. Дарвін розрізняв три форми боротьби за існування: 1) внутрішньовидову (між особинами одного виду); 2) міжвидову (між особинами різних видів); 3) з несприятливими фізичними умовами життя.

БОФОРТА ШКАЛА – шкала для визначення сили (швидкості) вітру в балах за результатом дії його на наземні предмети (напрямок диму і т. ін.). Має 17 балів. Існує спеціальне числове визначення для переведення балів у метри за секунду (1 бал $\approx$ 2 м/с).

БУДОВА АТОМА – кожний атом складається з ядра і оболонки, до складу яких входять різні елементарні частинки.

БУРІ ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ – сукупність біометеорологічних явищ, пов'язаних з іонізацією повітря і розповсюдженням електромагнітних хвиль. Вони зумовлюють багато фізіологічних процесів, які впливають на склад і тиск крові, частоту пульсу, функцію дихання, нервову систему та обмін речовин.

БУФЕРНА ЗДАТНІСТЬ ҐРУНТУ – здатність ґрунту підтримувати незмінний стан за умов дії хімічних природних і антропогенних речовин.

В

ВАЖКІ МЕТАЛИ – понад 40 хімічних елементів періодичної системи Д. І. Менделєєва, маса атомів яких становить понад 50 атомних одиниць (Pb, Zn, Hg, Mo, Mn, Ni, Co, Ti, Cu, Cd, Sn).

ВАЖКІСТЬ ПРАЦІ – характеристика трудового процесу, що показує переважне навантаження на опорно-рухальний апарат і функціональні системи (серцево-судинну, дихальну та інші), які забезпечують його діяльність.

ВАЖКОВОДЯНИЙ РЕАКТОР – ядерний реактор, у якому уповільнювачем нейтронів, що приводять до ланцюгової ядерної реакції поділу, служить важка вода.

ВАПНУВАННЯ (ГРУНТІВ) – спосіб хімічної меліорації кислих ґрунтів, що застосовується для зниження ґрунтової кислотності шляхом унесення глинисто-карбонатних осадових порід, що містять 50–70% карбонатів (кальцій, доломіт, мергелі, доломітизовані вапняки та ін.).

ВЕБЕР – одиниця магнітного потоку в Міжнародній системі одиниць. Вебер – магнітний потік, який рівномірно зменшуючись до нуля протягом однієї секунди, спричиняє у «зчепленому» з ним контурі індукцію електрорушійної сили в один вольт. $Вб = 10^8$ максвелів. Названо ім'ям В. Е. Вебера.

ВЕБЕРМЕТР – переносний прилад для вимірювання магнітного потоку. Один із найрозповсюдженіших магнітно-електричних веберметрів, дія якого ґрунтується на взаємодії магнітного поля постійного магніту з електричним струмом в обмотці котушки зі стрілкою.

ВИБУХ ДЕМОГРАФІЧНИЙ – різке збільшення народонаселення, пов'язане з глибинними змінами соціально-економічних або загальноекологічних умов життя. За даними Комітету ООН з народонаселення, чисельність людства вже перевищує 6 млрд осіб.

ВИБУХОВІ РЕЧОВИНИ – хімічні сполуки або суміші речовин, що здатні до швидкого саморозповсюджувального перетворення – вибуху з виділенням великої кількості тепла й утворенням газів. До вибухових речовин, які є хімічними сполуками, належать: нітросполуки (наприклад, тринітротолуол, тринітрофенол та ін.), ефіри та солі азотної кислоти (нітрогліцерин, піроксилін, нітрат амонію тощо).

ВИБУХ ПОПУЛЯЦІЙНИЙ – різке збільшення чисельності осіб живих організмів.

ВИВІТРЮВАННЯ – процес зруйнування та зміни гірських порід в умовах земної поверхні або поблизу неї під впливом механічної та хімічної дії компонентів атмосфери, води та живих організмів. Відповідно виділяють фізичне, хімічне, біологічне вивітрювання.

ВИДОУТВОРЕННЯ – процес виникнення нових видів організмів з інших в результаті тривалого еволюційного розвитку. Основними рушійними силами видоутворення є мінливість, спадкоємність, природний відбір.

ВИЖИВАННЯ – середня для популяції ймовірність збереження особин кожного покоління за певний проміжок часу.

ВИКИД ГРАНИЧНО ДОПУСТИМИЙ (ГДВ) – викид шкідливих речовин в атмосферу, що визначається для кожного джерела забруднення атмосфери за умови, що приземна концентрація цих речовин не перевищить гранично допустиму концентрацію (ГДК).

ВИЛУГОВУВАННЯ – вилучення окремих складових твердої речовини шляхом перенесення її в розчин (зазвичай водний) за допомогою хімічних розчинників або мікроорганізмів.

ВИЛУГОВУВАННЯ ҐРУНТІВ – вимивання водою із верхніх шарів ґрунту водорозчинних сполук і переміщення у нижні шари ґрунтових колоїдів. У результаті цього ґрунт збіднюється елементами живлення.

ВИПРОМІНЮВАННЯ – випускання заряджених частинок, що швидко рухаються, і хвиль та утворення їх поля.

ВИПРОМІНЮВАННЯ ВИДИМЕ – оптичне випромінювання з довжиною хвилі від 800 до 400 нм.

ВИПРОМІНЮВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНЕ – процес випускання електромагнітних хвиль і перемінне поле цих хвиль.

ВИПРОМІНЮВАННЯ ЗВУКОВЕ (звуку) – збудження звукових хвиль у пружному (твердому, рідкому і газоподібному) середовищі. Чутний звук – 16–20 Гц, інфразвук – менше 16 Гц, ультразвук – 21 кГц – 1 ГГц, гіперзвук – більше 1 ГГц.

ВИПРОМІНЮВАННЯ ІОНІЗУЮЧЕ – електромагнітна (рентгенівські промені, гама-промені) і корпускулярна (альфа-частинки, бета-частинки, потік протонів і нейтронів) радіація, яка тією чи іншою

мірою проникає в живі тканини і призводить до змін, пов'язаних із «вибиванням» електронів з атомів і молекул або прямим і опосередкованим виникненням іонів.

ВИПРОМІНЮВАННЯ КОСМІЧНЕ – випромінювання, яке складається з різного роду частинок, передусім атомних ядер, які мають високі енергії, проникають на Землю через земну атмосферу з космічного простору.

ВИПРОМІНЮВАННЯ РАДІОАКТИВНЕ – випускання альфа-, бета- і гама-променів.

ВИПРОМІНЮВАННЯ СОНЯЧНЕ – основне джерело енергії, яке знаходиться у кругообігу на Землі. До складу **В. с.** входять: ультрафіолетове випромінювання (9%), видиме (41–45%), інфрачервоне (близько 50%).

ВИПРОМІНЮВАННЯ ФОНОВЕ – космічні промені та іонізуюче випромінювання, що випускається природними радіоактивними речовинами, які містяться у воді і ґрунті, до яких адаптована нині існуюча біота.

ВИСОТА ЗВУКУ – якість, що визначається людиною суб'єктивно на слух та залежить в основному від частоти коливань. Зі зростанням частоти висота звуку збільшується.

ВИХОВАННЯ ЕКОЛОГІЧНЕ – вплив на свідомість особи протягом усього періоду її формування і в подальшому житті з метою вироблення соціально-психологічних настанов (світогляду) на дбайливе ставлення до сукупності природних і соціальних благ.

ВІБРАЦІЯ – складний коливальний процес, викликаний передаванням змінного тиску (коливання енергії) від механічного джерела; одна з форм фізичного забруднення середовища.

ВІБРІОНИ – рід мікроорганізмів, що об'єднує рухливі палички, загнуті у вигляді коми або прямої. Вібріони мають один або два полярно розташовані джгутики. Наприклад, до патогенних вібріонів належить збудник холери.

ВІДБІР ПРИРОДНИЙ – історичний процес у живій природі, який полягає у виживанні організмів з корисними в цих умовах індивідуальними властивостями і загибелі найменш пристосованих. Щороку зникає приблизно 20 видів тваринних і рослинних організмів планети.

ВІДБІР ПРОБ РАДІОАКТИВНОГО МАТЕРІАЛУ – послідовність операцій для отримання проби матеріалу при радіометричних дослідженнях.

Для вимірювання радіоактивності проби здійснюється п'ять операцій:

- відбір і підготовка проб матеріалу, що досліджується, до вимірювань;
- підготовка до роботи радіометра або іншого приладу;
- вимірювання фону;
- вимірювання проб матеріалу, що досліджується (харчових продуктів, сировини, води та інших об'єктів навколишнього середовища);
- розрахунок радіоактивності (питомої масової або об'ємної активності) проб і зіставлення їх з допустимою нормою.

Для системного аналізу досліджень протягом декількох місяців або років необхідно завести журнал, у якому слід записувати дату, вид продукції, що вимірюється, тип приладу (який через рік-два може помінятися), місце відбору проб (наприклад, у якому лісі та коли зібрані гриби, ягоди тощо) та результати вимірювань (розрахунків).

Відбір проб рослин проводять, як правило, на тих же ділянках, що й проби ґрунтів. Для отримання об'єднаної проби рослин масою 0,5–1,0 кг природної вологості рекомендується відбирати не менше 8–10 точкових проб. Надземну частину трав'яного покриву зрізають гострим ножом або ножицями (не засмічуючи ґрунтом), укладають у поліетиленовий мішечок, вкладають етикетку з картону або цупкого паперу, на якому позначають назву рослини, фазу вегетації, місце відбору, вид продукції, що відбирається, і дату.

Нижня частина рослин часто забруднена ґрунтом. У цьому випадку треба або зрізати рослини вище, або ретельно промити матеріал дистильованою водою. З посівів сільськогосподарських культур потрібно брати проби по діагоналі поля або ламаній кривій. Об'єднану пробу складають з 8–10 точкових проб, узятих із наземної частини рослин, або роздільно – зі стебел і листя, плодів, зерна, коренеплодів, бульбоплодів.

Відбір проб зерна провадять по всій глибині насипу зерна і мішка. Ручним щупом точкові проби відбирають з верхнього і нижнього шарів, торкаючись щупом дна. Загальна маса точкових проб при відборі має бути не менше 1 кг. Зерно перемішують.

Проби бульбоплодів і коренеплодів відбирають з бургтів, насипу, куп, автомашин, причепів, вагонів, барж, сховищ і безпосередньо із землі. Проби відбирають від однорідної партії будь-якої кількості, одного сорто-типу, заготовленого з одного поля, що зберігається в однакових умовах.

Точкові проби відбирають по діагоналі бічної поверхні бурту, насипу, куп через однакові відстані на глибині 20–30 см. Бульби і коренеплоди беруть у трьох точках підряд.

Середню пробу для аналізу виділяють з об'єднаної, маса її має бути 1 кг.

З пасовищ або сінокісних угідь проби трави і зеленої маси відбирають безпосередньо перед випасом тварин або скошенням на корм, для чого на вибраній для відбору проб ділянці виділяють 8–10 облікових майданчиків розміром 1 або 2 м², розміщуючи їх по діагоналі ділянки. Травостій скошують (зрізають) на висоті 3–5 см. Отриману з усіх точкових проб або облікових майданчиків зелену масу збирають, ретельно перемішують і розстилають рівним шаром, отримуючи таким чином об'єднану пробу, з якої відбирають середню пробу для аналізу. Для складання середньої проби, маса якої має бути 1 кг, траву беруть порціями по 100 г з 10 різних місць.

Проби грубих кормів, що зберігаються в скиртах, відбирають по периметру скирт, на рівних відстанях один від одного на висоті 1–1,5 м від поверхні землі з усіх доступних боків із глибини не менше 0,5 м.

Відбір проб продуктів (круп, бобових, насіння тощо) аналогічний методам відбору проб зерна. Яблука, помідори, баклажани тощо відбирають за методом відбору коренеплодів. З невеликих партій продуктів (ягоди, зелень) точкові проби беруть у чотирьох-п'яти місцях. Об'єднана проба за вагою або об'ємом не має перевищувати трикратної кількості, необхідної для вимірювання на відповідному приладі.

Відбір молока і молочних продуктів проводять в невеликих ємностях (бідон, фляга та ін.). Відбирають після перемішування, а з великих (цистерна, чан) – з різної глибини ємності кухлем з подовженою ручкою або спеціальним пробовідбірником. Розмір середньої проби становить 0,2–1,0 л і залежить від величини всієї партії продукції.

Відбір проб м'яса та органів сільськогосподарських тварин і птахів виконують, на м'ясокомбінатах, ринках, у приватних господарствах, а також магазинах.

Проби м'яса (без жиру) від туш або напівтуш відбирають шматками

по 30–50 г в ділянці четвертого-п'ятого шийних хребців, лопатки, стегна і товстих частин спинних м'язів. Загальна маса проби має становити 0,2–0,3 кг. Для спеціального лабораторного дослідження відбирають також кістки в кількості 0,3–0,5 кг (хребет і друге-третє ребро). Проби внутрішніх органів відбирають в кількостях: печінка, нирки, селезінка, легені – 0,1–0,2 кг, щитовидна залоза – весь орган. Птахів (курчат) беруть цілими тушками. Курей, індичок, качок, гусей – до 1/4 тушки. Кількість проб визначається обсягом і характером досліджень.

Відбір проб риби провадять на рибокомбінатах, холодокомбінатах, ринках, у магазинах, а також при виловлюванні – безпосередньо у водоймищах. Дрібні різновиди риб беруть цілими тушками, великі – тільки їх середню частину. Дослідженню підлягають усі види риби. Маса середньої проби становить 0,3–0,5 кг. Кількість проб визначається метою і характером досліджень.

Проби яєць відбирають на птахофабриках, птахофермах, на ринку, у магазинах і приватних господарствах. Об'єм проби – 2–3 яйця.

Відбір проб натурального меду провадять на пасіках, у магазинах, на ринках, складах і базах господарств і споживчої кооперації. Пробу меду проводять трубчастим алюмінієвим пробовідбірником (якщо мед рідкий) або щупом для масла (якщо мед густий) з різних шарів продукції. Закристалізований мед відбирають конічним щупом, занурюючи його в мед під нахилом. При дослідженні меду у стільниках з однієї стільникорамки вирізають частину стільника площею 25 см². Якщо стільниковий мед кусковий, пробу беруть у тих самих об'ємах від кожної упаковки. Після видалення воскових кришечок зразки меду вміщують на сітчастий фільтр з діаметром чарунок не більше 1 мм, вкладають у склянку і ставлять у духовку газової плити при температурі 40–45 °С. Маса середньої проби – 0,2–0,3 кг.

Проби готових м'ясних продуктів і ковбасних виробів відбирають під час передачі їх до торговельної мережі, безпосередньо в магазинах або в місцях зберігання. Маса проб готових м'ясних продуктів, напівфабрикатів і ковбасних виробів становить 200–300 г.

Відібрані проби за необхідності очищають, відмивають і подрібнюють. Проби харчових продуктів обробляють так само, як на першому етапі приготування їжі. Коренеплоди, бульбоплоди і картоплю миють у проточній воді. З капусти видаляють неїстівне листя. Харчову

зелень, ягоди і фрукти також промивають проточною водою. М'ясо і рибу миють, з риби видаляють луску і нутрощі.

З ковбасних виробів знімають оболонку, із сиру – шар парафіну. Підготовлені продукти подрібнюють за допомогою м'ясорубки, тертушки, кавомолки тощо. Харчову зелень, траву, сіно та ін. подрібнюють ножем в емальованій кюветі.

Вимірювання радіаційного фону здійснюють у порожній, чистій (продезінфікованій) чашечці-коритці, або ж її можна наповнити дистильованою водою.

Фон вимірюють перед початком дослідження проб матеріалу і після його закінчення. Якщо ж проб багато і вимірювання провадять тривалий час, то повторні (проміжні) виміри фону провадять через кожні 2 год роботи. Потім усі виміри фону підсумовують і визначають його середнє значення, яке й використовують при розрахунках активності матеріалу, що досліджується.

Для вимірювання проб матеріалу, що досліджується, підготовлену до дослідження пробу вставляють у свинцевий контейнер і в таких самих умовах, в яких вимірювався фон (однакова відстань від лічильника і час вимірювання), вимірюють її. На радіометрі та інших приладах, як правило, проводять один вимір проби протягом 1 000 с або два виміри до 100 с, або три – по 10 с і з двох більш близьких значень обчислюють середнє.

Правильне наповнення матеріалом проби чашечки, кювети або коритця дозволяє потім автоматично перенести отримані значення питомої активності проби до кілограма маси або літра об'єму матеріалу, що досліджується, без додаткових зважувань і перерахунків. Це передбачено конструкцією приладу. Ось чому важливо стежити за правильним наповненням ємності, що вимірюється, і не допускати недолиття (або недосипання) матеріалу проби, так само, як і переповнення.

Професійні радіометри не вимірюють безпосередньо радіоактивність матеріалу проби, що досліджується, а визначають її пропорційну величину N (швидкість рахунку імпульсів, що фіксуються лічильником приладу за одиницю часу).

ВІДНОСНА БІОЛОГІЧНА АКТИВНІСТЬ (ВБА) – коефіцієнт, з яким порівнюють ефект різних видів випромінювання.

ВІДХОДИ – непотрібні хімічні речовини, які утворилися під час виготовлення будь-якого продукту, а також частина енергії, що загубилась у ході її отримання. За оцінками спеціалістів, тільки 2% використаної сировини і енергії йде на отримання корисної продукції, інші 98% – перетворюються на відходи. На кожного мешканця Землі добувається або вирощується щорічно 20 т сировини, із якої тільки 2% витрачається на пряме споживання. Із цих 2% протягом року 1% також перетворюється у відходи.

ВІДХОДИ ВИРОБНИЦТВА (ПРОМИСЛОВОСТІ) – рештки сировини, матеріалів, напівфабрикатів, які утворилися в процесі виробництва продукції або виконання робіт і втратили повністю або частково початкові споживчі властивості.

ВІДХОДИ РАДІОАКТИВНІ РІДКІ – утворюються при отриманні атомної енергії на АЕС, а також як шахтні та дренажні води під час добування уранової руди. Концентровані рідкі радіоактивні відходи ізолюють від біосфери шляхом зберігання у спеціальних ємностях, затвердіння та наступного поховання.

ВІДХОДИ РАДІОАКТИВНІ ТВЕРДІ – утворюються на всіх стадіях добування уранової руди, її переробки, збагачення і отримання атомної енергії на АЕС. Поховання відбувається на суші і у морських западинах.

ВІЙНА ЕКОЛОГІЧНА – військові дії, навмисно спрямовані на порушення природного середовища (екологічних систем).

ВІЛЬСОНА КАМЕРА – прилад для реєстрації треків заряджених частинок. Дія камери Вільсона ґрунтується на властивостях іонів ставати центрами конденсації в перенасиченій парі. Розроблена у 1912 р. Чарльзом Вільсоном (англійським фізиком) вона відіграла важливу роль у вивченні будови речовини і властивостей елементарних частинок. За її допомогою були відкриті позитрон, мезони, гіперони.

ВІРУСИ – паразитичні живі організми доклітинної будови, які виокремлені як самостійний вид живих організмів. Характеризуються внутрішньоклітинним паразитизмом. За вмістом одного з двох типів нуклеїнових кислот віруси ділять на РНК-геномні (містять рибонуклеїнову кислоту) та ДНК-геномні (містять дезоксирибонуклеїнову кислоту). У простих вірусів розрізняють два морфологічні компоненти: капсид (білкова оболонка) і внутрішній вміст (нуклеїнова кислота). Складні віруси мають також зовнішні оболонки і хвостові відростки.

Форми вірусів різноманітні: прямокутні, округлі, ниткоподібні та ін. Розмноження вірусів – складний процес формування зрілих частинок – віріонів із окремо синтезованих нуклеїнових кислот та білку.

ВНУТРІШНЄ ОПРОМІНЕННЯ – опромінення організму іонізуючою радіацією внаслідок розпаду інкорпорованих в органах і тканинах радіоактивних ізотопів. Внутрішнє опромінення може бути довгим, у той час як пряма дія зовнішніх джерел випромінювання на організм зупиняється з виведенням людини із поля їх дії.

Небезпека, яка створюється радіонуклідами всередині організму, значно більша, ніж небезпека від зовнішнього джерела, оскільки: по-перше, організм опромінюється безперервно, доки радіонуклід не буде із нього виведений або доки не пройде його розпад до нешкідливого рівня; по-друге, часто буває неможливо прискорити виведення радіонуклідів із організму; по-третє, атоми радіонуклідів, що розпадаються, випромінюють всередині тканини бета-частинки, а іноді й альфа-частинки з малою довжиною пробігу, передаючи всю свою енергію живим клітинам, які можуть бути частиною критичного органа. Критичним є орган біологічної системи, у якому дія певного опромінення або введення цього радіоактивного нукліда спричиняє найтяжкіші наслідки; по-четверте, часто буває неможливо визначити всю небезпеку внутрішнього опромінення, оскільки точне вимірювання радіоактивності в організмі нерідко виходить за межі аналітичних методик. Важко точно виміряти і розповсюдження радіонуклідів у різних органах і тканинах.

ВОДА – оксид гідрогену, у звичайних умовах рідина без кольору, без запаху і смаку, густина $1\,000\text{ кг/м}^3$ (при $T = 3,98\text{ }^\circ\text{C}$), $t_{\text{плав}} = 0\text{ }^\circ\text{C}$, $t_{\text{кип}} = 100\text{ }^\circ\text{C}$. Є основною складовою гідросфери, всіх живих організмів, входить до складу окремих мінералів, ґрунту та повітря. Питома електропровідність води при $18\text{ }^\circ\text{C}$ – $4,3 \cdot 10\text{ Ом}^{-1}\text{см}^{-1}$. Діелектрична проникність при $0\text{ }^\circ\text{C}$ – 83,3, при $18\text{ }^\circ\text{C}$ – 81,0. Теплопровідність води – $0,00143\text{ кал}\cdot\text{см}^{-1}\cdot\text{с}^{-1}\cdot\text{град}^{-1}$. Для гідрогену відомо три ізотопи: протій ^1H з масою 1,007822 у.о., дейтерій ^2H (Д) з масою 2,0141 у.о. і тритій ^3H (Т) з масою 3,017001 у.о. Вміст Д у природній суміші ізоотопів гідрогену 0,014–0,015 %. Для оксигену відомі також три ізотопи з масовими числами: 16, 17, 18. Вода, що відповідає хімічній формулі $\text{D}_2\text{O}^{16}\text{ м}$; $\text{D}_2\text{O}^{17}\text{ м}$; $\text{D}_2\text{O}^{18}\text{ м}$, називається *важкою водою*, а вода T_2O – *надважкою*. Важка вода вилучається під час тривалого електролізу

природної води. Вона важко піддається електролізному розкладу і залишається у ванні, оскільки швидкість втрати заряду іона дейтерію у декілька разів менша, ніж у іона протію. Усі живі істоти планети на 50–80% складаються з води.

Особливі властивості води:

- при нагріванні від 0 °С до 4 °С об'єм води не збільшується, а зменшується і максимальна густина її досягається не в точці замерзання (0 °С), а при 3,98 °С;

- під час замерзання розширюється, а не стискається, як усі інші тіла; густина її зменшується;

- температура замерзання води зі збільшенням тиску знижується, а не підвищується;

- питома теплоємність води надзвичайно велика порівняно з питомою теплоємністю інших тіл;

- внаслідок високої діелектричної проникності вода має сильну розчинну і дисоціюючу здатність;

- має найбільший поверхневий натяг з усіх рідин – 75 ерг·см⁻².

Особливі властивості води зумовлені водневим типом зв'язку між молекулами.

ВОДА ВАЖКА – ізотопний різновид води, в якій один або обидва атоми звичайного гідрогену ¹H заміщені його важким ізотопом ²H – дейтерієм (Д) або ³H – тритієм (Т). Важка вода гірше звичайної розчиняє більшість речовин, уповільнює хімічні реакції та біохімічні процеси. Застосовують як уповільнювач нейтронів у ядерних реакторах і т. ін. За своїми властивостями важка вода помітно відрізняється від звичайної. Вона замерзає при 3,8 °С, кипить при 101,4 °С, густина її 1,1059 (при 20 °С). Максимальну густину важка вода має при плюс 11°С. Надважка вода Т₂О має температуру кипіння 104 °С, густину 1,33.

ВОДА ПИТНА – вода, що подається централізованими системами водопостачання. Питна вода має відповідати Державному стандарту 2874–82 «Вода питна». За мікробіологічними показниками число бактерій групи кишкової палички в 1 дм³ питної води (колі-індекс) не повинно перевищувати 3. Водневий показник рН = 6,0–9,0. Сполук алюмінію в питній воді має бути не більше 0,5 мг/дм³, берилію – не більше 0,0002 мг/дм³, нормується також жорсткість і вміст інших хімічних елементів загальним числом близько 20.

ВОДИ МІНЕРАЛІЗОВАНІ – води, що вміщують у великій кількості мінеральні речовини. Розрізняють слабомінералізовані води з концентрацією 0,55 г/л солей, середньомінералізовані (5–30 г/л), сильномінералізовані (більше 30 г/л).

ВОДИ ПРІСНІ – води із вмістом розчинених солей до 1 г/л.

ВОДИ СОЛОНІ – води слабосолоні (із вмістом розчинених солей від 3 до 10 г/л), солоні (від 10 до 50 г/л), розсільні (більше 50 г/л).

ВОДИ СТИЧНІ – 1) води, які були у виробничо-побутовому або сільськогосподарському використанні, та такі, що пройшли через яку-небудь забруднену територію, у тому числі населеного пункту (промислові, сільськогосподарські, комунально-побутові, зливні та інші стоки); 2) води, які відводяться після використання в побутовій і виробничій діяльності людини.

ВОДНЕВИЙ ПОКАЗНИК – величина, що характеризує активність або концентрацію іонів гідрогену у розчинах. Водневий показник $pH = -\lg[H^+]$, де $[H^+]$ – рівновагова концентрація іонів гідрогену. Для води та нейтрального середовища $pH = 7$, у розчинах кислот $pH < 7$, у розчині лугу $pH > 7$. Водневий показник використовують для контролю багатьох хімічних та біохімічних процесів.

ВОДОВІДДАЧА – властивість гірських порід та ґрунтів, насичених водою, віддавати певну кількість її шляхом вільного стоку; важливий показник при гідрологічних розрахунках.

ВОДОДІЛ – межа між басейнами суміжних систем води. Розрізняють поверхневий і підземний вододіл. Лінія, що поділяє стік води по протилежних схилах, називається водороздільною. Вододіл обмежує водозбір.

ВОДОЗБІР – ділянка земної поверхні, з якої вода стікає в річку, озеро. Розрізняють поверхневий і підземний водозбір, обмежений вододілом.

ВОДООЧИЩЕННЯ – очищення води, що потрапляє із природних джерел у водопровідну мережу. При виборі методу обробки вод необхідно враховувати фазовий і дисперсний стан забруднюючих речовин. Усі домішки води можна умовно розділити на п'ять груп.

Перша група речовин являє собою нерозчинні у воді зависі. Це глинисті речовини, дрібний пісок, продукти корозії у вигляді нерозчинних оксидів і гідрооксидів, деякі органічні речовини, наприклад, подрібнені

фільтруючі матеріали з розміром частинок від декількох міліметрів до 10^{-4} мм. Для видалення забруднюючих речовин цієї групи використовуються фізико-хімічні процеси, засновані на відстоюванні, фільтрації, центрифугуванні тощо.

Друга група речовин об'єднує домішки, що знаходяться в колоїдному стані (з розміром частинок від 10^{-4} – 10^{-6} мм). До речовин цієї групи належать розчинні у воді, наприклад, мінерально-органічні частинки ґрунту. Для видалення забруднюючих речовин цієї групи використовуються фізико-хімічні процеси, засновані на фільтрації через неорганічні сорбенти, коагуляції.

Третя група – це молекули, розчинні у воді: мінеральні масла, деякі органічні кислоти, а також розчинені гази. Для видалення забруднюючих речовин цієї групи використовуються фізико-хімічні процеси, засновані на відкачуванні мінеральних масел, нафтопродуктів з поверхні води, на зворотному осмосі, термічній дегазації тощо.

Четверта група включає електроліти. Це, як правило, різні розчинені у воді солі, рідші за кислоту і основу. Очищення води від них засноване на фізико-хімічних принципах, а саме: адсорбції; випаровуванні води з концентруванням домішок у сухому залишку (дистиляція); перетворення іонів у малорозчинні сполуки (співосадження), з подальшим видаленням з розчину; іонообмінних реакціях, що відбуваються на поверхні твердих іонообмінних матеріалів. Останнім часом для видалення солей застосовують також методи зворотного осмосу, виморожування.

П'ята група включає віруси та інші мікроорганізми. Очищення води від них засноване на хлоруванні, озонуванні, введенні іонів аргентуму (олігодинамія), на ультрафіолетовому випромінюванні, ультразвуковій обробці та інших способах.

Сорбція – явище поглинання однією речовиною іншої речовини. Цей процес відіграє велику роль у системах із дуже розвиненою поверхнею поділу. Наприклад, деревне вугілля поглинає хімічні речовини з розчинів.

Поглинання однієї речовини іншим (поглиначем) може відбуватися тільки на поверхні поглинача або поширюватися по всьому його об'єму. Процес поглинання речовини тільки на поверхневому шарі поглинача називається *адсорбцією* або поверхневим поглинанням. Сорбція, що

відбувається в усьому об'ємі поглинача, називається *абсорбцією* або об'ємним поглинанням.

Адсорбційна здатність речовин пов'язана з тим, що їхній поверхневий шар має надлишок вільної енергії внаслідок неврівноваженості сил, що діють на молекули поверхневого шару. Адсорбуюча речовина поглинає інші речовини з розчину за рахунок того, що молекули забруднювачів води вступають у фізико-хімічні зв'язки з поверхнею поглинача.

При адсорбції речовина, що поглинається, називається *адсорбтивом*, а що поглинає – *адсорбентом*. Чим більша поверхня адсорбенту, тим більша кількість речовини, яку він поглинає. Адсорбентами можуть бути речовини із сильно розвинутою поверхнею: активоване вугілля, деякі високомолекулярні смоли, силікагель, алюмосилікати та ін. Активоване вугілля – дрібнопористий порошкоподібний продукт обвуглювання деревини, шкаралупи фруктових кісточок. Характеризується високими адсорбційними властивостями.

Співосадженням називається введення адсорбентів та подальше їх осадження разом із забруднювачами. Наприклад, у воду вводять глинистий порошок, який осаджується та поглинає з розчину інші електроліти.

Коагуляцією називається укрупнення колоїдних або грубо дисперсних частинок внаслідок їх злипання між собою, під дією молекулярних сил зчеплення. При обробленні води методом коагуляції до неї приєднуються спеціальні хімічні сполуки, які прискорюють осаджування забруднювачів. Метод коагуляції солями алюмінію та феруму широко застосовується при обробленні природної води. Коагулянти забезпечують більш повне та швидке осадження зважених і колоїдних частинок, що містяться у воді.

Фільтрація води застосовується для очищення води від зважених частинок. У цьому методі використовується рух води через шар зернистого матеріалу, металеві сіточки або тканини. Очищення води методом фільтрації зумовлене, з одного боку, адгезією зважених частинок на поверхні матеріалу зернистого шару, а з іншого – механічним затриманням зависі у порах фільтруючого матеріалу.

Розрізняють два режими фільтрації: *повільний* і *швидкий*.

Для повільної фільтрації характерні надто низькі швидкості,

а значить, дуже великі площі фільтрації, що вимірюються тисячами квадратних метрів. При повільному просочуванні води через шар піску або ґрунту в самому верхньому шарі товщиною декілька сантиметрів на поверхні піщинок утворюється тонка мулка плівка, що складається з біологічної маси – продуктів життєдіяльності мікроорганізмів. Ця плівка виконує основну функцію очищення води від органічних і радіоактивних забруднень. Очищення здійснюється за рахунок як простого фільтрування зважених частинок, так і сорбції, і біологічного поглинання розчинених домішок.

Очищення методом швидкої фільтрації здійснюється за рахунок пропущення води під тиском, що створюється зовнішнім джерелом (насосом), через шар грубозернистого (насіпні фільтри) або порошкоподібного (намівні фільтри) фільтруючого матеріалу. Для видалення забруднень фільтрувальний матеріал промивається струмом води знизу вгору. Частинки забруднень і подрібнені частинки фільтрувальних матеріалів, що відмиваються з поверхні зерен, видаляються разом із водою. Для підвищення ефективності промивання і зниження витрат промивної води проводиться розпушування фільтрувального матеріалу стислим повітрям.

Метод зворотного осмотичного опріснення води – фільтрація розчину під тиском через мембрану, яка є бар'єром для бактерій і вірусів, механічних частинок, електролітів (саме слово *осмос* переводиться з грецької мови як поштовх, тиск). Можливість користуватися зворотним осмотичним методом опріснення води надали сучасні технології, які дозволили отримати якісно нові напівпроникні осмотичні мембрани з ацетату целюлози.

Найбільш спрощено процес зворотного осмосу можна порівняти з принципом роботи решета. У зв'язку з тим, що розміри пор у мембранах не перевищують 0,0005 мкм, то для більшості небезпечних для здоров'я людини бактерій (розмірами більш 0,2 мкм) і вірусів (розмірами не менш 0,02 мкм) мембрана є бар'єром. Напівпроникні мембрани, володіючи гарними плівкоутворювальними властивостями, характеризуються високою проникністю для води, розчинених газів, і водночас їх проникність для більшості водорозчинних речовин украй низька. При цьому енергетичні витрати на здійснення переносу розчинника через

мембрану для зворотного осмосу в кількісному відношенні найнижчі з усіх відомих методів очищення води.

Слід також зазначити, що зворотний осмос забезпечує набагато більш високий ступінь очищення, ніж більшість традиційних методів фільтрації, заснованих на фільтрації механічних частинок і адсорбції ряду речовин за допомогою активованого вугілля і т. ін.

Для пояснення роботи зворотних осмотичних мембран було висунуто кілька гіпотез. Згідно з так званою гіпотезою гіперфільтрації, у мембрані існують пори, що пропускають молекули води, і при цьому вони мізерно малі, щоб пропускати через себе іони розчинених у воді солей. Запропонована модель дозволила пояснити багато закономірностей у роботі зворотних осмотичних мембран.

Найважливішими вимогами до зворотних осмотичних мембран є такі: достатня стійкість до високих тисків; високе значення проникності та високий коефіцієнт затримування забруднювачів води; хімічна стійкість.

Найрозповсюдженішими типами мембран є *ацетатні* та *поліамідні* мембрани анізотропної структури. На сьогодні технічні характеристики ацетатцелюлозної мембрани перевищують показники поліамідної мембрани.

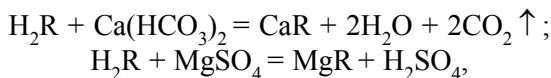
Усі методи, які використовуються для експлуатаційного очищення мембран, можна розділити на дві категорії: *фізичні* та *хімічні*. До першої групи належить метод, заснований на фізичних процесах – *зворотне промивання*.

Хімічний метод заснований на використанні реактивів, здатних зруйнувати осади, що утворилися на мембранах. Головним недоліком зворотного осмосу є необхідність високого тиску для проходження води крізь мембрану. Недоліком цього методу є необхідність забезпечення високого тиску води на мембрану, що потребує спеціального обладнання.

Одним з ефективних фізико-хімічних методів пом'якшення води є *іонообмінний метод*, в основі якого є іонообмінна сорбція. В іонообмінному методі використовується властивість деяких речовин, названих іонітами. Вони обмінюють іони, що входять до їхнього складу, на іони, що наявні у воді. Іоніти, що обмінюють свої катіони на катіони

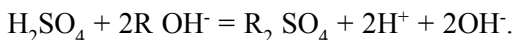
солей, називають *катіонітами*. *Аніонітами* називають іоніти, що обмінюють власні аніони на аніони солей, що наявні у воді.

Для очищення води застосовують спочатку катіоніти, а потім аніоніти. Катіоніти являють собою іонообмінні синтетичні смоли, що містять у своєму складі рухливий катіон водню H^+ або OH^- . Суть катіонного обміну полягає в обміні іона H^+ катіоніту (умовна формула катіоніту H_2R) на іони кальцію і магнію, що містяться у воді, за схемою:



де R – складний, умовно двовалентний аніон синтетичної смоли.

У результаті такого методу пом'якшення у воді буде збільшуватися концентрація іонів водню H^+ . У цьому можна переконатися, порівнявши величини водневого показника pH води до пропущення через катіоніт і після пропущення. Далі вода проходить крізь аніоніт та замість аніонів солей у водний розчин переходять аніони OH^- , які перетворюють розчин з кислого на нейтральний з pH 7–8 за схемою, наприклад,



Нагадаємо, що водневий показник pH – це негативний логарифм концентрації водневих іонів

$$pH = -\lg [H^+].$$

Величина pH служить для характеристики кислотності чи лужності розчинів. Залежно від концентрації водневих іонів розрізняють середовища: кислі, нейтральні та лужні.

Визначити характер середовища дозволяє величина K_B , названа іонним добутком води, що являє собою добуток концентрацій іонів водню і гідроксид-іонів

$$K_B = [H^+] [OH^-].$$

K_B при заданій температурі є величиною постійною.

При 22 °C $K_B = 10^{-14}$, тому, знаючи вміст у розчині одного з іонів, можна знайти концентрацію іншого.

Наприклад, $[OH^-] = 10^{-5}$, отже, концентрація іонів водню дорівнює

$$[H^+] = 10^{-14}/10^{-5} = 10^{-9} \text{ г-іон/л}, pH = -\lg 10^{-9} = 9.$$

Для нейтральних середовищ $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$; $pH = 7$.

Для кислих середовищ $[H^+] > 10^{-7} > [OH^-]$; $pH < 7$.

Для лужних середовищ $[H^+] < 10^{-7} < [OH^-]$; $pH > 7$.

Вимірюють pH за допомогою приладу pH-метра, або використавуючи універсальний індикатор. Іонообмінний метод використовується, як правило, для очищення води, коли вона вже пройшла первинне очищення від солей, і кількість домішок значно зменшена.

Якість питної води після очищення визначається в Україні нормативними документами, у тому числі й ДСТ 2874-82 «Вода питна».

Гігієнічні вимоги, що визначають придатність води для питних цілей, включають: безпеку в епідемічному відношенні; нешкідливість хімічного складу; сприятливі органолептичні властивості (характер запахів); радіаційну безпеку.

Безпека питної води в епідемічному відношенні визначається показниками, що характеризують з достатньо високою імовірністю відсутність у ній небезпечних для здоров'я споживачів бактерій, вірусів та інших біологічних включень.

За мікробіологічними показниками питна вода має відповідати вимогам, наведеним у табл. 1. Хімічний склад питної води визначається показниками, які з достатньо високою імовірністю характеризують відсутність у ній небезпечних для здоров'я речовин. Допустимі концентрації забруднювачів визначають, спираючись на поняття гранично допустимих концентрацій хімічних сполук, величини яких встановлені за результатами санітарно-токсикологічних досліджень.

Таблиця 1

Мікробні показники безпеки питної води

Найменування показників	Одиниці виміру	Нормативи
1) число бактерій в 1 см ³ води, що досліджується	колонієутворюючі одиниці (мікроорганізми) / см ³	не більше 100
2) число бактерій групи кишкових паличок (колі-індекс) в 1 дм ³ води, що досліджується	колонієутворюючі одиниці (мікроорганізми) / дм ³	не більше 3
3) число термостабільних кишкових паличок в 100 см ³ води, що досліджується	колонієутворюючі одиниці (мікроорганізми) / 100 см ³	відсутність
4) число патогенних мікроорганізмів в 1 дм ³ води, що досліджується	колонієутворюючі одиниці (мікроорганізми) / дм ³	відсутність

За токсикологічними показниками питна вода має відповідати вимогам, наведеним у табл. 2. Нагадаємо, що гранично допустимою концентрацією вважають таку кількість хімічної сполуки, яка не призводить до погіршення стану здоров'я людини.

Таблиця 2

Токсикологічні показники нешкідливості хімічного складу питної води

Найменування елементів, що формують хімічний склад води	Одиниці виміру	Нормативи, не більше	Клас небезпеки
Неорганічні компоненти			
Алюміній	мг/дм ³	0,2 (0,5)	2
Барій	мг/дм ³	0,1	2
Миш'як	мг/дм ³	0,01	2
Селен	мг/дм ³	0,01	2
Свинець	мг/дм ³	0,01	2
Нікель	мг/дм ³	0,1	3
Нітрати	мг/дм ³	45,0	3
Фтор	мг/дм ³	1,5	3
Органічні компоненти			
Пестициди (сума)	мг/дм ³	0,0001	—

Вода не повинна містити такі токсичні компоненти, як ртуть, талій, кадмій, ціаніди, хром (+6), 1,1-дихлоретилен, 1,2-дихлоретан, бензапірен в концентраціях, що визначаються стандартними методами досліджень.

Сприятливі органолептичні властивості питної води (присмак, кольоровість, каламутність, запах) визначаються сукупністю значень, що регламентуються органолептичними показниками якості та фізико-хімічними характеристиками води. Органолептичні показники та гранично допустимі концентрації хімічних сполук, що нормуються за їх впливом на органолептичні властивості питної води, наведені у табл. 3.

ВПЛИВ АДИТИВНИЙ – сукупний вплив декількох забруднювачів (хімічних та фізичних).

ВПЛИВ АНТРОПОГЕННИЙ – вплив людства на навколишнє середовище.

ВПЛИВ СИНЕРГІЧНИЙ – збільшення або зменшення сили впливу одного екологічного фактора за наявності іншого фактора. Отже,

Органолептичні показники якості питної води

Найменування показників	Одиниці виміру	Нормативи не більше
запах	ПР	2
каламутність	НОК	0,5
кольоровість	град.	20
присмак	ПР	2
водневий показник, pH, в діапазоні	одиниці	6,5–8,5
мінералізація загальна (сухий залишок)	мг/дм ³	1000
жорсткість загальна	мг-екв/дм ³	7

Примітка: ПР – показник розведення (до зникнення запаху);
НОК – нефелометричні одиниці каламутності.

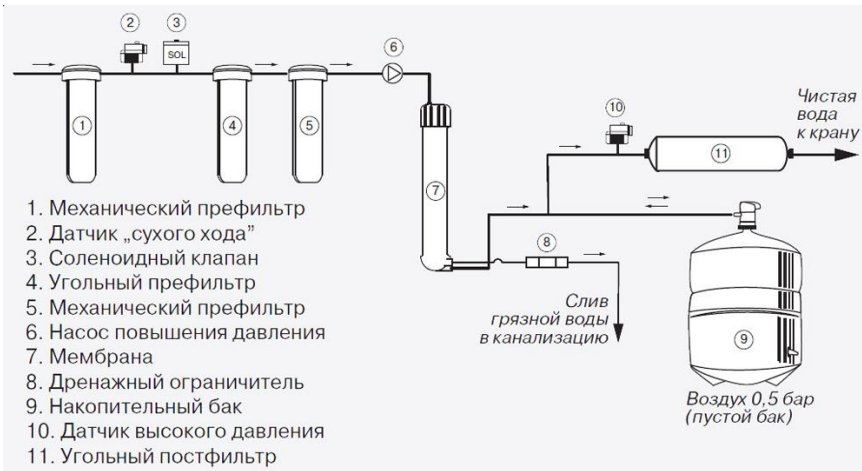


Рис. 3. Схема очистки питної води

вплив синергічний – це комплексний вплив декількох факторів, коли загальний ефект виявляється інакше, ніж дія кожного фактора окремо.

ВТОРИННА ХМАРА – хмара парів отруйних речовин, що утворюється за рахунок випаровування отруйної речовини з поверхні зараженої місцевості, озброєння, військової техніки та споруд.

ВУЛКАНИ – геологічні утворення на поверхні земної кори або кори іншої планети, де магма виходить на поверхню у вигляді лави, вулканічних газів, вулканічних бомб і пірокластичних потоків.

Вулкани класифікуються за формою (щитоподібні, стратовулкани, шлакові конуси, купольні), за активністю (діючі, сплячі, погаслі), за місцезнаходженням (наземні, підводні, підлідникові) та інші.

У загальному вигляді вулкани підрозділяються на лінійні і центральні, однак цей розподіл умовний.

Лінійні вулкани, або вулкани тріщинного типу, мають протяжні канали, що підводять магму. Як правило, з таких тріщин виливається базальтова рідка магма, що розтікаючись у сторони, утворює великі лавові покриви. Уздовж тріщин виникають лавові поля. Якщо магма має більш кислий склад (більш високий зміст діоксиду кремнію в розплаві), то утворюються лінійні вали і масиви.

Вулкани центрального типу мають центральний канал, що підводить магму, або жерло, що веде до поверхні від магматичного вогнища. Жерло закінчується розширенням, кратером, що мірою зростання вулканічної будови переміщається нагору. У вулканів центрального типу можуть бути побічні або паразитичні кратери, які розташовуються на його схилах і пов'язані з кільцевими або радіальними тріщинами. Нерідко в кратерах існують озера рідкої лави. Якщо магма в'язка, то утворюються куполи витискання, які закупорюють жерло, подібно «пробці», що призводить до найсильніших вибухових вивержень.

Форми вулканів центрального типу залежать від складу і в'язкості магми. Гарячі та легкорухливі базальтові магми створюють великі та пласкі щитові вулкани (Мауна-Лоа, Гавайські острови). Якщо вулкан періодично викидає то лаву, то пірокластичний матеріал, виникає конусоподібна гора – стратовулкан. Схили такого вулкана зазвичай покриті глибокими радіальними ярами – баранкосами.

Розрізняють моногенні та полігенні вулкани. Перші виникли в результаті однократного виверження, інші – багаторазових вивержень. Грузла, кисла за складом, низькотемпературна магма, витискуючись із жерла, утворює екструзивні куполи.

Негативні форми рельєфу, пов'язані з вулканами центрального типу, представлені кальдерами – великими провалами округлої форми, діаметром у кілька кілометрів.

КЛАСИФІКАЦІЯ ВУЛКАНІВ ЗА ФОРМОЮ:

– щитоподібні вулкани утворюються в результаті багаторазових викидів рідкої лави. Ця форма характерна для вулканів, що викидають базальтову лаву низької в'язкості: вона витікає як із центрального кратера, так і зі схилів вулкана. Лава рівномірно розтікається на багато кілометрів (наприклад, на вулкані Мауна-Лоа на Гавайських островах, де вона стікає прямо в океан);

– шлакові конуси викидають зі свого жерла камені та попіл: найбільші уламки накопичуються шарами навколо кратера. Через це вулкан із кожним виверженням стає все вищим. Легкі частинки відлітають на більш далеку відстань, що робить схили пологими;

– стратовулкани, або «шаруваті вулкани», періодично викидають лаву й пірокластичну речовину – суміш гарячого газу, попелу і розпечених каменів. Тому відклади на їхньому конусі чергуються. На схилах стратовулканів утворюються ребристі коридори із застиглої лави, які служать вулкану опорою;

– купольні вулкани утворюються, коли гранітна, в'язка магма здіймається і застигає над краями кратера вулкана і лише невелика її кількість просочується назовні, стікаючи по схилах;

– супервулкан – вулкан, який здійснює найсильніші та найоб'ємніші виверження (8 балів за VEI). Потужність подібних вивержень може варіюватися, однак об'єм продуктів виверження достатній, щоб радикально змінити ландшафт і значно вплинути на глобальний клімат, спричиняючи катастрофічні наслідки для життя, наприклад, вулканічну зиму. Останнє таке виверження, за даними вулканологів, відбулося 27 тисяч років тому на Північному острові Нової Зеландії. Воно сформувало озеро Таупо. Було викинуто 1 170 км³ попелу. Досліджуючи погаслий вулкан у районі озера Тоба на острові Суматра, геолог Майкл Рампіно з Нью-Йоркського університету відновив картину його катастрофічного виверження, 73 тисячі років тому було викинуто майже 3 тис. км³ попелу. За його розрахунками, з кратера разом із хмарами пилу і попелу було викинуто тоді до 3 млрд т сірчистого ангідриду. В результаті на Землю протягом шести років лилися сірчисті дощі, що гублять рослинність. Якщо додати до цього пилові хмари, що надовго приховали Сонце, то виходить щось схоже на картину ядерної зими. Рампіно вважає, що це «мега-виверження» і було причиною зафіксо-

ваного антропологами саме в ту епоху демографічного краху, коли, як вважають, на всій Землі залишилося не більше 10 тис. наших первісних предків.

ШКАЛА ВУЛКАНІЧНИХ ВИВЕРЖЕНЬ (VEI – АНГЛ. VOLCANIC EXPLOSIVITY INDEX) – показник сили виверження вулкана, заснований на обсязі вивержених продуктів (тефра) і висоті стовпа попелу. Запропонований К. Ньюхоллом (C.A. Newhall) і С. Селфом (S. Self) в 1982 році для оцінки впливу вивержень на земну атмосферу.

Діапазон зміни: від нуля – для вивержень, з обсягом викидів менш 10 тис. м³, до восьми – для вивержень, що викидають в атмосферу більше 1000 км³ попелу і висотою стовпа попелу більше 25 км.

Виверження з показником VEI 6 балів і більше можуть спричиняти ефект вулканічної зими – помітного похолодання в планетарному масштабі.

Основними продуктами виверження є вулканічні гази, лава, попіл та інші речовини, які виходять на поверхню землі після діяльності вулкана.

Вулканічні гази – гази, що виділяються під час і після виверження із кратера, із тріщин, розташованих на схилах вулкана, з лавових потоків і пірокластичних порід. Вулканічні гази, що виділяються під час вивержень із кратера, називаються еруптивними, а всі інші, які виділяються в періоди спокійної діяльності вулкана у вигляді струмків і мас, що клубляться, з окремих ділянок кратера або з поверхні лавових потоків – фумарольними газами.

Еруптивні гази визначають характер вибухових вивержень і впливають на текучість лав, що виливаються; у їхньому складі виявлені пари H₂O, H₂, HCl, HF, H₂S, CO, CO₂ і невеликі кількості летких сполук, переважно галогенів з багатьма хімічними елементами.

Фумарольні гази – суміш газів, що виділилися з лави або пірокластичних порід із захопленими з атмосфери газами, які утворилися в результаті їх реакції з органічними речовинами, що перебували під гарячими лавовими потоками або пірокластичними відкладами.

Вулканічні гази, що виділяються вулканами будь-якого типу, піднімаються в атмосферу і стають небезпечними, адже частково вони можуть повертатися на поверхню землі у вигляді кислотних дощів. Розглянемо особливості складових вулканічних газів:

– *двоокис сірки* – має їдкий запах і навіть за невеликої концентрації

дратує слизові оболонки носа, горла і очей. Двоокис сірки може поширюватися на значну відстань від свого джерела. Газ реагує з вологим повітрям, утворюючи краплі сірчаної кислоти. Ці краплі настільки малі, що втримуються в повітрі у вигляді тонкої суспензії протягом тривалого часу. Аерозоль сірчаної кислоти може утворити вулканічний смог; якість повітря при цьому часто опускається нижче стандартів. Рослинність висихає на корені, а дощова вода стає кислотною, забруднюючи питну воду;

– *фтороводень* – досить розповсюджений вулканічний газ, що може абсорбуватися в частинки попелу і ставати причиною фторового отруєння людей і свійських тварин. Так, сполуки фтору захоплюються частинками попелу, а при випаданні останніх на земну поверхню заражають території та водойми, спричиняючи важкі захворювання людей і тварин. У такий же спосіб можуть бути забруднені відкриті джерела водопостачання населення.

Симптоми хронічного отруєння фтороводнем:

Тварини. У кроликів спостерігається падіння вмісту гемоглобіну, повна втрата жирової клітковини; повнокров'я верхніх дихальних шляхів, запалення бронхів і легенів. Відзначено специфічні для фтору порушення зубної такісткової тканини. При 0,00003 мг/л зміни в органах дихання, у кістковій тканині є менш вираженими, а концентрація 0,00001 мг/л патологічних змін не викликає.

Людина. Симптоми подібні з описаними для гострого отруєння: носові кровотечі, хворобливість і набрякання носа, нежить, чхання, почуття печії в носі, виразки і прорив слизової носа, сухий задушливий кашель. Зуби поступово руйнуються. Ранніми ознаками отруєння низькими концентраціями фтороводню вважають крововиливи в ділянці ясен, порожнини рота і носа, розлади чутливості зубів й ясен, захворювання верхніх дихальних шляхів, уповільнене серцебиття, знижений кров'яний тиск. Фтороводнева кислота опалює шкіру, спричиняючи бульбашкові дерматити, виразки. Відчуття болю настає безпосередньо тільки при контакті з дуже міцними розчинами. На уражених місцях може розвинути гнійне захворювання, що супроводжується іноді загальним нездужанням і підвищенням температури (до 39 °C);

– *вулканогенний сірководень* – газ із запахом тухлих яєць, може бути причиною загибелі живих організмів. Сірководень утворюється

там, де частина летких сірчаних парів уникає окислювання і не перетворюється на двоокис сірки. Він є важчим за повітря і збирається в природних заглибинах, що становить серйозну небезпеку;

– *вуглекислий газ*. Вдихання невеликих концентрацій (3–7 %) спричиняє у людини і тварини почастішання і поглиблення дихальних рухів і збільшення легеневої вентиляції; одночасно збуджуються судинно-рухальні центри, у зв'язку з чим відбувається звуження кровоносних судин і підвищується артеріальний тиск. Більші концентрації вуглекислоти спричиняють сильний ацидоз, задишку, судороги і параліч дихального центру.

Значна частина жертв вулканічних газів спричинена великою концентрацією вуглекислого газу. У звичайному повітрі втримується близько 0,5 % вуглекислого газу. Однак якщо концентрація вуглекислого газу в повітрі, яким ми змушені дихати, досягає 3 %, це призведе до сонливості і головного болю. Перший документально підтверджений смертельний інцидент відбувся в 1979 р. в районі вулканічного комплексу Дьєнг на острові Ява (Індонезія). Тут 149 людей, що рятувалися втечею від виверження, загинули в невидимій хмарі вуглекислого газу, що пропливала в них на шляху. Вважається, що газ вирвався з підземної пастки через сейсмічні поштовхи, пов'язані з виверженням.

Інша трагедія, що забрала життя близько 2 000 людей, відбулася в Центральній Африці, у Камеруні. Кратер вулкана Ніос був заповнений водою, що утворила велике озеро. 21 серпня 1986 року жителі села, розташованого недалеко від вулкана, почули голосний звук, що нагадував постріл. Через кілька хвилин із кратерного озера здійнялася величезна газова хмара, яка накрила село і місцевість біля вулкана на багато кілометрів. Від смертоносного газу загинули всі жителі, світська худоба і багато диких тварин.

Рідкі вулканічні продукти – лава, що вийшла на поверхню.

Характер, форма і довжина лавових потоків визначається хімічним складом, в'язкістю, температурою, змістом летючих речовин. Тверді породи, що утворюються при вистиганні лави, містять в основному діоксид кремнію, оксиди алюмінію, заліза, магнію, кальцію, натрію, калію, титану і воду. Звичайно в лавах вміст кожного з цих компонентів перевищує один відсоток, а багато інших елементів наявні в меншій кількості.

Тверді вулканічні продукти утворюються при ексклюзивних вибухових виверженнях. При цьому утворюються: *вулканічні бомби* – застигли викиди рідкої лави; *лапілки* – більш дрібні продукти викиду розміром 1–5 см; *вулканічний пісок*; *попіл*; *пил*.

Тверді вулканічні продукти при потраплянні в атмосферу призводять до зупинки авіаційних двигунів, тому в зоні вивержень забороняються авіаційні перельоти.

У зоні виверження вулкана необхідно запобігти потраплянню продуктів виверження до організму людини. Для цього необхідно захистити органи дихання респіратором або захисною пов'язкою, закрити волосся, шкіру, використати захисні окуляри для захисту очей. При роботі на зараженій місцевості застосовуються індивідуальні засоби захисту: протигази (респіратори), спеціальний одяг, захисні рукавиці. Забруднений одяг і взуття підлягають дезактивації.

Дезактивація – видалення токсичних хімічних сполук зі шкіри людини, одягу, взуття, транспортних засобів, предметів, з якими людина

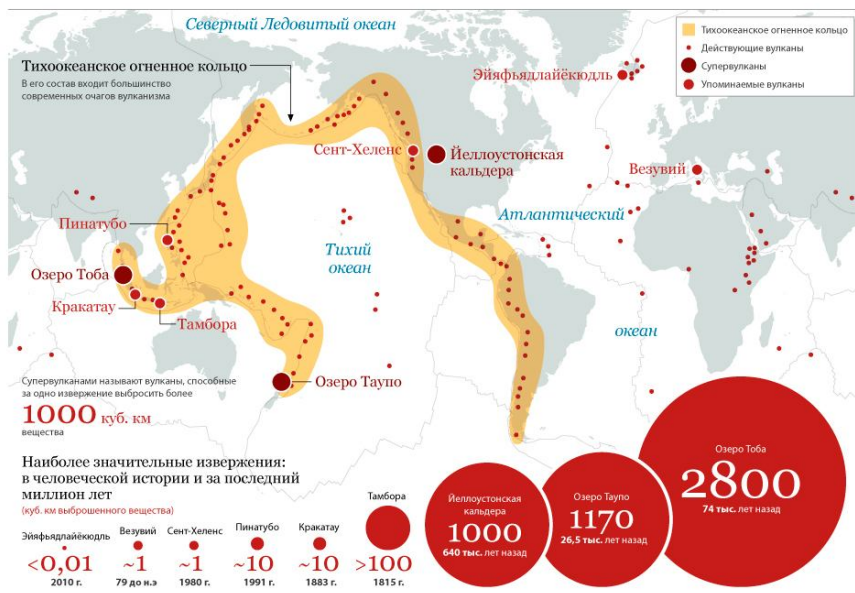


Рис. 4. Найнебезпечніші вулкани у світі

контактує. Здійснюється шляхом змиття хімічних речовин розчинниками, що містять поверхнево-активні речовини. Також необхідно вжити заходів з очищення питної води та продуктів харчування.

Виверження деяких вулканів, які відбувалися за історію людства, по можливих наслідках можна порівняти з масштабною ядерною війною.

Г

ГАЗООЧИЩЕННЯ – очищення промислових газів від твердих, рідких, газоподібних домішок. Очищення газів від забруднюючих частинок перед потраплянням в атмосферу відбувається у газоочисних установках. Газоочисні пристрої поділяються на гравітаційні (наприклад, пилоосаджувальні камери), інерційні (циклони), мокрі пиловловлювачі (скрубери, циклони з водною плівкою, турбулентні промиваючі, маслянисті фільтри), сітчасті фільтри (фільтри із сітками з тканини, металу, вініпласту), електрофільтри.

Атмосферне повітря може забруднюватись твердими (пил, сажа), рідкими (крапельними) та газоподібними домішками, які складаються зі стабільних атомів або радіоактивних ізотопів. Очищення атмосферного повітря здійснюється за допомогою використання сучасних повітряних фільтрів. Залежно від принципу дії апарати очищення поділяються на дві групи – фільтри сухого та вологого очищення.

Методи сухого очищення газів від пилу поділяються на механічні та електричні. При механічних методах очищення відділення пилу від газів відбувається під дією сил гравітації, інерції, при фільтрації потоків через фільтри, рідини та ін. При електричних – сепарація твердих частинок відбувається під дією сил електричного поля на заряджені пилинки.

Важливою особливістю фільтрів для очищення повітря є те, що принципи, які використовуються у них, також можна застосовувати і у фільтрах для очищення води. Тому це дозволяє краще знаходити ефективні шляхи щодо інженерного захисту людини і довкілля. Спочатку розглянемо пиловловлювачі сухого очищення повітря від пилу.

Використання сухого очищення повітря від пилу дозволяє у ряді випадків полегшити видалення забруднювача з фільтра та його подальшу переробку. Розглядаючи принципові схеми конструкцій фільтрів, варто указати на їх переваги і недоліки.

Для порівняння конструкцій фільтрів умовно поділимо частинки, що забруднюють повітря, на 5 груп: 1) великий пил, із розміром частинок приблизно 1,0–0,1 мм; 2) середній пил, із розміром частинок приблизно 0,1–0,01 мм; 3) дрібний пил, із розміром частинок менше 0,01 мм; 4) гази, які знаходяться у повітрі у вигляді молекул; 5) віруси та бактерії, які знаходяться у повітрі.

Розглянемо принципові схеми конструкцій фільтрів у тій послідовності, у якій їх розробляли вчені протягом століть.

У гравітаційних пиловловлювачах осадження пилових частинок із газів відбувається за рахунок дії сил гравітації. Причому, чим менша швидкість руху частинок і час перебування їх у камері, тим вища ефективність очищення газів. Гравітаційні пиловловлювачі працюють так. Через вхідну трубу забруднений газ потрапляє у корпус пиловловлювача, де швидкість газового потоку знижується. У цей час під дією сили тяжіння великі частинки, що забруднюють повітря, переважно осаджуються у нижній частині корпусу пиловловлювача. Частково очищене повітря виходить через вихідну трубу. Але у таких фільтрах діє лише сила тяжіння. Тому вони здатні затримувати лише великі частинки першої та частково другої груп. До переваги фільтрів таких конструкцій належать простота в експлуатації та здатність працювати у широкому колі температур. Щодо недоліків слід відзначити значні розміри та неповне очищення повітря від середнього, дрібного пилу та молекул газів.

Пиловловлювачі, побудовані за такими принципами, археологи знаходили у середньовічних підземних сховищах людей. Метою таких гравітаційних пиловловлювачів було очищення від диму вогнищ, які люди розпалювали в підземних сховищах для обігрівання.

У пиловловлювачах інерційної дії видалення частинок з газового потоку здійснюється під дією сил гравітації та інерції частинок, які рухаються в аерозольному потоці. Ефект сил інерції досягається при зміні напрямку газового потоку; при цьому тверді частинки намагаються зберегти першочерговий напрямок руху й осаджуються в нижній частині корпусу пиловловлювача.

У пиловловлювачах інерційної дії сепарація частинок з газового потоку проходить так. Через вхідну трубу забруднений газ потрапляє до корпусу пиловловлювача, де швидкість газового потоку знижується та змінюється напрямок його руху. На забруднювачі повітря діють сила тяжіння та сила інерції, яка виникає при зміні напрямку газового потоку. Внаслідок цього ті частинки, які не встигають змінити напрямок руху, осаджуються в нижній частині корпусу пиловловлювача.

Порівняно з гравітаційним пиловловлювачем у фільтрах інерційної дії збільшується осаджування великого пилу (з розміром частинок приблизно 1,0–0,1 мм), середнього пилу (із розміром частинок приблизно 0,1–0,01 мм) та частково дрібного пилу. Очищене повітря виходить через вихідну трубу.

Перевагами фільтрів таких конструкцій є: по-перше, простота в експлуатації; по-друге, здатність працювати у широкому колі температур; по-третє, більш висока, порівняно з гравітаційними пиловловлювачами, ступінь очищення повітря; по-четверте, менші габаритні розміри. Серйозними недоліками є неповне очищення повітря від середнього, дрібного пилу молекул газів, вірусів та бактерій, які знаходяться у повітрі.

У практиці найширше використовується група апаратів типу «циклон» (рис. 5), в яких під дією відцентрової сили тверді включення переміщуються до стінок «циклону», а потім осаджуються. Ступінь ефективності очищення газів у таких апаратах від великого пилу (з розміром частинок приблизно 1,0–0,1 мм), середнього пилу (з розміром частинок приблизно 0,1–0,01 мм) більша, ніж у фільтрах інерційної дії.

Представлений на рис. 5 відцентровий пиловловлювач працює так: через вхідну трубу 1 забруднений газ по дотичній потрапляє у циліндричний корпус 2, де починає обертатись навколо вихідної труби 3. Видалення пилу з аерозольного потоку проходить під дією відцентрової сили, яка виникає при обертово-поступальному русі газового потоку, а також сил гравітації та інерції пилових частинок, які рухаються в аерозольному потоці.

Ефект сил інерції досягається при повороті рухливого газового потоку у вихідну трубу; при цьому тверді частинки намагаються зберегти першочерговий напрямок руху і осаджуються в нижній частині циклона 4. Очищене повітря виходить з апарата через вихідну трубу 3.

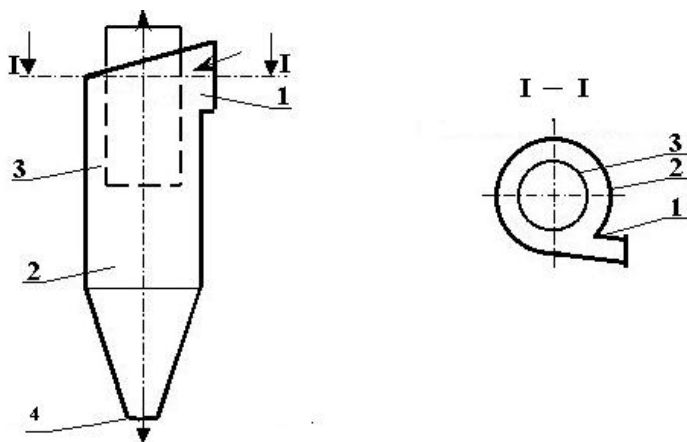


Рис. 5. Схема циклона:

- 1 – вхідна труба, що входить до корпусу фільтра по дотичній;
- 2 – корпус циклона циліндричної форми, що звужується донизу;
- 3 – вихідна труба, яка знаходиться у центрі циліндричного корпусу;
- 4 – труба для видалення пилу з нижньої частини фільтра

Для очищення повітря від дрібних забруднюючих частинок були розроблені фільтри, у яких використовувалась сила електростатичного тяжіння забруднюючих частинок до корпусу фільтра. Вони отримали назву електрофільтрів. Схема класичного електрофільтра показана на рис. 6.

Принцип роботи електрофільтра полягає в тому, що забруднене повітря скрізь вхідну трубу 1 потрапляє у корпус електрофільтра 2, наближається до негативно зарядженого електрода 3, навколо якого за рахунок високої напруги 5–10 кВ створюється зона іонізації. Електрод 3, закріплений на ізоляторах 4, має малу площу, тому густина зарядів на ньому велика, і вони починають стікати у повітря. За рахунок цього поверхня дрібних частинок заряджується негативно. Корпус електрофільтра при цьому заряджений позитивно. Таким чином, ті дрібні частинки, що наближаються до корпусу, притягуються та осаджуються. Очищене повітря виходить з електрофільтра крізь вихідну трубу 5. Накопичений пил періодично виводять з електрофільтра крізь трубу 6.

Перевагами електрофільтра є можливість очищувати сухе та вологе повітря від усіх видів пилу за низьких та високих температур. Важливою

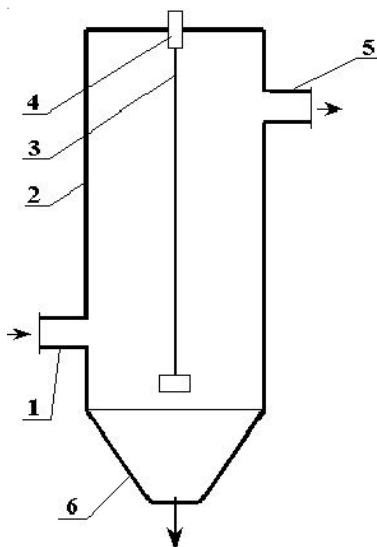


Рис. 6. Схема електрофільтра:

1 – вхідна труба; 2 – корпус електрофільтра; 3 – коронувальний електрод; 4 – ізолятор; 5 – труба для виходу очищеного повітря; 6 – труба для виходу пилу

особливістю електрофільтра є руйнування молекул токсичних речовин у зоні іонізації. Хімічні реакції виникають також при взаємодії отруйних речовин з озоном, який з'являється в зоні іонізації. Постійний струм між електродом 3 та корпусом 4, проходячи крізь повітря, дуже малий, тому електрофільтри не потребують значних витрат електроенергії.

До недоліків електрофільтрів належать: по-перше, необхідність спеціального обладнання, яке забезпечує високу напругу; по-друге, особливі заходи електробезпеки; по-третє, генерація озону, який має здатність окислювати організм людини.

Також необхідно передбачити спеціальний пристрій для видалення пилу з внутрішньої поверхні корпусу фільтра. Для очищення повітря без допомоги високої напруги в інженерних системах захисту довкілля були розроблені фільтри, де високий ступінь очищення досягався за рахунок фільтрації повітря крізь спеціальні тканини, металеві сітки та зернисті матеріали. Одним із представників такої групи апаратів є *рукавний фільтр* (рис. 7).

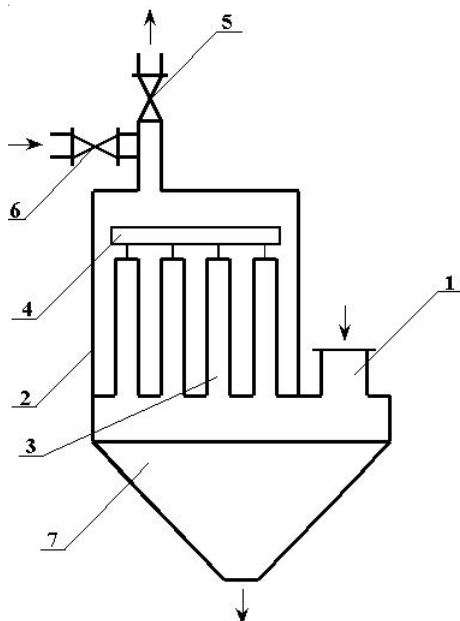


Рис. 7. Схема рукавного фільтра:

1 – вхідна труба, через яку заходить забруднене повітря; 2 – прямокутний корпус; 3 – циліндричні мішки з фільтрувальної тканини; 4 – пристрій для струшування пилу; 5 – вихідна труба; 6 – клапан подачі стислого повітря для продування фільтрувальної тканини та струшування пилу; 7 – нижня частина рукавного фільтра, де накопичується пил

Такий фільтр працює ось яким чином. Забруднене повітря потрапляє у корпус 2 крізь вхідну трубу 1, та очищується, проходячи крізь циліндричні мішки з фільтрувальної тканини 3. Далі очищене повітря виходить із фільтра крізь вихідну трубу 5. Пил, який накопичується на фільтрувальній тканині, очищується шляхом вмикання клапана подачі стислого повітря 6 для продування фільтрувальної тканини. Якщо цього недостатньо, можливе механічне коливання фільтрувальної тканини за рахунок вібрації пристрою 4, до якого закріплені циліндричні мішки з фільтрувальної тканини.

Перевагами рукавного фільтра є: 1) можливість очищення сухого повітря від усіх видів пилу, за низьких та високих температур, які не повинні перевищувати температуру теплостійкості тканини; 2) очищен-

ня повітря без допомоги високої напруги; 3) відносна простота експлуатації.

До недоліків рукавного фільтра належать: по-перше, неможливість очищати вологе повітря; по-друге, складність пошуку розривів у тканині, які можуть виникнути в процесі експлуатації.

Тканинні фільтри працюють за високих температур, підвищеної вологості, наявності в газах хімічно агресивних складових і великої концентрації пилу з абразивними частинками. Тому їх фільтрувальна тканина повинна бути термостійкою. За високої температури вона має бути стійкою до хімічних впливів, абразивного зношування і вигину. Тканина повинна бути також міцною на розрив і еластичною, вона має досить легко і добре очищатися від пилу. Ці властивості необхідні тканині для забезпечення можливості регенерації фільтра продуванням і струшуванням.

Матеріал фільтра повинен бути досить густим для забезпечення вловлювання частинок розміром 1 мкм і досить пористим для того, щоб гази могли проходити через нього з малим опором.

У рукавних фільтрах тканина покриває металевий каркас. Рукавні елементи мають діаметр 100–200 мм і довжину 2–6 м. При осадженні пилу на волокнах тканини зменшується розмір пор між ними, що призводить до збільшення ефективності фільтрації, однак при цьому зменшується пропускна здатність фільтра. Тому необхідно періодично видаляти шар, що утворює пил.

Регенерація фільтрів здійснюється механічними засобами, продуванням стислим повітрям, комбінованим способом або імпульсним продуванням крізь сопла Лавалю. Найефективнішим сучасним способом регенерації фільтрів є імпульсне продування фільтруючих елементів стисненим повітрям. При цьому уздовж тканини фільтрувального елемента проходить хвиля підвищеного тиску, що згинає тканину. Одночасно в напрямку, протилежному напрямку проходження запиленних газів через тканину, рухається повітря, що подається до регенерування. Хоча його кількість незначна, а імпульс короткий за тривалістю, тканина очищується від пилу, тому що енергія імпульсного струменя досить висока.

Навантаження на тканину при регенерації є чинником, що знижує

строк її служби. Зворотне продування менше руйнує тканину, однак імпульсне продування стислим повітрям дає повнішу регенерацію.

Пиловловлювач із рукавними фільтрами і схема руху газів уздовж корпусу цього фільтра показані на рис. 8. Корпус пиловловлювача розділений по довжині вертикальними перегородками на 3 частини. Центральна частина, розділена металевою стінкою 1, має дві порожнини: нижню 6 для підведення запиленого газу і верхню 7 для відведення очищеного газу. У двох крайніх частинах пиловловлювача

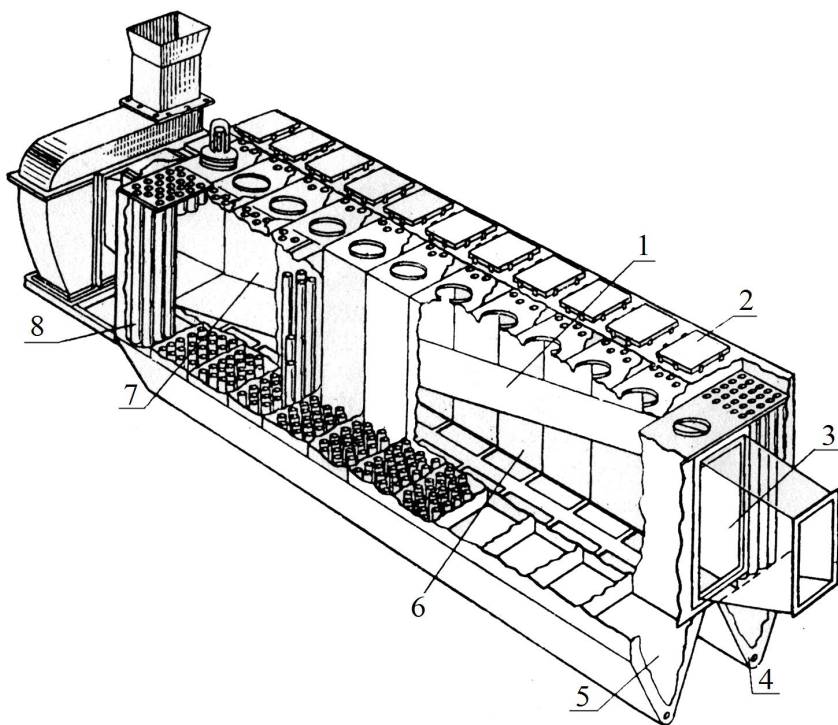


Рис. 8. Рукавний фільтр:

1 – металева перегородка; 2 – люк для ремонту рукавних фільтрів; 3 – вхідна труба для забрудненого повітря; 4 – гвинтові конвеєри для видалення пилу з пилозбірника; 5 – пилозбірник; 6 – камера для забрудненого повітря; 7 – камера для очищеного повітря; 8 – рукавні фільтрувальні елементи

розташовано секції з рукавними фільтрувальними елементами 8, під якими встановлено два пилозбірники 5 із гвинтовими конвеєрами 4. На верхній стінці корпусу (над кожною секцією) розташовано люки 2 для обслуговування і ремонту рукавних фільтрів.

Над корпусом пиловловлювача є горизонтальний трубопровід для підведення стисненого повітря на продування рукавних фільтрів.

Повітря подається до кожної секції через клапан з електричним або пневматичним приводом. Зверху розташовані також заслінки із пневматичним приводом, що вимикають попарно секції з рукавними фільтрами від верхньої порожнини відводу очищеного газу центральної частини пиловловлювача.

Запилений газ по трубі надходить у нижню порожнину центральної частини пиловловлювача, а потім розподіляється по секціях з рукавними фільтрами. Подача запиленого газу до нижньої частини секцій дає можливість знизити пилове навантаження на тканину, тому що частина пилу осаджується в пилозбірнику, що функціонує в цьому випадку як осаджувальна камера.

Проходячи тканинні рукавні елементи, газ очищається від пилу і надходить у верхню порожнину центральної частини пиловловлювача 7. З цієї порожнини очищений газ подається димососом до димової труби. При очищенні газу на поверхні фільтрувальних елементів утворюється шар із частинок пилу. Для забезпечення безперервної роботи пиловловлювача здійснюється періодична регенерація рукавних фільтрів шляхом продування їх стислим повітрям у зворотному напрямку.

Заслінка із пневматичним приводом перекриває шлях потоку газів через дві секції, що розташовані поруч із фільтрами. Подача стислого повітря здійснюється крізь клапан. Повітря зриває з поверхні фільтрувальних елементів осілий шар пилу і скидає його в пилозбірник. З пилозбірника 5 пил видаляється гвинтовим конвеєром 4. Після регенерації фільтрувальних елементів клапан і заслінка перемикаються, і секція переходить на режим очищення запиленого газу. Ефективність пиловловлювання цих рукавних фільтрів становить 99 %.

Для очищення повітря крім сучасних фільтрів сухої очистки широко використовують фільтри мокрої очистки. Розглянемо загальні положення, пов'язані з такими апаратами.

У фільтрах мокрої очистки інженери намагались не тільки очистити повітря за рахунок максимальної кількості сил, що діють на забруднену частинку, але і забезпечити якомога більшу площу взаємодії повітря та води.

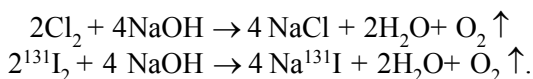
Крім повітряних фільтрів сухої очистки, існує багато конструкцій фільтрів вологої очистки. У сучасних фільтрах мокрої очистки вода повинна використовуватись раціонально, тобто багаторазово. У фільтрах мокрої очистки з'явилась можливість нейтралізувати токсичні гази за рахунок додавання до води хімічних домішок, здатних вступити з ними у хімічну реакцію.

У фільтрів мокрої очистки є спільний недолік – в них утворюються вологі забруднювачі, які здатні залипати у корпусі апаратів, що ускладнює їх видалення. Крім цього, їх необхідно обігрівати у холодну пору року.

Розглянемо найпростіші фільтри мокрої очистки, першим представником яких є порожнистий скруббер (рис. 9). Фільтр складається з вхідної труби 1, через яку заходить забруднене повітря. Далі воно потрапляє до циліндричного корпусу порожнистого скруббера 2, де підіймається угору та потрапляє під краплини води, які розпилюються за допомогою форсунок 3.

Очищене повітря потрапляє у вихідну трубу 4, а забруднюючі домішки з водою накопичуються у нижній частині фільтра, звідки періодично їх виводять. Забруднена вода потрапляє у систему фільтрів, очищується та знов подається у форсунки.

Перевагами фільтрів такої конструкції є: 1) простота в експлуатації; 2) здатність працювати у широкому колі температур; 3) очищення повітря від крупного, середнього пилу і деяких окремих токсичних газів. Недоліками є неповне очищення повітря від дрібного пилу, отруйних газів, а також вірусів та бактерій. Для нейтралізації отруйних речовин у фільтрах мокрої очистки з'явилась можливість нейтралізувати токсичні гази за рахунок додавання до води хімічних домішок, здатних вступити з ними у хімічну реакцію. Наприклад, використовуючи порожнистий скруббер, можна перетворити отруйні Cl_2 та I_2 на кисень (кисень):



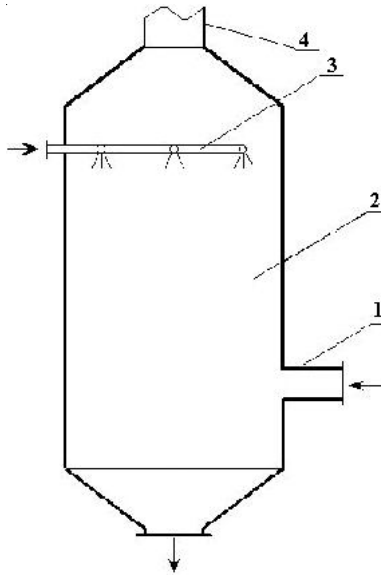


Рис. 9. Схема порожнистого скрубера:

1 – вхідна труба, через яку заходить забруднене повітря; 2 – корпус порожнистого скрубера; 3 – форсунки для розпилення крапель рідини; 4 – труба для виходу очищеного повітря

Для підвищення ефективності очищення повітря інженери вирішили забезпечити якомога більшу площу взаємодії повітря та води. Так був розроблений ще один фільтр – насадковий скрубер, схема якого подана на рис. 10.

Фільтр складається з вхідної труби 1, через яку заходить забруднене повітря, що далі потрапляє у циліндричний корпус насадкового скрубера 2, де і підіймається угору. Усередині корпусу встановлена касета з наповнювачем 3 (наприклад, зі скляними кульками), поверхнею якої стікає вода, яка розпилюється за допомогою форсунок 4. Забруднене повітря, рухаючись угору, шукає вихід між частинками наповнювача, змішуючись із водою. Значна площа взаємодії повітря та води забезпечує ефективне очищення повітря, яке далі потрапляє у вихідну трубу 5, а забруднюючі домішки з водою накопичуються у нижній частині

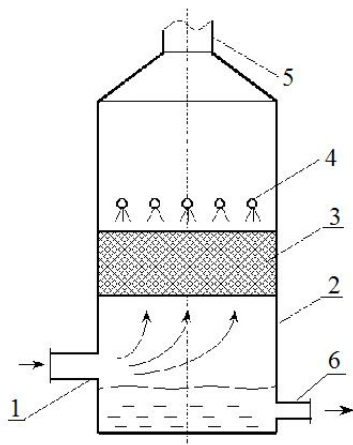


Рис. 10. Схема насадкового скрубера:

1 – вхідна труба, через яку заходить забруднене повітря; 2 – корпус насадкового скрубера; 3 – касета із дрібними частинками заповнювача; 4 – форсунки для розпилення краплин рідини; 5 – труба для виходу очищеного повітря; 6 – труба для виходу забрудненої води

фільтра, звідки періодично їх зливають через трубу 6. Забруднена вода потрапляє у систему фільтрів, очищується та знову подається у форсунки.

Перевагами фільтрів такої конструкції є: по-перше, здатність працювати у широкому колі температур; по-друге, очищення повітря від крупного, середнього та дрібного пилу; по-третє, очищення повітря від деяких окремих токсичних газів. Недоліками є такі: 1) неповне очищення повітря від комплексів токсичних молекул, вірусів та бактерій; 2) прилипання забруднювачів до поверхні наповнювача; 3) необхідність постійної заміни касет; 4) збільшення опору руху повітря; 5) поява нових відходів – забруднених частинок наповнювача.

Недосконалість насадкового скрубера потребувала пошуку нових конструкцій фільтрів для ефективного очищення повітря. Один із таких фільтрів – пінний скрубера – наведений на рис. 11.

Він складається з вхідної труби 1, через яку заходить забруднене повітря. Далі воно потрапляє у корпус фільтра 2, де розташована решітка для підтримки шару піни 3. Повітря проходить крізь шар піни 4, який

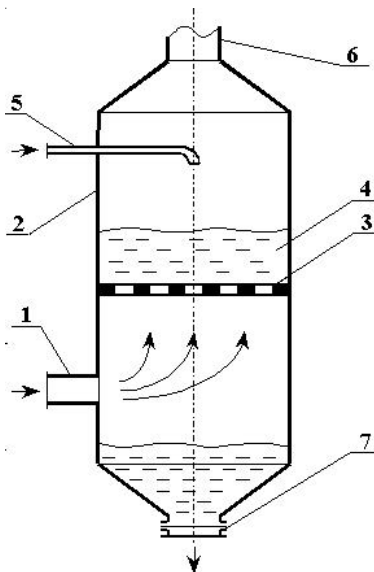


Рис. 11. Схема пінного скрубера:

1 – вхідна труба, через яку заходить забруднене повітря; 2 – корпус фільтра; 3 – решітка для підтримки шару піни; 4 – шар піни; 5 – труба для подання рідини з домішками піноутворюючих хімічних сполук; 6 – труба для виходу очищеного повітря; 7 – труба для виходу забруднювачів та рідини

утворюється за рахунок подання з труби 5 рідини з домішками піноутворюючих хімічних сполук.

Велика площа взаємодії шару піни та повітря забезпечує очищення повітря від усіх видів забруднювачів, крім комплексів токсичних молекул, вірусів та бактерій. Далі частково очищене повітря виходить через трубу 6, а забруднювачі та рідину зливають крізь трубу 7.

Перевагами фільтрів такої конструкції є: здатність працювати у широкому колі температур; ефективне очищення повітря від крупного, середнього та дрібного пилу, а також деяких окремих токсичних газів; зменшення опору руху повітря. Серед недоліків слід відзначити: по-перше, неповне очищення повітря від комплексів токсичних молекул, вірусів та бактерій, а по-друге, появу у відходах піноутворюючих хімічних сполук.

Крім пінного скрубера, був розроблений повітряний фільтр, у якому забезпечення більшої площі взаємодії повітря та води відбувалося за рахунок їх ефективного перемішування.

Схема такого фільтра зображена на рис. 12. Він складається з вхідної труби 1, через яку заходить забруднене повітря. Далі воно збільшує швидкість за рахунок зменшення діаметра вхідної труби. В найменшому перерізі 4 у повітря подають краплини води, які розпилюють за допомогою форсунки 2. Далі повітря потрапляє на обтічник 5, проходячи який, струмені повітря інтенсивно змішуються з краплинами води. Після цього забруднюючі частинки з водою осаджуються у корпусі фільтра 6, побудованого на основі циклона. Такий фільтр забезпечує очищення повітря від усіх видів забруднювачів, крім комплексів токсичних

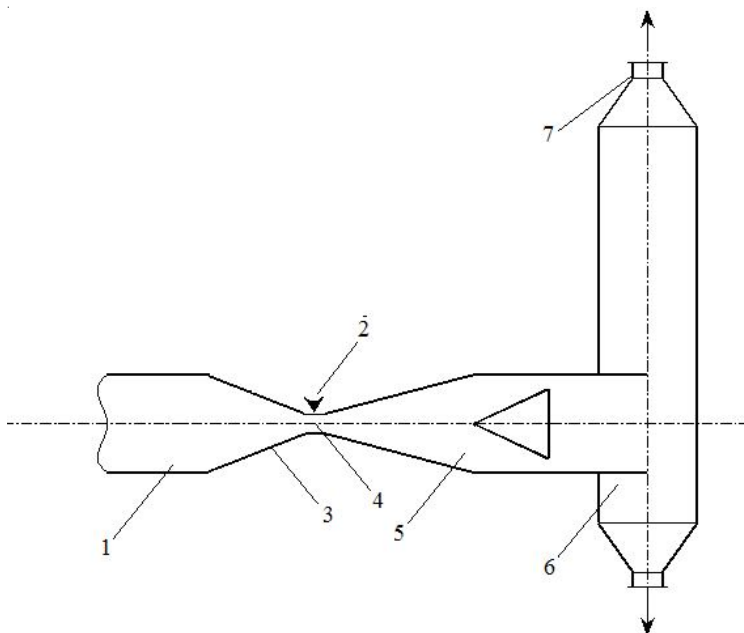


Рис. 12. Схема скрубера Вентури:

1 – вхідна труба, через яку потрапляє забруднене повітря; 2 – форсунка для подання рідини; 3 – конфузор; 4 – діфузор; 5 – обтічник; 6 – циклон; 7 – труба для виходу очищеного повітря

молекул, вірусів та бактерій. Далі частково очищене повітря виходить крізь трубу 7, а забруднювачі та рідину зливають через нижню трубу. Перевагами фільтрів такої конструкції є: 1) здатність працювати у широкому колі температур; 2) ефективне очищення повітря від крупного, середнього, дрібного пилу, а також від деяких окремих токсичних газів; 3) відсутність піноутворюючих хімічних сполук. Недоліком є неповне очищення повітря від комплексів токсичних молекул, вірусів та бактерій.

Одним із засобів очищення повітря є пропускання його крізь шар води. Схема такого пристрою, який називається *барботажний фільтр*, наведена на рис. 13. Він складається з вхідної труби 1, через яку заходить забруднене повітря. Далі повітря потрапляє у розширення труби 2, проходить крізь отвори 5 у шар води, яка залита у корпус 3, очищується та виходить із фільтра через трубу 4.

Перевагами фільтрів такої конструкції є: 1) здатність працювати у широкому колі температур; 2) ефективне очищення повітря від крупного, середнього та дрібного пилу, деяких окремих токсичних газів;

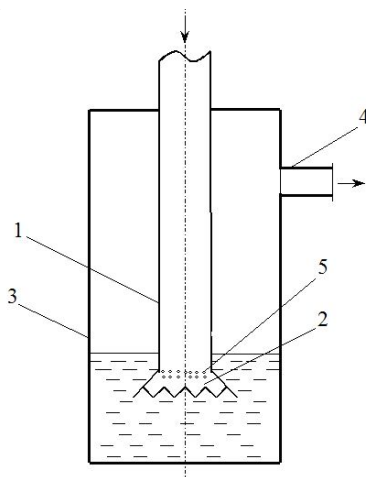


Рис. 13. Схема барботажного фільтра:

1 – вхідна труба, через яку входить забруднене повітря; 2 – конус з отворами для виходу бульбашок повітря; 3 – корпус фільтра; 4 – труба для виходу очищеного повітря; 5 – отвори для виходу забрудненого повітря

3) відсутність піноутворюючих хімічних сполук. Недоліками є: по-перше, неповне очищення повітря від комплексів токсичних молекул, вірусів та бактерій; по-друге, збільшення опору руху повітря.

Одним з важливих екологічних завдань сучасності є створення ефективних систем захисту атмосфери та очищення повітря у сховищах для населення. У цих системах забруднювачі або поглинаються завдяки адсорбції різними речовинами, або руйнуються завдяки хімічним реакціям ініційованими каталізаторами.

Явище поглинання однієї речовиною іншої речовини називається *сорбцією*. Цей процес відіграє велику роль у системах із дуже розвинутою поверхнею поділу. Наприклад, деревне вугілля поглинає хімічні речовини з розчинів.

Поглинання однієї речовини іншою (поглиначем) може відбуватися тільки на поверхні поглинача або поширюватися по всьому його об'єму. Процес поглинання речовини тільки на поверхневому шарі поглинача називається *адсорбцією* або поверхневим поглинанням. Сорбція, що відбувається в усьому об'ємі поглинача, називається *абсорбцією*, або об'ємним поглинанням.

Адсорбційна здатність речовин пов'язана з тим, що їх поверхневий шар має надлишок вільної енергії внаслідок неврівноваженості сил, що діють на молекули поверхневого шару. Адсорбуюча речовина поглинає інші речовини з розчину або газового середовища, молекули яких вступають у фізико-хімічні зв'язки з поверхнею поглинача.

При адсорбції речовина, що поглинається, називається *адсорбтивом*, а що поглинає – *адсорбентом*. Адсорбенти можуть поглинати газоподібні речовини і речовини з розчинів. Чим більша поверхня адсорбенту, тим більша кількість речовини, яку він поглинає. Як адсорбент застосовують речовини із сильно розвинутою поверхнею: активоване вугілля, деякі високомолекулярні смоли, силікагель, алюмосилікати тощо.

Активоване вугілля – дрібнопористий порошкоподібний продукт обвуглювання деревини, шкаралупи фруктових кісточок. Характеризується високими адсорбційними властивостями. Застосовується як адсорбент у протигазах, але не затримує чадний газ. У лабораторних умовах активоване вугілля отримують, змішуючи тирсу з деревини з 50 % розчином ZnCl_2 або концентрованою фосфорною кислотою. Далі

суміш у фарфоровому тиглі з кришкою прожарюють на вогні протягом 60 хв. Після охолодження вугілля промивають спочатку 10 % розчином соляної кислоти, а потім дистиллятом. Знов нагрівають та охолоджують. Домішки ZnCl_2 або концентрованої фосфорної кислоти використовують для зниження температури прожарювання.

Адсорбція є в основі дії протигазу, вона використовується для уловлювання парів летких фракцій нафти, оксидів нітрогену, поглинання забарвлених речовин із розчинів, для хроматографічного поділу сумішей тощо.

В ефективних системах захисту повітря забруднювачі або поглинаються завдяки адсорбції різними речовинами, або руйнуються завдяки хімічним реакціям, що ініціюються каталізаторами.

Протікання хімічних реакцій можна прискорити введенням у реакційну систему *каталізаторів*. *Каталізаторами* називають речовини, що впливають на швидкість хімічної реакції, не змінюючи в ході реакції свого складу і кількості.

Явище зміни швидкості хімічної реакції під дією каталізаторів називається *каталізом*, а реакції, що протікають під дією каталізаторів, називаються *каталітичними*.

Розрізняють *гомогенний* і *гетерогенний каталіз*. При гомогенному каталізі каталізатор і реагуючі речовини складають одну фазу. При гетерогенному каталізі реагуючі речовини і каталізатор перебувають у різних фазах.

Найрозповсюдженішими каталізаторами є деякі метали в дуже роздрібненому стані, наприклад, Ni, Pt, Pd, W; оксиди металів – V_2O_5 , Al_2O_3 , Cr_2O_3 ; іони перехідних металів та їх комплекси, особливо міді, заліза, кобальту, ванадію; біологічні каталізатори; кислоти. Широке застосування у виробництві полімерів набув каталізатор, що складається з триетилалюмінію $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$ і суміші TiCl_3 та TiCl_4 .

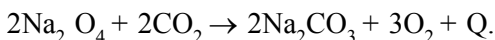
Як у випадку гомогенного каталізу, так і при гетерогенному каталізі реакції відбуваються через активні проміжні сполуки. Сполуки ці нестійкі та існують дуже короткий час, потім вони розпадаються з утворенням продуктів реакції, а каталізатор відновлюється і знову входить у реакцію. Наприклад, реакція $A \rightarrow B$ каталізується речовиною X . Тоді $A+X \rightarrow AX$ (AX – проміжна нестійка сполука); $AX \rightarrow B+X$, що в сумі дає $A \rightarrow B$, X залишається незмінним.

Здебільшого дія каталізаторів полягає у тому, що вони знижують енергію активації реакції. Зниження енергії активації зумовлене тим, що проміжні стадії каталітичної реакції відрізняються від стадій, через які проходить процес під час відсутності каталізатора, і характеризується меншою енергією активації.

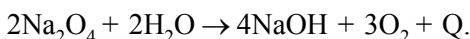
При розробці інженерних систем захисту атмосфери адсорбція із застосуванням каталізаторів дозволяє затримати бойові отруйні речовини.

В особливих випадках застосування каталізаторів та хімічних домішок дозволяє регенерувати повітря у сховищах для населення. *Регенерування повітря* – оновлення повітря за рахунок поглинання вуглекислого газу спеціальними речовинами, які перетворюють його на кисень.

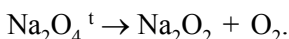
Регенеративною сумішшю можуть бути надперекиси металів, які поглинають двоокис карбону та замість нього виділяють кисень (кисень). Прикладом такої хімічної реакції при регенерації повітря може бути така



Оскільки людина крім двоокису карбону видихає також воду, регенеруюча суміш реагує з нею з виділенням кисню (кисню)



Далі, внаслідок виділення енергії Na_2O_4 розпадається з виділенням кисню (кисню)



При гетерогенному каталізі важливу роль відіграє площа поверхні каталізатора, оскільки зниження енергії активації процесу в цьому випадку відбувається при адсорбції реагуючої речовини на поверхні каталізатора.

Кожен каталізатор здатний каталізувати тільки цілком визначені хімічні процеси, тобто дія каталізаторів специфічна. Є речовини, що зменшують дію каталізатора. Вони називаються *каталітичними отрутами* (As, HgCl_2 та ін.). Речовини, що підсилюють дію каталізатора, називаються *проторами* або *активаторами*.

Для забезпечення вимог до якості повітря можна комбінувати різні фізичні, хімічні способи очищення повітря, створюючи з них сучасні системи екологічного захисту людини та довкілля.

ГАММА-ВИПРОМІНЮВАННЯ – фотонне випромінювання з високою енергією і великою проникною здатністю, що виникає під час зміни енергетичного стану атомних ядер або при анігіляції частинок.

ГАММА-ПОСТІЙНА (K_γ) – характеристика гамма-випромінювання ізотопу, що становить потужність дози у рентгенах за годину, яка створюється нефільтрованим гамма-випромінюванням точкового джерела активністю в 1 мілікюрі (1 мКи) на відстані 1 см.

ГАММА-ПРОМЕНІ (див. гамма-випромінювання) – потік гамма-квантів (електромагнітне випромінювання) з дуже короткою довжиною хвилі (від 0,1 нм і менше). У процесі гамма-випромінювання ядро самовільно переходить із збудженого стану у менш збуджений або основний. Енергія гамма-квантів, випромінюваних після альфа-розпаду, зазвичай не перевищує 0,5 МеВ. Енергія гамма-квантів, випромінюваних після бета-розпаду, досягає 2,0–2,5 МеВ.

ГЕЛІОТРОФ – організм, який синтезує органічну речовину із неорганічної, використовуючи енергію Сонця.

ГЕМОГЛОБІН – дихальний пігмент, що міститься в еритроцитах крові людини та хребетних тварин. Переносить кисень у тканини та бере участь у перенесенні вуглекислого газу із тканин у легені. При потрапленні у легені чадного газу (СО) цей процес порушується, і людина може загинути через нестачу кисню.

ГЕН – дискретна одиниця спадковості, за допомогою якої відбувається запис, передавання генетичної інформації у низці поколінь. Ген – це відрізок дезоксирибонуклеїнової кислоти або рибонуклеїнової кислоти (у деяких вірусів), що складається з нуклеотидів. У найвищих організмах гени знаходяться у хромосомах, їх сукупність становить генотип. Кожний ген відповідає за синтез певного білка. Гени визначають послідовний перебіг процесів морфобіохімічного диференціювання організмів.

ГЕНЕТИЧНА ДІЯ ВИПРОМІНЮВАНЬ – виникнення спадкових змін (мутацій) в організмах і вірусах під впливом іонізуючого випромінювання та ультрафіолетових променів, що руйнують та змінюють хімічну структуру генів.

ГЕНЕТИЧНА ІНЖЕНЕРІЯ – напрям молекулярної біології та молекулярної генетики, метою якого є створення організмів з новими комбінаціями спадкоємних ознак.

ГЕНОМ – набір спадкових якостей у даній клітині.

ГЕНОТИП – сукупність усіх спадкових ознак організму.

ГЕНОФОНД – сукупність особин одного виду.

ГЕОСИНКЛІНАЛЬ – лінійно витягнута ділянка земної кори, у межах якої інтенсивно відбуваються вертикальні та горизонтальні рухи, магнетизм і сейсмічність.

