

МОНІТОРИНГ АНТРОПОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ

1. Мета роботи

Вивчити види й причини забруднення ґрунтів. Освоїти методи моніторингу

2.Ключові положення.

Слово «monitoring» - латинського походження. Воно означає, той, що нагадує, застерігає, попереджає. У науковий вжиток введений канадським ученим Р. Маном напередодні Стокгольмської конференції ООН з проблем навколишнього середовища (червень 1972). Професор Ман запропонував називати моніторингом “систему повторних спостережень за одним або більше елементами навколишньої природи в просторі і часі з певними цілями і наперед заданою програмою”.

Ю.А. Израель (1978) вважає, що моніторингом найбільш правильно називати “систему спостережень, що дає змогу виділити зміни стану біосфери під впливом антропогенної діяльності”.

Українські дослідники П.Г. Тищенко і М.М. Падун (1988) пропонують таке визначення : “Систему спостереження і контролю стану навколишнього середовища для визначення тенденцій його змін і попередження небажаних явищ відповідними регулюючими засобами називають моніторингом”.

Отже, маємо декілька модифікацій поняття моніторингу. З них пріоритет належить канадському вченому. Це поняття здобуло міжнародне визначення і тому саме його розуміння, на погляд, треба залишити в науковому вжитку.

Загальна схема моніторингу

Усі територіальні об’єкти поділяють на три масштабні рівні: глобальний, регіональний і локальний. Такий поділ потрібний як з огляду величини території (акваторії), так і тому, що географічні закономірності притаманні геосистемам глобального рівня не властиві геосистемам іншого рівня – регіонального чи локального.

Підконтрольні об’єкти. Вони тісно пов’язані з масштабними рівнями. Наприклад, біосфера в цілому та її частина (суходіл і океан) є підконтрольними об’єктами глобального, фізико-географічні країни, краї та області (наприклад, Карпати, Волино-Подільський край, Волинська височина) – регіонального, а фізико-географічні округи, райони (ландшафти) – локального моніторингу (табл.1).

Підконтрольними об’єктами моніторингу геосистем можуть бути лише фізико-географічні (природні), а й державно-адміністративні утворення, зокрема, транснаціональні асоціації країн (країни Спільного ринку, Скандинавські країни, країни СНД), національні країни, історичні та адміністративні регіони, водозбірні басейни, виробничі структури.

Щоб на державному рівні забезпечити зацікавлені інститути та приватних осіб достовірною інформацією про екологічний стан території, на якій вони проживають, слід найперше налагодити спостереження і контроль геосистем локального рівня, тобто поєднань однотипних ландшафтів (видів ландшафтів) та їхніх морфологічних одиниць – урочищ і фацій.

Структура. Як би підконтрольні об'єкти, структура, функції та органи управління моніторингу перебувають у прямій залежності від масштабного рівня геосистем. Структура глобального рівня складається з Світового координаційного центру моніторингу, а також мережі фонових станцій спостереження, розташованих на суходолі, переважно в біосферних заповідниках, і в океані (на островах і спеціальних наукових суднах) та відповідних комунікаційних і контрольних засобів.

Структуру регіонального рівня утворюють регіональні координаційні центри та мережа станцій (фонові, регіональні, імпульсні), розташованих у межах певного регіону разом з засобами спостереження і зв'язку.

Національну службу моніторингу переважно зіставляють або прирівнюють до структур регіонального рівня.

Структури локального рівня складаються з кадрового забезпечення, мережею станцій і постів спостереження, аналітичних лабораторій та комунікаційно-контрольних засобів. Вони повинні тісно контактувати з відомчими службами моніторингу (моніторингу земель, моніторингу вод, моніторингу лісів тощо).

Загальна схема моніторингу геосистеми.

Таблиця 1

№	Підконтрольний об'єкт	структура	Функції	Органи керування
Глобальний	1. Географічна оболонка 2. Материків і океани	1. Світовий координаційний центр моніторингу 2. Континентально-океанічний центр 3. Глобальна мережа станцій	Виявлення тенденції змін	1. ООН через свої організації в різних країнах
Регіональний	1. Краю, області 2. Національні держави	1. Регіонально координаційні центри	Оцінка стану навколишнього середовища	Міжнародні, урядові й суспільні структури
Локальний	1. Округу, райони 2. Виробничі об'єкти	Обласні служби моніторингу	Аналітико-прогнозо рекомендаційний блок	Відомчі екологічні служби

Структура національної служби моніторингу повинна бути тріступінчастою: локальні (районні) ланки об'єднані в крайові регіональні інститути (Поліський, Волино-Подільський, Придніпровський, Донецький, Таврійсько-Причорноморський, Слобідський, Карпатський, Кримський), які замикаються в “Національному центрі моніторингу геосистем”. Головною ланкою в цій структурі є Регіональний інститут. Його функції не обмежуються обробкою інформації районних експедицій і локальних спостережень, а доповнюються даними про економічний розвиток регіону, і, що дуже потрібно точними показниками про антропогенний вплив на геосистеми.

Організація Національної служби моніторингу геосистем не виключає існування альтернативних (відомчих) служб. Навпаки, наявність таких служб буде стимулювати пошуки нових концепцій, методик, аналізів і, таким чином, сприятиме об'єктивності інформації.

Функції моніторингу різних масштабних рівнів мають суттєві відміни. Якщо на глобальному рівні узагальнюється інформація, отримана з регіонів і виявляються тенденції щодо змін біосфери в цілому та її континентальних і океанічних частин, то на регіональному рівні таку інформацію збирають, обробляють і передають через національний центр моніторингу у Світовий координаційний центр. Крім цього, тут визначають оцінку стану геосистем, моделюють прогноз екологічної ситуації і виявляють тенденції зміни компонентів природи та геосистеми у межах регіону.

Функції моніторингу локальних геосистем надзвичайно різноманітні. Вони можуть бути зведені до таких чотирьох блоків: інвентаризаційно-спостережно-контрольного, аналітико-прогнозно-рекомендаційного, накопичувально-ощадного (банку даних) та комерційного.