ГЕОФІЗИЧНІ АНОМАЛІЇ – відхилення від нормального характеру розподілу фізичних полів Землі, яке зумовлене неоднорідністю її будови та різноманітністю мінеральних речовин, з яких вона складається. Розрізняють гравітаційні, сейсмічні, магнітні, електричні, геофізичні аномалії.

ГЕРЦ (Гц) – одиниця частоти періодичного процесу у Міжнародній системі одиниць та СГС системи одиниць. 1 Гц – частота, під час якої за 1 с проходить один цикл періодичного процесу.

ГЕТЕРОТРОФИ – організми, які, на відміну від автотрофів, синтезують необхідні для життя речовини за рахунок готових органічних сполук. До гетеротрофів належать мікроорганізми, гриби, деякі рослини, людство та інші живі організми.

ГІГІЄНА ПРАЦІ – галузь профілактичної медицини, що вивчає умови та характер праці, їх вплив на здоров'я, функціональний стан людини, розробляє наукові основи гігієнічної регламентації факторів виробничого середовища і трудового процесу, практичні заходи, спрямовані на профілактику шкідливої та небезпечної їх дії на працівників.

ГІДРОБІОТИ – організми, що живуть у водному середовищі.

ГІДРОГЕН ЦΙΑНІСТИЙ (HCN) – один із багатьох видів хімічної зброї. У чистому вигляді є безбарвною рухливою рідиною з температурою кипіння 299 °К (26 °С). При сильному розведенні має характерний запах гіркої мигдалю. Пари **Г. ц.** легші за повітря, а суміш парів **Г. ц.** з повітрям, яка досягає концентрацій 5,6–46%, є вибухонебезпечною. **Г. ц.** гарно адсорбується на пористих матеріалах, таких як шлак, цегла тощо. **Г. ц.** шкідливо діє на людей і тварин. **Г. ц.** використовують як хімічну зброю, напівпродукт у хімічній промисловості, окрім того, як складову частину препаратів для боротьби

з комахами і гризунами. **Г. ц.** з металами утворює дуже небезпечні ціаніди.

ГІДРОСФЕРА – сукупність вод (океани, моря, озера, річки і т. ін.), що утворюють водну оболонку земної кулі. Усі форми водних мас взаємодіють у процесі кругообігу води на Землі.

ГІДРОЦИКЛОН – апарат для розподілу у водному середовищі частинок з різною масою, а також для очищення стічних вод. Їх подають по дотичній усередину циліндричного корпусу гідроциклону. Рідина, зайшовши у циліндричну частину, набуває обертального руху і відкидає тверді частинки до стінок гідроциклону та переміщується по гвинтовій спіралі вниз до зливу, через який видаляється частина рідини з великими частинками. Частково очищена вода видаляється із корпусу вгору через вертикальний трубопровід, розташований у центрі гідроциклону. Гідроциклони прості за конструкцією, компактні, відзначаються невисокою вартістю та високою продуктивністю.

ГІПОКСІЯ – нестача кисню в клітинах організму.

ГОМЕОСТАЗ – відносно динамічна постійність фізико-хімічних і біологічних властивостей внутрішнього стану (крові, лімфи та ін.) та стійкість основних фізіологічних властивостей організму.

ГРАДИРНЯ – споруда для охолодження води висхідним потоком атмосферного повітря.

ГРАНИЧНО ДОПУСТИМА КОНЦЕНТРАЦІЯ ШКІДЛИВОЇ РЕЧОВИНИ У ПОВІТРІ РОБОЧОЇ ЗОНИ (ГДК Р.4.) – концентрація речовини, яка за умов регламентованої тривалості її щоденної дії при 8-годинній роботі (але не більше, ніж 40 годин протягом тижня) не повинна спричиняти в експонованих осіб захворювань або відхилень у стані здоров'я, які можуть бути діагностовані сучасними методами досліджень протягом трудового стажу або у віддалені періоди їх життя чи життя наступних поколінь.

ГДК р. з. встановлюються для речовин, що здатні завдавати шкідливого впливу на організм працівників при інгаляційному надходженні.

Залежно від особливостей дії на організм шкідливих речовин, для них встановлюються ГДК р. з. двох типів: максимальна разова – ГДК р. з. м. р. та середньозмінна – ГДК р. з. с. з.

ГДК р. з. м. р. – найвище регламентоване значення концентрації речовини у повітрі робочої зони для будь-якого 15-хвилинного проміжку

часу робочої зміни. Дія речовини на працівників у концентрації, що дорівнює ГДК р. з. м. р., не повинна повторюватись протягом робочої зміни більше, ніж 4 рази з інтервалами не менше 1 години.

ГДК р. з. с. з. – регламентоване значення концентрації шкідливої речовини у повітрі робочої зони для проміжку часу, що дорівнює 75% робочої зміни, але не більше, ніж 8 годин, за умов дотримання ГДК р. з. м. р.

ГРЕЙ (Гр) – одиниця дози опромінення у Міжнародній системі одиниць, при якій опроміненій речовині масою 1 кг передається енергія будь-якого іонізуючого випромінювання 1 Дж ($1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг} = 10^2 \text{ рад}$).

ГРУПИ КРОВІ – імуногенетичні особливості крові, що дозволяють представникам певного виду об'єднуватись в окремі групи. Група крові залежить від наявності в еритроцитах двох якісно відмінних аглютиногенів (антигенів), а у плазмі крові – аглютининів (антитіл). Виявляють групу крові за допомогою реакції гемаглютинації. У людини 4 групи крові, у тварин понад – 12. Групи крові тварин не сумісні з групами крові людини.

ГУМУС – органічна речовина ґрунту, створена внаслідок розпаду рослинних та тваринних залишків та продуктів життєдіяльності організмів. Складається із гумінових кислот, фульвокислот, гуміну та ульміну. Ґрунти, багаті на гумус, мають високу родючість, а його втрата призводить до виснаження ґрунту. Нині в українських чорноземах вміст гумусу становить 4–6%.

ГУЧНІСТЬ ЗВУКУ – величина, що характеризує слухове відчуття даного звуку, залежить від інтенсивності (сили) звуку. Залежність між інтенсивністю звуку та відчуттям гучності звуку встановлена експериментальним шляхом. Початком відліку гучності прийнято вважати інтенсивність найслабкішого звуку, що називається порогом чутності ($I_0 = 10^{-12} \text{ Вт/м}^2$). Гучність будь-якого звуку, що має інтенсивність I , буде дорівнювати $I = 10 \lg I/I_0$ дБ. Гучність звуку, що відчувається нашим вухом, пропорційна логарифму його енергії. Поток звукової енергії називається енергією, що проходить за 1 с через одиницю площі (Вт/м^2). Одиницею гучності є бел (Б). Проте на практиці зручніше користуватися десятою часткою бела – децибелом. Якщо інтенсивність початкового звуку збільшується в 10 разів, то гучність звуку збільшується на 10 дБ. Наприклад, середній рівень розмовної мови

на відстані 1 м – 60 дБ (10^{-6} Вт/м²), шум мотора вантажного автомобіля 70 дБ (10^{-5} Вт/м²), больовий поріг людського вуха – 130 дБ (10 Вт/м²), що може спостерігатися у природі при сильних ударах грому, у військах під час вибухів боєприпасів.

Г

ГРУНТ – особливе органо-мінеральне природне утворення, яке виникло внаслідок впливу живих організмів на мінеральний субстрат і розпад мертвих організмів, а також впливу природних вод і атмосферного повітря на поверхневі горизонти гірських порід у різних умовах клімату і рельєфу в гравітаційному полі Землі.

Д

ДАМПІНГ – скидання і поховання відходів у водних басейнах.

ДДТ – стійкий пестицид, з допомогою якого майже повністю були знищені носії холери та черевного тифу, і тим самим значно обмежена захворюваність на ці хвороби. За відкриття інсектицидних властивостей ДДТ у 1937 р. П. Мюллер одержав Нобелівську премію. ДДТ здатен акумулюватися в організмах рослин і тварин і може переміщуватися на великі відстані трофічними шляхами.

ДЕАЕРАЦІЯ – вилучення із води розчинених у ній газів.

ДЕГАЗАЦІЯ – видалення отруйних хімічних речовин зі шкіряного покриву людини, одягу, взуття, транспортних засобів, предметів, з якими стикається людина. Зазвичай здійснюється за допомогою хімічних сполук, що руйнують отруйні речовини і перетворюють їх на нетоксичні сполуки.

ДЕГІДРАТАЦІЯ – процес вилучення води з певної речовини.

ДЕЗАКТИВАЦІЯ – видалення зі шкіри людини, одягу, взуття, транспортних засобів, предметів, з якими контактує людина, радіоактивних хімічних сполук. Здійснюється шляхом змиття радіоактивних речовин розчинниками, що містять ПАВ.

ДЕЗІНТОКСИКАЦІЯ – комплекс реакцій організму, спрямований на зменшення біологічної активності та концентрації отрути.

ДЕЗОДОРАЦІЯ – сукупність заходів, спрямованих на усунення неприємних запахів, які утворюються від гниття органічних субстратів.

ДЕМПФІРУВАННЯ – примусове гасіння коливань або зменшення амплітуди коливань до припустимих значень.

ДЕНУДАЦІЯ – переміщення продуктів вивітрювання гірських порід під дією сили тяжіння, води, вітру, льоду і снігу.

ДЕСИКАНТИ – хімічні отруйні речовини, що використовуються для прискорення висушування культурних рослин на корені.

ДЕСИКАЦІЯ – перед збиранням урожаю хімічне підсушування культурних рослин на корені для прискорення їх дозрівання.

ДЕСОРБЦІЯ – віддача поглинутої під час процесу адсорбції речовини з поверхні поглинача.

ДЕСТРУКЦІЯ – процес розкладання органічних речовин померлих організмів до більш простих складів, здійснюваний редуцентами (бактеріями, грибами, дощовими хробаками тощо).

ДЕТОНАЦІЯ – хімічне перетворення (окислення) вибухової речовини (ВР) з виділенням енергії. При розширенні стиснутих продуктів Д. стається вибух.

ДЕТРИТ – органічні залишки мертвих рослин, тварин та інших істот.

ДЕТРИТОФАГ – організм, який живиться детритом.

ДЕФЛЯЦІЯ – вітрова ерозія, що супроводжується видуванням з ґрунтового покриву більш дрібних частинок та їх перенесенням на великі відстані (чорні, бурі).

ДЕФОЛІАНТ – отруйна речовина, що використовується для знищення листя рослин.

ДЖЕРЕЛО ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ (джерело випромінювання) – об'єкт, що містить радіоактивну речовину чи технічний пристрій, який створює або в певних умовах здатний створювати іонізуюче випромінювання.

«ДІРКА» ОЗОНОВА – ділянка в озоновому шарі із заниженим (до 50 %) вмістом озону.

ДІЯ ІОНІЗУЮЧОЇ РАДІАЦІЇ НА ЖИВІ ОРГАНІЗМИ ЕКОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ – зміни, що відбуваються в організмі

птахів, риб, ссавців та інших видів живих істот під дією радіоактивного випромінювання.

Дія іонізуючої радіації на багатоклітинний організм виявляється не тільки в реакції та наслідках, що розвиваються в окремих клітинах і тканинах, але і через найтісніші зв'язки і переплетення фізіологічних функцій в організмі в загальних реакціях, властивих організму як єдиній складній біологічній системі. Як правило, існує певна залежність між мірою, рівнем розвитку організмів та їх чутливістю до іонізуючої радіації. Так, одноклітинні організми значно стійкіші, ніж багатоклітинні; особливо висока радіочутливість притаманна ссавцям. Якщо, наприклад, для критерію радіочутливості використати такий показник, як загибель 50% взятих у дослідження особин на 30-й день спостереження після опромінення ($LD_{50/30}$), то він виявляється різним для окремих класів живих організмів (табл. 4). Причини різної чутливості живих організмів до випромінювання повністю досі ще не з'ясовані. Різну чутливість холодно- і теплокровних організмів намагаються пояснити низькою температурою тіла і повільним обміном речовин у холоднокровних; разом з тим температура тіла і обмін речовин у птахів вищі, але вони і більш стійкі до дії випромінювання, ніж ссавці.

Таблиця 4

Чутливість деяких організмів до іонізуючої радіації

Клас	Представник	Опромінення, рад	Ефект
Найпростіші	Амеба	100 000	LD_{50}
Ракоподібні	Дафнія	6 500	LD_{100}
Риби	Карась	1 500	$LD_{50/30}$
Земноводні	Жаба	700	$LD_{50/30}$
	Тритон	3 000	$LD_{50/30}$
Плазуни	Черепаша	1 500	$LD_{50/30}$
Птахи	Кури	600–800	$LD_{50/30}$
Ссавці	Кролик	800	$LD_{50/30}$
	Пацюк	600	$LD_{50/30}$
	Морська свинка	300–350	$LD_{50/30}$
	Мавпа	550	$LD_{50/30}$

Стійкість до опромінення і ракоподібних пояснюється присутністю в їх організмах підвищеної кількості речовин, що мають захисну дію. У раків напевно захисною дією володіють амінокислоти, аміни і дрібні поліпептиди, що беруть участь у регуляції осмотичного тиску (у ссавців регуляція осмотичного тиску здійснюється, насамперед, за допомогою іонів Na, K, Mg тощо).

Певну роль у радіочутливості відіграє кількість хромосомних наборів у клітинах організму. Передбачається, що радіочутливість клітини прямо пропорційна до маси ядра, тобто кількості ДНК.

Чутливість ссавців до іонізуючої радіації залежить від фізіологічного стану організму, умов його існування, індивідуальних особливостей. Більш чутливі до опромінення новонароджені ссавці і старі тварини, у першому випадку за рахунок підвищеної активності клітин (особливо чутливий до опромінення ембріон тварин і людини), у другому – за рахунок погіршення здатності клітини і тканин організму до відновлення. Радіочутливість теплокровних істотно підвищує вагітність.

Визначення індивідуальної радіочутливості (явище, яке досі поки ще не має достатнього пояснення) полягає в тому, що з численної групи тварин одного виду, навіть виведених шляхом близькородного схрещування, частина (хоч і незначна) може загинути від опромінення дозою, що становить менше половини $LD_{50/30}$, а невеликий процент тварин переживає опромінення дозою, яка вдвічі перевищує $LD_{50/30}$.

Ефект впливу іонізуючої радіації на організм людини і тварин залежить від низки причин, головними з яких прийнято вважати рівень поглинених доз, час опромінення і потужність доз, об'єм тканин і органів, що опромінюються, вид випромінювання.

Ступені променевого ураження, що розвиваються після опромінення, значною мірою залежать від того, зазнає опромінення все тіло чи тільки його певна частина. Досить, наприклад, у собаки при опроміненні її смертельною дозою екранувати живіт з тим, щоб попередити летальний кінець. Інший приклад: при терапії злоякісних новоутворень у хворих в ураженій пухлиною тканині створюється поглинена доза, що досягає тисяч радіан, тобто доза, що у багато разів перевищує абсолютно смертельну для людини у разі загального опромінення.

Численними дослідженнями було доведено, що ефект променевого впливу на організм залежить не тільки від поглиненої дози та її

фракціонування у часі, але і значною мірою від просторового розподілу поглиненої енергії.

ДНК – дезоксирибонуклеїнова кислота – гігантська молекула, в ланцюгах якої зберігається спадкова інформація клітин.

ДОЗА В ОРГАНІ (D_T) – середня поглинена доза в органі чи тканині, яка розраховується за формулою $D_T = \epsilon_T / m_T$, де ϵ_T – сумарна енергія, що виділилася в органі чи тканині, m_T – маса органа чи тканини.

ДОЗА ЕКВІВАЛЕНТНА В ОРГАНІ АБО ТКАНИНІ (H_T) – величина, яка визначається як добуток поглиненої дози D_T в окремому органі або тканині на радіаційний коефіцієнт якості $W_R \cdot H_T = D_T \cdot W_R$. Одиниця еквівалентної дози в системі SI – зиверт (Зв). 1 Зв = 100 бер. Радіаційний коефіцієнт якості дорівнює 1 для рентгенівського випромінювання, γ - та β -випромінювання. Для α -частинок він дорівнює 20, повільних нейтронів – 3, швидких нейтронів – 10.

ДОЗА ЕФЕКТИВНА ЕКВІВАЛЕНТНА (E) – сума добутоків еквівалентних доз H_T в окремих органах і тканинах на відповідний значущий коефіцієнт $W_T \cdot E = \sum H_T \cdot W_T$. Вимірюється у зивертах.

ДОЗА ІЗОТОПУ, ЩО ВВОДИТЬСЯ – кількість ізотопу (за активністю), що вводиться в організм тим або іншим шляхом із розрахунку на 1 кг / 1 г ваги тіла. Виражається в мілікюрі на кілограм (мКі/кг) або мікрокюрі на грам (мкКі/г).

ДОЗА КОЛЕКТИВНА ЕКВІВАЛЕНТНА – сума індивідуальних еквівалентних доз опромінення певної групи населення за певний період часу, або сума добутоків середньогрупових еквівалентних доз на число осіб у відповідних групах, що утворюють колектив, для якого вона розраховується. Одиниця вимірювання – людино-зиверт (люд.Зв).

ДОЗА КОЛЕКТИВНА ЕФЕКТИВНА ЕКВІВАЛЕНТНА – сума індивідуальних ефективних доз опромінення в конкретній групі населення за певний період часу, або сума добутоків середньогрупових ефективних доз на кількість осіб у відповідних групах, що утворюють колектив, для якого вона розраховується. Одиниця вимірювання – людино-зиверт (люд.Зв).

ДОЗА ПОГЛИНЕНА (D) – відношення середньої енергії d_τ , що передана іонізуючим випромінюванням речовині в елементарному об'ємі, до маси d_m речовини в цьому об'ємі: $D = d_\tau / d_m$. Одиниця вимірювання в системі SI – грей (Гр).

ДОЗА ТОКСИЧНА – мінімальна кількість шкідливого агента, яка призводить до помітного отруєння організму.

ДОЗИМЕТР – прилад для визначення доз радіації.

ДОЗИМЕТРИЯ – розділ прикладної ядерної фізики, яка вивчає дії іонізуючого випромінювання на об'єкти живої та неживої природи, а також методи і технічні засоби (дозиметри) для вимірювання величини, яка характеризує цю дію.

ДОПУСТИМІ УМОВИ І ХАРАКТЕР ПРАЦІ – умови і характер праці, за яких рівень небезпечних і шкідливих виробничих факторів не перевищує встановлених гігієнічних нормативів на робочих місцях, а можливі функціональні зміни, викликані трудовим процесом, зникають за час регламентованого відпочинку протягом робочого дня або домашнього відпочинку до початку наступної зміни і не завдають несприятливого впливу в близькому і віддаленому періоді на стан здоров'я працівників та на їхнє потомство.

ДОЩ КИСЛОТНИЙ – дощові опади з показником $\text{pH} < 5,6$. Утворюються внаслідок взаємодії промислових викидів (двоокису сірки, азоту тощо) з атмосферною вологістю.

Е

ЕКВІВАЛЕНТНА ДОЗА РАДІОАКТИВНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ – поглинена доза випромінювання, помножена на середній коефіцієнт якості випромінювання для біологічної тканини. Вимірюється в зивертах ($1 \text{ Зв} = 100 \text{ бер}$). Наприклад, для гамма-випромінювання поглинена доза в 1 Гр відповідає еквівалентній дозі в 1 Зв. Поглинена доза для альфа-випромінювання в 1 Гр відповідає еквівалентній дозі в 20 Зв. Коефіцієнт якості випромінювання виявляє ступінь можливого руйнування біологічної тканини конкретним видом іонізуючих частинок.

Для захисту від випромінювання важливо знати вплив радіоактивного випромінювання на живу тканину. Еквівалентна доза, яка не є фізичною величиною, визначається шляхом множення поглиненої дози на перевідний коефіцієнт якості Q (табл. 5). Перевідний коефіцієнт Q до 1985 р. називався коефіцієнтом відносної біологічної ефективності (ВБЕ).

Коефіцієнт якості Q

	бер/рад
1. Рентгенівські промені	1
2. γ -промені	1
3. β -промені	1
4. α -промені	20
5. Повільні нейтрони	3
6. Швидкі нейтрони	10

ЕКОЛОГІЧНА ВІЙНА (ЕКОЦИД) – навмисний вплив на існуючі екологічні системи Землі або навколишній космічний простір з метою їх руйнування. Прикладом екологічної війни є дії США у В'єтнамі, Лаосі та Кампучії (1961–1975 рр.), у Югославії (1999 р.).

Сьогодні способи ведення екологічної війни удосконалюються, серед них відомі такі:

- утворення дощів (у тому числі кислотних), що призводять до затоплення територій;
- розсіяння дощових хмар, які призводять до засухи на певній території;
- знищення озонового шару над певними районами;
- зараження поверхневих, підземних вод високотоксичними стійкими хімічними або радіоактивними речовинами. У В'єтнамі використовували діоксин, піклорам. В Югославії використовували снаряди, що містять слабозбагачений уран, які після вибуху залишають на місцевості дуже токсичний для легенів або шлунка людини радіоактивний пил;
- створення цунамі для затоплення прибережних районів і знищення військово-морських баз;
- зміна напрямків морських течій, які формують клімат у заданому регіоні планети;
- створення землетрусів, стимулювання танення льодовиків, сходу селевих потоків, зсувів;
- знищення рослинності та плодючості шару ґрунту за допомогою хімічних речовин, пожеж, бомбометання, бульдозерів та іншої техніки;
- стимулювання ерозії ґрунтів, руйнування ландшафтів.

ЕКОЛОГІЧНА ЗБРОЯ – сучасна зброя масового ураження, що знищує цивільні та військові об’єкти, екологічні системи у гідросфері, літосфері. Особлива небезпека в тому, що вона у разі використання може застосовуватися приховано і мати непередбачені наслідки для всієї планети у цілому на тривалий час.

ЕКОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІЙСЬК – комплекс організаційно-технічних заходів, направлений на охорону навколишнього середовища у процесі діяльності військ, а також на захист особового складу і військової техніки від екологічно несприятливих антропогенних і природних факторів.

ЕКОЛОГІЧНИЙ АУДИТ – процес перевірки об’єктивно отриманих і оцінювальних аудиторських даних для визначення відповідності або невідповідності критеріям аудиту певних видів екологічної діяльності, подій, умов, систем адміністративного управління або інформації про ці об’єкти, а також повідомлення клієнту результатів, отриманих у ході цього процесу.

ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ – комплексна система спостережень, оцінки і прогнозу змін стану навколишнього середовища під впливом антропогенних дій з метою контролю і прогнозування зміни біосфери на певній території у визначений термін.

ЕКОЛОГІЧНІ ЗАКОНИ – філософські категорії, які відображають екологічні, стійкі відносини, що повторюються, між явищами об’єктивної реальності. Існують такі екологічні закони:

Закон біогенної міграції атомів – міграція хімічних елементів на земній поверхні та у біосфері в цілому, яка здійснюється під переважним впливом живої речовини.

Закон біогенетичний – організм (особина), який в індивідуальному розвитку (онтогенезі) у скороченому і закономірно зміненому вигляді повторює історичний (еволюційний) розвиток свого виду.

Закон внутрішньої динамічної рівноваги – речовина, енергія, інформація і динамічні якості окремих природних систем та їх ієрархії взаємопов’язані настільки, що будь-яка зміна одного з цих показників викликає супровідні функціонально-структурні кількісні та якісні зміни інших показників. При цьому зберігається загальна сума речовинно-енергетичних, інформаційних і динамічних якостей систем, де проходять ці зміни, або у їхній ієрархії.

Закон генетичної різноманітності – усе живе є генетично різним і має тенденцію до збільшення біологічної різноманітності.

Закон історичної незворотності – процес розвитку людства як цілого не може йти від більш пізніх фаз до початкових, тобто суспільно-економічні формації не можуть змінюватися у зворотному порядку. Окремі елементи соціальних відносин, наприклад рабство, в історії повторюються, але загальний процес розвитку односпрямований.

Закон константності – кількість живої речовини біосфери для даного геологічного періоду є величина постійна.

Закон максималізації енергії – у суперництві з іншими системами виживає та з них, яка найкращим чином сприяє отриманню енергії та використовує максимальну її кількість найефективнішим способом.

Закон мінімуму – витривалість організму визначається найслабкішим ланцюгом у системі його екологічних потреб.

Закон необмеження прогресу – існує вічне, безперервне прагнення живої матерії до відносної незалежності від умов середовища існування.

Закон обмеження природних ресурсів – усі природні ресурси планети Земля кінцеві.

Закон падіння природно-ресурсного потенціалу – у межах історичного розвитку людства корисні копалини стають усе менше доступними і потребують збільшення затрат праці та енергії на їх одержання.

Закон піраміди енергії – з одного харчового рівня екологічної піраміди на інший рівень переходить у середньому не більше 10% енергії.

Закон послідовності проходження фази розвитку – фази розвитку природної системи відбуваються в еволюційно закріпленому порядку від відносно простого до складного.

Закон розвитку природної системи за рахунок навколишнього середовища – будь-яка природна система може розвиватися тільки за рахунок використання матеріально-енергетичних й інформаційних можливостей навколишнього середовища. Абсолютно ізольований саморозвиток не можливий. Наслідки цього закону:

- а) абсолютно безвідходне виробництво не можливе;
- б) будь-яка більш високоорганізована система живих організмів являє загрозу для низькоорганізованих;
- в) біосфера Землі розвивається не тільки за рахунок ресурсів

планети, але й опосередковано під значним впливом космічного середовища.

Закон толерантності – лімітованим фактором розвитку організму (виду) може бути як мінімум, так і максимум екологічного впливу, діапазон між якими визначає величину толерантності (стійкості) організму до даного фактора.

Закон ускладнення організації організмів – історичний розвиток живих організмів і екосистем призводить до ускладнення їх організації шляхом наростаючого розподілу функцій і органів, що виконують ці функції.

Закон єдності живої речовини – уся жива речовина Землі фізико-хімічно подібна. Отже шкідливий вплив на одну частину живої речовини шкодить й іншій його частині, тільки меншою мірою.

Закон еволюційної боротьби за існування – живі організми планети з моменту їх виникнення прагнуть знищити інші види живих істот, що претендують на їх життєвий простір, а також борються і знищують собі подібних організмів усередині цього життєвого простору.

Закон екологічної кореляції – в екосистемі види живих істот, що входять до неї, біотичні, абіотичні фактори функціонально відповідають один одному. Випадіння або знищення однієї частини системи веде до змін в інших її частинах.

ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ АВАРІЇ НА ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ АЕС – вплив радіаційного забруднення на екологічні системи України, Білорусі, Росії.

Внаслідок вибухового руйнування IV енергоблока ЧАЕС і його активної зони у зовнішнє середовище були викинуті значні маси радіоактивних речовин. При цьому разом із двома залповими викидами потрапляння високорадіоактивного газоаерозольного струменя з оголеної активної зони продовжувалося протягом 10 діб.

Основними дозоутворювальними (тобто біологічно значущими) радіонуклідами внаслідок аварії у зовнішньому середовищі, особливо в перші дні після аварії, були радіоактивні ізотопи йоду. Ці нукліди обумовили формування дозових навантажень на щитовидну залозу людей і тварин у порівняно короткий проміжок часу (протягом 2–3 місяців після аварії). Серед довготривалих радіонуклідів залежно від особливостей аварії потрібно виокремити передусім радіоактивні

ізотопи цезію, стронцію, плутонію, цирконію, церію, барію, телуру та інших елементів.

Радіоактивні опади випали на великих територіях європейської частини СРСР, причому сталося і трансграничне перенесення значних кількостей радіонуклідів. Забруднення зазнали, в основному, території Білорусії, північної України і центрального економічного району Росії (більше половини від загальної кількості радіонуклідів, що випали на території СРСР).

Радіаційна ситуація за межами 30-кілометрової зони істотно ускладнилася внаслідок появи опадів у вигляді дощу над деякими районами в ареалі поширення радіоактивної хмари. На окремих територіях цих районів сталося формування так званих «цезієвих плям» із підвищеною густиною забруднення осколковими нуклідами.

Ці плями характеризуються значною нерівномірністю розподілу за площами, за рівнями забруднення і, що особливо важливо, різко вираженою мозаїчною структурою навіть у межах одного і того ж населеного пункту і прилеглої місцевості. Якщо врахувати, що безпечним рівнем густини зараження є $0,1 \text{ Ки/км}^2$, а площі забруднення радіоактивним цезієм із густиною понад 15 Ки/км^2 ($0,56 \text{ МБк/м}^2$) досягли приблизно $10\,000 \text{ км}^2$, а понад 5 Ки/км^2 ($0,19 \text{ МБк/м}^2$) – $21\,000 \text{ км}^2$, стають очевидними виняткові труднощі оперативного дозиметричного і радіометричного виявлення контурів слідів цих опадів як на великих територіях, так і на малих, диференційованих за рівнем забруднення, ділянках.

Радіаційний вплив аварійних викидів Чорнобильської АЕС на населення характеризується, в основному, двома часовими періодами. Перший зумовлений впливом на людину радіонуклідів, що мають велику швидкість розпаду, у зв'язку з чим дозові навантаження формувалися в порівняно короткі терміни (до 2–3-х місяців після аварії). Для другого періоду характерний вплив так званих довготривалих радіонуклідів, що випали на поверхню Землі. У першому періоді основним визначальним чинником радіаційного впливу на населення виявився ^{131}I , що активно включився до біологічного ланцюга міграції (грунт – рослини – молочно-продуктивна худоба – людина). У другому періоді можливий вплив довгоживучих радіонуклідів характеризується, головним чином, потраплянням ^{137}Cs та ^{239}Pu в організм з продуктами харчування і зовнішнім γ -випромінюванням від місцевості.

Відомо, що НКДАР ООН рекомендує вважати малими дози, що перевищують у 10–100 разів величину природного фонового опромінення (~0,1 рад/рік). Національна комісія з радіаційного захисту при Мінздраві СРСР як граничну дозу опромінення населення за життя (70 років), отриману починаючи з 26 квітня 1986 р., рекомендувала 35 бер (350 мЗв) або 0,5 бер за один рік.

ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ЛОКАЛЬНИХ ВІЙН – вплив локальних війн на екологічний стан у районі проведення бойових дій.

Військові конфлікти ХХ століття у В'єтнамі, Афганістані, Іраку, Лівії, Югославії та інших регіонах дозволяють виділити характерні особливості використання сучасної зброї та наслідки її застосування для екологічних систем у районі проведення бойових дій. Основною причиною виникнення таких конфліктів є мілітаризація економіки розвинених країн світу, прагнення окремих держав домогтися світового панування, релігійні та національні суперечності.

Екологічні наслідки локальних війн мають такі закономірності.

Під час локальних війн здійснюються масовані авіаційні та ракетні удари по військових об'єктах, промислових підприємствах, хімічних заводах, енергетичних об'єктах тощо. Внаслідок цього в атмосферу, ґрунт, підземні та поверхневі води потрапляє значна кількість високотоксичних речовин. Радіус зараженої зони навколо зруйнованого об'єкта може становити від 1 до 200 км. Наприклад, в Югославії в докiллiя таким чином потрапили хлор, хлористий водень, діоксин, бензопірен, гідраргірум, оксиди азоту, оксиди сірки та інші речовини. Тривалість зараження територій отруйними і радіоактивними речовинами становить десятки, а іноді й сотні років.

У локальних конфліктах складові горіння нафтопродуктів – оксиди сірки, оксиди азоту, сажа – переносилися на тисячі кілометрів від місця бойових дій на території сусідніх держав.

При руйнуванні хімічних заводів утворюються складні комплекси високотоксичних речовин, негативну дію яких на природні екосистеми, військовослужбовців і мирне населення важко передбачити. Наприклад, після конфлікту в Іраку чимало військовослужбовців країн НАТО, які брали у ньому участь, захворіли і втратили працездатність. Причини цього не з'ясовані, але, можливо, це наслідок потрапляння в їх організм комплексів токсичних речовин у районі конфлікту.

Характерною особливістю військових конфліктів у Лівії, Іраку, Югославії, Чечні є потрапляння значної кількості нафтопродуктів у відкриті водоймища. Потрапляння нафтопродуктів призвело до руйнування природних екосистем у цих районах і далеко за їх межами.

Унаслідок військового конфлікту різко гіршає якість питної води в цьому регіоні. Це пов'язано з руйнуванням каналізаційних мереж, хімічним забрудненням гідросфери, розливом нафтопродуктів тощо.

Грунт після розривів боєприпасів, пересування військової техніки, хімічного забруднення, пов'язаного з руйнуванням промислових об'єктів, на тривалий період втрачає родючість. Причиною цього є ущільнення ґрунту, наявність у ньому мін, боєприпасів, що не розірвалися, хімічних забруднювачів.

Після закінчення війни у рослинах, сільськогосподарських культурах відбувається накопичення токсичних і радіоактивних речовин, які зберігаються тривалий період і з харчовими продуктами передаються в організм людей. (Наприклад, діоксин розкладається тільки при спаленні ґрунту. Війна у В'єтнамі показала, що він може знаходитися в ґрунті десятиріччями.)

Під час бойових дій знищуються значні площі лісів, що у свою чергу призводить до знищення екологічних систем, що склалися, загибелі птахів, тварин, а також до руйнування ландшафту.

Військові конфлікти призводять до переміщення біженців у сусідні країни, які не готові вирішити їх проблеми. Виникають складнощі з питною водою, харчуванням, ліками тощо. У місцях мешкання біженців утворюються великі маси відходів, що забруднюють навколишнє середовище та спричиняють різні епідемії.

Для локальних військових конфліктів в Іраку, Югославії характерне використання радіоактивних відходів у складі звичайних озброєнь. Наприклад, в Югославії та Іраку використовувалися тридцяти-міліметрові бронебійні снаряди для знищення бронетанкової техніки. В Югославії використовувалися крилаті ракети, що містять близько 3 кг збідненого урану-238. Унаслідок вибуху таких боєприпасів утворився радіоактивний пил, здатний опромінювати людей і живі організми протягом тисячоліть. Потрапляючи всередину людини з повітрям або їжею, радіоактивні речовини можуть спричиняти онкологічні захворювання. Перехід радіоактивних сполук з ґрунту в рослини і тварини

призводить до їх поширення далеко за межами місця застосування радіологічної зброї. Використання радіоактивних відходів у боєприпасах спричиняє тяжку загибель поранених, оскільки відбувається радіоактивне зараження ран.

Під час військових дій світова громадськість отримує дезінформацію про екологічні наслідки війни. Тому сусідні країни не можуть своєчасно вжити заходів для ліквідації їх наслідків.

Руйнування міст, людські жертви, знищення промислових об'єктів підривають економіку регіону, роблять його зоною економічної та екологічної кризи. Тут зростає злочинність, зникає можливість дістати якісну освіту, відсутні кошти на екологічні програми і охорону навколишнього середовища. Характерним при цьому є істотне погіршення розвитку економіки в сусідніх країнах, де знаходяться біженці; вони стають прифронтовими державами.

Військово-промисловий комплекс країн, що перемогли в конфлікті, отримує величезні прибутки за рахунок ліквідації застарілих озброєнь (наприклад, крилатих ракет), які за мирних умов потребують створення конверсійних технологій, що дорого коштують.

У ході локальних конфліктів проводяться випробування нових типів озброєнь, застосування яких призводить до екологічної катастрофи в цій місцевості. Часто екологічні наслідки таких випробувань позначаються на довгі роки. (Наприклад, діоксин у В'єтнамі, радіологічна зброя в Югославії тощо).

Після війни розвинені країни знов отримують прибуток через свої будівельні фірми, що ліквідують наслідки руйнування за рахунок ООН або інших громадських організацій.

Провідні політики та військові фахівці багатьох держав, прагнучи дістати кошти для військово-промислового комплексу, не розуміють взаємної залежності екологічних систем планети і наслідків локальних військових конфліктів, які погіршують і без того складні екологічні проблеми людства. Це особливо небезпечно через наявність у 44 держав планети атомних електростанцій, великих обсягів радіоактивних відходів і потенційної можливості використати ядерну зброю.

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ГОНКИ ОЗБРОЄНЬ У КОСМОСІ – вплив розгортання військових космічних систем на стан біосфери планети.

За час існування космонавтики в колишньому СРСР здійснили майже в 2,5 раза більше запусків космічних ракет, ніж у США, але основне «космічне» сміття нині має американське походження, що пов'язано з особливостями нахилу орбіти польоту космічних об'єктів та іншими балістичними характеристиками. Якщо спробувати класифікувати космічні відходи, то виявиться, що майже половина з них утворилася у результаті 172 вибухів супутників та інших об'єктів, проведених на висоті 300–700 км внаслідок розробки системи СОЇ. Перша спроба збити супутник ракетою, випущеною з борту літака, зроблена американцями ще у 1959 році. У серпні 1970 р. СРСР уперше влучив ціль у космосі ракетою, запущеною з Байконура. Крім того, кожний третій випадок появи на орбіті чергової порції відходів пов'язаний з вибухом ракетних двигунів, кожний четвертий – з невідомими причинами (можливо, це наслідки неоголошених запусків), не менше 2–4 разів за рік відбуваються аварії на космічних об'єктах. Такі випадки зафіксовані 26.12.1994 (вибух останньої ступені російської ракети) і 25.01.1995 (вибух китайської ракети з гонконгським супутником на борту). У 1996 р. сталися дві аварії російських космічних ракет.

Передбачається, що понад 17 500 уламків мають розміри до 10 см і тільки 7 500 – більше 10 см. Орбіти цих уламків більш або менш відомі, вони занесені до спеціальних каталогів. Імовірність зіткнення, наприклад, космічного корабля з екіпажем на борту з таким уламком дуже мала. Особливо щільно «заселена» різними об'єктами геостационарна орбіта (36 тис. км від поверхні Землі). Вона настільки перенасичена, що навіть випадковий вибух на ній космічного об'єкта може спричинити ланцюгову реакцію руйнування інших об'єктів, і тоді порушиться зв'язок, вийдуть з ладу телебачення, військові системи стеження тощо. Імовірність такої катастрофи глобального масштабу, за оцінкою вчених, зараз є достатньо великою.

Основна маса відходів обертається навколо Землі в радіусі до 2 000 км зі швидкістю 10 км/с, створюючи небезпеку для діючих на орбітах пристроїв і космонавтів. При таких швидкостях енергія співудару досягає дуже великих значень, і навіть найменша частинка має величезну руйнівну силу. Якщо освоєння космосу і далі буде проводитися таким чином, то до 2015 р. загальна маса таких відходів досягне 10–12 тис. т, а до 2050 р. унеможливить будь-який вид

діяльності на навколоземних орбітах у найближчі 50–100 років. Це здається неймовірним, але вже сьогодні загальна маса сміття, відправленого в ближній космос людиною, у 15 разів більша загальної маси частинок природного походження, що обертаються навколо Землі на тих самих орбітах.

ЕКОЛОГІЧНІ ФАКТОРИ – елементи середовища, які здійснюють той або інший вплив на певні організми. Вони поділяються на абіотичні фактори (фактори неживої природи – температура, хімічний склад ґрунтів та ін.) і біотичні фактори (конкуренція, хижацтво тощо).

ЕКОЛОГІЯ – комплекс наук про будову, функціонування, взаємозв'язки багатокomпонентних і багаторівневих систем у природі та засоби збереження людства і біосфери в умовах нарощування гонки озброєнь та загострення військового протистояння у боротьбі за владу над планетою.

ЕКОСИСТЕМА (ЕКОЛОГІЧНА СИСТЕМА) – єдиний природний комплекс, утворений живими організмами і середовищем, в якому вони існують, і де усі компоненти тісно пов'язані обміном речовин та енергії. Екосистеми постійно саморозвиваються та саморегулюються. Визначення екосистеми запропонував англійський вчений А. Тенслі (1935 р.).

ЕКСПЕРТИЗА ЕКОЛОГІЧНА – оцінка впливу на середовище, життя, природні ресурси і здоров'я людей комплексу різноманітних факторів у масштабах певного регіону.

ЕКСПОЗИЦІЙНА ДОЗА – до 1980 р. як одиниця експозиційної дози широко застосовувався рентген (Р). Експозиційна доза дорівнює відношенню заряду Q , що утворився внаслідок іонізації під дією випромінювання, до маси іонізованого повітря (дод. 2)

$$1 \text{ Р} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг.}$$

ЕКСТРАКЦІЯ – процес, який застосовується для очищення стічної води або твердих відходів, що вміщують масла, феноли, органічні кислоти та ін. Метод заснований на добуванні одного або декількох компонентів із комплексного рідкого або твердого матеріалу шляхом його вибіркового розчинення у рідині екстрагента.

ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА – система збереження життя і здоров'я працівників у процесі трудової діяльності, пов'язаної з впливом

електричного струму і електромагнітних полів. Правила електробезпеки регламентуються правовими і технічними документами. Смерть людини від струму настає внаслідок дії комплексу факторів – зупинки роботи серця, електричного шоку, опіків.

Припинення роботи серця від дії струму. Вплив струму може бути прямим (струм проходить у ділянці серця) або рефлекторним (через центральну нервову систему). Наслідком дії струму є фібриляція серця – хаотичні рівномірні скорочення волокон серцевого м'яза (фібрил), за якого серце не в змозі гнати кров по судинах. Далі також спостерігається припинення дихання та настає асфіксія – хворобливий стан внаслідок недостатності кисню і надлишку вуглекислоти в організмі.

Електричний шок – своєрідна важка нервово-рефлекторна реакція організму через роздратування електричним струмом, що супроводжується глибокими розладами кровообігу, дихання, обміну речовин. Шок триває від декількох десятків хвилин до доби.

Електричний струм, діючи на організм людини, може призвести до різних уражень: електричного удару, опіку, металізації шкіри, електричного знаку, механічного ушкодження, електроофтальмії.

Змінний струм – 1 мА – граничний відчутний струм; 10–15 мА – людина не може самостійно звільнитися від струмоведучих частин; це граничний струм, що не відпускає; 70–80 мА – настає асфіксія (задуха); 100 мА – відбувається фібриляція серця – серце не працює як насос, а скорочується хаотично, внаслідок чого може настати смерть.

Електричний опік різних ступенів – нагрівання тканин внаслідок перебування тіла у зоні світлового (ультрафіолетового) і теплового (інфрачервоного) впливу електричної дуги.

Електричний знак – специфічні поразки, спричинені механічним, хімічним або їхнім спільним впливом струму. Уражена ділянка шкіри практично безболісна, довкола неї відсутні запальні процеси. Згодом вона твердіє і поверхневі тканини відмирають. Електричні знаки зазвичай швидко виліковуються.

Металізація шкіри – так зване просочування шкіри дрібними пароподібними або розплавленими частинками металу під впливом механічної або хімічної дії струму. Уражена ділянка шкіри зазнає твердої поверхні та своєрідного кольору. У більшості випадків металізація виліковується, не залишаючи на шкірі слідів.

Електроофтальмія – ураження очей ультрафіолетовими променями, джерелом яких є вольтова дуга. У результаті електроофтальмії через кілька годин настає запальний процес, що проходить, якщо вжито необхідних заходів лікування.

Крокове напруження (напруження кроку) – напруження між двома точками кола струму, з якими одночасно контактує людина, і які перебувають одна від одної на відстані кроку. Крокове напруження залежить від питомого опору ґрунту і сили струму, що протікає через нього.

Найбільші значення напруження кроку будуть спостерігатися за найменшої відстані від зони розтікання струму, коли людина однією ногою контактує з зоною розтікання струму, а інша нога перебуває на відстані кроку. Небезпечне крокове напруження може, наприклад, виникнути поблизу упалою на землю дроту, що перебуває під напругою. У цьому випадку забороняється наблизитися до дроту, що лежить на землі, на відстань ближче 8–10 м.

При потраплянні під крокове напруження виникають мимовільні судорожні скорочення м'язів ніг, і внаслідок цього відбувається падіння людини на землю. У цей момент припиняється вплив на людину крокового напруження і виникає інша, більш важка ситуація: замість нижньої петлі в тілі людини утворюється новий, більш небезпечний шлях струму (зазвичай, від рук до ніг) і створюється реальна загроза смертельного ураження струмом. При потраплянні в зону дії крокового напруження необхідно виходити з небезпечної зони мінімальними кроками («гусячим кроком») або стрибками на одній нозі.

Основними причинами електротравматизму є:

- недостатня навченість, несвоєчасна перевірка знань персоналу, що обслуговує електроустановки;
- порушення правил пристрою, технічної експлуатації та техніки безпеки електроустановок;
- неправильна організація праці;
- неправильне розташування пускових апаратів і розподільних пристроїв, захаращеність підходів до них;
- порушення правил виконання робіт в охоронних зонах ЛЕП, електричних кабелів і ліній зв'язку;
- несправність ізоляції;

- обрив заземлювального проводу;
- використання електрозахисних пристроїв, що не відповідають умовам виконання робіт;
- виконання електромонтажних і ремонтних робіт під напругою;
- застосування проводів і кабелів, які не відповідають умовам виробництва і рівню напруги;
- низька якість з'єднань і ремонту;
- недооцінка небезпеки струму і «крокового напруження»;
- ремонт обірваного нульового проводу повітряної лінії за невимкненої мережі;
- живлення декількох споживачів від загального пускового пристрою із захистом запобіжниками, розрахованими на вимикання найпотужнішого із них або від однієї групи розподільної шафи;
- недооцінка необхідності вимикання електроустановки (зняття напруги) у неробочі періоди;
- виконання робіт без індивідуальних засобів електрозахисту або використання захисних засобів, що не пройшли чергове випробування;
- невиконання періодичних випробувань, зокрема перевірок опору ізоляції та опорів заземлювальних пристроїв;
- користування електроустановками, опір ізоляції яких не перевищує нормативних значень;
- застосування електроустановок кустарного виготовлення, з порушенням вимог правил електробезпеки;
- некваліфікований інструктаж робітників, які використовують ручні електричні машини;
- відсутність контролю за діями працівників з боку ГПП або виконавців робіт;
- відсутність маркування, запобіжних плакатів, блокувань, тимчасових огорожень місць електротехнічних робіт.

Ці причини можна згрупувати залежно від таких факторів:

1) контакту із струмоведучими частинами під напругою внаслідок недотримання правил безпеки, дефектів конструкції й монтажу електроустаткування; 2) контакту із неструмоведучими частинами, які випадково опинилися під напругою (ушкодження ізоляції, замикання проводів тощо); 3) помилкової подачі напруги в установку, де працюють люди; 4) відсутності надійних захисних засобів.

Підвищення безпеки при роботі з електрообладнанням досягається шляхом:

- застосування малих напруг;
- електричного поділу мереж;
- застосування електричної ізоляції;
- контролю і профілактики ушкодження ізоляції;
- захисту від випадкового дотику до струмоведучих частин;
- застосування захисного заземлення, занулення, захисного вимкнення;
- застосування індивідуальних захисних засобів;
- застосування переносного заземлення.

Мала напруга – це напруга не більше 42 В, застосована в колах зменшення небезпеки поразки електричним струмом. Найбільший ступінь безпеки досягається при напрузі до 10 В. У виробництві частіше використовують мережі напругою 12 і 36 В. Для створення таких напруг використовують знижувальні трансформатори.

Електричний поділ мереж – поділ єдиної електромережі на невеликі мережі такої ж напруги з метою зниження імовірності ураження людини електричним струмом. Розгалужена електрична мережа великої довжини має значну ємність і невеликий опір фаз щодо землі. У цьому випадку навіть дотик до однієї фази є дуже небезпечним. Якщо єдину мережу розділити на невеликі мережі такої ж напруги, то небезпека ураження різко знижується. Звичайний поділ мереж здійснюється шляхом увімкнення окремих електроустановок через розподільні трансформатори. Захисний поділ мереж допускається лише для мереж до 1 000 В.

Електрична ізоляція – шар діелектрика, яким покривають поверхню струмоведучих елементів, або конструкція з непровідного матеріалу, за допомогою якої струмоведучі частини відокремлюються від інших частин електроустановки. Виділяють такі види ізоляції:

- робочу – електрична ізоляція струмоведучих частин електроустановки, що забезпечує її нормальну роботу і захист від ураження електричним струмом;
- додаткову – електрична ізоляція, передбачена додатково до робочої ізоляції для захисту від ураження електричним струмом у випадку ушкодження робочої ізоляції;

- подвійну – ізоляція, що складається з робочої та додаткової ізоляції;
- посилену – поліпшена робоча ізоляція, що забезпечує такий же захист від ураження електричним струмом, як і подвійна ізоляція;
- опір ізоляції має бути не менше 0,5 МОм.

Захисне заземлення – навмисне електричне з'єднання устаткування із землею за допомогою заземлювача (рис. 14). Воно виконується з метою захисту людини від ураження електричним струмом за рахунок автоматичного вимкнення при появі розрахункового струму в заземлювачі. Опір розтіканню заземлювального пристрою нейтралі R_0 (робоче заземлення) має бути не більше 2, 4 і 8 Ом відповідно при номінальних напругах 660, 380 і 220 В в електроустановках трифазного струму.

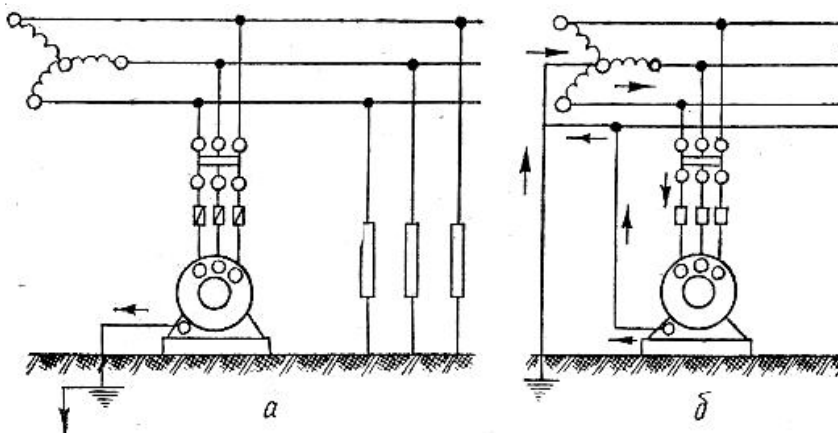


Рис. 14. Схема захисного заземлення:

а – у мережі з ізолюваною нейтраллю; б – у мережі із заземленою нейтраллю

Отже, при контакті з корпусом устаткування, що опинилося під напругою, людина включається паралельно в коло струму. Але у цьому випадку протягом частки секунди спрацює автоматичне вимкнення струму. Це виникає внаслідок дуже великого струму, який проходить крізь дріт заземлення, електричний опір якого не повинен перевищувати 2, 4, 8 Ом відповідно при номінальних напругах 660, 380 і 220 В в електроустановках трифазного струму.

Заземленню підлягають корпуси електричних машин, трансформаторів, апаратів, світильників та ін.

Захисне занулення – захисна міра, що застосовується тільки в мережах із заземленою нейтраллю та напругою до 380 В. Воно, як і заземлення, призначене для захисту людей, якщо вони доторкнуться до «пробитого» корпусу устаткування. Конструктивне занулення – приєднання об'єкта, що захищається, до нульового проведення мережі.

Захисне вимкнення – система захисту, заснована на автоматичному вимкненні струмоприймача у випадку, якщо на його металевих частинах, що у нормальному стані не перебувають під напругою, з'являється струм. Захисне вимкнення виконується за допомогою автоматичних вимикачів або контакторів, обладнаних спеціальним реле захисного вимкнення від мережі ушкодженого приймача струму. Перевага захисного вимкнення в його миттєвій (приблизно 0,02 с) дії та початку спрацювання за значно менших струмах, ніж при заземленні.

Захист від випадкового дотику до струмоведучих частин – забезпечення недоступності струмоведучих частин електроустаткування. Це досягається за допомогою огороження і розташування струмоведучих частин на недоступній висоті або в недоступному місці. Для огороження застосовують суцільні та сітчасті екрани.

Пристосування і засоби індивідуального захисту – прилади, апарати, пристосування і пристрої, призначені для захисту персоналу, що обслуговує електроустановки, від ураження електрострумом і впливу електричної дуги.

Ізолюючі засоби захисту поділяються на основні та допоміжні. До основних належать: оперативні та вимірювальні штанги, ізолюючі та струмовимірювальні кліщі, покажчики напруги, ізолюючі пристрої та устаткування для ремонтних робіт (ізолювальні дробини, площадки тощо). До допоміжних належать: діелектричні рукавиці, боти, гумові килими, ізолюючі підставки.

Зі сказаного випливає, що до основних засобів захисту належать ті, які можуть тривалий час витримувати робочу напругу установки, а до допоміжних – призначені для посилення основних засобів. Прикладом може бути обслуговування установок високої напруги, при якому основними засобами захисту є ізолюючі штанги, кліщі, покажчики

напруги, а допоміжними – діелектричні боти, калоші, рукавиці, ізолюючі підставки і гумові килими.

Переносні заземлення – пристрої, що призначені для захисту людей, які працюють на вимкнених струмоведучих частинах устаткування або електроустановки, від ураження електричним струмом у випадку помилкової подачі напруги на вимкнену ділянку або з появою на ньому наведеної напруги. Переносні заземлення застосовуються у тих частинах електроустановки, у яких немає стаціонарних заземлювальних ножів.

Основною вимогою до переносних заземлень є їх термічна і динамічна стійкість до струму короткого замикання.

Затискачі, якими провідники закріплюються на струмоведучих частинах, повинні бути такими, щоб динамічними зусиллями вони не могли бути зірвані. Крім того, затискачі повинні забезпечувати досить надійний контакт. В іншому випадку, вони при короткому замиканні перегріються і обгорять.

При протіканні струму короткого замикання провідники сильно нагріваються. Тому вони мають бути досить термічно стійкими, щоб залишатися цілими протягом часу вимкнення під дією релейного захисту закороченої ділянки. Треба мати на увазі, що мідь плавиться при температурі $1\,083\text{ }^{\circ}\text{C}$. Термічна стійкість провідників важлива, тому що при нагріванні та обриві провідників на кінцях їх може з'явитися робоча напруга електроустановки.

Мінімальний переріз з міркувань механічної міцності береться: для електроустановок напругою вище $1\,000\text{ В} - 25\text{ мм}^2$ і для електроустановок напругою нижче $1\,000\text{ В} - 16\text{ мм}^2$. Менше цих перерізів провідники застосовувати не можна.

Для електроустановок напругою $6\text{--}10\text{ кВ}$ при значних струмах короткого замикання провідники переносних заземлень виявляються дуже великого перерізу ($120\text{--}185\text{ мм}^2$). Вони важкі й ними важко користуватися. У таких випадках дозволяється використати два і більше переносних заземлення, установлюючи їх паралельно, безпосередньо одне біля одного.

Захисна дія переносних заземлень або стаціонарних заземлювальних ножів полягає в тому, що вони не дозволяють з'явитися напрузі, небезпечній для персоналу величини, далі місця їхнього установлення.

При подачі напруги на заземлену і закорочену ділянку виникає коротке замикання. Далі спрацює захист, і буде вимкнене джерело напруги.

Переносні заземлення складаються з провідників для заземлення і закорочування між собою струмоведучих частин різних фаз електроустановки і затискачів для приєднання провідників до заземлюювальної проводки і до струмоведучих частин. Провідники для заземлення і закорочення виготовляються з мідного багатожильного гнучкого голого проводу.

Усі приміщення за ступенем електричної небезпеки класифікуються так:

I група – з підвищеною небезпекою. Їхні ознаки такі:

- підвищена температура ($> 30\text{ }^{\circ}\text{C}$);
- підвищена вологість ($W > 75\%$);
- наявність струмопровідного пилю;
- наявність струмопровідної підлоги;
- можливість одночасного дотику з однієї сторони до струмоведучих частин, а з іншої – до металевих частин, що мають контакт із землею. Вистачає однієї ознаки.

II група – особливо небезпечні, їх ознаками є:

- наявність відносної вологості (близько 100%);
- наявність хімічно активного середовища, що руйнує ізоляцію;
- наявність двох або більше ознак підвищеної небезпеки.

III група – без підвищеної небезпеки, де немає перерахованих ознак.

Звільнення потерпілого від впливу на нього електроструму.

У випадку, якщо потерпілий після ураження струмом усе ще доторкається до струмоведучих частин, необхідно якнайшвидше звільнити його від них. Якщо потерпілий перебуває на висоті й може при цьому впасти, треба вжити заходів попередження падіння або, якщо це неминуче, забезпечити його безпеку. Якщо напругу швидко вимкнути не можна, необхідно потерпілого відокремити від дії струму різними способами:

- 1) вимкнути електрообладнання за допомогою рубильника;
- 2) зробити штучне коротке замикання;
- 3) перерубати дріт сокирою з нефарбованою ручкою або інструментом з ізолюючими рукоятками.

Необхідно надягти боти, рукавиці й відокремити потерпілого від

джерела струму за допомогою ізолювальних штанг або кліщів. У всіх випадках незалежно від стану потерпілого на місце події обов'язково повинні бути негайно викликані медпрацівники, які нададуть потерпілому першу допомогу і призначать йому лікування. Якщо з будь-якої причини лікар або інший медичний працівник відсутні, потерпілому без зволікання надається перша допомога (дод. 3).

ЕЛЕКТРОДІАЛІЗ – процес очищення стічних вод, який полягає у розділенні іонів речовини під дією електрорушійної сили, створеної у розчині по обидва боки мембран. Електродіаліз проводять в електродіалізаторах найпростішого виду, конструкція яких складається із трьох камер, відокремлених одна від одної мембранами. У середню камеру заливають розчин, а у бокові, де розташовані електроди, – чисту воду. У міру проходження струму концентрація хімічних сполук у середній камері знижується до величини, близької до нуля.

ЕЛЕКТРОКОАГУЛЯЦІЯ – процес очищення промислових стічних вод, що вміщують високостійкі забруднення, шляхом електролізу з використанням розчинних сталевих і алюмінієвих анодів. Під час електролізу у воду переходять катіони заліза або алюмінію, які сприяють коагуляції забруднювачів.

ЕЛЕКТРОЛІЗЕРИ – апарати для проведення процесів електрокоагуляції, електролізу, анодного окислення і катодного відновлення.

ЕЛЕКТРОМАГНІТНЕ ПОЛЕ – особлива форма матерії, яка зумовлює взаємодію між електрично зарядженими частинками (тілами).

ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ КОЛИВАННЯ – взаємно пов'язані коливання електромагнітних полів.

ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ХВИЛІ – змінювання електромагнітного поля, що розповсюджується у просторі із кінцевою швидкістю. З появою життя на Землі живі організми розвивалися під впливом електричного та магнітного поля планети. Зараз, крім них, на людину і навколишнє середовище впливають електромагнітні поля (ЕМП) антропогенного походження, джерелами яких є радіо-, телевізійні та радіолокаційні станції, високовольні лінії електропередач, електротранспорт, причому кількість цих джерел щороку зростає.

Спочатку розглянемо особливості електричного поля Землі. Напруженість електричного поля нашої планети становить приблизно 130 В/м.

Нагадаємо, що напруженість електричного поля визначається силою, яка діє на точковий електричний заряд, що знаходиться у цьому полі. *Напруженість електричного поля* – векторна величина, напрямок вектора співпадає з напрямком дії сили, яка діє на точковий електричний заряд. Напруженість електричного поля визначається за формулою

$$E = F / Q \text{ (В/м)}, \quad (1)$$

де E – напруженість електричного поля (В/м);

F – сила, яка діє на точковий електричний заряд (Н);

Q – електричний заряд (Кл).

На висоті 1 км над рівнем моря напруженість електричного поля становить приблизно 40 В/м, на висоті 10 км воно сягає дуже малої величини. У цілому електричний заряд планети без атмосфери негативний та становить приблизно 500 000 Кл. Позитивний заряд приблизно такої ж величини знаходиться в атмосфері.

Зрозуміло, що найбезпечніше для людини знаходитися в електричному полі з напруженістю близько тієї, що ми спостерігаємо у природі. Але з появою електрообладнання люди частіше тривалий час знаходяться у більш сильних електричних полях. Сучасні дослідники вважають, якщо напруженість електричного поля становить $< 20\,000$ В/м, то у разі необхідності роботи з електрообладнанням допустимим є перебування людини в такому полі 8 год. Всередині житлових будинків напруженість електричного поля має бути ≤ 500 В/м. На території мікрорайону напруженість електричного поля має бути $\leq 1\,000$ В/м. У нежилых районах допустима напруженість електричного поля не повинна перевищувати 5 000 В/м.

Захист від дії електростатичного поля полягає у створенні металевого екрана або сітки, що за рахунок заземлення забезпечують стікання електричних зарядів. Крім цього, вчені радять підтримувати у приміщенні з таким обладнанням вологість 45–50%, не носити в електростатичному полі синтетичний одяг, періодично заземлятися за допомогою металевого водопровідного крана.

Не менш важливою для живих істот Землі є дія магнітного поля Землі, яке захищає нас від космічної радіації. Напруженість магнітного поля планети змінюється від 20 А/м на екваторі до 60 А/м на полюсах.

Напрямок вектора магнітного поля співпадає з напрямком силових ліній магнітного поля. Раніше використовували ще одну одиницю напруженості магнітного поля – ерстед: $1 \text{ Е} = 79,6 \text{ А/м}$ або $1 \text{ А/м} = 0,01257 \text{ Е}$.

Магнітне поле можливо характеризувати або величиною моменту сил, що діють на магніт у цьому полі, або величиною за значенням імпульсу напруженості, яка виникає в циліндричній котушці при появі та зникненні магнітного поля. Магнітне поле можна характеризувати також величиною магнітної індукції. *Магнітна індукція* вимірюється у теслах і визначається за формулою

$$B = F / I L, \quad (2)$$

де B – індукція магнітного поля (Тл);

F – сила, що діє на провідник зі струмом у магнітному полі (Н);

I – сила струму в провіднику (А);

L – довжина провідника (м).

Магнітна індукція пов'язана з *напруженістю магнітного поля* так

$$B = \mu \cdot \mu_0 H, \quad (3)$$

де B – індукція магнітного поля (Тл);

μ – магнітна проникність речовини;

μ_0 – магнітна стала $1,257 \cdot 10^{-6} \text{ (В·с/ А·м, або Гн/м)}$;

H – напруженість магнітного поля (А/м).

Допустима напруженість магнітного поля в робочій зоні (В/м) визначається за формулою

$$E_g = 600000 / \sqrt{t},$$

де t – час роботи (години).

У повітрі 1 А/м приблизно дорівнює $1,257 \text{ мкТл}$ ($1 \text{ мкТл} \approx 0,8 \text{ А/м}$). Напруженість магнітного поля планети змінюється від $27,2 \text{ А/м}$ ($34,19 \text{ мкТл}$) на екваторі до 60 А/м ($75,42 \text{ мкТл}$) на полюсах. Для сталого магнітного поля у м. Києві індукція магнітного поля становить приблизно 40 мкТл . Природне змінне магнітне поле Землі має багато складових, суттєво менших, ніж значення сталого магнітного поля, але воно також впливає на здоров'я людини. Для сталого магнітного поля

допустима напруженість магнітного поля у робочій зоні має бути $< 8\,000\text{ А/м}$ або $< 10\,000\text{ мкТл}$. Для змінного магнітного поля з частотою 50 Гц напруженість магнітного поля має бути $< 80\text{ А/м}$ ($< 100\text{ мкТл}$).

Зони зі змінним магнітним полем мають дуже велике значення. Наприклад, при індукції $0,3 \dots 8\text{ мкТл}$ ($\approx 0,3\text{--}8\text{ А/м}$) змінного магнітного поля із частотою $50\text{--}20\,000\text{ Гц}$ підвищується ризик різних захворювань. Земне постійне поле – на цих частотах $6 \cdot 10^{-13} \dots 4,4 \cdot 10^{-12}\text{ Тл}$ значно менше. Дослідження електроприладів та їх магнітна індукція наведені у табл. 6.

Від постійного магнітного поля захисту за допомогою екрана немає, захист полягає у збільшенні відстані від джерела поля або у зменшенні часу перебування під його дією.

До основних джерел електромагнітного випромінювання належать також радіолокаційні та радіонавігаційні станції. Навколо передавальних пристроїв станцій великої потужності, а також навколо фідерів (ліній, які йдуть від передавачів до антен) існує інтенсивне ЕМП. Опромінювання ультра- і надвисоких частот (УКЧ і НВЧ) також зазнають медичні працівники, які обслуговують відповідну апаратуру в фізіотерапевтичних кабінетах.

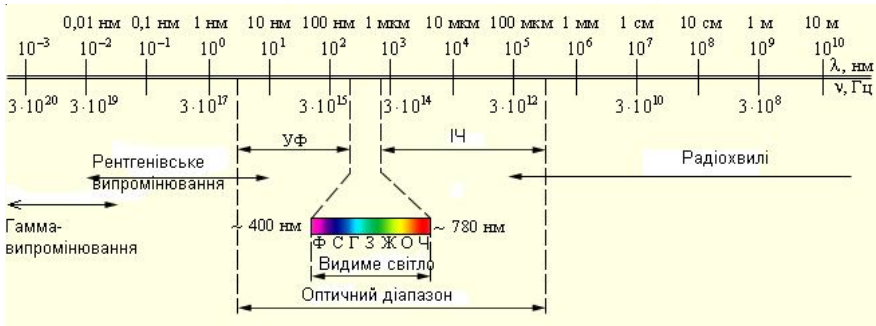
Біосфера протягом усієї своєї еволюції знаходилась під дією електромагнітних полів так званого фонового випромінювання, викликаного

Таблиця 6

Магнітна індукція електроприладів

№ з/п	Назва електроприладу	Магнітна індукція, мкТл	Відстань, см
1	Електропіч	5–2 000	3–30
2	НВЧ-піч	0,8–200	2,5–90
3	Телевізор	5–500	3–30
4	Холодильник	0,1–10	3–30
5	Електробритва	2 000	3
6	Фен	1 000	30
7	Пральна машина	0,05–40	2,5–90
8	Вентилятор із обігрівачем	40	30
9	Дриль	16–800	2,5–30
10	Електроковдра	5	2,5
11	Монітор комп'ютера	0,25–1,8	50

природними причинами земного, навколоземного і космічного походження.



Шкала електромагнітних хвиль

Людина зуміла пристосуватися до цього, але з екологічної точки зору більш небезпечними для неї є сучасні ЕМП антропогенного походження, а саме створювані роботою радіоапаратури. Шкала електромагнітних хвиль антропогенного походження включає:

1. Радіохвилі наддовгі. Довжина хвиль знаходиться у межах від $10^6 \dots 10^5$ м. Частота коливань $f = 3\,00 \dots 30\,00$ Гц. Наддовгі радіохвилі проходять крізь організм людини, не затримуючись.

Електромагнітні поля (ЕМП) радіочастот в діапазоні частот 60 кГц...300 МГц визначають напруженістю електричної та магнітної складової поля. У діапазоні частот 300 МГц – 300 ГГц – *поверхневою густиною потоку енергії* (далі – густина потоку енергії (ГПЕ)) випромінювання і створюваної ним енергетичним навантаженням (ЕН).

Поверхнева густина потоку енергії – випромінювання, що являє собою потік енергії, який проходить через одиницю поверхні за одиницю часу. ГПЕ вимірюється у мкВт/см². Для населення, яке професійно не пов'язане з джерелами радіохвиль, максимальне значення поверхневої густини потоку енергії від них не повинне перевищувати 1 мкВт/см².

1. Наддовгі хвилі. Довжина хвилі більше 10^4 м.

Напруженість ЕМП у діапазоні частот 3 00...30 00 Гц на робочих місцях персоналу протягом робочого дня не повинна перевищувати встановлених гранично припустимих рівнів (ГПР):

- за електричною складовою 50 В/м;
- за магнітною складовою 5 А/м.

2. Радіохвилі довгі. Довжина хвиль знаходиться у межах від $10^4 \dots 10^3$ м. Частота коливань $f = 3 \cdot 10^4 \dots 3 \cdot 10^5$ Гц. Довгі радіохвилі проходять крізь організм людини, не затримуючись. Напруженість ЕМП у діапазоні частот 30 000...300 000 Гц на робочих місцях персоналу протягом робочого дня не повинна перевищувати встановлених ГПР:

- за електричною складовою 50 В/м;
- за магнітною складовою 5 А/м.

3. Радіохвилі середні. Довжина хвиль знаходиться у межах від $10^3 \dots 10^2$ м. Частота коливань $f = 3 \cdot 10^5 \dots 3 \cdot 10^6$ Гц. Середні радіохвилі проходять крізь організм людини, не затримуючись. Напруженість ЕМП у діапазоні частот $3 \cdot 10^5 \dots 3 \cdot 10^6$ Гц на робочих місцях персоналу протягом робочого дня не повинна перевищувати встановлених ГПР:

- за електричною складовою 20 В/м;
- за магнітною складовою 0,3 А/м.

4. Радіохвилі короткі. Довжина хвиль знаходиться у межах від $10^2 \dots 10$ м. Частота коливань $f = 3 \cdot 10^6 \dots 3 \cdot 10^7$ Гц, 30–40 % коротких радіохвиль поглинаються організмом людини. Напруженість ЕМП у діапазоні частот $3 \cdot 10^6 \dots 3 \cdot 10^7$ Гц на робочих місцях персоналу протягом робочого дня не повинна перевищувати встановлених ГПР:

- за електричною складовою 5 В/м;
- за магнітною складовою 0,3 А/м.

5. Метрові хвилі. Довжина хвиль знаходиться у межах від $10 \dots 1,0$ м. Частота коливань $f = 3 \cdot 10^7 \dots 3 \cdot 10^8$ Гц, 100 % ультракоротких радіохвиль поглинаються шкірою людини. Напруженість ЕМП у діапазоні частот $3 \cdot 10^7 \dots 3 \cdot 10^8$ Гц на робочих місцях персоналу протягом робочого дня не повинна перевищувати встановлених ГПР:

- за електричною складовою 5 В/м;
- за магнітною складовою 0,3 А/м.

6. Дециметрові хвилі (УВЧ-хвилі). Довжина хвиль знаходиться у межах від $1 \dots 0,1$ м. Частота коливань $f = 3 \cdot 10^8 \dots 3 \cdot 10^9$ Гц, 100% ультракоротких радіохвиль поглинаються шкірою людини. ЕМП ультракоротких радіочастот варто оцінювати за значенням поверхневої густини потоку енергії випромінювання.

Максимальне значення поверхневої густини потоку енергії не повинне перевищувати 10 мкВт/см^2 . Для населення, яке професійно не пов'язане з джерелами ультракоротких радіохвиль, максимальне

значення поверхневої густини потоку енергії не повинне перевищувати 1 мкВт/см². Напруженість ЕМП у діапазоні частот $3 \cdot 10^8 \dots 3 \cdot 10^9$ Гц на робочих місцях персоналу протягом робочого дня не повинна перевищувати встановлених ГПР:

- за електричною складовою 5 В/м;
- за магнітною складовою 0,3 А/м.

7. Сантиметрові хвилі (НВЧ-хвилі). Довжина хвиль знаходиться у межах від 0,1...0,01 м. Частота коливань $f = 3 \cdot 10^9 \dots 3 \cdot 10^{10}$ Гц. НВЧ-радіохвилі поглинаються шкірою людини на 100%. Максимальне значення поверхневої густини потоку енергії не повинне перевищувати 10 мкВт/см². Для населення, яке професійно не пов'язане з джерелами ультракоротких радіохвиль, максимальне значення поверхневої густини потоку енергії не повинне перевищувати 1 мкВт/см². НВЧ-хвилі справляють на людину подвійну дію. По-перше, вони поглинаються молекулами води, які нагріваються, змінюючи температуру організму. По-друге, вони впливають на передачу сигналів від головного мозку людини до внутрішніх органів та клітин, порушуючи функціонування інформаційної системи. Це призводить до різноманітних захворювань, у тому числі онкологічних. Напруженість ЕМП у діапазоні частот $3 \cdot 10^9 \dots 3 \cdot 10^{10}$ Гц на робочих місцях персоналу протягом робочого дня не повинна перевищувати встановлених ГПР:

- за електричною складовою 5 В/м;
- за магнітною складовою 0,3 А/м.

8. Міліметрові хвилі (КВЧ-хвилі). Довжина хвиль знаходиться у межах від 0,01...0,001 м. Частота коливань $f = 3 \cdot 10^{10} \dots 3 \cdot 10^{11}$ Гц. КВЧ-радіохвилі поглинаються шкірою людини на 100%. Максимальне значення поверхневої густини потоку енергії не повинне перевищувати 10 мкВт/см². Для населення, яке професійно не пов'язане з джерелами ультракоротких радіохвиль, максимальне значення поверхневої густини потоку енергії не повинне перевищувати 1 мкВт/см². Напруженість ЕМП у діапазоні частот $3 \cdot 10^{10} \dots 3 \cdot 10^{11}$ Гц на робочих місцях персоналу протягом робочого дня не повинна перевищувати встановлених ГПР:

- за електричною складовою 5 В/м;
- за магнітною складовою 0,3 А/м.

9. Субміліметрові хвилі (ГВЧ-хвилі). Довжина хвиль знаходиться у межах 0,001...0,0001 м. Частота коливань $f = 3 \cdot 10^{11} \dots 3 \cdot 10^{12}$ Гц.

ГВЧ-радіохвилі поглинаються шкірою людини на 100 %. Максимальне значення поверхневої густини потоку енергії не повинне перевищувати 10 мкВт/см^2 . Для населення, яке професійно не пов'язане з джерелами ультракоротких радіохвиль, максимальне значення поверхневої густини потоку енергії не повинне перевищувати 1 мкВт/см^2 . Напруженість ЕМП у діапазоні частот $3 \cdot 10^{11} \dots 3 \cdot 10^{12}$ Гц на робочих місцях персоналу протягом робочого дня не повинна перевищувати встановлених ГПР:

- за електричною складовою 5 В/м;
- за магнітною складовою 0,3 А/м.

Інтенсивність ЕМП радіопередавальних пристроїв залежить від їх потужності, конструктивних особливостей антенних систем і способів їх встановлення, рельєфу місцевості. Вона може бути визначена не лише інструментальними, але й розрахунковими методами, що дає можливість завчасно вирішити питання про раціональне розміщення радіолокаційного об'єкта, а також передбачити захисні заходи від дії ЕМП.

Існують гранично припустимі рівні електричної складової напруженості поля для населення, які вимірюються у В/м. Крім того, діють Санітарні правила при роботі з джерелами електромагнітного поля високої та ультрависокої частоти. Для зменшення дії ЕМП на екосистеми та населення, яке перебуває у зоні дії радіолокаційних засобів, необхідно здійснювати ряд захисних заходів: *організаційних, інженерно-технічних та лікувально-профілактичних заходів захисту людини.*

Інженерно-технічні заходи ґрунтуються на засобах зниження інтенсивності опромінення електромагнітними полями. На стадії проектування має бути забезпечене таке взаємне розташування випромінюючих об'єктів та осіб, що зазнають опромінювання, яке б зводило до мінімуму інтенсивність опромінення. Оскільки повністю уникнути опромінення неможливо, потрібно зменшити ймовірність перебування людей у зоні високої інтенсивності ЕМП і обмежити час перебування під опроміненням.

Інженерно-технічні заходи поділяються на засоби колективного, локального та індивідуального захисту.

Колективний захист забезпечує захист великих районів від ЕМП. При цьому, як правило, використовуються екрани або розташування антен здійснюється на підвищеній місцевості. Аналогічний результат

дає відповідне орієнтування діаграми спрямованості, особливо високо спрямованих антен, наприклад, шляхом збільшення висоти антени. Ефективність такого засобу захисту зменшується зі зростанням відстані.

При захисті від випромінювання шляхом застосування екранів, необхідно враховувати затухання хвилі при проходженні через екран (наприклад, лісову смугу), а також дифракційні явища на верхній і бокових кромках екрана, які збільшують інтенсивність ЕМП за екраном.

Досить ефективним є *локальний захист*, який ґрунтується на застосуванні радіозахисних матеріалів, що забезпечують високе поглинання енергії випромінювання матеріалом і відбиття від його поверхні. Для екранування шляхом загородження використовують металеві листи зі сталі, міді, алюмінію товщиною від декількох міліметрів і більше та сітки з розміром чарунки, рівним довжині хвилі випромінювання, поділеним на 8–10, які мають бути ретельно заземлені.

Ефективність екранування свідчить, у скільки разів послаблюється напруженість поля після застосування екрана. Металеві листи зі сталі, міді, алюмінію товщиною від декількох міліметрів послаблюють напруженість поля від $2,5 \cdot 10^6$ до 10^{12} разів.

Поряд з відбиваючими екранами широко застосовуються екрани з матеріалів, які поглинають випромінювання (найчастіше застосовуються матеріали на основі вуглецю, води), причому поверхня екрана робиться шорсткою, ребристою чи шилоподібною. Чим менший електричний опір матеріалу, тим краще він буде екранувати радіохвилі. Для зменшення дії ЕМП організовують санітарно-захисні зони, які поділяються на зону суворого режиму і зону обмеженого користування.

Розміри санітарно-захисних зон для радіолокаційних станцій (РЛС) залежать від гранично допустимого рівня напруженості ЕМП, призначення і потужності об'єкта, діаграми спрямованості об'єкта, висоти встановлення антени над рівнем землі та кутів випромінювання, рельєфу місцевості. Межі санітарно-захисної зони для ряду РЛС встановлюють розрахунковим шляхом і уточнюють проведенням контрольних замірів ЕМП на місцевості. РЛС встановлюється на відстані не менше 2 000 м від околиць населених пунктів міського типу і не менше 1 000 м від населених пунктів сільського типу, що зумовлюється необхідністю організації санітарно-захисної зони і технічними характеристиками РЛС.

Індивідуальний захист полягає у використанні костюмів, спецодягу з радіозахисної тканини, захисту приміщень від зовнішнього випромінювання шляхом обклеювання стін металізованими шпалерами, закриття вікон металевими сітками, металізованими шторами. Опромінення у такому приміщенні зводиться до мінімуму, але відбите від екранів випромінювання перерозподіляється у просторі та потрапляє на інші об'єкти. Для персоналу, який обслуговує РЛС, надійний захист від дії ЕМП забезпечується шляхом екранування апаратури та рядом інших конструктивних особливостей станції.

Засоби індивідуального захисту є досить ефективними, але вони застосовуються тільки у тих випадках, коли інші захисні заходи не досить ефективні або їх неможливо застосовувати: наприклад, при проходженні людини через зону підвищеної інтенсивності випромінювання, при ремонтних роботах в аварійних ситуаціях, під час короткочасного контролю та вимірювання інтенсивності опромінення.

У разі необхідності проведення робіт на більш близьких відстанях при роботі РЛС на випромінювання працівники зобов'язані користуватися індивідуальними захисними засобами (одяг з металізованих тканин з розміром квадратної чарунки, що дорівнює довжині хвилі, поділеної на 10, з радіопоглинаючих матеріалів). Крім одягу, необхідні захисні окуляри з металевим запиленням, рукавиці та ін.

ЕЛЕКТРОН (e) – стабільна елементарна частинка з негативним електричним зарядом $e \approx 1,602 \cdot 10^{-19}$ Кл, масою спокою $m_e = 9,1095 \cdot 10^{-31}$ кг. Належить до класу лептонів.

ЕЛЕКТРОН-ВОЛЬТ – одиниця вимірювання енергії квантів і елементарних частинок (1 еВ – це енергія, яку набуває частинка, що має одиничний елементарний заряд при проходженні різниці потенціалів в 1 В). 1 еВ = $1,60219 \cdot 10^{-19}$ Дж. Залежно від енергії випромінювання радіонукліда оцінюють його небезпеку для людини. Для іонізації атомів, з яких складається людина, досить енергії радіоактивного випромінювання 10 еВ.

ЕЛЕКТРОФІЛЬТРИ – апарати для очищення газів за допомогою іонізаційного високовольтного заряду. Запилений газ надходить у корпус електрофільтра, іонізується біля коронуючого електрода і осідає на стінках корпусу, який має відмінний від коронуючого електрода заряд. Потім надходить у пилозбірні бункери. Процент уловлювання пилу

розміром 5–100 мкм в електрофільтрах становить 95–98%. Напруга між електродами досягає 50–70 кВ.

ЕЛЕКТРОФЛОТАЦІЯ – метод флотаційного очищення стічних вод від зважених частинок за допомогою бульбашок газу, утворених під час електролізу води. При використанні розчинних електродів електрофлотацію використовують разом з електрокоагуляцією, що сприяє ефективному виділенню забруднюючих речовин з бульбашками газу.

ЕЛЕМЕНТ РАДІОАКТИВНИЙ – хімічний елемент, де всі ізотопи мають нестійкі атомні ядра, які перетворюються на ядра інших елементів, що супроводжується випусканням ядерних випромінювань. До **Е. р.** відносять технецій, прометій та усі наступні за ним елементи в періодичній системі Д. І. Менделєєва. Суттєве значення в забрудненні середовища мають радіоактивні гази, особливо радон.

ЕЛЕМЕНТАРНІ ЧАСТИНКИ – частинки, що входять до складу атомного ядра. Крім елементарних частинок, що входять до складу атомів, а саме протонів, нейтронів і електронів, нині відомо понад 200 елементарних частинок. Чимало з них виникає внаслідок взаємодії космічного випромінювання з атмосферою Землі. В експериментах з розщеплення ядер, що проводилися з використанням прискорювачів, також був відкритий ряд нових частинок. Елементарні частинки поділяються на:

- лептони – слабо взаємодіючі частинки;
- адрони (мезони, баріони) – сильно взаємодіючі частинки.

Існує гіпотеза, згідно з якою сильно взаємодіючі частинки (адрони) складаються зі ще менших елементарних частинок (так званих кварків).

В усіх елементарних частинках існують так звані античастинки, які мають протилежний електричний заряд і магнітний момент порівняно з відповідною частинкою; античастинки позначаються рискою над символом.

При зіткненні частинки з античастинкою відбувається їх анігіляція: обидві частинки перетворюються на γ -випромінювання або більш легкі частинки інших типів. Зворотний процес називають процесом утворення пар.

Хоча фотон, або γ -квант, як «частинка світла», не має маси спокою, він являє собою одну з елементарних частинок.

ЕНВАЙРОНМЕНТАЛЬНІСТЬ – способи і методи очищення води, повітря, ґрунту, технічні прийоми охорони і покращення середовища.

ЕНДОГЕННІ ПРОЦЕСИ – екологічні процеси, зумовлені впливом внутрішніх сил Землі (газоутворення, коливальні рухи земної кори, землетруси, магматичні процеси тощо).

ЕПТЕЛІЙ – клітини подовженої форми, що покривають слизову оболонку ока, порожнину рота тощо.

ЕРОЗІЯ ҐРУНТІВ – руйнування поверхні ґрунтів і гірських порід з порушенням їх цілісності та зміною фізико-хімічних властивостей. Причиною ерозії може бути вітер, вода, перепади температур, діяльність людини і тварин.

3

ЗАБРУДНЕННЯ – внесення до навколишнього середовища нових фізичних, хімічних, хвильових, біологічних та інших речовин або випромінювань, що *негативно* впливають на самопочуття людини та розвиток біосфери. Може бути антропогенним (під впливом людини), або природним (внаслідок вулканічної дії, лісових пожеж та інших явищ).

ЗАБРУДНЕННЯ АНТРОПОГЕННЕ – забруднення, спричинене господарською діяльністю людини.

ЗАБРУДНЕННЯ БІОГЕННЕ (біотичне) – поширення небажаних для людей біогенних речовин, які раніше не спостерігалися.

ЗАБРУДНЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНЕ – форма фізичного забруднення внаслідок зміни електромагнітних властивостей середовища (від ліній електропередач, трансформаторних підстанцій, радіо- і телевізійних антен, деяких промислових установок). Воно призводить до порушення роботи електричних систем, а також змін у клітинних і молекулярних структурах організмів.

ЗАБРУДНЕННЯ ТЕПЛОВЕ – форма фізичного забруднення в результаті промислових викидів, нагрітих газів, повітря і теплої води.

ЗАБРУДНЕННЯ ФІЗИЧНЕ – забруднення, пов'язане зі зміною фізичних параметрів середовища: температурних (теплове), хвильових (шумове, електромагнітне забруднення), радіаційних (радіаційне, радіоактивне забруднення) тощо.

ЗАБРУДНЮВАЧ – забруднююча речовина (природна або антропогенна) фізичної, хімічної, біологічної або інформаційної природи, що потрапляє або виникає в навколишньому середовищі в кількостях, які перевищують рівні середнього природного фону.

ЗАГАЛЬНА РАДІАЦІЙНА АВАРІЯ – порушення в роботі радіаційно небезпечного об'єкта, під час якого стався вихід радіоактивних продуктів за межі санітарно-захисної зони об'єкта в кількостях, що призводять до радіоактивного забруднення вище встановлених норм прилеглої території і можливого опромінення населення, що проживає на ній. Залежно від можливості завчасного передбачення виникнення аварії і здійснення необхідних підготовчих заходів, аварії можуть бути розділені на проектні та позапроектні.

ЗАКОН УКРАЇНИ «ПРО ОХОРОНУ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА» – документ, який визначає основні положення щодо реалізації конституційного права громадян на екологічну безпеку та заходи щодо її забезпечення.

У Законі надано поняття зон надзвичайних екологічних ситуацій (екологічної катастрофи та підвищеної екологічної небезпеки). Встановлена дисциплінарна, адміністративна, цивільна і кримінальна відповідальність за екологічні правопорушення.

Закон «Про охорону навколишнього природного середовища», прийнятий Верховною Радою 25 червня 1991 р. У законі встановлені принципи охорони навколишнього природного середовища:

- пріоритетність вимог екологічної безпеки;
- гарантування екологічно безпечного становища для життя і здоров'я людей;
- екологізація матеріального виробництва;
- науково обґрунтоване узгодження екологічних, економічних та соціальних інтересів суспільства;
- збереження просторової та видової різноманітності та цілісності природних об'єктів і комплексів;
- гласність і демократизм при прийнятті рішень, реалізація яких впливає на стан навколишнього середовища, формування у населення екологічного світогляду;
- науково обґрунтоване нормування впливу господарської та іншої діяльності на навколишнє середовище;

- стягнення плати за спеціальне використання природних ресурсів, за забруднення навколишнього природного середовища та погіршення якості природних ресурсів;

- вирішення проблем охорони навколишнього середовища на основі широкого міжнародного співробітництва.

Закон закріплює екологічні права і обов'язки громадян України:

- право на безпечне для життя і здоров'я навколишнє середовище;
- участь в обговоренні проектів законодавчих актів, матеріалів щодо розміщення, будівництва та реконструкції об'єктів, які можуть негативно вплинути на стан навколишнього середовища;

- участь у проведенні громадської екологічної експертизи;

- одержання повної та достовірної інформації про стан навколишнього природного середовища і його вплив на здоров'я населення;

- право на подання до суду позовів до державних органів, підприємств, установ, організацій і громадян про відшкодування збитків, заподіяних їх здоров'ю та майну внаслідок негативного впливу забрудненого природного середовища.

Громадяни України зобов'язані:

- берегти природу, охороняти, раціонально використовувати її багатства, здійснювати діяльність із дотриманням вимог екологічної безпеки, екологічних нормативів;

- не порушувати екологічні права і законні інтереси інших суб'єктів;

- вносити плату за спеціальне природокористування;

- компенсувати шкоду, заподіяну забрудненням та іншим негативним впливом на навколишнє середовище.

ЗАКОН УКРАЇНИ «ПРО ОХОРОНУ ПРАЦІ» – документ, який визначає основні положення щодо реалізації конституційного права працівників на охорону їх життя і здоров'я у процесі трудової діяльності, на належні, безпечні та здорові умови праці, регулює за участю відповідних органів державної влади відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні. Вводиться в дію Постановою ВР № 2695-ХІІ від 14.10.92, ВВР, 1992, № 49, ст. 669.

Стаття 2. Сфера дії Закону.

Дія цього Закону поширюється на всіх юридичних та фізичних осіб,

які відповідно до законодавства використовують найману працю, та на всіх працюючих.

Стаття 3. Законодавство про охорону праці.

Законодавство про охорону праці складається з цього Закону, Кодексу законів України про працю (322-08), Закону України «Про загальнообов’язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності» та прийнятих відповідно до них нормативно-правових актів.

Стаття 4. Державна політика в галузі охорони праці.

Державна політика в галузі охорони праці визначається відповідно до Конституції України Верховною Радою України і спрямована на створення належних, безпечних і здорових умов праці, запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням.

Державна політика в галузі охорони праці базується на принципах:

- пріоритету життя і здоров’я працівників, повної відповідальності роботодавця за створення належних, безпечних і здорових умов праці;
- підвищення рівня промислової безпеки шляхом забезпечення суцільного технічного контролю за станом виробництв, технологій та продукції, а також сприяння підприємствам у створенні безпечних та нешкідливих умов праці;
- комплексного розв’язання завдань охорони праці на основі загальнодержавної, галузевих, регіональних програм з цього питання та з урахуванням інших напрямів економічної та соціальної політики, досягнень у галузі науки і техніки та охорони довкілля;
- соціального захисту працівників, повного відшкодування збитків особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань;
- встановлення єдиних вимог з охорони праці для всіх підприємств та суб’єктів підприємницької діяльності незалежно від форм власності та видів діяльності;
- адаптації трудових процесів до можливостей працівника з урахуванням його здоров’я та психологічного стану;
- використання економічних методів управління охороною праці, участі держави у фінансуванні заходів щодо охорони праці, залучення

добровільних внесків та інших надходжень на ці цілі, отримання яких не суперечить законодавству;

- інформування населення, проведення навчання, професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці;
- використання світового досвіду організації роботи щодо поліпшення умов і підвищення безпеки праці на основі міжнародного співробітництва.

Стаття 5. Права на охорону праці під час укладання трудового договору.

Умови трудового договору не можуть містити положень, що суперечать законам та іншим нормативно-правовим актам з охорони праці. Під час укладання трудового договору роботодавець повинен проінформувати працівника під розписку про умови праці та про наявність на його робочому місці небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які ще не усунуто, можливі наслідки їх впливу на здоров'я та про права працівника на пільги і компенсації за роботу в таких умовах відповідно до законодавства і колективного договору.

Працівнику не може пропонуватися робота, яка за медичним висновком протипоказана йому за станом здоров'я. Усі працівники згідно із законом підлягають загальнообов'язковому державному соціальному страхуванню від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності.

Стаття 6. Права працівників на охорону праці під час роботи.

Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам законодавства.

Працівник має право відмовитися від дорученої роботи, якщо створилася виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров'я або для людей, які його оточують, або для виробничого середовища чи довкілля. Він зобов'язаний негайно повідомити про це безпосереднього керівника або роботодавця. За період простою з причин, передбачених частиною другою цієї статті, які виникли не з вини працівника, за ним зберігається середній заробіток.

Працівник має право розірвати трудовий договір за власним бажанням, якщо роботодавець не виконує вимоги законодавства про охорону праці, не додержується умов колективного договору з цих питань. У цьому разі працівникові виплачується вихідна допомога в розмірі, передбаченому колективним договором, але не менше тримісячного заробітку.

Стаття 7. Право працівників на пільги і компенсації за важкі та шкідливі умови праці.

Працівники, зайняті на роботах з важкими та шкідливими умовами праці, безоплатно забезпечуються лікувально-профілактичним харчуванням, молоком або рівноцінними харчовими продуктами, газованою солоною водою, мають право на оплачувані перерви санітарно-оздоровчого призначення, скорочення тривалості робочого часу, додаткову оплачувану відпустку, пільгову пенсію, оплату праці у підвищеному розмірі та інші пільги і компенсації, що надаються в порядку, визначеному законодавством.

Роботодавець може за колективним договором (угодою, трудовим договором) за свої кошти додатково встановлювати працівникові пільги і компенсації, не передбачені законодавством. Протягом дії укладеного з працівником трудового договору роботодавець повинен, не пізніше як за 2 місяці, письмово інформувати працівника про зміни виробничих умов та розмірів пільг і компенсацій, з урахуванням тих, що надаються йому додатково.

Стаття 8. Забезпечення працівників спецодягом, іншими засобами індивідуального захисту, мийними та знешкоджувальними засобами.

На роботах із шкідливими і небезпечними умовами праці, а також роботах, пов'язаних із забрудненням або несприятливими метеорологічними умовами, працівникам видаються безоплатно за встановленими нормами спеціальний одяг, спеціальне взуття та інші засоби індивідуального захисту, а також мийні та знешкоджувальні засоби. Працівники, які залучаються до разових робіт, пов'язаних із ліквідацією наслідків аварій, стихійного лиха тощо, що не передбачені трудовим договором, повинні бути забезпечені зазначеними засобами.

Роботодавець зобов'язаний забезпечити за свій рахунок придбання, комплектування, видачу та утримання засобів індивідуального захисту відповідно до нормативно-правових актів з охорони праці та колективного договору.

У разі передчасного зношення цих засобів не з вини працівника роботодавець зобов'язаний замінити їх за свій рахунок. У разі придбання працівником спецодягу, інших засобів індивідуального захисту, мийних та знешкджувальних засобів за свої кошти роботодавець зобов'язаний компенсувати всі витрати на умовах, передбачених колективним договором.

Стаття 9. Відшкодування шкоди у разі ушкодження здоров'я працівників або у разі їх смерті.

Відшкодування шкоди, заподіяної працівникові внаслідок ушкодження його здоров'я або у разі смерті працівника, здійснюється Фондом соціального страхування від нещасних випадків відповідно до Закону України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності».

Час перебування на інвалідності у зв'язку з нещасним випадком на виробництві або професійним захворюванням зараховується до стажу роботи для призначення пенсії за віком, а також до стажу роботи із шкідливими умовами, який дає право на призначення пенсії на пільгових умовах і в пільгових розмірах у порядку, встановленому законом.

Стаття 10. Охорона праці жінок.

Забороняється застосування праці жінок на важких роботах і на роботах із шкідливими або небезпечними умовами праці, на підземних роботах, крім деяких підземних робіт (нефізичних робіт або робіт, пов'язаних із санітарним та побутовим обслуговуванням), а також залучення жінок до підймання і переміщення речей, маса яких перевищує встановлені для них граничні норми, відповідно до переліку важких робіт і робіт із шкідливими і небезпечними умовами праці, граничних норм підймання і переміщення важких речей, що затверджуються спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади у галузі охорони здоров'я. Праця вагітних жінок і жінок, які мають неповнолітню дитину, регулюється законодавством.

Стаття 11. Охорона праці неповнолітніх.

Не допускається залучення неповнолітніх до праці на важких роботах і на роботах із шкідливими або небезпечними умовами праці, на підземних роботах, до нічних, надурочних робіт та робіт у вихідні дні, а також до підймання і переміщення речей, маса яких перевищує

встановлені для них граничні норми, відповідно до переліку важких робіт і робіт із шкідливими і небезпечними умовами праці, граничних норм підймання і переміщення важких речей, що затверджуються спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади у галузі охорони здоров'я. Неповнолітні приймаються на роботу лише після попереднього медичного огляду.

Стаття 13. Управління охороною праці та обов'язки роботодавця.

Роботодавець зобов'язаний створити на робочому місці в кожному структурному підрозділі умови праці відповідно до нормативно-правових актів, а також забезпечити додержання вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці.

З цією метою роботодавець забезпечує функціонування системи управління охороною праці, а саме:

- створює відповідні служби і призначає посадових осіб, які забезпечують вирішення конкретних питань охорони праці, затверджує інструкції про їх обов'язки, права та відповідальність за виконання покладених на них функцій, а також контролює їх додержання;

- розробляє за участю сторін колективного договору і реалізує комплексні заходи для досягнення встановлених нормативів та підвищення існуючого рівня охорони праці;

- забезпечує виконання необхідних профілактичних заходів відповідно до обставин, що змінюються;

- впроваджує прогресивні технології, досягнення науки і техніки, засоби механізації та автоматизації виробництва, вимоги ергономіки, позитивний досвід з охорони праці тощо;

- забезпечує належне утримання будівель і споруд, виробничого обладнання та устаткування, моніторинг за їх технічним станом;

- забезпечує усунення причин, що призводять до нещасних випадків, професійних захворювань, та здійснення профілактичних заходів, визначених комісіями за підсумками розслідування цих причин;

- організовує проведення аудиту охорони праці, лабораторних досліджень умов праці, оцінку технічного стану виробничого обладнання та устаткування, атестацій робочих місць на відповідність нормативно-правовим актам з охорони праці в порядку і строки, що визначаються законодавством, та за їх підсумками вживає заходів до усунення небезпечних і шкідливих для здоров'я виробничих факторів;

- розробляє і затверджує положення, інструкції, інші акти з охорони праці, що діють у межах підприємства (далі – акти підприємства), та встановлюють правила виконання робіт і поведінки працівників на території підприємства, у виробничих приміщеннях,

- здійснює контроль за дотриманням працівником технологічних процесів, правил поводження з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, використанням засобів колективного та індивідуального захисту, виконанням робіт відповідно до вимог з охорони праці;

- вживає термінових заходів для допомоги потерпілим, залучає за необхідності професійні аварійно-рятувальні формування у разі виникнення на підприємстві аварій та нещасних випадків.

Роботодавець несе безпосередню відповідальність за порушення зазначених вимог.

Стаття 14. Обов'язки працівника щодо дотримання вимог нормативно-правових актів з охорони праці.

Працівник зобов'язаний:

- дбати про особисту безпеку і здоров'я, а також про безпеку і здоров'я оточуючих людей у процесі виконання будь-яких робіт чи під час перебування на території підприємства;

- знати і виконувати вимоги нормативно-правових актів з охорони праці, правила поводження з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, користуватися засобами колективного та індивідуального захисту.

Працівник несе безпосередню відповідальність за порушення зазначених вимог.

Стаття 15. Служба охорони праці на підприємстві.

На підприємстві з кількістю працюючих 50 і більше осіб роботодавець створює службу охорони праці відповідно до типового положення, що затверджується спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади з питань нагляду за охороною праці.

На підприємстві з кількістю працюючих менше 50 осіб функції служби охорони праці можуть виконувати в порядку сумісництва особи, які мають відповідну підготовку.

На підприємстві з кількістю працюючих менше 20 осіб для

виконання функцій служби охорони праці можуть залучатися сторонні спеціалісти на договірних засадах, які мають відповідну підготовку.

Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо роботодавцю. Керівники та спеціалісти служби охорони праці за своєю посадою і заробітною платою прирівнюються до керівників і спеціалістів основних виробничо-технічних служб.

Спеціалісти служби охорони праці у разі виявлення порушень охорони праці мають право:

- видавати керівникам структурних підрозділів підприємства обов'язкові для виконання приписи щодо усунення наявних недоліків, одержувати від них необхідні відомості, документацію і пояснення з питань охорони праці;
- вимагати відсторонення від роботи осіб, які не пройшли передбачених законодавством медичного огляду, навчання, інструктажу, перевірки знань і не мають допуску до відповідних робіт або не виконують вимог нормативно-правових актів з охорони праці;
- зупиняти роботу виробництва, ділянки, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва у разі порушень, які створюють загрозу життю або здоров'ю працюючих;
- надсилати роботодавцю подання про притягнення до відповідальності працівників, які порушують вимоги щодо охорони праці.

Припис спеціаліста з охорони праці може скасувати лише роботодавець. Ліквідація служби охорони праці допускається тільки у разі ліквідації підприємства чи припинення використання найманої праці фізичною особою.

Стаття 18. Навчання з питань охорони праці.

Працівники під час прийняття на роботу і в процесі роботи повинні проходити за рахунок роботодавця інструктаж, навчання з питань охорони праці, з надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків і правил поведінки у разі виникнення аварії.

Працівники, зайняті на роботах з підвищеною небезпекою або там, де є потреба у професійному доборі, повинні щороку проходити за рахунок роботодавця спеціальне навчання і перевірку знань відповідних нормативно-правових актів з охорони праці.

Стаття 20. Регулювання охорони праці у колективному договорі, угоді.

У колективному договорі, угоді сторони передбачають забезпечення працівникам соціальних гарантій у галузі охорони праці на рівні, не нижчому за передбачений законодавством, їх обов'язки, а також комплексні заходи щодо досягнення встановлених нормативів безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, підвищення існуючого рівня охорони праці, запобігання випадкам виробничого травматизму, професійного захворювання, аваріям і пожежам, визначають обсяги та джерела фінансування зазначених заходів.

Стаття 21. Додержання вимог щодо охорони праці під час проектування, будівництва (виготовлення) та реконструкції підприємств, об'єктів і засобів виробництва.

Виробничі будівлі, споруди, машини, механізми, устаткування, транспортні засоби, що вводяться в дію після будівництва (виготовлення) або реконструкції, капітального ремонту тощо, та технологічні процеси повинні відповідати вимогам нормативно-правових актів з охорони праці.

Стаття 22. Розслідування та облік нещасних випадків, професійних захворювань і аварій.

Роботодавець повинен організовувати розслідування та вести облік нещасних випадків, професійних захворювань і аварій відповідно до положення, що затверджується Кабінетом Міністрів України за погодженням з всеукраїнськими об'єднаннями профспілок.

За підсумками розслідування нещасного випадку, професійного захворювання або аварії роботодавець складає акт за встановленою формою, один примірник якого він зобов'язаний видати потерпілому або іншій заінтересованій особі не пізніше трьох днів з моменту закінчення розслідування.

У разі відмови роботодавця скласти акт про нещасний випадок чи незгоди потерпілого з його змістом питання вирішуються посадовою особою органу державного нагляду за охороною праці, рішення якої є обов'язковим для роботодавця. Рішення посадової особи органу державного нагляду за охороною праці може бути оскаржене у судовому порядку.

Стаття 26. Відшкодування юридичним, фізичним особам і державі збитків, завданих порушенням вимог з охорони праці.

Роботодавець зобов'язаний відшкодувати збитки, завдані пору-

шенням вимог з охорони праці іншим юридичним, фізичним особам і державі, на загальних підставах, передбачених законом.

Роботодавець відшкодовує витрати на проведення робіт з рятування потерпілих під час аварії та ліквідації її наслідків, на розслідування і проведення експертизи причин аварії, нещасного випадку або професійного захворювання, на складання санітарно-гігієнічної характеристики умов праці осіб, які проходять обстеження щодо наявності професійного захворювання, а також інші витрати, передбачені законодавством.

ЗАПРОЕКТНА РАДІАЦІЙНА АВАРІЯ – аварія, спричинена неврахованими початковими подіями, яка супроводжується додатковими, порівняно з проектними аваріями, відмовами систем безпеки понад одиничної відмови і помилковими діями персоналу, що в результаті призводить до важких наслідків, у тому числі може призвести до розплавлення активної зони.

ЗАРАЖЕННЯ РАДІОАКТИВНЕ – забруднення повітря, води, продуктів харчування, території, а також внутрішніх органів живих істот матеріалами, які містять радіоактивні ізотопи. **З. р.** є наслідком ядерних вибухів або аварій ядерних реакторів, може також спостерігатися поблизу сховищ радіоактивних відходів. **З. р.** дуже небезпечне для живих організмів. При зовнішньому зараженні особливо небезпечним є гама-випромінювання, а мірою зараження є доза опромінення. При внутрішньому зараженні вирішальне значення мають альфа- і бета-випромінювання.

ЗАСТОСУВАННЯ РАДІОАКТИВНИХ НУКЛІДІВ – використання радіоактивних ізотопів у різних галузях науки і техніки. В основному використовуються джерела β - і γ -випромінювань. Методи їх застосування можуть бути різними.

Методи просвічування: контроль заповнення та ін.; безконтактне вимірювання товщини і густини; неруйнівний контроль якості виробів на виробництві (гамма-дефектоскопія).

Методи опромінення: створення іонізації в газах (вакуумметри, запобігання накопиченню електростатичного розряду тощо); створення дефектів твердих тіл (структурні зміни в пластмасах); опромінення (променева терапія) при пухлинних захворюваннях (кобальт-60).

Методи «мічених атомів» (методи індикації): використання «мічених атомів» у біологічних і медичних дослідженнях; контроль зношення.

ЗАХИСНІ МАТЕРІАЛИ – матеріали, що застосовуються для захисту від усіх видів випромінювання, наприклад, свинець, сталь, бетон, тобто матеріали з високою густиною. Для захисту від потоку нейтронів застосовують шар води або поліетилену тобто матеріали, які складаються з легких атомів.

ЗАХИСТ ВІД РАДІОАКТИВНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ – комплекс заходів, що знижують вплив випромінювання на живий організм.

Оскільки будь-яке іонізуюче випромінювання має велику небезпеку, в законодавчому порядку використовуються широкі запобіжні засоби. Передусім, встановлені максимально допустимі еквівалентні дози.

Максимальна еквівалентна доза D_e становить 5 бер за рік для персоналу, який працює із джерелами іонізуючого випромінювання. Це значення допустиме лише у тому випадку, якщо дотримуються такі граничні значення: 3 бер за 13 тижнів при сумарній дозі 5 бер за рік для людей старших 18 років.

Ці величини встановлені для осіб, які зазнають опромінення внаслідок своєї професії, і для яких здійснюється персональний дозиметричний контроль. Для осіб, що працюють з іонізуючим випромінюванням час від часу, допустима доза становить 1/10 зазначених величини.

Всі ці значення стосуються опромінення тіла взагалі.

ЗАХИСТ ЧАСОМ – зменшення впливу шкідливих факторів виробничого середовища і трудового процесу на працюючих за рахунок обмеження часу їхньої дії.

ЗБРОЯ ЕКОЛОГІЧНА – фізичний, хімічний, біологічний вплив на екологічні системи або їх елементи з метою їх знищення. Відповідно руйнування екосистем або їх частин призводить до загибелі людей або серйозного порушення їх здоров'я. Сьогодні екологічна зброя може включати в себе: хімічну (іприт, діоксид тощо), біологічну (сибірська виразка, чума і нові види бактерій, які утворилися за допомогою генної інженерії), ядерну, радіологічну (руйнування могильників з ядерними відходами атомних електростанцій, розпилювання радіоактивних

речовин над територією супротивника) та інші види зброї. До нового напрямку екологічної зброї можна віднести перенесення на територію передбачуваного супротивника екологічно небезпечних виробництв (наприклад, заводів з переробки ядерного палива, укладання контрактів на захоронення на його території високотоксичних відходів тощо). Помилкою військових спеціалістів у багатьох країнах є нерозуміння того, що екологічні наслідки застосування сучасної зброї можуть призвести до загибелі усієї цивілізації. Нині для держав планети розумне співробітництво і розв'язання загальних екологічних проблем значно важливіше за конкуренцію і гонку озброєння.

ЗЕМЛЕТРУС – підземні поштовхи і коливання земної поверхні, які спричинені, головним чином, тектонічними процесами, пов'язаними зі звільненням енергії земних надр. Інтенсивність землетрусів оцінюють за кількістю балів (табл. 7).

Основними причинами нещасних випадків при землетрусі є:

– падіння цеглин, димарів, карнизів, балконів, ліпних прикрас,

Таблиця 7

Класифікація землетрусів

Бал	Найменування землетрусу	Ознаки
1	непомітне	фіксується тільки сейсмічними приладами
2	дуже слабе	відчувається людьми, які знаходяться у стані повного спокою
3	слабе	відчувається лише частиною населення
4	помірне	легке деренчання і коливання предметів, посуду, стекол, скрип дверей
5	досить сильне	струс будинків, коливання меблів, тріщини в стеклах і штукатурці
6	сильне	відчувається усіма. Падають зі стін картини, відколюються шматки штукатурки, тріскаються стіни, легке ушкодження будинків
7	дуже сильне	тріщини у стінах кам'яних будинків
8	руйнівне	дома частково обрушуються, пам'ятники зсовуються з місця
9	спустошливе	сильне ушкодження і руйнування кам'яних будинків
10	нищівне	руйнування кам'яних будівель; скривлення залізничних рейок; зсуви, обвали, тріщини в землі
11	катастрофа	кам'яні будинки зовсім руйнуються; зсуви, обвали, широкі тріщини в землі
12	сильна катастрофа	жодна споруда не витримує; величезні тріщини в землі; численні зсуви й обвали; виникнення водоспадів, зміна течії рік

облицювальних плит, рам, освітлювальних установок, обвалення окремих частин будинку;

- падіння (особливо з верхніх поверхів) битих стекол;
- зависання і падіння на проїзну частину вулиці розірваних електропроводів;
- падіння важких предметів у квартирі;
- пожежі, спричинені витіканням газу з ушкоджених труб і зами-
канням електроліній;
- неконтрольовані дії людей внаслідок паніки.

При всьому розмаїтті причин травм і загибелі людей їхню кількість можна значно зменшити, якщо заздалегідь спокійно підготуватися до землетрусу, продумати порядок дій і виконати ряд рекомендацій.

Не треба лякатися кожного землетрусу, відносно слабкі землетруси (до 5 балів) не заподіюють збитку. Якщо ж почався такий землетрус, при якому сила коливань відразу або поступово досягла 5–6 балів (варто запам'ятати його опис), то це небезпечна ознака. В одній третині випадків коливання стають ще сильніше, досягаючи 7 балів і більше.

Якщо починається 8–9-бальний землетрус, то з моменту виникнення 5–6-бальних поштовхів до того часу, коли почнуть найдужчі коливання і виникне небезпека руйнування будинку, мине, швидше за все, 15–20 с. Найбільш сильні коливання тривають, як правило, кілька десятків секунд, розхитуючи будинки. Потім коливання почнуть спадати протягом приблизно 30 с або більше.

З огляду на міцність будинку і своє місцезнаходження в даний момент, а також названу величину запасу часу (15–20 с), можна вибрати розумний спосіб поведінки і під час сильного землетрусу або зайняти відносно безпечне місце усередині будинку, або спробувати швидко залишити його.

Продуманий заздалегідь порядок поведінки населення під час землетрусу в звичайних умовах (вдома, на роботі, на вулиці, у кіно, театрі тощо) буде сприяти результативним і спокійним діям. Але треба також бути готовим швидко змінити його, враховуючи конкретні обставини.

В інтересах відпрацьовування ефективних і грамотних дій на випадок виникнення землетрусу, для зменшення числа травм і людських жертв

жителі сейсмонебезпечних районів повинні завчасно вжити таких заходів:

- намітити заздалегідь план дій у надзвичайній обстановці і домовитися про місце збору родини після землетрусу, скласти список номерів телефонів, щоб можна було в разі потреби викликати протипожежну, медичну допомогу, міліцію або цивільну оборону;

- регулярно перевіряти стан електропроводки, водопровідних і газових труб, усі дорослі члени родини (мешканці будинку) повинні бути навчені вимкненню електрики, газу і води в квартирі, під'їзді, будинку, а також наданню першої медичної допомоги, насамперед при травмах;

- заздалегідь підготувати найнеобхідніші речі (радіоприймач на батарейках; запас консервованих продуктів і питної води з розрахунку на 3–5 діб; аптечку першої медичної допомоги з подвійним запасом перев'язних матеріалів і набором ліків, необхідних хронічно хворим членам родини; переносний електричний ліхтар; відро з піском, вогнегасник автомобільний (варто заздалегідь навчитися їм користуватися) і зберігати їх у місці, відомому всім членам родини;

- документи зберігати в одному легкодоступному місці, бажано недалеко від входу в квартиру. Там же доцільно мати рюкзак, у якому повинні бути ліхтар, сокирка (сікач), сірники, трохи їжі, аптечка, свічки, запасний одяг і взуття (по сезону) у розрахунку на всю родину; за наявності гаража або садового будиночка їх можна використовувати як притулок в перші дні після сильного землетрусу. Там можна зберігати запас їжі та одягу. При цьому менш надійними вважаються будівлі, розташовані на зсувних схилах;

- шафи, етажерки, стелажі, полки міцно прикріпити до стін, до підлоги; меблі розмістити так, щоб вони не могли впасти на спальні місця, перекрити виходи з кімнат, загородити двері; важкі речі, що лежать на полках або на меблях (включаючи антресолі), міцно закріпити або перемістити вниз;

- не влаштовувати полиці над спальними місцями, вхідними дверми, плитами, раковинами, унітазами; закрити передню частину полиць з посудом, надійно закріпити люстри і люмінесцентні світильники;

- не захаращувати речами вхід у квартиру, коридори і сходові площадки;

- ємності з легкозаймистими речовинами та їдкими рідинами

зберігати надійно закупореними і розмістити так, щоб вони не могли упасти і розбитися при коливанні будинку;

- періодично проводити тренування (репетиції), подумати, як підвищити безпеку дітей, людей похилого віку, інвалідів і хворих;

- заздалегідь визначити найбезпечніші місця (у квартирі, на роботі, поблизу робочого місця), де можна перечекати поштовхи: прорізи капітальних внутрішніх стін, кути, утворені внутрішніми капітальними стінами, місця біля колон і під балками каркаса. Усі члени родини повинні не розташовувати спальні місця біля великих віконних прорізів, скляних перегородок.

Укриттям від падаючих предметів і уламків можуть служити місця під міцними столами і ліжками, необхідно навчити дітей ховатися туди при сильних поштовхах під час відсутності дорослих.

Якщо при сильному землетрусі приймається рішення про залишення будинку, то необхідно заздалегідь намітити шлях руху з урахуванням 15–20 с до початку найбільших коливань і поштовхів. Варто мати на увазі, що землетрус може статися вночі, що двері і проходи стануть місцями скупчення людей, і це може перешкодити швидкому виходу з будинку. Евакуація з будинку може здійснюватися також через віконні отвори першого поверху. На підприємствах, в установах і навчальних закладах повинні бути розроблені і завчасно вжиті заходи для зниження небезпеки при землетрусі нарівні з заходами з протипожежного захисту і цивільної оборони. Для них порядок і висока відповідальність в усьому є найкращими показниками рівня готовності робітників та службовців до виконання захисних дій у випадку виникнення землетрусу. Будь-яка недбалість, неакуратність, усякі недоробки можуть обернутися великим нещастям під час землетрусу, особливо це стосується якості будівельно-монтажних робіт.

У кожній установі, розташованій у сейсмонебезпечних районах, має бути чіткий план екстрених заходів на випадок землетрусу з відзначенням у ньому відповідальних осіб і переліку обов'язків.

У будинках, приміщеннях підприємств і установ необхідно звільнити коридори, проходи, сходові клітки і внутрішні двері. Важкі шафи і стелажі варто надійно прикріпити до стін. Не можна розміщати важкі предмети на верхніх полках. Кожен співробітник повинний знати розташування електрорубильників, пожежних і газових кранів.

Під час сильного землетрусу може скластися непередбачена для населення обстановка. Від його навченості захисним діям і поведінки залежить кількість можливих травм і людських жертв. У таких умовах необхідно зберігати витримку і намагатися заспокоїти інших.

Одна з головних умов захисту від землетрусу – не піддаватися паніці. Якщо можна встигнути швидко залишити будинок (краще протягом перших 15–20 с), то це необхідно зробити. Вибігши з будинку, варто відразу відійти від нього на відкрите місце, подалі від електроприладів, карнизів, стекол.

Якщо обстановка не дозволяє залишити будинок, то треба, залишаючись у ньому, укритися в заздалегідь обраному, відносно безпечному місці. У багатоповерховому будинку можна відкрити двері на сходи і стати в отворі. Не слід боятися, якщо двері заклинять, – так буває з причин перекошування будинку.

При виникненні небезпеки падіння шматків штукатурки, світильників, стекол, потрібно ховатися під стіл. Школярам можна залізти під парту, відвернутися від вікон і закрити обличчя і голову руками.

У будь-якому будинку необхідно стояти подалі від вікон, ближче до внутрішніх капітальних стін. Варто побоюватися скляних перегородок.

Із початком землетрусу необхідно погасити вогонь. Не можна запалювати сірники, свічки і користуватися запальничкою під час або відразу після підземних поштовхів.

Не можна створювати тисняву і «затори» у дверях і вистрибувати з вікон вище першого поверху, а також стрибати через засклені вікна. За явної необхідності скло можна вибити табуретом, у крайньому випадку, – спиною.

При виході з будинку потрібно користуватися не ліфтом, а сходами. У будь-якій обстановці треба діяти впевнено, не припускати зайвої поспішності. Перебуваючи на момент початку землетрусу в автомобілі, треба залишатися в машині і зупинитися в такому місці, щоб не створювати перешкод транспорту.

Після землетрусу необхідно:

– переконатися у відсутності поранень, оглянути навколишніх людей і, якщо потрібно, надати їм допомогу. Важкопоранених не слід рухати з місця, якщо їм не загрожує крайня небезпека (пожежа, обвалення та ін.);

– звільнити людей, які потрапили у завали, що легко розбираються. При цьому треба бути обережним. Якщо їм потрібна додаткова медична та інша спеціальна допомога, дочекатися її;

– забезпечити безпеку дітей, хворих, старих, заспокоїти їх;

– телефоном користуватися тільки за крайньої необхідності, тому що телефонна мережа буде перевантажена;

– перевірити водопровід, газ, електрику. При ушкодженні електро-лінії, варто вимкнути її. Витік газу визначається тільки за запахом. Якщо він виявлений, треба відкрити всі вікна і двері, негайно залишити приміщення і повідомити про те, що трапилося, відповідним службам. При ушкодженні водогінних мереж – усунути несправність або відключити водопостачання.

Вода може бути заражена. Її можна використовувати тільки після кип'ятіння або користуватися тією водою, що знаходилася у закритому вигляді.

Перш ніж користуватися каналізацією, треба переконатися в її справності у межах будинку, підвалу.

Не можна користуватися відкритим вогнем. За наявності вогнищ загоряння їх необхідно погасити. Якщо це не вдається, треба негайно зв'язатися з протипожежною службою.

Спускаючись сходами, варто перевіряти їх міцність. До димоходів треба підходити з обережністю.

Не можна підходити до явно ушкоджених будинків і входити до них. Треба бути готовим до повторних сильних поштовхів. Такі поштовхи можуть трапитися через кілька діб, тижнів і навіть місяців. Заздалегідь неможливо сказати, коли повністю минає небезпека повторних поштовхів. Усе-таки відомо, що з часом, після сильного землетрусу, погроза повторних поштовхів поступово зменшується. Найнебезпечніші перші кілька годин після землетрусу. У зв'язку з цим, принаймні, у перші дві-три години не можна входити в будинки без крайньої нужди. У рідких випадках повторні землетруси бувають сильнішими, ніж перші. Якщо виникає необхідність увійти в будинок, треба намагатися обійтися мінімальним числом людей і знаходитися всередині будинку якнайменше часу. При цьому треба бути обережним при відкриванні шаф, тому що предмети, які знаходяться в ньому, можуть випасти крізь відкриті дверцята. На ноги краще надягти закрите міцне взуття, щоб уберегтися

від ушкодження колючими предметами та предметами, якими можна поранитися.

Після землетрусу не слід входити в будинки до підтвердження їхньої конструктивної цілісності.

Часто після землетрусу відбуваються нові підземні поштовхи, які можуть призвести до обвалення ослаблених першим поштовхом будинків, навіть якщо ніяких видимих ушкоджень немає.

Якщо епіцентр землетрусу знаходиться у морі, краще залишити прибережну смугу.

У жодному разі не можна вигадувати і передавати будь-які відомості, прогнози, здогадки, слухи про можливі наступні поштовхи. Варто мати на увазі, що поки неможливо надійно пророчити час майбутнього землетрусу. Це повною мірою стосується і повторних поштовхів. Припустимо користуватися тільки офіційними повідомленнями з цього приводу.

В усіх випадках необхідно діяти відповідно до правил і рекомендацій цивільної оборони і згідно з планом аварійних заходів. Для одержання інформації варто увімкнути радіостанцію (радіоприймач), а потім розпочати виконання вказівок місцевої влади і штабу з ліквідації наслідків стихійного лиха. В усіх ситуаціях треба прагнути бути зразком мужньої і спокійної поведінки.

Якщо землетрус стався під час перебування людини в автомобілі, їй треба знизити швидкість і акуратно продовжувати рух, уникаючи мостів і з'їздів із шосе. Необхідно виїхати на відкритий простір на безпечну відстань від будинків, дерев, мостів, естакад і ліній електропередач. Доцільно залишатися в автомобілі до закінчення підземних поштовхів.

Якщо людина опинилась під уламками, треба діяти так:

- не запалювати сірники або запальнички;
- не рухатися і не піднімати пил. Потрібно за можливості обмежити свої рухи, щоб заощадити сили і кисень, а також щоб не спричинити обвалення нестійких уламків зруйнованого будинку;
- закрити рот хусткою або одягом;
- потрібно намагатися стукати по трубах або стінах, використати свисток, якщо він є, для привернення уваги рятувальників. Кричати можна тільки у крайньому випадку, щоб не вдихати пил у легені.

ЗЕМЛІ РЕКУЛЬТИВОВАНІ – раніше хімічно забруднені землі, відновлені для народногосподарського користування після рекультивації.

ЗЕМНА РАДІАЦІЯ – радіоактивне випромінювання, джерелом якого є розпад радіоактивних елементів у земній корі.

Основні радіоактивні ізотопи, що зустрічаються в гірських породах Землі, – це калій-40, рубідій-87 і представники двох радіоактивних рядів, що беруть початок відповідно від урану-238 і торію-232 – довгоживучих ізотопів, які входять до складу Землі.

Рівні земної радіації неоднакові і залежать від концентрації радіонуклідів у тій чи іншій частині земної кори. У місцях мешкання основної маси населення вони приблизно одного рівня. Так, згідно з дослідженнями, проведеними у Франції, Німеччині, Італії, Японії та США, приблизно 95% населення цих країн проживає в місцях, де потужність дози опромінення в середньому становить від 0,0003 до 0,0006 зиверта за рік. Але деякі групи населення отримують значно більші дози опромінення: близько 3% отримує в середньому 1 мілізіверт за рік, а близько 1,5% – понад 1,4 мілізіверта за рік. Є, однак, такі місця, де рівні земної радіації набагато вищі. Рівень радіації залежить від випробувань ядерної зброї, роботи ядерних енергетичних установок та інших особливостей діяльності людини. Але в Ірані, наприклад, у районі містечка Рамсер, де б'ють джерела, багаті радієм, були зареєстровані рівні радіації до 400 мілізівертів за рік. Відомі й інші місця на земній кулі з високим рівнем радіації, наприклад, у Бразилії, Індії, Франції, Нігерії, на Мадагаскарі.

За підрахунками вчених, середня ефективна еквівалентна доза зовнішнього опромінення, яку людина отримує за рік від земних джерел природної радіації, становить приблизно 350 мікрозивертів (0,00035 Зв або 0,035 бер), тобто трохи більше середньої індивідуальної дози опромінення через радіаційний фон, що створюється космічними променями на рівні моря.

ЗИВЕРТ – одиниця еквівалентної дози. Це поглинута доза, помножена на коефіцієнт, який урахує неоднакову радіаційну небезпеку для організму різних видів іонізуючого випромінювання. Один зиверт відповідає поглинаючій дозі у 1 Дж/кг (для рентгенівського або гамма-і бета-випромінювання).

ЗИМА ЯДЕРНА – прогнозоване різке, тривале глобальне похолодання, яке може виникнути у випадку війни із застосуванням ядерної зброї. Пов’язана із викидами в атмосферу значної кількості пилу, сажі, інших забруднюючих речовин – продуктів ядерних вибухів і пожеж. Цей прогноз заснований на теоретичних моделях, які враховують кількість диму та пилу, що можуть бути викинуті в атмосферу і ускладнять проникнення до землі сонячного випромінювання.

ЗНЕБАРВЛЕННЯ ВОДИ – освітлення води шляхом обробки її окислювачами (озоном, хлором тощо), які руйнують органічні речовини.

ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ВОДИ – заходи із знищення у питній воді хвороботворних мікроорганізмів. Для знезараження застосовують хлорування, озонування води та інші способи.

ЗНИЩЕННЯ АКТИВНОГО НАЧАЛА У ВІДХОДАХ – одна із форм знешкодження відходів, за якої застосовуються зв’язування або руйнування найшкідливіших сполук, що входять до складу відходів.

ЗОВНІШНЄ ОПРОМІНЕННЯ – опромінення людини від зовнішнього джерела іонізуючого випромінювання. За даними Міжнародного комітету експертів у галузі медицини та охорони здоров’я, ризик захворювання на лейкемію зростає для осіб, які зазнали зовнішнього впливу іонізуючого гамма-нейтронного випромінювання при поглинутій дозі не менше 1 Гр; для нейтронного випромінювання 0,4 Гр.

У населення Хіросіми і Нагасакі, яке перебувало під впливом іонізуючого випромінювання у дозі 1 Гр (100 рад), частота виявлення лейкемії у 20 разів перевищила середній рівень по Японії. Серед опромінених дозою 0,15 Гр (15 рад) частота захворювань на лейкемію була втричі вище середньої.

Лейкози, злоякісні пухлини, ураження шкіри, катаракти відносять до віддалених соматичних наслідків дії малих доз іонізуючого випромінювання. Верхньою межею так званої «малої дози», як бачимо, слід вважати граничну дозу 0,5 Гр (50 рад). Генетичні порушення виявляються у вигляді ушкодження структури хромосом і являють небезпеку, зазвичай, лише для нащадків. Більшість генетиків вважає, що поглинута доза у 10–13 рад призведе до подвоєння мутацій для середнього організму.

При проходженні через речовину іонізуюче випромінювання сприяє відриву електронів від атомів і молекул. Через втрати електрона або

його захоплення виникають вільні радикали. Реакція вільних радикалів з молекулами клітин є причиною побічної дії іонізуючого випромінювання. Аналіз наслідків аварії на ЧАЕС підтвердив, що безпечний рівень опромінення для людини не повинен бути 0,5 рад за рік.

ЗОНА ЕКСТРЕНИХ ЗАХОДІВ ЗАХИСТУ НАСЕЛЕННЯ – територія, у межах якої доза зовнішнього гамма-опромінення населення за час формування радіоактивного сліду викиду при загальній радіаційній аварії на атомній електростанції може перевищити 75 рад, а доза внутрішнього опромінення щитовидної залози за рахунок надходження в організм людини радіоактивного йоду може перевищувати 250 рад.

ЗОНА МОЖЛИВОГО НЕБЕЗПЕЧНОГО РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ – територія, у межах якої на випадок загальної радіаційної аварії прогнозуються дозові навантаження, що перевищують 10 бер за рік.

ЗОНА ОБМЕЖЕНЬ – територія, у межах якої доза зовнішнього гамма-опромінення населення при загальній радіаційній аварії на АЕС може перевищити 10 рад, а доза внутрішнього опромінення щитовидної залози за рахунок надходження в організм людини радіоактивного йоду може перевищити 30 рад.

ЗОНА ПРОФІЛАКТИЧНИХ ЗАХОДІВ – територія, у межах якої доза зовнішнього гамма-опромінення населення за час формування радіоактивного сліду викиду при загальній радіаційній аварії на АС може перевищити 25 рад (але не більше 75), а доза внутрішнього опромінення щитовидної залози за рахунок надходження в організм людини радіоактивного йоду може перевищити 30 рад (але не більше 250 рад).

ЗОНА РАДІАЦІЙНОЇ АВАРІЇ – територія, на якій можуть бути перевищені межі дози і межі річного надходження, встановлені Нормами радіаційної безпеки України (НРБУ).

Після стабілізації радіоактивних обставин в районі аварії, у період ліквідації її довготривалих наслідків, можуть встановлюватися зони:

- *відчуження* із забрудненням за гамма-випромінюванням – понад 20 мР/рік, за цезієм – понад 40 Кі/км², за стронцієм – понад 10 Кі/км²;
- *тимчасового відселення* із забрудненням за гамма-випромінюванням – 5–20 мР/рік, за цезієм – 15–40 Кі/км², за стронцієм – 3–10 Кі/км²;

– жорсткого контролю із забрудненням за гамма-випромінюванням – 3–5 мР/рік, за цезієм – до 15 Кі/км², за стронцієм – до 3 Кі/км².

ЗОНА РАДІОАКТИВНОГО ЗАРАЖЕННЯ – територія, на яку випали радіоактивні речовини внаслідок аварії на АЕС або ядерного вибуху.

Особливістю таких територій є наявність радіоактивного пилу. У зв'язку із цим необхідно насамперед запобігти потраплянню такого пилу всередину організму людини, захистити органи дихання респіратором або пов'язкою, закрити волосся, шкіру, використати захисні окуляри для захисту очей, не користуватися кремами, косметикою, мазями, які сприяють прилипанню радіоактивних частинок до шкіри. Необхідно коротко постригти нігті, частіше приймати душ, промивати порожнину носа теплою водою, провести вологе прибирання приміщень, захищати їх від потрапляння пилу.

Радіоактивний пил після потрапляння на будівлі та конструкції інженерних споруд з бітуму, цементобетону, асфальтобетону міцно закріплюється на їх пористій поверхні і надто важко знищується: він є джерелом зовнішнього опромінення.

Сільськогосподарські роботи, пов'язані з оранням і розпушуванням ґрунту, підіймають радіоактивний пил. Тому такі роботи повинні здійснюватися, коли ґрунт вологий, тобто після дощу, ранньою весною тощо.

Для зниження кількості радіонуклідів, що перейшли в рослини, у ґрунт рекомендують додавати чисту глину, яка затримує радіонукліди. Дослідження у період Чорнобильської аварії показали, що велика кількість радіонуклідів переходить у рослини, якщо ґрунт піщаний або супіщаний. Глинисті ґрунти затримують радіонукліди сильніше.

Для широкого класу радіонуклідів характерна прямо пропорційна залежність між концентрацією їх в ґрунті та концентрацією у рослині. Розміри переходу радіонуклідів з ґрунту в рослину часто визначають величиною коефіцієнта накопичення (K_H), який являє собою відношення вмісту радіонукліда в одиниці рослинної маси C_p до вмісту радіонукліда в одиниці маси ґрунту C_T

$$K_H = C_p / C_T. \quad (4)$$

Наприклад, при надходженні в ґрунт стронцію-90, коефіцієнт його накопичення в посівах зернових культур склав, залежно від типу ґрунту, від 10 до 30 одиниць.

Дослідження кількості радіонуклідів, що переходять до складу зернових культур, показали, що озимі зернові культури (пшениця, жито) накопичують його менше, ніж ярові культури (овес, ячмінь, ярова пшениця).

Для рослин і дерев характерне накопичення радіоактивних ізотопів у кореневій системі, стовбурі або плодах залежно від типу радіонукліда. Рослина, як фільтр, затримує багато радіоактивних сполук.

Природні луки і пасовища сприяють більшому накопиченню в рослинах радіонуклідів, ніж зорані та засіяні поля. Це пояснюється концентрацією радіонуклідів у верхньому шарі ґрунту луків. При оранні більша частина радіоактивних речовин затримується у ґрунті.

Зниженню кількості радіоактивних сполук при отриманні м'яса корів, кіз, свиней, птахів тощо сприяє їх переведення на чисті корми на час, що залежить від періоду виведення конкретного радіонукліда з їх організму. Потрібно зазначити, що вовна тварин, особливо овець, накопичує радіоактивний пил і не очищується від нього. Радіонукліди, залежно від хімічного складу, накопичуються у відповідних внутрішніх органах тварин.

Радіоактивний пил затримується лісами, садами, лісозахисними смугами, тому в зоні радіоактивного зараження гриби, ягоди, листя, птахи і тварини будуть накопичувати в собі радіонукліди. Заходити та полювати у таких лісонасадженнях не рекомендується. Риба також концентрує у собі радіоактивні речовини, тому риболовля у цих місцях забороняється.

Харчування населення у цей період повинно містити різноманітні вітаміни і поживні речовини, необхідні для швидкої заміни пошкоджених випромінюванням клітин організму.

При виборі продуктів харчування, якщо відомий хімічний склад радіоактивних ізотопів, що потрапили в довкілля, бажано вводити до раціону продукти, які містять їх нерадіоактивні аналоги. Вони, створюючи надлишок в організмі нерадіоактивного елемента (наприклад, кальцію), сприяють більш швидкому виведенню з організму радіоак-

тивного ізоотопу (наприклад, стронцію). Так, конкурентом радіоактивного стронцію-90 є кальцій, цезію-137 – калій та ін.

За умов впливу підвищеного радіаційного фону на людину до раціону потрібно включати продукти і напої, які сприяють зниженню кисню в тканинах організму і нейтралізації «активних радикалів», що утворюються в клітинах.

Забезпечення чистої води є найважливішим завданням у період роботи на зараженій території. Додатковими способами очищення звичайної питної води може бути дистиляція (очищення від радіоактивних домішок випаровуванням), заморожування, фільтрація тощо. При виборі способу очищення враховують хімічний склад радіоактивних домішок. Наприклад, якщо радіоактивний ізоотоп (стронцій-90) близький за хімічними властивостями до кальцію, то способи очищення води від солей кальцію забезпечать і очищення від солей стронцію-90. У період роботи в зоні не бажано обмежувати потребу людей у чистій питній воді. Не треба використовувати солоні продукти, які затримують воду в організмі.

Ряд вітамінів *A, B, C, E* сприяють підвищенню стійкості організму до зовнішнього опромінення.

Вітамін *A* містять яєчний жовток, сир, морква тощо.

Вітамін *B* – хліб з висівками, дріжджове тісто тощо.

Вітамін *C* – смородина, морква, обліпіха, шипшина тощо.

Вітамін *E* – олії (соняшникова, кукурудзяна та ін.).

Широкий спектр вітамінів містять пшеничні висівки.

Для виведення радіонуклідів, що потрапили всередину організму, рекомендуються препарати, що посилюють роботу кишечника. Наприклад, кефір, кисле молоко, відвар пшеничних висівків, буряковий сік, тала вода. Виведенню радіонуклідів сприяє також зелений чай, чорноплідна горобина, гранат, ізюм, чорна смородина.

ІЗОБАРИ (ІЗОБАРНІ НУКЛІДИ) – ядра **I. Н.**, що містять різне число протонів, але однакову загальну кількість частинок (протонів і нейтронів) (табл. 8).

Таблиця 8

Ізобари

Атом	Число протонів	Число нейтронів	Число електронів	Елемент
$^{210}_{81}\text{Tl}$	81	129	81	Талій
$^{210}_{82}\text{Pb}$	82	128	82	Свинець
$^{210}_{83}\text{Bi}$	83	127	83	Вісмут
$^{210}_{84}\text{Po}$	84	126	84	Полоній

ІЗОТОПИ (ІЗОТОПНІ НУКЛІДИ) – атомні ядра одного і того ж елемента, що містять різне число нейтронів. Ізотопи даного елемента відрізняються один від одного тільки числом нейтронів. Отже, ізотопи мають:

- однаковий атомний номер Z (однакове число протонів);
- різні масові числа A (різне число нуклонів).

Більшість хімічних елементів являє собою суміш різних ізотопів (табл. 9), (дод. 4).

Таблиця 9

Ізотопи урану

Атом	Число протонів	Число нейтронів	Число електронів	Поширеність
$^{234}_{92}\text{U}$	92	142	92	0,0057 %
$^{235}_{92}\text{U}$	92	143	92	0,72 %
$^{238}_{92}\text{U}$	92	146	92	99,27 %

ІММОБІЛІЗАЦІЯ – тимчасове присипляння тварин за допомогою хімічних речовин для полегшення транспортування або надання їм ветеринарної допомоги.

ІМУНІТЕТ – набута або спадкоємна несприйнятливість організму до певних збудників захворювань або отрут (клітин, речовин), що мають генетично чужорідну інформацію.

ІМУННА ВІДПОВІДЬ – процес у живому організмі, який починається після введення чужорідної речовини (антигену), відбувається за участю спеціальних (іmunних) клітин і закінчується формуванням реакції, специфічної для цього антигену. Основні клітини імунної відповіді: нейтрофіли, лімфоцити і макрофаги.

ІНВЕРСІЯ МАГНІТНОГО ПОЛЯ – зміни напрямку магнітного поля Землі на зворотне при одному і тому самому напрямку геомагнітної осі, що виникають у геологічній історії через проміжки часу від 500 тис. до 50 млн років. Епохи прямого і зворотного напрямку магнітного моменту названі іменами відомих магнітологів: Брюнес (0,7 млн років тому) – теперішній час; Матуяма – 2,4–0,7 млн років тому; Гаусс – 3,33–2,4 млн років тому.

ІНГІБІТОР – речовина, яка сповільнює або припиняє протікання хімічних і біологічних реакцій.

ІНДИКАТОР – прилад (пристрій, елемент, речовина), який показує хід процесів або склад об'єктів у формі, зручній для сприйняття людиною.

ІНДИКАТОР ЗАБРУДНЕННЯ – індикатор, який сигналізує про наявність, кумуляцію, зміну кількості або якісного складу забруднювачів у навколишньому середовищі.

ІНКОРПОРОВАНИЙ РАДІОНУКЛІД – радіонуклід, що надійшов до організму.

ІНТОКСИКАЦІЯ – отруєння організму отруйними речовинами (токсинами).

ІНФРАЗВУК – звукові хвилі з частотами нижче можливого сприйняття людиною – менше 20 Гц.

ІОНІЗАЦІЙНА ПОСТІЙНА дорівнює потужності дози, яка створюється джерелом γ -випромінювання активністю 1 Бк на відстані 1 м.

Для обчислення поглиненої дози γ -випромінювання використовують іонізаційну постійну K (названу також γ -постійною). Якщо:

D – потужність дози (Вт/кг);

K – іонізаційна постійна джерела γ -випромінювання $\left(\frac{\text{Дж} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}} \right)$;

A – активність джерела γ -випромінювання ($\text{Бк} = 1/\text{с}$);

r – відстань від (точкового) джерела випромінювання (м),

то
$$D = \frac{KA}{r^2}. \quad (5)$$

ІОНІЗАЦІЯ – утворення іонів і вільних електронів та електрично нейтральних атомів і молекул в результаті впливу на них деяких фізичних чинників (ультрафіолетових променів, іонізуючого випромінювання).

ІОНІЗАЦІЯ АТОМА – відторгнення від атома електрона.

ІОНІЗУЮЧЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ – *див.* випромінювання іонізуюче.

ІОНОСФЕРА – шар атмосфери висотою від 80 до 800 км над поверхнею Землі. Відзначається значною кількістю іонізованих молекул і атомів газів. Приблизна температура газів 1 500 °С.

Й

ЙОД – хімічний елемент VII групи періодичної системи. Належить до галогенів. Існують ізотопи від ^{120}J до ^{139}J . Великого значення набув ^{131}J з періодом напіврозпаду 8 діб, який є бета- і гамма-випромінювачем. Радіоактивні ізотопи йоду набувають великого токсикологічного значення у перші двадцять днів після ядерного вибуху, коли їх вміст серед продуктів поділу урану досягає 2,8%. Радіоактивний йод безперервно утворюється і розпадається у процесі роботи ядерних реакторів АЕС. Він поглинається і засвоюється тваринами і людиною, частково переходить у молоко і при його вживанні накопичується

у щитовидній залозі людини. Добова потреба йоду дорівнює приблизно 150 мкг. Основним споживачем йоду в організмі людини є щитовидна залоза. Накопиченню радіоактивного йоду в щитовидній залозі можна перешкоджати застосуванням так званої «йодної дієти», тобто введенням в раціон людини на певний період спеціальних таблеток або розчинів, які містять нерадіоактивний (стабільний) йод. МКРБ вважає, що маса щитовидної залози рівна 20 г. У залозі накопичується 30% радіонукліда, що потрапляє в кров. Йод, який міститься в їжі, швидко і практично повністю адсорбується зі шлунково-кишкового тракту у кров. Біологічний період напіввиведення радіоактивного йоду з тканин організму дорівнює 12 діб, із щитовидної залози – 120 діб. Для профілактики порушень щитовидної залози, спричинених радіоактивним йодом, застосовуються стабільні препарати йоду. Йодова профілактика населення проводиться після повідомлення (отримання інформації) про радіаційну небезпеку з метою захисту від накопичування радіоактивного йоду в щитовидній залозі. Вона полягає в прийманні (через ротову порожнину) препаратів стабільного йоду: йодистого калію, або 5% водно-спиртового розчину йоду. Йодистий калій слід приймати після їжі разом з чаєм, компотом, киселем або водою один раз на день протягом 7 діб:

- дітям до двох років – по 0,04 г за один прийом;
- дітям старше двох років і дорослим – по 0,125 г за один прийом.

Водно-спиртовий розчин йоду слід приймати після їжі три рази на день протягом 7 діб:

- дітям до двох років – 1–2 краплі 5-процентного розчину йоду в 100 мл молока (консервованого) або поживної суміші;
- дітям старше двох років і дорослим – по 3–5 крапель 5-процентного розчину йоду на стакан молока (консервованого) або води.

Додатково слід наносити на поверхню кисті рук 5-процентний розчин йоду у вигляді сітки один раз на день протягом 7 діб. На жаль, при аварії на ЧАЕС значна частина населення України не мала уявлення про необхідні заходи щодо йодової профілактики. Дію різноманітних радіонуклідів, за розрахунками фахівців, у 1986 р. зазнали близько 75 млн мешканців колишнього СРСР, з них – 8 млн дітей у віці до 7 років. Найбільш значного впливу радіоактивного йоду у 1986 р. зазнало

приблизно 1,5 млн осіб, з них 160 000 дітей у віці до 7 років, які зараз мешкають в Україні, Білорусі та Росії.

У 2011 р. в Японії в районі атомної станції Фукусіма-1 від дії радіоактивного йоду також постраждали мільйони людей.

К

КАЛАМУТНІСТЬ ВОДИ – вміст зважених речовин в одиниці об'єму води, який виражається у міліграмах на літр.

КАНЦЕРОГЕН – речовина або фізичний агент, який здатний до розвитку злоякісних новоутворень або їх виникнення у живих істот.

КАРБОН – хімічний елемент V групи періодичної системи, дуже поширений у природі. Є ізотопи від ^{10}C до ^{15}C . Найнебезпечнішим є радіоактивний ізотоп ^{14}C з періодом піврозпаду 5 730 років, який широко використовується у хімічних і біологічних дослідженнях як індикатор. У зв'язку з випробуванням ядерної зброї і використанням атомних електростанцій рівень ^{14}C в біосфері збільшився. Потрапляючи в організм, ^{14}C бере участь у загальному обміні карбону та спричиняє онкологічні захворювання.

КАТАЛІЗАТОР – речовина, що ініціює або збільшує швидкість хімічної реакції, але сама при цьому не змінюється, не входить до складу кінцевих продуктів.

КАТАРАКТА – помутніння кришталика ока, один з пізніх симптомів променевої хвороби.

КАТЕГОРІЯ «А» ОПРОМІНЕНИХ ОСІБ У НОРМАХ РАДІАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ (НРБ) УКРАЇНИ – особи у складі персоналу атомної станції, які постійно чи тимчасово працюють безпосередньо з джерелами іонізуючого випромінювання.

КАТЕГОРІЯ «Б» ОПРОМІНЕНИХ ОСІБ – особи, які не працюють безпосередньо з джерелами іонізуючого випромінювання, але за умовами мешкання або розміщення робочих місць можуть зазнавати впливу радіоактивних речовин та інших джерел випромінювання.

КАТЕГОРІЯ «В» ОПРОМІНЕНИХ ОСІБ – населення країни, республіки, краю і області, які безпосередньо не контактують із штучними джерелами іонізуючого випромінювання.

КЕРМА – відношення суми первинних кінетичних енергій dW_k всіх заряджених частинок, утворених під впливом побічного іонізуючого випромінювання в елементарному об'ємі речовини, до маси dm речовини у цьому об'ємі: $K = dW_k / dm$. Одиниця вимірювання керми – грей (Гр).

КИСЛОТНІСТЬ ВОДИ – один з параметрів, які визначають якість води, що означає здатність води до взаємодії із сильною основою. У природних водах **К. в.** визначається присутністю в ній кислот (наприклад, вугільної, сірчаної).

КИСЛОТНІСТЬ ҐРУНТУ – концентрація іонів водню у ґрунтовому розчині, один із важливіших агрохімічних показників.

КИСНЕВИЙ ЕФЕКТ – посилення ефекту опромінення при збільшенні вмісту кисню у середовищі. Пов'язаний з утворенням додаткових хімічних продуктів з окислювальними властивостями.

КІСТКОВИЙ МОЗОК – сукупність клітин у середині кісток, здатних до численного ділення і диференціювання, внаслідок яких утворюються нові клітини крові.

КЛАС НЕБЕЗПЕКИ РЕЧОВИНИ за ДСТ 12.1.007-76 «Класифікація і загальні вимоги безпеки» – умовний розподіл речовин, залежно від їхньої небезпеки для людини. Речовини надзвичайно небезпечні – I клас, речовини високонебезпечні – II клас, речовини помірно небезпечні – III клас, речовини малонебезпечні – IV клас. Клас небезпеки шкідливих речовин установлюють залежно від норм і показників, зазначених у табл. 10.

Приналежність шкідливої речовини до класу небезпеки визначають за показником, значення якого відповідає найбільш високому класу небезпеки.

КОЕФІЦІЄНТ СТОКУ – відношення величини поверхневого стоку, виражене в одиниці об'єму води, до кількості опадів, які випали на таку саму площу за такий самий час.

КОМПОСТУВАННЯ – екзотермічний процес біологічного окислювання, у процесі якого органічний субстрат (найчастіше різні

Клас небезпеки речовини

Найменування показника	Норма для класу небезпеки			
	I	II	III	IV
ГДК шкідливих речовин у повітрі робочої зони, мг/м ³	< 0,1	0,1–1,0	1,1–10,0	> 10,0
Середня смертельна доза (LD_{50}) при попаданні у шлунок, мг/кг	< 15	15–150	151–5 000	> 5 000
Середня смертельна доза при попаданні на шкіру, мг/кг	< 100	100–500	501–2500	> 2 500
Середня смертельна концентрація у повітрі, мг/м ³	< 500	500–5 000	5 001–50 000	> 50 000
Коефіцієнт можливості інгалаційного отруєння (КМІО)	> 300	300–30	29–3	< 3
Зона гострої дії	< 6,0	6,0–18,0	18,1–54,0	> 54,0
Зона хронічної дії	> 10,0	10,0–5,0	4,9–2,5	< 2,5

відходи) піддається аеробній переробці змішаною популяцією мікроорганізмів в умовах підвищеної температури і вологості. Продукт **К.** – компост.

КОНЦЕНТРАЦІЯ ГРАНИЧНО ДОПУСТИМА – норматив кількості шкідливої речовини у навколишньому середовищі, яка при постійному контакті або дії за певний проміжок часу практично не впливає на здоров'я людини і яка не спричиняє несприятливих наслідків у її потомства.

КОРОЗІЯ – руйнування фізичних об'єктів під дією хімічних агентів або фізико-хімічних факторів.

КОСМІЧНІ ПРОМЕНІ – електромагнітні хвилі, які йдуть до поверхні Землі з космосу. Радіаційний фон, що створюється космічними променями, дає трохи менше половини зовнішнього опромінення, що отримується населенням від природних джерел радіації. Космічні промені, в основному, приходять до нас з глибин всесвіту, але деяка їх частина народжується на Сонці під час сонячних спалахів. **К. п.** можуть досягати поверхні Землі або взаємодіяти з її атмосферою, спричиняючи повторне випромінювання і утворюючи різні радіонукліди.

Немає такого місця на Землі, куди б не потрапили космічні промені. Північний і Південний полюси отримують більше радіації, ніж екваторіальні області, через наявність у Землі магнітного поля, що відхиляє заряджені частинки (з яких, в основному, і складаються космічні промені). Відомо, що рівень опромінення зростає з висотою, оскільки при цьому над нами залишається все менше повітря, що відіграє роль захисного екрана. Безпечним для людини лікарі вважають отримання за рік еквівалентної дози 5 мЗв ($5 \cdot 10^{-3} \text{ Зв}$), або 0,5 бер. Люди, які мешкають на рівні моря, отримують через космічні промені ефективну еквівалентну дозу близько 300 мкЗв ($300 \cdot 10^{-6} \text{ Зв}$) за рік; для людей, які мешкають вище 2 000 м над рівнем моря, ця величина в декілька разів більше. Ще більш інтенсивного, хоч і відносно нетривалого опромінення, зазнають екіпажі та пасажирів літаків. При підйомі з висоти 4 000 м (максимальна висота, на якій розташовані людські поселення – села шерпів на схилах Евереста) до 12 000 м (максимальна висота польоту трансконтинентальних авіалайнерів) рівень опромінення за рахунок космічних променів зростає приблизно у 25 разів і продовжує зростати при подальшому збільшенні висоти до 20 000 м (максимальна висота польоту надзвукових реактивних літаків) і вище. При перельоті з Нью-Йорка до Парижа пасажир звичайного турбореактивного літака отримує дозу близько 0,005 бер, а пасажир надзвукового літака – на 20% менше, хоч зазнає більш інтенсивного опромінення. Це пояснюється тим, що у другому випадку переліт займає набагато менше часу. Також необхідно враховувати дозу опромінення при контролі безпеки пасажирів в аеропорту.

КРИТИЧНА ГРУПА ОСІБ – найбільша за кількістю група людей категорії Б, згідно з «Нормами радіаційної безпеки України» однорідна за умовами життя, віком, статтю або іншими чинниками, яка зазнає найбільшого радіаційного впливу в межах установи, його санітарно-захисної зони і зони спостереження.

КУМУЛЯЦІЯ ЗАБРУДНЮВАЧІВ – результат шкідливих наслідків накопичення забруднювачів у живих організмах або навколишньому середовищі.

Л

ЛАЗЕР – прилад для генерування випромінювання видимого, ультрафіолетового та інфрачервоного діапазону.

ЛАЗЕРНА ЗБРОЯ – новий вид зброї, заснований на використанні випромінювання лазера для знищення людей і військової техніки.

ЛАНЦЮГОВА РЕАКЦІЯ – процес, в якому певна реакція спричиняє подальші реакції такого типу. При розподілі урану на кожний нейтрон, що спричинив розподіл, знову утворюються 2 або 3 нейтрони, які можуть спричинити подальший розподіл ядер. Виникає ланцюгова реакція, у якій число нейтронів швидко зростає.

Умови протікання ланцюгової реакції в урані-235:

- не повинні бути присутніми домішки, що поглинають нейтрони;
- кількість речовини, здатної ділитися, має бути достатньою для того, щоб нейтрони, що утворюються, могли стикатися з іншими ядрами, а не покидали об'єм, не зазнавши взаємодії. Мінімальна кількість речовини, яка необхідна для здійснення ланцюгової реакції, називається критичною масою;
- швидкість нейтронів має бути достатньою, щоб спричинити розподіл ядер.

Не всі з двох-трьох нейтронів, що звільняються в кожному акті розподілу, знову стикаються з ядрами урану-235. Кількість нейтронів, що утворилися в одному акті розподілу, які беруть участь у подальших актах розподілу ядер, називають *коефіцієнтом розмноження k* . Слід розрізняти три випадки, коли:

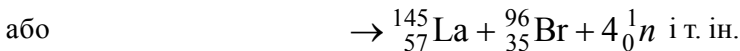
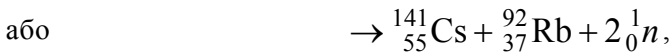
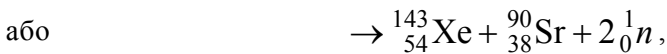
$k = 1$ – число актів розподілу за одиницю часу постійне, реактор працює з постійною потужністю;

$k < 1$ – число актів розподілу за одиницю часу зменшується, ланцюгова реакція затухає;

$k > 1$ – число актів розподілу за одиницю часу зростає, потужність реактора зростає по експоненті; в результаті, якщо своєчасно не зменшити коефіцієнт розмноження, відбувається вибух.

У тих випадках, коли прагнуть отримати вибух (бомби, вибухові роботи), добиваються того, щоб коефіцієнт розмноження k мав можливим найбільше значення.

Природний уран складається, в основному, з урану-238, який захоплює швидкі нейтрони, як правило, не зазнавши розподілу. За рахунок розсіювання на ядрах уповільнювача нейтрони гальмуються до теплових швидкостей, тобто до швидкостей, за порядком величини рівних швидкості газових молекул за нормальної температури. Як уповільнювачі застосовують карбон (графіт), важку воду (D₂O) і воду (H₂O). Повільні (телові) нейтрони викликають розподіл тільки урану-235. Якщо нейтрони у процесі сповільнення захоплюються ураном-238, то відбуваються такі реакції:



...

Унаслідок цього процесу утворюється плутоній-239, який, як і уран-235, може ділитися під дією теплових нейтронів. Таким чином відбувається перетворення урану-238 в матеріал, що ділиться.

Управління ланцюговою реакцією здійснюють, регулюючи поглинання нейтронів. Для цього застосовують спеціальні регулюючі стрижні, що вводяться в активну зону реактора. Стрижні виготовляють частіше за все з бористої сталі або кадмію (вони змінюють коефіцієнт розмноження k).

У кожному акті розподілу ядра урану-235 вивільняється енергія порядку 220 МеВ. При цьому:

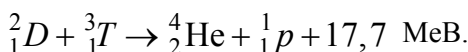
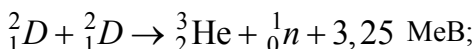
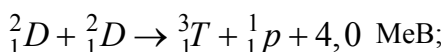
- кінетична енергія продуктів розпаду 168 МеВ;
- кінетична енергія нейтронів, що утворюються, 5 МеВ;
- енергія γ -випромінювання 5 МеВ;
- енергія γ - і β -випромінювання продуктів розпаду 13 МеВ;
- енергія нейтрино 8 МеВ.

При розподілі ядер, що становлять 1 кг ^{235}U , дефект маси досягає 1 г. Це приблизно відповідає енергії:

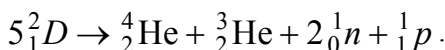
$9 \cdot 10^{13}$ Дж, або 2 500 т кам'яного вугілля,

25·106 кВт·г, або 20 000 т вибухової речовини тринітротолуолу.

При синтезі ядер вивільняється ще більша кількість енергії. У термо-ядерному реакторі майбутнього можуть використовуватися такі реакції:



Вони протікають одночасно, і їх можна звести в одну



При утворенні приблизно 1 г гелію вивільняється енергія порядку 200 МВт·г.

ЛД₅₀ – летальна доза хімічної речовини, що спричиняє при введенні в організм загибель 50% живих організмів.

ЛЕЙКОЗ – загальна назва захворювань людини, що уражають кров, кістковий мозок або інші складові організму.

ЛЕЙКОПЕНІЯ – зниження числа лейкоцитів.

ЛЕЙКОЦИТИ – білі кров'яні тільця. Серед них розрізняють лімфоцити, нейтрофіли та інші види клітин.

ЛІКУВАЛЬНІ РОСЛИНИ – рослини, що використовуються для відновлення порушень в організмі людей. Особливе значення вони мають для лікування людей, на яких діяли токсичні хімічні або радіоактивні сполуки.

У рослинах мінеральні речовини знаходяться у досить високій концентрації (макроелементи) і в незначних кількостях (мікроелементи).

Розглянемо деякі з них.

Солі феруму. Залізо є життєво необхідним для людського організму. Воно входить до складу багатьох окислювальних ферментів, бере

участь у різних хімічних реакціях, які відбуваються в клітинах організму. Найважливішою особливістю феруму є те, що він бере участь у процесах кровотворення, входить до складу гемоглобіну.

Добова потреба людини у ферумі становить 15–20 мг. Така кількість елемента поступає в організм людини із звичайним харчовим раціоном. Однак, якщо людина використовує переважно білий хліб, може виникнути дефіцит феруму і навіть ферумодефіцитна анемія (недокрів'я). Цікаво, що дубильні речовини чаю також знижують засвоєння феруму організмом людини.

Багато солей феруму міститься в яблуках, грушах, персиках, абрикосах, кизилі, чорносливі, зеленій петрушці, айві, хріні, у листі кропиви. Як правило, багаті солями феруму оранжеві, жовті та червоні плоди, ягоди і овочі, що потрібно враховувати, складаючи раціон харчування людини.

Солі калію. Калій – життєво важливий внутрішньоклітинний елемент, від рівня якого залежать показники водно-сольового обміну, активність деяких ферментів, передавання нервових імпульсів, рівень артеріального тиску крові.

Добова потреба людини у калії досить висока і становить 2,5–5 г, що задовольняється переважно за рахунок вживання картоплі. При захворюваннях, що обмежують споживання картоплі, питання про забезпечення солями калію може бути в клінічному плані, й тоді доводиться додавати препарати калію в лікарських сумішах або прописах. Солі калію є у всіх рослинах, але особливо багаті ними капуста, квасоля, редиска, зелень петрушки, абрикоси, персики, смородина, горох, яблука, виноград. В організмі людини важливо підтримувати нормальне співвідношення солей калію і натрію.

Солі кальцію. Кальцій становить нарівні з фосфором основу кісткової тканини, нормалізує обмін води, хлориду натрію, вуглеводів, бере участь у процесах передачі нервово-м'язового збудження.

Потреба щодо кальцію у дорослої людини становить близько 800 мг за добу. Зазвичай всмоктується 10–40 % харчового кальцію. Деякі рослинні речовини містять антагоністи всмоктування кальцію. Це фітінкові кислоти в злакових культурах і щавлева кислота у щавлі та шпинаті. Кальцій у значних кількостях міститься в овочах (салаті,

капусті, зеленій цибулі, петрушці, горосі) і фруктах (абрикосах, кизилі, агрусі).

Солі магнію. Магній входить до складу ряду ферментних систем організму, бере участь у процесах вуглеводного і фосфорного обміну, міститься в кістках і зубах, відноситься до складових елементів роботи нервової системи. Щодобова потреба на магній у дорослої людини становить 400 мг.

Основна частина магнію потрапляє в організм за рахунок хліба і круп'яних виробів. Магній входить до складу всіх рослин, але найбільша концентрація його в злакових культурах. Для нормального засвоєння магнію також потрібне певне співвідношення його з кальцієм – 0,7:1,0.

Солі натрію. Натрій – також життєво важливий внутрішньо- і позаклітинний елемент, що бере участь у водно-сольовому обміні, регуляції кров'яного тиску, нервової та м'язової діяльності, активації травних ферментів.

Потреба людини у натрії невелика і становить близько 1 г на добу. Це може бути задоволено споживанням їжі та без додавання солі. Підвищення споживання натрію сприяє розвитку гіпертонії, перевантажує нирки. 80% натрію організм отримує при використанні продуктів, що готуються з додаванням солі.

Солі фосфору входять до складу білків, жирів, нуклеїнових кислот, кісткової тканини. Фосфорні сполуки (аденозинтрифосфорна кислота і креатинфосфат) є акумуляторами енергії, регулюючим фактором життєзабезпечення організму, активаторами розумової та фізичної діяльності людини.

Потреба у фосфорі дорослої людини становить до 2 г на добу. Багато фосфору людина отримує з тваринними продуктами (рибою, м'ясом, сиром, рослинними продуктами і просто рослинами: горох, вівсяна, перлова, гречана крупи, капуста, морква, буряк, цибуля, зелень петрушки, хрін, абрикоси, персики, ізюм). Чорнослив, шовковиця містять його в досить великих кількостях. Однак найбільше фосфору людина отримує з хлібу. Ось чому так важливе раціональне і достатнє споживання хлібу.

Фосфор всмоктується з їжі в об'ємі 50–80%. Для нормального обміну речовин необхідне раціональне співвідношення солей кальцію

і фосфору – 1:1,5. Надлишок фосфору може призвести до розм'якшення кісток, а надлишок кальцію – до розвитку сечокам'яної хвороби.

Йод є важливим і необхідним елементом, який бере участь в утворенні гормону тироксину.

Добова потреба у йоді – 100–150 мг за добу. Нестача йоду, що зустрічається досить часто і має ендемічний характер (такі місцевості в нашій країні вивчені та чітко виділені), спричиняється порушеннями функції щитовидної залози. Особливо чутливі до нестачі йоду діти. Тривале недостатнє забезпечення йодом призводить до порушень росту і розумового розвитку.

Найбільша кількість йоду міститься в морській капусті, мохах, зокрема в ісландському моху, живокості лікарському, бруньках чорної тополі тощо. Ці рослини можуть успішно використовуватися для лікування захворювань щитовидної залози. Можна також зробити на шкірі сітку розчином йоду. Якщо наступного дня вона зникне, в організмі йоду не вистачає, тому треба цю сітку робити надалі. Потрібно врахувати, що значну кількість йоду людина отримує з йодованої солі.

Кобальт має важливу роль у процесах кровотворення, входить до складу вітаміну B_{12} , який необхідний для нормального обміну речовин. В організмі людини є лише 1,5 мг кобальту, однак він незамінний.

Кобальт містить багато рослин: безсмертник піщаний, вербена лікарська, коров'як скіпетроподібний, дрік красильний, а також горох, червона смородина, суниці, полуниці, боби. Але людина в основному отримує кобальт за рахунок споживання продуктів тваринного походження.

Купрум. Вміст міді в організмі людини вельми незначний і становить лише 70 мг. Проте цей елемент надзвичайно необхідний для нормального протікання обміну речовин. Купрум бере участь у тканинному диханні, у процесах кровотворення, в нормальному протіканні неврологічних процесів, стимулює вироблення гормонів гіпофізу.

В організм людини купрум потрапляє в достатній кількості з фруктами, ягодами, огірками, соняшником, бобовими, картоплею. Надмірне або недостатнє надходження міді спричиняє складні захворювання, порушення обміну речовин, особливо вітамінного обміну.

Марган входить до складу ферментних систем і бере активну участь в окисно-відновних процесах, впливає на обмін білків. Потреби в маргані

задовольняються звичайним харчовим раціоном. Марган міститься в бобових і злакових культурах, салаті, петрушці, яблуках, сливах, насінні моркви дикої, медунці.

Аргентум. Іони аргентуму мають антисептичну дію, підвищують тонус організму, його активність. Аргентум міститься в зелених огірках, дині, кавунах, м'яті, мелісі, в корінні дудника, квітках арніки.

Сульфур – життєво важливий елемент, що входить до складу білків у вигляді сульфурмістких амінокислот (цистин і метіонін), а також до складу деяких вітамінів і гормонів.

Необхідна концентрація сульфору забезпечує нормальний синтез інсуліну – важливого гормону, який регулює вуглеводний обмін, функцію і структуру з'єднувальної тканини, збереження нормальної структури суглобових поверхонь. Сульфур в організм людини потрапляє переважно з тваринними продуктами і лише невелика кількість – з рослинною їжею (цибулею, кропивою, часником).

Сполуки силіцію. Хоча ще в давні часи передбачали, що силіцій бере участь в обмінних процесах організму, а гомеопатія з моменту свого становлення використала препарати силіцію в лікуванні, донедавна офіційна медицина мало звертала увагу на роль силіцію в організмі людини.

Нині відомо, що силіцієві сполуки постійно знаходяться в крові людини, а також у шкірі, слизових оболонках, підшлунковій залозі, з'єднувальній тканині, яка виникає на місці пошкодженої або запально зміненої тканини. Силіцієві сполуки можуть припинити внутрішню кровотечу в нирках, сечовому міхурі, кишечнику, легенях, матці, не змінюючи артеріального тиску. Вони здатні зміцнювати кровоносні судини і, передусім, капіляри, зменшуючи їх проникність, мають також протизапальні властивості, поліпшують регенеративні процеси в організмі, різних органах і тканинах, куди потрапляють з рухом крові.

У рослинах силіцій міститься в клітинних оболонках, а також в клітинній рідині. У багатьох рослинах сполуки силіцію зустрічаються в невеликій кількості, але є окремі рослини, в яких силіцію досить багато: хвощ польовий, пикульник, перець водяний, перець червоний і болгарський. При порівнянні синтетичних сполук силіцію з препаратами рослинного походження встановлено, що рослинні препарати набагато активніші. Це можна пояснити тим, що в рослинах вони поєднуються з

дубильними, флавоновими речовинами, і тим самим забезпечується їх комплексний вплив.

Флуор. Нестача флуору спричиняє карієс зубів із сильним руйнуванням зубної емалі, а надлишок флуору – плямистість емалі.

Добова потреба флуору становить близько 3 мг, вона забезпечується на 1/3 їжею, на 2/3 – водою. Найбільша кількість флуору знаходиться в морських продуктах, а також у чаї. У склянці чаю може міститися 0,1–0,2 мг флуору.

Хлор – важливий елемент в організмі людини, особливо для утворення шлункового соку, формування плазми крові, активатор низки ферментів.

Потреба людини у хлорі становить близько 2 г за добу і забезпечується споживанням звичайних продуктів харчування, у тому числі й додаванням солі. Хлор в організмі пов'язаний переважно з натрієм і бере участь у тих самих механізмах обмінних реакцій, що і натрій. Недостатній або надмірний вміст хлоридів в організмі позначається на стані обмінних і життєво важливих процесів. Збалансований рівень хлоридів особливо необхідний для хворих з патологією серцево-судинної системи, порушеннями водно-сольового обміну.

Хром бере участь у регулюванні кровотворення. Нестача хрому призводить до розвитку цукрового діабету. Хром міститься у листі чорниці, ягодах шовковиці, у золототисячнику, ревені, живокості лікарському.

Цинк є складовою частиною гормону інсуліну. Цей елемент перешкоджає запальним процесам в легеневій тканині, у передміхуровій залозі, органах статевій сфери.

Тривала нестача цинку може призвести до глибоких порушень обміну речовин, статевого розвитку, а також гальмує зростання дітей і підлітків. Добова потреба цинку становить 5–22 мг, що забезпечується звичайним харчовим раціоном. Найбагатіші на цинк агрус, бобові, а також печінка тварин. Досить багато накопичується цинку і в дикорослих рослинах.

У рослинах зустрічається і безліч інших мікроелементів. Однак відомості про їх роль в обмінних процесах недостатні та поки що непереконливі. Так, у грушах, наприклад, виявлена значна кількість ніколу. Йому відводять певну роль у кровотворенні. Активно бере участь

у кровотворних процесах і нервово-м'язових діях арсен, який є в кропиві, руті, черемсі звичайній. У моркві та капусті міститься молібден. Мікроелементи ванадій і цирконій, як правило, супроводжують аргентум, благотворно діють на функції щитовидної та підшлункової залоз, статевих органів, гіпофіза, на стан м'язової системи. У той же час потрібно мати на увазі, що промислові забруднення навколишнього середовища спричиняють надлишок таких мікроелементів, як купрум, селен, молібден, бор, нікол, алюміній, хром, станум, цинк, що може викликати у людини токсичні реакції.

Особливо важкі для нашого організму наслідки перевищення рівня таких елементів, як гідраргірум, кадмій, плюмбум, арсен, за вмістом яких у навколишньому середовищі та в продуктах ведеться контрольне спостереження як у нашій країні, так і в інших країнах світу.

Серед хімічних сполук, що є в рослинах, особливе місце займають вітаміни. Термін «вітаміни» в перекладі означає «аміни життя». Нині таких речовин нараховується понад 30, і всі вони життєво необхідні людському організму, входячи до складу всіх тканин і клітин, активізуючи і визначаючи хід багатьох процесів. Вітаміни підвищують стійкість організму при інфекційних захворюваннях, перешкоджають процесам старіння, атеросклерозу, регулюють нормальний гомеостаз, визначають активність ферментів, беруть участь у метаболізмі амінокислот, жирних кислот, медіаторів, гормонів, фосфорних сполук, мікроелементів.

Потреба у вітамінах неоднакова і різниться залежно від вікового періоду життя людини, захворювання, погодних умов. Підвищується потреба у вітамінах під час вагітності, при фізичному і розумовому навантаженнях, при гіперфункції щитовидної залози, надниркової недостатності, стресових ситуаціях. Потрібно зазначити, що гіпервітамінізація, тобто підвищене надходження вітамінів в організм людини, також несприятлива для обмінних функцій. Передозування вітамінів відбувається, в основному, при використанні концентрованих препаратів.

Велика частина вітамінів потрапляє в організм людини з рослин і незначна частина – з продуктів тваринного походження. Понад 20 вітамінних речовин не можуть бути синтезовані в організмі людини, а інші синтезуються у внутрішніх органах, причому найбільше значення у таких процесах має печінка.

За розчинністю розрізняють вітаміни водорозчинні та жиророзчинні.

Вітамін А (ретинол) забезпечує нормальну життєдіяльність клітин шкіри, епітелію верхніх дихальних шляхів, травного тракту, сечовивідних шляхів, кон'юнктиви, рогівки і пігментів сітківки ока, а також сприяє зростанню і впливає на деякі імунні реакції організму. Брак вітаміну *А* або його провітаміну, тобто каротину, призводить до сухості шкіри, слизових оболонок, кон'юнктиви і рогівок ока, порушення зору, особливо нічного, зниження опору щодо різних інфекцій і порушень росту.

Вітамін *А* може потрапити в організм у готовому вигляді з продуктами тваринного походження (риб'ячим жиром, жовтками яєць, молоком і молочними продуктами, печінкою риби). Але в основному вітамін *А* потрапляє у вигляді провітаміну або каротину, який у досить значних кількостях може знаходитися в рослинних продуктах. Особливо багато каротину в моркві, петрушці, шпинаті, капусті, у зеленій цибулі, помідорах, салаті, горосі, смородині, вишні, агрусі, абрикосах, гречці. Також багаті провітаміном *А* конюшина, кропива дводомна, щавель, деревій звичайний, календула.

Вітаміни групи В. У цій групі нараховується понад десяток речовин. Із них деякі особливо важливі для організму людини – B_1 , B_2 , B_3 , B_6 , B_9 , B_{12} , B_{15} , *PP* і холін. Розглянемо їх послідовно і визначимо значущість для обмінних процесів організму людини.

Вітамін B_1 (тіамін) входить до складу ряду ферментів, що регулюють вуглеводний обмін, а також обмін амінокислот. Вітамін B_1 необхідний для нормальної діяльності центральної і периферійної нервової системи. Брак цього вітаміну може спричинити важкі явища поліневриту, порушення вуглеводного, білкового і водного обмінів.

Добова потреба у тіаміні становить 1,7 мг. Потреба в ньому зростає при вживанні вуглеводної їжі та алкоголю. При відносному переважанні в харчуванні білків і жирів потреба на вітамін B_1 знижується. Надлишок тіаміну може призвести до алергізації організму. Тіамін міститься у зародках злаків, бобових, а також у помідорах, моркві, капусті.

Вітамін B_2 (рибофлавін) входить до складу багатьох ферментів, що забезпечують хід обмінних процесів, окисно-відновних реакцій, утилізацію амінокислот. При нестачі рибофлавіну порушуються трофічні функції нервової системи, цілісність слизової оболонки порожнини рота, сповільнюється ріст, випадає волосся, знижується гострота зору,

з'являється сльозотеча, іноді виникає помутніння рогівки ока. Причому встановлено, що дія рибофлавіну здійснюється тільки в присутності тіаміну, тобто для нормального обміну речовини потрібний вітамінний комплекс.

Добова потреба рибофлавіну становить близько 2 мг, що забезпечується за рахунок споживання молока, хліба, м'яса. Вітаміном B_2 багаті деякі рослинні продукти: бобові, борошно грубого помелу, а овочі та фрукти містять його дуже мало. При тепловій обробці рівень рибофлавіну значно знижується. Багато вітаміну міститься у дріжджах, чайному грибі та звичайних грибах.

Вітамін B_3 (пантотенова кислота) бере участь в обміні жирних кислот, реакціях утворення ацетилхоліну, котрикостероїдів.

Добова потреба у вітаміні B_3 становить 5–10 мг. При нестачі пантотенової кислоти виникають порушення і затримка росту, зміни шкіри, біль у м'язах, животі, нудота, блювота, депігментація волосся і шкіри. Вітамін використовується при опіковій хворобі, трофічних виразках, хворобах верхніх дихальних шляхів, поліневритах. Пантотеновою кислотою багаті пивні та хлібні дріжджі, деякі овочі, зернові продукти, дикоросла зелень, особливо злаки.

Вітамін B_6 (піродоксину гідрохлорид) бере участь у процесах білкового і жирового обмінів, у транспортуванні кров'ю купруму, феруму, сульфору, а також у ферментативних реакціях у кишечнику і нирках. Брак вітаміну призводить до порушень функції центральної нервової системи, появи дерматиту. Частково вітамін може утворюватися в кишечнику людини завдяки участі мікрофлори, однак є і потреба вводити його ззовні.

Добова потреба у вітаміні B_6 становить близько 2 мг. Міститься вітамін у дріжджах, зародках злаків, бобових, кукурудзі, м'ясі великої рогатої худоби. У рибі та більшості овочів і фруктів піродоксину міститься мало. Нестача вітаміну може спостерігатися у вагітних, особливо при токсикозі, у хворих на атеросклероз, при хронічних захворюваннях печінки, у грудних дітей, що знаходяться на штучному вигодовуванні.

Вітамін B_9 (фолацин або фолієва кислота) має особливе значення в утворенні кров'яних елементів – еритроцитів. Вітамін впливає на функціональний стан печінки, стимулює синтез пуринів і піримідинів,

а також жовчевідділення, перешкоджає атеросклерозу і ожирінню печінки.

Добова потреба у фолацині становить 0,1–0,5 мг, що цілком задовольняється звичайною дією, і, крім того, в печінці існують депоновані запаси фолієвої кислоти, якими можна поповнювати потреби протягом трьох-шести місяців. Фолацин міститься в дріжджах, моркві, шпинаті, білокачанній і цвітній капусті, щавлі, салаті, петрушці, зеленому горошку, свіжих грибах, а також у печінці тварин.

Вітамін B_{12} (ціанокобаламін, кобаламін) входить до складу багатьох ферментів, що беруть участь у реакціях обміну амінокислот, нуклеїнових кислот, у процесах кровотворення, активізує зростання нервових клітин.

Добова потреба у вітаміні B_{12} становить 3 мг. У печінці людини є запас вітаміну на один-два роки. Тривале вегетаріанство може призвести до авітамінозу або гіповітамінозу B_{12} . При нестачі вітаміну виникають порушення центральної нервової системи, поліневрит, анемія, зниження апетиту і активності травлення. Ціанокобаламін міститься в продуктах тваринного походження (печінці, нирках, м'ясі), але є він і в деяких рослинних організмах (синьо-зелених водоростях, грибах, актиномицетах).

Вітамін B_{15} (пангамова кислота) входить до складу ферментів, що мають важливе значення в обміні ліпідів і амінокислот, бере участь в проміжних фазах тканинного обміну. Вітамін активізує функцію кори наднирок, підвищує рівень глікогену в печінці та м'язах, стійкість організму до кисневого голодування. Вітамін виступає як антиоксидантний препарат, зокрема, при отруєнні чотирихлористим карбоном, хлоридом амонію, хлороформом, алкоголем, грибами.

Добова потреба у вітаміні становить 5–10 мг.

Організм досить повно забезпечується пангамовою кислотою за рахунок звичайних продуктів харчування: дріжджів, печінки, нирок, м'яса, риби, бобових. В овочах і фруктах її міститься мало. Брак вітаміну виникає при хронічному голодуванні, проявляється поколюванням в кінцівках, почуттям оніміння кінчиків пальців, губ. Нестача пангамової кислоти спостерігається при цукровому діабеті.

Вітамін PP (ніацин або нікотинова кислота) входить до складу багатьох ферментів, що беруть участь у клітинному диханні, обміні білків, окисно-відновних реакціях. Ніацин стимулює процеси крово-

творення, загоєння ран, всмоктування в кишечнику, посилює секрецію слизової шлунка і перистальтику кишечника, бере активну участь у процесах регуляції вищої нервової діяльності людини.

Добова потреба ніацину становить 19 мг. Задовольняється вона за рахунок надходження тваринних продуктів. Брак ніацину виявляється там, де населення вживає в основному рослинну їжу.

Ніацин входить до складу багатьох рослин: пшениці, гречки, грибів, капусти, картоплі, кукурудзи, цибулі, моркви, яблук, помідорів.

Активність ніацину виявляється разом з тіаміном і рибофлавіном.

Вітамін С (аскорбінова кислота) бере участь у багатьох ферментних реакціях. Зазначена сприятлива дія аскорбінової кислоти на функції центральної нервової системи, діяльність залоз внутрішньої секреції, процеси кровотворення, для збільшення опору організму до інфекційних чинників.

В організмі людини вітамін *С* не синтезується, а потрапляє з їжею, переважно рослинного походження. Добова потреба аскорбінової кислоти становить у звичайних умовах 70 мг.

При нестачі вітаміну *С* знижується розумова і фізична активність організму, опір до захворювань, у тому числі застудних, можуть виникати ураження ясен, кровоточивість. Крайня міра гіповітамінозу або авітаміноз *С* – цинга.

Надлишок аскорбінової кислоти також небезпечний для здоров'я людини. Передозування препарату може призвести до психічних порушень, наприклад, шизофренії.

Аскорбіновою кислотою багаті картопля, буряк, морква, капуста, зелений горошок, лимони, яблука, суниці та полуниці, пшениця, смородина, чорниця, шипшина, цибуля.

Багаті вітаміном *С* також деякі дикорослі рослини і продукти з них: кропива, первоцвіт, кульбаба, медунка тощо.

Вітамін D (кальциферол) регулює фосфорно-кальцієвий обмін.

В організмі вітамін *D* утворюється з провітаміну під впливом сонячних променів, і в звичайних умовах доросла людина не потребує додаткового введення вітаміну *D*. Добова потреба становить 2,5 мг.

Часто брак вітаміну *D* виявляється у дитинстві, що пов'язано з обмеженням перебування дітей на повітрі.

Вітамін *D* отримують з деяких рибних продуктів: печінки тріски та

інших риб, оселедця атлантичного, нототенії, ікри риб. Є вітамін *D* і в жовтках яєць, яловичій печінці.

Надлишок вітаміну *D* може спричинити токсичний вплив на організм, що призводить до підвищення кальцієвого рівня в крові, до кальцинозу нирок і серця.

У рослинних продуктах вітамін *D* відсутній, але в рослинах дуже поширений провітамін – ергостерон, з якого в організмі часто утворюється кальциферол.

Кальциферол стимулює ріст, сприяє затримці фосфору і кальцію та засвоєнню їх кістковою тканиною, підвищує опір організму до інфекцій.

Вітамін E (токоферол ацетат) забезпечує дозрівання статевих клітин, активізує сперматогенез, сприяє збереженню вагітності. Токоферолі діють як судинорозширювальний засіб, тому їх використовують при гіпертонічній хворобі, коронаросклерозі, особливо з приступами стенокардії, при порушенні функції статевих залоз, захворюваннях шкіри, печінки, запальних захворюваннях сітківки очей, а також при нервово-м'язовій дистрофії.

Добова потреба у токоферолах становить 1–2 мг.

Вітаміном *E* багаті зародки пшениці, листя конюшини, салат, шпинат, суріпиця польова, зерна всіх рослин.

Найбільша кількість токоферолу міститься в рослинних оліях: соняшниковій, соєвій, бавовняній.

Вітамін K (філохінон) відіграє велику роль у процесах згортання крові, знижує проникність капілярів і сприяє припиненню кровотечі.

Препарати вітаміну *K* застосовуються при різних кровотечах і як профілактичний засіб при оперативних втручаннях. Нестача вітаміну *K* призводить до важкої кровоточивості та підвищення ламкості капілярів.

Вітаміном *K* багаті чимало рослин: кукурудзяні рильця, салат, білокачанна і цвітна капуста, морква, помідори, ягоди горобини, водяний перець, деревій, кропива.

Вітамін H (біотин) входить до складу ферментів, що регулюють обмін амінокислот, жирних кислот, сприяє розпаду проміжних продуктів обміну вуглеводів (щавлевої, оцтової та янтарної кислот).

За нестачі біотину випадає волосся, порушуються трофіка нігтів і волосся, функції нервової системи.

Добова потреба біотину становить 0,15–0,30 мг.

Багато біотину міститься у продуктах тваринного походження – в печінці, нирках, яйцях, менше – молоці, м'ясі.

Біотин є в рослинних продуктах: пшениці, картоплі, сої, фруктах.

Вітамін Р (біофлавоноїд) гальмує активність ферменту гіалуронідази, що призводить до зміцнення проникності стінок судин, знижує окислення аскорбінової кислоти, сприяє кращій витримці під час стресових ситуацій.

Досить високий вміст вітаміну *Р* у плодах шипшини, горобині звичайній, винограді, особливо темних сортів, апельсинах, смородині, горосі, капусті, волоських горіхах, у зеленому листі чаю, червоному перці, ревені, кропиві, деревії, а також у багатьох інших дикорослих рослинах, особливо у весняних первоцвітах.

Вітамін U (S-метилметіонін). Противиразковий вітамін, виявлений у листі капусти і зелених горіхах. Отримують його із соку капусти. Вітамін сприяє загоєнню дефектів слизової шлунка і дванадцятипалої кишки.

Лікувальні властивості лікарських рослин залежать від наявності у них різних за хімічною структурою і терапевтичною дією основних компонентів. Деякі з них мають і харчове, і цілюще значення.

У лікарських рослинах виділяють органічні сполуки – флавоноїди. Важливою особливістю цих сполук є їх здатність зміцнювати стінки кровоносних судин і підвищувати активність ферментної системи людини після променевого ураження.

Серед рослин, що рекомендуються для відновлення сил після радіаційного опромінення, виокремлюють такі: обліпиху, чорноплідну горобину, червону і чорну смородину, зелений чай, шипшину, моркву, женьшень, інжир, калину, крес-салат, горобину тощо. Ці рослини можна застосовувати комплексно, забезпечуючи надходження в організм багатьох вітамінів і прискорюючи виведення з організму радіоактивних ізотопів.

ЛІМФОЦИТИ – особливий різновид білих кров'яних клітин, що виконують важливі функції в імунному захисті. Дуже чутливі до радіації.

ЛІЧИЛЬНИКИ ЗАРЯДЖЕНИХ ЧАСТИНОК – прилади для реєстрації заряджених частинок: бульбашкова камера, Вільсона камера, Гейгера-Мюллера лічильник, сцинтиляційний лічильник та ін.

М

МАГАТЕ (ІАЕА) – міжнародне агентство з атомної енергії (International atomic energy agency), автономна міжнародна організація під керівництвом ООН, яка є центром сприяння міжнародному співробітництву та контролю в галузі мирного використання атомної енергії.

МАГНІТНА БУРЯ – різка зміна магнітного поля Землі, яка призводить до погіршення здоров'я людини.

МАГНІТНЕ ПОЛЕ ЗЕМЛІ – силове поле, виникнення якого обумовлене джерелами, що розташовані в середині земної кулі і навколо-земного простору. Напруга магнітного поля Землі має діапазон від 20 до 60 А/м.

МАКРОФАГИ – великі клітини, які відіграють важливу роль в імунному захисті.

МЕМБРАНИ (клітини) – тонкі молекулярні шари із жироподібних речовин і білків. Вони формують оболонку клітини, ядра і внутрішньоклітинні перегородки.

МЕТАЛИ ВАЖКІ – метали із густиною понад 8 000 кг/м³. До них належать: плумбум, купрум, цинк та ін.

МЕТАЛИ ЛЕГКІ – метали із густиною менше 8 000 кг/м³. До них належать: літій, натрій, магній, алюміній та ін.

МЕТАНТЕНК – резервуар для отримання біогазу (метану та вуглекислого газу) із органічних осадів стічних вод.

МІГРАЦІЯ РАДІОАКТИВНИХ РЕЧОВИН У ВІДКРИТИХ ВОДОЙМИЩАХ – переміщення радіоактивних сполук в екосистемі водоймища.

При надходженні радіоактивних речовин у воду відкритих водоймищ насамперед відбувається їх розбавлення, поглинання дном і тканинами живих організмів. Ефективність процесу розбавлення в ріках і замкнених водоймищах неоднакова. Швидкість цього явища в ріках залежить від низки гідрологічних причин: співвідношення об'єму забруднень і витрати води в річці, швидкості течії, турбулентності водного потоку, глибини, форми русла, рельєфу дна і т. ін. У малих ріках гірського типу максимальне розбавлення радіоактивних речовин відбувається протягом декількох хвилин, на ріках рівнинного типу з вираженою струминною

течією протяжність ділянки, на якій закінчується розбавлення, може досягати десятків кілометрів. Інтенсивність розбавлення в замкнених водоймищах (ставках, озерах, водосховищах) значно менше. Розбавлення у них відбувається за рахунок течій, хвильового режиму і, певною мірою, процесу дифузії.

Одночасно з розбавленням радіоактивних ізотопів у воді відкритих водоймищ відбувається їх інтенсивна сорбція дном і донними відкладами. Дно стає своєрідним депо довгоживучих елементів. Міра накопичення дном радіоактивних продуктів залежить від структури ґрунту. При збільшенні іонообмінної місткості ґрунту міра накопичення ізотопів зростає. Так, при внесенні у воду експериментального ставка ^{90}Sr коефіцієнт накопичення (відношення питомої активності ґрунту до питомої активності води) для піску становив 20, для суглинку – 110. Істотне значення у накопиченні дном радіоактивних речовин мають їх хімічні властивості. Слабо фіксується ґрунтом дна ^{35}S , краще – ^{32}P , ^{137}Cs тощо. Кількість радіоактивних продуктів в ґрунті залежить від питомої активності води, а саме зростає з її збільшенням, хоча коефіцієнт накопичення при цьому і зменшується. Якщо дно складається зі щільних глинистих порід, поширення продуктів розподілу урану в глибину досягає лише 15 см, на більшій глибині спостерігається різке зменшення активності. Проникнення в глибину пухкого торф'яного дна досягає 1,5 м і більше. Подібна картина характерна і для піщаних ґрунтів.

Якщо концентрація радіоактивних ізотопів у воді є постійною, то виникає стійка динамічна рівновага з вмістом їх в донному ґрунті. При зменшенні активності води зазвичай відбувається повільний процес десорбції радіоактивних речовин та їх надходження у воду. Отже, дно у цьому випадку може бути джерелом повторного забруднення води.

Нарівні з розбавленням радіоактивних речовин у воді та сорбцією дном спостерігається їх накопичення у живих організмах. Це накопичення відбувається внаслідок адсорбції та дифузії, а також надходження через органи дихання і шлунково-кишковий тракт.

Механізм накопичення радіоізотопів мікрофлорою залежить від їх хімічних властивостей. Так, кальцій для бактерій не є біогенним елементом, тому накопичення радіостронцію бактеріями відбувається за рахунок процесу фізико-хімічної адсорбції атомів цього елемента на поверхні бактерійних клітин. На відміну від стронцію, біогенний елемент

^{32}P асимілюється бактеріями в значній кількості. Результати експериментальних досліджень показують, що при внесенні в мікробну завись радіоактивних речовин уже через декілька хвилин питома активність бактерійних тіл стає у багато разів вище порівняно з таким водним середовищем, при цьому із збільшенням концентрації мікробних клітин процент витягнутих радіоактивних продуктів не зростає. Отже, коефіцієнт накопичення збільшується при зменшенні числа мікроорганізмів у водному середовищі. Крім того, виявлене зменшення коефіцієнта накопичення із зростанням питомої активності води. Залежно від хімічних властивостей радіоізоотопів, вигляду мікроорганізмів, питомої активності води, її рН та інших умов коефіцієнт накопичення для бактерійних клітин коливається в широких межах від 100 до 4–6 млн і більше.

Велика питома поверхня тіла у планктону, губок і деяких інших гідробіонтів створює сприятливі умови для адсорбції ними значної кількості радіоактивних ізоотопів. Необхідно зазначити, що швидкість накопичення планктоном радіоактивних речовин досить значна. Так, дафнія накопичує 50–60% (від граничної кількості) радіоактивного стронцію протягом 5 хв.

У подальшому накопиченні беруть участь і обмінні процеси. Час, необхідний для максимального накопичення радіоактивних продуктів зоопланктоном, становить декілька годин.

У водних рослин процес накопичення повільніший, оскільки головний шлях надходження в них радіоактивних продуктів зумовлений процесами обміну. Граничне накопичення у водоростях відбувається протягом 7–30 діб.

У риби надходження радіоактивних речовин в організм відбувається по харчових ланцюгах. Тому в цьому випадку істотне значення мають рівні забруднення простіших організмів, що є кормом для риби. Разом з тим, радіоактивні ізоотопи проникають в організм риби і через зябра. Значущість цього шляху зростає з підвищенням питомої активності. Час граничного накопичення ізоотопів (при постійності концентрації) у тілі риби коливається від 10 до 120 днів.

Коефіцієнт накопичення радіоактивних речовин тканинами гідробіонтів залежить від вигляду гідробіонту, фізико-хімічних властивостей радіоізоотопів, питомої активності води, її сольового складу, температури

та інших умов. Водні організми більш інтенсивно накопичують радіоізотопи біогенних елементів (фосфор, карбон тощо) і продукти, споріднені цим елементам за хімічними властивостями. Як і для бактерій, коефіцієнти накопичення для гідробіонтів меншають зі зростанням питомої активності води. Коефіцієнти накопичення у прісноводних організмів значно вищі, ніж у мешканців морів і океанів (разом з тим, коефіцієнт накопичення продуктів активації у морських гідробіонтів вище, ніж у прісноводних). Так, риба, що мешкає у прісній воді, накопичує в 10 разів більше радіостронцію, ніж риба морська. Накопичення радіоізотопів молодого рибою є більш інтенсивним (за рахунок більш високого рівня обміну речовин), ніж у дорослих риб.

Залежно від зазначених умов коефіцієнт накопичення радіоактивних речовин для планктону відповідає величинам від 250 до 7 500 і більше, для водоростей – від 100 до 28 000, для риби – від 4 до 130.

При зниженні питомої активності води спостерігається виведення накопичених радіоактивних елементів з організму гідробіонтів, причому інтенсивність цього процесу є настільки вищою, наскільки вищою виявляється концентрація радіоактивних речовин у тканинах. У середньому протягом 10 днів перебування в чистій воді планктон і водорості втрачають 95–97 % від загальної кількості накопичених продуктів. Виведення з тканин і органів риб відбувається з різною швидкістю. Так, ^{90}Sr навіть через 3 місяці перебування риби у чистій воді виявляється в її м'язах у кількості до 10%, а в кістках – до 50% від первинного рівня.

МІКРОЕЛЕМЕНТ – хімічний елемент, який необхідний організму в незначних кількостях.

МІКРОКЛІМАТ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ – метеорологічні умови внутрішнього середовища цих приміщень, які визначаються діючими на організм людини поєднаннями температури, вологості, швидкості руху повітря і теплового випромінювання.

МІКРОПАРАЗИТИ – організми, що розмножуються всередині тіла, на якому паразитують (навіть усередині його клітин).

МОДУЛЬ СТОКУ – об'єм стоку за одиницю часу з одиниці площі водозбору.

МУТАГЕНЕЗ – процес виникнення спадкових змін, мутацій.

МУТАГЕНИ – хімічні речовини, які призводять до утворення мутацій.

МУТАЛІЗМ – форма спільного існування живих організмів, за якої вони не можуть існувати один без одного.

МУТАЦІЯ – спадкова особливість організму, яка змінює його морфологічні ознаки.

Н

НАВЕДЕНА РАДІОАКТИВНІСТЬ – радіоактивність деяких елементів (наприклад, натрію, силіцію та ін.), на які вплинуло нейтронне бомбардування. Спостерігається поблизу центру ядерного вибуху та в атомному реакторі. Радіоактивні речовини, що утворилися внаслідок ядерного вибуху або при експлуатації атомного реактора, втрачають свої іонізуючі якості відповідно до періоду піврозпаду. Ця радіоактивність може досягти небезпечного ступеня.

НАДЗВИЧАЙНА СИТУАЦІЯ – стан, при якому в результаті виникнення джерела надзвичайної ситуації на об'єкті, певній території або акваторії порушуються нормальні умови життя й діяльності людей, виникає погроза їхньому життю і здоров'ю, наноситься збиток майну населення, народному господарству і навколишньому природному середовищу.

Класифікація надзвичайних ситуацій (НС). Для встановлення єдиного підходу до оцінки надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру, визначення границь зон надзвичайних ситуацій та адекватного реагування на них, розроблена наступна класифікація надзвичайних ситуацій: локальні; місцеві; територіальні; регіональні; федеральні; трансграничні. Надзвичайні ситуації класифікуються залежно від кількості людей, що постраждали у цих ситуаціях, людей, у яких виявилися порушеними умови життєдіяльності, від розміру матеріального збитку, а також границі зон поширення вражаючих факторів надзвичайної ситуації.

До локальної відноситься НС, у результаті якої постраждало не більше 10 чоловік, або порушені умови життєдіяльності не більше

100 чоловік, або матеріальний збиток склав не більше 1 тис. мінімальних розмірів оплати праці на день виникнення надзвичайної ситуації та зона надзвичайної ситуації не виходять за межі території об'єкта виробничого або соціального призначення. Ліквідація локальної надзвичайної ситуації здійснюється силами і засобами підприємств, установ і організацій, незалежно від їхньої організаційно-правової форми.

До місцевої відноситься НС, у результаті якої постраждало понад 10, але не більше 50 чоловік, або порушені умови життєдіяльності понад 100, але не більше 300 чоловік, або матеріальний збиток становить понад 1 тис., але не більше 5 тис. мінімальних розмірів оплати праці на день виникнення надзвичайної ситуації та зона надзвичайної ситуації не виходить за межі населеного пункту, міста, району. Ліквідація місцевої надзвичайної ситуації здійснюється силами і засобами органів місцевого самоврядування.

До територіальної відноситься НС, у результаті якої постраждало понад 50, але не більше 500 чоловік, або порушені умови життєдіяльності понад 300, але не більше 500 чоловік, або матеріальний збиток становить понад 5 тис., але не більше 0,5 млн. мінімальних розмірів оплати праці на день виникнення надзвичайної ситуації й зона надзвичайної ситуації не виходить за межі суб'єкта. Ліквідація територіальної НС здійснюється силами і засобами органів виконавчої влади суб'єкта.

До регіональної відноситься НС, у результаті якої постраждало понад 50, але не більше 500 чоловік, або порушені умови життєдіяльності понад 500, але не більше 1 000 чоловік, або матеріальний збиток становить понад 0,5 млн., але не більше 5 млн. мінімальних розмірів оплати праці на день виникнення надзвичайної ситуації та зона надзвичайної ситуації охоплює територію двох суб'єктів країни. Ліквідація регіональної НС здійснюється силами і засобами органів виконавчої влади суб'єктів, які опинилися у зоні надзвичайної ситуації.

До федеральної відноситься НС, у результаті якої постраждало понад 500 чоловік, або порушені умови життєдіяльності понад 1 000, або матеріальний збиток становить понад 5 млн. мінімальних розмірів оплати праці на день виникнення надзвичайної ситуації та зона надзвичайної ситуації виходить за межі двох суб'єктів. Ліквідація федеральної НС здійснюється силами і засобами органів виконавчої влади суб'єктів, які опинилися у зоні надзвичайної ситуації.

До трансграничної відноситься НС, вражаючи фактори якої виходять за межі країни, або надзвичайна ситуація, що відбулася за кордоном і стосується території країни. Ліквідація трансграничної НС здійснюється за рішенням Уряду і відповідно до норм міжнародного права і міжнародних договорів.

До ліквідації НС можуть залучатися Війська цивільної оборони, Збройні сили, інші війська і військові формування відповідно до законодавства.

Безпека в надзвичайних ситуаціях – стан захищеності населення, об'єктів народного господарства і навколишнього природного середовища від небезпеки в надзвичайних ситуаціях. *Примітка:* розрізняють безпеку по видах (промислова, радіаційна, хімічна, сейсмічна, пожежна, біологічна, екологічна), по об'єктах (населення, об'єкт народного господарства і навколишнє природне середовище) і основним джерелам НС.

Оцінка ризику – ідентифікація небезпеки і можливих її джерел, дослідження механізму їхнього виникнення, оцінка імовірності виникнення ідентифікованих небезпечних подій та їхніх наслідків.

НАДХОДЖЕННЯ РАДІОНУКЛІДІВ ІНГАЛЯЦІЙНЕ – проникнення радіоактивних речовин через органи дихання.

НАДХОДЖЕННЯ РАДІОНУКЛІДІВ ПЕРОРАЛЬНЕ – проникнення радіоактивних речовин у систему травлення через ротову порожнину.

НАКОПИЧЕНА ГУСТИНА РАДІОАКТИВНОГО ЗАБРУДНЕННЯ – кількість радіаційних речовин (продуктів ядерного поділу), які знаходяться на площі один квадратний метр поверхні (1 м^2). Накопичена густина забруднення виражається числом розпаду ядер на площі в 1 м^2 ($\text{Ки}/\text{м}^2$) або на площі в 1 км^2 ($\text{Ки}/\text{км}^2$). Густина радіоактивного забруднення місцевості, яка відповідає середньому значенню природного радіаційного фону, становить приблизно $0,1 \text{ Ки}/\text{км}^2$. Це означає, що через площу 1 м^2 на поверхні планети за одну секунду проходить приблизно 37 000 радіоактивних частинок.

НАПАЛІМ – запалювальна суміш для ураження живої сили військ і запалювання різних інженерних об'єктів і військової техніки. Тягуча, липка, легкозаймиста маса, яка складається з рідини (бензину, гасу) і згущувача алюмінієвомістких солей нафтової та пальмітинової кислот. Температура вогню є близькою до $1\,000\text{--}2\,000\text{ }^\circ\text{C}$.

НАПРУЖЕНІСТЬ ПРАЦІ – характеристика трудового процесу, що відображає переважне навантаження на центральну нервову систему.

НАСЛІДКИ РАДІАЦІЙНОЇ АВАРІЇ – радіаційна ситуація, яка виникає внаслідок аварії на радіаційно небезпечному об'єкті, а також її довготривалі наслідки, що завдають шкоди за рахунок радіаційного впливу на персонал, населення, об'єкти техносфери і природне середовище.