на глобальному рівні є урядові і неурядові структури світового співтовариства, що діють під егідою ООН та інших міжнародних інститутів.

У межах певних регіонів діють відповідні міжнародні урядові наукові та громадянські структури (Балтійські, Карпатські, Чорноморські та ін..).

Національні структури створює і опікає виконавча влада через відповідні міністерства (охорони природного середовища, охорони здоров'я, сільського та лісового господарств, гідрометеослужбу та ін..) за участю вчених НАН України, галузевих академій; та вищих навчальних закладів.

На локальному рівні організацію й управління здійснює місцева влада через відповідні виконавчі структури за участю академічних та вищих навчальних закладів відповідного профілю.

Антропогенні забруднення ґрунтового покриву

Ґрунтовий покрив Землі являє собою надзвичайно важливий компонент біосфери, який відповідає за численні процеси, які відбуваються в біосфері.

Він створювався природою протягом тисячоліть, нині в результаті “нерозумної експлуатації” знаходиться в стані виснаження.

Ґрунт виконує роль біологічного поглинача, нейтралізатора і руйнівника різних забруднювачів. Якщо ця частина біосфери буде зруйнована, то функціонування біосфери безповоротно порушиться. В зв'язку з цим надзвичайно важливим є вивчення глобального біохімічного стану ґрунту, своєчасного попередження негативних змін, які відбуваються під впливом антропогенної діяльності.

Зараз охорона і раціональне використання земельних ресурсів – одна із найактуальніших проблем.

Важливість охорони ґрунтового покриву

Охорона ґрунтів від забруднень є важливим завданням людини, тому що будь-які шкідливі з'єднання, що перебувають у ґрунті, рано або пізно попадають в організм людини.

По-перше, відбувається постійне вимивання забруднень у відкриті водойми й ґрунтові води, які можуть використатися людиною для питва й інших потреб.

По-друге, ці забруднення із ґрунтової вологи, ґрунтових вод і відкритих водойм попадають в організми тварин і рослин, що вживають цю воду, а потім по харчових ланцюжках знов-таки попадають в організм людини.

По-третє, багато шкідливих для людського організму з'єднань мають здатність кумулюватися в тканинах, і, насамперед, у кістках.

По оцінці дослідників, у біосферу надходить щорічно близько 20 - 30 млрд. т. твердих відходів, з них 50 - 60 % органічних сполук, а у вигляді кислотних агентів газового або аерозольного характеру - близько 1 млрд. т.

Різні ґрунтові забруднення, більшість із яких антропогенного характеру, можна розділити по джерелу надходження цих забруднень у ґрунт:

- 1) З атмосферними опадами. Багато хімічних сполук, що попадають в атмосферу в результаті роботи підприємств, потім розчиняються в крапельках атмосферної вологи й з опадами випадають у ґрунт. Це, в основному, гази - оксиди сірки, азоту й ін. Більшість із них не просто розчиняються, а утворюють хімічні сполуки з водою, що мають кислотний характер. У такий спосіб утворюються кислотні дощі.
- 2) Пили, що осаджуються у вигляді аерозолів. Тверді й рідкі з'єднання при сухій погоді звичайно осідають безпосередньо у вигляді пилу й аерозолів. Такі забруднення можна спостерігати візуально, наприклад, навколо котелень узимку сніг чорніє, покриваючись частками сажі. Автомобілі, особливо в містах і біля доріг, вносять значну лепту в поповнення ґрунтових забруднень.
- 3) При безпосередньому поглинанні ґрунтом газоподібних з'єднань. У суху погоду гази можуть безпосередньо поглинатися ґрунтом, особливо вологим.
- 4) З рослинним опадом. Різні шкідливі з'єднання, у будь-якому агрегатному стані, поглинаються листами через продиhi або осідають на поверхні. Потім, коли листи опадають, всі ці з'єднання надходять таки в ґрунт.

Класифікація ґрунтових забруднень

Забруднення ґрунту важко класифікуються, але якщо узагальнити й виділити головне, то спостерігається наступна картина :

1) **Сміттям, викидами, відвалами, відстійними породами.** У цю групу входять різні за характером забруднення змішаного типу, що включають як тверді, так і рідкі речовини, не занадто шкідливі для організму людини, але ґрунту, що засмічують поверхню, що утрудняють ріст рослин на цій площі.

2) **Важкими металами.** Даний вид забруднень уже становить значну небезпеку для людини й інших живих організмів, тому що важкі метали нерідко мають високу токсичність і здатністю до кумуляції в організмі. Найпоширеніше автомобільне паливо - бензин містить дуже отрутне з'єднання - тетраетилсвинець, що містить важкий метал свинець, що попадає в ґрунт. З інших важких металів, з'єднання яких забруднюють ґрунт, можна назвати Cd (кадмій), Cu (мідь), Cr (хром), Ni (нікель), Z (кобальт), Hg (ртуть), As (миш'як), Mn (марганець).

3) **Пестицидами.** Ці хімічні речовини в цей час широко використовуються як засоби боротьби зі шкідниками, хворобами, бур'янами культурних рослин і тому можуть перебувати в ґрунті в значних кількостях. По своїй небезпеці можуть перебувати в ґрунті в значних кількостях. По своїй небезпеці для тварин і людини вони наближаються до попередньої групи. Саме із цієї причини був заборонений для

використання препарат ДДТ (дихлор-дифеніл-трихлорметилметан), що є хімічною стійкістю, не розкладаючись протягом десятків років. Сліди ДДТ були виявлені дослідниками навіть в Антарктиді! Пестициди губительно діють на ґрунтову мікрофлору: бактерії, актиноміцети, гриби, водорості.

4) **Микотоксинами.** Дані забруднення не є антропогенними, тому що вони виділяються деякими грибами, однак, по своїй шкідливості для організму вони коштують в одному ряді з перерахованими забрудненнями ґрунту.