НАТРІЙ – лужний метал першої групи періодичної системи. Відомі ізотопи ^{24}Na з масовим числом від 20 до 25. Найбільший інтерес має ^{24}Na , який використовується в медицині для вивчення швидкості кровотоку. ^{24}Na – бета- і гамма-випромінювач. Період піврозпаду – 15 годин. Ізотопи натрію рівномірно розподіляються в організмі. Натрій-24 може утворитися в організмі внаслідок опромінення нейтронами (наведена активність).

НАХИЛ МАГНІТНИЙ – кут між напрямком напруги магнітного поля Землі і горизонтальної площини у визначеній точці земної поверхні. Кут на екваторі планети дорівнює приблизно 0° , а на полюсах – 90° .

НЕБЕЗПЕЧНИЙ ВИРОБНИЧИЙ ФАКТОР – виробничий фактор, дія якого на працівника за певних умов призводить до травми або раптового різкого погіршення здоров'я.

НЕЙТРИНО – електрично нейтральна елементарна частинка, яка не має маси спокою. Характеризується надмірно великою проникною здатністю (наприклад, вільно проникає через Сонце і Землю).

НЕЙТРОН – електрично нейтральна елементарна частинка з масою $1,6749 \cdot 10^{-27}$ кг, яка входить до складу атомного ядра. Нейтронне випромінювання особливо небезпечне внаслідок виникнення повторної радіації.

НЕЙТРОННИЙ БОЄПРИПАС – термоядерний боєприпас потужністю не більше 10 тис. т, основним вражаючим фактором у якому є нейтронне випромінювання. Від вибуху такого боєприпасу проникна радіація у 5–10 разів більша, ніж у звичайного ядерного боєприпасу такої самої потужності.

НЕОТЕКТОНІКА – розділ тектоніки, який вивчає коливання земної кори і геологічні структури, утворення яких обумовлені цими рухами. Згідно з її даними, землетруси можливі не тільки у сейсмо-активних зонах, але і в районах, які прийнято вважати сейсмічно

безпечними. Неотектоніка передбачає можливість виникнення змін у земній корі в сейсмічно благополучних місцях. Будівництво хімічно і радіаційно небезпечних об'єктів часто ведеться без урахування даних неотектоніки, що призводить до виникнення техногенних катастроф.

Передбачається також, що підвищена аварійність на шахтах Донецького і Криворізького басейнів також пов'язана не тільки з низькою технологічною дисципліною, численними порушеннями правил техніки безпеки, застарілим зношеним обладнанням тощо, але й з активізацією через інтенсивну глибинну розробку надр геодинамічних процесів. Останні відбивають і тектонічну активність, що зросла на планеті взагалі. Через це, наприклад, у вересні 1983 р. сталося руйнування дамби, що стримувала натиск надотруйних хлористофлуористих відходів Стебниківського калійного комбінату, і 4,5 млн м³ цих пекучих розсолів ринули у Дністер. А в 1987 р. у Калуші стався обвал великої порожнини, що виникла після вироблення корисних копалин, внаслідок чого на поверхні утворилася воронка глибиною 10 м і діаметром 180 м. Цими ж причинами, до речі, можуть бути пояснені і раптові незрозумілі руйнування будівель у Москві, Казахстані та інших місцях. Однак повільні землетруси на розломах ніхто спеціально не вивчає, дані, пов'язані не тільки з аварією на Чорнобильській АЕС, але й з руйнуванням будівель, шахт тощо, суворо засекречують.

НЕПРЯМЕ ІОНІЗУЮЧЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ – іонізуюче випромінювання, що складається з фотонів або незаряджених частинок, які внаслідок взаємодії з речовиною створюють безпосередньо іонізуюче випромінювання.

НЕЩАСНИЙ ВИПАДОК НА ВИРОБНИЦТВІ – раптове погіршення стану здоров'я працівника або особи, яка забезпечує себе роботою самостійно, одержання ними поранення, травми, у тому числі внаслідок тілесних ушкоджень, заподіяних іншою особою, гострого професійного захворювання і гострого професійного та інших отруєнь, одержання теплового удару, опіку, обмороження, у разі утоплення, ураження електричним струмом, блискавкою та іонізуючим випромінюванням, одержання інших ушкоджень внаслідок аварії, пожежі, стихійного лиха (землетруси, зсуви, повені, урагани тощо), контакту з представниками тваринного і рослинного світу, що призвели до втрати працівником працездатності на один робочий день чи більше або до

необхідності переведення його на іншу (легшу) роботу не менш як на один робочий день, у разі зникнення працівника під час виконання ним трудових обов'язків, а також у разі смерті працівника на підприємстві (далі – нещасні випадки).

Розслідування нещасних випадків та професійних захворювань здійснюють згідно порядку розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві (постанова Кабінету Міністрів України № 1112 від 25 серпня 2004 р.). Цей Порядок визначає процедуру проведення розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій, що сталися на підприємствах, в установах та організаціях незалежно від форми власності, виду економічної діяльності або в їх філіях, представництвах, інших відокремлених підрозділах чи у фізичних осіб – підприємців, які відповідно до законодавства використовують найману працю (далі – підприємство), а також тих, що сталися з особами, які забезпечують себе роботою самостійно, за умови добровільної сплати ними внесків на державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання (далі – особи, які забезпечують себе роботою самостійно). Дія цього Порядку поширюється на: власників підприємств або уповноважені ними органи (далі – роботодавці); осіб, у тому числі іноземців та осіб без громадянства, які відповідно до законодавства уклали з роботодавцем трудовий договір (контракт) або фактично були допущені до роботи в інтересах підприємства (далі – працівники), а також на осіб, які забезпечують себе роботою самостійно.

У разі настання нещасного випадку безпосередній керівник робіт (уповноважена особа підприємства) зобов'язаний: терміново організувати подання першої медичної допомоги потерпілому, забезпечити у разі необхідності його доставку до лікувально-профілактичного закладу; повідомити про те, що сталося, роботодавця, керівника первинної організації профспілки, членом якої є потерпілий, або уповноважену найманими працівниками особу з питань охорони праці, якщо потерпілий не є членом профспілки; зберегти до прибуття комісії з розслідування (комісії із спеціального розслідування) нещасного випадку обстановку на робочому місці та устаткування у такому стані, в якому вони були на момент нещасного випадку (якщо це не загрожує

життю чи здоров'ю інших працівників і не призведе до більш тяжких наслідків), а також вжити заходів до недопущення подібних випадків.

Лікувально-профілактичний заклад повинен про кожне звернення потерпілого з посиланням на нещасний випадок на виробництві без направлення підприємства передати протягом доби з використанням засобів зв'язку екстрене повідомлення за формою згідно з додатком 1: підприємству, де працює потерпілий; робочому органу виконавчої дирекції Фонду за місцезнаходженням підприємства, де працює потерпілий, або за місцем настання нещасного випадку з особою, яка забезпечує себе роботою самостійно; установі (закладу) державної санітарно-епідеміологічної служби (далі – установа державної санітарно-епідеміологічної служби), які обслуговують підприємство, де працює потерпілий, або такій установі за місцем настання нещасного випадку з особою, яка забезпечує себе роботою самостійно, – у разі виявлення гострого професійного захворювання (отруєння).

Роботодавець, одержавши повідомлення про нещасний випадок (крім випадків, передбачених пунктом 41 цього Порядку), зобов'язаний негайно:

- 1) повідомити з використанням засобів зв'язку про нещасний випадок: робочий орган виконавчої дирекції Фонду за місцезнаходженням підприємства за встановленою Фондом формою; підприємство, де працює потерпілий, – якщо потерпілий є працівником іншого підприємства; органи державної пожежної охорони за місцезнаходженням підприємства – у разі нещасного випадку, що стався внаслідок пожежі; установу державної санітарно-епідеміологічної служби, яка обслуговує підприємство, – у разі виявлення гострого професійного захворювання (отруєння);

- 2) утворити наказом комісію з розслідування нещасного випадку (далі – комісія) у складі не менше ніж три особи та організувати розслідування.

До складу комісії включаються керівник (спеціаліст) служби охорони праці або посадова особа, на яку роботодавцем покладено виконання функцій спеціаліста з питань охорони праці (голова комісії), керівник структурного підрозділу підприємства, на якому стався нещасний випадок, представник робочого органу виконавчої дирекції Фонду за

місцезнаходженням підприємства (за згодою), представник первинної організації профспілки, членом якої є потерпілий, або уповноважена найманими працівниками особа з питань охорони праці, якщо потерпілий не є членом профспілки, інші особи.

У разі настання нещасного випадку з тяжкими наслідками, у тому числі з можливою інвалідністю потерпілого, до складу комісії обов'язково включається представник робочого органу Фонду за місцезнаходженням підприємства.

До складу комісії не може включатися керівник робіт, який безпосередньо відповідає за стан охорони праці на робочому місці, де стався нещасний випадок.

У разі виявлення гострого професійного захворювання (отруєння) до складу комісії включається також представник установи державної санітарно-епідеміологічної служби, яка обслуговує підприємство, та робочого органу виконавчої дирекції Фонду за місцезнаходженням підприємства.

На підприємствах, де немає структурних підрозділів, до складу комісії включається представник роботодавця.

На суднах морського, річкового та рибпромислового флоту під час плавання або перебування в іноземних портах комісія утворюється капітаном, про що повідомляється власник судна.

Потерпілий або особа, яка представляє його інтереси, не включається до складу комісії, але має право брати участь у її засіданнях, висловлювати свої пропозиції, додавати до матеріалів розслідування документи, що стосуються нещасного випадку, давати відповідні пояснення, в тому числі викладати в усній і письмовій формі особисту думку щодо обставин і причин нещасного випадку та одержувати від голови комісії інформацію про хід проведення розслідування.

Члени комісії мають право одержувати письмові та усні пояснення від роботодавця, посадових осіб та інших працівників підприємства, а також проводити опитування потерпілих та свідків нещасного випадку.

У разі, коли нещасний випадок стався з особою, яка забезпечує себе роботою самостійно (крім випадків, передбачених пунктом 41 цього Порядку), розслідування організовує робочий орган виконавчої дирекції Фонду за місцем настання нещасного випадку, для чого утворює наказом комісію у складі не менше ніж три особи.

До складу комісії включаються представники робочого органу виконавчої дирекції Фонду (голова комісії) за місцем настання нещасного випадку, райдержадміністрації – у разі настання нещасного випадку у місті районного значення чи районі м. Києва і Севастополя, або облдержадміністрації – у разі настання нещасного випадку у місті обласного значення (далі – місцева держадміністрація), первинної організації профспілки, членом якої є потерпілий, потерпілий або особа, яка представляє його інтереси. У разі гострого професійного захворювання (отруєння) до складу комісії також включається представник установи державної санітарно-епідеміологічної служби за місцем настання нещасного випадку.

Комісія зобов'язана протягом трьох діб:

обстежити місце нещасного випадку, одержати пояснення потерпілого, якщо це можливо, опитати свідків нещасного випадку та причетних до нього осіб;

визначити відповідність умов праці та її безпеки вимогам законодавства про охорону праці;

з'ясувати обставини і причини нещасного випадку;

визначити, чи пов'язаний цей випадок з виробництвом;

установити осіб, які допустили порушення вимог законодавства про охорону праці, розробити заходи щодо запобігання подібним нещасним випадкам;

скласти акт розслідування нещасного випадку за формою Н-5 згідно з додатком 2 у трьох примірниках (далі – акт форми Н-5), а також акт про нещасний випадок, пов'язаний з виробництвом, за формою Н-1 згідно з додатком 3 у шести примірниках (далі – акт форми Н-1), якщо цей нещасний випадок визнано таким, що пов'язаний з виробництвом, або акт про нещасний випадок, не пов'язаний з виробництвом, за формою НПВ згідно з додатком 4, якщо цей нещасний випадок визнано таким, що не пов'язаний з виробництвом (далі – акт форми НПВ), і передати їх на затвердження роботодавцю;

у разі виявлення гострого професійного захворювання (отруєння), пов'язаного з виробництвом, крім акта форми Н-1 скласти також у чотирьох примірниках карту обліку професійного захворювання (отруєння) за формою П-5 згідно з додатком 5 (далі – карта форми П-5).

Акти форми Н-5 і форми Н-1 (або форми НПВ) підписуються

головою і всіма членами комісії. У разі незгоди із змістом зазначених актів член комісії письмово викладає свою окрему думку, яка додається до акта форми Н-5 і є його невід'ємною частиною, про що робиться запис в акті форми Н-5.

У випадках, зазначених у пункті 35 цього Порядку, або у разі виникнення потреби у проведенні лабораторних досліджень, експертизи, випробувань для встановлення обставин і причин нещасного випадку строк розслідування може бути продовжено за погодженням з територіальним органом Держнаглядохоронпраці за місцезнаходженням підприємства, але не більше ніж на місяць, про що роботодавець видає наказ.

Визнаються пов'язаними з виробництвом нещасні випадки, що сталися з працівниками під час виконання трудових обов'язків, у тому числі у відрядженні, а також ті, що сталися у період:

- перебування на робочому місці, на території підприємства або в іншому місці, пов'язаному з виконанням роботи, починаючи з моменту прибуття працівника на підприємство до його відбуття, який повинен фіксуватися відповідно до вимог правил внутрішнього трудового розпорядку підприємства, у тому числі протягом робочого та надурочного часу, або виконання завдань роботодавця в неробочий час, під час відпустки, у вихідні, святкові та неробочі дні;

- підготовки до роботи та приведення в порядок після закінчення роботи знарядь виробництва, засобів захисту, одягу, а також виконання заходів особистої гігієни, пересування по території підприємства перед початком роботи і після її закінчення;

- проїзду на роботу чи з роботи на транспортному засобі, що належить підприємству, або на іншому транспортному засобі, наданому роботодавцем;

- використання власного транспортного засобу в інтересах підприємства з дозволу або за дорученням роботодавця в установленому роботодавцем порядку;

- виконання дій в інтересах підприємства, на якому працює потерпілий, тобто дій, які не належать до трудових обов'язків працівника (подання необхідної допомоги іншому працівникові, дій щодо запобігання аваріям або рятування людей та майна підприємства, інших дій за розпорядженням або дорученням роботодавця);

ліквідації аварії, наслідків надзвичайної ситуації техногенного і природного характеру на виробничих об'єктах і транспортних засобах, що використовуються підприємством;

подання необхідної допомоги або рятування людей, виконання дій, пов'язаних із запобіганням нещасним випадкам з іншими особами у процесі виконання трудових обов'язків;

надання підприємством шефської допомоги;

перебування у транспортному засобі або на його стоянці, на території вахтового селища, у тому числі під час змінного відпочинку, якщо настання нещасного випадку пов'язане з виконанням потерпілим трудових обов'язків або з впливом на нього небезпечних чи шкідливих виробничих факторів або середовища;

прямування працівника до об'єкта (між об'єктами);

обслуговування за затвердженими маршрутами або до будь-якого об'єкта за дорученням роботодавця;

прямування до/чи з місця відрядження згідно з установленим завданням.

Визнаються пов'язаними з виробництвом також випадки:

раптового погіршення стану здоров'я працівника або його смерті внаслідок гострої серцево-судинної недостатності під час перебування на підземних роботах (видобування корисних копалин, будівництво, реконструкція, технічне переоснащення і капітальний ремонт шахт, рудників, копалень, метрополітенів, підземних каналів, тунелів та інших підземних споруд, геологорозвідувальні роботи, які проводяться під землею) чи після виведення працівника на поверхню з ознаками гострої серцево-судинної недостатності, що підтверджено медичним висновком;

скоєння самогубства працівником плавскладу на судах морського, річкового та рибпромислового флоту в разі перевищення обумовленого колективним договором строку перебування у рейсі або його смерті під час перебування у рейсі внаслідок впливу психофізіологічних, небезпечних чи шкідливих виробничих факторів.

Нещасні випадки, пов'язані із завданням тілесних ушкоджень іншою особою, або вбивство працівника під час виконання чи у зв'язку з виконанням ним трудових (посадових) обов'язків чи дій в інтересах підприємства незалежно від порушення кримінальної справи розслідуються відповідно до цього Порядку. Такі випадки визнаються

пов'язаними з виробництвом (крім випадків, що сталися з особистих мотивів).

Нещасні випадки, що сталися внаслідок раптового погіршення стану здоров'я працівника під час виконання ним трудових (посадових) обов'язків (крім випадків, зазначених у пункті 15 цього Порядку, у разі відсутності умов, зазначених у пункті 18 цього Порядку), визнаються пов'язаними з виробництвом за умови, що погіршення стану здоров'я працівника сталося внаслідок впливу небезпечних чи шкідливих виробничих факторів, що підтверджено медичним висновком, або якщо потерпілий не проходив медичного огляду, передбаченого законодавством, а робота, що виконувалася, протипоказана потерпілому відповідно до медичного висновку про стан його здоров'я.

Медичний висновок щодо зв'язку погіршення стану здоров'я працівника з впливом на нього небезпечних чи шкідливих виробничих факторів або щодо протипоказання за станом здоров'я працівника виконувати зазначену роботу видається лікувально-профілактичним закладом за місцем лікування потерпілого на запит роботодавця та/або голови комісії.

Не визнаються пов'язаними з виробництвом нещасні випадки, що сталися з працівниками:

- за місцем постійного проживання на території польових і вахтових селищ;

- під час використання ними в особистих цілях транспортних засобів, машин, механізмів, устаткування, інструментів, що належать або використовуються підприємством (крім випадків, що сталися внаслідок їх несправності);

- унаслідок отруєння алкоголем, наркотичними засобами, токсичними чи отруйними речовинами, а також унаслідок їх дії (асфіксія, інсульт, зупинка серця тощо), за наявності відповідного медичного висновку, якщо це не пов'язане із застосуванням таких речовин у виробничих процесах чи порушенням вимог безпеки щодо їх зберігання і транспортування або якщо потерпілий, який перебував у стані алкогольного, токсичного чи наркотичного сп'яніння, до нещасного випадку був відсторонений від роботи відповідно до вимог правил внутрішнього трудового розпорядку підприємства або колективного договору;

- у разі підтвердженого відповідним медичним висновком алкогольного, токсичного чи наркотичного сп'яніння, не зумовленого виробничим

процесом, яке стало основною причиною нещасного випадку за відсутності технічних та організаційних причин його настання;

під час скоєння ними злочину, що встановлено обвинувальним вироком суду;

у разі смерті або самогубства (крім випадків, зазначених у пункті 15 цього Порядку).

Роботодавець, а у разі нещасного випадку, що стався з особою, яка забезпечує себе роботою самостійно, – керівник робочого органу виконавчої дирекції Фонду, який призначив комісію, повинен розглянути і затвердити примірники актів форми Н-5 і форми Н-1 (або форми НПВ) протягом доби після одержання матеріалів, підготовлених комісією за підсумками її роботи (далі – матеріали розслідування).

До першого примірника акта форми Н-5 додаються примірник акта форми Н-1 (або форми НПВ), примірник карти форми П-5 – у разі гострого професійного захворювання (отруєння), пояснення свідків та потерпілого (у разі їх наявності), витяги з експлуатаційної документації, схеми, фотографії, інші документи, що характеризують стан робочого місця (машини, механізму, устаткування, апаратури тощо), а у разі потреби – також висновок лікувально-профілактичного закладу про стан сп'яніння, наявність в організмі потерпілого алкоголю, наркотичних чи отруйних речовин.

На вимогу потерпілого або особи, яка представляє його інтереси, голова комісії зобов'язаний ознайомити його з документами, що містяться в матеріалах розслідування.

Нещасні випадки реєструються у журналі за формою згідно з додатком 6 роботодавцем, а у разі нещасного випадку, що стався з особою, яка забезпечує себе роботою самостійно, – робочим органом виконавчої дирекції Фонду, в якому зареєстровано цю особу.

Примірник затвердженого акта форми Н-5 разом з примірником затвердженого акта форми Н-1 (або форми НПВ) і примірником матеріалів розслідування карти форми П-5 – у разі виявлення гострого професійного захворювання (отруєння), протягом трьох діб надсилаються роботодавцем керівникові (спеціалістові) служби охорони праці або посадовій особі (спеціалісту), на яку роботодавцем покладено виконання функцій з питань охорони праці, підприємства, працівником якого є потерпілий.

Примірник затвердженого акта форми Н-5 разом з примірником затвердженого акта форми Н-1 (або форми НПВ), примірник карти форми П-5 – у разі виявлення гострого професійного захворювання (отруєння) протягом трьох діб надсилаються роботодавцем: потерпілому або особі, яка представляє його інтереси; робочому органу виконавчої дирекції Фонду за місцезнаходженням підприємства.

Примірник затвердженого акта форми Н-1 (або форми НПВ) протягом трьох діб надсилається роботодавцем:

керівникові структурного підрозділу підприємства, де стався нещасний випадок, для здійснення заходів щодо запобігання подібним випадкам;

територіальному органу Держнаглядохоронпраці за місцезнаходженням підприємства;

первинній організації профспілки, представник якої брав участь у роботі комісії, або уповноваженій найманими працівниками особі з питань охорони праці, якщо потерпілий не є членом профспілки.

Копія акта форми Н-1 надсилається органу, до сфери управління якого належить підприємство, а у разі відсутності такого органу – місцевій держадміністрації.

У разі гострого професійного захворювання (отруєння) копія акта форми Н-1 надсилається разом з примірником карти форми П-5 до установи державної санітарно-епідеміологічної служби, яка обслуговує підприємство, працівником якого є потерпілий, і веде облік випадків гострих професійних захворювань (отруень).

У разі розслідування нещасного випадку, що стався з особою, яка забезпечує себе роботою самостійно, робочий орган виконавчої дирекції Фонду, який призначив комісію, протягом трьох діб надсилає примірник затвердженого акта форми Н-5 разом з примірником затвердженого акта форми Н-1 (або форми НПВ), примірником карти форми П-5 – у разі виявлення гострого професійного захворювання (отруєння): потерпілому або особі, яка представляє його інтереси; робочому органу виконавчої дирекції Фонду, в якому зареєстровано особу, яка забезпечує себе роботою самостійно, разом з матеріалами розслідування.

Примірник затвердженого акта форми Н-1 (або форми НПВ) протягом трьох діб надсилається: місцевій держадміністрації для здійснення заходів щодо запобігання подібним випадкам; територіальному органу Держнаглядохоронпраці за місцем настання нещасного

випадку; профспілковій організації, представник якої брав участь у роботі комісії.

У разі гострого професійного захворювання (отруєння) копія акта форми Н-1 надсилається разом з примірником карти форми П-5 також до установи державної санітарно-епідеміологічної служби за місцем настання нещасного випадку, яка веде облік випадків гострих професійних захворювань (отруєнь).

Примірник акта форми Н-5 разом з примірником акта форми Н-1 (або форми НПВ), карти форми П-5 – у разі виявлення гострого професійного захворювання (отруєння), матеріалами розслідування підлягає зберіганню на підприємстві протягом 45 років, у разі реорганізації підприємства – передаються правонаступникові, який бере на облік цей нещасний випадок, а у разі ліквідації підприємства – до державного архіву.

У робочому органі виконавчої дирекції Фонду примірник акта форми Н-5 разом з примірником акта форми Н-1 (або форми НПВ), карти форми П-5 – у разі виявлення гострого професійного захворювання (отруєння) підлягає зберіганню протягом 45 років.

Спеціальне розслідування нещасних випадків.

Спеціальному розслідуванню підлягають:

- нещасні випадки із смертельними наслідками;
- групові нещасні випадки, які сталися одночасно з двома і більше працівниками, незалежно від ступеня тяжкості ушкодження їх здоров'я;
- випадки смерті працівників на підприємстві;
- випадки зникнення працівників під час виконання трудових (посадових) обов'язків;

нещасні випадки з тяжкими наслідками, у тому числі з можливою інвалідністю потерпілого (за рішенням органів Держнаглядохоронпраці).

Віднесення нещасних випадків до таких, що спричинили тяжкі наслідки, у тому числі до нещасних випадків з можливою інвалідністю потерпілого, здійснюється відповідно до Класифікатора розподілу травм за ступенем тяжкості, що затверджується МОЗ.

Про груповий нещасний випадок, нещасний випадок із смертельним наслідком, нещасний випадок з тяжким наслідком, випадок смерті працівника на підприємстві, а також випадок зникнення працівника під час виконання ним трудових (посадових) обов'язків роботодавця

зобов'язаний негайно передати з використанням засобів зв'язку повідомлення за формою згідно з додатком 9:

територіальному органу Держнаглядохоронпраці за місцезнаходженням підприємства;

органу прокуратури за місцем настання нещасного випадку;

робочому органу виконавчої дирекції Фонду за місцезнаходженням підприємства;

органу, до сфери управління якого належить підприємство (у разі його відсутності – місцевій держадміністрації);

установі державної санітарно-епідеміологічної служби, яка обслуговує підприємство, – у разі гострих професійних захворювань (отруєнь);

первинній організації профспілки, членом якої є потерпілий;

органу з питань захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій за місцем настання нещасного випадку та іншим органам (у разі потреби).

Про груповий нещасний випадок, нещасний випадок із смертельним наслідком, нещасний випадок, що спричинив тяжкі наслідки, а також про випадок смерті або зникнення під час виконання робіт особи, яка забезпечує себе роботою самостійно, робочий орган виконавчої дирекції Фонду зобов'язаний негайно передати з використанням засобів зв'язку повідомлення 9:

територіальному органу Держнаглядохоронпраці за місцем настання нещасного випадку;

органу прокуратури за місцем настання нещасного випадку;

місцевій держадміністрації;

установі державної санітарно-епідеміологічної служби за місцем настання нещасного випадку – у разі гострих професійних захворювань (отруєнь);

органу з питань захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій та іншим органам (у разі потреби).

Зазначені у цьому пункті органи (організації) повідомляють про нещасний випадок органи (організації) вищого рівня.

Повідомлення надсилається також у разі, коли смерть потерпілого настала внаслідок нещасного випадку, що стався раніше. Спеціальне розслідування такого випадку здійснюється в установленому порядку з використанням матеріалів раніше проведеного розслідування.

Спеціальне розслідування нещасного випадку (крім випадків, передбачених пунктом 43 цього Порядку) проводиться комісією із спеціального розслідування нещасного випадку (далі – спеціальна комісія), що призначається наказом керівника територіального органу Держнаглядохоронпраці за місцезнаходженням підприємства або за місцем настання нещасного випадку, якщо він стався з особою, яка забезпечує себе роботою самостійно, чи внаслідок дорожньо-транспортної пригоди, за погодженням з органами, представники яких входять до її складу.

До складу спеціальної комісії включаються:

посадова особа територіального органу Держнаглядохоронпраці (голова комісії);

представник робочого органу виконавчої дирекції Фонду за місцезнаходженням підприємства або за місцем настання нещасного випадку, якщо він стався з особою, яка забезпечує себе роботою самостійно, чи внаслідок дорожньо-транспортної пригоди;

представник органу, до сфери управління якого належить підприємство, а у разі його відсутності – місцевій держадміністрації, якщо нещасний випадок стався з особою, яка забезпечує себе роботою самостійно, чи внаслідок дорожньо-транспортної пригоди;

керівник (спеціаліст) служби охорони праці підприємства або інший представник роботодавця;

представник первинної організації профспілки підприємства, членом якої є потерпілий, або уповноважена найманими працівниками особа з питань охорони праці, якщо потерпілий не є членом профспілки;

представник профспілкового органу вищого рівня;

представник установи державної санітарно-епідеміологічної служби, яка обслуговує підприємство, або такої установи за місцем настання нещасного випадку, якщо він стався з особою, яка забезпечує себе роботою самостійно, – у разі розслідування випадку гострого професійного захворювання (отруєння);

представник інспекції державного технічного нагляду Мінагрополітики – якщо нещасний випадок стався під час експлуатації зареєстрованих в інспекції сільськогосподарських машин (трактори, самохідні шасі, самохідні сільськогосподарські, дорожньо-будівельні і меліоративні машини, тракторні причеми, обладнання тваринницьких ферм, посівні та збиральні машини).

Залежно від кількості загиблих, характеру і можливих наслідків аварії до складу спеціальної комісії можуть бути включені спеціалісти органу з питань захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій, представники органів охорони здоров'я та інших органів.

Потерпілий або особа, яка представляє його інтереси, не включається до складу спеціальної комісії, але має право брати участь у засіданнях комісії, висловлювати свої пропозиції, додавати до матеріалів розслідування документи, що стосуються нещасного випадку, викладати особисту думку щодо обставин і причин нещасного випадку та одержувати від голови комісії інформацію про хід проведення розслідування.

Роботодавець (якщо постраждав роботодавець – орган, до сфери управління якого належить підприємство, а у разі його відсутності – місцева держадміністрація або виконавчий орган місцевого самоврядування) зобов'язаний забезпечити належні умови і сприяти роботі спеціальної комісії.

Члени спеціальної комісії мають право одержувати письмові та усні пояснення від роботодавця, посадових осіб, працівників підприємства, а також проводити опитування потерпілих та інших осіб – свідків нещасного випадку.

Спеціальне розслідування групового нещасного випадку, під час якого загинуло 5 і більше осіб або травмовано 10 і більше осіб, проводиться спеціальною комісією, яка призначається наказом Держнаглядохоронпраці. До складу цієї комісії включаються керівники Держнаглядохоронпраці, органу, до сфери управління якого належить підприємство, місцевого органу виконавчої влади, виконавчої дирекції Фонду, галузевого або територіального об'єднання профспілок, роботодавця, представники первинних організацій профспілок, членами яких є потерпілі, або уповноважені найманими працівниками особи з питань охорони праці, якщо потерпілі не є членами профспілок, відповідного органу з питань захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій (у разі необхідності), органів охорони здоров'я та інших органів.

Спеціальне розслідування групового нещасного випадку, під час якого загинуло від 2 до 4 осіб, проводиться спеціальною комісією, яка призначається наказом Держнаглядохоронпраці або за його дорученням наказом територіального органу Держнаглядохоронпраці і до складу

якої входять представники органів, зазначених в абзацах третьому – десятому пункту 42 цього Порядку, за погодженням з цими органами. Залежно від кількості загиблих, характеру і можливих наслідків аварії, причетності кількох підприємств склад спеціальної комісії може бути доповнено представниками інших підприємств, установ і організацій.

У разі коли Кабінетом Міністрів України прийнято спеціальне рішення щодо утворення комісії з розслідування групового нещасного випадку (аварії, що призвела до нещасних випадків), головою спеціальної комісії призначається посадова особа Держнаглядохоронпраці, яка входить до складу комісії, утвореної Кабінетом Міністрів України.

Спеціальне розслідування нещасних випадків, що сталися на ядерних установках, підконтрольних Держатомрегулювання, проводиться комісією, яка призначається Держатомрегулювання.

Спеціальне розслідування нещасних випадків, що сталися з працівниками або особами, які забезпечують себе роботою самостійно, і спричинили тяжкі наслідки, у тому числі нещасних випадків з можливою інвалідністю потерпілого, проводиться за рішенням територіального органу Держнаглядохоронпраці залежно від характеру і ступеня тяжкості травми спеціальною комісією. Про рішення щодо проведення (відмови у проведенні) спеціального розслідування такого нещасного випадку територіальний орган Держнаглядохоронпраці протягом доби повідомляє роботодавця та відповідний робочий орган виконавчої дирекції Фонду з використанням засобів зв'язку в установленому Держнаглядохоронпраці порядку.

Якщо територіальним органом Держнаглядохоронпраці не прийнято рішення про проведення спеціального розслідування такого нещасного випадку, розслідування проводиться роботодавцем або відповідним робочим органом виконавчої дирекції Фонду згідно з пунктами 3-36 цього Порядку.

Спеціальне розслідування нещасного випадку проводиться протягом 10 робочих днів. У разі необхідності строк спеціального розслідування може бути продовжений органом, який призначив спеціальну комісію.

Спеціальна комісія зобов'язана:

обстежити місце, де стався нещасний випадок, одержати письмові чи усні пояснення від роботодавця і його представників, посадових осіб,

працівників підприємства, потерпілого, якщо це можливо, опитати інших осіб – свідків нещасного випадку та осіб, причетних до нього;

визначити відповідність умов праці та її безпеки вимогам законодавства про охорону праці;

з'ясувати обставини і причини нещасного випадку;

визначити, чи пов'язаний цей випадок з виробництвом;

установити осіб, які допустили порушення вимог законодавства про охорону праці, а також розробити заходи щодо запобігання подібним нещасним випадкам;

зустрітися з потерпілими або членами їх сімей чи особами, які представляють їх інтереси, з метою розгляду питань щодо розв'язання соціальних проблем, які виникли внаслідок нещасного випадку, внесення пропозицій щодо їх розв'язання відповідним органам, а також дати потерпілим (членам їх сімей, особам, які представляють інтереси потерпілих) роз'яснення щодо їх прав у зв'язку з настанням нещасного випадку.

Під час спеціального розслідування роботодавець зобов'язаний:

зробити у разі необхідності фотознімки місця, де стався нещасний випадок, пошкоджених об'єктів, машин, механізмів, устаткування, інструменту, а також надати спеціальній комісії технічну документацію та інші необхідні матеріали;

створити належні умови для роботи спеціальної комісії, забезпечити її для цілей розслідування транспортними засобами, засобами зв'язку, службовими приміщеннями;

організувати у разі розслідування випадків гострого професійного захворювання (отруєння) медичне обстеження працівників відповідної дільниці підприємства;

забезпечити проведення необхідних лабораторних досліджень, випробувань, технічних розрахунків, експертизи тощо;

організувати друкування, тиражування і оформлення в необхідній кількості матеріалів спеціального розслідування, передбачених пунктом 54 цього Порядку.

Роботодавець, працівником якого є потерпілий, компенсує витрати, пов'язані з діяльністю спеціальної комісії та залучених до її роботи спеціалістів. Відшкодування витрат на відрядження працівників, які є членами спеціальної комісії або залучені до її роботи, роботодавець

здійснює в розмірах, передбачених нормами відшкодування витрат на відрядження за рахунок валових витрат, шляхом переказу відповідної суми на реєстраційні рахунки, відкриті в органах Державного казначейства бюджетним установам, та поточні рахунки, відкриті у банківських установах на території України суб'єктами господарювання.

За результатами спеціального розслідування складаються акт форми Н-5, акт форми Н-1 стосовно кожного потерпілого, нещасний випадок з яким визнано таким, що пов'язаний з виробництвом, або форми НПВ в іншому випадку, карта форми П-5 стосовно кожного потерпілого у разі настання гострого професійного захворювання (отруєння), пов'язаного з виробництвом, а також оформляються інші матеріали спеціального розслідування, передбачені пунктами 54 і 55 цього Порядку.

Примірники актів форми Н-5, форми Н-1 (або форми НПВ) підписуються головою і всіма членами спеціальної комісії протягом п'яти днів після оформлення матеріалів спеціального розслідування. У разі незгоди із змістом акта форми Н-5, форми Н-1 (або форми НПВ) член комісії письмово викладає окрему думку, яка додається до акта і є його невід'ємною частиною, про що зазначається в акті форми Н-5.

Керівник органу Держнаглядохоронпраці або Держатомрегулювання, який призначив спеціальну комісію, повинен розглянути і затвердити примірники актів форми Н-5 та форми Н-1 (або форми НПВ) протягом доби після надходження матеріалів спеціального розслідування.

На вимогу потерпілого або особи, яка представляє його інтереси, голова спеціальної комісії зобов'язаний ознайомити їх з документами, що містяться в матеріалах спеціального розслідування.

До матеріалів спеціального розслідування належать:

копія рішення Кабінету Міністрів України про створення комісії з розслідування групового нещасного випадку (аварії з потерпілими), якщо воно приймалось;

копія наказу органу Держнаглядохоронпраці або Держатомрегулювання про призначення спеціальної комісії;

примірник акта форми Н-5;

примірник акта форми Н-1 (або форми НПВ) стосовно кожного потерпілого, примірник карти форми П-5 стосовно кожного потерпілого у разі виявлення гострого професійного захворювання (отруєння), пов'язаного з виробництвом;

протокол огляду місця, де стався нещасний випадок, згідно з додатком 10;

ескіз місця, де стався нещасний випадок, згідно з додатком 11, необхідні плани, схеми, фотознімки такого місця, пошкоджених об'єктів, машин, механізмів, устаткування, інструменту тощо;

висновок експертної комісії, якщо вона утворювалася, та висновок експертизи (науково-технічної, медичної тощо), якщо вона проводилася;

медичний висновок про причини смерті або характер і ступінь тяжкості травми потерпілого, а також про стан алкогольного, токсичного чи наркотичного сп'яніння;

висновок лікувально-профілактичного закладу про розслідування випадків виявлення гострих професійних захворювань (отруєнь), результати санітарно-гігієнічних досліджень факторів виробничого середовища і трудового процесу, проведених установами, організаціями, лабораторіями, яким надано право проводити такі дослідження (у разі їх проведення);

протоколи рішень спеціальної комісії про розподіл функцій між членами цієї комісії та про призначення експертної комісії;

протоколи опитування та пояснювальні записки потерпілих, свідків та інших осіб, причетних до нещасного випадку, згідно з додатком 12;

копії документів про проходження потерпілим навчання та інструктажів з охорони праці;

витяги із законів та інших нормативно-правових актів з охорони праці, вимоги яких були порушені;

копії приписів, протоколів про адміністративні правопорушення, що стосуються нещасного випадку, виданих роботодавцеві посадовими особами органів державного нагляду за охороною праці до настання нещасного випадку і під час його розслідування;

довідка про матеріальну шкоду, заподіяну внаслідок настання нещасного випадку, та надання потерпілому чи членам його сім'ї матеріальної допомоги.

НІКОТИН – сильно токсичний рослинний алкалоїд. Тютюн вміщує 0,5–0,8 % **Н.**, однак його спеціальні види, які вирощують з метою отримання алкалоїдів можуть вміщувати до 15 % **Н.** Він потрапляє в організм в результаті паління тютюну або дихання повітрям, забрудненим тютюновим димом, а також може потрапити в організм через

шкіру, тому що легко розчиняється як у воді, так і в органічних розчинниках. Смертельною для людини є доза 50–100 мг, але навіть після одержання дози 3–5 мг у людей спостерігається слабкість, яка зберігається декілька днів. **Н.** також має властивості канцерогенної речовини і діє на центральну нервову систему.

НІОБІЙ – хімічний елемент V групи періодичної системи. Є ізотопи від ^{90}Nb до ^{95}Nb . Важливий радіоактивний ізотоп – ^{95}Nb з періодом піврозпаду 34,9 днів, який є дочірнім продуктом розпаду цирконію (^{95}Zr), при випробовуванні ядерної зброї забруднює атмосферу і поверхню землі. Після вибуху в 1954 р. на Бікіні ^{95}Nb знайдено в попелі і в атмосферних опадах. Радіоактивний ніобій застосовується як індикатор в аналітичній хімії. При введенні ніобію в організм він рівномірно розподіляється в органах і тканинах і спричиняє розвиток доброякісних і злоякісних пухлин.

НІТРАТИ – солі нітрогенної кислоти (HNO_3). **Н.** використовують як добрива, при виробництві вибухових речовин. Якщо не дотримуватися норм внесення добрив, вони накопичуються в харчових продуктах і призводять до важких отруєнь. Максимально допустима доза **Н.** для людини це 265 мг/доб.

НІТРИФІКАЦІЯ – процес перетворення речовин, що містять нітрати, у форму, яка засвоюється вищими рослинами.

НОМОГЕНЕЗ – еволюція організмів на основі внутрішніх притаманних організму реакцій на зовнішній вплив.

НООСФЕРА – сфера розуму, вища стадія розвитку біосфери, яка пов'язана з виникненням і становленням цивілізованої людини. Вчення про ноосферу розроблено академіком В. І. Вернадським.

НУКЛІДИ – загальна назва атомних ядер, які відрізняються числом нейтронів і протонів. Нукліди з однаковою кількістю протонів і різною кількістю нейтронів називають ізотопами.

НУКЛОНИ – загальна назва для протонів і нейтронів, з яких складаються атомні ядра.

О

ОЗОН – триатомна молекула кисню, яка має велику хімічну активність.

ОЗОНОСФЕРА – шар атмосфери у межах стратосфери, який знаходиться на висоті 17–25 км над поверхнею планети і відзначається підвищеною концентрацією молекул озону (у 10 разів вище, ніж біля поверхні Землі), поглинає жорстке ультрафіолетове випромінювання, згубне для організмів. Згідно з офіційними даними ООН, скорочення озонового шару всього на 1 % означає появу у світі 100 тис. нових випадків катаракти ока і 10 тис. випадків раку шкіри. Причиною руйнування озонового шару можуть бути не тільки викиди хімічних речовин (фреонів, окисів азоту), пов'язаних з діяльністю людини, але й їх природні процеси. Наприклад, не виключається і вплив газів, які утворюються у процесі вулканічної діяльності у надрах планети, а також зниження концентрації кисню внаслідок діяльності людини.

ОЗОНУВАННЯ – обробка води або повітря з метою знешкодження мікроорганізмів або руйнування хімічних речовин.

ОКИС КАРБОНУ (СО) – чадний газ, продукт неповного окислення карбону, газ без кольору і без запаху, малорозчинний у воді, але добре змішується з повітрям. **О. к.** в малих кількостях є в земній атмосфері, також міститься в топкових газах, викидних газах автомобілів (2–10 %), тютюновому димі (0,5–1 %). **О. к.** отруйний, має кумулятивний ефект, а час життя в атмосфері становить 2–4 місяці. Ступінь отруєння залежить від тривалості впливу і його концентрації. У виробничих приміщеннях допускається концентрація не вище 0,03 мг/л. Важчий за повітря. Не затримується активованим вугіллям.

ОКИСИ НІТРОГЕНУ (N_xO_y) – дуже небезпечні для людей і природного середовища сполуки, які утворюються при високій температурі в камері спалювання теплових електростанцій і двигунів внутрішнього згорання в результаті окислення нітрогену, який є в атмосферному повітрі і в паливі. **О. н.** виникають також під час горіння палива в домашніх господарствах і навіть при палінні цигарок.

ОКСАРБЕНТ – хімічна речовина, яка поглинає кисень.

ОКСИГЕНАЦІЯ – насичення середовища киснем.

ОНКОГЕННИЙ – такий, що спричиняє зростання пухлин.

ОНТОГЕНЕЗ – індивідуальний розвиток живого організму.

ОСАД СТІЧНИХ ВОД – осідаюча при очищенні стічних каналізаційних вод багнюка, що складається з частинок органічної і неорганічної природи. В усіх розвинутих державах існує проблема поховання цих відходів. Їх частково використовують як добрива у сільському господарстві, спалюють, вивозять на звалища або у спеціальні сховища. У складі осаду можуть бути токсичні речовини.

ОСВІТЛЕННЯ – використання світлової енергії небесних світил і джерел штучного світла для забезпечення візуального сприйняття навколишнього світу. Для виконання розрахунків освітлення слід засвоїти такі визначення.

Адаптація – пристосування ока до зміни умов рівня освітленості.

Акомодація – пристосування ока до виразного бачення предметів, які перебувають від нього на неоднаковій відстані, за допомогою зміни кривизни кришталика.

Конвергенція – здатність ока при розгляді близьких предметів займати положення, при якому зорові осі обох очей перетинаються на предметі.

Площа вікон – сумарна площа світлових прорізів (у світлі), що перебувають у зовнішніх стінах освітлюваного приміщення.

Відносна площа світлових отворів – відношення площі ліхтарів або вікон до освітлюваної площі підлоги приміщення, виражене у відсотках.

Загальне освітлення – освітлення, при якому світильники розміщуються у верхній зоні приміщення рівномірно (загальне рівномірне освітлення) або відносно до розташування устаткування (загальне локалізоване освітлення).

Відбитий блиск – характеристика відбиття світлового потоку від робочої поверхні у напрямку очей працівника, що визначає зниження видимості внаслідок надмірного збільшення яскравості робочої поверхні, що знижує контраст між об'єктом і фоном.

Світловий потік (Ф) – це потужність світлового видимого випромінювання, що оцінюється оком людини за світловими відчуттями. Одиницею світлового потоку є люмен (лм). 1 лм дорівнює світловому

поток, що випускається абсолютно чорним тілом при температурі плавлення платини (1 769 °C).

Сила світла (I) – це величина, що визначається відношенням світлового потоку (Φ) до тілесного кута (ω), у межах якого світловий потік рівномірно розподіляється. Сила світла вимірюється у канделах (кд). 1 кд – сила світла точкового джерела, яке випромінює світловий потік в 1 лм, що рівномірно розподіляється всередині тілесного кута в 1 стерadian

$$I = \Phi / \omega,$$

де Φ – світловий потік (лм);

ω – тілесний кут (°).

Тілесним кутом називається частина простору, обмежена конусом, з його вершиною в центрі кулі, що опирається на його поверхню.

За одиницю тілесного кута (1 стерadian) приймається кут, що, маючи вершину в центрі кулі, висікає на її поверхні ділянку, площа якої S дорівнює квадрату радіуса цієї кулі.

Яскравість (B) визначається як відношення сили світла, що випромінюється елементом поверхні в даному напрямку, до площі освітленої поверхні

$$B = \frac{I}{S \cdot \cos \alpha},$$

де I – сила світла (кд);

S – площа поверхні (м²);

α – кут між нормаллю до елемента поверхні S і напрямком, для якого визначається яскравість (°).

Одиницею яскравості є нт (нт). 1 нт – яскравість освітленої поверхні, від якої в перпендикулярному напрямку випромінюється світло силою в 1 кд з 1 м².

Освітленість (E) – відношення світлового потоку (Φ), що падає на елемент поверхні, до площі цього елемента (S)

$$E = \Phi / S,$$

де E – освітленість (лк); Φ – світловий потік (лм); S – площа поверхні (м²).

За одиницю освітленості прийнятий люкс (лк). 1 лк – рівень освітленості поверхні площею 1 м², на яку падає, рівномірно розподіляючись, світловий потік в 1 лм.

Фон – поверхня, що прилягає безпосередньо до об'єкта аналізу, на якій він розглядається. Фон характеризується коефіцієнтом відбиття поверхні, що являє собою відношення світлового потоку, відбитого від поверхні, до світлового потоку, що падає на неї.

Фон вважається світлим при $\rho > 0,4$; середнім – при $\rho = 0,2-0,4$; темним, якщо $\rho < 0,2$.

Видимість характеризує здатність ока сприймати об'єкт. Видимість залежить від освітленості, розміру об'єкта, його яскравості, контрасту між об'єктом і фоном, тривалості експозиції.

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА – комплекс міжнародних, державних і регіональних адміністративно-господарських, політичних та суспільних заходів щодо забезпечення фізичних, хімічних і біологічних параметрів функціонування природних систем у межах, необхідних для збереження природних екосистем і здоров'я та добробуту людини.

ОЦІНКА ВПЛИВІВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ (ОВНС) – визначення масштабів і рівнів впливів діяльності людини на навколишнє середовище.

ОЧИЩЕННЯ АБСОРБЦІЙНЕ – поглинання речовин у всьому об'ємі поглинача.

ОЧИЩЕННЯ АДСОРБЦІЙНЕ – поглинання речовин поверхнею очисника.

ОЧИЩЕННЯ БІОЛОГІЧНЕ – знищення забруднюючих речовин у воді або ґрунті під дією бактерій, мікроорганізмів і зелених рослин.

ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД – вилучення зі стічних вод організмів, зважених і розчинених речовин, які можуть несприятливо вплинути на здоров'я людини і природу.

П

ПАСПОРТ ЕКОЛОГІЧНИЙ – комплексний документ, у якому наведена характеристика відносин підприємства з природним середовищем. У першій частині паспорта вміщено загальні відомості про виробництво, сировину, яку воно споживає, опис технологічних схем виробництва, схем очищення стічних вод, газовикидів, дані про тверді відходи і відомості про кращі світові технології, що зменшують шкоду навколишньому середовищу. У другій частині паспорта містяться відомості про природоохоронні заходи, які плануються з визначенням конкретних термінів, обсягів і витрат, питомих і загальних викидів шкідливих речовин до і після впровадження кожного заходу.

ПАТОГЕННІСТЬ – здатність живих організмів (як правило, мікроорганізмів) спричиняти захворювання інших організмів.

ПЕРЕНЕСЕННЯ ЗАБРУДНЕНЬ ТРАНСГРАНИЧНЕ – розповсюдження забруднень з території однієї держави на територію іншої держави.

ПЕРІОД ПІВРОЗПАДУ – час, протягом якого розпадається половина здатних до розпаду ядер хімічного елемента (дод. 4)

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{\lambda},$$

де T – період піврозпаду;

λ – постійна розпаду радіоактивного елемента або кількість атомних ядер, яка розпадається за одиницю часу.

Таблиця 11

Чотири радіоактивних ряди

Ряд	Початкове ядро	Кінцеве ядро (стабільне)
Уран-радій	$^{238}_{92}\text{U}$ (U Ra)	$^{206}_{82}\text{Pb}$
Уран-актиній	$^{235}_{92}\text{U}$ (U Ac)	$^{207}_{82}\text{Pb}$
Торій	$^{232}_{90}\text{Th}$	$^{208}_{82}\text{Pb}$
Нептуній	$^{237}_{93}\text{Np}$	$^{209}_{83}\text{Bi}$

Під час радіоактивного розпаду ядра частіше за все знову виникає радіоактивне ядро. Існують цілі радіоактивні ряди. У трьох з них початковими ядрами є ізотопи урану, що зустрічаються в природі, або торію. Четвертий ряд починається зі штучно створеного ізотопу нептунію.

ПЕРІОД РАДІАЦІЙНОЇ АВАРІЇ ЙОДНИЙ – період ранньої фази аварії, який характеризується наявністю значних викидів радіоізоотопів йоду. У цей період існує загроза надходження в організм людини цих радіонуклідів інгаляційно та з продуктами харчування і, як наслідок, опромінення щитовидної залози у населення, особливо у дітей.

ПЕСТИЦИДИ – збірна назва хімічних сполук, що використовуються для захисту рослин, тварин, сільської продукції, деревини, вовни тощо від хвороб, шкідників та паразитів (бактерициди, фунгіциди, зооциди тощо).

ПІСКОЛОВКИ – апарати, що застосовуються для попереднього виділення мінеральних та органічних забруднень у вигляді частинок розміром 0,2–0,25 мм зі стічних вод. Горизонтальні пісכולовки являють собою резервуар з трикутним або трапецієподібним поперечним перерізом. Швидкість руху води у них має бути не більше 0,3 м/с. Вертикальні пісכולовки мають прямокутну форму або форму кола, де стічні води рухаються зі швидкістю 0,05 м/с.

ПЛИВУНИ – водонасичені розсипчасті відклади (пісок, супісок, рідше суглинок), здатні під тиском ґрунтів, що знаходяться вище, переходити у нестабільний стан (розпливатися), а під час замерзання – пучитися.

ПЛУТОНІЙ – радіоактивний хімічний елемент VII групи періодичної системи; має високу радіотоксичність. Отримується при поглинанні ядрами урану нейтронів. Серед радіоактивних ізоотопів плутонію найбільше значення мають ізотопи ^{238}Pu , ^{239}Pu . Плутоній є одним із основних продуктів, які утворюються в ядерних реакторах. Має здатність, подібно до ^{238}U і ^{235}U , поділятися під дією нейтронів з виділенням великої кількості енергії і вторинних нейтронів, які можуть підтримувати ланцюгову реакцію поділу. Плутоній-239 – це практично чистий альфа-випромінювач. Період піврозпаду – 24 360 років. Тривалий період піврозпаду, добра розчинність у воді сполук плутонію, питома активність $2,27 \cdot 10^9$ Бк/г являють найбільші проблеми з радіоактивними відходами АЕС, які не пройшли ефективного очищення.

Плутоній, який потрапив до організму людини, переважно відкладається в скелеті, біологічний період напіввиводу з якого становить – 100 років (з печінки – 40 років).

Головна мета будівництва АЕС у ряді сучасних країн – це отримання плутонію, який є важливою складовою частиною ядерних боєприпасів.

ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНА РЕЧОВИНА (ПАР) – хімічна сполука зазвичай синтетичного походження, яка здатна накопичуватися в місцях двох середовищ (на поверхні поділу двох фаз) і значно знижувати їх поверхневий натяг.

ПОВІНЬ – це затоплення водою місцевості, що заподіює матеріальний збиток, погіршує стан здоров'я населення або призводить до загибелі людей. Якщо затоплення не супроводжується збитком, то це називається розлиттям ріки, озера, водоймища.

Жителі зон, у яких повені регулярно повторюються, повинні бути заздалегідь проінформовані про цю небезпеку, навчені та підготовлені до дій при погрозі і під час повені. Населення оповіщається про прогнози через мережу радіо- і телемовлення. У повідомленні про погрозу повені, крім гідрометеоданих, вказуються очікуваний час затоплення, межі затоплюваної за прогнозом території, порядок дії населення у тих або інших населених пунктах при повені, у тому числі – і порядок евакуації.

Для захисту свого будинку (квартири) і майна всі громадяни перед евакуацією повинні виконати такі операції: відключити воду, газ, електрику; загасити вогонь у печах опалення; перенести на верхні поверхи будинку (горища) коштовні предмети і речі; забрати в безпечні місця сільськогосподарський інвентар; забити (за необхідності) вікна і двері перших поверхів будинків дошками або фанерою.

При одержанні повідомлення про початок евакуації люди, що мають евакуюватися, повинні швидко зібратися і взяти з собою: паспорт та інші необхідні документи, поміщені в непромокальний пакет; гроші та цінності; медичну аптечку; комплект верхнього одягу і взуття за сезоном; постільну білизну і засоби особистої гігієни; триденний запас продуктів харчування.

Речі і продукти варто укласти у валізи або сумки. Всім евакуйованим необхідно прибути до встановленого терміну на евакуаційний пункт для реєстрації та відправлення в безпечний район. Залежно від сформованої обстановки евакуація населення проводиться спеціально

виділеним для цих цілей транспортом або пішки. При прибутті в кінцевий пункт евакуації проводиться реєстрація і організується відправлення евакуйованих у місце розміщення для тимчасового проживання.

При раптовій повені необхідно якнайшвидше зайняти найближче безпечне місце і бути готовим до організованої евакуації по воді за допомогою різних плавзасобів або пішки по бродах. У такій обстановці варто не панікувати, не втрачати самовладання і вжити заходів, що дозволяють рятувальникам вчасно знайти людей, що відрізані водою і потребують допомоги. Для цього у світлий час доби на високому мосту вивішується біле або кольорове полотнище, а в нічний час подаються світлові сигнали. До прибуття допомоги люди, що опинилися у зоні затоплення, повинні залишатися на верхніх поверхах і дахах будинків, деревах та інших піднесених місцях. У безпечних місцях варто знаходитися доти, доки не спаде вода, і не мине небезпека повені.

Потерпілим на воді має бути надана перша допомога. Людей, підібраних на поверхні води, слід переодягти в сухий одяг, дати заспокійливі засоби, а витягнутим з води або з дна водойми навіть без видимих ознак життя – зробити штучне дихання.

Зазвичай перебування людей у зоні затоплення триває до спаду води або приходу допомоги з боку рятувальників, що мають надійні засоби для евакуації в безпечний район. Самоевакуація населення на незатоплену територію проводиться у випадках необхідності невідкладної медичної допомоги постраждалим, використання або відсутності продуктів харчування, загрози погіршення обстановки або при втраті надії на допомогу ззовні. Для самоевакуації по воді застосовуються власні човни або катери, плоті з колод та інших підручних матеріалів.

Після спаду води варто остерігатися порваних і провислих електричних проводів. Про ці ушкодження, а також про руйнування водопровідних, газових або каналізаційних магістралей потрібно негайно повідомити у відповідні комунальні служби і організації. Продукти, що потрапили у воду, категорично забороняється застосовувати в їжу до перевірки представниками санітарної інспекції. Запаси питної води перед вживанням повинні бути перевірені, а наявні колодязі з питною водою – осушені шляхом викачування з них забрудненої води. Перед входом у будівлю після повені варто переконатися, що її конструкція не зазнала явних руйнувань і не являє небезпеки.

Перш ніж увійти в приміщення, необхідно протягом декількох хвилин його провітрити, відкривши входні двері або вікна. При огляді внутрішніх кімнат будинку не рекомендується як джерело світла застосовувати сірники або світильники через можливу наявність у повітрі газу. Рекомендується використовувати для цього електричні ліхтарі на батарейках. До перевірки фахівцями стану електричної мережі не можна користуватися джерелами електроенергії для освітлення або наведення порядку. Просушувати будинок потрібно, відкриваючи всі двері та вікна і одночасно прибираючи все вологе сміття і надлишкову воду. Після виконання цих операцій у міру необхідності здійснюється косметичний або капітальний ремонт будівель.

Зазначені основні правила поведінки і порядок дій населення при повені дозволяють істотно знизити можливий матеріальний збиток і зберегти життя людей, які проживають у районах, що зазнали небезпечного впливу водної стихії.

ПОВІТРЯ – природна суміш газів, що утворює атмосферу Землі. Основні компоненти сухого повітря: азот 78,08 %, кисень 20,95 %, вуглекислий газ 0,03 % а також незначна кількість, аргону, водню та інших газів.

ПОГЛИНАННЯ РАДІОАКТИВНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ РЕЧОВИНОЮ – взаємодія радіоактивного випромінювання з речовиною. Можна відзначити особливості кожного виду випромінювання при проходженні через різні матеріали. Наприклад, інтенсивність γ -випромінювання від джерела убиває зворотно пропорційно квадрату відстані, якщо можна нехтувати поглинанням. Для забезпечення захисту від випромінювання важливо дотримуватися умови «максимального віддалення від джерела».

Ослаблення γ -випромінювання в речовині засновано на таких ефектах:

Фотоефект. γ -квант проникає в оболонку атома і вибиває електрони. Цей ефект переважає при енергії γ -квантів нижче за 0,5 MeV.

Ефект Комптона. γ -квант стикається з електроном у зовнішній оболонці і передає йому частину своєї енергії. Внаслідок цього змінюється напрямок руху γ -кванта (комptonівське розсіювання), і зменшуються його енергія і частота.

Утворення пар. γ -квант пролітає безпосередньо поблизу ядра. Якщо його енергія перевищує 1,02 MeV, то він може утворити електрон-позитивну пару.

Внаслідок сильної іонізуючої дії глибина проникнення α -випромінювання у тверді тіла дуже мала. Глибина проникнення залежить, головним чином, від початкової енергії α -частинок і від властивостей поглинача. Глибина проникнення β -випромінювання більша, ніж у α -частинок, та залежить від кінетичної енергії.

ПОГЛИНУТА ДОЗА ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ – характеристика впливу іонізуючого випромінювання, що визначається відношенням середньої енергії, переданої іонізуючим випромінюванням речовині в елементарному об'ємі, до маси речовини у цьому об'ємі (одиниця в SI – грей (Гр) або керма). Потужність поглинутої дози іонізуючого випромінювання – це фізична величина, що дорівнює відношенню поглинутої дози іонізуючого випромінювання за певний інтервал часу (одиниця в SI – грей за секунду (Гр/с))

$$1 \text{ Гр} = 100 \text{ рад} = 1 \text{ Дж/кг}; 1 \text{ рад} = 10^{-2} \text{ Гр} = 100 \text{ ерг/г.}$$

Під впливом поглинутої дози в 1 Гр у кожному кілограмі біосубстрату поглинається енергія, що дорівнює одному джоулю. 1 Дж відповідає 0,239 калоріям, або $6,24 \cdot 10^{18}$ електрон-вольт, або $1 \cdot 10^5$ ерг. Похідні одиниці поглинутої дози: тисячна доза – мілігрей (мГр); мільйонна доза – мікрогрей (мкГр). Потужність поглинутої дози – це відношення дози до інтервалу часу її накопичення: D/t , (або $D \cdot t^{-1}$, або $\text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$) (дод. 2).

Поглинуті дози випромінювань різних (за своєю природою) типів викликають різкий біологічний ефект, який визначається коефіцієнтом відносної біологічної ефективності. Коефіцієнт відносної біологічної ефективності являє собою відношення поглинутої дози рентгенівського випромінювання до поглинутої дози іншого типу випромінювання, що викликає такий самий біологічний ефект. Вважають, що біологічна ефективність альфа-частинок і важких ядер віддачі у 20 разів вища, а нейтронів та протонів з енергією менше 10 МеВ – у 10 разів вища, ніж рентгенівського і гамма-випромінювання. За одиницю використовують рентгенівське випромінювання з напругою генерування 180–250 кВ.

ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА – це стан об'єкта, при якому з регламентованою ймовірністю виключається можливість виникнення й розвитку пожежі і вплив на людей небезпечних факторів пожеж, а також забезпечується захист матеріальних цінностей. Для вивчення основ пожежної безпеки необхідно користуватися такими визначеннями.

Пожежа – неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем, що розвивається в часі та просторі.

Пожежна безпека об'єкта повинна забезпечуватися системами запобігання пожежі (СЗП) і протипожежного захисту (СПЗ).

Горіння – це ланцюгова хімічна реакція окислення, що відбувається з виділенням тепла та втратою маси речовини. Для здійснення горіння необхідно мати горюче середовище, джерело запалення та окисник.

Принципи припинення горіння:

- охолодження зони горіння або речовини, що горить;
- розбавлення (розведення), тобто зниження концентрації реагуючих речовин;
- ізолювання реагуючих речовин (пального або окисника) від зони горіння;
- видалення пального або окисника з зони горіння;
- інгібування – хімічне гальмування реакції горіння.

Небезпечними факторами, що впливають на людей і матеріальні цінності при пожежі, є:

- полум'я та іскри;
- підвищена температура навколишнього середовища;
- токсичні продукти горіння і термічного розкладання;
- дим;
- знижена концентрація кисню.

Класи пожеж та їх символи визначені у табл. 12.

На кожному підприємстві з урахуванням його пожежної небезпеки наказом (інструкцією) повинен бути встановлений відповідний протипожежний режим, у тому числі визначено:

1) можливість (місце) паління, застосування відкритого вогню, побутових нагрівальних приладів;

2) порядок проведення тимчасових пожежонебезпечних робіт (у тому числі зварювальних);

3) правила проїзду і стоянки транспортних засобів;

4) місця для збереження і припустима кількість сировини, напівфабрикатів і готової продукції, які можуть одночасно перебувати у виробничих приміщеннях і на території (у місцях збереження);

5) порядок збирання горючого пилу і відходів, збереження промас-

Класи пожеж

Клас пожежі	Характеристика класу	Підклас пожежі	Характеристика підкласу	Вогнегасна речовина
<i>A</i>	горіння твердих речовин	<i>A₁</i>	горіння твердих речовин, що супроводжується тлінням (деревина, папір, текстиль);	вода, піна, інертний газ, порошок
		<i>A₂</i>	горіння твердих речовин без тління (пластмаси, каучук)	
<i>B</i>	горіння рідких речовин	<i>B₁</i>	горіння рідких речовин, нерозчинних у воді (бензин, нафтопродукти тощо);	піна, інертний газ
		<i>B₂</i>	горіння рідких речовин, розчинних у воді (спирти, ацетон та ін.)	
<i>C</i>	горіння газоподібних речовин	—	побутовий газ, водень, аміак, пропан та ін.	порошок, інертний газ
<i>D</i>	горіння металів і речовин, що містять метали	<i>D₁</i>	горіння легких металів (Al, Mg та їх сплави) за винятком лужних;	порошок, інертний газ
		<i>D₂</i>	горіння лужних металів;	
		<i>D₃</i>	горіння речовин, що містять метали (гідриди металів та ін.)	
<i>E</i>	горіння електрообладнання, що перебуває під напругою	—	горіння електрообладнання, що перебуває під напругою	порошок, інертний газ
<i>F</i>	горіння радіоактивних матеріалів	—	двоокис урану, радіоактивний вуглець	порошок, інертний газ

леного спецодягу і ганчір'я, очищення повітроводів вентиляційних систем від горючих відкладень;

6) порядок вимкнення від мережі електроустаткування у випадку пожежі;

7) порядок огляду і закриття приміщень після закінчення роботи;

8) порядок проходження посадовими особами навчання і перевірки знань з питань пожежної безпеки, а також проведення з працівниками протипожежних інструктажів і занять з пожежно-технічного мінімуму з призначенням відповідальних за їх проведення;

9) порядок організації експлуатації та обслуговування наявних технічних засобів протипожежного захисту (протипожежного водо-

проводу, насосних станцій, установок пожежної сигналізації, автоматичного пожежогасіння, димовидалення, вогнегасників тощо);

10) порядок проведення планово-попереджувальних ремонтів і оглядів електроустановок, опалювального, вентиляційного, технологічного та іншого інженерного устаткування;

11) дії працівників у випадку виникнення пожежі;

12) порядок збирання членів добровільної пожежної дружини і відповідальних посадових осіб у випадку виникнення пожежі, виклику вночі, у робочі та святкові дні.

Із метою запобігання виникнення пожежі на робочих місцях мають бути розроблені інструкції про заходи пожежної безпеки.

Інструкції повинні розроблятися на основі чинних правил та інших нормативних актів з пожежної безпеки, виходячи зі специфіки пожежної небезпеки будівель, споруд, технологічних процесів, технологічного і виробничого устаткування. Вони мають встановлювати:

- порядок і спосіб забезпечення пожежної безпеки;
- обов'язки і дії працівників при виникненні пожежі;
- порядок оповіщення людей і повідомлення про пожежу в пожежну охорону;

- порядок евакуації людей, матеріальних цінностей;
- порядок застосування засобів пожежогасіння;
- порядок взаємодії з підрозділами пожежної охорони та ін.

Інструкції можуть містити як додаток план евакуації людей і матеріальних цінностей.

У загальнооб'єктовій інструкції необхідно відбивати основні положення з питань пожежної безпеки, у тому числі:

- порядок розміщення на території будівель, приміщень, споруд, протипожежних розривів, під'їздів до будинків, джерел води;
- вимоги до розміщення шляхів евакуації;
- правила проїзду і стоянки транспортних засобів;
- критерії розміщення місць зберігання (на території) і припустима кількість розміщення там сировини, напівфабрикатів і готової продукції;
- місця паління (якщо припустимо);
- порядок застосування відкритого вогню, проведення вогневих та інших пожежонебезпечних робіт;
- порядок збирання, зберігання горючих відходів виробництва;

- утримання і зберігання спецодягу;
- основні заходи щодо забезпечення пожежної безпеки технологічних процесів;
- вимоги до зберігання пожежо- і вибухонебезпечних речовин і матеріалів;
- правила утримання технічних засобів протипожежного захисту, у тому числі вогнегасних установок і первинних засобів пожежогасіння;
- порядок огляду, приведення у пожежобезпечний стан і закриття приміщень після закінчення роботи;
- особливості утримання електроустановок, вентиляційного та іншого інженерного устаткування, застосування опалювальних та інших нагрівальних приладів;
- обов'язки і дії працівників при пожежі при виконанні наказів: порядок (система) оповіщення людей про пожежу і виклик пожежної охорони; порядок евакуації людей і матеріальних цінностей; правила застосування засобів пожежогасіння і установок пожежної автоматики; порядок аварійного вимкнення електроустаткування, вентиляції, зупинки роботи технічного устаткування тощо.

В інструкціях для окремих приміщень (дільниць) слід указувати:

- категорію приміщення за вибухопожежною і пожежною небезпечкою з урахуванням ОНТП 24-86 (для виробничих, складських приміщень, лабораторій тощо);
- вимоги до розміщення евакуаційних шляхів і виходів;
- місця для паління й вимоги до їх облаштування;
- правила утримання приміщень, робочих місць, зберігання і застосування ЛВЖ, ГЖ пожежовибухонебезпечних речовин і матеріалів;
- порядок прибирання робочих місць, збирання, зберігання і видалення робочих відходів, промасленого дрانتя;
- порядок утримання і зберігання спецодягу;
- місця, порядок і норми одноразового зберігання в приміщенні сировини, напівфабрикатів і готової продукції;
- умови проведення зварювальних та інших вогнебезпечних робіт;
- порядок огляду, вимкнення електроустановок, приведення в пожежобезпечний стан приміщень і робочих місць, закриття приміщень після закінчення роботи;

- заходи пожежної безпеки при роботі на технологічних установках і апаратах, що мають підвищену пожежну небезпеку;
- граничні показання контрольно-вимірювальних приладів (манометрів, термометрів тощо), відхилення від яких можуть спричинити пожежу або вибух;
- обов’язки і дії працівників при виникненні пожежі, порядок і способи оповіщення людей, виклику пожежної охорони, зупинки технологічного устаткування, вимкнення ліфтів, підйомників, вентиляційних установок, користувачів електроенергії, застосування засобів пожежогасіння;
- послідовність евакуації людей і матеріальних цінностей з урахуванням дотримання техніки безпеки.

Інструкції повинен затверджувати керівник підприємства або особа, що виконує його обов’язки. Крім інструкції, на робочих місцях необхідно мати первинні засоби пожежогасіння. Усі виробничі, складські, допоміжні та адміністративні будинки і споруди, окремі приміщення і технологічні установки повинні бути забезпечені первинними засобами пожежогасіння. До числа первинних засобів пожежогасіння належать: вогнегасники, пожежний інвентар (покривала з негорючого теплоізоляційного полотна, грубошерстої тканини або повсті, ящики з піском, бочки з водою, пожежні цебра, совкові лопати) і пожежний інструмент (багри, ломи, сокири тощо). Для визначення видів і кількості первинних засобів пожежогасіння варто враховувати фізико-хімічні і пожежонебезпечні властивості горючих речовин, їх взаємодію з вогнегасними речовинами, а також розміри площ виробничих приміщень, відкритих майданчиків і установок.

Вогнегасник – технічний засіб, призначений для припинення горіння подаванням вогнегасної речовини, що міститься в його корпусі, під дією надлишкового тиску, за масою і конструктивним виконанням придатний для транспортування і застосування людиною.

Позначки вогнегасників:

ВВ – вогнегасник водяний;

ВВП – вогнегасник водопійний;

ВВПА – вогнегасник водопійний аерозольний;

ВВК – вогнегасник вуглекислотний;

ВП – вогнегасник порошковий.

Цифра після позначення типу вогнегасника означає масу вогнегасної речовини у кілограмах, що міститься в його корпусі. Цифра після позначення аерозольного водопійного вогнегасника означає масу вогнегасної речовини у грамах, що міститься у його корпусі.

Критеріями вибору типу і необхідної кількості вогнегасників для захисту об'єкта є:

- рівень пожежної небезпеки об'єкта (будинку, споруди, приміщення);
- клас пожежі горючих речовин та матеріалів, наявних у ньому;
- придатність вогнегасника для гасіння пожежі певного класу та відповідність умовам його експлуатації;
- вогнегасна здатність вогнегасника конкретного типу;
- категорія приміщення за вибухопожежною або пожежною небезпекою;
- наявність у приміщенні модульної установки автоматичного пожежогасіння;
- площа об'єкта.

На підприємствах рекомендується застосовувати такі вогнегасники:

- пінні (повітряно-пінні – ОВП-5 й ОВП-10 і хімічний повітряно-пінний ОХВП-10) – для гасіння різних речовин, ЛВЖ, матеріалів, за винятком лужних і луго-земельних металів і сплавів на їхній основі (алюмінію, органічних), оскільки при цьому може підсилитися горіння, що супроводжується вибухом. Пінні вогнегасники не можна застосовувати також при гасінні електроустаткування, що перебуває під напругою;
- водні (РЛО-М), призначені для гасіння невеликих вогнищ пожеж, за винятком лужних і луго-земельних металів і сплавів на їх основі (алюмінію, органічних), оскільки при цьому може підсилитися горіння, що супроводжується вибухом. Водні вогнегасники не можна застосовувати також при гасінні електроустаткування, що перебуває під напругою;
- вуглекислотні (переносні ОУ-2, ОУ-5, ОСУ-5 і такі, що транспортують ОУ-25, ОУ-80, ОУ-400) – для гасіння невеликих вогнищ пожежі різних речовин і матеріалів, за винятком матеріалів, які горять (жевріють) без доступу повітря (кіноплівки), а також для гасіння електроустановок під напругою до 1 000 В (рис. 15);
- хладонові (ОХ-3, ОБХ-3, ОХ-7, ОС-8М), призначені для гасіння невеликих вогнищ пожежі різних речовин, жевріючих матеріалів



Рис. 15. Вуглекислотні вогнегасники та порядок приведення їх у дію

(бавовни, текстилю, ізоляційних матеріалів та ін.), а також електроустановок під напругою не більше 380 В. Вони непридатні для гасіння речовин, які можуть горіти без доступу повітря, а також лужних і луго-земельних металів на їх основі;

- порошкові (ОП-2, ОП-5, ОП-10, ОП-50, ОП-100 та інші) – для гасіння ЛВЖ і ГЖ, лужних і луго-земельних металів, твердих речовин і електроустановок під напругою не вище 1 000 В (рис. 16);

- комбіновані (ОК-100, ОК-500) – для гасіння складних вогнищ пожеж. Вони складаються із двох ємностей: одна з розчином піноутворювача, друга – з вогнегасним порошком.



Рис. 16. Порошкові вогнегасники та порядок приведення їх у дію

Якщо в одному приміщенні перебувають кілька різних за пожежною небезпекою виробництв, не відділених одне від одного протипожежними стінами, всі ці приміщення забезпечують вогнегасниками, пожежогасним інвентарем та іншими видами засобів пожежогасіння за нормами найнебезпечнішого виробництва.

Покривала з негорючого теплоізоляційного полотна, грубошерсті полотна і повсть повинні мати розмір не менше 1×1 м. Вони призначені для гасіння невеликих вогнищ пожеж у випадку загоряння речовин, горіння яких не може відбуватися без доступу повітря. У місцях застосування і зберігання ЛВЗ і ГЖ розміри покривал можуть бути збільшені до величини: 2,0×1,5 м, 2×2 м. Покривала необхідно застосовувати для гасіння пожеж класів «А», «В», «D», (Е).

Бочки з водою встановлюють у виробничих, складських та інших приміщеннях (спорудах) за відсутності внутрішнього протипожежного водогону і за наявності горючих матеріалів, а також на території об'єктів. Їхня кількість у приміщеннях визначається із розрахунку установки однієї бочки на 250–300 м². Бочки для зберігання води з метою пожежогасіння відповідно до ДСТУ 12.4.009–83 повинні мати місткість не менше 0,2 м³ і бути укомплектовані пожежним цебром місткістю не менше 0,008 м³.

Пожежні щити (стенди) встановлюються на території об'єкта із розрахунку один щит (стенд) на площу до 5 000 м². Вони повинні містити: вогнегасники – 3 шт., ящик із піском – 1 шт., покривало з негорючого теплоізоляційного матеріалу або повсті розміром 2×2 м – 1 шт., багри – 3 шт., лопати – 2 шт., лом – 2 шт., сокири – 2 шт. Ящики для піску повинні мати місткість 0,5, 1,0 або 3,0 м³ і бути укомплектовані совковою лопатою.

Вибір типу і визначення необхідної кількості вогнегасників здійснюється залежно від їх вогнегасної здатності, граничної площі, класу пожежі горючих речовин і матеріалів.

Важливе місце у захисті об'єктів від пожеж займають системи автоматичного протипожежного захисту об'єкта.

Автоматична установка пожежогасіння (АУП) – установка пожежогасіння, що автоматично спрацьовує при перевищенні контрольованим фактором (факторами) пожежі граничних значень у зоні, що підлягає захисту. Відмітною рисою автоматичних установок є виконання ними функцій автоматичної пожежної сигналізації. При цьому всі автоматичні установки пожежогасіння (крім спринклерних) можуть приводитися у дію ручним і автоматичним способом.

Основні системи пожежної автоматики:

- система оповіщення людей про пожежу та управління евакуацією;
- система протидимного захисту;
- система димовидалення;
- система подачі повітря.

Автоматичні установки пожежогасіння за конструктивним виконанням поділяють на: спринклерні; дренчерні.

Автоматичні установки пожежогасіння за видом вогнегасної речовини поділяють на: водяні; пінні; газові; порошкові.

Спринклер (спринклерний зрошувач) – складова системи пожежо-

гасіння, зрошувальна головка, вмонтована в спринклерну установку (мережа водопровідних труб, у яких постійно перебуває вода або повітря під тиском). Отвір спринклера закритий тепловим замком, розрахованим на температуру 72, 93, 141 або 182 °С. При досягненні температури в приміщенні певної величини замок спринклера розпаюється, і вода починає зрошувати зону, що підлягає захисту. Недоліком такої системи є порівняно більша інерційність: головки розкриваються приблизно через 2–3 хв після підвищення температури. Час спрацьовування зрошувача не повинен перевищувати 300 с для низькотемпературних спринклерів (57 і 68 °С) і 600 с для високотемпературних спринклерів. Температуру спрацьовування спринклерів можна визначити за кольором колби.

Дренчерні установки водяного пожежогасіння (ДУВП) застосовують для захисту приміщень з підвищеною пожежною небезпекою, коли ефективність пожежогасіння може бути досягнута лише при одночасному зрошенні всієї площі, що захищається. Дренчерні установки застосовують, крім того, для зрошення вертикальних поверхонь (протипожежних завіс на різних об'єктах тощо).

До складу водяної АУП входять:

- насосні агрегати;
- розподільні трубопроводи зі зрошувачами;
- спонукальні системи;
- вузли керування;
- запірні, запірно-регулюючі і захисні арматури (заслінки, вентиля, зворотні клапани);
- ємності (резервуари і гідроаккумулятори);
- сигнальні пристрої;
- компресор;
- устаткування електроавтоматики (контролю і керування);
- технічні засоби виявлення пожежі.

Газові АУП – сукупність технічних стаціонарних технічних засобів пожежогасіння для гасіння вогнищ пожежі за рахунок автоматичного випуску газової вогнегасної речовини. За конструктивним виконанням вони можуть бути двох типів: централізованими та модульними. Як вогнегасні речовини використовуються зріджені і стиснені гази.

Зріджені – хладон, шестифосфорна сірка, двоокис вуглецю.

Стислі – азот, аргон, інерген.

Установлення пожежної сигналізації – сукупність технічних засобів, установлених на об’єкті, що захищається, для виявлення пожежі, оброблення, подачі в заданому вигляді повідомлення про пожежу на цьому об’єкті, спеціальної інформації та (або) подачі команд на увімкнення автоматичних установок пожежогасіння і технічного устаткування.

Датчик полум’я – датчик, що реагує на електромагнітне випромінювання полум’я або жевріючого вогнища. Датчик полум’я застосовують, як правило, для захисту зон, де необхідна висока ефективність виявлення, оскільки виявлення пожежі датчиками полум’я відбувається в початковій фазі пожежі, коли температура в приміщенні ще далека від значень, за яких спрацьовують теплові пожежні датчики. Датчики полум’я забезпечують можливість захисту зон зі значним теплообміном і відкритими площадками, де неможливе застосування теплових і димових датчиків. Датчики полум’я застосовуються для організації контролю наявності перегрітих поверхонь агрегатів при аваріях (наприклад, для виявлення пожежі в салоні автомобіля, під обшивкою агрегата), а також для контролю наявності твердих фрагментів перегрітого палива на транспортері.

За принципом дії розрізняють датчики різних конструкцій. Наприклад, Уф-датчики використовують діапазон від 185 до 280 нм. Земна атмосфера захищає нас від сонячних Уф-променів, в результаті до земної поверхні ніколи не доходять промені з довжиною хвилі менше 286 нм. Саме тому ультрафіолетові датчики не реагують на сонячне випромінювання, що є потужним джерелом оптичних перешкод. Залежно від типу матеріалу детектора, чутливість датчика буде різною для різних ділянок ультрафіолетового діапазону. Детектори, що використовують сполуки нікелю, будуть виявляти полум’я в ультрафіолетовому діапазоні, якщо при горінні виділяються пари води. Інші види датчиків реагують на інфрачервону частину спектра полум’я. Вони здатні працювати в запилених приміщеннях, тому що випромінювання в інфрачервоній частині спектра недостатньо поглинається пилом.

ПОРЯДОК ДІЙ АДМІНІСТРАЦІЇ ТА ПЕРСОНАЛУ ПІДПРИЄМСТВ ПРИ ВИНИКНЕННІ ПОЖЕЖІ.

Кожен працівник, який виявив пожежу, повинен:

- терміново сповістити про це по телефону пожежну охорону (при цьому обов’язково назвати адресу об’єкта, указати поверховість будівлі,

місце виникнення пожежі, обстановку на пожежі, наявність людей, а також назвати своє прізвище, ім'я, по батькові);

- розпочати (по можливості) заходи для евакуації людей, гасіння (локалізації) пожежі та збереження матеріальних цінностей;
- повідомити про пожежу керівникові або відповідній компетентній посадовій особі та (або) черговому по підприємству або організації;
- за необхідності викликати інші аварійно-рятувальні служби (медичну, газорятувальну тощо).

Посадова особа підприємства, яка прибула на місце пожежі, повинна:

- перевірити, чи викликана пожежна охорона (продублювати повідомлення), довести до відома власника підприємства інформацію про пожежу; у випадку погрози для життя людей терміново організувати їхній порятунок, використовуючи для цього наявні сили і засоби; вивести за межі небезпечної зони всіх працівників, не пов'язаних з ліквідацією пожежі, припинити роботи в будинку, крім робіт з ліквідації пожежі; за необхідності вимкнути електроенергію (за винятком систем протипожежного захисту), зупинити транспортери, агрегати, апарати, перекрити сировинні, газові та парові комунікації, зупинити системи вентиляції в аварійному і суміжних з ним приміщеннях (за винятком пристосувань протидимного захисту) і вжити інших заходів, що сприятимуть недопущенню розвитку пожежі та задимленню у будинку;
- перевірити увімкнення сповіщення людей про пожежу, установок пожежогасіння, протидимного захисту;
- одночасно з гасінням пожежі організувати евакуацію людей відповідно до схеми, а також захист матеріальних цінностей;
- забезпечити дотримання вимог безпеки працівниками, які беруть участь у гасінні пожежі;
- організувати зустріч підрозділів пожежної охорони, допомогти вибрати найкоротший шлях для їхнього під'їзду до вогнища пожежі і в установці на вододжерела;
- після прибуття на пожежу пожежних підрозділів слід забезпечити їхній безперешкодний доступ на територію підприємства;
- після прибуття пожежного підрозділу адміністрація і технічний персонал підприємства зобов'язані брати участь у консультації керівника гасіння з питань конструктивних і технологічних особливостей підприємства, де виникла пожежа, та будівель, що прилягають до нього.

Вони повинні організувати залучення сил і засобів підприємства для вжиття належних заходів, пов'язаних з ліквідацією і запобіганням розвитку пожежі.

ПОЛОНІЙ – хімічний елемент IV групи періодичної системи. Відомі ізотопи від ^{200}Po до ^{218}Po . Найбільший токсикологічний інтерес являє ^{210}Po , який є членом радіоактивного ряду ^{238}U і міститься у всіх уранових мінералах. З альфа-розпадом ^{210}Po перетворюється на стабільний ізотоп-плумбум. При потраплянні в організм ^{210}Po переважно накопичується у клітинах кісткових тканин.

Загальний вміст природного ^{210}Po в організмі дорослої людини становить приблизно 1,1 нКі (40 Бк), із них близько 60 % знаходиться у мінеральній частині кісток. В організм людини, яка випалює в середньому одну пачку цигарок за добу, надходить 1,6 пКі (60 мБк) ^{210}Po . Від 1 до 10 пКі (від 37 до 370 мБк) ^{210}Po людина отримує з їжею. Добове надходження природного ^{210}Po в організм людини вважається МКРБ рівним у середньому 2,7 пКі (0,1 Бк). Полоній-210 – альфа-, гамма-випромінювач. Фізичний період піврозпаду – 138 днів. Біологічний період напіввиведення – 50 днів.

ПОЛЯ ФІЛЬТРАЦІЇ – території, призначені для біологічного очищення стічних вод від забруднювачів.

ПОРІГ ЧУТНОСТІ – звуковий тиск, що дорівнює 0,0002 мкбар (0,0002 дин/см²), або потужність звуку якого близько 10^{-16} Вт.

ПОСТІЙНЕ РОБОЧЕ МІСЦЕ – місце, на якому працівник перебуває більшу частину робочого часу (більше 50 % або більше двох годин безперервно). Якщо при цьому робота здійснюється в різних пунктах робочої зони, постійним робочим місцем вважається вся робоча зона.

ПОТЕНЦІАЛ БІОТИЧНИЙ – потенційна здатність живих організмів збільшувати чисельність та спадково обумовлений ступінь протидії виду несприятливим факторам середовища.

ПОТЕНЦІАЛ ВИЖИВАННЯ – ступінь опірності виду несприятливим факторам середовища, обумовлена його екологічною валентністю.

ПОТІК ЕНЕРГІЇ ІОНІЗУЮЧИХ ЧАСТИНОК – фізична величина, що характеризує поле іонізаційного випромінювання; дорівнює відношенню сумарної енергії усіх іонізаційних частинок, що падають

на певну поверхню за деякий інтервал часу, до цього інтервалу часу. Одиниця вимірювання у системі SI – ват (Вт).

ПОТІК ІОНІЗУЮЧИХ ЧАСТИНОК – фізична величина, що характеризує поле іонізуючого випромінювання і визначається відношенням числа іонізуючих частинок, що падають на певну поверхню протягом деякого інтервалу часу, до цього інтервалу часу. Одиниця вимірювання у системі SI – число частинок за секунду (частинок/с).

ПОТРАПЛЯННЯ ГРАНИЧНО ДОПУСТИМЕ (ГДП) – кількість речовини (забруднювача), що потрапляє на певну площу за одиницю часу у кількостях, які утворюють концентрації, що не перевищують установлені.

ПОТУЖНІСТЬ ДОЗИ ВИПРОМІНЮВАННЯ – відношення поглиненої дози D до одиниці часу (t). Потужність дози убиває зворотно пропорційно квадрату відстані.

ПРАВИЛО ВАНТ-ГОФФА – підвищення температури на 10 °C призводить до 2- чи 3-кратного прискорення хімічних процесів.

ПРАВИЛО ДЕМОГРАФІЧНОГО НАСИЧЕННЯ – кількість народонаселення завжди відповідає максимальній можливості підтримання його життєдіяльності, включаючи усі аспекти потреб людини, що склалися.

ПРИЛАДИ ДЛЯ КОНТРОЛЮ РАДІОАКТИВНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ – пристрої, що реєструють наявність іонізуючого випромінювання.

Іонізаційні камери, де у просторі між двома електродами створюється електричне поле. Частинки, що потрапляють до камери, і випромінювання спричиняють появу носіїв заряду: струм насичення характеризує інтенсивність іонізуючого випромінювання.

Лічильники Гейгера-Мюллера, в яких іонізація, що створюється частинками, які потрапляють в них, викликає короточасний розряд. Ці розряди можна посилити і зареєструвати.

Камери Вільсона, у яких α - і β -частинки залишають сліди завдяки конденсації перенасиченої водяної пари, що знаходиться у повітрі.

Сцинтиляційні лічильники: в деяких речовинах випромінювання викликає спалахи світла. Ці спалахи можна реєструвати, спостерігаючи їх через збільшувальне скло або направляючи їх на фотокатод і реєструючи вибиті електрони за допомогою електронного множника. Такий

сцинтиляційний лічильник являє собою найчутливіший і найефективніший прилад для реєстрації випромінювань.

ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ – сукупність усіх форм експлуатації природоресурсного потенціалу і заходів щодо його збереження.

П. включає: 1) видобування і перероблення природних ресурсів, їх поновлення або відтворення; 2) використання і охорону природних умов навколишнього середовища.

Природні ресурси – важливіші компоненти оточуючого людство природного середовища, що використовують у процесі суспільного виробництва.

Основні види природних ресурсів – сонячна енергія, водні, земельні, мінеральні, рослинні та інші види ресурсів.

ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ НЕРАЦІОНАЛЬНЕ – система діяльності, що не забезпечує збереження природно-ресурсного потенціалу.

ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНЕ – система діяльності, що має забезпечувати ощадливу експлуатацію природних ресурсів і умов, найефективніший режим їх відтворення з урахуванням перспективних інтересів господарства, що розвивається, і збереження здоров'я людей.

ПРОДУЦЕНТИ – організми, що синтезують складні органічні сполуки із простих неорганічних речовин. Основні продуценти у водних та наземних екосистемах – рослини.

ПРОЕКТНА РАДІАЦІЙНА АВАРІЯ – аварія, для якої проектом визначені початкові події та залишкові післяаварійні стани елементів і систем, що контролюються, а також передбачені заходи і технічні системи безпеки, які обмежують наслідки аварії встановленими нормами.

ПРОМЕНЕВА ХВОРОБА – результат дії на організм іонізуючого випромінювання в дозах, рівних чи більших 1 Зв (100 бер). Пошкодження органа, тканини, системи органів, спричинене дією іонізуючого випромінювання. Розрізняють 4 ступені променевої хвороби:

I ступінь – легка (поглинена доза 100–200 рад);

II ступінь – середня (поглинена доза 200–400 рад);

III ступінь – важка (400–600 рад);

IV ступінь – надто важка (понад 600 рад).

Хвороба поділяється на початковий період, період уявного благо-

получчя, період розпаду хвороби і період відновлення. Початковий період настає через 10–20 хв, залежно від отриманої дози. Він пов'язаний із загальною слабкістю, головним болем, підвищенням температури, нудотою. Потім через декілька годин або через одну добу загальний стан людини покращується. Другий період хвороби характеризується головним болем, лихоманкою, нудотою, блюванням, крововиливом у тканинах, випадінням волосся тощо. Третій період триває 2–3 тижня. Потім при правильному лікуванні та невеликій поглиненій дозі може настати одужання.

ПРОМЕНЕВЕ УРАЖЕННЯ – ушкодження клітин, тканин, органів, систем органів або організму в цілому, спричинене дією іонізуючого випромінювання та деяких інших видів випромінювання (наприклад, ІЧ-, УФ-випромінювання).

ПРОМЕНЕВЕ УРАЖЕННЯ – ушкодження клітин, тканин, органів, систем органів або організму в цілому, спричинене дією іонізуючого випромінювання та деяких інших видів випромінювання (наприклад, ІЧ-, УФ-випромінювання).

ПРОМЕНІ КОСМІЧНІ – потік елементарних частинок (в основному, протонів і ядер водню) дуже значних енергій, що надходять з космічного простору і спричиняють в атмосфері Землі вторинне випромінювання, що виникає в результаті їх зіткнення з атомними ядрами газів повітря (і будь-якої іншої присутньої у повітрі речовини).

ПРОМИСЛОВІ ПРОТИГАЗИ. Промислові протигази надійно захищають органи дихання, очі, обличчя від ураження.

Треба пам'ятати, що вони призначені для захисту від конкретних отруйних речовин, тому мають точну направленість (вибірковість), що дозволяє підвищити їх захисну дію. Забороняється застосовувати такі протигази за умови нестачі кисню в повітрі, наприклад, під час роботи у ємностях, цистернах, колодязях та інших ізольованих приміщеннях.

Промислові протигази використовують лише там, де в повітрі міститься не менше 18% кисню за масою, сумарна об'ємна доля паров та газообразних шкідливих домішок не перевищує 0,5% (фосфористого водню – не більше 0,2%, миш'якового водню – 0,3%).

Не припускається застосування промислових протигазів для захисту від низки киплячих речовин та таких, які погано сорбуються, наприклад, чадний газ, метан, етилен, ацетилен.

Не рекомендується працювати в протигазах, якщо склад газів та парів шкідливих речовин є невідомим.

Противагаз цивільний фільтруючий ГП-7

Фільтруюча коробка призначена для очищення повітря, яке вдихає людина, від отруйних речовин та шкідливих домішок. Залежно від складу цих домішок вона може містити один або декілька спеціальних поглиначів або комбінувати поглинач з аерозольним фільтром. При цьому коробки є чітко спеціалізованими за складом поглиначів, і тому відрізняються один від одного за кольором та маркуванням.

На кришці кожної коробки є отвір з різьбою для з'єднання з передньою частиною. У дні – круглий отвір, крізь який потрапляє повітря. Коробки марок СО і М мають у дні замість отвору горловину з різьбою. Їхні поглиначі легко звожуються, тому обидві горловини (верхня та нижня) повинні герметично закриватися ковпачками з гумовими прокладками. У противазах інших марок вони закриваються тільки одним ковпачком, а отвір у дні – гумовою пробкою.

Шолом-маски промислових противагів виготовляються у п'яти розмірах – 0, 1, 2, 3, 4.

Щоб підібрати шолом-маску, треба м'якою сантиметровою лінійкою зробити два вимірювання голови. Спочатку визначити довжину кола, яке проходить через підборіддя, щоки та найвищу точку голови. Потім виміряти довжину напівкола, яке проходить від отвору одного вуха до твору другого вуха крізь надбровні дуги. Результати обох вимірювань сумуються та дають потрібний розмір шолом-маски. Наприклад, при сумі до 93 см – нульовий, від 93 до 95 – перший, від 95 до 99 – другий, від 99 до 103 – третій, від 103 і вище – четвертий. Підібравши шолом-маску потрібного розміру, її обов'язково примірюють, заздалегідь видаливши тальк чистою ганчіркою або ватяним тампоном, змоченим у воді. Шолом-маску, яка була у вжитку, слід від'єднати від коробки, промити водою з милом та висушити. Перед збіркою не забути з горловини, а для марок СО та М – з горловини та дна – зняти ковпачок та прибрати гумову пробку з отвору на дні. Правильно з'єднати передні частини до коробок марок СО та М допоможе стрілка, що вказує напрямок руху повітря.

Гофровану трубку приєднують до тої горловини, на яку вона вказує. При отриманні противагів треба обов'язково перевірити, чи нема



Рис. 17. Промысловий протигаз складається з:

- 1 – передня частина; 2 – комбінована (фільтруючо-поглинаюча коробка);
- 3 – трикотажний чохол; 4 – вузол клапана вдишу; 5 – переговорний пристрій (мембрана); 6 – вузол клапанів видиху; 7 – обтюратор; 8 – наголовник (потилічна пластина); 9 – лобна лямка; 10 – скроневі лямки; 11 – щічні лямки; 12 – пряжки; 13 – сумка; 14 – окулярний вузол з незапріваючими плівками; 15 – пристрій для прийому води з фляги; 16 – фляга.

проколів та розривів на шолом-масці, тріщин у склі окулярів, а також чинаявне прокладочне кільце у клапанній коробці. Використовувати шолом-маску з дефектами є неприпустимим.

Потім слід звернути увагу на наявність та якість клапанів. Якщо клапани виходу засмічені, рекомендується продати їх з внутрішнього боку шолом-маски. З'єднувальна трубка не повинна мати проколів та розривів, накидна гайка та гайка, яка угвинчується, – пошкоджені. Далі треба перевірити, у якому стані перебуває протигазна коробка. Якщо будуть виявлені іржа, вм'ятини, проколи, пробоїни, горловина та вінчик зім'яті, тобто будь-які пошкодження, протигаз міняють на інший. Щоб

Класифікація промислових протигазів

Тип коробки	Колір коробки	Від яких речовин захищає
А	Коричневий	Від фосфор- та фтороорганічних хімікатів, випарів органічних сполук (бензин, керосин, ацетон, бензол, сірковуглець, спирт, тетраетилсвинець, толуол, ксилол, ефір)
В	Жовтий	Від фосфор- та хлороорганічних хімікатів, кислих газів и випарів (сірковий газ, хлор, сірководень, синильна кислота, оксиди азоту, фосген, хлористий водень)
Г	Одна половина чорна, друга жовта	Від парів ртуті, ртутьорганічних хімікатів на основі етилмеркурхлориду
Е	Чорний	Від миш'якового та фосфористого водню
КД	Сірий	Від аміаку, сірководню та їх сумішей
БКФ	Захисний	Від парів органічних речовин, миш'якового та фосфористого водню
М	Червоний	Від оксиду вуглецю у суміші з малою кількістю аміаку, сірководня, парів органічних сполук
СО	Сірий	Від оксиду вуглецю

визначити, чи правильно підібрана шолом-маска, зібраний протигаз, а також визначити його належний стан (герметичність), потрібно надягти протигаз, закрити отвір у дні коробки гумовою пробкою або долонею та зробити 3–4 глибоких вдихи. Якщо дихати неможливо, то протигаз є герметичним. У випадку проходження повітря ним користуватися не можна.

Для виявлення пошкоджень треба перевірити протигаз за частинами – спочатку шолом-маску, потім з'єднувальну трубку і потім коробку.

Коробки марок А, В, Г, Е, КД виготовляються як з аерозольними фільтрами, так і без них. Коробка БКФ – тільки з такими фільтрами.

Коробки СО та М – без них. Біла вертикальна смуга на коробці означає, що вона оснащена аерозольним фільтром. Усі коробки мають опір диханню 18 мм вод. ст., СО та М – близько 20. Якщо на коробці стоїть індекс «8», то опір диханню не перевищує 8 мм вод. ст.

Час захисної дії промислових протигазів від сильнодіючих отруйних

речовин залежить від марки фільтрувальної коробки, типу АХНР та її концентрації. Наприклад, коробка з фільтром протигаз марки КД за концентрації аміаку у повітрі $2,3 \text{ г/м}^3$ захищає протягом 4 год.

У процесі використання захисна сила протигазів зменшується. Наприклад, при виникненні навіть незначного запаху шкідливих речовин коробками марок А, В, Е, КД, БКФ користуватися не можна. Треба негайно вийти з зараженої зони та замінити коробку на нову.

Придатність коробок марки Г визначається за відпрацьованим часом. Тому при контакті зі ртуттю необхідно вести суворий облік часу роботи кожної. Для коробок марок СО та М втрату захисної сили визначають за їх додаванням у вазі. Для цього при спорядженні на них вказується вага у грамах. Перед видачею таких протигазів коробки зважуються (з ковпачками та прокладками) з точністю до 5 г і дані записуються до журналу. На коробку приклеюють етикетку з датою видачі та вагою. При її збільшенні порівняно з початковою (вказаною виробником) для марки СО на 50 г, для марки М – на 35 г коробки замінюють новими.

Слід пам'ятати, що захисна сила протигазів марок СО та М за оксиду вуглецю знижується, якщо шихта зволожується випарами води. Тому служба техніки безпеки після кожного використання повинна від'єднувати коробки, а горловини на дні та кришці закривати ковпачками з гумовими прокладками.

Протигаз промисловий фільтруючий ППФ-95



Промисловий фільтруючий протигаз ППФ-95 може бути укомплек-

тований МГП (МГП-В) або маскою з панорамним окулярним вузлом ППМ-88. Маски МГП (МГП-В) та ППМ-88 оснащені переговорними пристроями, що дозволяє вести розмову під час роботи у протигазі (переговорний пристрій забезпечує якісний зв'язок під час роботи). Маска МГП-В забезпечує можливість прийому води з фляги під час роботи у зараженій атмосфері. Панорамне скло у передній частині збільшує зону огляду робочої зони і дозволяє користуватися звичайними окулярами.