5) **Радіоактивними речовинами.** Радіоактивні з'єднання коштують трохи обособлено по своїй небезпеці, насамперед тому, що по своїх хімічних властивостях вони практично не відрізняються від аналогічних не радіоактивних елементів і легко проникають в усі живі організми, вбудовуючись у харчові ланцюжки. З радіоактивних ізотопів можна відзначити як приклад один найнебезпечніший – ^{90}Sr (стронцій-90). Даний радіоактивний ізотоп має високий вихід при ядерному розподілі (2 - 8 %), великий період напіврозпаду (28,4 роки), хімічний засіб з кальцієм, а, виходить, здатність відкладатися в кісткових тканинах тварин і людини.

б) Забруднення відходами.

Відходи – це непридатні для виробництва даної продукції види сировини, його невикористовувані залишки або виникаючі в ході технологічного процесу речовини (тверді, рідкі, газоподібні), які не використовуються в даному виді виробництва. Причому, термін «виробництво» у даному контексті включає й сферу споживання. Відповідно, залежно від місця утворення (по галузевому принципі) відходи ділять на промислові, будівельні, транспортні сільськогосподарські, військові, побутові й т.д.

Санітарна охорона ґрунту. Мета санітарної охорони ґрунту полягає в збереженні такої його якості, при якому він не був би фактором передачі заразних для людини й тварин захворювань і не привів б до прямих або непрямих, по екологічних ланцюжках (ґрунт — рослина — тварина — людина; ґрунт — повітря — людина), гострих або хронічних отруєнь екзогенними хімічними *речовинами* з можливими віддаленими наслідками. Заходи щодо санітарної охорони ґрунту підрозділяються на наступні групи:

1. Санітарно-технічні заходи (збір, видалення, знешкодження й утилізація відходів, що забруднюють ґрунт).

2. Технологічні заходи, спрямовані на створення безвідхідних і маловідхідних технологічних схем виробництв, що зменшують або *знижують до мінімуму* утворення відходів.

3. Планувальні заходи, що стосуються наукового обґрунтування й дотримання величини санітарно-захисних зон між очисними спорудженнями й житловими будинками, місцями водозабору, вибору схем руху автотранспорту, вибору земельних ділянок під очисні спорудження.

4. Законодавчі, організаційні й адміністративні заходи.

Однак якщо ґрунт уже заражений, його необхідно очистити й відновити. Найбільше часто при знезаражуванні ґрунту застосовується процес промивання. Цей процес переслідує дві мети.

1. Механічний вплив і обробка води (іноді з добавками). Фізично видаляють забруднення із ґрунтових часток.

2. Перемішування ґрунтових часток дозволяє відокремити сильно забруднені дрібні частки від більших ґрунтових часток, тим самим знижуючи обсяг матеріалу, що вимагає подальшої обробки, і витрати на процес знезаражування.

Таким чином, цей процес заснований на використанні води з наступним зменшенням обсягу робіт, при якому небезпечні забруднюючі речовини вилучаються й концентруються за допомогою фізичних і хімічних методів у невеликій частині осаду. Основна концепція

процесу складається в переносі забруднюючих речовин із ґрунту в промивну воду з наступним їхнім вилученням. Очищений ґрунт може бути повернутий на поля або знайти корисне застосування. невеликий обсяг, Що Залишився, забрудненого осадового ґрунту, що залишився, може бути оброблений речовинами, які руйнують або зв'язують забруднювачі. До фізичних методів обробки ґрунтів відносяться: подрібнення, просіювання, мокре сортування, притирочне роздрібнення, сепарація в щільному середовищі, флотація, гравітаційний осад й механічне зневоднювання. Відповідними хімічними засобами є детергенти, активні-поверхнево-активні речовини, речовини, що викликають утворення хелатних з'єднань, коагулянти, флокулянти. Промивання є ефективним методом обробки як ґрунтів, так і донних відкладень рік, озер й ін.

Процес може бути ефективним й економічно виправданим, коли забруднена ґрунт або донні відкладення містять не більше 40% мулу, а частки глини мають розміри не більше 63 мікронів. Вміст твердих органічних речовин не повинен перевищувати 20% обсягу.

До типових небезпечних забруднень, які ефективно видаляються цим методом, відносяться:

- донні відкладення, насичені нафтопродуктами;
- радіоактивні забруднення;
- важкі метали;
- креозот;
- пестициди,
- ціаніди.

3. Ключові питання

1. Визначення моніторингу.
2. Структура моніторингу.
3. В чому полягає екологічне значення ґрунту і важливість його охорони?
4. Які джерела надходження антропогенних забруднень ґрунту?
5. Класифікація ґрунтових забруднень.
6. Які відходи промисловості належать до категорії надзвичайно небезпечних?
7. В чому полягає небезпека використання пестицидів?
8. Гігієнічне значення ґрунту.

4. Домашнє завдання

1. Для успішного використання та захисту лабораторної роботи студенту необхідно вивчити літературу [].
2. Підготуватися до дискусії на тему: "Екологічне значення ґрунту".

5. Методика проведення заняття

До занять студент повинен ознайомитись з підручником "Математичні методи розв'язання економіко-екологічних задач" ред.. А.Ф. Кабак. Од. 2005. с. 196; потім розв'язуючи ситуаційні задачі, повинен освоїти методику забруднення і очищення ґрунту.

5.1. Лабораторне завдання

1. Вивчити і законспектувати що таке моніторинг, його типи, види забруднення ґрунту, способи очищення.
2. Ознайомитись з методикою розв'язання задач.
3. Розв'язати ситуаційні задачі за даними викладача.
4. Результати відобразити в протоколі і зробити висновки.

5.2. Ситуаційне завдання із застосуванням лінійного програмування в екологічних задачах, пов'язаних з ґрунтом

Задача 1. В регіоні прогнозується будівництво трьох комбінатів з переробки сміття, який поставляється п'ятьма промисловими агломераціями і містами. Щоденно планується сміття (бавовняне, харчове, поліетиленові відходи, скло і будівельні відходи) відповідно 2,4,8,10,6 млн.т. Відома матриця коефіцієнтів C_{ij} відстаней в км від і-го поставщика j-му комбінату з його переробки, $\forall i = \overline{1,5}$, а $j = \overline{1,3}$.

$$\|C_{ij}\| = \begin{bmatrix} 30 & 40 & 60 \\ 60 & 50 & 70 \\ 100 & 40 & 40 \\ 50 & 50 & 40 \\ 70 & 70 & 100 \end{bmatrix}$$

Визначити оптимальну потужність комбінатів в млн.. т переробки сміття в рік так, щоб відходи міст і промисловості були перероблені і вартість (в тоннокілометрах) була мінімальною. Потужність кожного комбінат не перевищує 20 млн. т переробки сміття в рік.