Споживацькі властивості фільтруючого протигаза ППФ-95 помітно перевищують можливості попередніх моделей: ефективний діапазон робочих температур від -40 до $+50^{\circ}\text{C}$; повна маса виробу – не більше 1,2 кг; гарантійний термін зберігання (залежить від марки) – від 3 до 5 років. Залежно від призначення фільтруючі коробки відрізняються кольором; за наявності аерозольного фільтру на коробку наносять вертикальну смугу білого кольору. Покращена модифікація МГП-В забезпечує можливість прийому питної води без зняття протигаза.

Фільтруючий протигаз ППФ-95 пройшов успішні випробовування в умовах задимленого та токсичного повітряного середовища. Цей виріб допущений для використання на підприємствах атомної промисловості як засіб захисту шкіри обличчя, органів зору та дихання від радіоактивних аерозолів, випарів радіоактивного йоду та інших небезпечних речовин. Таким чином, промисловий протигаз ППФ-95 – ефективний засіб для індивідуального захисту органів дихання та зору людини на шкідливих та небезпечних виробництвах.

Фільтруючий протигаз комплектується фільтруючими коробками:

- малого, середнього та великого розміру;
- з аерозольним фільтром та без аерозольного фільтру.

Фільтруючі коробки (ФПК) промислових протигазів спеціалізовані за призначенням та розрізняються за складом та об'ємом поглинача, за зовнішнім виглядом – різним забарвленням (кольором етикетки) та маркуванням. Фільтруючі коробки промислових протигазів з аерозольними фільтрами мають білу вертикальну смугу.

Наявність аерозольного фільтру в коробках дозволяє захищати органи дихання від пилу, диму та туману. Фільтруючі коробки промислових протигазів марки БКФ випускаються тільки з аерозольним фільтром.

Технічні характеристики фільтруючого протигаза ППФ-95

	Великого розміру	Середнього розміру	Малого розміру
Опір диханню при постійному потоці повітря 30 л/хв.: при вдиху, мм вод. ст., не більше при видиху, мм вод. ст., не більше	22 13	22 13	20 10
Коефіцієнт проникності масляного туману коробки з аерозольним фільтром, %, не більше	0,01	0,01	0,01
Габаритні розміри коробки, мм (діаметр x висота)	110×145	110×124	110×93
Маса коробки, г, не більше	600	500	300
Габаритні розміри протигаза, мм	285×250×150	285×250×130	285×250×118
Маса протигаза в комплекті без сумки, г, не більше	1700	1600	900

Час захисної дії фільтруючого протигаза ППФ-95

Марка коробки	Контрольна речовина	Коробка середнього та великого розміру		
		Концентрація шкідливої речовини, мг/л	Час захисної дії, хв., не менше	
			середнього розміру	великого розміру
А	Бензол	25	50	120
В	Сірковий газ	8,6	45	90
	Синильна кислота	10	30	60
КД	Аміак	2,3	120	240
	Сірководень	4,6	100	240
Г	Випари ртуті	0,01	4800	6000
БКФ	Синильна кислота	3	70	—
	Арсин	10	110	—
СО	Оксид вуглецю	6,2	—	150
М	Оксид вуглецю	6,2	—	90
	Бензол	10	—	50
	Аміак	2,3	—	90
Е	Миш'яковий водень	10	120	360
К	Аміак	2,3	120	240

Противаг промисловий фільтруючий модульний ППФМ-92



Склад і комплектація: базовий комплект противага складається з передньої частини, противагового фільтру ДОТ 320 та сумки для противага. Залежно від запитів покупця до комплекту може бути доданий додатковий противаговий фільтр ДОТ 320, протиаерозольний фільтр ДОТ РЗ, з'єднувальна трубка. Замість передньої частини може використовуватися будь-яка передня частина, прийнятна для використання у фільтруючих противагах: панорамна маска МАГ, панорамна маска ПМ-88, шолом-маска ШМП-1 та ін. Комплект противага з панорамною маскою МАГ постачається в індивідуальній упаковці.

Переваги конструкції: конструкція фільтрів ДОТ 320 та ДОТ РЗ дозволяє створювати різні комбінації модулів залежно від умов застосування. З'єднання фільтрів у модулі здійснюється за допомогою різьби.

Промисловий противаг ППФМ-92 модульного типу має високу ефективність захисту як за окремою речовиною, так і від різних речовин одночасно, причому без зменшення часу захисної дії за кожною окремою речовиною, можливість використання противага в умовах змісту газопарообразних шкідливих речовин у повітрі до 1% об'єму, багатоваріантність застосування (з-поміж п'яти основних марок противага може бути скомплектовано більше 10 сполучень поглинаючих елементів), невелика маса поглинаючих елементів. Наявність змінного фільтруючого елемента дозволяє багаторазово використовувати противаг у запиленій атмосфері або за наявності гідрофільних аерозолів.

Застосування промислового фільтруючого протигаза модульного типу ППФМ-92:

Марка	Від чого захищає	Колір коробки
А	Органічні випари (бензол та його гомологи, бензин, гас, ацетон, галоїдоорганічні сполуки, нітросполуки бензолу та його гомологів, ефіри, спирти, кетони, анілін, тетраетилсвинець, сірковуглець), фосфор- та хлорорганічні хімікати	Коричнева
В	Кислі гази та випари (хлор, диоксид сірки, гідрид сірки, ціан водню, хлористий водень, фосген та ін.), фосфор- та хлорорганічні хімікати	Жовта
КД	Аміак, гідрид сірки та їх суміші	Сіра
К	Аміак, оксид етилену	Зелена
Г	Випари ртуті	Чорна з жовтою смугою

Технічні характеристики промислового протигаза модульного типу ППФМ-92:

Назва показників протигаза	ППФМ-92			
	1 поглинаючий елемент	1 поглинаючий та 1 фільтруючий елементи	2 поглинаючих елементи	2 поглинаючих та 1 фільтруючий елементи
Маса, кг, не більше	0,75	0,90	1,10	1,35
Опір постійному потоку повітря за об'ємної витрати 30 дм ³ /хв., ПА, не більше	98	148	200	250
Гарантійний термін зберігання для марок А, В, КД, БКФ, років, не менше	5	5	5	5
Гарантійний термін зберігання для марок Г, К, ВК, М, У, СО, років, не менше	3	3	3	3

Призначення: захист органів дихання, обличчя та очей людини від газо- та парообразних шкідливих речовин при їх сумарному об'ємному змістові у повітрі не більше 0,5% та аерозолів при об'ємному змістові кисню не менше 17%.

Шолом-маска ШМ-62У або ШМП. Повністю закриває голову та має круглі оглядові вічка. Панорамна маска ППМ-88 (ПМ-88). Має скло панорамного огляду, переговорний пристрій, підвернутий обтюратор, регулюється за об'ємом голови. Наявність підмасочника перешкоджає закриванню скла та зменшує вміст СО у повітрі, яке вдихається.

Переваги:

- багатоваріантність застосування;
- створення за вибором спеціалізованого, універсального або комбінованого захисту;
- наявність змінного протиаерозольного фільтру;
- можливість використання лише для захисту від аерозолів.

Забороняється використовувати протигаз за умов можливої нестачі кисню в повітрі (наприклад, у ємностях, цистернах, колодязях та інших ізольованих приміщеннях), за невідомого складу та/або невідомих концентрацій шкідливих речовин, а також для захисту від речовин, які мають низьку температуру кипіння або погано сорбуються (метан, етан, бутан, етилен, ацетилен та ін.).

Протигаз цивільний фільтруючий ГП-7В, ГП-7ВМ

Одна из последних и самых совершенных моделей протигазов для населения. Обеспечивает высокоэффективную защиту от паров отравляющих, радиоактивных, бактериальных, аварийно химически опасных веществ (АХОВ). Имеет малое сопротивление дыханию, обеспечивает надежную герметизацию и небольшое давление лицевой части на голову. Благодаря этому им могут пользоваться люди старше 60 лет и больные с легочными и сердечно-сосудистыми заболеваниями.

ГП-7В

1 — лицевая часть;
2 — фильтроуловнитель (фильтрующий-поглощающий элемент);
3 — предохранительный чехол;
4 — узел клапана выдоха;
5 — предохранительный клапан (амбушюр);
6 — узел клапана вдоха;
7 — обтюратор;
8 — соединительная (дыхательная) трубка;

9 — лобная лента;
10 — височные ленты;
11 — затылочная лента;
12 — пружина;
13 — сумка;
14 — оголовный ремень с регулировочными петлями.

ГП-7ВМ

Лицевая часть МПГ-В имеет приспособление (15) для приема воды из фляги (16) в аварийной обстановке. Резиновая трубка проходит через маску.

Маска М-80 имеет очень узкий и видо-трансмиссивный изогнутый ствол, обеспечивающий максимальное удобство для работы с оптико-измерительными приборами.

Измерение обхватов головы

Горизонтальный

Вертикальный

Лицевая часть МПГ изготавливается трех размеров

Сумма обхватов головы, см	До 110,5	119 - 121	121,5 - 123,5	124 - 126	126,5 - 128,5	129 - 131	131 и более
1	1	2	3	4	5	6	7
Резиновая трубка	4 - 6 - 8	3 - 7 - 8	3 - 7 - 8	3 - 6 - 7	3 - 6 - 7	3 - 5 - 6	3 - 4 - 5

Цивільні протигази ГП-7В, ГП-7ВМ призначені для захисту органів дихання, очей та обличчя людини від отруйних, радіоактивних речовин у вигляді випарів та аерозолів та бактеріальних (біологічних) речовин, присутніх у повітрі. Маски протигазів випускаються трьох розмірів та мають переговорний пристрій, який дозволяє вести переговори як за безпосереднього спілкування, так і під час роботи з технічними засобами зв'язку.

Протигаз цивільний ГП-7В

Застосування незапріваючих плівок дозволяє зберігати прозорість окулярів протягом усього часу роботи у протигазах за будь-якого фізичного навантаження. Протигаз цивільний ГП-7В призначений для захисту органів дихання, зору та обличчя людини від отруйних речовин, небезпечних біологічних речовин та радіоактивного пилу.

Протигаз цивільний ГП-7В складається з фільтруючо-поглинаючої коробки ГП-7к, передньої частини МГП-В, незапріваючих плівок НПН-59, утеплюючих манжет, кришки для фляги, сумки для протигаза. Фільтруючо-поглинаюча коробка призначена для очистки повітря, яке вдихається людиною, від випарів та аерозолів отруйних, сильнодіючих отруйних та радіоактивних речовин, а також бактеріальних засобів. Виготовляється вона з жерсті або алюмінієвих сплавів, має форму циліндра. Для збільшення міцності коробки на корпусі витиснуті зиги. До верхньої кришки вмонтована горловина з різьбою для з'єднання з передньою частиною, яка при зберіганні герметизується металічним ковпачком з гумовою прокладкою. У дні – отвір для проходження повітря, яке вдихається. При зберіганні та подоланні водних перешкод він також закривається гумовою пробкою.

Маски протигаза цивільного ГП-7В випускаються 3-х розмірів та мають переговорний пристрій, який дозволяє вести переговори із застосуванням технічних засобів. Маска цивільного протигаза ГП-7В має окулярний пристрій круглої форми. Маску можна не знімати до 12 годин, замінюючи фільтропоглинаючі коробки, коли вони вже відпрацьовані.

Протигази цивільні ГП-7В мають питний пристрій та забезпечують можливість прийому води з фляги під час роботи в протигазі у зараженій

атмосфері. Фляга до комплекту протигаза цивільного ГП-7В не входить, але може постачатися за запитом замовника.

Застосування незапріваючих плівок, а за мінусових температур і утеплюючих манжет, зберігає прозорість окулярів протягом всього часу робіт у протигазі за будь-якого фізичного навантаження.

Час захисної дії протигаза цивільного ГП-7В залежно від концентрації речовин:

- від речовин нервово-паралітичної дії (типу зарин, зоман та ін.), загальноотруйної дії (типу хлорціан, синильна кислота та ін.), радіоактивних речовин (типу йодистий метил та ін.) із часом захисної дії до 6 годин;
- від крапель отруйних речовин шкірно-виразкової дії (типу іприт та ін.) із часом захисної дії до 2 годин.

Протигаз цивільний ГП-7В не захищає від чадного газу, а також від низькокиплячих органічних речовин, таких як метан, етан, бутан, ацетилен та ін.

Технічні характеристики протигаза цивільного ГП-7В

<i>Назва показчика</i>	<i>Міра показчика</i>
Опір постійному потоку повітря при витраті 30 л/хв., Па, не більше	180
Робочий інтервал температур, °С	від –40 до +40
Маса протигаза ГП-7В у комплекті без сумки, г	900
Маса коробки ГП-7К, г	250
Маса передньої частини МГП-В, г	640
Габаритні розміри при розміщенні протигаза в сумці, мм	285 × 250 × 115
Гарантійний термін зберігання протигаза, років	12

Протигаз цивільний ГП-7ВМ

Передня частина протигаза ГП-7ВМ виконана у формі маски з оглядовими окулярами для очей у вигляді трапеції, що покращує огляд під час роботи. На голові передня частина утримується спеціальним наголовником, який знижує втомлюваність людини. Маска протигаза не закриває вух, оснащена переговорним пристроєм, пристосуванням для прийому води в умовах небезпечної атмосфери. На відміну від



протигазів ГП-7 та ГП-7В, маска ГП-7ВМ має два вузла для підключення фільтруючо-поглинаючої коробки (справа або зліва) для зручності експлуатації протигазу. Комплект протигазу ГП-7ВМ складається з передньої частини МГП-ВМ, фільтруючо-поглинаючої коробки, сумки для протигазу, кришки фляги, незапріваючої плівки. За бажанням замовника до комплекту можуть входити манжети та фляга.

Цивільний протигаз ГП-7ВМ призначений для захисту органів дихання, очей та обличчя людини від отруйних та радіоактивних речовин у вигляді випарів та аерозолів, бактеріальних (біологічних) речовин, присутніх у повітрі. Час захисної дії протигазу ГП-7ВМ від випарів отруйних речовин нервово-паралітичної дії (типу зарин, зоман та ін.),

загальноотруйної дії (типу хлорціан, синильна кислота та ін.) та радіоактивних сполук (типу йодистий метил та ін.) до 6 годин, від крапель отруйних речовин шкірно-виразкової дії (типу іприт та ін.) до 2 годин.

Протигаз ГП-7ВМ комплектується передньою частиною трьох розмірів для будь-яких розмірів обличчя людини. Маска дозволяє вести переговори як за безпосереднього спілкування, так і під час роботи з технічними засобами зв'язку. ГП-7ВМ має в комплекті пристосування для прийому води з фляги під час роботи в зараженій атмосфері. Фляга для прийому питної води до комплекту не входить, але може постачатися за запитом замовника. Фільтруючо-поглинаючі коробки ГП-7К можуть постачатися окремо. Цивільний протигаз ГП-7ВМ забезпечує надійний захист від бойових отруйних речовин, бактеріальних аерозолів, радіоактивних речовин (радіонуклідів йоду та його органічних сполук), та багатьох аварійних хімічно небезпечних речовин. ШП-7ВМ має окулярний вузол, який збільшує зону огляду та роботу з оптичними приборами.

Технічні характеристики протигаза цивільного ГП-7ВМ

<i>Назва показчика</i>	<i>Міра показчика</i>
Опір постійному потоку повітря на вдиху при витраті 30 дм ³ л/хв., Па, (мм.вод.ст.), не більше	186 (19,0)
Маса комплекту протигаза, без сумки і фляги з водою, кг., не більше	0,95
Гарантійний термін зберігання в заводській упаковці, років, не менше	12
Габаритні розміри при розміщенні в сумці, мм	280×210×110

Протигаз ПМК-2 (маска МБ-1-80)

Протигаз ПМК-2 є модернізованим зразком протигаза ПМК. Основна відмінність полягає в конструкції ФПК та вузла приєднання її до маски.

Фільтруючо-поглинаюча коробка має форму циліндра висотою 9 см та діаметром 11,2 см. На горловині ФПК є фланець з вирізами та виступи на обтікачі, що їм відповідають. У горловині ФПК установлений



клапан вдиху. При зберіганні коробку герметизують двома пробками. Верхню пробку фіксують обтікачем.

Коробку вставляють до лівого чи правого отвору маски. Герметизація забезпечується за зовнішньою поверхнею горловини, для чого отвори у масці мають трохи менший діаметр, ніж горловина ФПК, та витовщені. Зсередини на фланець ФПК встановлюють обтікач, при цьому його отвір повинен бути спрямований до клапанної коробки. Решітка призначена для запобігання щільного прилягання чохла до

вхідного отвору у дні коробки.

Маркування на ФПК нанесено водостійкою мастикою на циліндричну частину корпусу: перший рядок – індекс коробки Е0.1.15.01; другий рядок – умовне позначення підприємства-виробника; третій рядок – серія та номер ФПК.

Маска МБ-1-80 складається з корпусу, обтюратора, окулярного вузла, клапанної коробки, двох вузлів приєднання ФПК, заглушки, переговорного пристрою капсульного типу, системи для прийому рідини і наголовника.

Вузли приєднання ФПК є двома отворами у щічних відділах маски. Залежно від зручності роботи конкретного спеціаліста з озброєнням та військовою технікою, а також індивідуальних особливостей військово-службовця ФПК приєднують з будь-якого боку. У протилежний отвір вставляють заглушку.

Приєднання ФПК зі стандартною горловиною до маски МБ-1-80 здійснюють за допомогою перехідника. Комплект додаткового патрона КДП з протигазом ПМК-2 використовують за допомогою двох перехідників, один для приєднання до маски з'єднувальної трубки, другий – для приєднання ФПК до додаткового патрона. Інші вузли, елементи та комплектуючі деталі протигаза ПМК-2 є аналогічними до таких у протигаза ПМК.

Протигаз ПМК-3



Протигаз ПМК-3, ФПК 2006 року випуску. Протигаз останнього покоління. Новий. У комплекті: ФПК КБ-2В, передня частина МБ-2, сумка у флорі, приєднувальний пристрій для прийому води, перехідник на різьбові фільтри, гідрофобний трикотажний чохол, решітка, заглушка, водонепроникний мішок, гумові кільця, бирка.

Призначений для захисту органів дихання, обличчя та очей від отруйних речовин, токсичних хімікатів, біологічних аерозолів та радіоактивного пилу, СДОР.

Технічні характеристики:

- ресурс фільтра – 240 год.;
- тривалість неперервного перебування – 24 год.;
- розбірливість мовлення – 95%;
- чутність – 100%, маса протигаза в комплекті без сумки – 960 гр.,

розміри 1, 2, 3.

ПРОТИОТРУТА (антидоти) – лікарські засоби, що використовуються для лікування отруєнь.

ПРОТОН – стабільна позитивно заряджена елементарна частинка ядра атома. Маса $m_p = 1,6726 \cdot 10^{-27}$ кг, заряд $q = 1,6021917 \cdot 10^{-19}$ Кл.

ПРОФЕСІЙНА ШКОДА – фактори трудового процесу та виробничого середовища, які негативно впливають на здоров'я та працездатність людини і спричиняють за певних умов розвиток професійних хвороб. До професійної шкоди належать: токсичні та радіоактивні речовини, пил, іонізаційне інфрачервоне та ультрафіолетове випромінювання, шум, вібрація тощо.

ПСИХОТРОПНІ ЗАСОБИ – група лікарських препаратів, здатних впливати на психічні функції людини. Психотропні засоби регулюють порушену психічну діяльність та застосовуються для лікування нервових та психічних хвороб.

Р

РАД – поглинута доза випромінювання, позасистемна одиниця поглинутої дози іонізуючого випромінювання; відповідає енергії випромінювань 100 ерг поглинутою масою речовини в 1 г

$$1 \text{ рад} = 100 \text{ ерг/г} = 0,01 \text{ Гр.}$$

РАДИКАЛИ ВІЛЬНІ – кінетично незалежні частинки (атоми або атомні групи), що мають неспарені електрони, наприклад $-\text{CH}_3$, $-\text{H}$. Дуже реакційно здатні. Відіграють значну роль у хімічних процесах. За участю вільних радикалів здійснюються важливі біохімічні процеси, наприклад, ферментативне окислення.

РАДІАЦІЙНА АВАРІЯ – аварія, пов’язана з пошкодженням ТВЕЛів або обладнання ядерного реактора та з аварійним опроміненням персоналу, спричинена:

РАДІАЦІЙНА БЕЗПЕКА – стан захищеності людей від шкідливого для їх здоров’я впливу іонізуючого випромінювання.

Тим, хто починає вивчати вплив іонізуючого випромінювання на живі організми та навколишнє середовище, треба знати, що головними об’єктами при дослідженнях є екологічні системи, людина, жива клітина та атоми, з яких вони складаються. Сам атом схожий на Сонячну систему, у якій навколо великого ядра рухаються невеличкі планети – електрони. Розміри ядра атома у 100 тисяч разів менші за розміри самого атома, але густина його дуже велика, тому що вага ядра приблизно дорівнює вазі всього атома. Ядро атома складається з більш дрібних частинок, з’єднаних одна з одною. Деякі з цих частинок мають позитивний заряд і називаються протонами. Кількість протонів у ядрі атома визначає, до якого хімічного елемента належить цей атом. Наприклад, ядро гелію містить 2 протони, ядро карбону – 6 протонів, ядро урану – 92 протони. У кожному атомі кількість електронів відповідає такій самій кількості протонів в атомному ядрі. Кожний електрон також має негативний заряд, який дорівнює абсолютному значенню заряду протону, унаслідок цього атом у цілому нейтральний. В атомному ядрі присутні і частинки іншого типу, які називаються нейтронами, оскільки вони електрично нейтральні.

Ядра атомів одного елемента завжди містять одну й ту саму кількість протонів, однак кількість нейтронів у них може бути різною. Атоми, які мають ядра з однаковою кількістю протонів, але відрізняються за кількістю нейтронів, називаються ізотопами даного хімічного елемента. Сьогодні відомо близько 1 700 ізоотопів хімічних елементів, серед них близько 270 являють собою стабільні ядра та приблизно 1 430 – нестабільні (дод. 4).

Для того, щоб відрізнити ізотопи один від одного, до символу хімічного елемента дописують число, яке дорівнює сумі нейтронів та протонів у ядрі. Наприклад, карбон-12 ($^{12}_6\text{C}$) містить 6 протонів та 6 нейтронів, а карбон-14 ($^{14}_6\text{C}$) містить 6 протонів та 8 нейтронів. Знизу зазвичай пишуть атомний номер ізоотопу, який дорівнює кількості протонів у ядрі або числу електронів поруч ядра, а зверху – суму протонів та нейтронів у ядрі – вагове число. Ядра ізоотопів хімічних елементів мають назву «нукліди». Отже, нуклід – це назва атомного ядра.

Ядра хімічних елементів не змінюються у випадку відсутності зовнішнього впливу. Більшу кількість хімічних елементів мають ізотопи, які через певний термін перетворюються на ізотопи інших хімічних елементів. Наприклад, ізоотоп гідраргірум-193 за деякий час перетворюється на ізоотоп ауруму-193, половина атомів ауруму-193 за 15 год перетвориться на платину і т. ін.

Кожен етап перетворення супроводжується радіоактивним випромінюванням і через ланцюг перетворень призводить до появи стабільного ізоотопу. При кожному радіоактивному перетворенні хімічних елементів виділяється певна енергія, яка покидає атом у вигляді відповідно визначеного випромінювання. Наприклад, якщо від атома відходить компактна група з чотирьох частинок двох протонів та двох нейтронів, то цей вид випромінювання називається α -випромінюванням (альфа-випромінюванням). У разі, коли від атома відривається електрон, то це називається β -випромінюванням (бета-випромінюванням). Якщо атом перетворюється на інший елемент, то випромінює порцію електромагнітної енергії, яку називають γ -випромінюванням (гамма-випромінюванням). Крім гамма-випромінювання, під час радіоактивного розпаду ядра енергія може покинути ядро у вигляді рентгенівських променів. Так, наприклад, відбувається при розпаді ізоотопу натрію-22.

Особливу небезпеку спричиняють радіоактивні перетворення, які супроводжуються втратою ядром нейтронів. Це може трапитися під час ядерного вибуху. Нейтрони, у разі ядерного вибуху, проникають у ядра атомів та перетворюють їх на радіоактивні ізотопи. Поблизу місця вибуху стабільні хімічні сполуки ґрунту, захисних споруд, рослин перетворюються на джерела іонізуючого випромінювання. Розпад атомних ядер із виходом нейтронів можуть спричинити гамма-кванти з енергією випромінювання понад 10 MeV або альфа-частинки з енергією понад 1 MeV.

Час, протягом якого половина атомів радіоактивного ізотопу може перетворитися на інший хімічний елемент, називають *періодом напіврозпаду*. Цей процес здійснюється в радіоактивних ізотопах постійно. За час, який дорівнює одному періоду напіврозпаду, залишаються незмінними приблизно кожні 50 атомів із 100. Далі, за такий саме час, розпадеться ще 25 атомів і так далі за експоненціальним законом. Кількість розпадів за секунду в радіоактивному зразку має назву «*активність*». Одиниця активності у системі SI – бекерель (Бк). Один бекерель – це один радіоактивний розпад атома за секунду. Крім бекереля, активність вимірюється в кюрі (Ки): $1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$. Це активність одного грама радію. За одну секунду в одному грамі радію здійснюється $3,7 \cdot 10^{10}$ розпадів атомних ядер.

Досить часто у кюрі характеризують активність радіоактивних відходів. Наприклад, якщо активність радіоактивних відходів дорівнює 100 000 Ки, це свідчить, що ці радіоактивні відходи мають таку активність, як 100 кг радію, 1 600 кг плутонію або 570 000 кг урану-235.

Треба запам'ятати, що потужність експозиційної дози, яка відповідає *природному радіаційному фону*, становить $10\text{--}20 \cdot 10^{-6}$ рентген за годину. Потужність експозиційної дози 10 мкР/год відповідає густині зараження радіонуклідами приблизно $0,1 \text{ Ки/км}^2$, яку також використовують з метою оцінки екологічного стану місцевості. При отриманні дози людиною починає працювати особливий механізм захисту від її шкідливої дії, але при отриманні поглинутої дози понад 50 рад (50 рентген) у людини може з'явитися променева хвороба. Медики вважають, що для людини безпечним є отримання за рік приблизно 0,5 рад або 0,5 рентгена від природних та штучних джерел випромінювання.

Дуже важливою характеристикою радіонуклідів є енергія частинок або γ -квантів, яку вони мають при розпаді ізотопів. Вона вимірюється в електрон-вольтах. *Один електрон-вольт* – це енергія, що дорівнює $1,602 \cdot 10^{-19}$ Дж. Для відриву електрона від органічної молекули в живій клітині α , β -частинкам або γ -кванту потрібна енергія приблизно 10 еВ. Після відриву електрона з'являються два іони, які вступають у хімічні реакції з іншими молекулами. Наприклад, один атом хімічного елемента америцію-241 випромінює α -частинку з енергією $5,57 \cdot 10^6$ еВ.

Отже, один атом америцію-241 теоретично може зруйнувати приблизно 1 114 000 молекул у живій тканині. Можемо зробити дуже важливий висновок: один радіоактивний атом у мільйони разів більш небезпечний за атом будь-якого стабільного токсичного елемента, тому що один токсичний атом зруйнує одну молекулу в живій клітині, а радіоактивний – від однієї до мільйонів молекул. Цей дуже важливий висновок формулює проблему, яку треба підкреслити при вивченні екологічної та радіаційної безпеки. Для розуміння основ радіаційної безпеки необхідно вивчити одиниці вимірювання іонізуючого випромінювання (табл. 13).

Для оцінки впливу іонізуючого випромінювання на людину у системі SI використовують поняття поглинутої дози. *Поглинута доза іонізуючого випромінювання* – характеристика впливу іонізуючого випромінювання, що визначається відношенням середньої енергії, переданої іонізуючим випромінюванням речовині в елементарному об'ємі, до маси речовини у цьому об'ємі (одиниця в SI – греї (Гр)).

Потужність поглинутої дози іонізуючого випромінювання – це фізична величина, що дорівнює відношенню поглинутої дози іонізуючого випромінювання за певний інтервал часу (одиниця в SI – греї за секунду (Гр/с))

$$1 \text{ Гр} = 100 \text{ рад} = 1 \text{ Дж/кг}; 1 \text{ рад} = 10^{-2} \text{ Гр} = 100 \text{ ерг/г}.$$

Під впливом поглинутої дози в 1 греї у кожному кілограмі біосубстрату поглинається енергія, що дорівнює одному джоулю. 1 Дж відповідає 0,239 калоріям, або $6,24 \cdot 10^{18}$ електрон-вольт, або $1 \cdot 10^5$ ерг. Похідні одиниці поглинутої дози: тисячна доза – мілігреї (мГр), мільйонна доза – мікрогреї (мкГр). Потужність поглинутої дози – це відношення дози до інтервалу часу її накопичення: D/t (або $D \cdot t^{-1}$, або

Таблиця 13

**Одиниці вимірювання іонізуючого випромінювання
та їх співвідношення з позасистемними одиницями**

Величина та її символ	Найменування і позначення одиниць		Співвідношення між одиницями
	одиниці SI та їх позначення	позасистемні одиниці	
Активність нукліда в радіоактивному джерелі	бекерель, Бк	кюрі, Ки	$1 \text{ Бк} = 1 \text{ с}^{-1} = 2,7 \cdot 10^{-11} \text{ Ки};$ $1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$
Експозиційна доза рентгенівського та гамма- випромінювання	кулон на кілограм, Кл/кг	рентген, Р	$1 \text{ Кл/кг} = 3,88 \cdot 10^3 \text{ Р};$ $1 \text{ Р} = 2,57 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг}$
Потужність експо- зиційної дози рентгенівського та гамма- випромінювання	ампер на кілограм, А/кг	рентген за секунду, Р/с	$1 \text{ А/кг} = 1 \text{ А} \cdot \text{кг}^{-1} = 3,88 \cdot 10^3 \text{ Р/с};$ $1 \text{ Р/с} = 2,57 \cdot 10^{-4} \text{ А/кг}$ $1 \text{ Р} = 0,877 \text{ рад}$
Поглинута доза випромінювання	грей, Гр	рад	$1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг} = 100 \text{ рад};$ $1 \text{ рад} = 1 \cdot 10^{-2} \text{ Гр};$ $1 \text{ рад} = 10^{-2} \text{ Дж/кг} = 1,14 \text{ Р}$
Керма	грей, Гр	рад	$1 \text{ Гр} = 100 \text{ рад}$
Потужність погли- нутої дози випро- мінювання	грей за секунду, Гр/с	рад за секунду, рад/с	$1 \text{ Гр/с} = 1 \text{ Дж/кг} \cdot \text{с} = 100 \text{ рад/с};$ $1 \text{ рад/с} = 1 \cdot 10^{-2} \text{ Дж/кг} \cdot \text{с} = 10^{-2} \text{ Гр/с}$
Потужність Керми	грей за секунду, Гр/с	рад за секунду, рад/с	$1 \text{ Гр/с} = 1 \text{ Дж/кг} \cdot \text{с} = 100 \text{ рад/с};$ $1 \text{ рад/с} = 1 \cdot 10^{-2} \text{ Дж/кг} \cdot \text{с} = 10^{-2} \text{ Гр/с}$
Еквівалентна доза випромінювання	зиверт, Зв	бер	$1 \text{ Зв} = 100 \text{ бер};$ $1 \text{ бер} = 10^{-2} \text{ Зв} = 0,01 \text{ Зв}$
Потужність еквіва- лентної дози	зиверт за секунду, Зв/с	бер за секунду, бер/с	$1 \text{ Зв/с} = 100 \text{ бер/с};$ $1 \text{ бер/с} = 10^{-2} \text{ Зв/с} = 0,01 \text{ Зв/с}$
Об'ємна концент- рація	бекерель на кубічний метр, Бк/м ³	кюрі на літр, Ки/л	$1 \text{ Бк/м}^3 = 2,7 \cdot 10^{-14} \text{ Ки/л};$ $1 \text{ Ки/л} = 3,7 \cdot 10^{13} \text{ Бк/м}^3$

Дж·кг⁻¹·с⁻¹). Слід запам'ятати, що за рік людина не повинна отримати більше, ніж 0,005 Гр від усіх природних та штучних джерел.

Поглинуті дози випромінювань різних типів спричиняють неоднаковий біологічний ефект. Для порівняння дії різних видів випромінювання користуються поняттям коефіцієнта відносної біологічної ефективності або коефіцієнтом якості випромінювання (табл. 14).

Коефіцієнт відносної біологічної ефективності враховує руйнівну силу конкретного виду випромінювання порівняно з рентгенівським випромінюванням, яке взяли за еталон. Вважають, наприклад, що руйнівна дія альфа-випромінювання на живі клітини у 20 разів вище, а нейтронів та протонів – у 10 разів вище за рентгенівське випромінювання.

Оскільки різні види іонізуючого випромінювання мають свої особливості при впливі на біологічні системи, для більш точного аналізу їх дії у системі SI використовують поняття еквівалентної дози.

Еквівалентна доза іонізуючого випромінювання – це поглинена доза випромінювання, помножена на середній коефіцієнт якості випромінювання для біологічної тканини. Вимірюється в зивертах (1 Зв = 100 бер). Наприклад, для гамма-випромінювання поглинена доза в 1 Гр відповідає еквівалентній дозі в 1 Зв. Поглинена доза для альфа-випромінювання в 1 Гр відповідає еквівалентній дозі в 20 Зв. Коефіцієнт якості випромінювання виявляє ступінь можливого руйнування біологічної тканини конкретним видом іонізуючих частинок. Він показує, у скільки разів сильніше конкретний вид радіоактивного випромінювання руйнує живу тканину відносно рентгенівського випромінювання. Так, α -промені у 20 разів небезпечніші за рентгенівське випромінювання, швидкі нейтрони – у 10 разів. Однак, серед усіх видів найнебезпечніші нейтрони, незважаючи на їх коефіцієнт відносної біологічної ефективності. Це пов'язано з тим, що вони, проходячи крізь речовину або живу тканину, роблять її джерелом випромінювання іноді на мільйони років. Інші види випромінювання лише іонізують речовину, не роблячи її джерелом випромінювання.

Слід запам'ятати, що за рік людина не повинна отримати більш ніж 0,5 бер від усіх природних та штучних джерел випромінювання. Раніше широко користувалися поняттям експозиційної дози.

Експозиційна доза – це доза, яка дорівнює відношенню заряду q ,

**Значення коефіцієнтів якості випромінювання,
що враховує відносну біологічну ефективність різних видів
іонізуючого випромінювання**

Вид випромінювання	Коефіцієнт W_p
Електрони і мюони	1
Протони з енергією $E < 10$ MeV	10
Нейтрони з енергією $E \leq 20$ KeV	3
Нейтрони з енергією $E = 0,1 \dots 10$ MeV	10
Альфа-випромінювання, важкі ядра віддачі	20
Рентгенівське і гамма-випромінювання	1

що утворився внаслідок іонізації під дією випромінювання, до маси іонізованого повітря: $1 \text{ P} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг}$.

Слід запам'ятати, що 1 P це приблизно 1 рад при опроміненні людини (дод. 2)

$$1 \text{ рад} = 10^{-2} \text{ Дж/кг} = 1,14 \text{ P}; 1 \text{ P} = 0,877 \text{ рад}.$$

Дуже важливою характеристикою є поняття потужності дози.

Потужність дози – це відношення поглиненої дози D до одиниці часу t . Потужність дози убаває зворотно пропорційно квадрату відстані. Слід запам'ятати, що потужність дози часто характеризує безпечний радіаційний фон. Він не повинен перевищувати $10\text{--}20$ мкрад/год.

Кількість розпадів за секунду в радіоактивному зразку має назву «активність».

Активність (A) радіоактивної речовини – це число радіоактивних розпадів за секунду. Одиниця SI активності: $[A] = \text{бекерель (Бк)} = 1 \text{ розпад/с}$. Одиниця, що застосовувалася до 1980 р.: кюрі (Ки) $= 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$. Досить часто у кюрі характеризують активність радіоактивних відходів. Наприклад, якщо активність радіоактивних відходів дорівнює $100\,000 \text{ Ки}$, це свідчить, що ці радіоактивні відходи мають таку активність, як 100 кг радію, $1\,600 \text{ кг}$ плутонію або $570\,000 \text{ кг}$ урану-235.

Бекерель – системна одиниця активності радіонукліда. Являє собою активність радіонукліда, в якому протягом однієї секунди відбувається один акт розпаду. У тисячу разів більша одиниця – кілобекерель (кБк),

у мільйон – мегабекерель (МБк). Один бекерель – це один радіоактивний розпад атома за секунду. Крім бекереля, активність вимірюється в кюрі (Ки): $1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$. Це активність одного грама радію. За одну секунду в одному грамі радію здійснюється $3,7 \cdot 10^{10}$ розпадів атомних ядер. Питома активність вимірюється в Бк/кг, Бк/л та використовується для визначення допустимих рівнів вмісту радіонуклідів у продуктах харчування та питній воді (табл. 15). Важливу інформацію також має і така характеристика, як емпіричне співвідношення щодо радіоактивності харчових продуктів (табл. 16).

ПРИНЦИПИ ЗАХИСТУ ЛЮДИНИ ВІД ІОНІЗУЮЧОЇ РАДІАЦІЇ.

Основною екологічною загрозою для людства залишається застосування сучасної ядерної зброї. Зараз радіоактивні матеріали у військових діях здатні застосувати 44 країни світу. Результати опитування населення США у 2012 р. показали, що більш ніж половина мешканців цієї країни вважає, що вони незабаром стануть свідками ядерної війни.

Розглянемо вплив іонізуючих випромінювань на людину. За час близько частки секунди після того, як проникне випромінювання досягне відповідного атома в тканині організму, від цього атома відривається електрон. Він заряджений негативно, тому інша частина початково нейтрального атома стає позитивно зарядженою. Цей процес називається іонізацією. Електрон, що відірвався, далі іонізує інші атоми.

Вільний електрон та іонізований атом, як правило, не можуть довго перебувати в такому стані. Тому протягом наступних часток секунди вони беруть участь у складному ланцюзі реакцій, внаслідок яких утворюються нові молекули («вільні радикали»), які не потрібні клітині і порушують її діяльність. Наприклад, однією зі сполук, що з'являються таким чином, є перекис гідрогену (H_2O_2), що утворюється внаслідок іонізації молекул води. Він окислює органічні молекули клітини. Вільні радикали, що утворюються, впливають на молекули клітини, змінюють їх хімічний склад і можуть призвести до загибелі клітини (дод. 6).

Найуразливішою частиною клітини є гени і хромосоми. Іонізуюче випромінювання може спричиняти розрив ланцюгів ДНК, порушення їх хімічної будови, які передаються при розподілі від клітини до клітини.

Порушення генетичного апарату може спричиняти загибель клітини або рак. Існує багато закономірностей впливу іонізуючого випромінювання на живі організми. Основні з них доводять таке.

Найчутливішими до іонізуючого випромінювання є клітини організму, які інтенсивно діляться, створюючи собі подібні. До них належать: клітини крові, кістковий мозок, статеві клітини, клітини шкіри тощо.

В організмі людини, інших живих істот існує спеціальний механізм відновлення пошкоджених молекул і знищення зруйнованих клітин, а також вільних радикалів. Відновлення структури ДНК відбувається краще, якщо пошкодженою є одна з двох спіралей. У цьому випадку приблизно 299 з 300 пошкоджень відновлюється. Якщо пошкоджено дві спіралі, клітина виправляє тільки 11 з 12 пошкоджень. На відновлення необхідний час і набір спеціальних ферментів.

Якщо ураження ДНК відбувається перед початком синтезу клітини, настає зупинка, потім – знову синтез, але поспішний, з великою кількістю генетичних помилок. Якщо ДНК уражується після синтезу клітини, наслідки ліквідуються легше.

Під дією радіації прискорюється процес старіння опромінених клітин.

Таблиця 15

Значення допустимих рівнів вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді (Бк/кг, Бк/л)

№ з/п	Назва продукту	^{137}Cs	^{90}Sr
1	Хліб, хлібопродукти	20	5
2	Картопля	60	20
3	Овочі (листові, коренеплоди, столова зелень)	40	20
4	Фрукти	70	10
5	М'ясо і м'ясні продукти	200	20
6	Риба і рибні продукти	150	35
7	Молоко і молочні продукти	100	20
8	Яйця (шт.)	6	2
9	Вода	2	2*
10	Молоко згущене і концентроване	300	60
11	Молоко сухе	500	100
12	Свіжі дикорослі ягоди і гриби	500	50
13	Сушені дикорослі ягоди і гриби	2500	250
14	Лікарські рослини	600	200
15	Інші продукти	600	200
16	Спеціальні продукти дитячого харчування	40	5

Емпіричне співвідношення щодо радіоактивності харчових продуктів

Потужність експозиційної дози, мкР/год	Активність, Ки/кг
3	$2 \cdot 10^{-8}$
7	$5 \cdot 10^{-8}$
13	$1 \cdot 10^{-7}$
25	$2 \cdot 10^{-7}$
50	$4 \cdot 10^{-7}$
100	$8 \cdot 10^{-7}$
125	$1 \cdot 10^{-6}$
250	$2 \cdot 10^{-6}$
375	$3 \cdot 10^{-6}$
500	$4 \cdot 10^{-6}$

Клітини крові, що забезпечують імунний захист організму, при променевому пошкодженні гинуть навіть після відновлення пошкоджених органічних молекул. Внаслідок цього при опроміненні людини в дозах більших, ніж природний радіаційний фон, відбувається зниження захисних функцій організму, і вона може легко уражатися різними вірусами.

Досліди на тваринах показали, що зниження кількості кисню в повітрі і тканинах дозволяє збільшити опірність організму. Тварини витримували великі дози радіації, якщо містилися в камерах з меншою кількістю кисню в повітрі. На думку деяких фахівців, використання спиртного знижує кількість вільного кисню в тканинах.

Більшість органів людини краще переносить серію дрібних доз, ніж сумарну дозу випромінювання за один раз. Винятком є статеві органи. Доза опромінення за декілька прийомів для них більш небезпечна, ніж та сама поглинена доза за один прийом. При однократному опроміненні 0,1 Гр сім'яників чоловіка виникає тимчасова стерильність. При великих дозах стерильність може зберігатися декілька років. У жінок при однократному опроміненні більше за 3 Гр також відбувається стерилізація.

Особливо уражається кришталик ока. Загиблі клітини стають непрозорими, що може призводити до катаракти і потім до повної сліпоти.

Чутливі до малих доз радіації легені людини. Навпаки, печінка, нирки, сечовий міхур витримують значно більші поглинені дози.

Діти особливо чутливі до радіоактивного опромінення. Дія радіації в підвищених дозах спричиняє зупинку зростання кісток, недоумство, втрату пам'яті.

У доповіді американського вченого із Пітсбургського університету Е. Д. Стернгласа зазначається, що невелике підвищення радіаційного фону впливає на здоров'я людини більше, ніж раніше припускали. Американські дослідники виявили, що пряма дія значних поглинених доз радіації, що руйнують генетичний апарат живих організмів, – це тільки одна частина проблеми. Не менш небезпечне руйнування мембран клітини активними іонами O_2^- , що найбільше виявляються при рівнях радіації, які мало перевищують природний фон.

Автори вважають, що при низькому рівні радіації її руйнівна дія на мембрани клітин домінує над прямою фізичною дією на гени. Радіоактивний атом у багато разів небезпечніший, ніж молекула відомих хімічних токсичних речовин. Прикладом цього служить те, що при розпаді одного атома цезію-137 утворюється β -частинка, енергія якої становить 0,523 МеВ. Енергія випромінювання, необхідна для іонізації молекули клітини, дорівнює приблизно 10 еВ. Із цього випливає, що один радіоактивний атом може іонізувати до 104 600 молекул в об'ємі, рівному декільком кубічним міліметрам. З огляду на проникну здатність електронів цей процес захопить приблизно 10 000 клітин, діаметром 10^{-3} – 10^{-4} см.

Внаслідок ушкодження клітинних мембран іонізованими молекулами знижується спроможність організму до розпізнавання і знищення вірусів і бактерій, тобто послаблюється імунний захист. Отже, підвищення радіаційного фону або потрапляння в організм невеликих кількостей радіоактивних речовин спричиняє значний руйнівний вплив на імунну систему людини, чим пояснюється збільшення захворювань легенів, серця, шлунка тощо, які раніше з радіацією не пов'язували. Американські вчені вважають, що відкриття значної дії слабких джерел радіації на клітинні мембрани є попередженням цивілізації, яка планує масштабні проекти в ядерній енергетиці.

Слід підкреслити, що у світі досить небагато інженерних сховищ, які спроможні витримати вплив сучасної ядерної зброї та тривалий час

забезпечити людей у ньому умовами для виживання. Тому багато з тих, хто не загине відразу у разі війни, вимушені будуть тривалий час перебувати та боротися за життя у екологічно небезпечній зоні радіаційного зараження, а для цього треба запам'ятати деякі поради.

Головні принципи захисту від впливу іонізуючого випромінювання в екологічно небезпечній зоні:

1. *Запобігання потраплянню радіоактивного пилу всередину організму людини.* Для цього необхідно захистити органи дихання респиратором або захисною пов'язкою, закрити волосся, шкіру, використати захисні окуляри для захисту очей, не користуватися кремами, косметикою, мазями, які сприяють налипанню радіоактивних частинок на шкіру. Необхідно коротко постригти нігті, частіше приймати душ, промивати порожнину носа теплою водою, проводити вологе прибирання приміщень, захищати їх від потрапляння пилу.

Внутрішнє опромінення – опромінення організму іонізуючою радіацією внаслідок розпаду радіоактивних ізотопів, що потрапили в органи і тканини людини. Внутрішнє опромінення може бути тривалим, у той час як прямий вплив зовнішніх джерел випромінювання на організм припиняється з виведенням людини з поля їх дії. Небезпека, яка створюється радіонуклідами всередині організму, значно більша, ніж небезпека від зовнішнього джерела, оскільки:

- організм опромінюється безперервно, доки радіонуклід не буде виведений з нього або доки не відбудеться його розпад до нешкідливого рівня;

- часто буває неможливо прискорити виведення радіонуклідів з організму: атоми радіонуклідів, що розпадаються, випромінюють всередині тканини бета-частинки, а іноді й альфа-частинки з малою довжиною пробігу, передаючи всю свою енергію живим клітинам та спричиняючи цим складні біохімічні реакції.

2. *Врахування змін терміну, екрана, відстані.* Чим менший термін опромінення людини, тим краще; чим важчі ядра атомів, з яких складається екран, що захищає людину, та чим він товстіший, тим краще; чим більша відстань від джерела опромінення людини, тим краще.

Захисну екрануючу дію мають такі матеріали, як парафін, графіт, вода, котрі затримують швидкі нейтрони. Сповільнені нейтрони також легко поглинаються бором, кадмієм, гадолінієм, індієм. При захисті від

нейтронів використовується комбінація сповільнюючих і поглинаючих речовин. Як захисний екран від опромінення широко використовують бетон із спеціальними наповнювачами.

3. *Створення в організмі людини надлишку нерадіоактивного елемента, близького за властивостями до радіоактивного.* Одним з таких елементів є йод – хімічний елемент VII групи періодичної системи. Існують ізотопи від ^{120}J до ^{139}J . Велике значення набув ^{131}J з періодом напіврозпаду 8 діб, який є бета- і гамма-випромінювачем. Радіоактивні ізотопи йоду набувають великого токсикологічного значення в перші двадцять днів після ядерного вибуху. Радіоактивний йод безперервно утворюється при руйнуванні ядерних реакторів АЕС. Він поглинається і засвоюється тваринами і людиною, частково переходить у молоко і при його вживанні накопичується в щитовидній залозі людини. Основним споживачем йоду в організмі людини є щитовидна залоза. Накопиченню радіоактивного йоду в щитовидній залозі можна перешкоджати застосуванням так званої «йодної дієти», тобто введенням до раціону людини спеціальних таблеток або розчинів, які містять нерадіоактивний йод. Йодна профілактика полягає у прийманні перорально (через ротову порожнину) препаратів стабільного йоду – йодистого калію або 5 %-го водно-спиртового розчину йоду. Йодистий калій слід приймати після їжі разом із чаєм або водою один раз за день протягом семи діб:

- дітям до двох років – по 0,04 г за один прийом;
- дітям старше двох років і дорослим – по 0,125 г за один прийом.

Водно-спиртовий розчин йоду слід приймати після їжі три рази на день протягом семи діб:

- дітям до двох років – 1–2 краплі 5%-го розчину йоду в 100 мл молока (консервованого) або поживної суміші;
- дітям старше двох років і дорослим – по 3–5 крапель 5%-го розчину йоду на стакан молока (консервованого) або води.

Додатково слід наносити на поверхню кисті рук 5%-й розчин йоду у вигляді сітки один раз на день протягом семи діб. На жаль, при аварії на ЧАЕС значна частина населення України не мала уяви про необхідні заходи щодо йодної профілактики.

4. *Зменшення концентрації кисню в крові та клітинах людини за допомогою радіопротекторів.*

Радіопротектори – речовини хімічного або біологічного походження, введення яких в організм людини до опромінення значно знижує дію променевого ураження. До найефективніших радіозахисних препаратів належить цистамін, який нейтралізує окислювальні радикали, що накопичуються у процесі розвитку променевого ураження. Цистамін (12 таблеток) знаходиться в індивідуальній аптечці, призначений для особового складу військ. Препарат приймається по три таблетки до трьох разів за добу. Зниженню кількості кисню у клітинах також сприяє вживання горілки. У людини дію радіопротекторів контролюють за допомогою біологічної дозиметрії: за кількістю клітин кісткового мозку або лімфоцитів з хромосомними поломками – абераціями. Чим більша доза опромінення, тим вищий процент пошкоджених клітин.

5. *Застосування індивідуальних засобів захисту.* При роботі з відкритими радіоактивними речовинами та на зараженій місцевості застосовуються індивідуальні засоби захисту: протигази (респіратори), спеціальний одяг, захисні рукавиці. Радіоактивне забруднення спецодягу, засобів захисту і шкірних покривів особового складу не повинно перевищувати допустимих рівнів. Радіоактивно забруднений одяг і взуття підлягають дезактивації. Одяг відправляється до спеціальної пральні в тому випадку, якщо після попередньої дезактивації його забруднення перевищує допустимий рівень радіації.

6. *Дезактивація* – видалення зі шкіри людини, одягу, взуття, транспортних засобів, предметів, з якими контактує людина, а також радіоактивних хімічних сполук. Здійснюється шляхом змиття радіоактивних речовин розчинниками, що містять ПАР (дод. 7).

Перебуваючи в зоні радіоактивного зараження, треба знати, що радіоактивний пил після потрапляння на будівлі та конструкції інженерних споруд із бітуму, бетону, асфальтобетону міцно закріплюється на їх пористій поверхні та видаляється тільки з поверхневим шаром. Також радіоактивні речовини можуть вступати у хімічну взаємодію з пофарбованими металевими та іншими поверхнями, перетворюючи їх у джерела небезпеки на тривалий час.

Роботи, пов'язані з оранням і розпушуванням ґрунту, підіймають радіоактивний пил. Тому такі роботи повинні здійснюватися на вологому ґрунті, тобто після дощу або поливу ґрунту.

Для рослин і дерев є характерним накопичення радіоактивних

ізоотопів у кореневій системі, стовбурі або плодах, залежно від типу радіонукліда. Рослина, як фільтр, затримує багато радіоактивних сполук.

7. *Виведення радіоактивних ізотопів з організму* за допомогою промивання шлунка, використання активованого вугілля та інших способів, які застосовують при хімічних отруєннях.

8. *Радіаційна трофологія* – це наука про харчування населення в умовах радіаційного забруднення навколишнього середовища, про використання харчування в боротьбі проти впливу радіації.

Головні завдання радіаційної трофології: по-перше, перешкоджати потраплянню в організм радіонуклідів, нітратів, пестицидів та інших мутагенів і, по-друге, наситити організм харчовими радіопротекторами, антимуагенами та іншими біологічно активними сполуками, які мають лікувально-профілактичний вплив.

Найкращим джерелом цінного в біологічному відношенні білка є яйця, нежирна телятина, тріска, яловичина другої категорії, нежирна баранина, нежирний сир, просо, бобові. Білок цих продуктів відзначається оптимальним вмістом незамінних амінокислот і добре засвоюється. Якщо в харчуванні людини, яка знаходиться на радіаційно забрудненій території, не вистачає білка, то відбувається накопичення в організмі значної кількості цезію-137. Раціони з повноцінним вмістом білка пришвидшують виведення цього радіонукліда з організму.

Для правильного харчування необхідно дбати про склад жирів у їжі. Якщо їжа містить лише насичені жири тваринного походження, то це спричиняє захворювання на атеросклероз. Треба, щоб половину або третину всіх жирів становили олії, які мають антиокислювальні властивості.

В умовах підвищення радіаційного впливу треба змінити структуру споживання вуглеводів: збільшити споживання складних некрохмальних вуглеводів (вони входять до пектинів, альгінатів, полісахаридів), а споживання простих вуглеводів (їх багато у цукрових і в кондитерських борошняних виробках) зменшити до мінімуму, замінивши їх медом і солодкими фруктами та ягодами. Особливо корисний мед. У ньому вміст глюкози і фруктози становить 75 % (а у винограді – лише 16 %). Пектинові речовини і клітковина мають бути обов'язковими компонентами харчового раціону.

Клітковина не тільки відіграє важливу роль у стимулюванні діяль-

ності кишечника. Вона потрібна для нормалізування життєдіяльності корисної кишкової мікрофлори, а також для виведення з організму холестерину, радіонуклідів, важких металів. Особливо цінною є клітковина овочів і плодів у поєднанні з пектиновими речовинами.

Пектини – це складні вуглеводи, що містяться в рослинних клітинах. Багато пектинів у буряках, чорній смородині, яблуках, квасолі, сочевиці, горосі, ячмені – і не тільки у шкірці, а й у всіх клітинах цих рослин. Під час кип'ятіння пектини не руйнуються. У яблуках вміст їх на 100 г речовини – 1 г, у яблучному соку – 0,03 г, у яблучному повидлі – 1,3 г. Рекомендована добова доза пектину – до 10–15 г.

Могутніми антимутагенами і радіопротекторами є вітаміни. Механізми їхньої антирадіаційної дії різноманітні. Ряд вітамінів *A, B, C, E* сприяють підвищенню стійкості організму до зовнішнього опромінення.

Вітамін *A* містять яєчний жовток, сир, морква тощо.

Вітамін *B* – хліб з висівками, дріжджове тісто тощо.

Вітамін *C* – смородина, морква, обліпіха, шипшина тощо.

Вітамін *E* – олії (соняшникова, кукурудзяна та ін.).

Широкий спектр вітамінів містять пшеничні висівки.

Дуже корисно пити у великій кількості сирі фруктові та овочеві соки, особливо з м'якоттю.

Шляхи антирадіаційного впливу їжі дуже різноманітні.

1. Їжа, багата на антиоксиданти (вітаміни *E, C* та ін.), допомагає клітинам позбутися вільних радикалів ще до того, як вони ушкодять гени чи інші життєво важливі частини організму людини.

2. Деякі поживні речовини (калій, кальцій, йод, вітамін *B₂*, залізо та ін.), що їх називають блокаторами, діють за механізмом заміщення радіоактивних ізотопів відповідно цезію-137, стронцію-90, йоду-131, кобальту-60, плутонію-238, -239 та ін.

3. Деякі харчові волокна (клітковина, пектини тощо) зв'язуються з радіонуклідами, утворюючи нерозчинні сполуки, які виводяться з організму.

4. Їжа, що містить імуностимулятори (цинк, вітамін *B₂* та ін.), зміцнює імунну систему.

Зниженню кількості радіоактивних сполук при вживанні м'яса корів, кіз, свиней, птахів тощо, сприяє переведення їх на чисті корми на час,

що залежить від періоду виведення конкретного радіонукліда з їх організму. Потрібно зазначити, що вовна тварин, особливо овець, накопичує радіоактивний пил і не очищується від нього. Радіонукліди, залежно від хімічного складу, накопичуються у відповідних внутрішніх органах тварин.

Радіоактивний пил затримується лісами, садами, лісозахисними смугами, тому в зоні радіоактивного зараження гриби, ягоди, листя, птахи і тварини будуть накопичувати в собі радіонукліди. Заходити в такі лісонасадження та полювати в них не рекомендується. Риба також концентрує в собі радіоактивні речовини, тому рибалка у цих місцях забороняється.

Правила харчування в умовах радіаційного забруднення навколишнього середовища повинні враховувати і останні дослідження вчених, наприклад:

12.08.2005 р. японські вчені з Інституту променевої медицини (місто Тиба) експериментально довели, що пиво, як і більш міцні алкогольні напої, здатні послабити ураження організму від радіоактивного випромінювання.

Виявлено, що однієї півлітрової пляшки світлого пива достатньо, щоб на 34 % знизити число хромосомних ушкоджень, котрі виникають після впливу рентгенівських променів або важких частинок, наприклад, іонів водню. На думку вчених, цей ефект досягається завдяки дії біологічно активних сполук та алкоголю. Відомо, що спирт поглинає вільні радикали, що при опроміненні призводять до генетичних порушень.

9. *Забезпечення чистої води* є найважливішим завданням у період роботи на зараженій території. Додатковими способами очищення звичайної питної води може бути дистиляція (очищення від радіоактивних домішок випаровуванням), заморожування, фільтрація тощо. У період роботи в зоні не бажано обмежувати потребу людей у чистій питній воді. Не треба використовувати солоні продукти, які затримують воду в організмі.

10. *Обладнання місць відпочинку особового складу.* Розташування палаток, інших інженерних споруд починається після того, як під ними видалається з метою зниження радіаційного фону верхній шар ґрунту товщиною 20–30 см, який містить радіонукліди. Коли це неможливо, ґрунт накривають матеріалами, які знижують проникну

здатність випромінювання (наприклад, бетон, щебінь, незабруднений ґрунт). Якщо захисний матеріал сипучий, його треба утиснути. Товщина шару визначається потужністю випромінювання, яке після утворення захисту повинно бути у межах 10–20 мкРад/год.

11. *Подолання нехтування правилами радіаційної безпеки*, яке виникає у людини при тривалому перебуванні у зоні радіоактивного зараження.

12. *Відродження радіаційно забруднених територій* може здійснюватися під дією природних факторів – живих організмів, рослин, ґрунтових вод, повітря.

Досвід роботи екологів поблизу японської АЕС «Фукусіма-1» у березні 2011 р. дозволив розробити такі рекомендації:

1. При перебуванні у зоні радіаційної аварії треба взяти із собою: дозиметр, що вимірює накопичену дозу радіації; щільні маски-респіратори для кожного (марлеві та їм подібні не підійдуть); непромокальні плащі, бажано брезентові; запас поліетиленових накидок, їх рекомендується міняти якнайчастіше; бахіли; рукавиці; головний убір для захисту голови від пилу; окуляри (для захисту очей від потрапляння пилу); великий пензлик; пластикові пакети; повний комплект змінного одягу; спеціальну радіаційну аптечку (за можливістю); люголь, таблетки йодистого калію (0,25); спиртовий розчин йоду.

У зоні зараження треба дотримуватися таких правил:

– дозу і час перебування в зоні визначити заздалегідь для кожної людини;

– маски, чохли і бахіли потрібно надіти заздалегідь;

– дозиметр повинен бути обнуленим перед входом у зону зараження;

– не ходити по воді, намагатися уникати потрапляння бруду і глини на одяг та устаткування;

– не торкатися руками обличчя, не терти очі;

– обладнання, що контактувало з ґрунтом, після кожного використання очищати пензликом;

– по можливості не треба ставити обладнання на землю;

– при пересуванні по зоні зараження на автомобілі вікна повинні бути закриті, а кондиціонер вимкнений;

– вживати можна тільки воду і їжу, принесену ззовні району зараження;

– бажано щодня випивати трохи червоного вина.

Під час роботи у зоні радіаційної аварії потрібно використовувати лікарські препарати.

Радіоактивний йод попадає в організм із подихом, продуктами харчування і водою. Період його напіврозпаду – 8 днів. Він заміщає нормальний йод, що зазвичай накопичується в щитовидній залозі, і може призвести до раку. Тому головне – заповнити щитовидну залозу нерадіоактивним йодом. Поза зоною ризику можна обійтися таблетками йодистого калію або розчином люголю. Розчин люголю можна купити у звичайній аптеці. Пити потрібно по 4–5 крапель 3 рази на день, розчиняючи його в молоці або у воді.

Люголь може мати протипоказання. Стримуватися від його застосування потрібно при підвищеній чутливості до йодованих препаратів, важких захворюваннях нирок і печінки, гіперфункції щитовидної залози. Також його не можна застосовувати вагітним.

Йодистий калій у таблетках по 0,25 грама також продається в аптеках. Приймати його треба по 1 таблетці щодня протягом 10 днів. При роботі в зоні аварії на АЕС йодистий калій потрібно приймати щодня, а потім ще 8 днів після останнього викиду.

Покинувши зону зараження, обов'язково потрібно зробити таке:

- зібрати весь пил із устаткування і штативів;
- зняти і скласти у поліетиленові пакети накидки і бахіли, щільно закрити ці пакети;
- зняти маску;
- помити машину;
- після повернення обов'язково прийняти душ із милом, уникаючи потрапляння змитої води до рота;
- за можливості помити всі предмети одягу і взуття.

Під час екологічних досліджень у зоні радіаційного забруднення потрібно мати з собою: перочинний ніж; телефон супутникового зв'язку; воду в пляшках; таблетки для стерилізації води; бензин; каністру; похідну аптечку (зі стерильними роздавальними матеріалами); вологі серветки; крем від засмаги; головний убір; теплий одяг (наприклад, вовняні речі для ночівлі); похідні черевики (із захистом щиколоток); непромокальний верхній одяг; спальний мішок; рятувальну ковдру; запас їжі (наприклад, хлібці зі злакових або з високим вмістом цукру); консерви;

кишеньковий ліхтар з комплектом запасних батарейок; радіоприймач на батарейках; компас; свисток; невелику лопату; трос для буксування.

РАДІАЦІЙНА СТІЙКІСТЬ – здатність матеріалів протистояти руйнівному впливу інтенсивного радіоактивного випромінювання.

РАДІАЦІЙНИЙ ЕФЕКТ (РАДІАЦІЙНИЙ МУТАГЕНЕЗ) – реакція клітин або організму на дію іонізаційних випромінювань. Реєструється за змінами швидкості поділу клітин, кількості мутацій або пошкоджень хромосом, порушенням будови ядра, мітохондрій та ін.

РАДІАЦІЙНИЙ ПОЯС ЗЕМЛІ – частина земної магнітосфери, у якій магнітне поле Землі утримує заряджені частинки з енергією від 200 еВ до сотень мегаелектрон-вольт. Нижня межа радіаційного поясу становить декілька сотень кілометрів над поверхнею Землі. Радіаційний пояс Землі має декілька зон. Внутрішня (I) зона складається переважно із протонів високих енергій та електронів. Зона (II) характеризується наявністю протонів малих енергій. У зовнішній зоні (III) виявлені головним чином електрони. Зона квазізахоплення (IV) дуже непостійна впродовж деформації магнітосфер сонячним вітром.

РАДІАЦІЙНИЙ ФОН (ПРИРОДНИЙ) – це фон, створений космічним випромінюванням, природними та штучними радіоактивними речовинами, що знаходяться в тілі людини і в навколишньому середовищі. Опромінення від природних джерел переважає інші джерела і є важливим фактором мутагенезу, суттєвого для еволюції живих організмів у біосфері.

РАДІАЦІЯ – електронне і корпускулярне випромінювання, що виникає під час ядерних перетворень.

РАДІАЦІЯ ІОНІЗУЮЧА – електромагнітні та корпускулярні випромінювання, які призводять до іонізації (утворення іонів і вільних електронів) електрично нейтральних атомів і молекул (див. випромінювання іонізуюче, безпека радіаційна).

РАДІАЦІЯ КОРОТКОХВИЛЬОВА (В АТМОСФЕРІ) – умовна назва прямої та розсіяної сонячної радіації в інтервалі довжини хвиль від 200–400 нм до 4 мкм (включає ультрафіолетове, видиме і близьке інфрачервоне випромінювання). Завдяки **Р. к.** відбувається надходження тепла до Землі.

РАДІАЦІЯ ПРОНИКНА – електромагнітне і корпускулярне випромінювання, які мають властивості проникати й уражати організми.

- порушенням контролю та управління ланцюговою ядерною реакцією ділення в активній зоні реактора;

- утворенням критичної маси під час перевантаження, транспортування та зберігання ТВЕЛів, що вміщують ядерне паливо;

- порушенням тепловідведення від ТВЕЛів.

Під час радіаційної аварії виникає порушення меж безпечної експлуатації з виходом радіоактивних продуктів або іонізуючого випромінювання за передбачені межі у кількостях, що перевищують встановлені для нормальної експлуатації значення.

Максимальна проектна аварія не повинна призводити до недопустимого викиду радіоактивних речовин у навколишнє середовище, при цьому еквівалентна доза не повинна перевищувати подвійну гранично допустиму дозу, встановлену Нормами радіаційної безпеки України (НРБУ) для персоналу. Під час ліквідації наслідків аварії у виключних випадках допускається планове підвищене потрапляння радіонуклідів усередину організму у два рази більше гранично допустимого річного потрапляння у кожному окремому випадку або у п'ять разів більше, ніж протягом усього періоду роботи.

В Україні виділяють три типи аварій на атомних електростанціях: локальну, місцеву та загальну. Під час локальної аварії радіаційні наслідки обмежуються однією будівлею або спорудою, під час місцевої аварії – будівлею і територією АЕС, де можливе опромінення персоналу у дозах, вище допустимих. Під час загальної аварії радіоактивні продукти, що викидаються з реактора, розповсюджуються за межі АЕС. У результаті загальної аварії можливе опромінення населення та радіоактивне забруднення об'єктів навколишнього середовища. Під час розроблення аварійних планів необхідно установити оперативні рівні втручання для евакуації населення.

Такі рівні (нижня та верхня межа) втручання для евакуації населення, наприклад, складають 5 та 50 рад опромінення усього тіла відповідно.

У національних документах з радіаційної безпеки різних країн прийняті різні числові значення рівнів втручання для евакуації (наприклад, у Німеччині та Великобританії – відповідно 10 та 50 рад).

З радіаційно-гігієнічної точки зору, аварійні ситуації на АЕС за наслідками поділяються на п'ять груп:

- перша – аварії, які не призводять до опромінення персоналу вище гранично допустимої дози (ГДД) 5 бер, окремих осіб населення – вище межі дози (ГД) – 0,5 бер, не супроводжуються забрудненням виробничого та навколишнього середовища, не створюють реальну загрозу переопромінення або забруднення і потребують розслідування причин їх виникнення;

- друга – аварії, внаслідок яких персонал та окремі особи серед населення можуть одержати дози зовнішнього опромінення вище ГДД та граничного рівня (ГР);

- третя – аварії, під час яких було забруднено виробниче або навколишнє середовище вище допустимого рівня (ДР) для персоналу та для окремих осіб населення;

- четверта – аварії, внаслідок яких персонал та окремі особи серед населення одержали дозу зовнішнього та внутрішнього опромінення вище основних дозових меж (вище ГДД та ГД);

- п'ята – аварії, внаслідок яких сталося зовнішнє та внутрішнє опромінення персоналу і населення регіону та забруднення навколишнього середовища.

Аварійна ситуація на Чорнобильській атомній електростанції належить до п'ятої групи аварій.

РАДІОАКТИВНА РЕЧОВИНА – речовина, до складу якої входять природні або штучні радіоактивні ізотопи.

РАДІОАКТИВНЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ – іонізаційне випромінювання, що виникає у процесі розпаду радіоактивних ізотопів.

РАДІОАКТИВНЕ ЗАБРУДНЕННЯ БІОСФЕРИ – потрапляння і накопичення радіоактивних речовин (РР) у живих організмах і середовищах їх мешкання: атмосфері, ґрунті, гідросфері. Зумовлено випробовуванням ядерної зброї, викидами ядерних реакторів, використанням РР у промисловості, сільському господарстві, медицині. За даними фахівців, природний радіаційний фон планети збільшився на 30 % за період з 1896 до 1996 рр. і продовжує зростати. Людству слід замислитись над цифрою 2 146. Це кількість ядерних випробувань у збройних силах колишнього СРСР, США, Китаю та інших країн з 1944 до 1993 рр. Ядерні випробування не припинені до теперішнього часу і продовжують негативно впливати на біосферу.

РАДІОАКТИВНЕ ЗАБРУДНЕННЯ МІСЦЕВОСТІ – забруднення місцевості у районі ядерного вибуху (аварії ядерного реактора). До району вибуху відносять забруднену ділянку місцевості у формі півкола з радіусом, що залежить від потужності ядерного боєприпасу, координат центру вибуху, напрямку вітру.

Унаслідок забруднення ґрунту радіоактивними речовинами відбувається їх надходження в наземну рослинність. Загалом за рахунок механічного розподілу, в тому числі і рослинністю, ґрунт втрачає за рік до 2,5 % ^{90}Sr (період напіввиведення – 28 років) і 0,7 % ^{137}Cs (період напіввиведення – 100 років).

Радіоактивні ізотопи, що знаходяться в ґрунті, як правило, переходять у кореневі системи так само, як і стабільні ізотопи цих елементів. У разі схожості хімічних властивостей стабільних і радіоактивних елементів вони потрапляють у рослину в початкових пропорціях. Так, при вирощуванні рослин на простих неорганічних розчинах, що містять кальцій і стронцій, співвідношення цих елементів зберігається і в рослинах. Міра, в якій стронцій засвоюється рослинами з ґрунту, залежить від його хімічної форми, фізіологічних потреб рослин і фізико-хімічних властивостей. Чим міцніше радіоізоотоп фіксується в ґрунті, тим менша його кількість потрапляє в рослину. Так, наприклад, овес, вирощений на піску, накопичував ^{90}Sr в декілька разів більше, ніж при зростанні на важкому суглинку. При цьому з глинистого піску надходило 8–10 %, а з важкого суглинку – лише 1 % від усього ^{90}Sr , внесеного у ґрунт. Відносне накопичення рослинами різних елементів з ґрунтів виглядає так



Потрапляючи з ґрунту в рослину, радіоактивні елементи залежно від своїх хімічних властивостей, проникають у наземні частини або затримуються в кореневій системі. Такі ізотопи, як ^{90}Sr і ^{137}Cs , легко проникають через кореневу систему в усі органи рослини. Такі радіоактивні елементи, як церій, рутеній, цирконій, ітрій, плутоній, накопичуються в основному в кореневій системі.

У процесі переходу ряду радіоактивних речовин з ґрунту в рослини спостерігається важлива особливість, яка полягає в тому, що радіоактивні ізотопи, близькі за хімічними властивостями до стабільних елементів (наприклад, ^{90}Sr і Ca), засвоюються рослинами меншою мірою. Величина, що показує, наскільки зміниться вміст ^{90}Sr щодо

кальцію при переході його з ґрунту в рослину, називається коефіцієнтом дискримінації. Він має такий вираз

$$\frac{\text{Стронцій} - 90}{\text{Кальцій}}(\text{рослина}) : \frac{\text{Стронцій} - 90}{\text{Кальцій}}(\text{ґрунт}).$$

Ефект дискримінації знаходить своє пояснення в більш міцній фіксації в ґрунтах стронцію порівняно з кальцієм. Не виключено також і деяке вибіркове (селективне) відношення рослин до цих двох елементів. Зазвичай коефіцієнт дискримінації міняється залежно від міри насиченості ґрунту стабільним кальцієм, вигляду рослин, періоду їх розвитку. Для більшості рослин цей коефіцієнт за ^{90}Sr знаходиться у межах 0,8–1,0. Інтенсивність накопичення радіоактивних речовин рослинами може бути зменшена при внесенні до ґрунту, що містить малі кількості стабільних аналогів, мінеральних добрив. Так, інтенсивність накопичення ^{90}Sr в рослинах зменшується при збагаченні ґрунту кальцієм.

Другий шлях можливого надходження радіоактивних речовин до рослини полягає в поглинанні їх через поверхню наземних органів. При потраплянні на листя радіоіотопів вони проникають у внутрішню структуру в місці зіткнення, а потім переміщуються і до інших органів рослини. Рутеній і церій затримуються в основному поблизу від місця первинного нанесення. Стронцій і йод пересуваються по рослині досить швидко і вже через 90 год. виявляються у всіх органах рослин. Особливо високою рухливістю відзначається ^{137}Cs .

Внаслідок випадання на земну поверхню радіоактивних опадів забруднення зазнає вся наземна рослинність. Рівні накопичення в ній радіоактивних речовин зумовлені, з одного боку, щільністю випадання, а з іншого – умовами зростання. Так, багаторічні лугові трави можуть накопичувати більшу кількість радіоактивних речовин, ніж однолітні сільськогосподарські культури. Важливе значення в накопиченні радіоактивних продуктів має площа поверхні рослини, форма її будови. Так, форма суцвіть пшениці сприяє максимальному утриманню найдрібніших аерозолів, що випадають.

У лісовій зоні найбільшу здатність затримувати радіоактивні речовини мають хвойні породи дерев, що пов'язано з повільною зміною голок. Листяні породи дерев у середній смузі щорічно скидають свій покрив, тому міра накопичення в цьому випадку меншає.

Внаслідок забруднення лугових трав радіоактивними продуктами вони потрапляють в організм тварин елементарним шляхом. При потраплянні забрудненої рослинної їжі в шлунково-кишковий тракт сільськогосподарських тварин ефективно поглинаються цезій, йод, фосфор, стронцій. Церій, ітрій, прометій та ін. потрапляють у кровообіг у незначній кількості. Радіоактивні ізотопи, що потрапили у кровообіг, розподіляються по різних органах і тканинах: стронцій, плутоній, ітрій, радій концентруються в скелеті, цезій – у м'язах, йод – у щитовидній залозі, рутеній – у нирках тощо. Виводяться вони з організму тварини з характерним для кожного ізотопу періодом напіввиведення. При всмоктуванні зі шлунково-кишкового тракту стронцію і кальцію у тварин спостерігається дискримінація радіоактивного стронцію. Згідно з матеріалами наукового комітету ООН, величина зазначеного коефіцієнта становить у середньому 0,23. Радіоактивні елементи виводяться з організму тварин з калом і сечею. Встановлена присутність їх в молоці (наприклад ^{131}I). При виділенні ^{90}Sr з молоком відмічається дискримінація його щодо кальцію. Коефіцієнт дискримінації в ланці «рослинна їжа тварин – молоко» становить близько 0,12–0,24. Вказані коефіцієнти дискримінації можуть істотно мінятися залежно від характеру харчування тварин, їх фізіологічного стану тощо. Тому ці величини мають орієнтовний характер.

РАДІОАКТИВНЕ ЗАБРУДНЕННЯ РАН – ступінь забруднення пораненої (опікової) та інших поверхонь продуктами ядерного вибуху (продуктами ядерного поділу). Інакше кажучи, це потужність поглинутої дози з так званої «накопиченої густини» забруднення пораненої (опікової) поверхні. Її розраховують на основі даних про час перебування на місцевості, забрудненій продуктами ядерного вибуху, час, що пройшов з моменту радіоактивного забруднення пораненої (опікової) поверхні до моменту її спеціальної обробки, а також даних про потужність експозиційної дози забруднення території за гамма-випромінюванням.

Безпечним ступенем радіоактивного забруднення шкіряного покриву, пораненої, опікової поверхні в умовах війни є потужність експозиційної дози до 50 мР/год. Більша, ніж 50 мР/год, доза свідчить про радіоактивне забруднення пораненої (опікової) поверхні і потребує спеціальної обробки. Можна вважати, що накопичена густина забрудненої пораненої поверхні до 100 мкКі/(год·см²) є малою, а більше

100 мкКи/(год·см²) – значною, тому необхідна терміновахірургічна обробка з метою видалення продуктів ядерного вибуху.

РАДІОАКТИВНИЙ РОЗПАД – процес самовільного розщеплення ядер атома, в результаті якого випромінюється частинка і (або) фотон. Ядра ізотопів, зазнавши самовільного розпаду, перетворюються на ядра атомів інших елементів.

РАДІОАКТИВНІ ВІДХОДИ – це вироби, матеріали, речовини і біологічні об’єкти, забруднені радіоактивними речовинами в кількості, яка перевищує величини, встановлені чинними нормами і правилами; вони не підлягають подальшому використанню в даному виробництві та в експериментальних дослідженнях.

Радіоактивні відходи, що утворюються на різних стадіях паливного циклу, значно розрізняються за кількістю, хімічним та ізотопним складом, рівнем активності та агрегатним станом. Розглянемо основні джерела утворення відходів на підприємствах паливного циклу, їх класифікацію і технологію переробки.

Радіоактивні відходи, що утворюються при отриманні урану і виробництві ТВЕЛів. При добуванні урану радіоактивними відходами є повітряні викиди з шахт, що містять аерозолі та радіоактивні гази, зокрема радон.

Радон виділяється при подрібненні породи і дифундує в повітря шахт. Для забезпечення допустимих концентрацій радону необхідна інтенсивна вентиляція шахт.

При потраплянні ґрунтових вод до шахти утворюються рідкі радіоактивні відходи, що містять уран, радій і продукти їх розпаду. Ці води періодично відкачують з шахт в спеціальні басейни для подальшої переробки.

Технологія добування і збагачення руд матеріалів, що діляться, включає такі процеси, як дроблення, подрібнення, вилуговування і фільтрація. Як відомо, вміст урану в уранових рудах невеликий, тому велика частина переробленого рудного матеріалу скидається в хвости, які у вигляді пульпи віддаляються в спеціальні ставки, – пульпосховища. Після того, як в сховищах тверді частинки осядуть на дно, освітлений розчин повертають для повторного використання в процесі вилуговування. В оборотному розчині містяться хімічні реагенти, деяка кількість ізотопів урану, а також ²²⁶Ra і ²³⁰Th. Багато короткоживучих радіонуклідів

розпадаються за час переробки, а з довгоживучих найбільшу небезпеку представляє радій. В 1 т уранової руди може міститися близько 0,5 міліграма радію. В оборотних розчинах після витягання урану міститься $4 \cdot 10^{-9}$ Кі/л ^{226}Ra і близько 100 мгр/л U_3O_8 . При содовому вилуговуванні у скидному розчині міститься $2 \cdot 10^{-9}$ Кі/л ^{226}Ra і 9 мгр/л U_3O_8 . Частина оборотного розчину періодично скидається з пульпосховища, оскільки в цикл додається деяка кількість свіжих розчинів.

У процесі переробки уранових концентратів методами хімічного осадження і перекристалізації, екстракції, іонного обміну, з використанням летких сполук урану та ін. утворюються рідкі відходи різного хімічного складу. За ізотопним складом вони аналогічні скидним розчинам збагачувальних фабрик, але містять менше радію.

На субліматних і дифузійних заводах утворюються йодні хвости, до складу яких входять уран і газові викиди, що містять гексафторид урану і аерозолі. Виробництво твелів з природного і збагаченого урану пов'язане з утворенням відходів у рідкому, газоподібному і твердому вигляді, трохи забруднених ураном і його дочірніми продуктами. Це, в основному, забруднений метал, стружка тощо. Витягнутий з таких відходів уран повертають у цикл.

Відходи, що виходять у процесі очищення поверхні металу і складаються зі слабких розчинів кислот (азотної, фтористоводневої), що містять невелику кількість розчиненого урану. Твердими відходами на початковій стадії ядерного паливного циклу є також відпрацьовані фільтруючі матеріали, шлами, арматура, що вийшла з ладу, а також частини устаткування, сальники і прокладки, обтиральний матеріал тощо.

Відходи початкової стадії ядерного паливного циклу не являють собою джерела великої активності, проте необхідно враховувати, що основними джерелами радіоактивності тут є α -випромінювачі. Крім того, значний об'єм складають хвости від переробки уранової руди. Так, за даними експертів, у США до 1972 р. було накопичено близько 90 млн т подібних відходів.

Радіоактивні відходи, що утворюються при роботі реакторів. Утворення радіоактивних відходів при експлуатації реакторних установок пов'язане з реакціями розщеплювання ядер урану, плутонію і з іншими ядерними взаємодіями, що призводять до отримання

радіонуклідів. Навіть при достатній герметичності оболонок ТВЕЛів деяка частина летких продуктів ділення (РБГ, йод, тритій) може просочуватися в теплоносій і розподілятися по циркуляційному контуру АЕС, забруднюючи теплоносій і устаткування. Абсолютної герметичності ТВЕЛів добитися неможливо (припустимою вважається наявність в середньому до 0,1 % негерметичних ТВЕЛів у завантаженні реактора), тому в контур потрапляють не тільки радіоактивні гази, але й інші радіонукліди (^{137}Cs , ^{140}Ba , ^{131}I). Через негерметичність циркуляційного контуру радіоактивний теплоносій може потрапити до приміщення АЕС і розповсюдитися далі, забруднюючи як територію АЕС, так і навколишнє середовище.

Природно, що велика частина радіоактивних продуктів ділення затримується в твелах і після витримки в басейні вивозиться зі станції для подальшої переробки на радіохімічних заводах. Проте, незважаючи на передбачені захисні бар'єри на шляху виходу радіоактивних речовин, при експлуатації АЕС обов'язково утворюються рідкі, тверді та газоподібні радіоактивні відходи.

На АЕС з газовим охолодженням теплоносій фільтрується для видалення твердих частинок і радіоактивних аерозолів. У разі охолодження реактора повітрям істотну радіологічну небезпеку являє собою ізотоп ^{41}Ar . При охолодженні гелієм в результаті активації може утворюватися тритій. Охолодження вуглекислим газом обумовлює поява радіонукліда ^{14}C . Усі ці нукліди можуть бути присутніми в повітряних викидах з АЕС.

На АЕС з реакторами, що охолоджуються водою, можливостей утворення рідких викидів істотно більше, особливо на станціях, що працюють за одноконтурною схемою.

При нормальній роботі киплячого реактора основними радіонуклідами у відходах є ізотопи Mn, Cr, Fe та інших і гази (^{13}N , ^{16}N , ^{19}Ne), які несуться з реактора з парою і потім з конденсаторів турбін скидаються ежектором у витяжну трубу. У результаті поверхневого забруднення оболонок ТВЕЛів ураном у теплоносій також з'являється незначна кількість продуктів ділення. При нормальній роботі реактора активність теплоносія становить до 10 Ки/л.

У разі пошкодження оболонок твелів рівень активності може істотно зрости (до 10 Ки/л і більше) внаслідок виходу продуктів ділення.

У цілому, на АЕС утворюються такі основні види рідких радіоактивних викидів: води від спорожнення і від протікання циркуляційного контуру і окремого обладнання; води розпушування і промивання сорбентів систем очищення теплоносія; води від спорожнення басейнів витримки ТВЕЛів; води від обмивання приміщень; дезактиваційні розчини; розчини від регенерації іонітів конденсатоочищення; душові води; викиди радіохімічної лабораторії. За своїм хімічним і радіохімічним складом ці води можуть істотно розрізнятися, і відповідно розрізняється технологія їх переробки.

У дезактиваційних і скидних водах реакторів, де як теплоносії використовують сплав «свинець – вісмут», може міститися радіоактивний полоній.

Тверді радіоактивні відходи на АЕС всіх типів утворюються при ремонті арматури, трубопроводів, устаткування первинних датчиків КІП, заміні фільтрів очищення води та повітря, а також заміні фільтруючих матеріалів. До них належать використані лабораторний посуд, захисний одяг, інструменти, папір, ганчірки та ін. Переведені в процесі технологічної обробки у твердий стан рідкі радіоактивні концентрати і шлами також є твердими відходами.

Радіоактивні відходи, що утворюються при переробленні ядерного палива. Відходи високого рівня активності утворюються в основному на радіохімічних виробництвах, що переробляють відпрацьоване ядерне паливо різних реакторів і АЕС. Високоактивні відходи радіохімічних виробництв складають, як правило, менше 1% загальної кількості рідких радіоактивних викидів. Але саме в них сконцентровано 99% продуктів ділення, що містяться у відпрацьованому ядерному паливі. Кількість високоактивних відходів, що утворюються при переробленні 1 т відпрацьованого ядерного палива, залежить в основному від прийнятої на заводі технологічної схеми переробки (наявність у ній операцій концентрації, нейтралізації тощо) і коливається у досить широких межах.

Суміш продуктів ділення у високоактивних відходах складається приблизно з 35 хімічних елементів: близько 90 радіонуклідів – продуктів ділення і 120 радіонуклідів первинних продуктів ділення, що утворюються в результаті радіоактивного розпаду.

Газоподібні та леткі продукти ділення вивільняються як при

розчиненні ядерного палива, так і на подальших стадіях його перероблення. Основні складові газоподібних відходів – ізомери йоду, криптону і ксенону. Окрім продуктів ділення, важливою складовою відпрацьованих ТВЕЛів є трансуранові елементи, що накопичуються в них (окрім плутонію, головним чином, це ізомери америцію і кюрію). Внаслідок високої α -активності і великих періодів напіврозпаду цих ізомерів вони, залишаючись у відходах, мають небезпеку протягом тривалого часу.

Тверді відходи радіохімічних виробництв аналогічні відходам інших виробництв паливного циклу і виявляються забруднювачами інструментів, матеріалів, арматури, трубопроводів, устаткування та ін. Проте, в деяких випадках у твердих відходах радіохімічних заводів міститься деяка кількість урану і плутонію, що є цінними матеріалами. Тому перероблення цих відходів передбачає повернення їх до основного технологічного циклу, скорочуючи тим самим втрати урану і плутонію.

У майбутньому проблема видалення твердих відходів ускладниться через необхідність локалізації радіохімічних заводів і ядерних реакторів, що відслужили свій термін, усі ці установки будуть сильно забруднені, тому їх демонтаж і поховання нададуть значних труднощів.

РАДІОАКТИВНІ ЕЛЕМЕНТИ – хімічні елементи, усі ізомери яких радіоактивні.

РАДІОАКТИВНІ ІЗОТОПИ – радіоактивні атоми з однаковим числом протонів у ядрі і різним числом нейтронів (наприклад, радіоактивний ізомер йоду – йод-125, йод-127 та ін.). Здатні самовільно розпадатися з виділенням певної кількості енергії випромінювання певного виду і кількості частинок за певний час. Ядра ізомерів у процесі самовільного розпаду перетворюються на ізомери з іншим числом нейтронів або ядра атомів інших елементів.

РАДІОАКТИВНІ МІНЕРАЛИ – мінерали, що вміщують радіоактивні елементи у кількостях, які значно перевищують їх середній вміст у земній корі.

РАДІОАКТИВНІ ПРЕПАРАТИ У МЕДИЦИНІ – радіоактивні ізомери або їх сполуки з різними неорганічними або органічними речовинами, що застосовуються для діагностики пухлин.

РАДІОАКТИВНІ РЯДИ – послідовний ряд радіоактивних ізомерів, утворених один з одного в результаті радіоактивного розпаду.

РАДІОАКТИВНІСТЬ – здатність атомів до перетворення, яке супроводиться випромінюванням. На процес такого перетворення не можна вплинути ззовні. Його називають радіоактивним розпадом.

При радіоактивному розпаді відбувається випромінювання трьох типів:

1) *α -випромінювання*, що являє собою α -частинки, тобто ядра гелію. Внаслідок наявності позитивного заряду α -частинки відхиляються електричним і магнітним полями. Швидкість, з якою вилітають α -частинки, становить близько 10^7 м/с;

2) *β^- -випромінювання*, яке являє собою електрони, що мають швидкість від 10^8 до $0,999$ м/с. Внаслідок наявності негативного заряду електрони відхиляються електричними і магнітними полями у протилежний бік порівняно з β^+ -частинками;

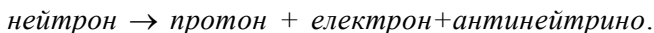
3) *γ -випромінювання*, що являє собою електромагнітне випромінювання з довжиною хвилі приблизно 10^{-12} м і відповідною частотою близько 10^{20} Гц. Воно не відхиляється електричними і магнітними полями.

При штучних перетвореннях ядер можуть виникати ізотопи, що випускають радіоактивне випромінювання четвертого типу. Це *β^+ -випромінювання*. Воно являє собою *позитрони*, тобто частинки, які відрізняються від електронів тільки знаком заряду («позитивні електрони»).

З відомих до теперішнього часу приблизно 1 700 видів ядер близько 270 являють собою стабільні нукліди і майже 1 430 – нестабільні. У природі переважають парно-парні ядра (з парним числом протонів і нейтронів); вони виявляються особливо стабільними.

З випускненням α -частинок розпадаються тільки ядра з великим масовим числом A ($A > 200$). При α -розпаді масове число, очевидно, меншає на 4, а заряд ядра – на 2 одиниці.

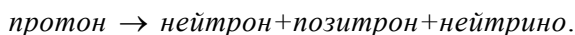
β -випромінювання випускають ядра з відносним надлишком нейтронів. Електрон виникає внаслідок перетворення нейтрона на протон



Антинейтрино (так само, як і нейтрино) не має ні маси спокою, ні заряду. Воно відносить частину енергії розпаду. Внаслідок цього,

β^- -частинки, що виникають при розпаді, мають неоднакову енергію. У таблицях у більшості випадків зазначається максимальна енергія W_m . Найімовірніша енергія становить близько $W_m/3$. Оскільки при β^- -розпаді випускається електрон, заряд ядра зростає на одиницю, а масове число не змінюється.

β^+ -випромінювання випускається ядрами з відносним надлишком протонів. Позитрон виникає внаслідок перетворення протона на нейтрон



Нейтрино не має ні маси спокою, ні заряду, воно відносить частину енергії розпаду. β^+ -частинки, що виникають при розпаді, мають неоднакову енергію.

Оскільки при β^+ -розпаді випускається позитрон, нове ядро має на одиницю менший заряд і таке саме масове число.

Випускнення γ -квантів супроводить α - або β -розпад, після якого в ядрі здійснюється перебудова: ядро переходить зі збудженого стану в стан ізменшою енергією. При цьому заряд ядра і масове число залишаються незмінними.

РАДІОБІОЛОГІЯ – наука, що вивчає вплив іонізуючого випромінювання різної природи на біологічні об’єкти.

РАДІОГЕОЛОГІЯ – галузь геології, що вивчає закономірності природних ядерних перетворень у речовині Землі та їх виявлення у геологічних процесах.

РАДІОГІДРОГЕОЛОГІЯ – галузь гідрогеології, що вивчає природні радіоактивні води, розповсюдження і умови формування та їх зв’язок з родовищами радіоактивних корисних копалин.

РАДІОГРАФІЯ – одержання фотографічних зображень структури радіоактивного об’єкта, або об’єкта, що просвічується випромінюванням радіоактивних елементів.

РАДІОЕКОЛОГІЯ – наука, що вивчає особливості існування живих організмів та їх спільнот в умовах наявності природних радіонуклідів і техногенного радіоактивного забруднення. Існує два найважливіших напрями в радіоекології: 1) вивчення міграції радіонуклідів в екосистемах та їх компонентах (грунті, рослинному покриві, спільнотах тварин) і 2) дослідження впливу іонізуючого випромінювання на біоту і людину.

РАДІОЗАХИСНІ ЗАСОБИ (радіопротектори) – речовини, введення яких в організм або поживне середовище під час дії іонізаційних випромінювань зменшує радіаційний ефект, зокрема, підвищує радіостійкість організму.

РАДІОІЗОТОПНА ДІАГНОСТИКА – застосування радіоактивних ізотопів і мічених сполук для дослідження органів і систем людини.

РАДІОЛІЗ (молекул) – розпад молекул під дією радіації.

РАДІОЛОГІЧНА ЗБРОЯ – використання радіоактивних відходів у складі звичайних боєприпасів (наприклад, у складі крилатих ракет, авіаційних бомб тощо). Радіологічна зброя являє собою спеціально виготовлене радіоактивне начиння звичайних бомб або резервуарів, звідки вона розсіюється по місцевості після вибуху. Але в процесі випробувань з'ясувалося, що штучні радіонукліди поведуться зовсім не так, як ізотопи, що утворюються після атомного вибуху. Вони існують набагато довше і мігрують з вітрами, дощами, підземними водами і тваринами, накопичуючись у тілі останніх і в рослинах. Якщо, наприклад, 1 т кобальту-60 рівномірно розподілити по поверхні Землі, загальний рівень радіоактивності підвищиться у 10 разів, але життя на планеті все ж збережеться. Якщо 1 т цих штучних радіонуклідів зосередити на ділянці розміром 1 000г1 000 км, тобто на 1 млн км², то рівень радіації всередині неї буде смертельно небезпечним не одну сотню років (для порівняння: площа України становить 604 тис. км²). Отже, радіологічна зброя – справа обопільна, і тому офіційні дослідження з її створення майже не ведуться, хоч і не припинені зовсім.

РАДІОЛЮМІНЕСЦЕНЦІЯ – люмінесценція, збуджена дією ядерного випромінювання (електронів, протонів, нейтронів, α -частинок, γ -випромінювання та ін.).

РАДІОМЕТРИЧНИЙ КОНТРОЛЬ – контроль, що проводиться з метою попередження переопромінення людей, які працюють у сфері джерел іонізуючого випромінювання. Такий контроль дозволяє своєчасно виявити джерела іонізуючого випромінювання і ступінь забруднення ними поверхонь різних об'єктів, води, повітря тощо. На основі даних радіометричного контролю встановлюються сумарні дози опромінення. Для мирного та воєнного часу виробляються і затверджуються дози опромінення (за γ -випромінюванням), що не призводять до зниження працездатності (боєздатності). Це так звані «دوزи виправданого ризику»

під час надзвичайних обставин у мирний та воєнний час. Наприклад, в умовах війни за перші чотири доби допустима поглинена доза – не більше 50 рад. За 10–30 діб – не більше 100 рад.

РАДІОМІМЕТИКИ – хімічні речовини, схожі за біологічною дією з іонізуючою радіацією.

РАДІОНУКЛІД – хімічний елемент, схильний до радіоактивного розпаду.

РАДІОПРОТЕКТОРИ – речовини хімічного або біологічного походження, введення яких в організм ссавців до опромінення значно знижує вражаючу дію променевого фактора. Захисна дія радіопротекторів виявляється і під час дрібного багатократного введення після опромінення.

РАДІОРЕЗИСТЕНТНІСТЬ – стійкість до дії радіації.

РАДІОСЕНСИБІЛІЗАТОР – речовина, що посилює радіаційні ефекти.

РАДІОСЕНСИБІЛІЗАЦІЯ – підвищена радіочутливість біологічних об'єктів, викликана агентами різної природи, що застосовуються до або під час опромінення.

РАДІОСТІЙКІСТЬ – ступінь стійкості організму до дії іонізуючого випромінювання.

РАДІОТЕРАПІЯ – застосування іонізуючого випромінювання з лікувальною метою.

РАДІОТОКСИНИ – стабільні хімічні сполуки, що виникають при опроміненні живих клітин, здатні спричинити подальші пошкодження в організмі.

РАДІОТОКСИЧНІСТЬ – властивість радіоактивних ізотопів спричиняти певні патологічні зміни при потраплянні їх в організм.

Ступінь радіотоксичності значною мірою зумовлена видом радіоактивного перетворення. При α -розпаді еквівалентна доза – бер (з урахуванням коефіцієнта якості), при одній і тій самій активності, в органі або тканині буде у 20 разів більше порівняно з еквівалентною дозою при β -розпаді. Отже, променеве ураження тканини або органа, що опромінюється α -частинками, буде більш вираженим, тобто α -випромінювач порівняно з β -випромінювачем радіотоксичніший.

Рівень середньої енергії одного акту розпаду має значення у величині дози, що створюється. Так, наприклад, поглинена доза від ^{14}C з енергією одного акту розпаду 0,053 MeV буде набагато меншою порівняно

з дозою, що створюється при розпаді ^{32}P , середня енергія β -випромінювання якого становить 0,68 MeV.

У тому випадку, коли ізотоп при радіоактивному перетворенні дає початок новій радіоактивній речовині, сумарна поглинена доза може значно перевищувати величину поглиненої дози, відповідної одному, першому акту розпаду ланцюга. Це, звичайно, підвищує радіотоксичність елемента.

Як зазначалося вище, існують три різних шляхи надходження радіоактивних речовин в організм: через повітря, забруднене радіоактивними речовинами, через шлунково-кишковий тракт і шкіру, через очі. Найнебезпечніший перший шлях. Це зумовлено двома причинами: по-перше, великим об'ємом легеневої вентиляції (об'єм повітря, що вдихається професійними працівниками за години роботи, приймається рівним $2,5 \cdot 10^6$ л/рік; об'єм повітря, що вдихається дорослою людиною, приймається рівним $7,3 \cdot 10^6$ л/рік, а споживана кількість води, що входить до складу харчових продуктів або потрапляє у вигляді рідини – 800 л/рік); по-друге, більш високими значеннями коефіцієнтів засвоєння, що характеризують частину радіоактивних речовин, що відклалися в організмі щодо загальної активності, що потрапила всередину.

Пилові частинки, на яких сорбовані радіоактивні ізотопи, при вдиханні повітря проходять через верхні дихальні шляхи і частково осідають у порожнині рота і носоглотці. Звідси пил потрапляє до травного тракту. Інші частинки проникають у легені. Міра затримки аерозолів у легенях залежить від їх дисперсності. Великі частинки, розміри яких перевищують 1 мкм, ефективно затримуються у верхніх дихальних шляхах; в легенях затримується близько 20 % всіх частинок; при зменшенні розмірів аерозолів затримується до 70 % частинок.

При всмоктуванні радіоактивних речовин зі шлунково-кишкового тракту має значення коефіцієнт резорбції, який характеризує відсоток речовини, що потрапляє із шлунково-кишкового тракту в кров.

Залежно від природи і хімічної форми ізотопу, що потрапляє в організм, коефіцієнт резорбції змінюється у широких межах: від сотих частин процента (для цирконію, ніобію, рідкоземельних елементів, актинідів) до декількох процентів (бісмут – 1%, барій – 5%, полоній – 6%), десятків процентів (ферум – 10%, кобальт, стронцій, радій – до 30%) і 100% (гідроген, лужноземельні елементи).

Резорбція через непошкоджену шкіру в 200–300 разів менше, ніж через шлунково-кишковий тракт, і, як правило, не відіграє істотної ролі. Винятком є ізотоп гідрогену – тритій, що легко проникає в кров через шкіру навіть за звичайних умов.

При потрапленні радіоактивних речовин в організм будь-яким шляхом вони вже через декілька хвилин виявляються в крові. Якщо надходження радіоактивних речовин було неодноразовим, то концентрація їх у крові спочатку зростає до якогось максимуму, а потім протягом 15–20 діб знижується. Концентрація в крові довгоживучих ізотопів надалі може утримуватися практично на одному рівні протягом тривалого періоду внаслідок зворотного вимивання речовин, що відклалися. У цьому разі концентрація радіоактивних ізотопів у крові (за рідкісним винятком) зазвичай менша питомої активності окремих тканин.