Задача 2. В регіоні працює п'ять шахт Π_i ($i = \overline{1,5}$), які мають однорідні відходи виробництва. Ці відходи необхідно перевозити чотирьом комбінатам K_j ($j = \overline{1,4}$) з переробки відходів. Задана матриця коефіцієнтів C_{ij} – вартості перевезень відходів від і-ї шахти j-му комбінату, $\forall i = \overline{1,5}$, а $j = \overline{1,4}$.

$$\|C_{ij}\| = \begin{bmatrix} 10 & 1 & 2 & 8 \\ 8 & 3 & 1 & 1 \\ 6 & 5 & 6 & 4 \\ 4 & 7 & 9 & 6 \\ 3 & 4 & 2 & 6 \end{bmatrix}$$

Кількість відходів шахт 20, 30, 40, 50, 60, потужність комбінатів 45, 55, 51, 49.

Розрахувати план перевозок, задовольнити потужності комбінатів при мінімальній вартості перевозок.

АТМОСФЕРА: ВИДИ ЗАБРУДНЕНЬ І МЕТОДИ ОЧИЩЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

1. Мета роботи.

Вивчення причин і видів забруднення повітряного басейну, післядії забруднення. Ознайомлення з методиками очищення повітря та прогнозування його стану на майбутнє.

2. Ключові положення

Повітряні оболонки нашої планети – атмосфера – захищає живі організми від згубної дії ультрафіолетового випромінювання Сонця і інших жорстких космічних випромінювань. Вона також захищає Землю від метеоритів і космічного пилу.

Атмосфера підтримує тепловий баланс. Атмосферне повітря – це джерело дихання людини, тварин, синтезу хімічних речовин. Вона являється матеріалом для охолодження різних промислових і транспортних установок, а також середовищем, в яке викидаються відходи життєдіяльності людини, тварин і рослин.

Відомо, що без їжі людина прожити біля 5 тижнів, без води – біля 5 діб, а без повітря не проживе і 5 хвилин. Потреба людини в чистому повітрі складає від 5 до 10 л/хвилину, або 12-15 кг/добу.

Людство знаходиться на дні Великого повітряного океану. Найбільше вивчений участок атмосфери простирається від рівня моря до висоти 100 м. В цілому атмосфера ділиться на декілька сфер: тропосфера, літосфера, стратосфера, мезосфера, іоносфера (термосфера), екзосфера. Границі між сферами називають паузами. За хімічним складом атмосфера Землі поділяється на нижню (до 100 км) і верхню – гетеросферу, яка має неоднорідний хімічний склад. Крім газів в атмосфері присутні різні аерозолі – пилоподібні або водяні частинки, які знаходяться в газоподібному середовищі в зваженому стані. Вони можуть бути як природного так і техногенного походження.

Тропосфера – це приземна нижня частина атмосфери, в якій існує більшість живих організмів в тому числі і людина. В цій сфері зосереджено більше 80% маси всієї атмосфери. Її потужність (висота на земній поверхні) визначається інтенсивністю вертикальних потоків повітря, які залежать від температури земної поверхні. В зв'язку з цим на екваторі вона досягає висоти 16–18 км, в середніх широтах – до 10–11 км, а на полюсах – до 8 км. Відмічено закономірне зниження температури повітря від висоти в середньому на 0,6° С на кожні 100 м.

В тропосфері знаходиться більша частина космічного і антропогенного пилу, водяного пару, кисню, інертних газів і азоту. Вона практично прозора для короткохвильової сонячної радіації. Разом з тим водяні пари, озон, вуглекислий газ, які знаходяться в атмосфері, достатньо сильно вбирають теплове (довгохвильове) випромінювання планети, в результаті чого відбувається деяке нагрівання тропосфери.

Це призводить до вертикального переміщення повітряних потоків, конденсації водяних парів, утворенню хмар і опадів.

На рівні моря склад атмосферного повітря такий: 78% азоту, 21% кисню, незначну кількість інертних газів, вуглекислого газу, метану, водню.

Стратосфера – розміщена вище тропосфери до висоти 50–55 км.

Температура біля її верхньої границі росте в зв'язку з присутністю озона.

Мезосфера – верхня границя цього шару фіксується на висоті 80 км. Головна її особливість – це різке зниження температури (до -75°C – -90°C) біля верхньої границі. Тут спостерігаються так звані сріблясті хмари, які складаються із льодяних кристалів.

Іоносфера (термосфера) – досягає висоти 800 км. Для неї характерне суттєве підвищення температури (більше $+1000^{\circ}\text{C}$). Під дією ультрафіолетового випромінювання Сонця газів атмосфери знаходяться в іонізованому стані. З цим пов'язано виникнення полярного сяйва, я свічення газів. Іоносфера має властивості багаторазового відбиття радіохвиль, що забезпечує далекий радіозв'язок на Землі.

Екзосфера – розповсюджується від висоти 800 км до висоти 2000–3000 км.

Температури тут досягають $+2000^{\circ}\text{C}$. Важливим є той факт, що швидкість руху газів наближається до критичного значення 11,2 км/с. В складі переважають атоми водню і гелію, які формують навколо нашої планети так звану корону, яка досягає висоти 20 тис. км.

Антропогенний вплив на атмосферу

В основному існують три основні джерела забруднення атмосфери: промисловість, побутові котельні, транспорт. Для кожного із цих джерел в загальному забрудненні повітря суттєво відрізняється в залежності від місця.

Важливою проблемою є дотримання екологічних вимог при експлуатації підприємств, споруд та при інших видах діяльності. Ці вимоги можна реалізувати на підставі впровадження та більш ефективного використання природоохоронних заходів, серед котрих чільне місце посідають заходи щодо попередження забруднення атмосфери, оскільки будь-яке порушення чистоти атмосферного повітря обов'язково впливає на стан води та землі. У зв'язку з цим заходи з охорони повітря повинні забезпечувати збереження рослинного і тваринного світу. Таким чином, охорона навколишнього природного середовища від шкідливого біологічного впливу вимагає комплексного підходу до вирішення проблеми попередження забруднення атмосфери та води викидами промислових підприємств.

Під забрудненням атмосферного повітря розуміють збільшення концентрації фізичних, хімічних та біологічних компонентів понад рівень, що виводить природні системи зі стану рівноваги. Серед промислових викидів основними джерелами забруднення атмосферного повітря є низькі технологічні та вентиляційні викиди (світлові та вентиляційні ліхтарі цехів, труби вентиляційних установок тощо) неперервної дії, котрі складають близько 80% від загальної кількості викидів. Надзвичайно важливою особливістю таких викидів, з точки зору забруднення атмосфери є те, що максимальні концентрації шкідливих речовин існують у безпосередній близькості від місця їхнього виникнення, а не на п'ятнадцятикратній від висоти труб віддалі, що притаманно для високих джерел.

Отже, промислові викиди в атмосферу несприятливо впливають перш за все на людину та навколишнє середовище, а найбільш важкі форми прояву спостерігаються на промислових майданчиках та прилеглих до них територіях. Саме тут виникають найбільш високі концентрації шкідливих речовин в атмосферному повітрі, котрі перевищують гранично допустимі концентрації в 2–5, а нерідко і в більше разів, і саме на цих територіях акумулюється їхня основна маса ґрунтом та поверхнею водоймищ. У зв'язку з цим особливо гострою є проблема запобігання забруднення атмосфери міст, де зосереджена більша частина населення та промисловості.

Причиною несприятливої екологічної ситуації є невирішені проблеми, пов'язані з реалізацією природоохоронних заходів, недосконалістю методичних матеріалів з проектування повітроочисних пристроїв, недостатністю вихідних даних для проведення екологічних експертиз продукції, що випускається, та розроблених технологічних процесів.

Промислові викиди в атмосферу поширюються на значну відстань, забруднюючи приземний шар повітря не лише на промислових майданчиках, але й на прилеглих населених територіях. Суттєвий вплив на рівень забруднення повітря справляють організовані та неорганізовані технологічні викиди.

Існуюча нормативно-технічна документація допускає граничне забруднення повітряного середовища в місцях повітроприймальних пристроїв систем промислової вентиляції, воно становить 0,3 ГДК, а забруднення повітряного середовища викидами з вентиляційних систем не повинне перевищувати 1 ГДК. Однак на багатьох підприємствах згадані вимоги не виконуються, а забрудненість повітря нерідко перевищує не лише ГДК, але й норми ГДВ в декілька разів.

Систематична або періодична наявність в атмосферному повітрі населених пунктів шкідливих речовин з концентраціями, що перевищують нормативні величини, призводить до захворювань, навіть ракових, до поширення серед частини населення токсикоманії, ускладнює перебіг серцево-судинних захворювань, сприяє виникненню та розвитку захворювань дихальної і нервової систем людини. Дослідження показують, що в місцевостях з порівняно невисоким рівнем забрудненості повітряного середовища частота захворювань органів дихання зростає в 2 та більше разів, а при високому рівні забруднення – в 4-10 разів. Від впливу забруднюючих в першу чергу страждають діти. Шкода, котрої зазнають діти, в декілька разів перевищує шкоду, завдану здоров'ю дорослих. Про це свідчать результати досліджень, проведених фахівцями Каліфорнійського університету. І трагедія, котра сталася в Чернівцях в 1988 році, цей висновок підтверджує. Н зростання шкідливих викидів в першу чергу зреагували діти. У дітей, котрі мешкали в центрі міста, повністю або частково стали випадати волосся (алопеція).

Встановлено, що постійне перевищення допустимої концентрації лише одного з видів контрольованих забруднюючих речовин призводить до підвищення захворюваності в 1,7 раза, а в деяких вікових групах – до трьох років.

Забруднення атмосфери справляє також безпосередній вплив на фасади будівель, декоративні прикраси, автомобілі, пам'ятники, одяг тощо. Наприклад, згідно з дослідженнями лабораторії економіки Сумського філіалу ХПІ, у Волинській області, де чисте повітря, фарбування автомобілів здійснюється один раз на два роки, а на Донбасі – два рази на рік. Викиди токсичних речовин (сірчистого та сірчаного ангідридів, сірководню, аміаку, пилу) скорочують термін експлуатації одягу на 5%, зумовлюють необхідність частого прання, зниження прозорості скла в будівлях та спорудах, що викликає підвищену витрату електроенергії. Результати досліджень показують, що в місті з населенням 100 тис. чоловік додаткові видатки на експлуатацію житлових та громадянських будинків складають більше 35%, на побутові потреби – 18%, на озеленення – 14%, на прибирання території в зв'язку з пиловими викидами – 15%, витрати, пов'язані зі зростанням споживання води – на 10%.

Визначення ступеня забрудненості атмосфери

Згідно з нормативно-технічною документацією нормування якості навколишнього природного середовища здійснюється з метою встановлення гранично допустимих норм впливу на навколишнє середовище, що гарантує екологічну безпеку населення та збереження генетичного фонду, забезпечує раціональне використання і відтворення природних ресурсів за умов стійкого розвитку господарської діяльності. В Україні розроблені та діють нормативи ГДК, перевищення котрих за певних умов негативно впливає на здоров'я людини.

У табл.1 наведено ГДК деяких найбільш поширених шкідливих речовин. Як видно навіть з цього невеликого переліку, нижня межа токсичності шкідливих речовин, тобто їх ГДК, сильно відрізняється.