За характером розподілу в організмі людини радіоактивні речовини можна умовно розділити на три групи:

1) що відкладаються переважно у скелеті (остеотропні ізотопи). До них належать кальцій, стронцій, барій, радій, ітрій, цирконій і цитрати плутонію;

2) що концентруються у печінці (до 60%); з іншої кількості в скелеті відкладаються до 25%. Наприклад, церій, лантан, прометій, плутоній;

3) що рівномірно розподіляються по органах і системах: гідроген, карбон, інертні гази, ферум, полоній тощо; з тенденцією до деякого накопичення у м'язах: калій, рубідій, цезій; з тенденцією до накопичення у ретикулоендотеліальній системі (селезінці, лімфатичних вузлах тощо): ніобій, рутеній. Особливе місце займає радіоактивний йод. Він селективно відкладається у щитовидній залозі, причому питома активність тканини щитовидної залози може перевищувати таку активність інших органів у 100–200 разів.

Час перебування випромінювача в організмі, насправді, визначає час опромінення тканин, в яких локалізований ізотоп. Цей час залежить, по-перше, від періоду напіврозпаду ізотопу, а, по-друге, – від швидкості його виведення з організму, яка характеризується періодом напіввиведення, тобто часом, протягом якого з організму виводиться половина введеної радіоактивної речовини. Для кількісної характеристики швидкості зникнення радіоактивної речовини з організму (а вона залежить від швидкості розпаду і виведення) використовується похідний

показник – ефективний період напіввиведення ($T_{\text{еф}}$) – час, протягом якого активність ізотопу в організмі зменшується вдвічі.

Ефективний період для різних радіоактивних ізотопів відзначається широким різноманіттям: від декількох годин (наприклад, для ^{24}Na , ^{64}Cu) і днів (для ^{131}I , ^{32}P , ^{35}S) до десятків років (для ^{226}Ra , ^{90}Sr). Природно, що чим довший ефективний період напіввиведення ізотопу, тим вищою є міра його радіотоксичності, оскільки сумарна доза за інших рівних умов зростає зі збільшенням $T_{\text{еф}}$.

Терміни надходження радіоактивних речовин в організм мають значення при оцінці міри радіотоксичності у зв'язку з тим, що в багатьох випадках коефіцієнти засвоєння ізотопів дуже малі. Тому навіть нещасний випадок заковтування радіоактивної речовини може закінчитися благополучно. При хронічному надходженні ізотопу в організм можливе накопичення небезпечної (або навіть смертельної) кількості випромінювача.

Складне поєднання цих чинників, що визначається фізичними і хімічними властивостями радіоактивних речовин, обумовлює велику різноманітність величин, що характеризують гранично допустимий вміст радіоактивних речовин в організмі, гранично допустимі річні надходження радіоактивних ізотопів в організм і допустимі концентрації (ДК) радіоактивних речовин у повітрі та воді.

РАДІОЧУТЛИВІСТЬ – чутливість біологічних об'єктів до дії іонізуючого випромінювання.

РАДОН – радіоактивний газ, що утворюється при розпаді урану-238 або торію-232. Лише нещодавно вчені зрозуміли, що найважчим з усіх природних джерел радіації є невидимий газ радон, що не має смаку і запаху; він важкий (в 7,5 разів важчий за повітря). Згідно з поточною оцінкою НКДАР ООН, радон разом зі своїми дочірніми продуктами радіоактивного розпаду відповідає приблизно за 3/4-річної індивідуальної ефективної еквівалентної дози опромінення, що отримує населення від земних джерел радіації, і приблизно за половину цієї дози від всіх природних джерел радіації. Велику частину цієї дози людина отримує від радіонуклідів, що потрапляють в її організм разом з повітрям, особливо в приміщеннях, що не провітрюються.

У природі радон зустрічається у двох основних формах: у вигляді радону-222, члена радіоактивного ряду, що утворюється продуктами

розпаду урану-238, і у вигляді радону-220 – члена радіоактивного ряду торію-232. Радон-222 приблизно у 20 разів важчий за радон-220, однак для зручності обидва ізотопи надалі будуть розглядатися разом і називатися просто радоном. Взагалі, велика частина опромінення виходить від дочірніх продуктів розпаду радону, а не від самого радону.

Радон вивільняється з земної кори повсюдно, але його концентрація у зовнішньому повітрі істотно розрізняється для різних точок земної кулі. Як не парадоксально це може бути на перший погляд, але основну частину дози опромінення від радону людина отримує, знаходячись у закритому приміщенні, що не провітрюється. У зонах з помірним кліматом концентрація радону в закритих приміщеннях у середньому приблизно у 8 разів вища, ніж у зовнішньому повітрі. Для тропічних країн подібні вимірювання не проводилися; однак, можна передбачити, що, оскільки клімат там набагато тепліший і житлові приміщення набагато частіше відкриті, то концентрація радону всередині їх не дуже відрізняється від його концентрації в зовнішньому повітрі.

Радон концентрується в повітрі всередині приміщень лише тоді, коли вони в достатній мірі ізольовані від зовнішнього середовища. Поступаючи всередину приміщення тим або іншим шляхом (просочуючись через примурок і підлогу з ґрунту або, рідше, вивільняючись з матеріалів, використаних у конструкції будинку), радон накопичується у ньому. В результаті у приміщенні можуть виникати досить високі рівні радіації, особливо якщо будинок стоїть на ґрунті з підвищеним вмістом радіонуклідів або якщо при його спорудженні використали матеріали з підвищеною радіоактивністю. Герметизація приміщень з метою утеплення тільки посилює небезпеку, оскільки при цьому ще більше ускладнюється вихід радіоактивного газу з приміщення.

РАКЕТНО-ЯДЕРНА ЗБРОЯ – зброя, у якій засобом ураження є ядерні боєприпаси (ядерна зброя), а засобом донесення їх до цілі – бойові ракети.

РЕКОНВАЛЕСЦЕНЦІЯ – період одужання людини або тварини, що характеризується повільним зниженням ознак хвороби і відновленням норм життєдіяльності.

РЕКРЕАЦІЯ – відновлення здоров'я і працездатності шляхом відпочинку поза житлом – на лоні природи чи під час туристичної подорожі.

РЕКУЛЬТИВАЦІЯ – штучне відновлення родючості ґрунтів і рослинного покриву після техногенного порушення природи (відкриті гірські розробки та ін.).

РЕКУЛЬТИВАЦІЯ ЗЕМЕЛЬ – система заходів, спрямованих на відновлення народногосподарської цінності та комплексне покращання земель, порушених у процесі господарської діяльності людини (один із видів меліорації).

РЕКУПЕРАЦІЯ (ВІДХОДІВ) – вилучення цінних речовин, що беруть участь у технологічному процесі та зазвичай потрапляють у відходи.

РЕНТГЕН – позасистемна одиниця експозиційної дози рентгеновського і γ -випромінювання, що характеризує їх іонізуючу дію на повітря. Дозі у 1 Р відповідає утворення $2,083 \cdot 10^9$ пар іонів у 1 см^3 повітря або $1,61 \cdot 10^{12}$ пар у 1 г повітря

$$1 \text{ Р} = 2,57976 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг.}$$

Потужність експозиційної дози 1 Р/год відповідає поглинутій дозі 10^{-3} Ки/кг .

РЕНТГЕНІВСЬКЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ – випромінювання, що виникає внаслідок збудження атомів електронами високих енергій, які проникають у глибину атома і переводять близькі до ядра електрони на більш високі енергетичні рівні. При подальшому переході видалених від ядра електронів на рівень, що звільнився, випускаються кванти рентгеновського випромінювання.

Крім того, рухомі електрони гальмуються, проникаючи в оболонку, і втрачають частину своєї енергії у формі електромагнітного випромінювання з широким спектром частот. Це гальмове випромінювання характеризується безперервними спектрами з верхньою межею $\nu_{\text{макс}}$. Гранична частота відповідає випадку, коли електрон випромінює всю енергію.

РЕПАРАЦІЯ (ДНК) – відновлення пошкоджених молекул ДНК через деякий час після опромінення.

РЕПЕЛЕНТИ – речовини, що лякають комах, кліщів, ссавців, тварин та птахів.

РЕСПІРАТОР – прилад для індивідуального захисту органів дихання людини від пилу і шкідливих речовин.

РЕТИКУЛОЕНДОТЕЛІАЛЬНА СИСТЕМА (РЕС) – сукупність різних клітин організму з основною функцією захоплення чужорідних речовин і частинок. До її складу входять, зокрема, макрофаги.

РЕУТИЛІЗАЦІЯ – одержання готової продукції з відходів шляхом їх перероблення.

РЕЦИКЛІЗАЦІЯ – повторне використання якого-небудь ресурсу після оброблення, що робить його придатним для такого використання.

РИЗИК – 1) поєднання наслідків та імовірності їхнього прояву; 2) прогнозування імовірності небезпечної події та розмірів очікуваної соціально-економічної шкоди.

РИКЕТСІОЗИ – група гострих інфекційних захворювань людини і тварин, спричинених рикетсіями. Рикетсії належать до групи кров'яних (трансмісійних) інфекцій. Головна з них – висипний тиф.

РІВЕНЬ ВИПРОМІНЮВАННЯ ФОНОВИЙ – рівень, який створюється природним випромінюванням земного і космічного походження, приблизно 10–20 мкБер/рік.

РІВЕНЬ РАДІОАКТИВНОСТІ – сумарна (природна і штучна) інтенсивність саморозпаду радіоактивних елементів у середовищі.

РІВЕНЬ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН ФОНОВИЙ – природна концентрація шкідливих речовин у навколишньому середовищі.

РІВНОВАГА ЕКОЛОГІЧНА – баланс природних або змінених людиною середовищеутворювальних компонентів та природних процесів, що приводять до тривалого існування даної екосистеми.

РОБОЧА ЗОНА – простір, обмежений по висоті до 2 м над рівнем підлоги або площадки, на якій знаходиться місце постійного або тимчасового перебування працівників.

РОДЮЧІСТЬ (ГРУНТУ) – здатність ґрунту задовольняти потреби рослин у поживних речовинах, повітрі, біотичному і фізико-хімічному середовищі, включаючи тепловий режим, і на цій основі забезпечувати врожай сільськогосподарських культур, а також біологічну продуктивність диких форм рослинності.

РОЗПОДІЛ УРАНУ – процес радіоактивного розпаду урану під впливом іонізуючого випромінювання.

Ядро урану належить до важких атомів. Середня енергія зв'язку в урані на нуклон менше, ніж у ядер із середнім масовим числом. Тому розподілу ядра урану на два менших ядра відповідає збільшення енергії

зв'язку на нуклон. Такий процес супроводжується вивільненням енергії. Розподілу ядра урану відповідає збільшення дефекту маси, тобто загальна маса дещо зменшується.

У 1938 р. Ган, Штрассман і Мейтнер уперше здійснили розподіл урану-235 нейтронами (див. ланцюгова реакція).

РТУТНООРГАНІЧНІ СПОЛУКИ – металоорганічні сполуки, у молекулах яких атом ртуті безпосередньо пов'язаний з атомом вуглецю. Усі ртутноорганічні сполуки отруйні.

С

САЛЬМОНЕЛЬОЗИ – група гострих кишкових інфекційних хвороб людей і тварин, що спричиняються мікробами з роду сальмонел.

САМООЧИЩЕННЯ – природне руйнування забруднювачів у результаті природних фізичних, хімічних або біологічних процесів.

САНІТАРНО-ЗАХИСНА ЗОНА (СЗЗ) – зона (зі смугами кущів, дерев) між промисловими підприємствами, комунікаційними та іншими спорудами для захисту населення від впливу промислових викидів, шуму, вібрації та ін. Смуга, яка відділяє промисловий об'єкт від населеного пункту, де рівень забруднення атмосфери або ґрунту або рівень опромінення людей в умовах нормальної експлуатації може перевищити допустимі рівні забруднення для населення. У СЗЗ забороняється проживання, встановлюються обмеження на виробничу діяльність та постійно проводиться контроль (хімічний, радіаційний тощо).

СЕЙСМІЧНІ ХВИЛІ – пружні хвилі, що виникають у земній корі та мантиї Землі внаслідок землетрусів, вибухів, ударів; вони розповсюджуються у гірських породах у вигляді затухаючих коливань.

СЕЙСМІЧНІСТЬ – можливість та періодичність виникнення землетрусів певної інтенсивності.

СЕЛЬ – бурхливий паводок, що раптово виникає з дуже великим (до 75% загальної маси потоку) вмістом мінеральних складових від дрібних частинок до великих уламків гірських порід. Виникає внаслідок зливи або швидкого розтавання снігу.

СЕНСИБІЛІЗАЦІЯ – підвищення чутливості організмів людини та деяких тварин до певних алергенів.

СИБІРСЬКА ВИРАЗКА – гостра інфекційна хвороба тварин і людини, яка спричиняється інфекційною паличкою. Віруси сибірської виразки можуть бути використані як бактеріологічна зброя, оскільки діють протягом 2–3 діб, дуже швидко розповсюджуються і потребують довготривалого лікування. З’являючись у навколишньому середовищі, паличка сибірської виразки утворює спори, які здатні зберігати життєздатність протягом багатьох місяців та років (орієнтовно до 60 років). Після потрапляння спор в організм тварини або людини розвивається хвороба. Інкубаційний період – 2–3 доби. Існують шкіряна, легенева та шлунково-кишкова форми сибірської виразки. Ураження людини, тварин, перенесення вірусів за допомогою кровоссальних комах призводять до загибелі великої кількості живих організмів за короткий термін. Труп загиблих необхідно спалювати або ховати, засипаючи хлорним вапном, на глибину не менше 2 м.

СИЛА ЗВУКУ – кількість енергії, яку переносить звукова хвиля за одиницю часу через одиницю поверхні, що перпендикулярна до напрямку розповсюдження хвилі. Вимірюється у ватах на метр квадратний (Вт/м²).

СКРИНІНГ – біологічна або хімічна оцінка та контроль потенційно шкідливих ефектів, які можуть бути спричинені промисловими відходами.

СМЕРТНІСТЬ – число особин, у тому числі людей, що померли або загинули за одиницю часу (часто за рік) щодо умовного числа (частіше на 100 або 1 тис.), які живуть на будь-якій обмеженій території.

СМОГ – поєднання пилових частинок та крапель туману.

СОРБЦІЯ – поглинання твердим тілом рідинної речовини з навколишнього середовища.

СПЕЦІАЛЬНА ОБРОБКА – проведення дегазації, дезактивації та дезінфекції техніки, засобів індивідуального захисту, одягу та інших матеріальних засобів, за необхідності – санітарна обробка.

СПОЖИВАННЯ КИСНЮ БІОЛОГІЧНЕ (БСК) – показник забруднення води, що характеризується кількістю кисню, яка за встановлений час (як правило, 5 діб БСК) пішла на окислення хімічних забруднень в одиниці об’єму води.

СПОЖИВАННЯ КИСНЮ ХІМІЧНЕ (ХСК) – показник, який характеризує ступінь і динаміку самоочищення забруднення стічних

вод. Виділяють ХСК_5 , ХСК_{10} та ін., тобто споживання кисню на 5-ту, 10-ту добу і т. д. після початку процесу.

СПОСОБИ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ВІД РАДІОАКТИВНИХ ДОМШОК – комплекс заходів щодо видалення з води радіонуклідів. При виборі методу обробки радіоактивних вод АЕС необхідно враховувати фазовий і дисперсний стан забруднюючих речовин.

При виборі методів очищення води від радіонуклідів виходять з таких вимог: економічність, радіаційна безпека тощо. Так, наприклад, метод об'ємної коагуляції, що широко застосовується при очищенні природної води, не використовується на АЕС через утворення великої кількості радіоактивного шламу. У той самий час метод дистиляції порівняно рідко використовується для знесолювання природної води через високу вартість, але застосовується на АЕС задля отримання висококонцентрованого кубового залишку, що видаляється на поховання.

Поки що широко не застосовуються сорбційні методи через високу вартість і дефіцитність сорбентів, особливо високотемпературні, хоча великий коефіцієнт очищення і можливість обробки води без зниження температури і втрати тепла робить цей метод дуже перспективним для видалення з води першого контуру радіоактивних продуктів корозії.

Дистиляція – один з найефективніших методів обробки радіоактивних вод, який дає найбільший коефіцієнт очищення і не потребує витрати реагентів. *Радіоактивні рідкі відходи (РРВ)* при обробленні води з використанням дистиляції мають мінімальний об'єм порівняно з іншими методами, що робить її вигідною для остаточного оброблення рідких відходів перед похованням.

Проте дистиляція не є повністю універсальним методом очищення радіоактивних вод, оскільки радіонукліди йоду, що містяться у воді, рутенію і радіоактивні благородні гази (РБГ) випаровуються разом з парою. Дистиляція радіоактивних вод, що містять поверхнево-активні речовини, також пов'язана з серйозними труднощами внаслідок спінювання концентрату і потрапляння високоактивної піни у дистилят.

До недоліків методу потрібно віднести складність і високу вартість обладнання. Незважаючи на це, завдяки високому коефіцієнту очищення і малому об'єму **РРВ**, дистиляція широко застосовується на АЕС.

СПОСОБИ ОЧИЩЕННЯ ҐРУНТІВ ВІД ХІМІЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ – комплекс заходів щодо видалення з ґрунтів забруднюючих хімічних речовин. У багатьох країнах екологічна безпека людини тісно пов’язана з питаннями відновлення родючості ґрунтів і рослинного покриву. Такі способи мають назву *«рекультивация»*. *Рекультивация* – штучне відновлення родючості ґрунтів і рослинного покриву.

Існують такі способи очищення ґрунтів.

1. *Низькотемпературна термічна десорбція* – це технологія очищення ґрунтів, заснована на застосуванні нагрівання для випаровування органічних речовин і видаленні їх таким чином із забрудненої матриці. Гази, що утворюються при випаровуванні органічних речовин, потім обробляються іншими методами, часто спалюванням. Оброблені ґрунти, можуть бути повторно використані як матеріал для засипання. Така технологія, що є ефективною для летких речовин у проникних ґрунтах, менш ефективна для слабо проникних ґрунтів.

Перевага цього способу полягає у тому, що очищений ґрунт може використовуватися як заповнювач при будівельних роботах. Проте, слід відзначити такі недоліки:

- газ, що відходить, потребує очищення;
- технологія має високі капітальні витрати.

2. *Біоремедіація*: ґрунти витягаються і обробляються таким чином, щоб інтенсифікувати зростання мікроорганізмів, зокрема, із застосуванням аерації, підживлення та поливу. Ці мікроорганізми, або природні, або культивовані, розкладають забруднюючі речовини. Така технологія може застосовуватися у ряді варіантів:

1) *сільськогосподарська обробка землі*: ґрунти забезпечуються живильними речовинами, поливаються водою і переорюються культиваторами з метою інтенсифікації мікробіологічного розкладання забруднюючих речовин. У ряді випадків здійснюється садження спеціально відібраних рослин. Сільськогосподарська обробка землі має ряд переваг, по-перше, невисока вартість, ефективність у застосуванні до ідентифікованих забруднюючих речовин, якщо на місцях є достатні площі для застосування цієї технології; по-друге, сільськогосподарська обробка землі найбільш застосовна до ґрунтів, забруднених вивітряними

нафтопродуктами при високих концентраціях (3–10 %). Ця технологія не повинна застосовуватися до ґрунтів, забруднених леткими органічними речовинами, тому що при цьому може виникнути проблема запахів.

Недоліки технології:

- вона ефективна для нелетких органічних сполук;
- менш ефективна для летких органічних сполук;
- має потребу у відповідних ґрунтових і кліматичних умовах;
- для отримання необхідного результату чекати треба до трьох років;
- більше підходить для грубозернистих ґрунтів;
- потребує наявності великих площ землі.

До переваг способу можна віднести низькі капітальні витрати.

2) *компостування*: ґрунти переміщують у відвали, де вони забезпечуються живильними речовинами, щоб інтенсифікувати зростання мікроорганізмів, зокрема, із застосуванням аерації, підживлення та поливу. Ці мікроорганізми або природні, або культивовані, розкладають забруднюючі речовини.

Переваги способу:

- ефективний для нелетких органічних сполук;
- менш ефективний для летких органічних сполук;
- технологія потребує наявності невеликих площ землі і помірних капітальних витрат.

3. *Очищення ґрунту в суспензійних біореакторах* – технологія, що включає завантаження ґрунту в пристрої, де ґрунти механічно перемішуються з водою. Далі до біореактора додають мікроорганізми. Активізація мікроорганізмів досягається шляхом постачання повітря і живильних речовин, а також підтримкою температури, що веде до мікробіологічного розкладання забруднюючих речовин.

Недоліки:

- має потребу у відповідних кліматичних умовах;
- необхідного результату треба чекати до трьох років;
- використовується примусова аерація;
- потребує очищення газу, що відходить.

До переваг цього способу належить те, що він потребує наявності невеликих площ землі та помірних капітальних витрат.

4. *Промивання ґрунту* – технологія, що включає завантаження ґрунту в пристрої, де ґрунти механічно перемішуються з водою та далі

потрапляють у систему фільтрів, в яких з водою від ґрунту видаляються забруднювачі.

Переваги способу – ефективність для більшості типів забруднюючих речовин. Недоліки – високі капітальні витрати.

5. *Перетворення ґрунту в будівельні матеріали*: забруднені ґрунти змішуються з вапняком, цементом та деякими іншими в'язучими агентами для стабілізації забруднювачів у вигляді твердої маси з низькою проникністю. Це охороняє від їх розповсюдження і наступного переносу. Оброблені ґрунти потім ізолюються в сховищах або можуть залишатися на місці у контрольованому землекористуванні.

Переваги – ефективний для більшості типів забруднюючих речовин, особливо неорганічних сполук. Недоліки – ґрунт стабілізований, однак забруднювачі не зруйновані, високі капітальні витрати.

6. *Включення до асфальту* – технологія, що являє собою включення забрудненого ґрунту до складу гарячої композиції асфальту. Леткі вуглеводні випаровуються під час нагрівання і згорають, продукти згорання уловлюються системами фільтрів асфальтового заводу. Більш важкі вуглеводні залишаються у складі композиції асфальту.

Переваги технології – ефективність для усіх вуглеводнів. Недоліки – ефективність тільки для ґрунтів піщаного і гравійного типів, високі капітальні витрати.

7. *Хімічне оброблення*: забруднювачі трансформуються у безпечні речовини шляхом хімічних реакцій зі специфічними реагентами, що додаються.

Переваги – ефективність для деяких хімічних речовин. Недоліки – неефективність для вуглеводнів, високі капітальні витрати.

8. *Ізоляція ґрунтів у сховище*: ґрунт розміщається у спеціально побудованих сховищах, що ізолюють забруднюючі речовини від навколишнього середовища, із контролем підземних вод. Сховище може бути як тимчасове, так і довгострокове.

9. *Ізоляція ґрунтів на місці*: забруднені ґрунти залишаються на місці, але ізолюються від навколишнього середовища, із проведенням контролю фільтрованої води і міграції забруднюючих речовин. Ізоляція досягається шляхом спорудження покриттів чи стінок, що відтинають забруднювачі від довкілля, а також інших інженерних рішень.

Переваги способу – ефективність для більшості типів забруднюючих

речовин, включаючи неорганічні сполуки; ефективність для забрудненого устаткування і уламків. Недоліки – ґрунт стабілізований, однак забруднювачі не зруйновані, високі капітальні витрати, фільтрат може мати потребу в очищенні.

10. *Спалювання ґрунту (захист від високотоксичних відходів)*: ґрунт пропалюється у спеціальних печах, де при високих температурах розкладаються високотоксичні органічні забруднювачі.

Переваги способу – ефективність для деяких високотоксичних органічних хімічних речовин. Недоліки – неефективність для деяких неорганічних забруднювачів, високі капітальні витрати.

Проблеми екологічної безпеки людини тісно пов'язані зі станом довкілля. На жаль, розглянуті способи очищення ґрунтів не завжди допомагають повернути їх до необхідного стану та, як правило, потребують значних матеріальних витрат.

СПОСОБИ ПОХОВАННЯ РІДКИХ РАДІОАКТИВНИХ ВІДХОДІВ (РРВ) – комплекс заходів щодо зберігання рідких радіоактивних відходів.

У зв'язку з тим, що спосіб зберігання високоактивних відходів у рідкому вигляді має істотні недоліки (корозія ємностей, необхідність видалення водню, що утворюється при радіолізі води, необхідність безперервного контролю стану відходів протягом тривалого часу, що вимірюється десятками і навіть сотнями років тощо), розробляються і впроваджуються методи твердіння рідких радіоактивних відходів.

Процес твердіння може бути здійснений кількома шляхами: цементуванням, склованням, скріпленням у кристалогідрати, бітумуванням, змішуванням відходів з поліетиленом і деякими смолами.

Бітумування розглядається як найперспективніший метод твердіння рідких радіоактивних відходів внаслідок стійкості бітумних блоків до вилуговування з них радіонуклідів, а також у зв'язку із значним вмістом сухого залишку в суміші, що досягає 40–50%. Так, наприклад, при контакті з водою протягом 160–180 діб, вилуговування солей становить $2,5 \cdot 10^{-5}$ г/(см·доб), що приблизно відповідає швидкості вилуговування радіонуклідів зі скляних блоків.

Процес може застосовуватися для твердіння високоактивних відходів з активністю до 10^{10} Бк/л. Бітумування не рекомендується для **РРВ** з великим вмістом окислювальних солей. Суміш, що містить 65,5%

(масових) нітрату, пористістю близько 50 % може вибухати від детонації. Припустимий вміст нітрату натрію в бітумі прийнятий рівним 40%.

Нині розроблені способи змішування відходів з поліетиленом. Останнім часом проводяться дослідні роботи щодо включення **РРВ** до поліетилену. Перевагою поліетилену над бітумом є можливість твердіння **РРВ** з великим вмістом органічних речовин (розчинників), що сильно розріджують бітум, а також більш висока вогнестійкість поліетилену. Якщо бітум, що містить до 60% солей, самозаймається при температурі 330 °С, поліетилен, що містить 40 % солей, самозаймається тільки при 440 °С.

Нарівні з поліетиленом досліджується внесення рідких розчинних відходів у деякі види смол. **РРВ** змішується з речовиною, що зв'язує, а після додання до неї каталізатора відбувається полімеризація і твердіння суміші. Отверділі **РРВ** являють собою гомогенну структуру, стійку до впливу радіації і хімічно активних речовин, не схильну до плавлення і запалення за високих температур.

Поховання **РРВ** у глибинні шари Землі розглядається як один з перспективних методів знезаражування **РРВ** і нині вивчається та застосовується на практиці в нашій країні і за кордоном. Перевагою глибинного поховання є простота і надійність процесу (порівняно з іншими методами поховання), а також відмова від глибокого концентрування **РРВ**, що приводить до здешевлення технології приблизно на 40 %.

Одним з варіантів глибинного поховання є виведення відходів після твердіння в покинуті соляні шахти. За рахунок тепла радіоактивного розпаду відбувається пластична деформація солі, і блоки за короткий час щільно занурюються в неї, що надійно оберігає навколишнє середовище від забруднення.

Іншим варіантом є закачування **РРВ** під великим тиском спільно з цементом і глиною в непроникні формації сланців на глибину до 300 м і більше. У США ведуться дослідження з поховання **РРВ** у кристалічні утворення на глибині до 600 м. Розрахунковим шляхом встановлено, що максимальне пересування радіонукліда стронцію з такого сховища за 600 років становитиме 12,2 км.

Можливість поховання **РРВ** у глибинні геологічні формації широко вивчається як у нашій країні, так і за кордоном. Передусім визначається

придатність геологічних формацій до приймання радіоактивних відходів: наявність водостійких шарів, рух реліктових вод, фізико-хімічні властивості ґрунту тощо.

Відходи, що направляються на закачування, не повинні бути агресивними щодо порід, тобто спричиняти їх руйнування, і при контакті з ґрунтовими водами не повинні спричиняти реакцію з утворенням розчинних сполук.

Скловання полягає у змішуванні відходів зі спеціальними добавками і прожарюванні при температурі 1 300–1 500 °С. Процес отримання скла здійснюється у дві стадії. На першій стадії рідкі радіоактивні відходи разом зі склоутворювальним додатком (фосфатною кислотою або боросилікатним флюсом) зазнають глибокого концентрування методом дистиляції і видалення нітрату за рахунок їх розкладання при високій температурі. На другій стадії отриманий сиропоподібний продукт у платиновому плавителі перетворюється на скло, яке виливається в ємність, призначену для поховання. Недоліком процесу є складність отримання початкового продукту досить високого ступеня концентрування і сильне піноутворення за рахунок поверхнево-активних речовин, що містяться у відходах.

В іншому варіанті рідкі відходи розпилюються в камері, що нагрівається, відбувається швидке випаровування води і розкладання нітрату. Отриманий сухий матеріал спільно з добавками подається у плавильню, де утворюється скляний сплав. Найпростішим є метод обробки склом у тиглі разової дії. Рідкі відходи і флюси подаються у тигель, де спочатку зневоднюються, а потім плавляться. Після охолодження сплав ховається разом з тиглем.

Скловання пов'язане із застосуванням складного обладнання, працює при високих температурах, тому воно раціональне тільки для твердіння високоактивних відходів, що є на заводах з переробки опроміненого ядерного палива.

Цементування. Включення низько активних рідких відходів до складу цементних блоків – завдання порівняно просте, але об'єм блоків виходить великим, а сам метод малоефективним. Прийнято піддавати цементуванню відходи з активністю не нижче 105 Бк/л. Для цементування використовується портландцемент марки 500, співвідношення між відходами і цементом дорівнює 1:0,7. Оскільки при контакті з водою

відбувається значне (до 30 %) вимивання радіонуклідів із цементних блоків, їх доводиться зберігати в спорудах з надійною гідроізоляцією.

Доцільно відправляти цементний розчин з **РРВ** у сховища твердих радіоактивних відходів. Розчин заповнює всі порожнечі між твердими відходами, і все, що відійшло, перетворюється в єдиний цементний моноліт. Із радіоактивного цементного розчину можна виготовляти блоки, які треба зберігати в земляних сховищах, захищених від проникнення ґрунтових вод. У цементних блоках краще закріплюється ніобій і рутеній, гірше – стронцій і цезій. Кращі результати виходять при введенні в розчин свіжепрожареного оксиду кальцію, який хімічно зв'язує воду, утворюючи гідрооксид.

Недоліками цементування, крім вилугування радіонуклідів, є великі сумарні об'єми відходів, що видаляються на поховання, і відносна дорожнеча цементу.

СТАВКИ БІОЛОГІЧНІ являють собою каскад ставків, що складаються із 3–5 ступенів, крізь які з невеликою швидкістю протікає освітлена або біологічно очищена стічна вода.

СТЕРИЛІЗАЦІЯ (у медицині та біології) – повне знищення живих мікробів та спор; здійснюється під дією фізичних факторів, фільтрації, нагріву тощо.

СТІЙКІСТЬ ЕКОСИСТЕМИ – здатність екосистеми зберігати свою структуру і функціональні особливості під час впливу зовнішніх факторів.

СТРЕС – сукупність неспецифічних реакцій, які виникають під впливом будь-яких сильних впливів і супроводжуються перебудовою захисних систем організму.

СТРОНЦІЄВА ОДИНИЦЯ – прийнятий виразник концентрації стронцію в біологічних об'єктах щодо вмісту у них кальцію. Одна стронцієва одиниця відповідає вмісту 1 пікокурі (10⁻¹² Кі) стронцію-90 на 1 грам кальцію (1 пікокурі на 1 грам кальцію).

СТРОНЦІЙ – лужноземельний метал II групи періодичної системи. За хімічними властивостями стронцій близький до кальцію. Відомі ізотопи від ⁸¹Sr до ⁹⁷Sr. Найбільший практичний інтерес являє радіоізоотоп ⁹⁰Sr з періодом піврозпаду 27,5 років. Цей ізотоп утворюється в ядерних реакторах і при вибухові атомних бомб. Велика частина радіоактивного стронцію-90 залишається у верхньому

5-сантиметровому шарі землі (у пісках він проникає на глибину 30–45 см). Стронцій-90 розчинюється водою і швидко засвоюється рослинами. Нині, у зв'язку з випробовуванням ядерної зброї, збільшився вміст ^{90}Sr у біосфері, а також в організмах тварин і людини. Стронцій-90 накопичується переважно у кістках і виводиться дуже повільно. Він небезпечний тим, що накопичується по сусідству з найрадіочутливішим органом людини – червоним кістковим мозком. У віддалені терміни в окремих концентраціях ^{90}Sr може спричиняти пухлини (остеосаркоми).

СУБЛЕТАЛЬНЕ ПОШКОДЖЕННЯ – радіаційна зміна, яка сама по собі не веде до загибелі клітини, але посилює цей процес при повторному опроміненні.

СУЛЬФУРУ ОКСИДИ – хімічні сполуки сульфору з киснем, у молекулах яких усі атоми кисню безпосередньо пов'язані із сульфуром і не пов'язані між собою. Сульфур (IV) двоокис (SO_2) – газ без кольору з різким запахом, густина $2,926 \text{ кг/м}^3$ – отруйний.

СЦИНТИЛЯТОРИ – люмінофори, в яких під дією іонізуючих випромінювань або елементарних частинок виникають світлові спалахи – сцинтиляції.

СЦИНТИЛЯЦІЙНИЙ ЛІЧИЛЬНИК – прилад для реєстрації та дослідження іонізуючого випромінювання або елементарних частинок, дія яких ґрунтується на фіксації сцинтиляцій.

Т

ТВЕРДІ РАДІОАКТИВНІ ВІДХОДИ – тверді відходи, що містять радіоактивні речовини.

Тверді відходи вважаються радіоактивними, якщо рівні забруднення поверхонь перевищують 500α -частинок/хв або $5\,000 \beta$ -частинок/хв, що визначаються на площі 100 см^2 , їх питома активність (Ки/кг) більше $2 \cdot 10^{-6} \text{ Ки/кг}$ для β -активних речовин, більше $1 \cdot 10^{-7}$ для γ -активних речовин і більше $2 \cdot 10^{-7} \text{ Ки/кг}$ для α -активних речовин (для радіонуклідів трансуранових елементів більше $1 \cdot 10^{-8} \text{ Ки/кг}$).

ТЕПЛОВИДІЛЬНІ ЕЛЕМЕНТИ (ТВЕЛи) – конструктивні елементи ядерного реактора, що містять ядерне паливо, яке під час роботи реактора виділяє тепло.

ТЕРМІТ, ТЕРМІТНА СУМІШ – порошкоподібна суміш алюмінію з оксидами металів, що здатна інтенсивно згорати, виділяючи велику кількість тепла.

ТЕРМОДЕСТРУКТОР – агрегат для деструкції озону після використання його для очищення води. Розкладання озону проводять нагріванням газу до температури 340–350 °С.

ТЕРМОСФЕРА – шар атмосфери над мезосферою на висоті 80–1 000 км від поверхні землі, що характеризується швидким зростанням температур до висоти 200–300 км. Температура в цьому шарі досягає приблизно 1 500 °С.

ТЕРМОЯДЕРНІ РЕАКЦІЇ – ядерні реакції між легкими атомними ядрами, що відбуваються при високих температурах (вище 10^7 К).

ТЕТРАЕТИЛПЛЮМБУМ $Pb(C_2H_5)_4$ – металоорганічна сполука, без кольору, масляниста легка рідина; густина 1 652 кг/м³, $T_{кип} = 195$ °С. Отруйний. Застосовується як домішка до пального автотранспорту.

ТИМУС – найважливіший орган імунної системи. У ньому постійно йде дозрівання і «навчання» лімфоцитів. Дуже чутливий до опромінення.

ТОЛЕРАНТНІСТЬ – здатність організмів переносити відхилення факторів середовища від оптимальних для них значень.

ТРИТІЙ – радіоактивний ізотоп гідрогену (3H). Максимальна енергія розпаду 0,118 МеВ. Період піврозпаду – 12,41 р., β -випромінювач. Вміст тритію в об'єктах навколишнього середовища залежить від природних процесів (вплив нейтронів космічного випромінювання на атоми гідрогену), виробничої діяльності людини (випробування ядерної зброї, робота ядерно-енергетичних установок). Природний компонент зумовлює вміст тритію у воді відкритих водоймищ у межах від 0,1 до 1,0 кБк·м⁻³.

Середні індивідуальні дози, які формуються за рахунок тритію, що потрапив в організм, виражаються у відносно невеликих величинах (одиниці – десятки одиниць мкЗв·год⁻¹), при цьому доза опромінення від природного компонента дорівнює близько 0,02 мкЗв·год⁻¹. Однак в окремих випадках індивідуальні та колективні (популяційні) дози для густонаселених регіонів країни можуть бути значно більшими за наведені, особливо в районах розміщення АЕС.

У

УДАРНА ХВИЛЯ – тонка перехідна межа, у якій відбуваються стрибкоподібні зміни тиску, густини, температури і швидкості частинок речовини; розповсюджується із надзвуковою швидкістю.

УКРИТТЯ НАСЕЛЕННЯ В ЗАХИСНИХ СПОРУДАХ – це комплекс заходів із завчасним будівництвом захисних споруд, а також пристосуванням наявних приміщень для захисту населення і підтримання їх у готовності до використання. Захисні споруди за своїм призначенням і захисними властивостями поділяються на сховища, протирадіаційні укриття (ПРУ) і найпростіші укриття – щілини.

Сховища – це інженерні споруди, які забезпечують надійний захист людей від усіх вражаючих факторів ядерного вибуху, отруйних і СДЯР, бактеріальних засобів і вражаючих факторів звичайної зброї, обвалів і уламків зруйнованих будівель і споруд. Класифікуються вони по захисних властивостях, місткості, місцю розміщення, забезпеченню фільтровентиляційним обладнанням і часом побудови. По місткості сховища поділяються на: малі – до 150 осіб, середні – від 150 до 450, великі – понад 450 осіб. По місцю розташування – на вбудовані, які розміщені у підвальних приміщеннях будівель, та окремо побудовані поза будівлями. По забезпеченню фільтровентиляційним обладнанням – промислового виготовлення і спрощене, виготовлене з підручних матеріалів. По часу побудови на: побудовані завчасно і швидко споруджені.

Сховища будуються з урахуванням таких вимог: забезпечувати захист людей від усіх вражаючих факторів, безперервне перебування в них людей не менше двох діб, розташування на місцевості, що не затоплюється на відстані від ліній водостоку і каналізації, мати входи і виходи з тим ступенем захисту, що й основні приміщення, а на випадок їх завалу – аварійні виходи. Мати вільні підходи, де не повинно бути матеріалів, які горять або дуже димлять, висота основних приміщень не менше 2,2 м і рівень полу, вище ґрунтових вод не менш як на 20 см.

Сховища складаються з основного приміщення для розміщення людей і допоміжних приміщень: входів, для фільтровентиляційного обладнання, санітарного вузла, для дизельної установки, резервуарів

для води чи артезіанських свердловин, для продуктів харчування, медичної кімнати, тамбур-шлюзи, тамбури (рис. 18).

Площу приміщення, призначеного для укриття людей, розраховують на одну особу $0,5 \text{ м}^2$ при двоярусному і $0,4 \text{ м}^2$ – при триярусному розміщенні нар, у робочих приміщеннях пунктів управління – 2 м^2 на одного працюючого, місця для сидінь розміром $0,45 \times 0,45 \text{ м}$, а для лежання – $0,55 \times 1,8 \text{ м}$. Щоб у сховище не проникало повітря, забруднене радіоактивними речовинами, отруєне небезпечними хімічними речовинами і заражене бактеріальними засобами, воно має бути герметичним.

Аварійний вихід – це підземна галерея з виходом на територію, яка не завалюється, через вертикальну шахту і навіс. Аварійний вихід закривається захисно-герметичними віконницями, дверима для захисту від ударної хвилі. Навіс розміщується від будівель на відстані, яка дорівнює половині висоти найбільшої будівлі плюс 3 м – це і є територія, яка не завалюється.

У фільтровентиляційному приміщенні розміщується фільтровентиляційний агрегат, який вентилює приміщення і очищає зовнішнє повітря від РР, хімічних речовин і бактеріальних засобів. Фільтровентиляційна система може працювати у двох режимах: чистої вентиляції та фільтровентиляції. У першому режимі повітря очищається від грубо дисперсного радіоактивного пилу, а в другому – від решти радіоактивних речовин, а також отруйних речовин і бактеріальних засобів. Крім цього, може бути режим повної ізоляції сховища з регенерацією повітря у ньому.

Протирадіаційне укриття (ПРУ) – це захисна споруда, яка забезпечує захист у ній людей від радіоактивних речовин і опромінення в зонах радіоактивного забруднення місцевості, отруйних і сильнодіючих ядучих речовин, біологічних засобів у краплинно-рідинному вигляді та світлового випромінювання ядерного вибуху, наслідків урагану. Захисні властивості протирадіаційних укриттів оцінюються коефіцієнтом захисту, який показує, у скільки разів доза радіації на відкритій місцевості на висоті 1 м більша від дози радіації в укритті, тобто коефіцієнт захисту показує, у скільки разів ПРУ послаблює дію радіації, а відповідно і дозу опромінення людей.

Протирадіаційні укриття можуть обладнуватись насамперед у підвальних поверхах будинків і споруд. Підвали в дерев'яних одноповерхових будинках ослаблюють дозу радіації у 7 разів, а в житлових

одноповерхових кам'яних (цеглиних) будинках – у 40, у двоповерхових – у 100, середня частина підвалу кількоповерхового кам'яного будинку – у 800–1000 разів. При невисоких рівнях радіації, а також для захисту від бактеріальних засобів, парів отруйних і сильнодіючих ядучих речовин можна використовувати кам'яні (цеглині) або дерев'яні будівлі.

При виборі та підготовці укриттів для захисту від радіоактивних речовин слід враховувати захисні властивості будівельних матеріалів та окремих конструкцій. Здатність будівельного матеріалу ослаблювати

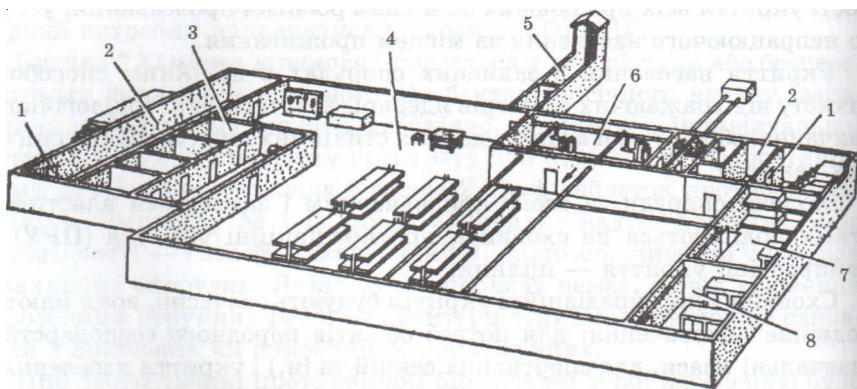


Рис. 18. План сховища:

1 – захисні герметичні двері; 2 – шлюзові камери; 3 – санітарно-побутові відсіки; 4 – основні приміщення для розміщення людей; 5 – галерея і навіс аварійного виходу; 6 – фільтровентиляційна камера; 7 – медична кімната; 8 – комора для продуктів

потік радіоактивних випромінювань характеризується щільністю і товщиною шару половинного ослаблення матеріалу, тобто певної товщини шару матеріалу, при проходженні через який інтенсивність радіоактивних випромінювань зменшується у два рази. Оцінюючи захисні властивості будинків та укриттів, слід звернути увагу на ті частини, де можливе проникнення радіоактивного пилу, небезпечних хімічних речовин. Такими місцями в будинках є вікна, двері, вентиляційні отвори і продухи в цоколі будинку, пічні труби, димарі, топкові отвори. Небезпечним є потрапляння радіоактивного пилу на горища, бо це збільшить дозу опромінення людей, які перебувають у будинку.

УЛЬТРАЗВУК – пружні хвилі з частотами вище 20 кГц. Хоч людина суб'єктивно не сприймає ці коливання, ультразвук негативно впливає на її здоров'я.

УЛЬТРАФІОЛЕТОВЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ – електромагнітне випромінювання з довжиною хвилі від 10 до 400 нм, яке займає найбільш короткохвильовий діапазон оптичного спектра.

УРАГАН – вітер великої руйнівної сили і значної тривалості, швидкість якого приблизно дорівнює 32 м/с і більше. Найважливішою характеристикою урагану є швидкість вітру. Із табл. 17 видно зв'язок швидкості вітру з назвою режимів (за шкалою Бофорта). Розміри ураганів досить різні. Зазвичай за його ширину беруть ширину зони катастрофічних руйнувань. Часто до цієї зони додають територію вітрів штормової сили з порівняно невеликими руйнуваннями. Тоді ширина урагану вимірюється сотнями кілометрів, іноді досягаючи тисячі. Для тайфунів (тропічних ураганів Тихого океану) смуга руйнувань становить зазвичай 15–45 км. Середня тривалість урагану – 9–12 днів. Часто зливи, що супроводжують ураган, виявляються набагато небезпечнішими самого ураганного вітру.

Ураганний вітер руйнує міцні та зносить легкі будівлі, спустошує засіяні поля, обриває проводи і валить стовпи ліній електропередачі та зв'язку, ушкоджує транспортні магістралі та мости, ламає і вириває з коренями дерева, ушкоджує і топить судна, спричиняє аварії на комунально-енергетичних мережах у виробництві. Бували випадки, коли ураганний вітер руйнував дамби і греблі, що призводило до великих повеней, скидав з рейок потяги, зривав з опор мости, валив фабричні труби, викидав на сушу кораблі.

Ураганні та штормові вітри у зимових умовах часто призводять до виникнення снігової бурі, коли величезні маси снігу з великою швидкістю переміщуються з одного місця на інше. У літню пору сильні зливи, що супроводжують урагани, досить часто є причиною таких стихійних явищ, як селеві потоки, зсуви.

Значні руйнування та тисячі людських жертв створив ураган Сенді, який зруйнував частину Нью-Йорку та частину штату Нью-Джерсі у жовтні 2012 р.

Урагани прийнято підрозділяти на тропічні та позатропічні. Тропічними називають урагани, що зароджуються у тропічних широтах,

а позатропічними – в інших широтах. Крім того, тропічні урагани часто підрозділяють на такі, що зароджуються над Атлантичним океаном і над Тихим. Останні прийнято називати тайфунами.

Загальноприйнятої класифікації бурь немає. Найчастіше їх поділяють на дві групи: вихрові і потокові.

Вихрові бурі являють собою складні вихрові утворення, обумовлені циклонічною діяльністю і поширюються на великі площі.

Потокові бурі – це місцеві явища невеликого поширення.

Ураганам прийнято давати імена.

Для зменшення шкоди від дії урагану необхідно завчасно надати інформацію про загрозу ураганів і бурь, з урахуванням часу, необхідного населенню для підготовки і заняття обраних місць захисту. Така інформація повинна містити відомості про час підходу стихійного лиха до конкретного району, можливий характер його проявів і конкретні правила поведінки людей, що відповідають ситуації, яка складається. Населення також інформується про можливості виникнення і дії смерчів.

Сигнал оповіщення про загрозу ураганів, бурь і смерчів подається сиреною і дублюється через зовнішні гучномовці та квартирні радіоприймачі, а також місцеві радіомовні станції та телебачення.

Таблиця 17

Шкала Бофорта

Бали	Швидкість вітру (миля/год)	Назва вітрового режиму	Ознаки
0	0 – 1	затишок	дим йде прямо
1	2 – 3	легкий вітерець	дим згинається
2	4 – 7	легкий бриз	листя ворухиться
3	8 – 12	слабкий бриз	листя рухається
4	13 – 18	помірний бриз	листя і пил летять
5	19 – 24	свіжий бриз	тонкі дерева гойдаються
6	25 – 31	сильний бриз	гойдаються товсті гілки
7	32 – 38	сильний вітер	стовбури дерев згинаються
8	39 – 46	бура	гілки ламаються
9	47 – 54	сильна бура	черепиця і труби зриваються
10	55 – 63	повна бура	дерева вириваються з коренем
11	64 – 75	шторм	повсюдні ушкодження
12	більш 75	ураган	великі руйнування

З одержанням сигналу населення розпочинає роботи з підвищення стійкості будинків, споруд та інших місць розташування людей, а також із запобігання пожеж і створення необхідних запасів. З навітряної сторони будинків щільно закриваються вікна, двері, горищні люки і вентиляційні отвори. Скло вікон оклеюється, вікна і вітрини захищаються ставнями або щитами. З метою зрівнювання внутрішнього тиску відкриваються двері та вікна з навітряної сторони будинків.

Населенню рекомендується подбати про підготовку електричних ліхтарів, газових ламп, свічок, похідних плиток, гасниць і примусів, про створення запасів продуктів харчування, питної води і медикаментів.

У домашніх умовах мешканці повинні перевірити розміщення і стан електровимикачів, газових і водопровідних магістральних кранів і, в разі потреби, вміти ними користуватися. Усіх дорослих членів родини необхідно навчити правилам надання першої допомоги при травмах і контузії.

З одержанням інформації про безпосереднє наближення урагану або сильної бурі жителі населених пунктів займають раніше підготовлені місця в будинках або укриттях, а у випадку дії смерчів – тільки підвальні приміщення і підземні споруди.

Знаходячись у будинку, варто остерігатися поранень осколками шибки. При сильних поривах вітру необхідно відійти від вікон і зайняти місце в нішах стін, дверних отворах або стати впритул до стіни. Для захисту рекомендується також використовувати вбудовані шафи, міцні меблі та матраци.

При змушеному перебуванні під відкритим небом необхідно віддалитися від будинків і зайняти для захисту яри, ями, рови, канави, кювети доріг. При цьому потрібно лягти на дно укриття і щільно притиснутися до землі. Такі дії значно знижують число травм, що наносяться миттєвою дією ураганів і бурь, а також цілком забезпечують захист від уламків скла, що летять, шиферу, черепиці, цегли і різних предметів. Не слід також знаходитися на мостах, трубопроводах, у місцях безпосередньої близькості від об'єктів, що мають сильнодіючі отруйні і легкозаймисті речовини (хімічні, нафтоперегонні заводи і сховища).

Якщо урагани супроводжуються грозою, варто уникати ситуацій, при яких зростає ймовірність поразки електричними зарядами. Тому під час ураганів і бурь не можна вкриватися під окремо стоячими

деревами, стовпами і щоглами, близько підходити до опор ліній електропередачі.

Під час й після урагану або бурі не рекомендується заходити до ушкоджених будинків, а за необхідності це варто робити з обережністю, переконавшись у відсутності значних ушкоджень сходів, перекриттів і стін, осередків пожежі, витікання газу, розриву електропроводів.

УРАН – радіоактивний хімічний елемент. За хімічними властивостями належить до VI групи періодичної системи. Є ізотопи від ^{227}U до ^{240}U . Найбільше токсикологічне значення мають ^{238}U з періодом піврозпаду $4,47 \cdot 10^9$ років і ^{235}U з періодом піврозпаду $6,85 \cdot 10^8$ років. Ці ізотопи є родоначальниками двох природних рядів. Представляють інтерес також ^{233}U і ^{234}U . Ізотопи урану при захопленні нейтронів здатні до поділу. Ця властивість використовується при застосуванні урану як ядерного палива АЕС і для отримання ядерних боєприпасів. Уран і його сполуки з іншими речовинами являють велику небезпеку, якщо накопичуються у біосфері.

УРАНОВІ РУДИ – природні мінеральні утворення, що вміщують уран у концентраціях, при яких його економічно вигідно вилучати, використовуючи сучасну техніку.

УТИЛІЗАЦІЯ – вторинне використання цінних для господарства речовин і ресурсів, які через недосконалість технології потрапляють у відходи.

Ф

ФАГОЦИТ – клітина, що може поглинати різні частинки (мікроби тощо).

ФАКТОР ЕКОЛОГІЧНИЙ – будь-яка умова середовища, на яку реагує живий організм.

ФАКТОР ШКІДЛИВИЙ – виробничий фактор, вплив якого на працюючого у певних умовах призводить до травми або до різкого погіршення здоров'я; будь-який вплив, небажаний для людини.

ФЛОТАЦІЯ – спосіб збагачення корисних копалин, що ґрунтується на відмінності їх частинок при змочуванні водою.

ФОСФОР – хімічний елемент V групи періодичної системи. Фосфор широко розповсюджений у природі. Відомі ізотопи від ^{28}P до ^{34}P . Найчастіше використовується ізотоп ^{32}P для вивчення різних біохімічних процесів у рослин і тварин, а також у промисловості. Період напіврозпаду ^{32}P – 14,29 днів, у медичній практиці застосовується, головним чином, для лікування захворювань шкіри і хвороб крові. Фосфор-32 може утворюватися всередині організму в результаті опромінення нейтронами (наведена активність), що необхідно враховувати при дозиметрії організму.

ФОТО-ДИНАМІЧНИЙ ЕФЕКТ – пошкодження біологічних структур і порушення їх функцій під дією світла.

ФОТОЛІЗ – розклад молекул речовини під дією поглинутого світла.

ФОТОН – квант електромагнітного випромінювання; нейтральна елементарна частинка, що не має маси спокою, електричного заряду, магнітного моменту, рухається зі швидкістю світла у вакуумі.

ФОТОХІМІЧНИЙ СМОГ – ефект, що виникає у результаті фотохімічних реакцій за певних фізико-географічних умов: наявності в атмосфері високої концентрації оксидів нітрогену, карбону, озону та ін. забруднювачів, інтенсивної сонячної радіації, безвітря або дуже слабкого обміну повітряних мас у приземному шарі. При фотохімічному смозі утворюються високотоксичні забруднювачі атмосферного повітря. Основними джерелами їх утворення є вихлопні гази автомобілів. На формування смогу впливають природні фактори: температурна інверсія, вітер, інсоляція, вологість тощо.

ФРЕОНИ (ХЛАДОНИ) – група галогеномістких речовин: Ф-11 (CFCl_3), Ф-12 (CF_2Cl_2), Ф-22 (CHClF_2) та ін., які киплять при кімнатній температурі та руйнують озоновий шар.

ФУНГЦИД – хімічна речовина, яка застосовується для боротьби з грибами (збудниками хвороб рослин).

Х

ХЕМОСОРБЦІЯ – поглинання рідиною або твердим тілом речовин із навколишнього середовища з утворенням хімічних сполук.

ХІМІЧНА ЗБРОЯ – отруйні речовини і засоби їх застосування. Хімічна зброя використовувалась ще у давнину під час ведення бойових дій. Так, спартанці підпалювали сірку під стінами осадженої Платеї, намагаючись отруїти мешканців міста. 22 квітня 1915 р. німецькі війська застосували хлор проти оборони англо-французьких військ. У цей день було отруєно 15 тис. людей. «Чорний день біля Іпру» вважається початком хімічної війни і гонки хімічних озброєнь. Загальні втрати від застосування тільки хімічної зброї у першій світовій війні склали приблизно 1,3 млн осіб. Зараз розроблено отруйні речовини нервово-паралітичної дії (HD, L, HN-1, HN-2, HN-3 та ін.), загальноотруйної дії (АС, СК), задушливої дії (СG, дифосген), психотропні речовини, а також бінарна хімічна зброя. Слід зазначити, що застосування цих речовин дозволяє знищити не тільки можливого ворога, але й екологічні системи на великих територіях.

ХІМІЧНІ МЕТОДИ ЗАХИСТУ РОСЛИН – боротьба зі шкідниками, збудниками хвороб рослин і переносниками цих хвороб, а також боротьба із бур'янами (за допомогою пестицидів).

ХЛОР (Cl) – хімічний елемент VII групи періодичної системи Д. І. Менделєєва, атомний номер 17, атомна маса 35,453, густина 3,214 кг/м³, $T_{\text{пл}} = 101\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_{\text{кип}} = 34,05\text{ }^{\circ}\text{C}$; належить до галогенів. Жовто-зелений газ із різким задушливим запахом, отруйний.

ХЛОРПКРИН – трихлорнітрометан, CCl_3NO_2 – органічна сполука. Рідина без кольору, із запахом, густина 1657,6 кг/м², $T_{\text{пл}} = 64\text{ }^{\circ}\text{C}$; $T_{\text{кип}} = 112,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, належить до отруйних речовин.

ХЛОРУВАННЯ ВОДИ – оброблення питної води або стічних вод водним розчином хлору з метою їх знезараження. Оскільки хлорування питної води призводить до утворення отруйних речовин, його іноді замінюють озонуванням (обробкою води озоном).

Ц

ЦВІТІННЯ ВОДИ – зміна кольору і прозорості води за рахунок інтенсивного розмноження мікроскопічних водоростей (один із видів біологічного забруднення). Результатом є цвітіння і погіршення кисневого режиму водоймища, що призводить до загибелі багатьох його мешканців. Причиною може бути попадання у водоймище мінеральних добрив та інших забруднювачів.

ЦЕЗІЙ – лужний метал І групи періодичної системи. Є ізотопи від ^{125}Cs до ^{145}Cs . Найбільш токсикологічне значення має ізотоп ^{137}Cs , який утворюється при поділі урану і плутонію. Період його піврозпаду 30,17 років. У зв'язку з випробовуваннями ядерної зброї за рахунок ^{137}Cs збільшився гамма-фон земної поверхні. Цезій хімічно дуже активний. Подібно до калію, він накопичується у травах і злаках, до яких надходить із землі. Підвищений вміст цезію (і стронцію) характерний для ароматичної зелені – кропу, петрушки, шпинату. Із буряка, картоплі, щавлю, грибів під час відварювання у воду переходить від 50 до 65% цезію (і стронцію). Є небезпека пересування ^{137}Cs по біологічному ланцюгу через рослини і тварини до організму людини. При надходженні в організм ^{137}Cs рівномірно розподіляється у ньому. Половина ізотопів цезію, що надходить в організм, виводиться за 120–170 днів. При аваріях на АЕС роль ^{137}Cs стає провідною через 1,5–2 місяці (після того, як рівні кількості ізотопів йоду в організмі людини і у зовнішньому середовищі стають дуже незначними). Цезій-137 є бета- і гамма-випромінювачем. Біологічний період напіввиведення з організму людини у середньому становить 110 днів (для дітей – від 10 до 50 днів).

ЦЕНТРИФУГИ – машини для видалення осадів з водних систем. Відцентрове фільтрування досягається обертанням суспензії у перфорованому барабані, внутрішність якого вкрита сіткою або тканиною для фільтрування. Осади залишаються на стінках барабана і видаляються вручну або за допомогою спеціальних пристроїв.

ЦЕРІЙ – рідкоземельний метал ІІІ групи періодичної системи, належить до лантаноїдів. Є ізотопи від ^{141}Ce до ^{144}Ce . Найбільший токсикологічний інтерес являє ^{144}Ce і його дочірній продукт ^{144}Pr (празеодим). Утворюється ^{144}Ce при поділі урану, торію і плутонію. При

вибухах атомних бомб на частку ^{144}Ce і ^{144}Pr припадає до 30% усієї радіоактивності.

ЦУНАМІ – це довгі хвилі, що виникають у морях або океанах внаслідок підводних землетрусів, а також вулканічних вивержень або зсувів на морському дні. Штучно можуть виникати внаслідок використання ядерної та інших видів зброї. 90% цунамі у природі виникають через підводні землетруси.

Механізм утворення цунамі до кінця ще не з'ясований. Ясно одне – для утворення цих хвиль є необхідним вертикальний зсув морського дна. Утворившись у якому-небудь місці, цунамі може пройти кілька тисяч кілометрів, майже не зменшуючись. Це пов'язано з довгими періодами хвиль (від 150 до 300 км). У відкритому морі кораблі можуть не потрапити під ці хвилі, хоча вони рухаються з великою швидкістю (більш, ніж 100 км/год.). Висота хвиль невелика. Однак, досягши мілководдя, хвиля різко сповільнюється, її фронт здіймається і обрушується зі страшною силою на сушу. Висота великих хвиль у такому випадку біля узбережжя досягає 5–20 м, а іноді доходить до 40 м. Наприклад, у березні 2011 р. по Японії вдарила хвиля заввишки 10–15 м. Хвиля-цунамі може бути не єдиною. Дуже часто це серія хвиль з інтервалом руху година і більше. Найвищу хвилю серії називають головною.

Часто перед початком цунамі вода відступає далеко від берега, оголюючи морське дно. Потім стає видно хвилю, що насувається. При цьому чутні громоподібні звуки, що створюються повітряною хвилею, яку водна маса штовхає перед собою.

Найнебезпечнішими районами утворення цунамі є острови Японії, Курильські острови, півострів Камчатка, острів Сахалін й загалом узбережжя Тихого океану.

Основними характеристиками цунамі служать: магнітуда цунамі, інтенсивність і швидкість руху хвилі. За магнітуду прийнятий натуральний логарифм амплітуди коливань рівня води (у метрах), обмірюваний біля берегової лінії на відстані від 3 до 10 км до джерела явища. Магнітуда цунамі багато у чому відрізняється від магнітуди землетрусу. Якщо сейсмічна магнітуда характеризує енергію в цілому, то магнітуда цунамі відбиває тільки частину енергії – власне цунамі.

Цунамі невеликої інтенсивності відбуваються досить часто, середньої – один раз у 5–10 років, катастрофічні – ще рідше.

Можливі масштаби наслідків цунамі оцінюються у балах:

1 бал – дуже слабе (хвиля фіксується лише приладами);

2 бали – слабе (може затопити плоске узбережжя; його відзначають лише фахівці);

3 бали – середнє (відзначається усіма; плоске узбережжя затопляється; легкі судна можуть виявитися викинутими на берег; портові споруди можуть одержати незначні uszkodження);

4 бали – сильне (узбережжя затопляється; прибережні будівлі ушкоджуються; великі вітрильні та невеликі моторні судна можуть бути викинуті на берег, а потім знову змиті у море; можливі людські жертви);

5 балів – дуже сильне (прибережні території затоплені; хвилеломи і моли сильно ушкоджені; великі судна викинуті на берег; є людські жертви; величезний матеріальний збиток).

Рекомендації населенню щодо дій під час цунамі:

Жителі цунамі-небезпечних районів повинні бути завчасно проінформовані про потенційну небезпеку стихійного лиха для їхнього узбережжя.

Успішні дії щодо самопорятунку і взаємодопомоги при цунамі можливі тільки за наявності знань основних правил цих дій, ознак (провісників) настання цього стихійного лиха, особливостей його перебігу, а також при інформуванні про конкретні дії та своєчасне оповіщення про загрозу приходу хвиль.

Виконання кожним, хто потрапив у зону нещастя, правил і норм поведіння, багато у чому схожих із заходами, прийнятими при землетрусах і повенях. Першорядне значення при цьому набуває швидкість дій.

При особистому спостереженні провісників цунамі або одержанні повідомлень про них від інших людей варто пам'ятати, що час, який залишився для порятунку, вимірюється хвилинами, у кращому випадку – десятками хвилин. При цьому важливо не втрачати самовладання і не панікувати. Неприпустимо спускатися до моря, щоб подивитися на його оголене дно, і спостерігати за хвилею. Людина, яка побачила воду, повинна попередити інших та, допомагаючи хворим, інвалідам, старим, дітям і не піклуючись про майно, швидко направитися до найближчих

пагорбів, інших піднесених місць і піднятися на висоту не менш 30–40 м. Шлях нагору повинен пролягати по схилах височин, а не по долинах струмків і рік, що впадають у море, тому що їхні русла можуть стати дорогою для водяного валу, що несеться проти їхньої течії. Якщо поблизу немає височини, потрібно віддалитися від берега на відстань не менше 2–3 км.

Оповіщення населення про загрозу проводиться за допомогою місцевих радіотрансляційних мереж, мереж телевізійного віщання, спеціальних сигналів або посильних. Передачі повідомлень мають передувати сигнали сирен. За наявності необхідної інформації у повідомленні вказуються розрахунковий час приходу цунамі до конкретного пункту узбережжя, порядок дій населення і евакуації, пункти збору або маршрути самостійного руху. Слід також звертати увагу на поведінку свійських та диких тварин, які при виникненні цунамі завжди заздалегідь тікають на безпечну відстань.

Терміново залишаючи будинок в разі евакуації, необхідно взяти з собою мінімум теплих, краще непромокальних речей, продуктів харчування і гроші, попередити про евакуацію сусідів, а також вимкнути електрику і газ. Вийшовши з будинку, варто діяти відповідно до заздалегідь визначеного порядку або отриманого по радіо чи телебаченню інструктажу. У ході евакуації пішки, потрібно надати допомогу хворим, інвалідам, старим і дітям, при евакуації транспортом – виявити організованість і увагу до інших, уступити місця людям, не здатним рухатися самостійно.

У випадку, якщо цунамі застae несподівано, необхідно, не втрачаючи самовладання, вжити заходів самозахисту на місці. Знаходячись у приміщенні, треба піднятися на верхні поверхи, зачинити всі двері і негайно перейти у безпечне місце. Це – отвори капітальних внутрішніх стін; кути, утворені капітальними стінами; місця біля внутрішніх капітальних стін, біля колон і під балками каркаса. Головне – залишити кімнати, що мають вікна або інші отвори з боку, звідки рухається хвиля, і сховатися від неї за капітальною стіною. Необхідно оберігатися від падаючих уламків або важких меблів, знаходитися подалі від вікон, скляних перегородок, а також важких предметів (верстатів, холодильників, шаф тощо), що можуть перекинутися або зрушитися з місця. Загальне правило при приході цунамі – не вибігати з досить міцного

будинку. Бурхлива хвиля і уламки, що плавають на вулиці поруч з будинком, становлять велику небезпеку. У випадку, якщо приміщення має низьку міцність і з великою імовірністю буде зруйновано хвилею, за наявності часу необхідно перейти у більш міцний будинок.

Поза будинком хвилю краще зустрічати на дереві, за природною скельною перешкодою, міцною окремою бетонною стіною, зачепившись за них. Неприпустимо зустрічати хвилю на просторі з великою кількістю споруд або інших предметів через небезпеку ударів по них. Якщо є час, але немає можливості використовувати його для переміщення у більш безпечне місце, треба взяти його на те, щоб зняти одяг і взуття. Зустрічаючи хвилю, необхідно набрати в легені повітря, потім згрупуватися і закрити голову руками. Виринувши на поверхню води, варто скинути намоклий одяг і взуття та приготуватися до зворотного руху хвилі, скориставшись за необхідності предметами, що плавають або піднімаються над водою. Переживши цю хвилю, потрібно використати перерву між хвилями для переходу в більш безпечне місце.

Населення, яке завчасно вийшло самостійно або евакуйоване в безпечні місця, повинне залишатися там протягом 2–3-х годин після першої хвилі, поки не пройдуть усі хвилі і не надійде сигнал з дозволом повернутися.

При поверненні перед входом у будинок необхідно впевнитися у його безпечному стані та відсутності загрози обвалення через ушкодження, а також виток газу і замикань електрики.

Ч

ЧЕРВОНА КНИГА – список рідкісних організмів, які знаходяться під загрозою знищення; анотований перелік видів і підвидів із вказівкою сучасного і минулого розповсюдження, чисельності та причин її зменшення, особливостей відтворення, вже прийнятих та необхідних заходів охорони видів.

ЧИСЛО ВОЛЬФА – кількісна характеристика ступеня сонячної активності; являє собою число сонячних плям та їх груп, виражене у формі умовного показника $W = K(m + 10n)$, де m – загальне число плям,

оформлених у вигляді ізольованих груп; n – число плям, що не входять до окремої групи; K – множник, що враховує вид апаратури. Сонячна активність, за даними сучасних досліджень, має циклічність 11,1 років (найближчий пік активності буде спостерігатися у 2013 р.). Хоча, за спостереженнями давніх народів, цикл дорівнював 28 років. Спалахи активності Сонця з високими значеннями ($W > 100$) призводять до зміни магнітного поля Землі, що спричиняє зміну погоди, розвиток епідемій серед населення, зниження показників урожайності рослин тощо.

ЧОРНОБИЛЬСЬКА ТРАГЕДІЯ – аварія на IV енергоблоці Чорнобильської атомної станції 26 квітня 1986 року.

Черговий персонал станції за відсутності перших керівних осіб і контролю відповідних служб проводив експеримент, метою якого було з'ясування можливості використання електроенергії, отриманої під час інерційного пробігу генератора, і при вимкненому реакторі. Експеримент, очевидно, був не зовсім безпечний, хоча його проводили не вперше, але від нього відмовилися інші станції, що мали подібний досвід. Керівництво Чорнобильської АЕС передовірило його проведення черговим. У ході експерименту виникла необхідність дати струм на зовнішню мережу. Почали вмикати реактор, але він вийшов з-під контролю. І коли о 1 год 24 хв 26 квітня 1986 р. оператор, натиснувши кнопку аварійного захисту, скинув у реактор поглинаючі стрижні, – стався вибух. Очевидці, правда, стверджують, що було два вибухи. Цей факт дещо міняє описану в пресі картину того, що сталося. Про два послідовні вибухи, що відбулися о 1 год 24 хв 26 квітня 1986 р. написано і в доповіді ВІЗ. Є інша версія аварії, також офіційна, що покладає провину на заступника головного інженера станції. Взявши на себе проведення експерименту (а він у керівництві Чорнобильської АЕС навряд чи не єдиний, хто раніше мав досвід роботи на флотських атомних установках), він наказав спочатку вимкнути головні циркуляційні насоси. Вони увійшли в режим кавітації, блок почало трусити, і о 1 год 17 хв спрацював захист, що заглушив реактор до 1 год 21 хв 26 квітня. Мабуть, тут надійшло прохання чергових дати струм у зовнішню мережу. Заступник головного інженера наказав вручну підняти кадмієві стрижні-поглиначі нейтронів.

Реактор запрацював, увімкнулися насоси, і почала зростати потужність. Стало ясно, що захист ось-ось спрацює, і його вручну

вимкнули. Потужність продовжувала наростати, вишли з ладу насоси, тиск води впав, піднявся тиск пари, виник потік миттєвих нейтронів і стався паровий вибух. Наказ подати воду тільки ускладнив ситуацію. Цей варіант спростовує колишній директор станції В. П. Брюханов, який наполягає на першому варіанті. Але є ще факти, що викликають сумнів в обох версіях на користь припущення про можливу роль інших причин. Встановлено, що в 0 год 28 хв 26 квітня, тобто за 55 хв до катастрофи, на реакторі сталися якісь події, внаслідок чого він перейшов у нерегламентований стан, при якому аварійний захист вже не був гарантом гасіння ядерної реакції. Чому оператор натиснув кнопку скидання захисних стрижнів? Що ж насправді сталося на IV-му енергоблоці – так і залишилося невідомим.

Сила вибуху, під час якого безвісти пропало дві людини (передбачається, що, принаймні, хтось із них залишився під конструкціями будівлі, що завалилася, і реактора), була дуже потужною, а викиди, що сталися потім, – колосальними.

Сімдесятип'ятиметрова будівля IV-го енергоблока зруйнувалася майже повністю. Перекриття реакторного залу масою понад 2 тис. т силою вибуху була підкинута догори, розвернулося і впало у середину реактора на ребро, займаючи це нестійке вертикальне положення й донині. Майже 50 т або більше палива, залізобетонні конструкції та інші матеріали просто випарювалися у вигляді високорадіоактивних аерозолів, або вони були викинуті в атмосферу на висоту не менше 10–11 км (під час вибуху атомної бомби над Хіросімою було викинуто 4 т короткоживучих радіонуклідів). Це підтверджується обставиною, що авіалайнери, які приземлилися незабаром після вибуху в аеропорту Шереметьєво м. Москви, протягом тижня дезактивували на спеціальних майданчиках. Правда, в офіційній доповіді ВІЗ 1995 року висота викиду зазначена лише 1 км. Вміст реактора, за винятком 50 т, які випарилися (за деякими оцінками, близько 70 т паливного начиння у цирконієвих циліндрах, графітових стрижнях та інших конструкціях), частково фрагментувався і був викинутий на вентиляційну трубу, дах III-го і IV-го енергоблоків, у машинний зал (загальний для двох реакторів), навколишню територію і будівлі, створивши поле радіації потужністю 15–20 тис. Р/год, а на даху III-го енергоблока – більше 10 тис. Р/год. Із 1 100 приміщень III-го енергоблока більше 60% були

забруднені, а потужність випромінювання фрагментів палива і конструкцій, що потрапили туди, у сотні і тисячі разів перевищувала допустимі норми навіть для аварійної ситуації. Частину приміщень затопила радіоактивна вода. Єдиної думки про активність радіонуклідів, що потрапили після вибуху реактора у довкілля, немає й нині. Залежно від кон'юнктури моменту називають від 500 млн до 6 млрд Кі.

У травні 1986 р. паливо, що залишилося у реакторі, змішавшись із скинутими у нього матеріалами, розплавило все, що там нагромадилося, і, утворивши склоподібну масу, вилилося у центральний зал під каскадну стіну, підреакторне та інші приміщення. Застигаючи, маса утворила нарости, відомі з газет як «слонячі ноги». Детальне вивчення їх складу по відколених фрагментах, проведене співробітниками Радієвого інституту та Інституту атомної енергії ім. І. В. Курчатова, привело до відкриття нового, раніше не відомого мінералу, названого ними «чорнобиліт» (зараз, після аварії на АЕС «Фукусіма-1», ця маса отримала назву «коріум»). Він являє собою добре ограновані, правильні кристали силіконату цирконію і урану, аналогу природного силіконату цирконію, у якому 12 % атомів цирконію заміщено атомами урану. Він утворився з палива (уран), уламків ТВЕЛів (цирконій), піску і бетону (кремній). Форма кристалів свідчить про те, що процес їх утворення йшов повільно, під впливом тепла, що виділялося у ході радіохімічних реакцій. В окремі періоди температура розплаву була не менше 3 000 °C (температура поверхні Сонця досягає 6 000 °C).

Ще у 1985 р. академік В. Н. Легасов писав, що залишкова активність при аварії на АЕС згодом стає вищою, ніж забрудненість після атомного вибуху, за рахунок поступового наростання кількості довгоживучих і високоенергетичних елементів. При рівних початкових дозах через п'ять років потужність дози від аварії на АЕС у 100 разів вища, ніж від бомби. Це підтверджується тим, що на початок 2011 року, або через 25 років після Чорнобильської трагедії, рівень радіації у м. Прип'ять суттєво не зменшився.

Ш

ШКАЛА КОЛЬОРОВОСТІ ВОДИ – умовні індекси для визначення кольору води у водоймищах шляхом порівняння забарвлення досліджуваної води з раніше виготовленим набором кольорів. Набір шкали кольоровості складається з 22 запаяних пробірок діаметром 8–10 мм, наповнених кольоровими розчинами, що утворюють кольорову гаму від синього до коричневого кольору.

ШЛАМ – осад, що утворюється під час відстоювання або фільтрування рідини.

ШТУЧНІ ДЖЕРЕЛА ОПРОМІНЕННЯ – джерела опромінення, зроблені людиною, які використовуються у побуті, медицині, техніці та інших галузях.

Чи не найбільш поширеним джерелом опромінення є годинники зі світним циферблатом. Зазвичай при виготовленні таких годинників використовують радій, що призводить до опромінення усього організму, хоча на відстані 1 м від циферблата випромінювання у 10 000 разів слабше, ніж на відстані 1 см. Зараз намагаються замінити радій на тритій або прометій-247, які мають істотно менше випромінювання. До кінця 1970-х рр. у населення Великобританії знаходилося у користуванні 800 000 годинників з циферблатом, що містить радій. У 1967 р. були опубліковані відповідні міжнародні стандарти, проте годинники, випущені раніше, ще знаходяться у вжитку. Радіоактивні ізотопи використовуються також у світних покажчиках входу-виходу, в компасах, телефонних дисках, прицілах тощо.

У США продаються антистатичні щітки для видалення пилу з платівок і фотоприладів, дія яких заснована на використанні α -частинок. У 1975 р. Національна Рада Великобританії з радіаційного захисту повідомила, що за деяких обставин вони можуть виявитися шкідливими.

Принцип дії багатьох детекторів диму також заснований на використанні α -випромінювання. До кінця 1980 р. у США було встановлено більше 26 млн таких детекторів, що містять америцій-241, однак при правильній експлуатації вони повинні давати дуже малу дозу опромінення. Радіонукліди застосовують у дроселях флуоресцентних світильників

і в інших електроприладах і пристроях. У середині 1970-х років в одній тільки Західній Німеччині в експлуатації знаходилося майже 100 млн таких приладів, які не призводять до помітного опромінення.

При виготовленні особливо тонких оптичних лінз застосовується торій, який може призвести до істотного опромінення кришталіка ока.

Рентгенівські апарати для перевірки багажу пасажирів в аеропортах також спричиняють опромінення авіапасажирів. Ретельні обстеження, проведені на початку 1970-х років, показали, що в багатьох школах США і Канади використовувалися рентгенівські трубки, які служили досить могутнім джерелом радіації, причому більшість вчителів мали недостатнє уявлення про радіаційний захист.

ШУМ – неупорядковані коливання різної фізичної природи, які відзначаються складністю часової та спектральної структури.

ШУМОЗАХИСТ – заходи щодо зниження шуму на робочому місці, на підприємствах, на транспорті, загалом у місті. Здійснюється за допомогою шумозахисних навушників, шумозахисних матеріалів (екранів), архітектурно-будівельних методів тощо.

Я

ЯДЕРНА ЗБРОЯ – зброя масового ураження вибухової дії заснована на використанні внутрішньої енергії атомного ядра, яка виділяється при ланцюгових реакціях розподілу важких ядер деяких ізотопів урану і плутонію або при термоядерних реакціях синтезу легких ядер-ізотопів водню (дейтерію і тритію) в більш важкі (наприклад, ядра ізотопів гелію). Для зазначених реакцій характерним є надзвичайно велике виділення енергії на одиницю маси речовини, яка реагує, у 20–80 млн разів більше, ніж при вибуху тротилу. У результаті досить швидкого виділення величезної кількості енергії в обмеженому обсязі, відбувається ядерний вибух, що істотно відрізняється від вибуху звичайних боєприпасів як масштабами, так і характером вражаючих факторів: ударної хвилі, світлового випромінювання, проникної радіації, радіоактивного зараження і електромагнітного імпульсу (ЕМІ).

Ядерна зброя включає різні ядерні боєприпаси (бойові частини ракет і торпед, авіаційні та глибинні бомби, артилерійські снаряди та фугаси, споряджені ядерними зарядами), засоби доставки їх до цілі та засоби управління. Іноді, залежно від типу заряду, вживають більш вузькі поняття, наприклад: термоядерна зброя, нейтронна зброя, воднева та ін.

Ядерний вибух супроводжується виділенням величезної кількості енергії, тому за руйнуючою і вражаючою дією він у сотні й тисячі разів може перевершувати вибухи самих великих боєприпасів, споряджених звичайними вибуховими речовинами.

Серед сучасних засобів збройної боротьби ядерна зброя займає особливе місце – вона є головним засобом ураження противника. Ядерна зброя дозволяє у короткий термін завдавати противнику більших втрат у живій силі та бойовій техніці, руйнувати споруди та інші об'єкти, заражати місцевість радіоактивними речовинами, створюючи тим самим стороні, яка застосовує ядерну зброю, вигідні умови для досягнення перемоги у бою.

Пристрої, призначені для здійснення вибухового процесу звільнення ядерної енергії, називаються ядерними зарядами.

Потужність ядерних боєприпасів прийнято характеризувати *тротиловим еквівалентом*, тобто такою кількістю тротилу в тонах, при вибуху якого виділяється така ж кількість енергії, що й при вибуху цього ядерного заряду.

Ядерні боєприпаси за потужністю умовно поділяють на надмалі (до 1 кт), малі (1–10 кт), середні (10–100 кт), великі (100 кт – 1 Мт) і надвеликі (понад 1 Мт).

До засобів застосування ядерної зброї належать: ракети тактичного, оперативного-тактичного і стратегічного призначення; літаки – носії ядерної зброї; крилаті ракети; підводні човни; артилерія, що застосовує ядерні боєприпаси; ядерні міни.

Залежно від завдань, що розв'язуються із застосуванням ядерної зброї, ядерні вибухи можуть здійснюватися у повітрі, на поверхні землі та води, під землею і водою. Відповідно до цього розрізняють: *висотний, повітряний, наземний (надводний) і підземний (підводний) вибухи*.

Висотний ядерний вибух – це вибух, здійснений з метою знищення у польоті ракет і літаків на безпечній для наземних об'єктів висоті (понад

10 км). Вражаючими факторами висотного вибуху є: *ударна хвиля, світлове випромінювання, проникна радіація та електромагнітний імпульс.*

Повітряний ядерний вибух – це вибух, здійснений на висоті до 10 км, коли світна область не торкається землі (води). Повітряні вибухи підрозділяються на низькі та високі. Найповніше при повітряному ядерному вибуху виявляються: ударна хвиля, світлове випромінювання, проникна радіація і ЕМІ.

Наземний (надводний) ядерний вибух – це вибух, здійснений на поверхні землі (води), при якому світна область торкається поверхні землі (води), а пиловий (водяний) стовп із моменту утворення з'єднаний із хмарою вибуху.

Характерною рисою наземного (надводного) ядерного вибуху є значне радіоактивне зараження місцевості (води) як у районі вибуху, так і у напрямку руху хмари вибуху. Вражаючими факторами цього вибуху є: *ударна хвиля, світлове випромінювання, проникна радіація, радіоактивне зараження місцевості та ЕМІ.*

Підземний (підводний) ядерний вибух – це вибух, здійснений під землею (під водою), для якого характерним є викид великої кількості ґрунту (води), перемішаного з продуктами ядерної вибухової речовини (уламками розпаду урану-235 або плутонію-239). Вражаюча і руйнуюча дія підземного ядерного вибуху визначається, загалом, сейсмо-вибуховими хвилями (основний вражаючий фактор), утворенням вирви у ґрунті та сильним радіоактивним зараженням місцевості. Світлове випромінювання і проникна радіація відсутні. Характерним для підводного вибуху є утворення стовпа води і базисної хвилі.

Повітряний ядерний вибух починається короткочасним засліплюючим спалахом, світло від якого можна спостерігати на відстані декількох десятків і сотень кілометрів. Слідом за спалахом з'являється світна область у вигляді сфери або півсфери (при наземному вибуху), яка є джерелом потужного світлового випромінювання. Водночас із зони вибуху в навколишнє середовище поширюється потужний потік гамма-випромінювання і нейтронів, які утворюються при ланцюговій ядерній реакції та в процесі розкидання радіоактивних осколків розподілу ядерного заряду. Гамма-кванти і нейтрони, що випускаються при ядерному вибуху, називають проникною радіацією. Під дією миттєвого

гамма-випромінювання відбувається іонізація атомів навколишнього середовища, що призводить до виникнення електричних і магнітних полів. Ці поля через їхню короткочасність дії прийнято називати електромагнітним імпульсом ядерного вибуху.

У центрі ядерного вибуху температура миттєво підвищується до кількох мільйонів градусів, у результаті чого речовина заряду перетворюється на високотемпературну плазму, що випускає рентгенівське випромінювання. Тиск газоподібних продуктів спочатку досягає декількох мільярдів атмосфер. Сфера розпечених газів світної області, прагнучи розширитися, стискає прилягаючі шари повітря, створюючи різкий перепад тиску на межі стислого шару і утворює ударну хвилю, що поширюється від центру вибуху в різних напрямках. Завдяки тому, що густини газів, які становлять вогненну кулю, набагато нижча густини навколишнього повітря, куля швидко піднімається вгору. При цьому утворюється хмара грибоподібної форми, що містить гази, пари води, дрібні частинки ґрунту і величезну кількість радіоактивних продуктів вибуху. Після досягнення максимальної висоти хмара під дією повітряних потоків переноситься на великі відстані, розсіюється, і радіоактивні продукти випадають на поверхню землі, створюючи радіоактивне зараження місцевості та об'єктів.

Вражаючі фактори ядерного вибуху здатні, відповідно до закону Шелфода, відразу виводити за межі життя цілий ряд екологічних факторів. Розглянемо їх.

1. *Ударна хвиля ядерного вибуху* виникає в результаті розширення розпеченої маси газів у центрі вибуху, яка світиться і являє собою область різкого стиснення повітря, що поширюється від центру вибуху з надзвуковою швидкістю. Дія її триває декілька секунд. Відстань в 1 км ударна хвиля проходить за 2 с, 2 км – за 5 с, 3 км – за 8 с.

Ураження ударною хвилею спричиняються як дією надлишкового тиску, так і метальною її дією (швидкісним напором), зумовленою рухом повітря у хвилі. Особовий склад, озброєння і військова техніка, розташовані на відкритій місцевості, руйнуються внаслідок метальної дії ударної хвилі, а об'єкти більших розмірів (будинки та ін.) – дією надлишкового тиску.

Ураження можуть бути нанесені також в результаті непрямого впливу ударної хвилі (уламками будинків, дерев тощо). У ряді випадків ступінь

ураження від непрямого впливу може бути більшим за безпосередню дію ударної хвилі, а кількість уражених – більш значною.

На параметри ударної хвилі помітний вплив мають рельєф місцевості, лісові масиви та рослинність. На схилах, звернених до вибуху зі стримкістю більше 10° , тиск збільшується: чим крутішим є схил, тим більшим виявляється тиск. На зворотних схилах висот відбувається зворотнє явище. У лощинах, траншеях та інших спорудах земляного типу, розташованих перпендикулярно до напрямку розповсюдження ударної хвилі, метальна дія значно менша, ніж на відкритій місцевості. Тиск ударної хвилі у середині лісового масиву вищий, а метальна дія менша, ніж на відкритій місцевості. Це пояснюється опором дерев повітряним масам, що переміщуються з великою швидкістю за фронтом ударної хвилі.

Укриття людини за пагорбами і насипами, у ярах і молодих лісах, використання захисних споруд знижують ступінь її ураження ударною хвилею.

2. *Світлове випромінювання ядерного вибуху* – це видиме, ультрафіолетове та інфрачервоне випромінювання, що діє протягом декількох секунд. В особового складу воно може спричиняти опіки шкіри, поразку очей і тимчасове осліплення.

Опіки виникають від безпосереднього впливу світлового випромінювання на відкриті ділянки шкіри (первинні опіки), а також від палаючого одягу, у вогнищах пожеж (вторинні опіки). Залежно від тяжкості ураження, опіки поділяються на чотири ступені: перший – почервоніння, припухлість і хворобливість шкіри; другий – утворення пухирів; третій – омертвіння шкірних покривів і тканин; четвертий – обуглювання шкіри.

Опіки очного дна (при прямому погляді на вибух) можливі на відстані, що перевищує радіуси зон опіків шкіри. Тимчасове осліплення виникає, зазвичай, вночі й присмерком, не залежить від напрямку погляду в момент вибуху і має масовий характер. Удень воно виникає лише при погляді на вибух. Тимчасове осліплення проходить швидко, не залишає наслідків, і медична допомога, як правило, не потрібна.

Спостереження через прилади нічного бачення виключає осліплення, але воно можливе через прилади денного бачення, тому їх на нічний час варто закривати спеціальними шторками.

Із метою захисту очей від осліплення, особовий склад повинен

перебувати по можливості в інженерних спорудах і використовувати захисні властивості місцевості.

Світлове випромінювання ядерного вибуху спричиняє загоряння і обвуглювання горючих матеріалів: дерев'яних частин озброєння і техніки, будинків тощо.

3. *Проникна радіація ядерного вибуху* являє собою спільне гамма-випромінювання і нейтронне випромінювання. Гамма-кванти та нейтрони, поширюючись у будь-якому середовищі, викликають його іонізацію. Крім того, під дією нейтронів нерадіоактивні атоми середовища перетворюються на радіоактивні, тобто утворюється так звана наведена активність. У результаті іонізації атомів, що входять до складу живого організму, порушуються процеси життєдіяльності клітин і органів, що призводить до захворювання променевою хворобою. Проникна радіація спричиняє затемнення оптики, засвічення світлочутливих фотоматеріалів і виводить з ладу радіоелектронну апаратуру, особливо ту, яка має напівпровідникові елементи.

Вражаюча дія проникної радіації характеризується кількістю дози випромінювання, тобто кількістю енергії радіоактивного випромінювання, поглиненого одиницею маси середовища, що опромінюється.

Ураження людини проникною радіацією визначається отриманою організмом сумарною дозою, характером опромінення та його тривалістю. Залежно від тривалості опромінення прийняті такі сумарні дози гамма-випромінювання, що не призводять до зниження боєздатності особового складу: однократне опромінення (імпульсне) або протягом перших чотирьох діб – 50 рад; багаторазове опромінення (безперервне або періодичне) протягом перших 30 діб – 100 рад, протягом трьох місяців – 200 рад, протягом одного року – 300 рад.

Захист особового складу від проникної радіації забезпечується використанням рухливих об'єктів і фортифікаційних споруд.

4. *Радіоактивне зараження* місцевості, приземного шару атмосфери, ґрунтів, води та інших об'єктів виникає внаслідок випадання радіоактивних речовин із хмари ядерного вибуху під час його руху. Поступово осідаючи на поверхні землі, радіоактивні речовини створюють ділянку радіоактивного зараження, що називається радіоактивним слідом.

Основними джерелами радіоактивного зараження є уламки розподілу

ядерного заряду і наведена активність ґрунту. Розпад цих радіоактивних речовин супроводжується гамма- і бета-випромінюваннями. Радіоактивне зараження місцевості характеризується рівнем радіації (потужністю поглинутої дози).

За ступенем небезпеки для особового складу радіоактивний слід умовно поділяється на чотири зони: зона А – помірне зараження; зона Б – сильне зараження; зона В – небезпечне зараження; зона Г – надзвичайно небезпечне зараження. Рівні радіації (потужності доз) на зовнішніх межах цих зон через одну годину після вибуху становлять: 8, 80, 240 і 800 рад/год, а через 10 годин – 0,5, 5, 15 і 50 рад/год відповідно.

5. *Електромагнітний імпульс (ЕМІ).* Ядерні вибухи призводять до виникнення потужних електромагнітних полів. Ці поля через їхнє коротке тимчасове існування прийнято називати електромагнітним імпульсом, який найповніше виявляється при наземних і низьких повітряних ядерних вибухах. *ЕМІ* впливає, насамперед, на радіоелектронну та електротехнічну апаратуру, яка знаходиться на військовій техніці та інших об'єктах. Під дією *ЕМІ* у зазначеній апаратурі наводяться електричні струми та напруги, які можуть спричинити пробій ізоляції трансформатора, згоряння розрядників, псування напівпровідникових приладів, перегорання плавких вставок та інших елементів радіотехнічних пристроїв. Найбільше зазнають впливу *ЕМІ* лінії зв'язку, сигналізації та управління. Коли величина *ЕМІ* недостатня для ушкодження приладів або окремих деталей, то можливе спрацювання засобів захисту (плавких вставок, грозорозрядників) і порушення працездатності ліній. Якщо ядерні вибухи відбудуться поблизу ліній енергопостачання, зв'язку, які мають велику довжину, то підведена до них напруга може поширюватися по проводах на багато кілометрів і спричиняти ушкодження апаратури та ураження особового складу, який перебуває на безпечній відстані від інших вражаючих факторів ядерного вибуху.

Екологічні наслідки застосування ядерної зброї добре відомі: на тривалий час, іноді на сторіччя, у зоні вибуху утворюється зона, непридатна для знаходження людини. Тому сучасні військові рішення – це використання крилатих ракет значної дальності, які здатні потрапити у ціль з точністю до декількох сантиметрів, зануритись у ґрунт на глибину до 50 м і створити там ядерний вибух малої потужності. Цього достатньо для ураження військових об'єктів, але не спричинить значного

радіоактивного забруднення на поверхні. Отже, з'являється можливість користуватися завойованою територією. Залишаються технічні деталі: знайти країну, багату природними ресурсами, підготувати необхідну кількість крилатих ракет та ядерних зарядів малої потужності. Далі поставити їх на постійне бойове чергування, об'єднати їх можливістю одночасного запуску за допомогою комп'ютерного управління, збудувати багатоярусну систему перехоплення ракет противника, визначити дати пуску.

ЯДЕРНА КОНТРАБАНДА – незаконний вивіз або ввіз радіоактивних елементів з країни.

ЯДЕРНИЙ РЕАКТОР КОСМІЧНИХ АПАРАТІВ – пристрій, у якому здійснюється керована ланцюгова реакція поділу атомних ядер; входить до складу космічних апаратів.

У 1961 р. на навколоземну орбіту американцями був виведений перший супутник з ядерним джерелом живлення на борту «Транзит-4А». У його реакторі використовувався плутоній-238. У квітні 1964 р., якраз за 22 роки до Чорнобильської катастрофи, сталася і перша аварія з таким типом супутників: п'ятий навігаційний супутник «Транзит-5ВН-3» не вийшов на орбіту і розвалився на частини у верхніх шарах атмосфери на висоті 50 км. З нього в атмосферу потрапило 17 тис. Кі плутонію-238, що збільшило його вміст в навколишньому середовищі у 3 рази і додало ще 4% до загальної кількості цього радіонукліда, що вже був накопичений в атмосфері після атмосферних випробувань ядерної зброї. У 1965 р. ще один супутник з ядерним реактором, виведений США, припинив контакти з Землею через 45 діб після запуску, але досі залишається на орбіті.

У 1969 р. аналогічні запуски космічних апаратів розпочав і СРСР. На згадку про це у 1973 р. на Місяці залишився місяцехід з ядерним реактором. З 1970 р. ці роботи були спрямовані на створення супутникової системи морської розвідки. Супутники виводили на робочу орбіту на відстань 250 км від поверхні Землі. Після використання ресурсу реактора його піднімали на «орбіту зберігання» у 950 км, а корпус топили в океані, додаючи радіоактивне сміття, що вже було на океанському дні. У період з 1970 до 1980 рр. був запущений 31 супутник цієї серії, і тепер на висоті 950 км над нами постійно кружляє 31 контейнер, що сумарно містить сотні кілограмів плутонію.

Після аварії радянського супутника з ядерним реактором у 1978 р., коли його уламки впали на територію Канади, тогочасний президент США Дж. Картер запропонував накласти заборону на використання супутників з ядерними джерелами живлення, але з боку СРСР ніякої реакції на цю пропозицію не було. У 1983 р. над Південною Атлантикою розвалився і впав в океан супутник «Космос-1402». У 1988 р. припинив реагувати на команди з Землі супутник «Космос-1900» – і його не вдалося перевести на «орбіту зберігання». Усього ж, згідно з лише оголошеними запусками, на орбітах у ближньому космосі навколо Землі обертається не менше 44 реакторів, що містять високорадіоактивне начиння. Їх випромінювання розповсюджується на сотні кілометрів і це, з одного боку, впливає на ступінь іонізації верхніх шарів атмосфери, змінюючи умови проходження до Землі з космосу різних елементарних частинок, а з іншого – впливає на апаратуру, яка виводиться у космос, перешкоджаючи її нормальній роботі, що потребує додаткових витрат на їх захист від «паразитичного» фону і від пошкодження оптики.

Враховуючи, що ближній космос вже перетворений на звалище радіоактивних відходів, дехто пропонує використовувати його як сміттєзбірник і далі, тобто за допомогою могутніх ракет систематично виводити на високі орбіти контейнери з рідкими і твердими промисловими радіоактивними відходами. Уперше ця ідея була сформульована у 1959 р. лауреатом Нобелівської премії академіком П. Л. Капицею, але реальні передумови для її реалізації з'явилися після створення космічних носіїв типу «Енергія» і «Зеніт». Російські вчені знову висунули цю ідею і обґрунтували її на Міжнародній екологічній конференції країн Півночі, яка проходила у Монреалі наприкінці 1993 року. Згідно з поданими розрахунками, щорічно буде потрібно 22 запуски ракет «Енергія» і 170 – «Зеніт». Автори проекту переконані, що його реалізація зніме усі проблеми з ядерними відходами. Разом з тим, аварія такої ракети може призвести до загибелі мільйонів людей.

ЯДЕРНІ ДВИГУНИ – двигуни, які використовують енергію ядерного розпаду.

За угодою між Росією і США щодо ОСВ-2, кількість підводних човнів для кожної сторони обмежена приблизно 18 субмаринами.

У період з 1945 до 1988 р. на морі зареєстровано понад 2 тис. інцидентів, у тому числі з суднами, оснащеними двигунами на ядерному

паливі або з ядерною зброєю на борту, серед них – 77 суден ВМФ колишнього СРСР. Загинули принаймні два атомні підводні човни США.

Аварія у серпні 2000 р. атомохода «Курськ» була ще одним попередженням людству, що треба зупинити гонку ядерних озброєнь.

ЯДЕРНІ ПОЛІГОНИ – місця проведення випробувань ядерної зброї. Для проведення випробувань ядерної зброї США в 1944 р. створили полігон у пустелі Аламогордо (штат Невада), а СРСР в 1948 р. – полігон поблизу Семипалатинська (Казахстан) площею майже 2 млн га і в 1954 р. – в Заполяр'ї на о. Нова Земля. До 1963 р. на цих полігонах вибухи провадилися як в атмосфері, так і на землі, після 1963 р. – тільки під землею.

Ймовірно, до 1993 р. всі країни, що мають ядерну зброю, здійснили не менше 2 146 випробувальних вибухів: США – 1 149, колишній СРСР – 715, Франція – 194, Великобританія – 45, Китай – 42, Індія – 1. Наймогутніший вибух під землею (1 000 кт) здійснено 21.05.1992 р. Китаєм на полігоні Лобнор. Найбільша радіоактивність була спричинена 66 ядерними вибухами в атмосфері, здійсненими США в районі Маршаллових островів у Тихому океані.

Під час підземних вибухів на полігоні США у 37 випадках був зафіксований витік радіоактивності, на полігонах Росії та Казахстану – у 103 випадках, причому шість разів викиди досягали м. Семипалатинська, в Китаї – у всіх випадках.

Слід зауважити, що мораторій на підземні випробування накладений зовсім не тому, що в країнах-членах «ядерного клубу» нарешті взяли верх антиядерні настрої. Причина у тому, що вже розроблена система симуляції ядерних вибухів за допомогою надпотужних лазерів, що дозволяє за мільярдну частку секунди отримати світловий імпульс потужністю 500 000 млрд Вт з одночасним обробленням результату на надпотужному комп'ютері. Так, можлива пауза, під час якої тільки шляхом імітації будуть розроблятися нові ідеї та пристрої. Але потім їх все одно треба буде випробовувати у реальних умовах. Контрольні вибухи для визначення стану нинішніх боєприпасів також потрібні. Отже, поновлення випробувань – питання часу.

ЯДЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ – використання ядерної енергії для розв'язання господарських завдань у сучасних розвинених країнах світу.

На території колишнього СРСР вибухи в мирних цілях проводилися

багато разів, хоча точна їх кількість невідома. У 1960-ті роки ядерні підземні вибухи здійснювали з метою збільшення віддачі нафтових пластів. Такий вибух таємно здійснили у 1979 р. в одній із шахт Південнокомунарська (Україна) з метою, якщо вірити офіційній версії, випалення в ній скупчення метану. На день пізніше шахтарів, ні про що не попередивши, допустили до роботи в забої. Атомні бомби висаджували в соляних родовищах, розташованих у гирлі Волги, маючи намір створити таким чином підземні резервуари з гладкими стінками для зберігання нафти і газу, у Башкирії – для створення підземних сховищ відходів хімічних заводів і т. ін. У 1980 р. серйозна аварія сталася на газовій свердловині № 9 родовища «Кужма» в гирлі р. Печори (Росія). Щоб ліквідувати її, 28 листопада під рікою здійснили атомний вибух. Його результати – утворення гігантської вирви і посилення викидів газу в атмосферу: в 1981 р. вони становили 807 м³/доб., в 1984 р. – 1 740 м³/доб. Забруднення Печорської губи у 45–100 разів перевищило усі максимально допустимі норми, а викинуту за цей період нафту знаходили навіть у Баренцевому морі. Тільки у 1987 р., нарешті, вдалося припинити надходження газу в атмосферу. Як водиться, завданого збитку ніхто не аналізував, а безпосередні винуватці навіть отримали підвищення по службі. У різні роки підземні вибухи в мирних цілях зроблені не менш, ніж в 120 районах колишнього СРСР, у тому числі: в Україні (4), в басейні р. Волги (понад 20), на території Красноярського краю (12), в Якутії (12), в Евенкії (10), поблизу кордону з Фінляндією в рудниках з метою дроблення апатитів (2) тощо. За іншими даними, таких вибухів було 114. Поки точні відомості відсутні, але в усіх випадках доводилося, що радіоактивного забруднення місцевості взагалі не відбувається, хоча через деякий час після цього збільшилися захворюваність і смертність серед місцевого населення, яке не отримувало правдивої інформації. В Евенкії з цими вибухами за часом співпав навіть спалах віллойського енцефаліту.

У 1994 р. надбанням гласності став факт, пов'язаний з проектом 1970-х рр. щодо перекиду стоку північних рік в Аральське і Каспійське моря з метою запобігання катастрофічному падінню їхнього рівня. Виявляється, канали, по яких мався намір перекидати ріки з півночі на південь, повинні були прокладати за допомогою серії підземних ядерних вибухів. Роботи повинні були розпочати у 1968 р. з'єднанням рік Печори

і Ками. І знову, як і при проектуванні АЕС, замовником і проектантом був Гідропроект, що планував здійснити у Пермській тайзі 200 ядерних вибухів. Перший вибух, коли одночасно підірвали три ядерних фугаси, кожний з яких (40 кт) за потужністю перевершував вибух над Японією (20 кт), призначили на 1971 р. На згадку про нього залишилося озеро (в 16 км від о. Чусове) діаметром 25 км, радіоактивний фон якого у 1995 р. був таким, що дозиметрам не вистачало шкали. Другий вибух, що планувався на 1976 р., не відбувся. Із готових вже шахт атомні фугаси вивезли, а все інше кинули в тайзі; апаратура, кабелі та інше обладнання були «утилізовані» місцевими жителями. Як відомо, у перші роки після вибуху в районі радіоактивного забруднення спостерігалися явища гігантизму рослин, хоч офіційно будь-які негативні наслідки для природи і людей, як водиться, заперечувалися.

ДОДАТКИ

Додаток 1

Множники і префікси для утворення десяткових кратних і часткових одиниць та їх найменувань

Множники	Префікси	Позначення префіксів	
		міжнародне	українське
10^{18}	екса	E	Е
10^{15}	пета	P	П
10^{12}	тера	T	Т
10^9	гіга	G	Г
10^6	мега	M	М
10^3	кіло	k	к
10^2	гекто	h	г
10^1	дека	da	да
10^{-1}	деци	d	д
10^{-2}	санти	c	с
10^{-3}	мілі	m	м
10^{-6}	мікро	μ	мк
10^{-9}	нано	n	н
10^{-12}	піко	p	п
10^{-15}	фемто	f	ф
10^{-18}	атто	a	а

Кількісні співвідношення між поглинутою та експозиційною дозами

Експозиційною дозою характеризується вплив усіх видів квантового випромінювання (рентгенівського, гамма-випромінювання та ін.) на речовину в умовах електронної рівноваги, тобто при такій взаємодії квантового випромінювання з речовиною, коли поглинута енергія випромінювання у певному середовищі дорівнює сумарній кінетичній енергії частинок, які утворені у тому ж об'ємі.

Відомо, що для повітря справедливе відношення

$$D_{\text{П}} = 0,877 D_{\text{Е}},$$

де $D_{\text{П}}$ – величина поглинутої дози, Р;

$D_{\text{Е}}$ – величина експозиційної дози, рад,

$$1 \text{ рад} = 10^{-2} \text{ Дж/кг} = 1,14 \text{ Р}; 1 \text{ Р} = 0,877 \text{ рад}.$$

У будь-якому іншому середовищі (речовині), у тому числі й у біологічній тканині, співвідношення визначається за формулою

$$D_{\text{п.р}} = \frac{(\mu_{\text{л}}/\rho)_{\text{р}}}{(\mu_{\text{л}}/\rho)_{\text{п}}} D_{\text{п.п}} = 0,877 \frac{(\mu_{\text{л}}/\rho)_{\text{р}}}{(\mu_{\text{л}}/\rho)_{\text{п}}} D_{\text{Е}} = k D_{\text{Е}},$$

де $D_{\text{п.р}}$ і $D_{\text{п.п}}$ – величини поглинутої дози у речовині та повітрі відповідно, Р;

$\mu_{\text{л}}$ – лінійні коефіцієнти поглинання гамма-випромінювань в речовині та повітрі відповідно;

ρ – густина речовини і повітря відповідно;

k – коефіцієнт пропорційності;

$D_{\text{Е}}$ – величина експозиційної дози, рад.

М'які тканини тварини і людини еквівалентні повітрю. Це означає, що кількість енергії гамма-випромінювання, що поглинається в 1 г м'якої тканини (вода, кров, м'язи) і в 1 г повітря, практично рівні.

Крім біологічної тканини, до повітряно еквівалентних речовин належать пластмаси.

Таблиця Д.2.1

Значення коефіцієнта k

Енергія квантів, МеВ	Коефіцієнт k		
	вода/повітря	кістки/повітря	м'язи/повітря
0,01	0,92	3,58	0,933
0,1	0,957	1,47	0,957
1	0,974	0,927	0,965
3	0,971	0,937	0,963

Випромінювання експозиційної дози в рентгенах допустиме для гамма-випромінювань з енергією квантів не більше 3 МеВ. За більших енергій гамма-квантів не витримують умови електронної рівноваги.

Надання першої медичної допомоги

Швидко і правильно надана перша медична допомога зберігає постраждалому не тільки здоров'я і працездатність, але й життя.

Таблиця Д.3.1

Ознаки життя або смерті

Ознака	Якщо людина жива	У випадку смерті
пульс	визначається (на шиї збоку і вище «адамова яблука» притисненням двох пальців)	не визначається
серцеві скорочення	визначаються вислуховуванням грудної клітини	не визначаються
подих	визначаються вислуховуванням грудної клітини, на око (по руху грудної клітини, крил носа, губ). Дзеркало, піднесене до рота, запотіває. Пушинка, тонка нитка, піднесені до рота або носа, коливаються	відсутній
реакція зіниць на світло	зіниця вузька, на світло звужується	зіниця широка, на світло не реагує
рефлекс роговиці ока	при доторканні до роговиці кінчиком носової хустки – віка здригаються	рефлекс відсутній
помірне перетягання руки вище ліктя джгутом (закрученням)	вени нижче джгута набухають	вени без змін

Надання першої медичної допомоги непритомному потерпілому

Якщо потерпілий непритомний, у нього є або відсутні ознаки життя, але після травми минуло не більше 4–7 хв – починай проведення штучного дихання і зовнішнього масажу серця.

Методика проведення

Штучне дихання

Потерпілого покласти на тверду поверхню на спину.

Розстебнути всі частини одягу, що стягують шию, груди, живіт.

Поклавши одну руку під шию, другу – на чоло, закинути голову назад.

Витягнути вперед його нижню щелепу і відкрити рот.

Очистити рот від слини, блювотних мас, знімних зубних протезів тощо.

Однією рукою втримувати голову потерпілого у закинутому положенні, затиснувши пальцями ніздрі, іншою – підтримувати напіввідчиненим його рот. Робити вдих, щільно прикладаючи рот (через хустку, бинт) до рота потерпілого, і вдмухувати повітря.

Здійснити два повільних повних вдування.

Перевірити пульс на шії.

Якщо пульс є, продовжувати штучне дихання до відновлення самостійного дихання. 1 видих кожні 5 секунд (12–20 за хвилину).

Якщо пульсу немає – розпочати зовнішній масаж серця.

Зовнішній масаж серця

Потерпілого покласти на тверду поверхню!

Робити натиснення на ділянку нижньої третини грудини (на два пальці вище нижнього краю грудини) основою долоні, поклавши долоні рук одна на одну. Руки у ліктях не згинати, використовувати свою вагу для натиснень, щоб грудна клітина стискувалася на 4–5 см.

Якщо надає допомогу одна людина

Звільнити дихальні шляхи.

Зробити 2 вдування у дихальні шляхи.

Перевірити пульс на шії.

Якщо пульс відсутній – виконати 15 натиснень на грудину (80–100 за хвилину).

Чергувати 3–4 ВДУВАННЯ, 10–12 НАТИСНЕНЬ.

Якщо надають допомогу двоє людей

Перша людина біля голови потерпілого звільняє дихальні шляхи. Проводить 2 вдювання і визначає пульс.

Якщо пульс відсутній, друга людина біля грудної клітини робить 5 натиснень.

Чергуйте 5 – НАТИСНЕНЬ, 1 – ВДУВАННЯ.

Натиснення на грудину робляться із частотою 60–80 разів за хвилину, штучне дихання (вдих) способом «з рота в рот» або «з рота в ніс» (через складену вдвічі марлю).

Коли роблять вдювання повітря у легені, натиснень на грудину НЕ РОБЛЯТЬ!

Для дітей 1–8 років при натисненні використовується тільки основа долоні. Глибина натиснень НЕ БІЛЬШЕ 2,5–3,5 см. Частота – 80–100 натиснень за хвилину.

Для дітей менше 1 року при натисненні використовуються тільки кінчики вказівного і середнього пальців, на глибину не більше 1,5–2,5 см. Натиснення виконуються У СЕРЕДНІЙ ЧАСТИНІ ГРУДИНИ!!!

Пульс перевіряється на плечовій артерії.

**СЕРЦЕВО-ЛЕГЕНЕВУ РЕАНІМАЦІЮ СЛІД ПРОВОДИТИ
У ТАКОМУ РИТМІ ДО ПОЯВИ У ПОСТРАЖДАЛОГО
САМОСТІЙНОГО ДИХАННЯ І ПУЛЬСУ АБО ДО ПРИБУТТЯ
«ШВИДКОЇ»**

Перша медична допомога при ранах і кровотечах

Основним призначенням пов'язки є захист рани від забруднення і зупинка кровотечі! Для накладення пов'язки використовують індивідуальний перев'язувальний пакет, бинт, марлю, смужки з чистих простирадл, натільної білизни, рушника, косинки. Перев'язувальний матеріал накладається на рану тільки тією стороною, якої не торкалися руками. Бинтування слід проводити зліва направо.

НЕ МОЖНА торкатися рани руками, очищати її від забруднення, змазувати або промивати якими-небудь розчинами! НЕ МОЖНА видаляти осколки, що перебувають у рані; віддирати кістки,

спорядження, шматки одягу тощо, які пристали до рани! НЕ МОЖНА вправляти внутрішні органи, що випали!

Прийоми зупинки кровотечі

Притиснення судин пальцями.

Максимальне згинання кінцівки.

Туга пов'язка,

Накладення джгута (закручення).

ДЖГУТИ НЕБЕЗПЕЧНІ!

ВИКОРИСТОВУЙТЕ ЇХ ТІЛЬКИ У КРАЙНЬОМУ ВИПАДКУ!

Джгут накладають вище рани. Під джгут підкладають матеріал (одяг) і записку із вказівкою часу його накладення!

Джгут (закручення) затискають до зупинки кровотечі. Джгут накладають не більше ніж на 30–60 хвилин.

Таблиця Д.3.2

Перша медична допомога при пораненнях

Вид рани	Ознаки	Допомога
		Накласти пов'язку, що давить. За необхідності накласти новий перев'язувальний матеріал на старий.
Поранення	Біль, порушена цілісність шкірних покривів або слизових оболонок, що розташовані глибше тканин і органів, кровотеча	При пораненнях грудної клітини закрити рану непромокальною тканиною (клейонка, поліетиленовий пакет), потім накласти пов'язку. При пораненнях живота НЕ вправляти внутрішні органи, що випали. Накласти на рану чисту пов'язку. Не давати потерпілому пити! При відриві частини кінцівки – зупинити кровотечу – накласти джгут (закручення) вище рани. Рану забинтувати стерильним бинтом. Ампутовану частину загорнути в чисту тканину, покласти у холод і відправити з потерпілим
Вогнепальні поранення кінцівок	Кровотеча, біль, наявність вхідного (вхідного і вихідного) отвору. Ушкодження м'яких тканин, кісток, неможливість користуватися кінцівкою	Зупинити кровотечу, накласти на рану стерильну пов'язку, зафіксувати кінцівку шинами в зручному положенні. Доставити у лікувальну установу

Таблиця Д.3.3

Перша медична допомога при травмах

Вид травми	Ознаки	Допомога
Забите місце	Почервоніння, набряклість. Біль	Холодний компрес на місце ушкодження, давляча пов'язка
Вивих, ушкодження суглобів. Переломи кісток кінцівок	Зміна конфігурації суглоба. Біль, набряк, почервоніння, порушення рухливості. Біль. Набряк. Почервоніння шкіри. Обмеження рухливості кінцівки або рухливість у нетиповому місці. Зміна осі кінцівки, зовнішнього вигляду. Неможливість користуватися кінцівкою. При відкритих переломах – ушкодження м'яких тканин, кровотеча, деформація	Надавати першу допомогу при вивихах або розтяганнях (розривах зв'язок) треба, як при переломах! Не знімати одяг і взуття. Зупинити кровотечу, накласти на рану пов'язку при відкритих переломах. Надати кінцівці зручне положення, зафіксувати шинами у цьому положенні, захоплюючи суглоби вище і нижче ушкодження
Ушкодження шиї	Біль, порушення рухової функції, порушення чутливості	Потерпілий повинен перебувати на твердій поверхні! НЕ рухати його, не піднімати голову! Зробити нерухомими: голову, шийний відділ хребта за допомогою коміркової шини, скручених у рулон рушників, ковдр. Прикріпити голову і тулуб до носилок, забезпечити нерухомість шиї. За необхідності проведення штучного дихання, висуваючи нижню щелепу, не рухати голову!
Ушкодження хребта	Біль у спині, параліч кінцівок, неможливість руху тулубом і кінцівками	Не рухати, не піднімати голову! Намагайтеся зберегти положення тіла нерухомим. Якщо потрібно повернути потерпілого – використайте метод «перекочування колоди». Головне не допускати згинання хребта. Зафіксувати постраждалого на жорстких носилках

Транспортна іммобілізація

При переломах кісток, вивихах, ушкодженнях суглобів, вогнепальних пораненнях кінцівок накладення шини є обов'язковим!

Шини – стандартні медичні або з дошки, фанери, ціпків, картону, журналів тощо. Шина обов'язково повинна захоплювати два суглоби (вище і нижче перелому). НЕ МОЖНА накладати тверду шину на тіло, необхідно покласти м'яку підстилку. Фіксувати кінцівку потрібно, по можливості, у фізіологічному положенні.

При відкритих переломах відламки, оголені кістки не вправляють. На рану потрібно накласти стерильну пов'язку. Фіксувати шинами треба у тому ж положенні, що й у момент ушкодження.

Пов'язки потрібно накладати поверх шин рівномірно, щільно але не туго.

Транспортування потерпілого

Для транспортування використовують стандартні носилки або їх імпровізацію з підручних матеріалів (довгі дошки, драбина, намет, ковдра, ціпки, плащі). Звичайне положення потерпілого на носилках – на спині.

При ушкодженні хребта – покласти на тверду поверхню (двері, щит, шматок фанери, широкі дошки, кришку стола), на спину. Зафіксувати голову і тулуб до носилок!

При ушкодженнях грудної клітини – напівсидяче положення.

При ушкодженнях живота – на спині, із зігнутими у колінах ногами.

При ушкодженнях таза – на спині, із зігнутими і розведеними в сторони ногами.

При ушкодженні верхніх кінцівок – сидючи, з підвішеною на косинці або бинті рукою.

**ПРИ ПЕРЕЛОМАХ, ВИВИХАХ, ВОГНЕПАЛЬНИХ
ПОРАНЕННЯХ КІНЦІВОК – ОБОВ'ЯЗКОВО НАКЛАСТИ
ШИНУ!**

**ПОТЕРПІЛИХ НЕ ПЕРЕМІЩУВАТИ З ОДНИХ НОСИЛОК
НА ІНШІ!**

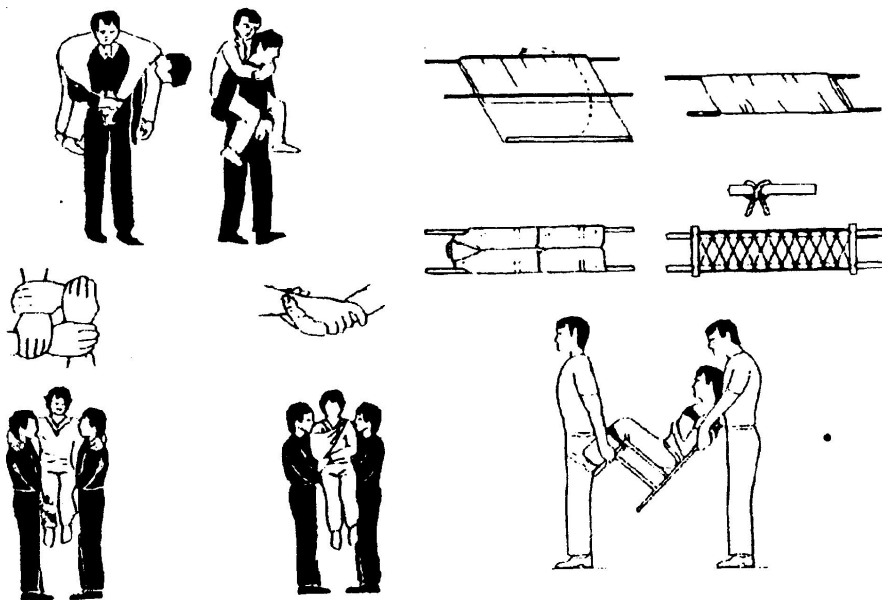


Рис. Д.3.1. Перенесення постраждалого і транспортування його на імпровізованих носилках

Травматичний шок

ШОК – стан, що гостро розвивається і загрожує життю людини; настає під впливом на організм важкої механічної травми.

Головними факторами, які обумовлюють шок, є: втрата крові, біль, порушення дихання, порушення свідомості, інтоксикація, порушення серцевої діяльності.

Шок легкого ступеня важкості:

- при закритих переломах стегна, стегна і гомілки, неважких переломах таза тощо;
- потерпілий трохи загальмований, але легко вступає у контакт, реагує на біль. Шкіра – бліда, дихання – часте, пульс – 90–100 ударів за хвилину.

Шок середнього ступеня важкості:

- при множинних переломах кісток кінцівок, множинних переломах ребер, важких переломах кісток таза, інших множинних травмах;
- у постраждалого виражена блідість шкіри, синюшність, пітливість. Зниження рухової активності, загальмованість. Дихання – часте, слабе. Пульс – 110–120 ударів за хвилину.

Шок важкого ступеня:

- при множинних травмах: ушкодження кістяка, великих м'язових масивів і внутрішніх органів грудної клітини, живота, черепа; численні опіки.
- у потерпілого – глибока загальмованість, байдужість до навколишнього середовища. Шкіра – бліда, синюшна. Кінцівки – холодні. Пульс – частий, слабкий.

Перша медична допомога постраждалому у шоковому стані:

УСУНУТИ ДІЮ ТРАВМУЮЧИХ ФАКТОРІВ! Зупинити зовнішню кровотечу. Забезпечити нерухомість ушкоджених кінцівок та інших постраждалих частин тіла. Якщо необхідно – провадити штучне дихання, непрямий масаж серця. **НЕГАЙНА ГОСПІТАЛІЗАЦІЯ ПОТЕРПІЛИХ!**

Таблиця Д.3.4

Перша допомога при раптових захворюваннях і травмах

Вид травми чи захворювання	Ознаки	Допомога
1	2	3
Непригомність, раптова короткочасна втрата свідомості	Пульс і дихання визначаються	Перевірити у постраждалого пульс на шиї та дихання! Якщо пульс і дихання збережені, то покласти потерпілого на спину! Послабити стискаючий одяг, забезпечити доступ повітря. Лице облити водою, дати понюхати нашатирного спирту, підняти ноги
Ураження електричним струмом	Опіки у місцях входу і виходу струму. Втрата свідомості, порушення серцевої діяльності	Припинити дію струму на організм! Тривале проведення штучного дихання і зовнішнього масажу серця!
Опіки	Почервоніння, набряк шкіри – опік 1 ступеня. Утворення пухирів – опік 2 ступеня. Омертвіння м'яких тканин – опік 3–4 ступенів	Припинити дію вогню. Видалити хімічні речовини промиванням холодною водою (якщо можна – струйно). Місце опіку НЕ ОБРОБЛЯТИ! НЕ ОЧИЩАТИ! Накласти суху, чисту (стерильну!) пов'язку

Продовження табл. Д.3.4

1	2	3
Отруєння алкоголем	Зустрічається при важкому ступені сп'яніння. Запах алкоголю з рота. Порушення координації рухів, збудження, потім – різка слабкість, блідість, ослаблення пульсу, порушення дихання, серцевої діяльності, втрата свідомості	Викликати блювоту (якщо збережена свідомість!). Промити шлунок до чистих промивних вод. Дати проносне, активоване вугілля (із розрахунку 1 табл. на 10 кг ваги, одноразово). При порушенні дихання і серцевої діяльності провести штучне дихання, зовнішній масаж серця
Отруєння харчові	Нудота, блювота. Різка слабкість, блідість, частий або слабкий пульс, порушення серцевої діяльності та дихання	Викликати блювоту (якщо її немає), промити шлунок до чистих промивних вод. Дати активоване вугілля, проносне
Дуже важливо! З'ясувати причини отруєння шляхом опитування самого постраждалого, очевидців і ретельного огляду місця події (наявність залишків їжі, отрути, ампул тощо) – все це має вирішальне значення для успішної медичної допомоги!		
Отруєння чадним газом або метаном	Різкий головний біль, запаморочення, шум у вухах, біль у грудях, сухий кашель, серцебиття, сонливість, втрата свідомості	Припинити дію газу. Забезпечити доступ свіжого повітря. Облити голову холодною водою, дати вдихнути нашатирного спирту. При порушенні серцевої діяльності та дихання – провести штучне дихання і зовнішній масаж серця
Тепловий, сонячний удари	Підвищення температури, слабкість, запаморочення, нудота, блювота, пітливість. Може бути втрата свідомості	Перенести потерпілого у тінь. Покласти на спину. Стежити, щоб не западав язик. Холодний компрес на чоло, напоїти прохолодною водою. За необхідності – провести штучне дихання і зовнішній масаж серця
Переохолодження, відмороження	Почервоніння, набряк шкіри – 1 ступінь. Утворення пухирів – 2 ступінь. Омертвіння м'яких тканин – 3–4 ступенів	Повільне і поступове зігрівання (перенесення у тепле приміщення), розтирання і масаж ураженої ділянки камфорним спиртом, вівною, чистими руками (не снігом!), накладення пов'язки, укутування, тепле питво (чай, кава)
Утоплення, удушення	Порушення, відсутність дихання і серцевої діяльності	Витягти з води (звільнити від петлі). Очистити ротову порожнину від слизу, мулу, води. Провести штучне дихання і непрямий масаж серця!

Закінчення табл. Д.3.4

1	2	3
Травми очей	Біль, світлобоязнь, втрата чи ослаблення зору. Крововилив в оболонки ока, в оточуючі тканини	Забезпечити спокій. Ушкоджене око прикрити стерильною пов'язкою. Сторонній предмет, що встромився в око, не витягати. ТЕРМІНОВО ДОСТАВИТИ ПОТЕРПІЛОГО У СПЕЦІАЛІЗОВАНУ ЛІКУВАЛЬНУ УСТАНОВУ!
Укуси змій, отруйних комах	Почервоніння, припухлість, набряк, різка хворобливість на місці укусу, занепад серцевої діяльності, задишка	Покласти потерпілого з піднятою кінцівкою, дати рясне питво. Зробити надрізи у місці укусу та висмокати отруту, не ковтаючи її. Через 10 хв ввести преднізолон (повільно, 1–3 ампули). Терміново доставити у лікувальну установу! ПОТРІБНО ВВЕДЕННЯ СПЕЦІАЛЬНИХ СИРОВАТОК!
Психічні розлади (гострий психоз)	Хворий не в змозі контролювати свої вчинки. Стан тривоги та збудження, марення, страху, депресії	Звертатися до хворого спокійно, твердо. Не сперечатися і не критикувати, не заспокоювати. Дотримувати дистанцію, не доторкатися до хворого. Не залишати його одного. Доставити до лікувальної установи. За необхідності фізичного обмеження – діяти чітко і швидко
Епілептичний приступ	Раптова втрата свідомості. Блідість, зіниці розширені. Судороги. Виділення піни з рота. Іноді мимовільне сечовипускання. Приступ триває 2–4 хв, після чого потерпілий не пам'ятає про те, що трапилося	Голову утримувати на боку або перевернути людину на живіт, щоб не запав язик. Підкласти під голову згорнутий одяг, подушку. Попередити можливі ушкодження голови, висунути вперед нижню щелепу, розстебнути для полегшення дихання одяг

Ізотопи

Елемент	Масове число	Період піврозпаду $T_{1/2}$	Характер випромінювання
1	2	3	4
${}_1\text{H}$	1	Стабільний	—
	2 (D)	Стабільний	—
	3 (т)	$12,41 \pm 0,04$ р.	β^-
${}_2\text{He}$	3	Стабільний	—
	4	Стабільний	—
	5	$\sim 6 \cdot 10^{-20}$ с	n, α
	6	$0,823 \pm 0,13$ с	β^-
${}_3\text{Li}$	5, 6, 7	Стабільний	—
	8	$0,875 \pm 0,02$ с	α, β^- (Be^8)
	9	0,170 с	$\alpha, n, \beta^-, \gamma$
${}_4\text{Be}$	7	$52,93 \pm 0,22$ д	β^+ (11%), K (89 %), γ
	8	0,61 с	α
	9	Стабільний	—
	10	$(2,7 \pm 0,4) \cdot 10^6$ р.	β^-
	8	$0,65 \pm 0,1$ с	β^+ (Be^8)
${}_5\text{B}$	9	Хитливий	$2\alpha^+, p$
	10, 11	Стабільні	—
	12	$0,022 \pm 0,001$ с	β^-
${}_6\text{C}$	10	$19,1 \pm 0,8$ с	β^+, γ
	11	$20,42 \pm 0,06$ хв	β^+
	12, 13	Стабільні	—
	14	5720 ± 47 р.	β^-
	15	$2,4 \pm 0,3$ с	β^-, γ
${}_7\text{N}$	12	$(12,5 \pm 1) \cdot 10^{-3}$ с	β^+
	13	$10,48 \pm 0,03$ хв	β^+
	14, 15	Стабільні	—
	16	$7,35 \pm 0,05$ с	β^-, γ
	17	$4,14 \pm 0,04$ с	β^-, n
${}_8\text{O}$	14	1,27 хв	β^+, γ
	15	$1,97 \pm 0,01$ хв	β^+
	16, 17, 18	Стабільні	—
	19	$27,0 \pm 0,5$ с	β^-, γ
	17	$1,17 \pm 0,01$ хв	β^+
${}_9\text{F}$	18	$1,87 \pm 0,06$ год	β^+, γ
	19	Стабільний	—
	20	$10,7 \pm 0,2$ с	β^-, γ

1	2	3	4
$_{10}\text{Ne}$	19	$18,5 \pm 0,5 \text{ с}$	β^+
	20, 21, 22	Стабільні	—
	23	$40,7 \text{ с}$	β^-, γ
$_{11}\text{Na}$	20	$0,25 \text{ с}$	α, β^+
	21	$22,8 \pm 0,5 \text{ с}$	β^+
	22	$2,6 \text{ р.}$	$\beta^+ (95 \%), \text{K} (5 \%), \gamma$
	23	Стабільний	—
	24	$14,97 \pm 0,02 \text{ год}$	β^-, γ
	25	$58,2 \pm 1,35 \text{ с}$	β^-, γ
	23	$11,9 \pm 0,3 \text{ с}$	β^+
$_{12}\text{Mg}$	24, 25, 26	Стабільні	—
	27	$9,39 \pm 0,03 \text{ хв}$	β^-, γ
	28	$21,3 \pm 0,2 \text{ год}$	β^-, γ
$_{13}\text{Al}$	24	$2,10 \pm 0,04 \text{ с}$	$\beta^+ \text{ або K}, \alpha$
	25	$7,62 \pm 0,13 \text{ с}$	β^+
	26	$6,68 \pm 0,11 \text{ с}$	β^+
	27	Стабільний	—
	28	$2,30 \pm 0,03 \text{ хв}$	β^-, γ
	29	$6,56 \pm 0,06 \text{ хв}$	β^-, γ
$_{14}\text{Si}$	27	$4,92 \pm 0,1 \text{ с}$	β^+
	28, 29, 30	Стабільні	—
	31	$2,62 \pm 0,01 \text{ год}$	β^-
	32	$\sim 100 \text{ р.}$	β^-
$_{15}\text{P}$	28	$0,280 \pm 0,010 \text{ с}$	β^+
	29	$4,57 \text{ с}$	β^+
	30	$2,52 \pm 0,02 \text{ хв}$	β^+
	31	Стабільний	—
	32	$14,2950 \pm 0,0088 \text{ д}$	β^-
	33	$24,8 \pm 0,5 \text{ д}$	β^-
	34	$12,40 \pm 0,12 \text{ с}$	β^-, γ
$_{16}\text{S}$	31	$3,18 \pm 0,04 \text{ с}$	β^+
	32, 33, 34	Стабільні	—
	35	$87,1 \pm 1,2 \text{ д}$	β^-
	37	$5,04 \pm 0,02 \text{ хв}$	β^-, γ

Продовження табл. Д.4.1

1	2	3	4
^{17}Cl	32	$0,306 \pm 0,004$ с	β^+
	33	$2,4 \pm 0,2$ с	β^+, γ
	34*	$33,2 \pm 0,5$ хв	$\beta^+, \gamma, e^-, \text{і.п.}$
	34	1,45 с	β^+
	35, 37	Стабільні	—
	36	$(0,44 \pm 0,05) \cdot 10^6$ р.	β^-, K
	38	$37,29 \pm 0,04$ хв	β^-, γ
	39	$55,5 \pm 0,2$ хв	$\beta^-, \gamma (\text{Ar}^{39})$
^{18}Ar	35	$1,88 \pm 0,04$ с	β^+
	36, 38, 40	Стабільні	—
	37	35,0 д	K
	39	$2,67 \pm 0,08$ хв	β^-
	39	265 ± 30 р.	β^-, γ
	41	$1,82 \pm 0,02$ год	β^-, γ
	42	$\geq 3,5$ р.	$\beta^- (\text{K}^{42})$
^{19}K	37	$1,3 \pm 0,1$ с	$\beta^+ (\text{Ar}^{37})$
	38	7,65 хв	β^+, γ
	39, 41	Стабільні	—
	40	$(1,31 \pm 0,04) \cdot 10^9$ р.	β^- (88 %), γ , K (12 %)
	42	$12,44 \pm 0,10$ год	β^-, γ
	43	22,4 год	β^-, γ
	44	18 хв	β^-
^{20}Ca	39	$1,06 \pm 0,03$ с	β^+
	40, 42, 43, 44, 46	Стабільні	—
	41	$(1,1 \pm 0,3) \cdot 10^5$ р.	K
	45	163 ± 4 д	β^-
	47	$4,3 \pm 0,2$ д	$\beta^- (\text{Sc}^{47}), \gamma$
	48	Точні дані відсутні	—
	49	$2,5 \pm 0,1$ год	$\beta^- (\text{Sc}^{49}), \gamma$
	49	30 ± 1 хв	$\beta^- (\text{Sc}^{47})$
^{21}Sc	40	$0,22 \pm 0,03$ с	β^+, γ
	41	0,873 с	β^+
	43	$3,92 \pm 0,02$ год	β^+, γ
	44*	2,44 д	$e^-, \text{і.п.}$
	44	$3,92 \pm 0,02$ год	$\beta^+, \text{K}, \gamma$

Продовження табл. Д.4.1

1	2	3	4
^{21}Sc	45	Стабільний	—
	46*	19,5 с	e^- , і.п.
	46	85 ± 1 д	β^- , К, γ
	47	$3,43 \pm 0,03$ д	β^-
	48	1,83 д	β^- , γ
	49	57 хв	β^-
^{22}Ti	43	Точні дані відсутні	—
	44	21 д	—
	45	3,05 год	β^+ , γ
	46, 47, 48, 49, 50	Стабільні	—
	51*	$5,79 \pm 0,03$ хв	β^- , γ
	51	72 ± 2 д	β^- , γ
^{23}V	46	0,40 с	β^+
	47	$33 \pm 0,5$ хв	β^+ , γ
	48	$16,0 \pm 0,2$ д	β^+ (58 %), К (42 %), γ
	49	1,65 р.	К
	50*	$3,76 \pm 0,02$ год	β^+ , β^-
	50, 51	Стабільні	—
	52*	16 год	і.п.
	52*	3,74 хв	і.п.
	52	2,6 хв	β^- , γ , і.п.
	53	23 год	β^-
^{24}Cr	48	16,2 д	β^+ (V^{48})
	49	$41,9 \pm 0,3$ хв	β^+ , γ (V^{48})
	50, 52, 53, 54	Стабільні	—
	51	$27,75 \pm 0,3$ д	К, γ , e^-
	55	$3,52 \pm 0,03$ хв	β^-
^{25}Mn	50	0,28 с	β^+
	51*	2,1 хв	β^+
	51	44,3 хв	β^+ (Cr^{51})
	52*	21,3 хв	β^+ , γ , і.п. (1 %)
	52	6,2 д	β^+ (35 %), К (65 %), γ
	53	40 хв	Точні дані відсутні
	54	310 ± 20 д	К, γ
	55	Стабільний	—
	56	$2,574 \pm 0,003$ год	β^- , γ
	57	7 д	β^-

Продовження табл. Д.4.1

1	2	3	4
^{26}Fe	52	7,8 год	$\beta^+ (Mn^{52*})$
	53	$8,9 \pm 0,2$ хв	β^+
	54, 56, 57, 58	Стабільні	—
	55	2,94 р.	K
	59	$47,1 \pm 0,5$ д	β^-, γ
	60	8,4 год	β^-
^{27}Co	54	0,18 с	β^+
	55	18,0 год	$\beta^+ (Fe^{55}), \gamma$
	56	80 ± 5 д	β^+, K, γ
	57	270 д	$\beta^+ (Fe^{57*}), K (Fe^{57*}), \gamma, e^-$
	58*	$9,2 \pm 0,2$ год	$\gamma, \text{і.п.}$
	58	72 д	$\beta^+ (15 \%), K (85 \%), \gamma$
	59	Стабільний	—
	60*	10,5 хв	$\beta^-, \gamma, e^-, \text{і.п.}$
	60	$4,95 \pm 0,04$ р.	β^-, γ, e^-
	61	$1,642 \pm 0,003$ год	β^-, γ
	62*	$1,6 \pm 0,2$ хв	$\beta^-, \gamma, \text{і.п.}$
	62	$13,9 \pm 0,2$ хв	β^-, γ
^{28}Ni	56	$6,4 \pm 0,1$ д	K (Co^{56}), γ
	57	$1,49 \pm 0,04$ д	$\beta^+ (48 \%) (Co^{57*}), K (52 \%) (Co^{57*}), \gamma, e^-$
	58, 60, 61, 62	Стабільні	—
	59	$(7,5 \pm 1,3) \cdot 10^4$ р.	β^-, K, γ
	63	85 р.	β^-
	65	$2,564 \pm 0,005$ год	β^-, γ
	66	2,34 д	$\beta^- (Cu^{66})$
^{29}Cu	58	$7,9 \pm 0,5$ хв	β^+
	58	3,04 с	β^+
	59	1,35 хв	$\beta^+ (Ni^{59})$
	60	$24,6 \pm 0,3$ хв	β^+, γ
	61	3,33 год	$\beta^+ (65,53 \%), K (33,5 \%), \gamma$
	62	9,33 хв	β^+, γ
	63, 65	Стабільні	—
	64	$12,88 \pm 0,03$ год	$\beta^- (31 \%), \beta^+ (15 \%), K (54 \%), \gamma$
	66	$5,10 \pm 0,02$ хв	β^-, γ
	67	2,44 д	β^-, e^-, γ

Продовження табл. Д.4.1

1	2	3	4
^{30}Zn	62	9,33 год	β^+ (10 %) (Cu^{62}), К (90 %) (Cu^{62}), γ
	63	38,3 хв	β^+ (93 %), К (7 %), γ
	64, 66, 67, 68, 70	Стабільні	—
	65	250 ± 5 д	β^+ (2,5 %), К (97,5 %), γ
	69*	$13,8 \pm 0,4$ год	і.п., e^-
	69	57 ± 2 хв	β^-
	71	2,2 хв	β^-, γ
	72	2,04 д	β^- (Ga^{72}), γ
^{31}Ga	64	$2,6 \pm 0,1$ хв	β^+
	65	15 хв	β^+ (>50 %) (Zn^{65}), К (Zn^{65}), e^-
	66	9,45 год	β^+, γ , К (34 %)
	67	$3,246 \pm 0,012$ д	К (Zn^{67*}), γ , e^-
	68	$1,10 \pm 0,03$ год	β^+ , К (15 %), γ
	69, 71	Стабільні	—
	70	20,3 хв	β^-, γ
	72	$14,25 \pm 0,20$ год	β^-, γ
^{32}Ge	73	4,94 год	β^-, γ
	66	2,33 год	β^+ (Ga^{66})
	67	21 хв	β^+ (Ga^{67})
	68	250 д	К (Ga^{68})
	69	$1,65 \pm 0,02$ д	β^+ (33 %), К (67 %), γ
	70, 72, 73, 74, 76	Стабільні	—
	71	$11,4 \pm 0,1$ д	К
	75*	48 с	і.п.
	75	$1,37 \pm 0,02$ год	β^-
	77*	59 ± 2 с	$\beta^-, \text{і.п.}$
^{33}As	77	12 год	β^-, γ
	78	$1,47 \pm 0,02$ год	β^-, γ
	70	52 ± 1 хв	К, β^+, γ
	71	2,01 д	β^+ (Ge^{71}), К (Ge^{71}), γ
	72	1,08 д	$\beta^+, \text{К}, e^-, \gamma$
	73	76 ± 3 д	К, e^-, γ
	74	$17,82 \pm 0,13$ д	$\beta^-, \beta^+, \text{К}, \gamma$
	75	Стабільний	—
^{33}As	76	$1,115 \pm 0,006$ д	$\beta^-, \text{К}, e^-, \gamma$
	77	$1,58 \pm 0,02$ д	β^-

Продовження табл. Д.4.1

1	2	3	4
$_{33}\text{As}$	78	$1,52 \pm 0,01$ год	β^{-}, γ
	79	$9,01 \pm 0,15$	$\beta^{-} (Se^{79})$
	81	< 10 хв	$\beta^{-} (Se^{81}), \gamma$
$_{34}\text{Se}$	70	44 хв	$\beta^{+} (As^{70})$
	72	9,7 д	$K (As^{72})$
	73*	7,1 год	$\beta^{+} (As^{73}), e^{-}, K, \text{i.п.} (11,4\%)$
	73		$\beta^{-} (As^{73}), K (As^{73}), \gamma, e^{-}$
	74, 76, 78, 80, 82	Стабільні	—
	75	127 ± 2 д	K, γ, e^{-}
	77*	$17,5 \pm 0,5$ с	$e^{-}, \text{i.п.}$
	79*	$3,88 \pm 0,06$ хв	$e^{-}, \text{i.п.}$
	79	$\leq 6,5 \cdot 10^{-4}$ р.	β^{-}
	81*	$58,0 \pm 1,5$ хв	$e^{-}, \text{i.п.}$
	81	$17,0 \pm 1,5$ хв	β^{-}
	83*	$1,15 \pm 0,025$ хв	$\beta^{-} (Br^{83})$
	83	$26,0 \pm 2,5$ хв	$\beta^{-} (Br^{83}), e^{-}, \gamma$
	84	$\sim 2,5$ хв	$\beta^{-} (Br^{84})$
$_{35}\text{Br}$	74	~ 35 хв	β^{+}, K
	75	1,7 год	$\beta^{+} (18\%) (Se^{75}), K (82\%)$
	76	17,2 год	β^{+}, γ, e^{-}
	77	2,38 д	$\beta^{+} (5\%) (Se^{77*}), K (95\%) (Se^{77*}), e^{-}, \gamma$
	78	$6,4 \pm 0,1$ хв	β^{+}, γ, e^{-}
	79, 81	Стабільні	—
	80*	4,54 год	$\gamma, e^{-}, \text{i.п.}$
	80	18 хв	$\beta^{-} (97,8\%) \beta^{+} (1\%), K (1,2\%), \gamma$
	82	$1,495 \pm 0,002$ д	β^{-}, γ
	83	2,33 год	$\beta^{-} (Kr^{83*}), \gamma$
	84	35 хв	β^{-}, γ
	85	3,00 хв	$\beta^{-} (Kr^{85}), \gamma$
	86	Точні дані відсутні	β^{-}
	87	$56,1 \pm 0,7$ с	β^{-}, n
	87	4,51 с	$\beta^{-}, n (Kr^{88})$
	88	$15,5 \pm 0,3$ с	$\beta^{-} (Kr^{88})$
	89	< 16 с	$\beta^{-}, n (Kr^{89})$
	90	< 16 с	$\beta^{-}, n (Kr^{90})$
	91	< 16 с	$\beta^{-}, n (Kr^{91})$

Продовження табл. Д.4.1

1	2	3	4
$_{36}\text{Kr}$	77	1,1 год	β^+ (30 %) (Br^{77}), К (70 %) (Br^{77}), γ
	78, 80, 82, 83, 84, 86	Стабільні	—
	79*	55 ± 2 с	e^- , і.п.
	79	$1,44 \pm 0,08$ д	β^+ (2 %), К (98 %), γ
	81*	13 ± 1 с	e^- , і.п.
	81	$2,1 \cdot 10^5$ р.	К
	83*	$1,90 \pm 0,03$ год	e^- , і.п.
	85*	4,36 год	β^+ (77 %), і.п. (23 %)
	85	$10,27 \pm 0,18$ р.	β^- , γ
	87	1,30 год	β^- , γ
	88	2,77 год	β^- (Rb^{88}), γ , e^-
	89	3,18 хв	β^- (Rb^{89}), γ
	90	33 с	β^- (Rb^{90})
	91	10 с	β^- (Rb^{91}), γ
	92	2,4 с	β^- (Rb^{92})
	93	2,3 с	β^- (Rb^{93})
	94	1,4 с	β^- (Rb^{94})
	97	1-2 с	β^- (Rb^{97})
$_{37}\text{Rb}$	81	4,7 год	β^+ (13 %) (Kr^{81}), К (87 %) (Kr^{77}), e^- , γ
	82*	1,25 хв	β^+
	82	6,3 год	β^+ (6 %), К (94 %), e^-
	83	83 д	К, β^+
	84*	21 хв	К або β^+ , і.п.
	84	34 д	β^+ , γ , К
	85	Стабільний	—
	86*	1,06 хв	і.п., К
	90	2,74 хв	β^- (Sr^{90}), γ
	91	1,67 хв	β^- (Sr^{91}), γ
	91	14 хв	β^- , γ
	92	1,3 хв	β^- (Sr^{92})
	93	Короткоживучий	β^- (Sr^{93})
	94	Короткоживучий	β^- (Sr^{94})
	97	Короткоживучий	β^- (Sr^{97})

Продовження табл. Д.4.1

1	2	3	4
$_{38}\text{Sr}$	81	2,9 хв	$\beta^+ (Rb^{81}), K (Rb^{81})$
	82	25 д	$\beta^+ (Rb^{82})$
	84, 86, 87, 88	Стабільні	—
	85*	1,17 год	K (14 %), e^- , γ , і.п. (86 %)
	85	65 д	K, γ , e^-
	87*	$2,80 \pm 0,03$ год	e^- , і.п.
	89	54,5 д	$\beta^- (Y^{89*}), \gamma$
	90	$19,9 \pm 0,3$ р.	$\beta^- (Y^{90})$
	91	9,7 год	$\beta^- (Y^{91*}), \gamma, e^-$
	92	2,7 год	$\beta^- (Y^{92})$
	93	7 хв	$\beta^- (Y^{93})$
	94	~ 2 хв	$\beta^- (Y^{94})$
	96	6-10 д	$\beta^- (Y^{96})$
	97	Короткоживучий	$\beta^- (Y^{97})$
$_{39}\text{Y}$	84	$3,7 \pm 0,1$ год	β^+, K, γ
	86	$14,6 \pm 0,2$ год	β^+
	87*	14 ± 2 год	e^-, β^+, K, γ , і.п.
	87	$3,3 \pm 0,1$ д	$\beta^+ (0,3 \%) (Sr^{87}), K (Sr^{87}), \gamma$
	88	2,0 год	β^+
	88	105 ± 5 д	$\beta^+ (0,19 \%), K, \gamma$
	89*	14 ± 2 с	і.п.
	86	$19,5 \pm 1$ д	β^-, γ
	87	$(6,15 \pm 0,3) \cdot 10^{10}$ р.	$\beta^- (Sr^{87})$
	88	17,8 хв	β^-
	89	$15,4 \pm 0,2$ хв	$\beta^- (Sr^{89}), \gamma$
	89	Стабільний	—
	90	$2,54 \pm 0,01$ д	β^-
	91*	50,3 хв	$e^-,$ і.п.
	91	61 д	β^-
	92	3,5 год	β^-, γ
	93	10,0 год	$\beta^- (Zn^{93}), \gamma$
	94	16,5 хв	β^-, γ
	97	Короткоживучий	$\beta^- (Zn^{93})$

Продовження табл. Д.4.1

1	2	3	4
^{40}Zr	86	17 ± 2 год	$\text{K} (Y^{86})$
	87	$1,57 \pm 0,1$ год	$\beta^+ (Y^{87*}), \text{K} (Y^{87*}), \gamma$
	88	150 д	$\text{K} (Y^{86}), \gamma$
	89*	4,4 хв	$\beta^+ (Y^{89}), \text{K} (Y^{89}), e^-, \text{і.п.}$
	89	3,34 д	$\beta^+ (Y^{89*}), \text{K} (Y^{89*}), \gamma$
	90, 91, 92, 94	Стабільні	—
	93	2,5 хв	β^-
	93	$9,5 \cdot 10^5$ р.	β^-
	95	65 д	$\beta^- (Nb^{95*}), \gamma, e^-$
	96	$(6,2 \pm 2) \cdot 10^{16}$ р.	β^-
	97	$17,0 \pm 0,2$ год	$\beta^- (Nb^{97*}), \gamma$
^{41}Nb	90	$14,7 \pm 0,2$ год	β^+, γ
	91*	60 д	$e^-, \text{і.п.}$
	92	$9,8 \pm 0,7$ д	β^-, γ
	92	21,6 год	β^-, γ
	93*	3,65 р.	і.п.
	93*	42 д	і.п.
	93	Стабільний	—
	94*	$6,6 \pm 0,3$ хв	$\beta^- (0,1 \%), \gamma, e^-, \text{і.п.}$
	94	$5 \cdot 10^4$ р.	β^-, γ, e^-
	95*	3,75 д	$e^-, \text{і.п.}$
	95	38,7 д	β^-, γ, e^-
	96	$23,35 \pm 0,05$ год	β^-, e^-, γ
	97*	1,0 хв	і.п.
	97	$1,20 \pm 0,01$ год	β^-, γ
	98	30 хв	β^-
	99	2,5 хв	$\beta^- (Mo^{99})$
^{42}Mo	90	$5,7 \pm 0,2$ год	β^+, γ
	91	$15,5 \pm 0,5$ хв	$\beta^+ (Nb^{91})$
	91	$1,25 \pm 0,1$ хв	$\beta^+ (Nb^{91}), \gamma$
	92, 94, 95, 96, 97, 98, 100	Стабільні	—
	93*	6,95 год	$\beta^+ (Nb^{91}), \text{і.п.}$
	93	17 хв	$\beta^+ (Nb^{93}), \gamma$
	93	> 2 р.	K
	99	2,8 д	$\beta^- (Tc^{99*}), \gamma, e^-$

Продовження табл. Д.4.1

1	2	3	4
^{42}Mo	101	14,6 хв	$\beta^- (Tc^{101}), \gamma$
	102	12 хв	$\beta^- (Tc^{102})$
	105	~ 5 хв	$\beta^- (Tc^{105})$
^{43}Tc	92	$43,5 \pm 1$ хв	β^+, γ, K
	92	4,3 хв	β^+, K, γ
	93	$2,75 \pm 0,5$ год	$\beta^+ (Mo^{93}), K (90\%) (Mo^{93}), \gamma$
	94	52,5 хв	$\beta^+ (76\%), K (24\%), \gamma$
	95*	60 д	$\beta^+, K (96\%), e^-, \gamma, \text{i.п.} (3\%)$
	95	$20,0 \pm 0,5$ год	K, γ
	96*	51,5 хв	i.п.
	96	$4,20 \pm 0,04$ д	K, γ
	97*	90 ± 2 д	$e^-, \text{i.п.}$
	97	$> 10^4$ р.	K
	98	42 ± 2 хв	β^-, K, e^-, γ
	99*	$6,09 \pm 0,03$ год	$\beta^-, e^-, \gamma, \text{i.п.}$
	99	$2,12 \cdot 10^5$ р.	β^-
	100	$1,33 \pm 0,2$ хв	β^-, γ
	100	$15,8 \pm 0,2$ с	β^-
	101	$16,5 \pm 0,5$ хв	β^-, γ
	102	< 1 хв	β^-
	105	Короткоживучий	$\beta^- (Ru^{105})$
	107	$< 1,5$ хв	β^-
^{44}Ru	94	57 хв	$\beta^+, K (Tc^{94*}), \gamma$
	95	$1,65 \pm 0,05$ год	β^+, K, γ
	96, 98, 99, 100, 101, 102, 104	Стабільні	—
	97	$2,8 \pm 0,1$ д	$K (Tc^{97*}), \gamma, e^-$
	103	$39,8 \pm 0,4$ д	$\beta^- (Rh^{103*}), \gamma, e^-$
	105	4,4 год	$\beta^- (Rh^{105*}), \gamma$
	106	290 д	$\beta^- (Rh^{106})$
	107	4 хв	$\beta^- (Rh^{107})$
^{45}Rh	99	4,5 год	β^+, γ
	100	$20,8 \pm 0,1$ год	$\beta^+ (\sim 5\%), K (\sim 95\%), \gamma, e^-$
	101	4,3 д	K, γ, e^-
	102	210 ± 6 д	$\beta^+, \beta^-, \gamma, K$
	103*	56 м	$e^-, \text{i.п.}$

Продовження табл. Д.4.1

1	2	3	4
^{45}Rh	103	Стабільний	—
	104*	$4,37 \pm 0,05$ хв	e^- , і.п.
	104	$41,8 \pm 0,7$ с	β^- , γ , e^-
	105*	45 с	і.п.
	105	1,54 д	β^- , e^- , γ
	106	30 с	β^- , e^- , γ
	107	24 хв	β^- (Pd^{107})
	109	< 1 год	β^-
^{46}Pd	100	4,0 д	K (Rh^{100}), γ
	101	9 год	β^+ (~10 %) (Rh^{101}), K (~95 %) (Rh^{101})
	102, 104, 105, 106, 108, 110	Стабільні	—
	103	17,0 д	K , γ
	107	$\sim 7 \cdot 10^7$ р.	β^-
	109	$14,2 \pm 0,3$ год	β^- (Ag^{109*}), γ
	111	22 хв	β^- (Ag^{111})
	112	21 год	β^- (Ag^{112})
^{47}Ag	102	$1,22 \pm 0,17$ год	β^+ , K
	105	40 ± 5 д	K , γ
	106	$24,0 \pm 0,2$ хв	β^+ , β^- (2%), e^- , γ
	106	$8,2 \pm 0,3$ д	K , γ , e^-
	107, 109	Стабільні	—
	107*	44,3 с	e^- , і.п.
	108	$2,44 \pm 0,06$ хв	β^- (98,1%), β^+ (0,14%), K (1,76 %), γ
	109*	$39,2 \pm 0,2$ с	γ , e^- , і.п.
	110*	270 д	β^- , γ , e^- , і.п.
	110	$24,2 \pm 0,5$ с	β^- , γ
	111	7,6 д	β^- (Cd^{111*}), γ
	112	3,2 год	β^- , γ
	113	5,3 год	β^-
	114	2 хв	β^-
	115	20 хв	β^- (Cd^{115}), γ
^{48}Cd	105	57 хв	β^+ (Ag^{105}), K (Ag^{105})
	106, 108, 110, 111, 112, 113, 114, 116	Стабільні	—
	107	6,7 год	β^+ (0,3%) (Ag^{107}), K (~100%) (Ag^{107}), γ (4 %), e^-

Продовження табл. Д.4.1

1	2	3	4
$_{48}\text{Cd}$	109	470 д	$\text{K} (Ag^{109}), e^-, \gamma$
	109	38 хв	K
	111*	48,6 хв	$e^-, \text{i.п.}$
	113*	2,3 хв	i.п.
	113*	$5,1 \pm 0,3 \text{ р.}$	β^-
	115*	$43 \pm 3 \text{ д}$	$\beta^- (In^{115*}), \gamma, \text{i.п.}$
	115	2,2 д	$\beta^- (In^{115*}), \gamma, e^-$
	117	$\sim 50 \text{ хв}$	$\beta^- (In^{117}), \gamma$
	117*	2,9 год	i.п.
$_{49}\text{In}$	118	$\sim 30 \text{ хв}$	$\beta^- (In^{118*})$
	107	$33 \pm 2 \text{ хв}$	$\beta^+ (Cd^{107}), \gamma$
	108	55 д	β^+, γ
	109	$4,30 \pm 0,15 \text{ год}$	$\beta^+ (Cd^{109}), \text{K} (Cd^{109}), \gamma$
	110*	5 год	$\text{K} (99 \%), \text{i.п.} (\sim 0,3 \%), \gamma$
	110	1,08 год	β^+, e^-, γ
	111	$2,84 \pm 0,03 \text{ д}$	K, γ, e^-
	112*	20,7 хв	$e^-, \text{i.п.}$
	112	9 хв	$\beta^- (44 \%), \beta^+ (24 \%), \text{K} (32 \%), \gamma$
	113*	1,74 год	$e^-, \text{i.п.}$
	114*	48,5 д	$\text{K} (3 \%) (Cd^{114*}), e^- (97 \%), \text{i.п.}$
	114	1,2 хв	β^-, β^+, γ
	115*	4,50 год	$\beta^- (6 \%), e^-, \text{i.п.} (94 \%)$
	115	$6 \cdot 10^{14} \text{ р.}$	β^-
	116	13 с	β^-
	116*	$53,99 \pm 0,006 \text{ с}$	β^-, γ
	117*	2,3 год	$\beta^-, \text{i.п.}, \gamma, e^-$
	117	$1,95 \pm 0,05 \text{ с}$	β^-
	118*	$< 1 \text{ хв}$	$\beta^-, \text{i.п.}$
	118	$4,5 \pm 0,5 \text{ хв}$	β^-, γ
	119	$17,5 \pm 1 \text{ хв}$	β^+
$_{50}\text{Sn}$	108	$4,0 \pm 0,3 \text{ год}$	$\text{K} (In^{108})$
	108	50,5 хв	$\beta^+ (In^{108}), \gamma, e^-$
	109	15 хв	$\beta^+ (In^{109})$
	111	$35,0 \pm 0,5 \text{ хв}$	$\beta^+ (In^{111}), \text{K} (\sim 29 \%)$
	112, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 122	Стабільні	—

Продовження табл. Д.4.1

1	2	3	4
$_{50}\text{Sn}$	113	118 ± 2 д	$\text{K} (In^{113}), \gamma$
	117*	$14,0 \pm 0,5$ д	e^{-} , і.п.
	119*	255 д	e^{-} , і.п.
	121	> 400 д	β^{-}
	121	$1,1 \pm 0,05$ д	β^{-}
	123*	125 ± 3 д	β^{-} , e^{-} , і.п.
	123	41,5 хв	β^{-} , γ
	124*	1,3 хв	і.п.
	124*	21 хв	і.п.
	124	$> 1,5 \cdot 10^{17}$ р.	β^{-}
	125	$10 \pm 0,3$ д	$\beta^{-} (Sb^{125}), \gamma, e^{-}$
	125	$9,8 \pm 0,2$ хв	$\beta^{-} (Sb^{125}), \gamma$
	126	1,17 год	$\beta^{-} (Sb^{126}), \gamma$
	127	1,43 год	$\beta^{-} (Sb^{127})$
$_{51}\text{Sb}$	116	$15,5 \pm 1$ хв	β^{+} , K, γ
	117	2,8 год	K, e^{-}, γ
	118	$5,1 \pm 0,3$ год	K, γ, e^{-}
	118	3,5 хв	β^{+}
	119	$1,63 \pm 0,04$ д	K
	120	14,5 хв	$\beta^{+} (35\%), \text{K} (65\%), \gamma$
	120	6 д	K, γ, e^{-}
	121, 123	Стабільні	—
	122*	3,5 хв	e^{-} , і.п.
	122	2,80 д	β^{-}, γ, e^{-}
	124*	21 хв	β^{-} , і.п.
	124*	1,3 хв	β^{-} , і.п.
	124	60 д	β^{-}, e^{-}, γ
	125	$2,75 \pm 0,5$ р.	β^{-}, γ, e^{-}
	126	28 д	β^{-}
	126	9,0 год	β^{-}
	127	3,95 д	$\beta^{-} (Te^{127}), \gamma$
	129	4,2 год	$\beta^{-} (Te^{129})$
	130	10 хв	$\beta^{-} (Te^{130*})$
	130	40 хв	β^{-}
	131	23,1 хв	$\beta^{-} (Te^{131})$
	132	2,0 хв	$\beta^{-} (Te^{132})$
	133	4,4 хв	$\beta^{-} (Te^{133})$
	134	~ 50 с	$\beta^{-} (Te^{134})$

Продовження табл. Д.4.1

1	2	3	4
$_{52}\text{Te}$	117	2,5 год	$\beta^+ (SB^{117})$
	118	6,0 д	$K (SB^{118})$
	119	4,5 д	$K (SB^{118}), \gamma, e^-$
	120, 122, 123, 124, 125, 126, 128	Стабільні	—
	121*	143 ± 5 д	$e^-, \text{i.п.}$
	121*	$(5 \pm 2) \cdot 10^{-8}$ с	$e^-, \text{i.п.}$
	121	17 ± 1 д	K, γ
	123*	121 д	i.п.
	125*	58 ± 4 д	$e^-, \text{i.п.}$
	127*	90 д	$e^-, \text{i.п.}$
	127	$9,3 \pm 0,5$ год	β^-
	129*	35,5 д	$e^-, \text{i.п.}$
	129	$1,20 \pm 0,05$ год	$\beta^- (J^{129}), \gamma$
	130	$1,4 \cdot 10^{21}$ р.	$\beta^- (J^{129})$
	131*	1,25 д	$e^-, \text{i.п.}$
	131	$24,8 \pm 0,5$ хв	$\beta^- (J^{131}), \gamma$
	132	3,24 д	$\beta^- (J^{132}), \gamma$
	133*	1,05 год	$\text{i.п.}, e^-$
$_{53}\text{I}$	133	2 хв	$\beta^- (J^{133}), \gamma$
	134	44 хв	$\beta^- (J^{134})$
	120	30 хв	β^+, K, γ
	121	1,5 год	$\beta^+ (Te^{121}), K (Te^{121}), \gamma, e^-$
	122	3,4 хв	β^+, γ, K
	123	$13 \pm 0,5$ год	K, γ, e^-
	124	4,5 д	$\beta^+ (\sim 70 \%), K (\sim 30 \%), \gamma$
	125	$60,0 \pm 0,5$ д	$K (Te^{125*})$
	126	$13,1 \pm 0,5$ д	$\beta^- (51,8 \%), \beta^+ (1,4 \%), \gamma, K (46,8 \%)$
	127	Стабільний	—
	128	$24,99 \pm 0,02$ хв	$\beta^- (95 \%), \beta^+ (2,5 \%), K (2,5 \%), \gamma$
	129	$(1,72 \pm 0,09) \cdot 107$ р.	β^-, γ
	130	12,6 год	β^-, γ
	131	$8,1409 \pm 0,0062$ д	$\beta^- (Xe^{131*}), \gamma, e^-$
	132	2,4 год	β^-, γ
	133	$20,8 \pm 0,2$ год	$\beta^- (Xe^{133}), \gamma$
	134	52,5 хв	β^-, γ

Продовження табл. Д.4.1

1	2	3	4
^{53}J	135	6,6 год	$\beta^- (\text{Xe}^{135*}), \gamma$
	136	1,43 хв	β^-, γ
	137	$19,3 \pm 0,5$ с	$\beta^- (\text{Xe}^{137}), n$
	138	$5,9 \pm 0,4$ с	$\beta^- (\text{Xe}^{138})$
	139	$2,4 \pm 0,1$ с	$\beta^- (\text{Xe}^{139})$
	123	1,7 год	β^+
	124, 126, 128, 129, 130, 131, 132, 134, 136	Стабільні	—
^{54}Xe	125	$18,0 \pm 0,5$ год	$\text{K} (I^{125}), \gamma$
	127*	$1,25 \pm 0,02$ хв	$e^-, \text{i.п.}$
	127	32 ± 2 д	γ, K, e^-
	129*	8,0 д	i.п.
	131*	11,5 д	$e^-, \text{i.п.}$
	131*	4,8 год	i.п.
	133*	$2,30 \pm 0,08$ д	i.п.
	133	$5,271 \pm 0,002$ д	β^-, γ
	135*	15,6 хв	$e^-, \text{i.п.}$
	135	9,2 год	$\beta^- (\text{Cs}^{135}), \gamma, e^-$
	137	3,9 хв	$\beta^- (\text{Cs}^{137})$
	138	17 хв	$\beta^- (\text{Cs}^{138})$
	139	41 с	$\beta^- (\text{Cs}^{139})$
	140	16,0 с	$\beta^- (\text{Cs}^{140})$
	141	3 с	$\beta^- (\text{Cs}^{141})$
	142	Короткоживучий	$\beta^- (\text{Cs}^{142})$
	143	$\sim 1,3$ с	$\beta^- (\text{Cs}^{143})$
	144	1 с	$\beta^- (\text{Cs}^{144})$
	145	0,85 с	$\beta^- (\text{Cs}^{145})$
^{55}Cs	125	45 хв	β^+
	127	$5,5 \pm 0,5$ год	$\beta^+ (\text{Xe}^{127})$
	128	3,80 хв	$\text{K} (25\%), \beta^+$
	129	$1,29 \pm 0,08$ д	K, γ, e^-
	130	30 хв	$\beta^+, \beta^-, \text{K}$
	131	$9,6 \pm 0,1$ д	K
	132	7,1 д	K, γ, e^-
	133	Стабільний	—
	134*	$3,15 \pm 0,2$ год	$\beta^-, e^-, \text{i.п.}$
	134	2,3 р.	$\beta^-, \text{K}, \gamma, e^-$

Продовження табл. Д.4.1

1	2	3	4
$_{55}\text{Cs}$	135*	$2,8 \cdot 10^{-10}$ с	і.п.
	135	$(2,1 \pm 0,7) \cdot 10^6$ р.	β^-
	136	13,7 д	β^-, γ
	137	33 ± 2 р.	β^- (Ba^{137}), γ
	138	32,0 хв	β^-, e^-, γ
	139	9,5 хв	β^- (Ba^{139})
	140	1,09 хв	β^- (Ba^{140})
	141	Короткоживучий	β^- (Ba^{141})
	142	1-2 хв	β^- (Ba^{142})
	143	Короткоживучий	β^- (Ba^{143})
	144	Короткоживучий	β^- (Ba^{144})
	145	Короткоживучий	β^- (Ba^{145})
$_{56}\text{Ba}$	127	12 хв	Точні дані відсутні
	128	$2,4 \pm 0,1$ д	K (Cs^{128}), β^+ (Cs^{128}), γ , e^-
	129	1,8 год	β^+ (Cs^{129})
	130, 132, 134, 135, 136, 137, 138	Стабільні	—
	131	11,7 д	K (Cs^{131}), γ , e^-
	133*	1,77 д	e^- , і.п.
	133*	$< 5 \cdot 10^{-7}$ с	і.п.
	133	10 р.	K, γ, e^-
	135*	1,20 д	e^- , і.п.
	137*	$2,60 \pm 0,05$ хв	β^- (98 %), e^- , і.п.
	139	$1,42 \pm 0,01$ год	β^-, γ
	140	13,4 д	β^- (La^{140}), γ , e^-
	141	18 хв	β^- (La^{141}), γ
	142	6 хв	β^- (La^{142})
	143	< 1 хв	β^- (La^{143})
	144	Короткоживучий	β^- (La^{144})
	145	Короткоживучий	β^- (La^{145})
$_{57}\text{La}$	131	58 хв	β^+ (Ba^{131})
	132	4,5 год	β^+, γ
	133	4 год	β^+ (Ba^{133}), K (Ba^{133}), γ
	134	$6,5 \pm 0,25$ хв	β^+ , K
	135	19,5 год	K, γ

Продовження табл. Д.4.1

1	2	3	4
$_{57}\text{La}$	136	$9,0 \pm 0,5$ хв	β^+ , К
	137	2,1 год	β^+
	139	$7 \cdot 10^{10}$ р.	β^- , β^+ , К, γ
	140	$1,65 \pm 0,02$ д	β^- , γ
	140	~ 3 р.	β^- , γ
	141	3,7 год	β^- (Ce^{141}), γ
	142	1,23 год	β^- , γ
	143	~ 15 хв	β^- (Ce^{143})
	144	Короткоживучий	β^- (Ce^{144})
	145	Короткоживучий	β^- (Ce^{145})
$_{58}\text{Ce}$	133	$6,30 \pm 0,1$ год	β^+ (La^{133}), К (La^{133}), γ
	134	$3,00 \pm 0,02$ д	К (La^{133})
	135	22 год	β^+ (? 1 %) (La^{135}), К (La^{135})
	136, 138, 140, 142	Стабільні	—
	137	1,5 д	К (La^{137}), γ , e^-
	139	140 ± 1 д	К, γ , e^-
	139	1,1 хв	β^+
	141	$33,11 \pm 0,21$ д	β^- , γ , e^-
	143	1,5 д	β^- , γ
	144	282 д	β^- (Pr^{144}), γ
	145	$13,9 \pm 0,6$ хв	β^- (Pr^{145}), γ
	146	1,8 д	β^- (Pr^{146})
$_{59}\text{Pr}$	140	3,5 хв	β^+ (58 %), К (42 %)
	141	Стабільний	—
	142	19,1 год	β^- , γ
	143	$13,5 \pm 0,1$ д	β^-
	144	17,5 хв	β^- , γ , e^-
	145	$24,4 \pm 0,5$ хв	β^-
	146	24,6 хв	β^- , γ
$_{60}\text{Nd}$	138	22 хв	β^+
	139	5,50 год	β^+ (~ 90 %), К (~ 10 %), γ
	140	$3,3 \pm 0,1$ д	К (Pr^{140}), γ
	141	$2,42 \pm 0,05$ год	β^+ (3 %), К (97 %), γ
	142, 143, 144, 145, 146, 148	Стабільні	—

Продовження табл. Д.4.1

1	2	3	4
^{60}Nd	147	$11,9 \pm 0,3$ д	$\beta^- (Pm^{147*}), \gamma, e^-$
	149	$1,8 \pm 0,1$ год	$\beta^- (Pm^{149}), \gamma$
	150	$5 \cdot 10^{10}$ р.	$\beta^- (Pm^{150})$
	151	12 ± 1 хв	$\beta^- (Pm^{151}), \gamma$
^{61}Pm	141	20 ± 2 хв	$\beta^+ (Nd^{141}), \gamma$
	142	250-280 д	K
	143	300-350 д	K, γ, e^-
	145	~ 30 р.	K
	146	$1,25-2,5$ р.	β^-, γ
	147*	~ 11 д	і.п., e^-
	147	2,26 р.	β^-, e^-
	148	42 ± 1 д	β^-, γ
	149	$2,27 \pm 0,05$ д	β^-, γ
	150	$2,68 \pm 0,02$ год	β^-, γ
	151	$1,14 \pm 0,06$ д	$\beta^- (Sm^{151}), \gamma$
^{62}Sm	143	8 хв	—
	144, 148, 149, 150, 152, 154	Стабільні	—
	145	410 д	K (Pm^{145}), γ
	146	10^4-10^6 р.	α
	147	$6,7 \cdot 10^{11}$ р.	α
	151	73 ± 25 р.	β^-, γ
	153	1,96 д	β^-, γ, e^-
	155	$23,5 \pm 0,4$ хв	$\beta^- (Eu^{155}), \gamma$
	156	~ 10 год	$\beta^- (Eu^{156})$
^{63}Eu	145	5 ± 1 д	K (Sm^{145}), e^-
	146	$1,58 \pm 0,12$ д	K (Sm^{146}), e^-
	147	24 ± 2 д	K, $\alpha (\sim 10^{-3} \%), e^-$
	148	58,6 д	K, e^-, γ
	150	13,1 год	β^+
	151, 153	Стабільні	—
	152*	$15,6 \pm 1,5$ р.	$\beta^- (26 \%), K (74 \%), \gamma$
	152	$9,3 \pm 0,2$ год	$\beta^- (82 \%), K, \gamma, e^-$
	153*		і.п.
	154	16 ± 4 р.	β^-, K, γ, e^-
	155	$1,7 \pm 0,2$ р.	β^-, γ
	156	15,4 д	β^-, γ

Продовження табл. Д.4.1

1	2	3	4
^{63}Eu	157	15,4 год	β^- , γ
	158	1,0 год	β^-
^{64}Gd	148	>35 р.	α
	149	9 ± 1 д	α ($10^{-3}\%$) (Sm^{145}), $\text{K}(\text{Sm}^{149})$, γ , e^-
	150	$>10^5$ р.	α
	151	17 хв	γ , K
	151	150 д	K , γ , e^-
	152, 154, 155, 156, 157, 158, 160	Стабільні	—
	153	236 д	Точні дані відсутні
	159	$18,0 \pm 0,2$ год	β^- , γ
	160	Точні дані відсутні	Точні дані відсутні
	161	3,63 хв	β^- (Tb^{161}), γ
^{65}Tb	149	$4,1 \pm 0,2$ год	α (Eu^{145})
	151	19 ± 1 год	α (Eu^{147})
	152	4,5 год	K
	153	$5,1 \pm 0,1$ д	$\text{K}(\text{Ga}^{159})$, e^- , γ
	154	$17,2 \pm 0,2$ год	β^+ (0,5 %), K (99,5 %), γ , e^-
	155	190 ± 5 д	K , γ , e^-
	156	$5,0 \pm 0,1$ год	β^+ (<25 %), K (>75 %)
	157	$4,7 \pm 0,1$ д	K , γ , e^-
	158	5,9 д	β^- , γ
	159	Стабільний	—
	160	3,9 год	β^-
	160	$73,5 \pm 1$ д	β^- , γ
	161*	1,15 р.	β^- , γ
	161	$6,75 \pm 0,1$ д	β^- , γ
	164	18 год	β^- , γ
^{66}Dy	≥ 149	7 ± 2 хв	α
	≥ 149	19 ± 4 хв	α
	≥ 149	$2,3 \pm 0,2$ год	α
	156, 158, 160, 161, 162, 163, 164	Стабільні	—
	157	$8,2 \pm 0,1$ год	γ
	157	140 ± 10 д	$\text{K}(\text{Tb}^{157})$
	159	136 д	K
	165*	1,25 хв	β^- , e^- , і.п.
	165	$2,319 \pm 0,002$ год	β^- , γ
	166	3,37 д	β^- (Ho^{166}), γ

Продовження табл. Д.4.1

1	2	3	4
$_{67}\text{Ho}$	160	$22,5 \pm 0,5$ хв	β^+ (~0,5 %), К (~99,5 %), e^- , γ
	161	$4,6 \pm 0,1$ год	β^+ , К, γ , e^-
	162	$65,0 \pm 0,5$ д	β^- (~15 %), К (~85 %), e^- , γ
	163	$5,20 \pm 0,05$ д	К, e^- , γ
	164	$34,0 \pm 0,5$ хв	β^-
	165	Стабільний	–
	166	1,14 д	β^- , γ , e^-
	166	>30 р.	β^- , γ
$_{68}\text{Er}$	162, 166, 167, 168, 170	Стабільні	–
	163	75 хв	γ
	164	1,1 хв	β^+
	165	$10,0 \pm 0,1$ год	К, e^-
	169	$9,4 \pm 0,2$ д	β^+ (Ho^{169}), γ
	171	$7,5 \pm 0,2$ год	β^- (Tu^{171*}), γ , e^-
	171	20 год	β^- (Tu^{171}), γ
$_{69}\text{Tm}$	165	24,5 год	γ
	166	$7,7 \pm 0,1$ год	β^+ (~0,5 %), К (99 %), γ , e^-
	167	$9,6 \pm 0,1$ д	К, γ , e^-
	168	$85 \pm 0,2$ д	β^- (2 %), К (99 %), γ , e^-
	169	Стабільний	
	170	120 д	β^- , γ
	171*	$2,5 \cdot 10^{-6}$ с	e^- , і.п.
	171	1,37 р.	β^-
$_{70}\text{Yb}$	166	2,58 д	К (Tm^{166})
	168, 170, 171, 172, 173, 174, 176	Стабільні	–
	169*	$6,0 \cdot 10^{-7}$ с	і.п.
	169	$31,83 \pm 0,21$ д	К, γ , e^-
	175	$4,2 \pm 0,1$ д	β^- , γ
	177	$1,8 \pm 0,1$ год	β^- (Yb^{177}), γ
$_{71}\text{Lu}$	170	$1,7 \pm 0,1$ д	К, γ , e^-
	171*	$8,5 \pm 0,2$ д	К, γ , e^-
	171	~600 д	К, γ , e^-
	172*	$4,0 \pm 0,1$ год	β^- , К
	172	$16,8 \pm 1,2$ год	К, γ , e^-
	173	~500 д	К, γ , e^-
	174	165 ± 5 д	β^- (~20 %), К (~88 %), γ , e^-

1	2	3	4
$_{71}\text{Lu}$	175	Стабільний	—
	176*	$3,67 \pm 0,03$ год	β^- , γ , e^-
	176	$2,4 \cdot 10^{10}$ р.	β^- , γ
	177*	$1,3 \cdot 10^{-7}$ с	і.п.
	177	$6,98 \pm 0,1$ д	β^- , γ
$_{72}\text{Hf}$	170	$1,87 \pm 0,03$ год	$\beta^+ (Lu^{170})$
	171	$16,0 \pm 0,5$ год	$K (Lu^{171})$, γ , e^-
	172	~ 5 р.	$K (Lu^{172})$, γ , e^-
	173	$23,6 \pm 0,1$ год	$K (Lu^{173})$, γ , e^-
	174, 176, 177, 178, 179, 180	Стабільні	—
	175	70 ± 2 д	K , γ , e^-
	179*	$19 \pm 0,5$ с	і.п.
	180*	$5,5$ год	і.п.
$_{73}\text{Ta}$	181	46 ± 3 д	β^- , γ
	176	$8,0 \pm 0,1$ год	K , γ , e^-
	177	$2,21 \pm 0,08$ д	K , γ , e^-
	178	$9,35 \pm 0,05$ хв	β^+ (6 %), K (94 %), γ , e^-
	178	$2,1 \pm 0,1$ год	β^+ (3 %), K (97 %), γ , e^-
	179	~ 600 д	K , γ , e^-
	180	$8,15$ год	β^- (~ 21 %), K (~ 79 %), γ , e^-
	181	Стабільний	—
	182*	$0,04$ с	γ , і.п.
	182*	$16,2 \pm 0,5$ хв	β^- (5 %), γ , e^- , і.п. (~ 95 %)
	182	$11,2 \pm 0,5$ д	β^- (5 і%), γ , e^-
	183	6 д	β^-
	184	$9,3$ год	β^-
	185	46 хв.	β^- , e^-
$_{74}\text{W}$	176	$1,33 \pm 0,08$ год	β^+ (0,5 %) (Ta^{176}), K (99 %) (Ta^{176}), γ , e^-
	177	$2,17 \pm 0,06$ год	$K (Ta^{177})$, γ , e^-
	178	$21,5 \pm 0,1$ д	$K (Ta^{178})$, γ
	179*	$5,2 \pm 0,2$ хв.	і.п.
	179	30 ± 1 хв.	$K (Ta^{179})$
	180	$2,2 \cdot 10^{17}$ с	α
	181	140 ± 2 д	K , γ , e^-
	180, 182, 183, 184, 187	Стабільні	—

Продовження табл. Д.4.1

1	2	3	4
^{74}W	185*	1,85 хв.	і.п., e^-
	185	$73,2 \pm 0,5$ д	β^-
	186	$23,85 \pm 0,08$ год	β^-, γ, e^-
	188	65 д	$\beta^- (Ta^{188})$
^{75}Re	182*	$12,7 \pm 0,02$ д	і.п., e^-
	182	$2,67 \pm 0,02$ д	K, γ, e^-
	183	240 д	β^+, K, γ, e^-
	184*	2,2 д	$e^-,$ і.п.
	184	50 ± 2 д	K, γ, e^-
	185	Стабільний	
	186	3,87 д	$\beta^- (90 \%), K (10 \%), \gamma$
	187	$(4 \pm 1) \cdot 10^{12}$ р.	β^-
	188*	18,7 хв	і.п.
	188	16,9 год	β^-, γ, e^-
	189	150 д	β^-
	189	>5 р.	β^-
^{76}Os	182	$1,00 \pm 0,04$ д	$K (Re^{182}), \gamma, e^-$
	183	$12,0 \pm 0,3$ год	$K (Re^{183}), \gamma$
	184, 186, 187, 188, 189, 190, 192	Стабільні	–
	185	$94,7 \pm 2,0$ д	K, γ, e^-
	191*	14 год	і.п.
	191	15 д	β^-, γ, e^-
	193	1,3 д	β^-, γ
	194	~700 д	$\beta^- (Ir^{194})$
^{77}Ir	187	11,8 год	$\beta^+ (\sim 0,2 \%), K (99 \%), \gamma, e^-$
	188	41,5 год	$\beta^+ (\sim 0,3 \%), K (99 \%), \gamma, e^-$
	190	3,2 год	β^+, K, γ, e^-
	190	$10,7 \pm 0,3$ д	K, γ, e^-
	191, 193	Стабільні	–
	192*	$1,42 \pm 0,1$ год	$\beta^- (0,1 \%), e^-,$ і.п. (99,9 %)
	192	$74,37 \pm 0,07$ д	$\beta^- (90 \%), K (4 \%), \gamma, e^-$
	194	$19,0 \pm 0,2$ год	β^-, γ
	195	2,33 год	β^-, γ
	196	9 д	β^-
	197	7 год	β^-, γ
	198	45 с	β^-, γ

Продовження табл. Д.4.1

1	2	3	4
^{78}Pt	190, 192, 194, 196, 198	Стабільні	—
	191	$3,00 \pm 0,02$ д	K, γ, e^-
	193*	82 д	$\beta^- (Au^{193}), \text{i.п.}$
	193	$4,33 \pm 0,03$ д	K, γ, e^-
	195*	3,8 д	i.п.
	196*	$1,33 \pm 0,08$ год	$e^-, \text{i.п.}$
	197	18 ± 1 год	β^-, γ
	199*	$3,45 \pm 0,2$ д	$\beta^- (Au^{199}), \text{i.п.}$
^{79}Au	199	29 год	$\beta^- (Au^{199})$
	190	$4,3 \pm 0,2$ год	$\alpha (10^{-2} \%), \beta^+, \text{K}$
	191	1 д	$\text{K} (Pt^{191}), \gamma$
	192	4,1 год	$\beta^+, \text{K}, \gamma, e^-$
	193	$15,8 \pm 0,3$ год	$\text{K} (Pt^{193}), \gamma, e^-$
	194	$1,65 \pm 0,02$ д	$\beta^+ (\sim 3 \%), \text{K} (97 \%), \gamma, e^-$
	195*	30 с	i.п., e^-
	195	185 д	K, γ, e^-
	196	$5,55 \pm 0,5$ д	$\beta^- (30 \%), \text{K} (70 \%), \gamma$
	197	Стабільний	—
	197*	7,4 с	$e^-, \text{i.п.}$
	198*	$(4 \pm 1) \cdot 10^{-8}$ с	Точні дані відсутні
	198	$2,697 \pm 0,03$ д	β^-, γ, e^-
	199	3,4 д	β^-, γ
	200	48 год	β^-, γ
^{80}Hg	201	26 год	β^-, γ
	203	55 с	$\beta^- (Hg^{203}), \gamma$
	189	$0,7 \pm 0,2$ год	α
	191	12,4 год	$\text{K} (Au^{191})$
	192	8,4 год	$\beta^+ (Au^{192}), \text{K} (Au^{192})$
	193	29,0 год	$\beta^+ (Au^{193}), \text{i.п.}$
	193	10 год	K
	195*	38,0 год	$\text{K} (Au^{195*}), \text{i.п.}$
	195	9,5 год	K, γ
	196, 198, 199, 200, 201, 202, 204	Стабільні	—
^{80}Hg	197*	17,4 год	$\beta^+, \text{K} (3 \%), \text{i.п.} (97 \%), e^-$
	197*	$7 \cdot 10^{-9}$ с	i.п. (97 %), $\text{K} (3 \%)$

Продовження табл. Д.4.1

1	2	3	4
^{80}Hg	197	2,17 д	$\text{K} (100 \%), \gamma, e^-$
	199*	44,4 год	$e^-, \text{i.п.}$
	203	$47,9 \pm 0,2$ д	β^-, γ, e^-
	205	5,5 год	β^-
^{81}Pb	198*	1,9 год	i.п.
	198	5 год	K, γ, e^-
	199	7,3 год	K, γ, e^-
	200	1,12 д	K, γ, e^-
	200, 201	10,5 год	K, γ
	201	3,12 д	K, γ, e^-
	202	$11,50 \pm 0,5$ д	K, γ, e^-
	203, 205	Стабільні	–
	204	$2,71 \pm 0,05$ р.	$\beta^-, \text{K} (\sim 1,5 \%), \gamma$
	206	$4,19 \pm 0,02$ год	β^-
	207	$4,79 \pm 0,02$ год	β^-, γ
	208*	$< 0,3 \cdot 10^{-9}$ с	i.п.
	208	3,1 год	β^-, γ
	209	$2,20 \pm 0,07$ год	$\beta^- (Pb^{209}), \gamma$
	210	1,32 год	$\beta^- (Pb^{210})$
^{82}Pb	198	25 год	$\text{K} (Tl^{198})$
	199	1,3 год	$\text{K} (Tl^{199})$
	200	18 год	$\text{K} (Tl^{200})$
	201*	50 с	i.п.
	201	8 год	$\text{K} (Tl^{201})$
	202*	5,6 с	i.п.
	202, 204, 206, 207, 208	Стабільні	–
	203	$2,16 \pm 0,04$ д	K, γ, e^-
	204*	1,13 год	$e^-, \text{i.п.}$
	204*	$3 \cdot 10^{-7}$ с	i.п.
	207*	$0,80 \pm 0,02$ с	i.п.
	209	$3,32 \pm 0,03$ год	β^-
	210	22 р.	$\beta^- (Bi^{210}), \gamma, e^-$
	211	36,1 год	$\beta^- (Bi^{211}), \gamma$
	212	10,67 год	$\beta^- (Bi^{211}), \gamma$
	214	26,8 год	$\beta^- (Bi^{214}), \gamma$

Продовження табл. Д.4.1

1	2	3	4
^{83}Bi	197	1,7 год	α
	198	7 год	$\alpha (5 \cdot 10^{-2} \%), \text{K} (99 \%) (Pb^{198})$
	199	25 год	$\alpha (10^{-2} \%), \text{K} (99 \%) (Pb^{199})$
	200	35 год	$\text{K} (Pb^{210})$
	201	1,03 год	$\alpha, \text{K} (Pb^{201})$
	202	1,83 год	K
	203	$2 \cdot 10^4$ р.	$\alpha (Tl^{194})$
	204	12 год	$\text{K} (Pb^{204*}), \gamma, e^-$
	205	14,5 д	$\text{K} (Pb^{205}), \gamma$
	206	6,4 д	K, γ, e^-
	207	50 р.	K, γ, e^-
	208	Стабільний	—
	209	$2,7 \cdot 10^{17}$ р.	α
	210	$4,989 \pm 0,013$ д	$\beta^- (\sim 100 \%) (Po^{210}), \alpha (5 \cdot 10^{-5} \%) (Tl^{206})$
	210	$(2,6 \pm 0,8) \cdot 10^6$ р.	$\alpha (Tl^{206}), \beta^- (Po^{210}), \text{i.п.}$
	211	2,16 год	$\alpha (99,68 \%) (Tl^{207}), \beta^- (0,32 \%) (Po^{211}), \gamma$
	212	1,09 год	$\alpha (33,7 \%) (Tl^{208}), \beta^- (66,3 \%) (Po^{212}), \gamma$
	213	47 с	$\alpha (Tl^{209}), \beta^- (Po^{213}), \gamma$
	214	19,7 год	$\alpha (0,04 \%) (Tl^{210}), \beta^- (99,96 \%) (Po^{214}), \gamma$
^{84}Po	200	11 год	$\alpha, \text{K} (Bi^{200})$
	201	18 год	$\alpha, \text{K} (Bi^{201})$
	202	52 год	$\alpha, \text{K} (Bi^{202})$
	203	47 год	$\alpha (Pb^{199}), \text{K} (Bi^{203})$
	204	3,8 год	$\alpha (Pb^{200}), \text{K} (Bi^{204})$
	205	1,5 год	$\alpha (Pb^{201*}), \text{K} (Bi^{205})$
	206	9 д	$\alpha (\sim 10 \%) (Pb^{202*}), \text{K} (\sim 90 \%) (Bi^{206}), \gamma, e^-$
	207	5,7 год	$\alpha (0,01 \%) (Pb^{203}), \text{K} (100 \%) (Bi^{207}), \gamma$
	208	$2,93 \pm 0,03$ р.	$\alpha, \text{K} (Bi^{208})$
	209	~ 200 р.	$\alpha (>90 \%) (Pb^{205}), \text{K} (<10 \%)$
	210	$138,374 \pm 0,032$ д	$\alpha, \beta^+ (Bi^{208}), \gamma$
	211	0,52 с	α
	211	25 с	α
	212	$(2,9 \pm 0,1) \cdot 10^{-7}$ с	α

Продовження табл. Д.4.1

1	2	3	4
^{84}Po	213	$(4,2 \pm 0,8) \cdot 10^{-6} \text{ с}$	$\alpha (Pb^{209})$
	214	$(1,637 \pm 0,02) \cdot 10^{-4} \text{ с}$	$\alpha (Pb^{210})$
	215	$(1,83 \pm 0,04) \cdot 10^{-3} \text{ с}$	$\alpha (\sim 100 \%) (Pb^{211}),$ $\beta^- (5 \cdot 10^{-4} \%) (At^{215})$
	216	$0,158 \pm 0,008 \text{ с}$	$\alpha (\sim 100 \%) (Pb^{210}),$ $\beta^- (0,014 \%) (At^{210})$
	218	$3,05 \pm 0,01 \text{ год}$	$\alpha (99,96 \%) (Pb^{214}),$ $\beta^- (0,04 \%) (At^{218})$
^{85}At	<202	43 с	$\alpha, \text{ K}$
	<203	1,7 год	$\alpha, \text{ K}$
	203	7 год	$\alpha (Bi^{199}), \text{ K}$
	204	25 год	$\text{K} (Po^{201})$
	205	25 год	$\alpha (Bi^{201}), \text{ K}$
	206	2,6 год	$\text{K} (Po^{205})$
	207	2,0 год	$\alpha (\sim 90\%) (Bi^{203}), \text{ K} (\sim 10\%) (Po^{207})$
	208	$6,9 \pm 0,5 \text{ год}$	$\alpha (0,5\%) (Bi^{204}), \text{ K} (99,5\%) (Po^{208})$
	209	$5,5 \pm 0,3 \text{ год}$	$\text{K} (95 \%), \alpha$
	210	8,3 год	$\text{K} (Po^{208}), \gamma$
	211	7,5 год	$\alpha (40 \%) (Bi^{207}), \text{ K} (60 \%) (Po^{211})$
	212	0,25 с	$\alpha (Bi^{208})$
	214	$\sim 2 \cdot 10^{-6} \text{ с}$	$\alpha (Bi^{210})$
	215	$\sim 10^{-4} \text{ с}$	$\alpha (Bi^{211})$
	216	$3 \cdot 10^{-3} \text{ с}$	$\alpha (Bi^{212})$
	217	0,021 с	$\alpha (Bi^{213})$
	218	2,0 с	$\alpha (Bi^{214}), \beta^+ (0,1 \%)$
^{86}Rn	209	31 год	$\alpha (\sim 20 \%) (Po^{205}), \text{ K} (80 \%) (At^{209})$
	210	2,7 год	$\alpha (>95 \%) (Po^{206}), \text{ K} (<5 \%)$
	211	16 год	$\alpha (25 \%) (Po^{207}), \text{ K} (75 \%) (At^{211})$
	212	23 год	$\alpha (Po^{208})$
	215	$\sim 10^{-6} \text{ с}$	$\alpha (Po^{211})$
	216	$1 \cdot 10^{-4} \text{ с}$	$\alpha (Po^{212})$
	217	$\sim 1 \cdot 10^{-3} \text{ с}$	$\alpha (Po^{213})$
	218	0,019 с	$\alpha (Po^{214})$
	219	$3,92 \pm 0,015 \text{ с}$	$\alpha (Po^{215})$
	220	$54,50 \pm 0,03 \text{ с}$	$\alpha (Po^{216})$
	221	24 год	$\beta^- (Fr^{221})$
	222	$3,825 \pm 0,002 \text{ д}$	$\alpha (Po^{218})$

Продовження табл. Д.4.1

1	2	3	4
^{87}Fr	211	2-5 год	$\text{K} (Em^{211})$
	212	19,3 год	$\alpha (44 \%) (At^{208}), \text{K} (56 \%) (Em^{212})$
	213	<5 год	$\alpha (At^{213})$
	218	0,02 с	$\alpha (At^{214})$
	219	$\sim 10^{-4}$ с	$\alpha (At^{215})$
	220	$27,5 \pm 1,5$ с	$\alpha (At^{216})$
	221	4,8 год	$\alpha (At^{217})$
	222	14,8 год	$\beta^- (99 \%) (Ra^{222}), \alpha (0,01-0,1 \%)$
^{88}Ra	223	21 ± 1 год	$\beta^- (Ra^{223}), \gamma,$ $\alpha (4 \cdot 10^{-3} \%)$
	213	2,7 год	$\alpha (Em^{209}), \text{K}$
	219	$\sim 10^{-3}$ с	$\alpha (Em^{215})$
	220	$3 \cdot 10^{-2}$ с	$\alpha (Em^{216})$
	221	30 с	$\alpha (Em^{217})$
	222	38 с	$\alpha (Em^{218})$
	223	11,2 д	$\alpha (Em^{219}), \gamma$
	224	3,64 д	$\alpha (Em^{220}), \gamma$
	225	14,8 д	$\beta^- (Ac^{225})$
	226	1590 р.	$\alpha (Em^{222}), \gamma, e^-$
	227	$41,2 \pm 0,2$ год	$\beta^- (Ac^{227}), \gamma$
	228	6,7 р.	$\beta^- (Ac^{228}), \gamma$
^{89}Ac	229	Короткоживучий	$\beta^- (Ac^{229})$
	230	1 год	$\beta^- (Ac^{230})$
	222	5,5 с	$\alpha (Fr^{218})$
	223	2,2 год	$\alpha (99,9 \%) (Fr^{219}), \text{K} (0,1 \%) (Ra^{223})$
	224	2,9 год	$\alpha (10 \%) (Fr^{220}), \text{K} (\sim 90 \%) (Ra^{224})$
	225	10,0 д	$\alpha (Fr^{221})$
	226	1,21 д	$\beta^- (Th^{226})$
	227	21,7 р.	$\alpha (1,25 \%) (Fr^{223}),$ $\beta^- (98,75 \%) (Th^{226}), \gamma, e^-$
^{90}Th	228	6,13 год	$\alpha (Fr^{224}), \beta^- (Th^{228}), \gamma$
	230	1 год	$\beta^- (Th^{230})$
	223	$\sim 10^{-1}$ с	$\alpha (Ra^{219})$
	224	~ 1 с	$\alpha (Ra^{220})$
^{90}Th	225	7,8 год	$\alpha (90 \%) (Ra^{221}), \text{K} (10 \%) (Ac^{225})$
	226	309 год	$\alpha (Ra^{222})$

Продовження табл. Д.4.1

1	2	3	4
$_{90}\text{Th}$	227	18,9 д	$\alpha (Ra^{223}), \gamma$
	228	1,90 р.	$\alpha (Ra^{224}), \gamma, e^-$
	229	7340 ± 160 р.	$\alpha (Ra^{225})$
	230	$8,4 \cdot 10^4$ р.	$\alpha (Ra^{226}), \gamma, e^-$
	231	$1,066 \pm 0,004$ д	$\beta^- (Pa^{131}), \gamma, e^-$
	232	$1,389 \cdot 10^{10}$ р.	$\alpha (Ra^{228}), \gamma, e^-$
	233	$23,6 \pm 0,06$ год	$\beta^- (Pa^{233})$
	234	$24,101 \pm 0,025$ д	$\beta^- (Pa^{234}), \gamma$
	235	$\gg 10$ год	$\beta^- (Pa^{235})$
$_{91}\text{Pa}$	225	2,0 с	$\alpha (Ac^{221})$
	226	1,8 год	$\alpha (Ac^{222})$
	227	38,3 год	$\alpha (\sim 80 \%) (Ac^{223}),$ $K (\sim 20 \%) (Th^{227})$
	228	22 год	$\alpha (\sim 2 \%) (Ac^{224}),$ $K (98 \%) (Th^{228})$
	229	1,5 д	$\alpha (\sim 1 \%) (Ac^{225}),$ $K (99 \%) (Th^{229})$
	230	17,0 д	$\alpha (0,003 \%) (Ac^{226}),$ $\beta^- (U^{230}), K (90 \%) (Th^{230}), \gamma$
	231	$3,43 \cdot 10^4$ р.	$\alpha (Ac^{227}), \gamma, e^-$
	232	1,32 д	$\beta^- (U^{232}), \gamma, e^-$
	233	$27,4 \pm 0,4$ д	$\beta^- (U^{233}), \gamma, e^-$
	234*	$1,175 \pm 0,003$ год	$\beta^- (U^{234}), \gamma, \text{і.п.} (0,15 \%)$
	234	6,7 год	$\beta^- (U^{234}), \gamma$
	235	$23 \pm 0,5$ год	$\beta^- (U^{235})$
$_{92}\text{U}$	227	1,3 год	$\alpha (Th^{223})$
	228	$9,3 \pm 0,5$ год	$\alpha (20 \%) (Th^{224}), K (80 \%) (Pa^{228})$
	229	58 год	$\alpha (20 \%) (Th^{225}), K (80 \%) (Pa^{229})$
	230	20,8 д	$\alpha (Th^{226})$
	231	4,2 д	$\alpha (55 \cdot 10^{-3} \%) (Th^{227}), K (99 \%) (Pa^{231}),$ γ
	232	70 р.	$\alpha (Th^{228}), \gamma$
	233	$1,63 \cdot 10^5$ р.	$\alpha (Th^{229}), \gamma, e^-$
	234	$(2,475 \pm 0,016) \cdot 10^7$ р.	$\alpha (Th^{230})$
	235	$(7,13 \pm 0,16) \cdot 10^8$ р.	$\alpha (Th^{231}), \gamma$
	236	$(2,391 \pm 0,018) \cdot 10^7$ р.	$\alpha (Th^{232}), \gamma$

Продовження табл. Д.4.1

1	2	3	4
$_{92}\text{U}$	237	$6,63 \pm 0,05$ д	$\beta^- (Np^{237}), \gamma, e^-$
	238	$4,498 \cdot 10^9$ р.	$\alpha (Th^{234}), \gamma, e^-$
	239	23,5 год	$\alpha (Th^{235}), \beta^- (Np^{239}), \gamma, e^-$
	240	$14,1 \pm 0,2$ год	β^-
$_{93}\text{Np}$	231	50 ± 3 год	α
	232	13 ± 3 год	$\gamma, K (U^{232})$
	233	35,5 год	$K (U^{233})$
	233	101 д	$\alpha (Pa^{229})$
	234	4,40 д	$K (U^{234}), \gamma$
	235	1,12 р.	$\alpha (0,005 \%) (Pa^{231}), K (U^{235})$
	236	22 год	$\beta^- (\sim 33 \%) (Pu^{239}), K (\sim 67 \%),$ $(U^{236}), \gamma, e^-$
	237*	$6,3 \cdot 10^{-8}$ с	і.п.
	237	$2,25 \cdot 10^6$ р.	$\alpha (Pa^{239})$
	238	$2,10 \pm 0,01$ д	$\beta^- (Pu^{238}), \gamma, e^-$
	239	2,33 д	$\beta^- (Pu^{239}), \gamma, e^-$
	240	$7,3 \pm 0,3$ год	β^-, γ
	241	1,0 год	β^-, γ
$_{94}\text{Pu}$	232	36 год	$\alpha (\geq 2 \%) (U^{238}), K (< 98 \%)$
	234	8,5 год	$\alpha (\sim 4 \%) (U^{230}), K (\sim 96 \%) (Np^{234})$
	235	26 год	$\alpha (\sim 100 \%), K (\sim 0,002 \%)$
	236	2,7 р.	$\alpha (U^{232}), \gamma$
	237	40 д	$K (Np^{237})$
	238	92 р.	$\alpha (U^{234}), \gamma$
	239*	$1,1 \cdot 10^{-9}$ с	і.п.
	239	$2,411 \cdot 10^4$ р.	$\alpha (U^{235}), \gamma, e^-$
	240	6580 ± 40 р.	$\alpha (U^{236}), \gamma$
	241	$13,0 \pm 0,2$ р.	$\alpha (0,02 \%) (U^{237}),$ $\beta^- (99 \%) (Am^{241}), \gamma$
	242	$5 \cdot 10^5$ р.	α
	243	$4,98 \pm 0,02$ год	$\beta^- (Am^{243}), \gamma$
$_{95}\text{Am}$	237	$\sim 1,3$ год	$\alpha (0,005 \%) (Np^{235}),$ $K (\sim 100 \%) (Pu^{237})$
	238	1,2 год	$K (Pu^{238})$
	239	15 год	$\alpha (0,033 \%) (Np^{235}),$ $K (\sim 100 \%) (Pu^{239}), \gamma, e^-$

Закінчення табл. Д.4.1

1	2	3	4
${}_{95}\text{Am}$	240	2,1 д	$K (Pu^{240}), e^{-}$
	241	475 р.	$\alpha (Np^{237}), \gamma, e^{-}$
	242*	$16,01 \pm 0,02$ год	і.п. (20 %), β^{-} (60 %) (Cm^{242}), K (20 %) (Pu^{242}), γ
	242	~ 100 р.	$\alpha (\sim 0,2 \%) (Np^{238})$, $\beta^{-} (Cm^{242}), K (Pu^{242}), \gamma$
	243	8800 ± 600 р.	$\alpha (Np^{239}), \gamma$
	244	~ 25 год	$\beta^{-} (Cm^{244})$
${}_{96}\text{Cm}$	238	$\sim 2,5$ год	$\alpha (>10 \%) (Pu^{234}), K (<90 \%) (Am^{238})$
	239	3 год	$\alpha (0,1 \%) (Pu^{235})$, $K (\sim 100 \%) (Am^{239})$
	240	26,8 д	$\alpha (Pu^{236}), K (Am^{240})$
	241	35 д	$\alpha (0,2 \%) (Pu^{237}), K (Am^{241})$
	242	$1,62 \pm 2,0$ д	$\alpha (Pu^{236}), \gamma$
	243	16 год	$\beta^{-} (Bk^{243}), \gamma$
	243	100 р.	$\alpha (Pu^{239})$
	244	10 р.	$\alpha (Pu^{240})$
	245	>500 р.	$\alpha (Pu^{241})$

Примітка: α – альфа-частинка; d – дейтрон; T – тритій; p – протон; n – нейтрон; β^{-} – електрон; β^{+} – позитрон; γ – гамма-квант; e^{-} – електрон внутрішньої конверсії; K – захоплення орбітального електрона (K-, L-, M-шару) з випускненням характеристичного рентгенівського спектра; і.п. – ізомерний перехід; * – збуджений стан ядерних ізомерів; р. – рік; д – день; год – година; хв – хвилина; с – секунда.