У випадку присутності в атмосферному повітрі декількох речовин, які мають здатність до сумарної дії, сума їхньої концентрації не повинна перевищувати одиниці при розрахунку за виразом:

$$\frac{G_1}{ГДК_1} + \frac{G_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{G_n}{ГДК_n} \leq 1, \quad (1)$$

де G_1, G_2, \dots, G_n – фактичні концентрації речовин в атмосферному повітрі;

$ГДК_1, ГДК_2, \dots, ГДК_n$ – гранично допустимі концентрації тих самих речовин.

У табл. 2.1 $ГДК_{с.д.}$ – середньодобова гранично допустима концентрація забруднювача в повітрі, котра не справляє на людину опосередкованої шкідливої дії при цілодобовому вдиханні;

$ГДК_{м.р.}$ – максимально разова гранично допустима – концентрація забруднювача в повітрі (населених місць), що не викликає рефлекторних реакцій в організмі людини.

Таблиця 2.1 Гранично допустимі концентрації (мг/м³) деяких шкідливих речовин для повітря населених місцевостей

Речовина	$ГДК_{с.д.}$	$ГДК_{м.р.}$	К
Тверді речовини (пил)	0,15	0,2	3,0
Двоокис сірки	0,05	0,5	1,0
Двоокис азоту	0,04	0,085	0,8
Окис азоту	0,06	0,4	1,2
Окис вуглецю	3,0	5,0	60
Аміак	0,04	0,2	0,8
Хлористий водень	0,2	0,2	4,0
Ціанистий водень	0,01	–	0,2
Окис кадмію	0,001	–	0,02
Свинець	0,0003	0,03	0,006
Сірководень	0,005	0,03	0,1
Бенз(а)пірене	0,000001	–	0,00002
Фенол	0,003	0,01	0,06
Формальдегід	0,003	0,035	0,06
Фтористий водень	0,005	0,2	0,1

Примітка: $K = \frac{ГДК_{сл}^{реч}}{ГДК_{сл}^{реч}}$. На тих територіях, які підлягають посиленій охороні,

встановлюються більш жорсткі вимоги – $ГДК$ повинні бути зменшені на 20%.

Ефект сумачії мають: ацетон, акролеїн, фталевий ангідрид; ацетон та фенол; ацетон та ацетофенол; ацетон та фурфурол, формальдегід, фенол; ацетальдегід та вінілацетат; аерозолі п'ятиокису ванадію та окисів марганцю; аерозолі п'ятиокису ванадію та сірчистий ангідрид; аерозолі п'ятиокису ванадію та триокису хрому; бензол та ацетофенон; вольфрамовий та сірчистий ангідриди; гексахлоран та фозо лон; 1,2-дихлорпропан, 1,2,3-трихлорпропан та тетрахлоретилен; ізобутенилкарбінол, диметилвінілкарінол; озон, двоокис азоту та формальдегід; окис вуглецю, двоокис азоту та формальдегід; окис вуглецю, двоокис азоту, формальдегід, гексан; сірчистий ангідрид та аерозоль сірчаної кислоти; сірчаний ангідрид та аерозоль сірчаної кислоти; сірчаний ангідрид та нікель металевий; сірчистий ангідрид та

сірководень; сірчистий ангідрид та двоокис азоту; сірчистий ангідрид, окис вуглецю, пил конверторного виробництва; сірчистий ангідрид, окис вуглецю, двоокис азоту та фенол; сірчистий ангідрид та фенол; сірчистий ангідрид та фтористий водень; сірчаний та сірчистий ангідриди, аміак та окиси азоту; сильні мінеральні кислоти (сірчана, соляна та азотна); фенол та ацетофенон; фурфурол, метиловий та етиловий спирти; циклогексан та бензол; етилен, пропілен, бутилен, амілен.

Ефект потенціювання притаманний таким речовинам:

бутилакрилат та метилметакрилат з коефіцієнтом 0,8; фтористий водень та фторсолі з коефіцієнтом 0,8.

Потенціювання – взаємне посилення впливу двох або більше кількості агентів навколишнього середовища, при котрому сумарний ефект їхнього взаємного впливу перевищує суму ефектів, що виникають при ізольованій дії кожного з цих агентів зокрема.

Речовини, для котрих не визначені ГДК населених місць, оцінюються за орієнтовними безпечними рівнями впливу ОБРВ.

Для того, щоб визначити стан забруднення повітря декількома речовинами, що діють одночасно, часто використовують комплексний показник – **індекс забруднення атмосфери (ІЗА)**. Для його розрахунку, нормовані на відповідні значення ГДК, середні концентрації домішок за допомогою розрахунків приводять до концентрації двоокису сірки (коефіцієнт **К** в табл.3.8), а отримані значення додають. Отриманий таким чином показник ІЗА вказує, у скільки разів сумарний рівень забрудненості атмосфери кількома речовинами перевищує ГДК двоокису сірки.

Для кожного населеного пункту визначено конкретний перелік п'яти пріоритетних домішок, за котрими розраховується індекс забруднення атмосфери ІЗА₅.

Викиди характеризуються кількістю забруднюючих речовин, їхнім хімічним станом, концентрацією, агрегатним станом.

Промислові викиди поділяються на організовані та неорганізовані. Організовані промислові викиди – це викиди, що надходять в атмосферу через спеціально споруджені газоходи, повітропроводи та труби.

Неорганізовані викиди надходять в атмосферу у вигляді ненапрямлених потоків внаслідок порушення герметизації, невиконання вимог охорони атмосфери при навантаженні та розвантаженні, порушення технології виробництва або несправності обладнання.

За агрегатним станом викиди поділяються на 4 класи:

- I.– газоподібні та пароподібні;
- II.– рідкі;
- III.– тверді;
- IV.– змішані.

За величиною маси викиди об'єднані в 6 груп, т/доб: 1 група – маса менше 0, 01 включно; 2 група – від 0,01 до 0,1; 3 група – від 0,1 до 1; 4 група – від 1 до 10; 5 група – від 10 до 100; 6 група – понад 100.

Викиди підлягають періодичній інвентаризації, під котрою слід розуміти систематизацію відомостей про розподіл джерел викидів на території об'єкта, їхню кількість та склад.

Метою інвентаризації (рис.2.1) є визначення викидів шкідливих речовин, що надходять в атмосферу від об'єктів; оцінка впливу викидів на навколишнє середовище, встановлення ГДВ або ТВП; вироблення рекомендацій з організації контролю викидів; оцінка стану очисного обладнання та екологічності технологій і виробничого обладнання; планування черговості природоохоронних заходів.



Рисунок. 2.1 Схема алгоритму інвентаризації викидів в атмосферу

Інвентаризація здійснюється один раз на 5 років згідно з Інструкцією з інвентаризації викидів забруднюючих речовин в атмосферу. Джерела забруднення атмосфери визначається на основі схем виробничого процесу підприємства. Для діючих підприємств контрольні точки встановлюються по периметру санітарно-епідеміологічної станції.

Основними параметрами, котрі характеризують викиди забруднюючих речовин в атмосферу, є вид виробництва, джерело виділення шкідливих речовин, джерело викиду, число джерел викидів, координати розташування викиду, висота джерела викиду, діаметр уста труби, параметри газоповітряної суміші на виході з джерела викиду (швидкість, об'єм, температура), характеристика газоочисних пристроїв, види та кількість шкідливих речовин тощо.

Шкідливі речовини, що потрапляють в атмосферу від промислових та транспортних підприємств, енергетичних установок, транспортних засобів, розчиняються в повітрі та

переносяться рухомими потоками повітря на великі віддалі. Розсіювання забруднень призводить до зниження концентрації шкідливих речовин в зонах їхнього викиду та до одночасного збільшення площ із забрудненим повітрям.

На характер поширення шкідливих речовин в атмосфері та на величину зон забруднення впливають метеорологічні умови (горизонтальний та вертикальний рух мас повітря, їх швидкість, температура, вологість, дощ, сніг, наявність хмар).

Крім метеорологічних факторів, на розсіювання забруднень впливає рельєф місцевості, наявність лісів, водоймищ, гір тощо. На забрудненість міст та населених пунктів впливає їхнє планування та озеленення.

Розрахунок забруднення атмосфери викидами промислових підприємств виконується згідно з Методикою розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, що містяться у викидах підприємств (ОНД-86) або за Збірником методик розрахунку концентраційних викидів в атмосферу забруднюючих речовин різними виробництвами.

Визначення категорії небезпечності підприємств залежно від характеру забруднюючих речовин, які викидають в атмосферу.

Для визначення категорії небезпечності підприємств використовують дані про викиди забруднюючих речовин в атмосферу за формою статистичної звітності 2-повітря. При цьому в цій формі необхідно розшифрувати графи “вуглеводні” та “інші” і не потрібно наводити інформацію про сумарні викиди шкідливих речовин в атмосферу від групи підприємств.

Категорію небезпечності підприємств (КНП) розраховують за виразом:

$$\text{КНП} = \sum_{i=1}^n \left[\frac{M_i}{\text{ГДК}_{\text{с.д}}} \right]^{a_i}, \quad (2)$$

де M_i – маса викиду i -ї речовини, т/рік;

$\text{ГДК}_{\text{с.д.}}$ – середньодобова гранично допустима концентрація i -ї речовини, мг/м³;

n – кількість шкідливих речовин, які викидаються підприємством і забруднюють атмосферу;

a_i – безрозмірна константа, яка дозволяє порівняти ступінь шкідливості i -ї речовини зі шкідливістю сірчистого газу (визначається за табл.2)

Таблиця 2. Безрозмірна константа у відповідності з класом небезпечності речовин

Константа	Клас небезпечності речовин			
	1	2	3	4
a_i	1,7	1,3	1,0	0,9

Для розрахунку КНП за відсутності середньодобових значень ГДК використовують значення максимально разових ГДК, ОБРВ або зменшені в десять разів значення ГДК робочої зони забруднюючих речовин.

Значення КНП щодо речовин, для котрих відсутня інформація про ГДК або ОБРВ, порівнюють до маси викидів даних речовин. За величиною КНП підприємства поділяються на 4 категорії небезпечності. Граничні умови для виділення підприємства за категоріями небезпечності наведено в табл. 3.

Таблиця 3. Категорії небезпечності підприємств і граничні значення КНП

Категорії небезпечності	Значення КНП	СЗЗ, м
-------------------------	--------------	--------

I	$\geq 10^8$	1000
II	$10^8 > \text{КНП} \geq 10^4$	500
III	$10^4 > \text{КНП} \geq 10^3$	300
IV	$< 10^3$	100

У залежності від тієї чи іншої категорії небезпечності підприємства здійснюється облік викидів забруднюючих речовин в атмосферу і запроваджується періодичність контролю за викидами підприємств, а також призначається санітарно-захисна зона від джерел забруднень до житлових районів (СЗЗ).

Як приклад, розглянемо викиди, що забруднюють атмосферне повітря електродного заводу та визначимо категорію цього підприємства (табл. 4)

Розрахуємо КНП цього підприємства:

$$\text{КНП} = \left[\frac{4663,293}{0,15} \right]^1 + \left[\frac{8992,420}{3} \right]^{0,9} + \left[\frac{727,285}{0,05} \right]^1 + \left[\frac{150}{0,04} \right]^{1,3} + \left[\frac{0,6646}{0,000001} \right]^{1,7} + \left[\frac{911,579}{0,2} \right]^{1,3} = 7901229924.$$

Таблиця 4. Викиди за інгредієнтами і класом небезпечності речовин, які виділяються.

Назва речовин, які виділяються	ГДК _{с.д.} , мг/м ³	Клас небезпечності	Викид, т/рік
Зважені речовини (пил)	0,15	3	4663,293
Окис вуглецю	3,0	4	8992,420
Сірчистий ангідрид	0,05	3	727,285
Двоокис азоту	0,04	2	150,000
Бенз(а)пірен	0,000001	1	0,665
Смолисті	0,02 (0,2 = ГДК роб.зони)	2	911,579

Отримане значення КНП перевищує 10^8 , що є свідченням того, що цей завод є джерелом забруднення довкілля і відноситься до 1 категорії за забрудненням атмосфери. Оцінити ступінь забруднення атмосфери речовинами, що виділяються, можна на підставі чисельного результату, отриманого від піднесення до степені відповідного члена, що входить у рівняння. Розташуємо речовини, що виділяються підприємством, з-а ступенем забруднення атмосфери (СЗА) (табл.5).