У першому стовпці наведено символи елементів та їхні порядкові номери, наприклад, Н. Один елемент відділений від іншого горизонтальною лінією.

У другому стовпці наведено дані масові числа ізоотопів і відзначено збуджені ізомерні стани ядер.

У третьому стовпці поміщено дані про періоди піврозпаду радіоактивних ізоотопів (найдостовірніші).

У четвертому стовпці наведено типи розпаду радіоактивних ізоотопів. У випадку, якщо ізоотоп зазнає α -, β - чи K-перетворення з переходом у новий радіоактивний елемент, у дужках відзначений ізоотоп, в якому відбувається перетворення.

На жаль, деякі хімічні елементи мають ізоотопи, властивості яких вивчені не повністю. У такому випадку в таблиці вказується про відсутність необхідних даних.

Додаток 5

Співвідношення рівня радіації та забрудненості землі

Фон, мР/год	Забрудненість землі, Кі/км ²
0,01	0,1
0,1	1
1	8
2	15
5	40
10	60
20	80
30	100
50	150
100	300

Додаток 6

Дія різних еквівалентних доз іонізуючого випромінювання

Разова еквівалентна доза, Зв	Результат
0–0,25	Помітних уражень немає
0,25–0,5	Зміни характеристик крові, але серйозних уражень немає
0,5–1	Зміни характеристик крові без втрати працездатності
1–2	Променева хвороба. Тривала лімфопенія. Ураження. Можлива втрата працездатності
2–5	Ураження, розвиток променевої хвороби. Втрата працездатності. Летальний кінець у 50 % опромінених протягом 1–2 місяців
10–50	Летальний кінець через 1–2 тижні
5–100	Летальний кінець через кілька годин

**Допустимі рівні загального забруднення¹ шкіряного покриву,
спецодягу, поверхонь робочих приміщень
і транспортних засобів [частинок/(см²·хв)]**

Об'єкт забруднення	Альфа-активні нукліди		Бета-активні нукліди ⁷
	окремі ²	інші	
Шкіряні покриви ³ , рушники, спецбілизна, внутрішня поверхня лицевої частини засобів індивідуального захисту	1	1	100
Основний спецодегу, внутрішня поверхня додаткових засобів індивідуального захисту ^{4,5}	5	20	800
Поверхні робочих приміщень постійного перебування персоналу, зовнішні поверхні обладнання і внутрішньозаводських транспортних засобів	5	10	2000
Зовнішня поверхня додаткових засобів індивідуального захисту, поверхні напівобладнаних приміщень і обладнання, що знаходиться в них	50	200	8000
Транспортні засоби і зовнішня поверхня захисних контейнерів і охоронної тари пакувальних комплексів радіоактивних речовин ⁶	10	10	100

Примітки:

1. Загальне забруднення розуміється як сумарне (що не знімається, що знімається) забруднення.

2. До окремих радіонуклідів належать б-активні нукліди, ДК яких у повітрі виробничих приміщень менше $1 \cdot 10^{-14}$ Кі/л.

3. Шкіряні покриви персоналу після санітарної обробки не повинні мати радіоактивного забруднення вище 0,1 від наведеного в таблиці допустимого рівня.

4. Допустиме забруднення зовнішньої поверхні рукавиць, спецвзуття і додаткових індивідуальних засобів захисту регламентується так само, як і для забруднення поверхонь робочих приміщень, в яких використовуються ці засоби.

5. Залишкове забруднення основного спецодегу, спецбілизни і рушників після дезактивації має бути не менш, ніж в 3 рази нижчим за значення, вказані в таблиці.

6. Поза санітарно-захисною зоною забруднення транспортних засобів і зовнішньої поверхні охоронної тари пакувальних комплексів не допускається.

7. Для ⁹⁰Sr, ⁹⁰Sr+⁹⁰Y допустиме забруднення встановлюється у п'ять разів менше; забруднення тритієм не регламентується, оскільки його вплив контролюється за вмістом у повітрі та організмі.

**МІНІСТЕРСТВО УКРАЇНИ З ПИТАНЬ НАДЗВИЧАЙНИХ
СИТУАЦІЙ ТА У СПРАВАХ ЗАХИСТУ НАСЕЛЕННЯ ВІД
НАСЛІДКІВ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ
(Наказ № 398 від 27.06.2006 р.)**

**Про затвердження Рекомендацій щодо побудови системи
управління охороною праці на виробництві**

Відповідно до Закону України «Про охорону праці» та з метою підвищення рівня охорони праці на виробництві шляхом побудови відповідної системи управління НАКАЗУЮ:

1. Затвердити Рекомендації щодо побудови системи управління охороною праці на виробництві (далі – Рекомендації), що додаються.
 2. Голові Державного департаменту промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду Саварину М. В. розмістити зазначені Рекомендації на сайті Департаменту.
 3. Головному редактору журналу «Охорона праці» Яковенку М. Г. опублікувати цей наказ у черговому номері журналу.
 4. Контроль за виконанням цього наказу покласти на голову Держпромгірнагляду Саварина М. В.
- Виконуючий обов'язки Міністра В. М. Антоненц

**РЕКОМЕНДАЦІЇ
щодо побудови системи управління охороною праці на
виробництві**

1. Загальні положення.

1.1. Рекомендації щодо побудови системи управління охороною праці на виробництві визначають мінімальні вимоги до заходів суб'єкта господарювання щодо забезпечення безпечних та здорових умов праці найманих працівників. Вимоги цих Рекомендацій поширюються на всіх суб'єктів господарювання, що використовують найману працю незалежно від форми власності та виду діяльності.

1.2. Система управління охороною праці (далі – СУОП) створюється суб'єктом господарювання і має передбачати підготовку, прийняття

та реалізацію завдань щодо здійснення організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності найманих працівників у процесі їх трудової діяльності.

1.3. З урахуванням цих рекомендацій суб'єкт господарювання розробляє і затверджує відповідне положення з урахуванням виду діяльності та специфіки виробництва, що встановлює систему управління охороною праці, яка може бути складовою частиною загальної системи управління виробництвом. Вимоги Положення є обов'язковими для виконання всіма найманими працівниками.

1.4. При створенні СУОП та впровадженні в її роботу необхідних коригувальних заходів потрібно керуватися законодавством України та іншими нормативно-правовими актами про охорону праці.

1.5. Підготовку управлінських рішень щодо функціонування СУОП на виробництві забезпечує служба охорони праці або особа, що в порядку сумісництва виконує функції служби охорони праці.

2. Терміни та визначення.

СУОП – частина загальної системи управління виробництвом, яка сприяє запобіганню нещасним випадкам та професійним захворюванням на виробництві, а також небезпеці для третіх осіб, що виникають у процесі виробничої діяльності, і включає в себе комплекс взаємопов'язаних заходів на виконання вимог законодавчих та нормативно-правових актів з промислової безпеки та охорони праці.

Аудит охорони праці та промислової безпеки (далі – аудит) – це документально оформлене системне обстеження й аналіз стану умов та безпеки праці з метою визначення їх відповідності критеріям, встановленим законодавчими та нормативно-правовими актами з охорони праці та промислової безпеки.

3. Порядок розробки і впровадження СУОП.

3.1. Для розробки і впровадження СУОП бажано створити координаційну раду під керівництвом суб'єкта господарювання за участі представників служби охорони праці, профспілок або осіб, уповноважених трудовим колективом.

3.2. Структура, завдання СУОП, порядок взаємодії структурних

підрозділів з питань охорони праці, періодичність і порядок внутрішніх перевірок, відповідальність керівників служб та підрозділів, а також працівників мають бути викладені в Положенні про СУОП підприємства, затвердженому наказом підприємства, або в Настанові з якості, якщо на підприємстві функціонує система якості.

3.3. Структура положення про СУОП визначається з урахуванням примірної та конкретних умов праці на підприємстві.

3.4. Впровадження СУОП здійснюється за наказом суб'єкта господарювання.

3.5. Алгоритм запровадження СУОП наведено в *Додатку*.

4. Примірна структура положення про СУОП та орієнтовний зміст його розділів.

Положення про СУОП має містити наступні розділи та підрозділи.

4.1. Загальні положення.

4.1.1. Відповідальність вищого керівництва Безпосередня відповідальність суб'єкта господарювання за охорону життя і здоров'я працюючих на підприємстві визначена Законом України «Про охорону праці» та нормативно-правовими актами з охорони праці. У розділі викладаються завдання, що стосуються основних питань з охорони праці на підприємстві, відповідальність за вирішення яких покладається на керівництво.

4.1.2. Основні принципи політики у сфері охорони праці Суб'єкт господарювання визначає і документально оформлює політику керівництва у сфері охорони праці. Ця політика має бути органічно поєднана з усіма елементами діяльності підприємства. Формування політики здійснюється на основі комплексної оцінки рівня небезпеки виробничих об'єктів підприємства, яка проводиться шляхом виявлення всіх небезпечних і шкідливих виробничих факторів, характерних для кожного об'єкта, їх оцінки та аналізу можливих варіантів виникнення.

4.1.3. Функції системи управління охороною праці Основними функціями СУОП є облік, аналіз та оцінка умов праці; планування, організація, координація, контроль за виконанням та стимулюванням заходів з охорони праці та промислової безпеки.

4.2. Структура і документація СУОП.

СУОП організовується таким чином, щоб здійснювалось адекватне

та постійне управління з урахуванням усіх факторів, що впливають на охорону праці, і орієнтується на проведення запобіжних дій, що унеможливають виникнення небезпечних ситуацій, але при цьому, у випадку їх виникнення, вона повинна своєчасно реагувати на них та усувати їх.

У Положенні про СУОП (або у Настанові з якості), а також у посадових інструкціях та інструкціях з охорони праці визначаються загальні й конкретні обов'язки кожного працівника, його повноваження у сфері охорони праці.

В організаційних заходах, що забезпечують функціонування СУОП, необхідно передбачити можливість впливу громадських об'єднань працівників підприємства (комісії з питань охорони праці, уповноважених трудових колективів, профспілок тощо).

СУОП має містити документально оформлену методику управління конфігурацією системи, яка описує порядок дій керівництва при виникненні необхідності змін у структурі та взаємозв'язків між її ланками. Управління конфігурацією охоплює визначення структури, облік стану та перевірку ефективності її роботи.

4.2.1. Права, обов'язки і відповідальність керівників служб та підрозділів, а також працівників. У розділі документуються права, обов'язки і відповідальність керівників служб та підрозділів, а також працівників щодо охорони праці. Така ж інформація у повному обсязі заноситься у посадові інструкції та інструкції з охорони праці.

4.2.2. Служба охорони праці. Суб'єкт господарювання повинен розробити Положення про службу охорони праці, що має відповідати Типовому положенню про службу охорони праці (НПАОП 0.00-4.35-04), затверджене наказом Держнаглядохоронпраці України від 15.11.2004 № 255, зареєстрованому в Мін'юсті України 01.12.2004 за № 1526/10125.

4.2.3. Комісії та громадські органи. Основні завдання і повноваження комісії з питань охорони праці мають відповідати Типовому положенню про комісію з питань охорони праці підприємства (ДНАОП 0.00-4.09-93), затверджене наказом Держнаглядохоронпраці від 03.08.93 № 72, зареєстрованому в Мін'юсті України 30.09.93 за № 141, а компетенція уповноважених трудових колективів – Типовому положенню про роботу уповноважених трудових колективів з питань охорони праці (ДНАОП 0.00-4.11-93), затверджене наказом Держнаглядохоронпраці України

від 28.12.93 № 135, зареєстрованому в Мін'юсті України 31.01.94 за № 18/227.

4.2.4. Використання законодавчих актів та нормативно-правових актів з охорони праці. У розділі визначаються особи, відповідальні за вчасне отримання, облік, актуалізацію і поширення законодавчих та інших нормативно-правових актів з охорони праці, їх використання у виробничій діяльності і впровадження у нормативно-правових актах підприємства.

4.2.5. Управління внутрішніми нормативно-правовими актами. Внутрішні нормативно-правові акти опрацьовуються на підприємстві, затверджуються його керівником і спрямовуються на побудову чіткої системи управління охороною праці на підприємстві та створення безпечних і нешкідливих умов праці, що регламентується Порядком опрацювання та затвердження власником нормативних актів про охорону праці, що чинні на підприємстві (ДНАОП 0.00-6.03-93), затвердженим наказом Держнаглядохоронпраці України від 21.12.93 № 132, зареєстрованим у Мін'юсті України 07.02.94 за № 20/229.

На підприємстві має бути визначено компетенцію і порядок дій працівників щодо: розробки внутрішніх нормативно-правових актів; поширення актів, збору та аналізу пропозицій і зауважень працівників стосовно ефективного їх впровадження; внесення змін, якщо це визнано доцільним.

4.3. Завдання СУОП та їх вирішення.

4.3.1. Планування та фінансування заходів з охорони праці. Планування заходів передбачає визначення умов та безпеки праці у зв'язку з інтенсифікацією виробництва та реалізацією основних напрямків роботи з охорони праці на тривалий період; визначення потреби у новій техніці, інженерно-технічних засобах безпеки та санітарно-побутовому обслуговуванні на підставі внутрішнього та зовнішнього аудиту охорони праці, аналізу причин нещасних випадків та професійних захворювань.

Основні напрямки перспективного планування – складання комплексних планів поліпшення умов та безпеки праці і санітарно-оздоровчих заходів, які повинні бути складовою частиною економічного і соціального розвитку підприємства: поточного (річного) плану заходів з охорони праці, що включаються до колективного договору;

оперативних (квартального, місячного) планів по цехах та дільницях (рішення, накази, заходи з розслідування нещасних випадків, приписи органів державного нагляду за охороною праці тощо).

Суб'єкт господарювання забезпечує розробку, фінансування і реалізацію заходів, спрямованих на доведення умов та безпеки праці до вимог, викладених у колективній угоді, але не нижчих за нормативні.

У розділі наводиться комплексний план заходів з охорони праці.

4.3.2. Професійний відбір. Визначається коло працівників, що виконують важкі роботи, роботи зі шкідливими чи небезпечними умовами праці, а також такі, де є потреба у професійному доборі. Працівники цих категорій повинні проходити попередній (перед укладанням трудового договору) та періодичні медичні огляди. Переліки вказаних професій наведено в Положенні про медичний огляд працівників певних категорій (ДНАОП 0.03-4.02-94), затвердженому наказом МОЗ України від 31.03.94 № 45, зареєстрованому в Мін'юсті України 21.06.94 за № 136/345, Переліку робіт, де є потреба у професійному доборі (ДНАОП 0.03-8.06-94), затвердженому наказом МОЗ України, Держнагляд-охоронпраці України від 23.09.94 № 263/121, зареєстрованому у Мін'юсті України 25.01.95 за № 18/554, Переліку важких робіт і робіт зі шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці неповнолітніх (ДНАОП 0.03-8.07-94), затвердженому наказом МОЗ України від 31.03.94 № 46, зареєстрованому у Мін'юсті України 28.07.94 за № 176/385, Переліку важких робіт зі шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці жінок (ДНАОП 0.03-8.08-93), затвердженому наказом МОЗ України від 29.12.93 № 256, зареєстрованому у Мін'юсті України 30.03.94 за № 51/260.

4.3.3. Навчання з питань охорони праці та система інструктажів. Обов'язкові вимоги до проведення навчання з питань охорони праці, а також до спеціального професійного навчання викладено в ст. 18 Закону України «Про охорону праці», а також у Типовому положенні про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці (НПАОП 0.00-4.12-05), затвердженому наказом Держнагляд-охоронпраці України від 26.01.2005 № 15, зареєстрованому у Мін'юсті України 15.02.2005 за № 231/10511. Порядок проведення і види інструктажів також викладено в зазначеному Типовому положенні.

У Положенні про СУОП регламентується порядок дій, компетенція відповідальних осіб при організації і проведенні навчання, своєчасна актуалізація навчальних програм та інструкцій. Необхідно проаналізувати і задокументувати необхідність і порядок підвищення кваліфікації працівників і керівництва, що не належать до обов'язкового.

4.3.4. Поточні перевірки, огляди окремих підрозділів і підприємства в цілому. Система контролю залежно від обсягів виробництва та чисельності працюючих може передбачати адміністративно-громадський контроль (внутрішній аудит), оперативний контроль керівників робіт та інших посадових осіб, контроль з боку служби охорони праці та комісії з охорони праці.

При проведенні внутрішнього аудиту визначаються і задокументовуються повноваження та способи дій при вирішенні таких завдань: визначення учасників груп, що проводять огляд підприємства; встановлення періодичності оглядів підприємства; визначення випадків, коли є потреба у позачерговому огляді підприємства; встановлення основних моментів, яким потрібно приділяти особливу увагу при проведенні огляду, можливо, складання опитувального листа; складання протоколів оглядів з визначенням термінів усунення зауважень; заходи щодо усунення виявлених недоліків; організація співучасті працівників у роботі груп.

Для документування огляду підприємства доцільно скласти плани огляду, порядок проведення огляду, а також відповідні протоколи.

На підприємствах, щодо яких це регламентовано нормативно-правовими актами з охорони праці, впроваджується 3-ступенева система контролю.

4.3.5. Організація інформаційної роботи. Має бути визначено, яким чином інформація про заходи із безпечного виконання робіт досягне конкретного працівника і як буде організовано ефективний зворотний зв'язок від працівників до керівництва для поліпшення охорони праці. Необхідно розробити процедури роботи зі зверненнями працівників і повідомлення про результати розгляду.

4.3.6. Засідання координаційної ради. Документальне оформлення роботи координаційної ради має враховувати повноваження та способи дій кожного з її членів при: складанні і перевірці дотримання графіка засідань; координації проведення засідань; визначенні тем засідань;

складанні та розповсюдженні протоколів засідань; впровадженні заходів за результатами засідання і після поширення інформації.

4.3.7. Нарadi і збори. Нарadi і збори мають проводитись в усіх підрозділах підприємства. Ініціатива проведення нарад належить керівництву підрозділів, а зборів – уповноваженим трудових колективів, профспілок. Облік і коригувальні заходи щодо нарад і зборів покладуються на службу охорони праці.

4.3.8. Безпечність виробничих приміщень, засобів виробництва, технологічних процесів. Порядок забезпечення безаварійної експлуатації будівель і споруд, організації служби доглядача та системи планово-попереджувальних ремонтів викладено у нормативних документах з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд згідно з вимогами Положення про безпечну та надійну експлуатацію виробничих будівель і споруд, затвердженого спільним наказом Держбуду України та Держнаглядохоронпраці України від 27.11.97 за № 32/288, зареєстрованого у Мін'юсті України 6 липня 1998 р. за № 424/2864.

Вимоги до обладнання та технологічних процесів встановлено у нормативно-правових документах, які регламентують безпечність виробничого обладнання та його використання (стандартах, технічних умовах, технологічних регламентах тощо). Має бути задокументовано той порядок дій, організації праці, який найбільш оптимально забезпечать виконання вказаних нормативів.

4.3.9. Організація робочого місця. Ефективним заходом для правильної організації робочих місць є атестація робочих місць за умовами праці, яка проводиться згідно з Порядком проведення атестації робочих місць за умовами праці, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 1 серпня 1992 р. № 442.

4.3.10. Організація робочого часу. Для забезпечення охорони здоров'я і безпеки працюючих необхідна відповідна організація режиму їх праці та відпочинку. При цьому повинні враховуватися вимоги Кодексу законів про працю та інших нормативно-правових актів щодо робочого часу та відпочинку, оплачуваних перерв для проведення профілактичних та лікувально-оздоровчих процедур. Ці вимоги стосуються всіх працюючих. Має бути регламентовано робочий час, час відпочинку, перерви, роботи у нічний час і позмінної роботи.

4.3.11. Заміна засобів виробництва. При плануванні закупівлі обладнання, використання якого практично не змінює технологічний процес, потрібно впевнитися, що це обладнання є безпечним під час використання. У розділі викладаються організаційні та технічні заходи щодо цього.

4.3.12. Заміна матеріалів, що застосовуються. Змістом розділу є порядок визначення ступеня шкідливості нового матеріалу та шляхи його нейтралізації.

4.3.13. Зміни в організації праці. Викладаються всі аспекти необхідних заходів щодо безпечних і нешкідливих умов праці на етапі проектування нового технологічного процесу або нових засобів виробництва, що суттєво впливають на організацію праці.

4.3.14. Організація безпечного проведення робіт при залученні сторонніх суб'єктів господарювання. При залученні сторонніх суб'єктів господарювання необхідно передбачити заходи безпеки як для працівників замовника, так і для працівників підрядника, а також відповідальності сторін за безпечне виконання робіт. Ці заходи мають бути відображені у договорі на виконання робіт.

4.3.15. Вимоги безпеки при введенні в експлуатацію, поточній експлуатації, виведенні з експлуатації виробничого обладнання. При введенні в експлуатацію нового обладнання, інших засобів виробництва і матеріалів керівництвом підприємства враховуються всі заходи з попередження нещасних випадків і зниження ризику для здоров'я працюючих.

Для виконання наведених завдань необхідно: перевірити, чи надав виготовлювач або постачальник усі необхідні документи, що стосуються безпечності обладнання; перевірити, чи має організація, що проводитиме монтаж і наладку обладнання, відповідні дозволи і ліцензії; визначити, яким чином у контракті з монтажною організацією вирішені питання охорони праці щодо працівників монтажною організацією, а також працівників підприємств, на яких може виникнути небезпека під час проведення монтажних робіт; якщо монтаж здійснюється власними силами, чи вжито всіх необхідних заходів щодо безпечного виконання робіт; одержати необхідні дозволи на введення об'єкта в експлуатацію; врахувати заходи безпеки при введенні об'єкта в експлуатацію.

Поточна експлуатація обладнання у встановленому режимі звичайно регламентована відповідними документами фірми-виготловача, а для деяких видів обладнання підвищеної небезпеки ще й відповідними нормативно-правовими актами. Тому процедури та інструкції, що стосуються поточної експлуатації, повинні відобразити зміст вказаних документів.

Будь-яке порушення встановленого технологічного процесу становить підвищену небезпеку для працюючих, тобто нестандартну ситуацію. Якщо такі порушення можуть призвести до небезпеки для великої кількості працівників або ланок підприємства, їх необхідно розглядати у Плані локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій. Якщо вони становлять небезпеку для окремих працівників, їх потрібно розглядати з урахуванням послідовності дій, визначеній у пункті 4.3.18.

Має бути передбачено, задокументовано і доведено до працівників організацію заходів з охорони праці під час виведення обладнання з експлуатації. Потрібно визначити конкретних виконавців робіт, їх компетенцію, необхідні заходи безпеки, можливо, засоби індивідуального та колективного захисту.

Необхідно визначити організаційні заходи для забезпечення безпеки працівників підприємства, що не задіяні у роботах з виведення об'єктів з експлуатації.

Повинна бути врахована можливість роботи сторонніх фірм (наприклад, монтажних або транспортних), що може становити небезпеку для працівників підприємства.

4.3.16. Засоби індивідуального захисту. У розділі визначається перелік тих професій, працівники яких повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту (далі – ЗІЗ), а також перелік необхідних ЗІЗ. Інструктаж працівників щодо використання ЗІЗ повинен бути викладений в інструкціях з охорони праці згідно з Положенням про розробку інструкцій з охорони праці (ДНАОП 0.00-4.15-98), затвердженим наказом Держнаглядохоронпраці від 29.01.98 № 9, зареєстрованим у Мін'юсті України 7 квітня 1998 р. за № 226/2666.

Питання щодо забезпечення працівників ЗІЗ регламентується Положенням про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту (ДНАОП 0.00-4.26-96), затвердженим наказом Держнагляд-

охороні праці від 29.10.96 № 170, зареєстрованим у Мін'юсті України 18 листопада 1996 р. за № 667/1692.

Норми видачі ЗІЗ встановлено нормативно-правовими актами з охорони праці, затвердженими у встановленому порядку.

4.3.17. Аналіз і попередження можливих загроз життю і здоров'ю працюючих. На підприємстві має бути визначено загрози для працюючих та проведено відповідні профілактичні заходи щодо їх запобігання, а також вибрано і обірунтовано метод оцінки загроз. У цьому розділі необхідно відобразити послідовність дій при аналізі можливих загроз, а саме: врахування робочих місць і видів діяльності, які можуть становити потенційну небезпеку; встановлення існуючих загроз, що діють на робочих місцях або ланках виробництва, та оцінка ефективності вже проведених захисних заходів; розробка і впровадження подальших заходів щодо зменшення ризиків, якщо це потрібно; залучення для вирішення цих питань необхідних фахівців, можливо, спеціалізованих організацій, що можуть надати необхідні консультації; консультації з представниками громадських органів з охорони праці; визначення шляхів повідомлення працівників про необхідні заходи і їх можливої реакції на них.

На підприємствах, на яких застосовуються небезпечні речовини, необхідно провести ідентифікацію об'єктів підвищеної небезпеки, а за необхідності подальше декларування їх безпеки. Порядок ідентифікації та декларування регламентується постановою Кабінету Міністрів України від 11 липня 2002 р. № 956 «Про ідентифікацію та декларування об'єктів підвищеної небезпеки».

4.3.18. Дії у випадку аварії. Обов'язок суб'єкта господарювання попередити можливі аварійні ситуації та вжити необхідних заходів для ліквідації наслідків аварій визначено у ст. 13 Закону України «Про охорону праці». Цю вимогу впроваджено Порядком розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві, затвердженим постановою Кабінету Міністрів України від 25 серпня 2004 р. № 1112, згідно з яким власник підприємства зобов'язаний аналізувати причини аварій та розробляти заходи щодо запобігання їм, тобто на кожному підприємстві, аварія на якому може призвести до руйнування будинків, споруд, технологічного устаткування, ураження людей, негативного впливу на довкілля, потрібно розробити план попередження та ліквідації аварій.

Конкретні вимоги до змісту і порядку побудови розділу викладено в Положенні щодо розробки планів локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій (ДНАОП 0.00-4.33-99), затвердженому наказом Держнаглядохоронпраці України від 17.06.99 № 112, зареєстрованим у Мін'юсті 30 червня 1999 р. за № 424/3717.

4.3.19. Коригувальні заходи. Будь-який із заходів з охорони праці, викладених у попередніх розділах, має бути проконтрольовано. Контроль здійснюється, відповідно до пункту 4.3.4, шляхом проведення внутрішнього аудиту (якщо не передбачено іншу систему контролю), за результатами якого розробляються і впроваджуються коригувальні заходи. План перевірок складається службою охорони праці.

Змістом розділу є документи, що регламентують порядок проведення контролю, які повинні чітко визначати періодичність контрольних заходів, їх внутрішній зміст та принципи здійснення відповідних коригувальних дій. При плануванні проведення внутрішнього аудиту можна керуватися довідковим матеріалом «Система управління охороною праці. Проведення внутрішнього аудиту», «Форт», 2003 р.

Втілення коригувальних заходів теж підлягає контролю, і ці дії не обов'язково можуть збігатися з періодичним контролем заходів з охорони праці.

Додаток до пункту 3.5 Рекомендацій щодо побудови системи управління охороною праці на виробництві.

Алгоритм запровадження системи управління охороною праці

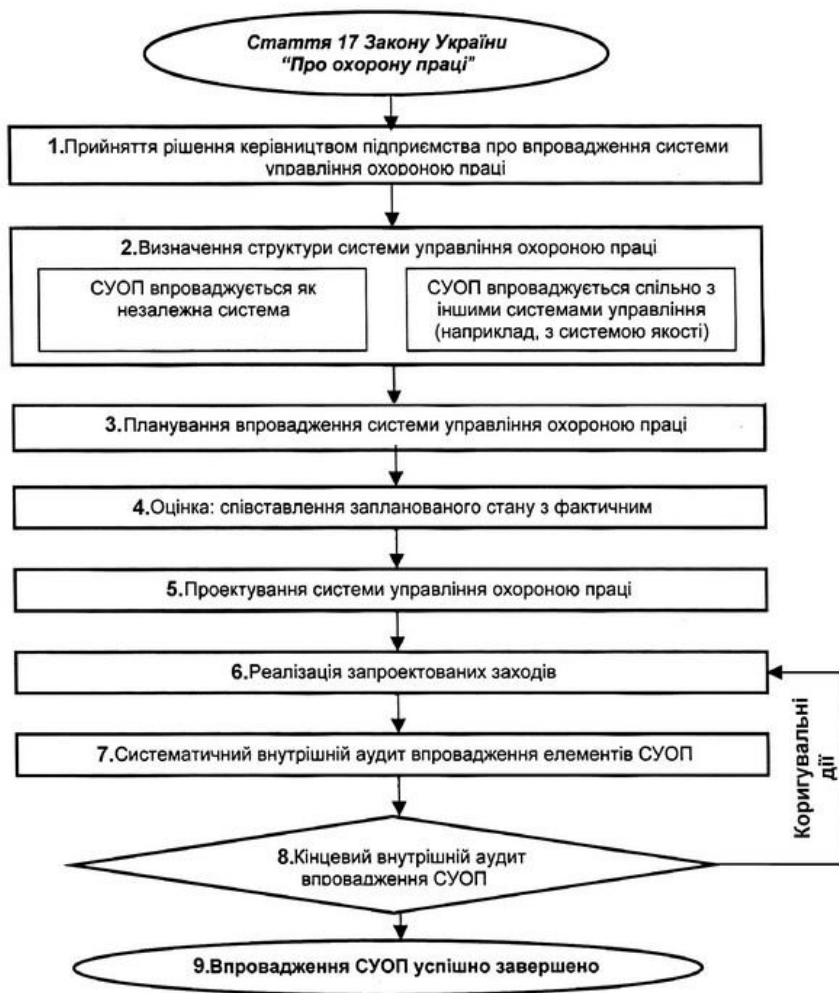


Рис. 18. Алгоритм запровадження системи управління охороною праці (va398666-06)

**МІНІСТЕРСТВО ПРАЦІ ТА СОЦІАЛЬНОЇ ПОЛІТИКИ
УКРАЇНИ КОМІТЕТ ПО НАГЛЯДУ ЗА ОХОРОНОЮ ПРАЦІ
НАКАЗ**

№ 9 від 29.01.98
м. Київ

vd980129 vn9

Зареєстровано в Міністерстві
юстиції України
7 квітня 1998 р.
за № 226/2666

**Про затвердження Положення про розробку інструкцій
з охорони праці**

На виконання Закону України «Про охорону праці», згідно з пунктом 3.1 ДНАОП 0.00-4.14-94 «Положення про опрацювання, прийняття, перегляд та скасування державних міжгалузевих і галузевих нормативних актів про охорону праці» і з метою забезпечення єдиного системного і комплексного підходу до розробки, затвердження і розповсюдження інструкцій з охорони праці та підвищення ефективності їх застосування на підприємствах, в установах і організаціях НАКАЗУЮ:

1. Затвердити Положення про розробку інструкцій з охорони праці (додається).
2. Міністерствам, іншим центральним органам виконавчої влади, Раді міністрів Автономної Республіки Крим, обласним, Київській та Севастопольській міським державним адміністраціям, виробничим, науково-виробничим та іншим об'єднанням підприємств, які здійснюють функції управління майном, що перебуває у загальнодержавній власності:

Голова Комітету

С. П. Ткачук

Положення про розробку інструкцій з охорони праці

1. Загальні положення.

1.1. Положення встановлює вимоги до змісту, побудови і викладу інструкцій з охорони праці (далі – інструкції), визначає порядок

опрацювання та введення в дію нових, перегляду та скасування чинних інструкцій.

Вимоги цього Положення є обов'язковими для всіх міністерств, інших органів виконавчої влади, підприємств, установ і організацій (далі – підприємства) незалежно від форм власності та видів їх діяльності.

1.2. Інструкція є нормативним актом, що містить обов'язкові для дотримання працівниками вимоги з охорони праці при виконанні ними робіт певного виду або за певною професією на робочих місцях, у виробничих приміщеннях, на території підприємства і будівельних майданчиках або в інших місцях, де за дорученням власника чи уповноваженого ним органу (далі – роботодавець) виконуються ці роботи, трудові чи службові обов'язки.

Інструкції поділяються на: інструкції, що належать до державних міжгалузевих нормативних актів про охорону праці; примірні інструкції; інструкції, що діють на підприємстві.

1.3. Інструкції, що належать до державних міжгалузевих нормативних актів про охорону праці, розробляються для персоналу, який провадить вибухові роботи, обслуговує електричні установки та пристрої, вантажопідіймальні машини та ліфти, котельні установки, посудини, що перебувають під тиском, і для інших працівників, правила безпеки праці яких установлені міжгалузевими нормативними актами про охорону праці, затвердженими органами державного нагляду за охороною праці.

Ці інструкції затверджуються відповідними органами державного нагляду за охороною праці за узгодженням з міністерствами або іншими органами, до компетенції яких належить дана інструкція або окремі її вимоги, і їх дотримання є обов'язковим для працівників відповідних професій або при виконанні відповідних видів робіт на всіх підприємствах незалежно від їх підпорядкованості, форми власності та виду діяльності.

1.4. Примірні інструкції затверджуються міністерствами або іншими органами виконавчої влади, виробничими, науково-виробничими та іншими об'єднаннями підприємств, які мають відповідну компетенцію, за узгодженням з органами державного нагляду за охороною праці, до компетенції яких належить дана інструкція або окремі її вимоги, і Національним НДІ охорони праці. Ці інструкції можуть використовуватись як основа для розробки інструкцій, що діють на підприємстві.

1.5. Інструкції, що діють на підприємстві, належать до нормативних актів про охорону праці, чинних у межах конкретного підприємства. Такі інструкції розробляються на основі чинних державних міжгалузевих і галузевих нормативних актів про охорону праці, примірних інструкцій та технологічної документації підприємства з урахуванням конкретних умов виробництва та вимог безпеки, викладених в експлуатаційній та ремонтній документації підприємств-виготовлювачів обладнання, що використовується на даному підприємстві. Вони затверджуються роботодавцем і є обов'язковими для дотримання працівниками відповідних професій або при виконанні відповідних робіт на цьому підприємстві.

1.6. Інструкції повинні відповідати чинному законодавству України, вимогам державних міжгалузевих і галузевих нормативних актів про охорону праці: правил, норм, стандартів, інших нормативних і організаційно-методичних документів про охорону праці, на основі яких вони розробляються.

1.7. Інструкції повинні містити тільки ті вимоги щодо охорони праці, дотримання яких обов'язкове самими працівниками. Порушення працівником цих вимог повинно розглядатися як порушення трудової дисципліни, за яке до нього може бути застосовано стягнення згідно з чинним законодавством.

1.8. Організація вивчення інструкцій працівниками забезпечується роботодавцем згідно з ДНАОП 0.00-4.12-94 «Типове положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці».

1.9. Постійний контроль за додержанням працівниками вимог інструкцій покладається на роботодавця.

1.10. Громадський контроль за додержанням всіма працівниками вимог інструкцій здійснюють трудові колективи через обраних ними уповноважених і професійні спілки в особі своїх виборних органів і представників.

2. Зміст і побудова інструкцій.

2.1. Кожній інструкції присвоюється назва і скорочене позначення (код, порядковий номер). Інструкціям, що належать до державних міжгалузевих нормативних актів, при їх включенні до Державного реєстру міжгалузевих і галузевих нормативних актів про охорону праці

присвоюються скорочені позначення, прийняті Держнаглядохоронпраці. Примірним інструкціям, що затверджуються міністерствами чи іншими органами виконавчої влади та об'єднаннями підприємств, присвоюються скорочені позначення, прийняті Національним НДІ охорони праці.

Інструкціям, що розробляються і затверджуються на підприємствах, присвоюються порядкові номери службами охорони праці цих підприємств.

У назві інструкції стисло вказується, для якої професії або виду робіт вона призначена, наприклад: «Інструкція з охорони праці для електрозварника», «Примірна інструкція з охорони праці при роботі з ручним електроінструментом».

2.2. Включенню до інструкцій підлягають загальні положення щодо охорони праці та організаційні і технічні вимоги безпеки, що визначаються на основі:

чинного законодавства України про працю та охорону праці, стандартів, правил, норм та інших нормативних і організаційно-методичних документів про охорону праці;

аналізу документів з охорони праці стосовно відповідного виробництва, професії (виду робіт);

характеристики робіт, що підлягають виконанню працівником конкретної професії у відповідності з її кваліфікаційною характеристикою;

вимог безпеки до технологічного процесу, виробничого обладнання, інструментів і пристроїв, що застосовуються при виконанні відповідних робіт, а також вимог безпеки, що містяться в експлуатаційній та ремонтній документації і в технологічному регламенті;

виявлення небезпечних і шкідливих виробничих факторів, характерних для даної професії (виду робіт) як при нормальному протіканні процесу, так і при відхиленнях від оптимального режиму, визначення заходів та засобів захисту від них, вивчення конструктивних та експлуатаційних особливостей і ефективності використання цих засобів;

аналізу обставин та причин найбільш імовірних аварійних ситуацій, нещасних випадків та професійних захворювань, характерних для даної професії (виду робіт);

вивчення передового досвіду безпечної організації праці та виконання відповідних робіт, визначення найбезпечніших методів та прийомів їх виконання.

2.3. Вимоги інструкцій викладаються відповідно до послідовності технологічного процесу і з урахуванням умов, у яких виконується даний вид робіт.

2.4. Інструкції повинні містити такі розділи: загальні положення; вимоги безпеки перед початком роботи; вимоги безпеки під час виконання роботи; вимоги безпеки після закінчення роботи; вимоги безпеки в аварійних ситуаціях.

За необхідності в інструкції можна включити й інші розділи. Наприклад, у примірних інструкціях може бути передбачений розділ «Вступ», у якому відображаються відповідні положення законодавства України про працю та охорону праці, вказівки щодо порядку внесення змін і доповнень до цих інструкцій тощо.

Для розміщення матеріалів, які доповнюють основну частину інструкцій, ілюструють чи конкретизують її окремі вимоги, може бути включений розділ «Додатки». У цьому ж розділі може бути наведений перелік нормативних актів, на підставі яких розроблена інструкція.

2.5. Розділ «Загальні положення» повинен містити:

відомості про сферу застосування інструкції;

загальні відомості про об'єкт розробки: визначення робочого місця працівника даної професії (виду робіт) в залежності від тривалості його перебування на ньому протягом робочої зміни (постійне чи непостійне); коротка характеристика технологічного процесу та обладнання, що застосовується на цьому робочому місці, виробничій дільниці, в цеху;

умови і порядок допуску працівників до самостійної роботи за професією або до виконання відповідного виду робіт (вимоги щодо віку, стажу роботи, статі, стану здоров'я, проходження медоглядів, професійної освіти та спеціального навчання з питань охорони праці, інструктажів, перевірки знань тощо);

вимоги правил внутрішнього трудового розпорядку, що стосуються питань охорони праці для даного виду робіт або професії, а також відомості про специфічні особливості організації праці і технологічних процесів та про коло трудових обов'язків працівників даної професії (що виконують даний вид робіт);

характеристику основних небезпечних та шкідливих виробничих факторів для даної професії (виду робіт), особливості їх впливу на працівника;

перелік видів спецодягу, спецвзуття та інших засобів індивідуального захисту, що належать до видачі працівникам даної професії (виду робіт) згідно з чинними нормами, із зазначенням стандартів або технічних умов на них;

вимоги санітарних норм і правил особистої гігієни, яких повинен дотримуватись працівник під час виконання роботи.

2.6. Розділ «Вимоги безпеки перед початком роботи» повинен містити:

порядок приймання зміни у випадку безперервної роботи, в тому числі при порушенні режиму роботи виробничого обладнання або технологічного процесу;

порядок підготовки робочого місця, засобів індивідуального захисту;

порядок перевірки справності обладнання, інструменту, захисних пристроїв небезпечних зон машин і механізмів, пускових, запобіжних, гальмових і очисних пристроїв, систем блокування та сигналізації, вентиляції та освітлення, знаків безпеки, первинних засобів пожежогасіння, виявлення видимих пошкоджень захисного заземлення (занулення) тощо;

порядок перевірки наявності та стану вихідних матеріалів (сировини, заготовок, напівфабрикатів);

порядок повідомлення роботодавця про виявлені несправності обладнання, пристроїв, пристосувань, інструменту, засобів захисту тощо.

2.7. Розділ «Вимоги безпеки під час роботи» повинен містити:

відомості щодо безпечної організації праці, про прийоми та методи безпечного виконання робіт, правила використання технологічного обладнання, пристроїв та інструментів, а також застереження про можливі небезпечні, неправильні методи та прийоми праці, які заборонено застосовувати;

правила безпечного поводження з вихідними матеріалами (сировиною, заготовками, напівфабрикатами), з готовою продукцією, допоміжними матеріалами та відходами виробництва, що являють небезпеку для працівників;

правила безпечної експлуатації внутрішньоцехових транспортних і вантажопідіймальних засобів і механізмів, тари; вимоги безпеки при

вантажно-розвантажувальних роботах та транспортуванні вантажу;
вказівки щодо порядку утримання робочого місця в безпечному стані;
можливі види небезпечних відхилень від нормального режиму роботи обладнання та технологічного регламенту і способи їх усунення;
вимоги щодо використання засобів індивідуального та колективного захисту від шкідливих і небезпечних виробничих факторів;
умови, за яких робота повинна бути припинена (технічні, метеорологічні, санітарно-гігієнічні тощо);
вимоги щодо забезпечення пожежо- та вибухобезпеки;
порядок повідомлення роботодавця про нещасні випадки чи раптові захворювання, факти порушення технологічного процесу, виявлені несправності обладнання, устаткування, пристроїв, інструменту, засобів захисту та про інші небезпечні та шкідливі виробничі фактори, що загрожують життю і здоров'ю працівників.

2.8. Розділ «Вимоги безпеки після закінчення роботи» повинен містити:

порядок безпечного вимикання, зупинення, розбирання, очищення і змащення обладнання, пристроїв, машин, механізмів та апаратури, а при безперервному процесі – порядок передачі їх черговій зміні; порядок здавання робочого місця;

порядок прибирання відходів виробництва;

вимоги санітарних норм і правил особистої гігієни, яких повинен дотримуватись працівник після закінчення роботи;

порядок повідомлення роботодавця про всі недоліки, що виявились у процесі роботи.

2.9. Розділ «Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях» повинен містити:

відомості про ознаки можливих аварійних ситуацій, характерні причини аварій (вибухів, пожеж тощо);

відомості про засоби та дії, спрямовані на запобігання можливим аваріям;

порядок дій, особисті обов'язки та правила поведінки працівника при виникненні аварії згідно з планом її ліквідації, в тому числі у випадку її виникнення під час передачі-приймання зміни при безперервній роботі;

порядок повідомлення роботодавця про аварії та ситуації, що можуть до них призвести;

відомості про порядок застосування засобів протиаварійного захисту та сигналізації;

порядок дій щодо подання першої медичної допомоги потерпілим під час аварії.

3. Викладення тексту інструкцій.

При викладенні тексту інструкції слід керуватися такими правилами: текст інструкції повинен бути стислим, зрозумілим і не допускати різних тлумачень;

інструкція не повинна містити посилань на нормативні акти, вимоги яких враховуються при її розробці. За необхідності ці вимоги відтворюються дослівно;

слід вживати терміни і визначення, прийняті в Законі України «Про охорону праці», ДСТУ 2293-93 ССБП «Охорона праці. Терміни та визначення», ДК 003-95 «Державний класифікатор України. Класифікатор професій» (v0257217-95, va257217-95, vb257217-95) та в інших нормативних актах;

у тексті інструкцій не допускається застосування не властивих для нормативних актів зворотів розмовної мови, довільних словосполучень, скорочення слів, використання для одного поняття різних термінів, а також іноземних слів чи термінів за наявності рівнозначних слів чи термінів в українській мові; допускається застосування лише загальноприйнятих скорочень і аббревіатур, а також заміна застосованих у даній інструкції словосполучень скороченням або аббревіатурою за умови повного відтворення цього словосполучення при першому згадуванні в тексті із зазначенням у дужках відповідного скорочення чи аббревіатури;

у тексті інструкції слід уникати викладу вимог у формі заборони, а при необхідності слід давати пояснення, чим викликана заборона; не повинні застосовуватися слова «категорично», «особливо», «обов'язково», «суворо» та ін., оскільки всі вимоги інструкції є однаково обов'язковими;

для наочності окремі вимоги інструкцій можуть бути ілюстровані малюнками, схемами, кресленнями тощо;

якщо безпека роботи обумовлена певними нормами (величини відстаней, напруги та ін.), то вони повинні бути наведені в інструкції.

4. Порядок розробки, затвердження та введення інструкцій в дію.

4.1. Інструкції, що належать до державних міжгалузевих нормативних актів про охорону праці.

4.1.1. Розробка, затвердження та введення в дію інструкцій, що належать до державних міжгалузевих нормативних актів про охорону праці, здійснюються згідно з Положенням про опрацювання, прийняття, перегляд та скасування державних міжгалузевих і галузевих нормативних актів про охорону праці і з урахуванням вимог цього Положення.

4.1.2. У разі неповного відображення в інструкції, що є державним міжгалузевим нормативним актом про охорону праці, вимог щодо охорони праці працівників, безпечного виконання робіт, умов безпечної експлуатації машин, механізмів, обладнання, установок і пристроїв, властивих для даного підприємства (дільниці, робочого місця), або за наявності в ній поряд з вимогами, обов'язковими для дотримання працівниками даного підприємства, вимог безпеки щодо робіт, не властивих для нього, роботодавець у порядку, встановленому пунктом 4.3.1 цього Положення, організовує розробку на основі цієї інструкції, з урахуванням конкретних умов підприємства, відповідної інструкції, що діє на підприємстві, і затверджує її за узгодженням з місцевими органами Держнаглядохоронпраці.

4.2. Примірні інструкції.

4.2.1. Примірні інструкції для працівників, зайнятих на роботах, що є провідними для певної галузі виробництва, регіону, виробничого, наукового-виробничого чи іншого об'єднання підприємств, за винятком персоналу та працівників, зазначених у п. 1.3 цього Положення, розробляються базовими організаціями з питань нормотворчої діяльності в сфері охорони праці, науково-дослідними, проектно-конструкторськими і проектно-технологічними організаціями, регіональними навчально-методичними центрами (кабінетами) охорони праці, а також окремими підприємствами чи групами фахівців (далі – організація-розробник) під координацією і за методичною допомогою Національного науково-дослідного інституту охорони праці.

Призначення такої організації-розробника здійснюється міністерством чи іншим органом виконавчої влади, відповідним об'єднанням підприємств.

Примірні інструкції для працівників, які залучатимуться до виконання

робіт за новими технологіями і впровадження нових технічних засобів виробництва, матеріалів, видів енергії і т. ін., опрацьовуються організаціями-розробниками цих технологій, засобів виробництва, матеріалів і підприємствами-виготовлювачами одночасно з розробкою відповідної технологічної, проектно-конструкторської, експлуатаційної та ремонтної документації і є невід'ємною складовою частиною цієї документації.

4.2.2. Розробка примірних інструкцій здійснюється згідно з планами робіт з охорони праці, затвердженими міністерствами чи іншими органами виконавчої влади, відповідними об'єднаннями підприємств, а також на підставі наказів (розпоряджень) їх керівників.

4.2.3. Розробка примірних інструкцій здійснюється за такими основними стадіями:

розробка першої редакції проекту примірної інструкції і направлення його на відзив;

розробка остаточної редакції проекту примірної інструкції;

узгодження і подання остаточної редакції проекту примірної інструкції на затвердження і реєстрацію;

видання (тиражування) затвердженої примірної інструкції і її розповсюдження.

4.2.4. Проект примірної інструкції, розроблений в першій редакції і підписаний керівником організації-розробника, направляється на відзив підприємствам, для яких дана професія (вид роботи) є провідною, згідно з переліком, затвердженим керівником служби охорони праці міністерства чи іншого органу виконавчої влади, об'єднання підприємств.

Зазначені підприємства складають і надсилають відповідний відзив на адресу організації-розробника у місячний термін з дня отримання проекту інструкції. Якщо відзив у зазначений термін не надіслано, вважається, що зацікавлене підприємство не має зауважень і пропозицій до проекту.

4.2.5. Організація-розробник узагальнює отримані відзиви, складає їх зведення і на підставі пропозицій та зауважень, що в них містяться, доопрацьовує проект примірної інструкції.

4.2.6. Доопрацьований з урахуванням відзивів проект примірної інструкції разом із зведенням відзивів подається на розгляд до відповідного міністерства чи іншого органу виконавчої влади, об'єднання підприємств.

За наявності суттєвих розбіжностей щодо проекту примірної інструкції організація-розробник розглядає їх та усуває згідно з поданими пропозиціями служби охорони праці цього органу (об'єднання).

4.2.7. У необхідних випадках орган (об'єднання), який затверджує проект примірної інструкції, може прийняти рішення про повернення його на доопрацювання чи проведення експертизи проекту відповідною компетентною організацією або власною експертною комісією.

У випадках, коли це доцільно, експерти від незалежних компетентних організацій можуть бути включені до складу експертної комісії, створеної цим органом (об'єднанням).

4.2.8. Розглянутий та завізований службою охорони праці зазначеного в п. 4.2.6 органу (об'єднання) проект примірної інструкції разом із зведенням відзивів подається організацією-розробником на узгодження до відповідних органів державного нагляду, до компетенції яких належить дана інструкція або окремі її вимоги, і до Національного НДІ охорони праці. Узгоджувальні органи розглядають проект примірної інструкції і надсилають організації-розробнику свої висновки в термін, що не перевищує одного місяця від дня одержання проекту.

У разі виникнення суттєвих зауважень щодо проекту примірної інструкції під час її узгодження організація-розробник забезпечує їх розгляд та врахування до подання інструкції на затвердження.

4.2.9. Узгоджена остаточна редакція проекту примірної інструкції (у чотирьох примірниках), підписана керівником організації-розробника, із зведенням відзивів та оригіналами документів, що підтверджують її узгодження, подається на затвердження до органу (об'єднання), на підставі плану роботи чи наказу (розпорядження) якого вона розроблена.

4.2.10. Розгляд узгодженої остаточної редакції проекту примірної інструкції та її затвердження міністерством чи іншим органом виконавчої влади або об'єднанням підприємств здійснюється в установленому ними порядку у термін, що не перевищує одного місяця від дня одержання проекту.

4.2.11. Примірні інструкції затверджуються наказом міністерства чи іншого органу виконавчої влади або об'єднання підприємств.

Титульний і заголовний аркуші примірної інструкції оформлюються згідно з *Додатками 1 і 2*.

4.2.12. Міністерства та інші органи виконавчої влади і об'єднання

підприємств ведуть облік затверджених ними примірних інструкцій в установленому ними порядку.

Крім того, затверджені примірні інструкції підлягають реєстрації з присвоєнням їм скорочених позначень у Національному науково-дослідному інституті охорони праці за поданням організацій-розробників у встановленому ним порядку, узгодженому з Держнаглядом охорони праці.

Контрольний примірник зареєстрованої примірної інструкції залишається у Національному НДІ охорони праці, один з примірників надсилається ним до редакції журналу «Охорона праці» для друку, інші примірники повертаються організації-розробнику та органу, який затвердив дану інструкцію.

4.2.13. Відомості про затвердження та видання зареєстрованих примірних інструкцій щоквартально публікуються в журналі «Охорона праці» та в інших виданнях органів державного нагляду за охороною праці за поданням Національного НДІ охорони праці.

4.2.14. Видання та розповсюдження примірних інструкцій у вигляді окремих брошур, односторонніх аркушів чи плакатів здійснюється редакцією журналу «Охорона праці» та іншими видавництвами в установленому порядку за рахунок коштів підприємств-замовників (користувачів) цих інструкцій.

4.3. Розробка, затвердження та введення в дію інструкцій на підприємстві.

4.3.1. Розробка, узгодження і затвердження інструкцій, що діють на підприємстві, здійснюються згідно з ДНАОП 0.00-8.03-93 «Порядок опрацювання і затвердження власником нормативних актів, що діють на підприємстві» і з урахуванням вимог цього Положення.

4.3.2. Інструкції, що діють на підприємстві, розробляються відповідно до переліку інструкцій, який складається службою охорони праці підприємства за участю керівників підрозділів, служб головних спеціалістів (головного технолога, головного механіка, головного енергетика, головного металурга тощо), служби організації праці та заробітної плати.

Перелік необхідних інструкцій розробляється на підставі затвердженого на підприємстві штатного розпису у відповідності з ДК 003-95 «Державний класифікатор України. Класифікатор професій». Цей перелік, а також зміни чи доповнення до нього в разі зміни назви професії,

впровадження нових видів робіт чи професій затверджуються роботодавцем і розсилаються в усі структурні підрозділи (служби) підприємства.

4.3.3. Загальне керівництво розробкою (переглядом) інструкцій на підприємстві покладається на роботодавця. Роботодавець несе відповідальність за організацію своєчасної розробки (перегляду) та забезпечення всіх працівників необхідними інструкціями.

4.3.4. Розробка (перегляд) необхідних інструкцій, що діють на підприємстві, здійснюється безпосередніми керівниками робіт (начальник виробництва, цеху, дільниці, відділу, лабораторії та інших відповідних їм підрозділів підприємства), які несуть відповідальність за своєчасне виконання цієї роботи.

4.3.5. Здійснення систематичного контролю за своєчасною розробкою нових та відповідністю діючих на підприємстві інструкцій вимогам чинного законодавства, їх періодичним переглядом та своєчасним внесенням змін і доповнень до них, а також подання відповідної методичної допомоги розробникам і організація придбання для них примірних інструкцій, стандартів ССБП та інших нормативно-технічних і організаційно-методичних документів про охорону праці покладається роботодавцем на службу охорони праці підприємства.

4.3.6. У разі використання примірної інструкції як основи для розробки інструкції, що діє на підприємстві, вона підлягає оформленню, узгодженню і затвердженню в порядку, встановленому п.п. 4.3.1 і 4.3.9 цього Положення.

За необхідності до цієї інструкції вносяться зміни і доповнення стосовно конкретних умов даного підприємства (дільниці, робочого місця) і з урахуванням вимог нормативних актів, які набули чинності після затвердження відповідної примірної інструкції.

4.3.7. Для нових виробництв, що вводяться в дію вперше, допускається розробка тимчасових інструкцій, що діють на підприємстві. Тимчасові інструкції повинні відповідати вимогам цього Положення, а їх вимоги – забезпечувати безпечне здійснення технологічних процесів (робіт) і безпечну експлуатацію обладнання. Такі інструкції можуть розроблятися як за професіями, так і за видами робіт і вводяться в дію на термін до прийняття зазначених виробництв в експлуатацію державною приймальною комісією.

4.3.8. Інструкція, що діє на підприємстві, набуває чинності з дня її затвердження, якщо інше не передбачене наказом роботодавця. Інструкція повинна бути введена в дію до впровадження нового технологічного процесу (початку виконання робіт), обладнання чи до початку роботи нового виробництва після відповідного навчання працівників.

4.3.9. Титульний аркуш, перша та остання сторінки інструкції, що діє на підприємстві, оформлюються згідно з *Додатками* 3, 4, 5.

5. Реєстрація, облік і видання інструкцій на підприємстві.

5.1. Інструкції, які вводяться в дію на даному підприємстві, реєструються службою охорони праці в журналі реєстрації (*Додаток 6*) в порядку, встановленому роботодавцем.

5.2. Введені в дію інструкції видаються (тиражуються) або придбаються у вигляді брошур (для видачі працівникам на руки) або односторонніх аркушів чи плакатів (для вивішування на робочих місцях або виробничих дільницях).

5.3. Видача інструкцій керівникам структурних підрозділів (служб) підприємства провадиться службою охорони праці з реєстрацією в журналі обліку видачі інструкцій (*Додаток 7*).

5.4. Інструкції видаються працівникам на руки безпосередніми керівниками робіт під розпис у журналі реєстрації інструктажів з питань охорони праці під час проведення первинного інструктажу або вивішуються на його робочому місці.

5.5. У кожного керівника структурного підрозділу (служби) підприємства повинен постійно зберігатись комплект інструкцій, необхідних у даному підрозділі (службі) для працівників усіх професій і видів робіт даного підрозділу (служби), а також перелік цих інструкцій, затверджений роботодавцем. На підприємствах, де структурні підрозділи відсутні, комплект інструкцій зберігається у роботодавця.

Крім того, повний комплект інструкцій зберігається у певному доступному для працівників місці, визначеному керівником структурного підрозділу (служби) підприємства з урахуванням забезпечення простоти та зручності ознайомлення з ними працівників.

5.6. Роботодавець безкоштовно забезпечує інструкціями працівників та керівників структурних підрозділів (служб).

6. Перегляд, припинення чинності та скасування інструкцій.

6.1. Перегляд інструкцій, що належать до державних міжгалузевих нормативних актів про охорону праці та примірних інструкцій, проводиться в міру потреби, але не рідше одного разу на 10 років; перегляд інструкцій, що діють на підприємстві, – в терміни, передбачені державними нормативними актами про охорону праці, на підставі яких вони опрацьовані, але не рідше одного разу на 5 років, а для професій або видів робіт з підвищеною небезпекою – не рідше одного разу на 3 роки.

6.2. Інструкції переглядаються до закінчення термінів, зазначених у п. 6.1 цього Положення:

- у разі зміни законодавства України про працю та охорону праці;

- у разі набуття чинності новими або переглянутими державними нормативними актами про охорону праці;

- за вказівкою директивних органів, вищестоящих організацій, органів державного управління і нагляду за охороною праці;

- у випадку аварійної ситуації або нещасного випадку, що викликали необхідність перегляду (зміни) інструкції;

- при впровадженні нових технологій, зміні технологічного процесу або умов праці, а також при впровадженні нових видів обладнання, машин, механізмів, матеріалів, апаратури, пристроїв та інструментів, видів енергії тощо.

В останньому випадку перегляд інструкції проводиться до зазначених впроваджень чи змін.

6.3. Перегляд, тимчасове припинення чинності та скасування інструкцій, що є державними міжгалузевими нормативними актами, та примірних інструкцій здійснюються у порядку, визначеному ДНАОП 0.00-4.14-94 «Положення про опрацювання, прийняття, перегляд та скасування державних міжгалузевих і галузевих нормативних актів про охорону праці», а інструкцій, що діють на підприємстві, – у порядку, визначеному ДНАОП 0.00-8.03-93 «Порядок опрацювання і затвердження власником нормативних актів, що діють на підприємстві».

6.4. Опрацювання, узгодження і затвердження змін до примірних інструкцій або прийняття нових примірних інструкцій за результатами перегляду чинних здійснюються в порядку, встановленому для примірних інструкцій, які розробляються вперше, згідно з п. 4.2 цього Положення.

Додаток 1

до пункту 4.2.11 Положення
про розробку інструкцій
з охорони праці
Форма титульного аркуша
примірної інструкції
з охорони праці

(найменування міністерства чи іншого органу виконавчої влади,

об'єднання підприємств)

Примірна інструкція з охорони праці

(назва)

(місце видання)

Додаток 2

до пункту 4.2.11 Положення
про розробку інструкцій
з охорони праці
Форма заголовного аркуша
примірної інструкції
з охорони праці

Узгоджено

Наказ

Затверджено

(найменування органу, який

(найменування органу,

узгоджує)

який затверджує)

(число, місяць, рік)

№ _____
(число, місяць, рік)

(скорочене позначення)

Примірна інструкція з охорони праці

(назва)

(місце видання)

Додаток 3

до пункту 4.3.9 Положення
про розробку інструкцій
з охорони праці
Форма титульного аркуша
інструкції з охорони
праці, що діє на підприємстві

(повне найменування підприємства із зазначенням підпорядкованості)

Інструкція з охорони праці № _____

(назва)

(місце видання)

Додаток 4

до пункту 4.3.9 Положення
про розробку інструкцій
з охорони праці
Форма першої сторінки
інструкції з охорони
праці, що діє на підприємстві

(повне найменування підприємства із зазначенням підпорядкованості)

Затверджено

Наказ _____

(посада роботодавця і

(найменування підприємства)

№ _____

(число, місяць, рік)

Інструкція з охорони праці № _____

(назва)

(Текст інструкції)

Додаток 5

до пункту 4.3.9 Положення
про розробку інструкцій
з охорони праці
Форма останньої сторінки
інструкції з охорони
праці, що діє на підприємстві

(Текст інструкції)

(посада керівника підрозділу
(організації) - розробника)

(особистий
підпис)

(прізвище, ініціали)

Узгоджено:

Керівник (спеціаліст) служби
охорони праці підприємства

(особистий
підпис)

(прізвище, ініціали)

Юрисконсульт

(особистий
підпис)

(прізвище, ініціали)

Головний технолог*

(особистий
підпис)

(прізвище, ініціали)

* У разі потреби проект інструкції узгоджується з іншими зацікавленими
службами, підрозділами і посадовими особами підприємства, перелік
яких визначає служба охорони праці.

Додаток 6

до пункту 5.1 Положення
про розробку інструкцій
з охорони праці

Журнал
реєстрації інструкцій з охорони праці на підприємстві

№ з/п	Дата реєстрації	Найменування інструкції	Дата затвердження інструкції і введення її в дію	Код або номер інструкції	Плановий термін перегляду інструкції	Посада, прізвище, ініціали особи, яка проводила реєстрацію	Підпис особи, яка проводила реєстрацію
1	2	3	4	5	6	7	8

Формат А4 (210×297)

Додаток 7

до пункту 5.3 Положення
про розробку інструкцій
з охорони праці

Журнал
обліку видачі інструкцій з охорони праці на підприємстві

№ з/п	Дата видачі інструкції	Код або номер інструкції	Найменування	Підрозділ (служба), якому видана інструкція	Кількість виданих примірників	Посада, прізвище, ініціали одержувача інструкції	Підпис одержувача інструкції
1	2	3	4	5	6	7	8

Формат А4 (210×297)

Основні бойові токсичні хімічні речовини

Отруйна речовина, її шифр	Бойовий стан	Індикація	Характерні властивості	Стійкість		Дія на організм та симптоми ураження	Засоби захисту	Заходи першої допомоги
				влітку	взимку			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Отруйні речовини смертельної дії								
Нервово паралітичної дії								
Зарин (GB)	паро-подібний	ІТ-44 (червоне кільце і крапка). ІТ-51 (червоне кільце і дві крапки)	Рідина без кольору, без запаху або з запахом фруктів, легко змішується з водою, сорбується Рідина без кольору, або з жовтуватим відтінком, має запах камфори, з водою не змішується, легко сорбується Масляниста, жовто-коричнева, гігроскопічна, низько летюча, рідина, з різким неприємним запахом	до 15 год	до 8 діб	На нервову систему (пригнічують ацетилхолінестеразу). Міоз, затруднене дихання, нудота, блювота, безрозсудні дії, відсутня координація рухів, втрата свідомості, судороги	Одягти протигаз, засоби індивідуального захисту, обробити уражені місця дегазаційним пакетом (ІПП-8; 9; 10)	Ввести антидот (афін чи бутаксим) з індивідуальної аптечки (не більше двох шприць-тюбиків)
				до 6 діб.	до 2,5 міс.			
V-гази (Vx)	аерозоль, капельно-рідинний			до 10 діб	до 4 міс.			

1	2	3	4	5	6	7	8	9
ЗАГАЛЬНООТРУЙНОЇ ДІЇ								
Синильна кислота (АС)	паро-подібний	ІТ-45 (три зелених кільця)	Легко летюча рідина без кольору, з запахом мигдалю або вишневих кісточок, добре розчиняється у воді та органічних розчинниках, змішується з хлорцианом	до 3 год	не застосовується	На нервову систему, киснєве голодування, порушення внутрішньоклітинного і тканинного дихання (пригнічення ферменту окислення глюкози). Металевий присмак у роті, дерть у горлі, запаморочення, порушення координації. Яскраво-рожеве забарвлення шкіри обличчя, нудота, біль у грудях. Параліч, уповільнення та зупинка дихання	Одягти протигаз і винести уражених із зараженої атмосфери або внести до сховищ	Роздавати ампулу з амліпнітри-том швидко ввести антидот під протигаз (не більше двох ампул), штучне дихання при його зупинці
Хлорциан (СК)	паро-подібний (має здатність проникати через ФПК)	ІТ-45 (три зелених кільця)	Рідина зі специфічним запахом, що маскується під отруйні речовини подразнюючої дії, у воді розчиняється погано, добре – в органічних розчинниках і в синильній кислоті	до 3 год.	не застосовується			Роздавати ампулу з антиціаном, швидко ввести антидот під протигаз (не більше двох ампул), штучне дихання при його зупинці

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Задущиливої дії								
Фосген (CG)	паро- подібний (застосо- вується з іпритом)	ІТ-45 (три зеле- них кільця)	Газ без кольору сіна або гниючих фруктів, погано розчиняється у воді, добре – в органічних роз- чинниках, легко гідролізується	від 20 хв. до 3 год	до 1 доби	Руйнування стінок легневих альвеол в результаті чого заповнюється простір альвеол плазмою крові, що порушує газообмін, маса легень збільшується від 500–600 г до 2,5 кг	Одяги проти газ і винести уражених із зараженої атмосфери (велика кількість свіжого повітря) або внести до сховищ	Залишити у спокої, полегшити дихання, укрити від холоду, дати гаряче питво, доставити до медичного пункту. Штучне дихання робити заборонено. Антидоту нема
Дифосген (DP)	паро- подібний	ІТ-45 (три зеле- них кільця)	Легко рухома рідина без кольо- ру з запахом прілого сіна і гниючих яблук, погано розчи- няється у воді, добре – в органіч- них розчинниках	3 год.	10–12 год.			
Шкірно-нарівної дії								
Іприт (пер- ганий іприт)	пар, аерозоль, капель- но-рідин- ний	ІТ-36 (одне жовте кільце)	Масляниста, жовтого кольору рідина, з запахом касторового масла або часни- ку чи гірчиці, у во- ді розчинюється незначно, добре – у бензині, жирах, маслах та у розведених спиртах	до 4 діб	не застосо- вується	Універсальна клітинна отрута, вражає шкіру з утворенням пухирців та язв, пари діють на слизову оболонку і верхні дихальні шляхи, нервової та серцево- судинної системи. Спазм у грудні, охриплість голосу, сухість в горлі, нудота, понос з кров'ю	Одяги проти газ та засоби індивіду- ального захисту, обробити вражені місця дегаза- ційним пакетом (ІПП-8; 9 ;10)	Обробити вражену шкіру роз- чином йоду промити очі водою чи 2% розчином харчової соди, промити рот, ніс, горло, надати медич- ну допомогу. Антидоту нема

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Отруйні речовини, які тимчасово виводять з ладу								
Психотропної (психохімічної) дії								
Бі-зет (BZ)	тонко-дисперсний аерозоль (дим)	ІТ-46 (одне коричневе кильце)	Біла кристалічна речовина, без смаку та запаху, не розчинна в воді, добре – в хлороформі та кислотно-основних розчинах	до 10 год.	Специфічна дія на центральну нервову систему Фізичний стан – тимчасова сліпота, глухота; психічний стан – страх, безрозсудні дії, кольорові галюцинації	Одягти протигаз, провести часткову санітарну обробку (ППП-8; 9 ;10), винести (вивести) ураженого з осередку ураження	Ніс і носоглотку промити водою, ввести антидот анаприлін (подаляє дію отруйних речовин). LSD антидоту немає	
	LSD	аерозоль або розчин солі у воді	ІТ-13-37 (два жовтих кильця)	Тверда речовина, без кольору, смаку, запаху, у воді практично нерозчинний, помірно – в органічних розчинниках				від 20 хв. до 2 год.
Подразливої дії								
Ci-ec (CS)	аерозоль	ІТ-49 (два білих кильця і крапка)	Тверда речовина, без кольору, із запахом перцю. В воді розчиняється помірно, розчиняється в ацетоні та спиртах	до 2 год.	Впливає на слизуваті оболонки, викликаючи кон'юнктивіт, набряк вік, сильне подразнення і біль очей, ротової порожнини, носоглотки, кровотечу з носа, слиновиділення, кашель, риніт, головний біль, задишку, занепокоєння	Одягти протигаз, винести (вивести) ураженого з осередку ураження, витрусити одяг від адсорбованих аерозолів	Промити ротову порожнину, носоглотку, очі чистою водою, роздавити та ввести ампулу з антидотом (фіцілін) під шолом-маску протигазу	
Ci-ar (CR)	тонко-дисперсний аерозоль	ІТ-15-30 (біле кильце і крапка)	Порошок жовтого кольору без запаху і смаку, в воді розчиняється незначно, добре – в органічних розчинниках	від 10 діб до 1 міс.				

ЛІТЕРАТУРА

1. Александров В. Н. Отравляющие вещества : учеб. пособие / В. Н. Александров, В. И. Емельянов. – М. : Воениздат, 1990. – 271 с.
2. Алексахин Р. М. Ядерная энергия и биосфера / Р. М. Алексахин. – М. : Энергоиздат, 1982. – 215 с.
3. Алексеенко И. Р. Последняя цивилизация? / И. Р. Алексеенко, Л. В. Кейсевич. – К. : Наук. думка, 1997. – 405 с.
4. Белов П. С. Экология производства химических продуктов из углеводородов, нефти и газа / П. С. Белов. – М. : Химия, 1992. – 256 с.
5. Беспамятнов Г. П. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде / Г. П. Беспамятнов, Ю. И. Москалев. – Л. : Химия, 1985. – 528 с.
6. Большеротов А. Л. Система оценки экологической безопасности строительства / А. Л. Большеротов. – М. : Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2010. – 216 с.
7. Бонд В. П. Радиационная гибель млекопитающих / В. П. Бонд, Т. М. Флиндер, Д. О. Ашамбо; пер. с англ. – М. : Атомиздат, 1971. – 223 с.
8. Вавилов А. М. Экологические последствия гонки вооружений / А. М. Вавилов. – М. : Междунар. отношения, 1984. – 176 с.
9. Валактэн Л. Субатомная физика: ядра и частицы / Л. Валактэн. – М. : Мир, 1986. – Т. 1. – 272 с.
10. Вернадский В. И. Биосфера и ноосфера / В. И. Вернадский. – М. : Наука, 1989. – 261 с.
11. Вилли К. Биология / К. Вилли. – М. : Мир, 1968. – 800 с.
12. Долинин П. А. Справочник по технике безопасности / П. А. Долинин. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1984. – 824 с., ил.
13. Екологічна безпека військ / М. С. Підлісна, І. Г. Мазор, Б. А. Катиренчук та ін. – К., 1998. – 130 с.
14. Екологічна безпека військ. Основні терміни та визначення : слов.-довід. / В. М. Литвак, Б. Г. Борчаковський, С. В. Мінка та ін. – Х. : ХВУ, 2000. – 144 с.

15. Екологічна та радіаційна безпека : довідник / О. Г. Ольгінський, С. В. Мінка, О. В. Третяков та ін.; за ред. О. Г. Ольгінського. – Х. : Вид-во НУА, 2003. – 275 с.
16. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці / В. Ц. Жидецький, В. С. Джигірей, А. В. Мельников. – Львів : Афіша, 2000. – 458 с.
17. Зайцев Ю. В. Электронные приборы, устройства и инженерные сооружения для охраны окружающей среды / Ю. В. Зайцев, О. К. Назарьев. – Кишинев, 1990. – 274 с.
18. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25.06.1991, № 1264-ХІІ із змін і доп. // Відом. Верхов. Ради України. – 1991. – № 41. – Ст. 546; 1996. – № 15. – Ст. 707; 1998. – № 11/12. – Ст. 41.
19. Закон України «Про охорону праці». – К., 1993. – 40 с.
20. Израэль Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды / Ю. А. Израэль. – М. : Гидрометеиздат, 1984. – 560 с.
21. Калыгин В. Г. Безопасность жизнедеятельности. Промышленная и экологическая безопасность, безопасность в техногенных чрезвычайных ситуациях / В. Г. Калыгин, В. А. Бондарь, Р. Я. Дедеян. – М. : Химия, 2006. – 520 с.
22. Ковалев Е. Е. Радиационный риск на Земле и в Космосе / Е. Е. Ковалев. – М. : Атомиздат, 1976. – 87 с.
23. Колобашкин В. Н. Радиационные характеристики ядерного топлива / В. Н. Колобашкин, П. Д. Рубцов, П. А. Ружанский. – М. : Энергоатомиздат, 1983. – 317 с.
24. Корнеев Н. А. Основы радиоэкологии сельскохозяйственных животных / Н. А. Корнеев, А. Н. Сироткин. – М. : Энергоатомиздат, 1987. – 208 с.
25. Корнеев Н. А. Снижение радиоактивности в растениях и продуктах животноводства / Н. А. Корнеев, А. Н. Сироткин, И. В. Корнеева. – М. : Атомиздат, 1977. – 198 с.
26. Коузов П. А. Очистка от пыли и газов воздуха в химической промышленности / П. А. Коузов. – Л. : Химия, 1982. – 320 с.
27. Кульский Л. А. Технология очистки природных вод / Л. А. Кульский, П. П. Строкач. – К. : Виц. шк., 1986. – 352 с.
28. Лобачев А. И. Безопасность жизнедеятельности / А. И. Лобачев. – М. : Высш. образование, Юрайт, 2009. – 368 с.

29. Маршалл В. Основные опасности химических производств / В. Маршалл. – М. : Мир, 1989. – 672 с.
30. Мінка С. В. Безпека життєдіяльності : навч.-метод. посіб. / С. В. Мінка, А. С. Мінка. – 2-е вид., доповн. – Х. : ХНАДУ, 2008. – 212 с.
31. Мінка С. В. Основи екологічної безпеки військ : слов.-довід. / С. В. Мінка, І. І. Попов, А. З. Гризунов. – Х. : ХВУ, 2001. – 298 с.
32. Моисеев А. А. Справочник по дозиметрии и радиационной гигиене / А. А. Моисеев, В. И. Иванов. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 251 с.
33. Москалев Ю. И. Отдаленные последствия воздействия ионизирующих излучений / Ю. И. Москалев. – М. : Медицина, 1991. – 464 с.
34. Немец О. Ф. Справочник по ядерной физике / О. Ф. Немец, Ю. В. Гофман. – К. : Наук. думка, 1975. – 415 с.
35. Немец О. Ф. Ядерные реакции / О. Ф. Немец, К. О. Теренецкий. – К. : Вищ. шк., 1977. – 243 с.
36. Никберг И. И. Ионизирующая радиация и здоровье человека / И. И. Никберг. – К. : Здоров'я, 1989. – 270 с.
37. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). Державні гігієнічні нормативи. – К. : Вид-во поліграфії Укр. центру держсанепіднагляду України, 1997. – 121 с.
38. Петров И. Р. Влияние СВЧ-излучений на организм человека и животных / И. Р. Петров. – Л. : Медицина, 1970. – 212 с.
39. Поляков Ю. А. Радиоэкология и дезактивация почв / Ю. А. Поляков. – М. : Атомиздат, 1970. – 303 с.
40. Пресман А. С. Электромагнитные поля и живая природа / А. С. Пресман. – М. : Наука, 1968. – 300 с.
41. Пристер Б. С. Закономерности миграции радионуклидов в системе «почва – растение – животное» на территории, подвергшейся радиоактивному загрязнению в результате аварии на ЧАЭС / Б. С. Пристер, Л. В. Перепелятникова, В. В. Халеев // I Всесоюзный радиобиологический съезд (21–27 августа 1989 г., Москва, Пущино). – М., 1989. – 511 с.
42. Пристер Б. С. Основы сельскохозяйственной радиологии / Б. С. Пристер. – К. : Урожай, 1991. – 471 с.
43. Радиация. Дозы, эффекты, риск. – М. : Мир, 1998. – 79 с.

44. Радиоизотопные характеристики продуктов деления / Н. Г. Гусев, П. М. Рубцов, В. В. Коваленко, В. М. Колобашкин. – М. : Атомиздат, 1974. – 224 с.
45. Рассел Р. Радиоактивность и пища человека / Р. Рассел. – М. : Атомиздат, 1971. – 76 с.
46. Реймерс Н. Ф. Природопользование : слов.-справ. / Н. Ф. Реймерс. – М. : Мысль, 1990. – 637 с.
47. Саркисов О. Р. Экологическая безопасность и эколого-правовые проблемы в области загрязнения окружающей среды / О. Р. Саркисов, Е. Л. Любарский, С. Я. Казанцев. – М. : Юнити-Дана, 2012. – 232 с.
48. Сатклифф Дж. Ф. Поглощение минеральных солей растениями / Дж. Ф. Сатклифф ; пер. с англ. под ред. И. И. Гунара. – М. : Мир, 1964. – 222 с.
49. Ситник К. М. Словарь-справочник по экологии / К. М. Ситник, А. В. Брайон, А. В. Городецкий. – К. : Наук. думка, 1994. – 665 с.
50. Тихомиров Ф. А. Действие ионизирующих излучений на экологические системы / Ф. А. Тихомиров. – М. : Атомиздат, 1972. – 176 с.
51. Тихомиров Ф. А. Радиоэкология йода / Ф. А. Тихомиров. – М. : Энергоатомиздат, 1983. – 88 с.
52. Хоружая Т. А. Оценка экологической опасности / Т. А. Хоружая. – М. : Книга-сервис, 2002. – 208 с.
53. Шмаль А. Г. Методология создания национальной системы экологической безопасности / А. Г. Шмаль // Экологический вестник России. – 2005. – № 7. – С. 57–59.
54. Шмандій В. М. Управління природоохоронною діяльністю : навч. посіб. / В. М. Шмандій, І. О. Солошич. – К. : Центр навчальної літератури, 2004. – 296 с.
55. Ядерная энергетика, человек и окружающая среда / Н. С. Бабаев, В. Ф. Демин, А. А. Ильин и др. – М. : Энергоатомиздат, 1984. – 321 с.
56. Ярмоненко С. П. Радиобиология человека и животных / С. П. Ярмоненко. – М. : Высш. шк., 1977. – 368 с.

АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК

А

Аберация хромосом 6
Абіогенез 6
Абсорбент 6
Абсорбція 6
Аварія на Чорнобильській АЕС 6
Автотроф 8
Адаптація 8
Адсорбат 8
Адсорбент 8
Адсорбція 8
Аерація 8
Аероби 8
Аерозоль 9
Аеротенк 9
Активна зона (ядерного реактора) 9
Активне вугілля (активоване вугілля) 9
Активний мул 9
«Активні радикали» 9
Активність джерела 9
Активність (А) радіоактивної речовини 9
Активність сонячна 10
Актиноїди 10
Акумуляція 10
Акумуляція радіоактивних речовин 10
Алергія 10
Альфа-випромінювання 10
Альфа-частинка 11
Аменсалізм 11
Америцій 11
Анабіоз 11
Анаероби 11
Анемія 11

Антициклон 11
Антропогенез 11
Ареал 11
АРС 11
Асиміляція 11
Атестація робочих місць за умовами праці 11
Атмосфера (Землі) 14
Атомна електростанція (АЕС) 14
Атомна електростанція «Фукусіма-1» 14
Атомна енергетика 28
Аудит екологічний 35
Аутекологія 35

Б

Бактерицид 36
Бактерії 36
Бактеріологічна зброя (біологічна зброя) 36
Бактеріофаг 50
Бактеріоцид 50
«Бар'єр звуковий» 50
Баритобетон 50
Безпека екологічна 50
Безпека праці 51
Безпека радіаційна 51
Бекерель (Бк) 51
Бензапірен 51
Бер (біологічний еквівалент рентгену) 51
Бета-випромінювання 51
Бета-розпад 51
Бета-частинка 51
Бінарні системи хімічної зброї 51
Біоаккумуляція 52

Біогаз 52
 Біогенетичний закон 52
 Біогенні елементи 52
 Біогеоценоз 52
 Біоіндикатори 52
 Біоіндикація 52
 Біологічна продуктивність 52
 Біологічне виведення 53
 Біологічне очищення 53
 Біосинтез 53
 Біостійкість 53
 Біосфера 53
 Біота 53
 Біотичні фактори 53
 Біотоп 54
 Біофільтр 54
 Біоценоз 54
 Біоцид 54
 Боротьба за існування 54
 Бофорта шкала 54
 Будова атома 54
 Бурі електромагнітні 54
 Буферна здатність ґрунту 54

В

Важкі метали 55
 Важкість праці 55
 Важководяний реактор 55
 Вапнування (ґрунтів) 55
 Вебер 55
 Веберметр 55
 Вибух демографічний 55
 Вибухові речовини 55
 Вибух популяційний 56
 Вивітрювання 56
 Видоутворення 56
 Вживання 56
 Викид гранично допустимий 56

Вилуговування 56
 Вилуговування ґрунтів 56
 Випромінювання 56
 Випромінювання видиме 56
 Випромінювання електро-
магнітне 56
 Випромінювання звукове 56
 Випромінювання іонізуюче 56
 Випромінювання космічне 57
 Випромінювання радіоактивне 57
 Випромінювання сонячне 57
 Випромінювання фонове 57
 Висота звуку 57
 Виховання екологічне 57
 Вібрація 57
 Вібріони 57
 Відбір природний 57
 Відбір проб радіоактивного
матеріалу 58
 Відносна біологічна активність
(ВБА) 61
 Відходи 62
 Відходи виробництва
(промисловості) 62
 Відходи радіоактивні рідкі 62
 Відходи радіоактивні тверді 62
 Війна екологічна 62
 Вільсона камера 62
 Віруси 62
 Внутрішнє опромінення 63
 Вода 63
 Вода важка 64
 Вода питна 64
 Води мінералізовані 65
 Води прісні 65
 Води солоні 65
 Води стічні 65
 Водневий показник 65
 Водовіддача 65

Вододіл 65
 Водозбір 65
 Водоочищення 65
 Вплив адитивний 73
 Вплив антропогенний 73
 Вплив синергічний 73
 Вторинна хмара 73
 Вулкани 74

Г

Газоочищення 80
 Гамма-випромінювання 98
 Гамма-постійна 98
 Гамма-промені 98
 Геліотроф 98
 Гемоглобін 98
 Ген 98
 Генетична дія випромінювань 98
 Генетична інженерія 99
 Геном 99
 Генотип 99
 Генофонд 99
 Геосинкліналь 99
 Геофізичні аномалії 99
 Герц (Гц) 99
 Гетеротрофи 99
 Гігієна праці 99
 Гідробіонти 99
 Гідроген ціаністий (HCN) 99
 Гідросфера 100
 Гідроциклон 100.
 Гіпоксія 100
 Гомеостаз 100
 Градирня 100
 Гранично допустима концентрація
 шкідливої речовини у повітрі
 робочої зони (ГДК Р.4.) 100
 Грей (Гр) 101

Групи крові 101
 Гумус 101
 Гучність звуку 101

Г

Грунт 102

Д

Дампінг 102
 ДДТ 102
 Деаерація 102
 Дегазація 102
 Дегідратація 102
 Дезактивація 102
 Дезінтоксикація 103
 Дезодорація 103
 Демпфірування 103
 Денудація 103
 Десиканти 103
 Десикація 103
 Десорбція 103
 Деструкція 103
 Детонація 103
 Детрит 103
 Детритофаг 103
 Дефляція 103
 Дефоліант 103
 Джерело іонізуючого
 випромінювання 103
 «Дірка» озонна 103
 Дія іонізуючої радіації на живі
 організми екологічних
 систем 103
 ДНК 106
 Доза в органі (D_T) 106
 Доза еквівалентна в органі або
 тканині (H_T) 106

Доза ефективна еквівалентна (*E*) 106
Доза ізотопу, що вводиться 106
Доза колективна ефективна
еквівалентна 106
Доза поглинена (*D*) 106
Доза токсична 107
Дозиметр 107
Дозиметрія 107
Допустимі умови і характер
праці 107
Дошк кислотний 107

Е

Еквівалентна доза радіоактивного
випромінювання 107
Екологічна війна (екоцид) 108
Екологічна зброя 109
Екологічне забезпечення військ 109
Екологічний аудит 109
Екологічний моніторинг 109
Екологічні закони 109
Екологічні наслідки аварії на
Чорнобильській АЕС 111
Екологічні наслідки локальних
війн 113
Екологічні проблеми гонки озброєнь
у космосі 115
Екологічні фактори 117
Екологія 117
Екосистема (екологічна
система) 117
Експертиза екологічна 117
Експозиційна доза 117
Екстракція 117
Електробезпека 117
Електродіаліз 126
Електрокоагуляція 126
Електролізери 126

Електромагнітне поле 126
Електромагнітні коливання 126
Електромагнітні хвилі 126
Електрон 135
Електрон-вольт 135
Електрофільтри 135
Електрофлотація 136
Елемент радіоактивний 136
Елементарні частинки 136
Енвіронментальність 137
Ендогенні процеси 137
Епітелій 137
Ерозія ґрунтів 137

З

Забруднення 137
Забруднення антропогенне 137
Забруднення біогенне
(біотичне) 137
Забруднення електромагнітне 137
Забруднення теплове 137
Забруднення фізичне 137
Забруднювач 138
Загальна радіаційна аварія 138
Закон України «Про охорону
навколишнього природного
середовища» 138
Закон України «Про охорону
праці» 139
Запроектна радіаційна аварія 148
Зараження радіоактивне 148
Застосування радіоактивних
нуклідів 148
Захисні матеріали 149
Захист від радіоактивного
випромінювання 149
Захист часом 149
Зброя екологічна 149

Землетрус 150
 Землі рекультивовані 157
 Земна радіація 157
 Зиверт 157
 Зима ядерна 158
 Знебарвлення води 158
 Знезараження води 158
 Знищення активного начала
 у відходах 158
 Зовнішнє опромінення 158
 Зона екстрених заходів захисту
 населення 159
 Зона можливого небезпечного
 радіоактивного забруднення 159
 Зона обмежень 159
 Зона профілактичних заходів 159
 Зона радіаційної аварії 159
 Зона радіоактивного зараження 160

I

Ізобари (ізобарні нукліди) 163
 Ізотопи (ізотопні нукліди) 163
 Імобілізація 164
 Імунітет 164
 Імунна відповідь 164
 Інверсія магнітного поля 164
 Інгібітор 164
 Індикатор 164
 Індикатор забруднення 164
 Інкorpорований радіонуклід 164
 Інтотикація 164
 Інфразвук 164
 Іонізаційна постійна 164
 Іонізація 165
 Іонізація атома 165
 Іонізуюче випромінювання – 165
 Іоносфера 165

Й

Йод 165

К

Каламутність води 167
 Канцероген 167
 Карбон 167
 Каталізатор 167
 Катаракта 167
 Категорія «А» опромінених осіб
 у нормах радіаційної безпеки
 (НРБ) України 167
 Категорія «Б» опромінених осіб 167
 Категорія «В» опромінених осіб 168
 Керма 168
 Кислотність води 168
 Кислотність ґрунту 168
 Кисневий ефект 168
 Кістковий мозок 168
 Клас безпеки речовини за ДСТ
 12.1.007-76 «Класифікація і
 загальні вимоги безпеки» 168
 Коефіцієнт стоку 168
 Компостування 168
 Концентрація гранично
 допустима 169
 Корозія 169
 Космічні промені 169
 Критична група осіб 170
 Кумуляція забруднювачів 170

Л

Лазер 171
 Лазерна зброя 171
 Ланцюгова реакція 171

ЛД₅₀ 173
Лейкоз 173
Лейкопенія 173
Лейкоцити 173
Лікувальні рослини 173
Лімфоцити 185
Лічильники заряджених
частинок 185

М

МАГАТЕ (ІАЕА) 186
Магнітна буря 186
Магнітне поле Землі 186
Макрофаги 186
Мембрани (клітини) 186
Метали важкі 186
Метали легкі 186
Метантенк 186
Міграція радіоактивних речовин
у відкритих водоймищах 186
Мікроелемент 189
Мікроклімат виробничих
приміщень 189
Мікропаразити 189
Модуль стоку 189
Мутагенез 190
Мутагени 190
Муталізм 190
Мутація 190

Н

Наведена радіоактивність 190
Надзвичайна ситуація 190
Надходження радіонуклідів
інгаляційне 192
Надходження радіонуклідів
пероральне 192

Накопичена густина радіоактивного
забруднення 192
Напалм 192
Напруженість праці 193
Наслідки радіаційної аварії 193
Натрій 193
Нахил магнітний 193
Небезпечний виробничий
фактор 193
Нейтрино 193
Нейтрон 193
Нейтронний боєприпас 193
Неотектоніка 193
Непряме іонізуюче випроміню-
вання 194
Нещасний випадок на
виробництві 194
Нікотин 211
Ніобій 212
Нітрати 212
Нітрифікація 212
Номогенез 212
Ноосфера 212
Нукліди 212
Нуклони 212

О

Озон 213
Озоносфера 213
Озонування 213
Окис карбону (CO) 213
Окиси нітрогену (N_xO_y) 213
Оксарбент 213
Оксигенація 214
Онкогенний 214
Онтогенез 214
Осад стічних вод 214
Освітлення 214

Охорона навколишнього
середовища 216
Оцінка впливів на навколишнє
середовище (ОВНС) 216
Очищення абсорбційне 216
Очищення адсорбційне 216
Очищення біологічне 216
Очищення стічних вод 216

П

Паспорт екологічний 217
Патогенність 217
Перенесення забруднень
трансграничне 217
Період піврозпаду 217
Період радіаційної аварії йодний 218
Пестициди 218
Пісколовки 218
Пливуни 218
Плутоній 218
Поверхнево-активна речовина
(ПАР) 219
Повінь 219
Повітря 221
Поглинання радіоактивного випро-
мінювання речовиною 221
Поглинута доза іонізуючого
випромінювання 222
Пожежна безпека 222
Полоній 235
Поля фільтрації 235
Поріг чутності 235
Постійне робоче місце 235
Потенціал біотичний 235
Потенціал виживання 235
Потік енергії іонізуючих
частинок 235

Потік іонізуючих частинок 236
Потрапляння гранично допустиме
(ГДП) 236
Потужність дози випроміню-
вання 236
Правило Вант-Гоффа 236
Правило демографічного
насичення 236
Прилади для контролю радіоактив-
ного випромінювання 236
Природокористування 237
Природокористування
нерациональне 237
Природокористування
раціональне 237
Продуценти 237
Проектна радіаційна аварія 237
Променева хвороба 237
Променеве ураження 238
Промені космічні 238
Промислові протигазу 238
Протиотрута (антидоти) 252
Протон 252
Професійна шкода 252
Психотропні засоби 252

Р

Рад 254
Радикали вільні 254
Радіаційна аварія 254
Радіаційна безпека 254
Радіаційна стійкість 273
Радіаційний ефект (радіаційний
мутагенез) 273
Радіаційний пояс Землі 273
Радіаційний фон (природний) 273
Радіація 273

- Радіація іонізуюча 273
 - Радіація короткохвильова (в атмосфері) 273
 - Радіація проникна 274
 - Радіоактивна речовина 275
 - Радіоактивне випромінювання 275
 - Радіоактивне забруднення біосфери 275
 - Радіоактивне забруднення місцевості 276
 - Радіоактивне забруднення ран 278
 - Радіоактивний розпад 279
 - Радіоактивні відходи 279
 - Радіоактивні елементи 283
 - Радіоактивні ізотопи 1283
 - Радіоактивні мінерали 187.
 - Радіоактивні препарати у медицині 283
 - Радіоактивні ряди 283
 - Радіоактивність 284
 - Радіобіологія 285
 - Радіогеологія 285
 - Радіогідрогеологія 285
 - Радіографія 285
 - Радіоекологія 285
 - Радіозахисні засоби (радіопротектори) 286
 - Радіоізотопна діагностика 286
 - Радіоліз (молекул) 286
 - Радіологічна зброя 286
 - Радіолюмінесценція 286
 - Радіометричний контроль 286
 - Радіоміметики 287
 - Радіонуклід 287
 - Радіопротектори 287
 - Радіорезистентність 287
 - Радіосенсибілізатор 287
 - Радіосенсибілізація 287
 - Радіостійкість 287
 - Радіотерапія 287
 - Радіотоксини 287
 - Радіотоксичність 287
 - Радіочутливість 290
 - Радон 290
 - Ракетно-ядерна зброя 291
 - Реконвалесценція 291
 - Рекреація 291
 - Рекультивация 292
 - Рекультивация земель 292
 - Рекуперація (відходів) 292
 - Рентгенівське випромінювання 292
 - Репарація (ДНК) 292
 - Репеленти 292
 - Респіратор 292
 - Ретикулоендотеліальна система (РЕС) 293
 - Реутилізація 293
 - Рециклізація 293
 - Ризик 293
 - Рикетсіози 293
 - Рівень випромінювання фоновий 293
 - Рівень радіоактивності 293
 - Рівень шкідливих речовин фоновий 293
 - Рівновага екологічна 293
 - Робоча зона 293
 - Родючість (грунту) 293
 - Розподіл урану 293
 - Ртутноорганічні сполуки 294
- С**
- Сальмонельози 294
 - Самоочищення 294
 - Санітарно-захисна зона (СЗЗ) 294
 - Сейсмічні хвилі 294
 - Сейсмічність 294

Сель 294
 Сенсibiliзація 294
 Сибірська виразка 295
 Сила звуку 295
 Скринінг 295
 Смертність 295
 Смог 295
 Сорбція 295
 Спеціальна обробка 295
 Споживання кисню біологічне (БСК) 295
 Споживання кисню хімічне (ХСК) 295
 Способи очищення води від радіоактивних домішок 296
 Способи очищення ґрунтів від хімічного забруднення 297
 Способи поховання рідких радіоактивних відходів 300
 Ставки біологічні 303
 Стерилізація (у медицині та біології) 303
 Стійкість екосистеми 303
 Стрес 303
 Стронцієва одиниця 303
 Стронцій 303
 Сублетальне пошкодження 304
 Сульфур оксиди 304
 Сцинтилятори 304
 Сцинтиляційний лічильник 304

Т

Тверді радіоактивні відходи 304
 Тепловидільні елементи (ТВЕли) 304
 Терміт, термітна суміш 305
 Термодеструктор 305
 Термосфера 305

Термоядерні реакції 305
 Тетраетилплумбум $Pb(C_2H_5)_4$ 305
 Тимус 305
 Толерантність 305
 Тритій 305

У

Ударна хвиля 306
 Укриття населення в захисних спорудах 306
 Ультразвук 309
 Ультрафіолетове випромінювання 309
 Ураган 309
 Уран 312
 Уранові руди 312
 Утилізація 312

Ф

Фагоцит 312
 Фактор екологічний 312
 Фактор шкідливий 312
 Флотація 312
 Фосфор 313
 Фото-динамічний ефект 313
 Фотоліз 313
 Фотон 313
 Фотохімічний смог 313
 Фреони (хладони) 313
 Фунгіцид 313

Х

Хемосорбція 314
 Хімічна зброя 314
 Хімічні методи захисту рослин 314

Хлор 314
Хлорпикрин 314
Хлорування води 314

Ц

Цвітіння води 315
Цезій 315
Центрифуги 315
Церій 315
Цунамі 316

Ч

Червона Книга 319
Число Вольфа 319
Чорнобильська трагедія 320, 6, 111

Ш

Шкала кольоровості води 323
Шлам 323
Штучні джерела опромінення 323
Шум 314
Шумозахист 314

Я

Ядерна зброя 324
Ядерна контрабанда 331
Ядерний реактор космічних апаратів
331
Ядерні двигуни 332
Ядерні полігони 333
Ядерні технології 333

Довідкове видання

ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

Довідник

В авторській редакції

Комп'ютерний набір *С. В. Мінка*
Комп'ютерна верстка *І. С. Кордюк*
Художник *Р. М. Третьяков*

Підписано до друку 18.01.2013. Формат 60×84/16.

Папір офсетний. Гарнітура «Таймс».

Умов. друк. арк. 24,22. Обл.-вид. арк. 23,58.

Тираж 300 пр. Зам. №

План 2012/13 навч. р., поз. № 8 у переліку робіт кафедри

Видавництво

Народної української академії

Свідоцтво № 1153 від 16.12.2002.

Надруковано у видавництві

Народної української академії.

Україна, 61000, Харків, МСП, вул. Лермонтовська, 27.