Таблиця 5. Розподіл шкідливих речовин за ступенем забруднення атмосфери

Бенз(а)пірен	7900000000
Смолисті	1138660
Двоокис азоту	44283
Пил	31089
Сірчистий ангідрид	14546
Окис вуглецю	1346

Розрахунок викидів шкідливих речовин автомобільним транспортом

Переважає більшість підприємств має парк автомобілів різних типів, у зв'язку з чим виникає необхідність розрахунку річного викиду шкідливих речовин автомобільним транспортом та включення цих даних у планові форми з метою здійснення державного обліку цих викидів та розробки заходів щодо їхнього зниження на всіх рівнях планування, контролю та обліку.

В основу методики розрахунку викидів шкідливих речовин автомобільним транспортом покладено середній питомий викид автомобілів окремих груп (вантажні, автобуси, легкові). При цьому викид шкідливих речовин коректується в залежності від технічного стану автомобілів, їхнього середнього віку, а також від впливу природних кліматичних умов.

Для автомобілів парку підприємства маса викидів за розрахунковий період i часу j -речовини (M_j^r) при наявності в групі автомобілів з різними типами двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) – бензиновими, дизельними, газовими тощо – визначається за формулою

$$M_j^r = \sum_i \sum_k m_{jik} L_{ik} \prod_n R_{jik}, \quad (3)$$

де i – кількість груп автомобілів;

m_{jik} – питома вага викиду j -ї шкідливої речовини автомобілем, i – групи з двигуном k -го типу розрахунковий період (включаючи пробіговий викид з врахування картерних викидів і випаровувань пального), г/кг;

L_{ik} – пробіг автомобілів i -ї групи з двигуном k -го типу на розрахунковий період, млн км;

$\prod R_{jik}$ – добуток коефіцієнтів впливу n факторів на викид j -ї шкідливої речовини автомобілями i -ї групи з двигуном k -го типу.

Коефіцієнт впливу визначається за табл. 6

Таблиця 6. Коефіцієнт впливу для різних груп автомобілів

Групи автомобілів	Коефіцієнт впливу викидів					
	Окису вуглецю		вуглеводнів		Окисів азоту	
	СВП	РТС	СВП	РТС	СВП	РТС
Вантажні й вантажні спеціальні з бензиновими ДВЗ	1,33	1,69	1,20	1,86	1,0	0,8
Вантажні і вантажні спеціальні з дизельними ДВЗ	1,33	1,80	1,20	2,0	1,0	1,0
Автобуси з бензиновими ДВЗ	1,32	1,69	1,20	1,86	1,0	0,8
Автобуси з дизельними ДВЗ	1,27	1,80	1,17	2,0	1,0	1,0
Легкові службові й спеціальні	1,28	1,63	1,17	1,83	1,0	0,85
Легкові індивідуального користування	1,28	1,62	1,17	1,78	1,0	0,9

Примітка СВП – середній вік парку, РТС – рівень технічного стану

Наведений в табл. 7 склад шкідливих речовин не відбиває повною мірою кількісного складу шкідливих домішок у відпрацьованих газах автомобілів з ДВЗ дизельного типу (табл. 7).

Таблиця 7. Кількісний склад шкідливих домішок, мг/м³ у відпрацьованих газах

Компоненти	Двотактні дизелі		Чотиритактні дизелі	
	Холостий хід	100 % навантаження	Холостий хід	100 % навантаження
Двоокис вуглецю	1,70	2,20	1,20	2,10
Монооксид вуглецю	1100,00	1100,00	700,00	1300,00
Акролеїн	24,00	31,20	2,90	0,86
Оксиди азоту	650,00	900,00	90,00	87,00
Двоокис сірки	1600,00	1700,00	1800,00	1800,00
Сажа	0,18	0,09	0,12	0,07
Пари палива	3,00	25,00	3,00	25,00

Примітка: для діоксиду вуглецю якісний склад наведено у відсотках.

Частку шкідливих домішок, що проникають у повітряне середовище через нещільність двигуна та його газоповітряний тракт, встановлюють за допомогою замірів у реальних умовах або розрахунковим методом.

Однак не для всіх типів двигунів існують аналітичні залежності для визначення концентрацій шкідливих речовин, тому реальні концентрації шкідливих речовин, тому реальні концентрації шкідливих домішок визначаються замірами в реальних умовах або розрахунковим методом. Зокрема, кількість шкідливих домішок, які виділяються при роботі швидкохідних негазоощільних дизелів потужністю до 735,5 кВт, визначається за залежністю

$$P = N_e (3K_{\text{ц}} + 30K_{\text{к}}), \quad (4)$$

де P – кількість газу, мг/год;

N_e – ефективна потужність дизеля за мінімальної кількості обертів, мг/год;

$K_{\text{ц}}, K_{\text{к}}$ – вміст окремих складових (газів) у відпрацьованих газах циліндра і картера, мг/л (табл.8).

Таблиця 8. Вміст окремих складових, мг/л у відпрацьованих газах і в картері

Шкідливих домішок	Відпрацьований газ	Картер
Монооксид вуглецю	0,80	1,3
Акролеїн	0,90	0,04
Вуглеводні	0,71	0,03*
Оксиди азоту	0,61	-

*Приведена сумарна концентрація.

Розрахунок аерозольного виносу електроліту з акумуляторів

Свинцево-кислотні акумулятори належать до найбільш поширених хімічних джерел струму, широко застосовуються в різних галузях техніки, в тому числі в електрокарах, котрі є одним з основних міжцехових транспортних засобів.

При експлуатації кислотних акумуляторних батарей виділяються водень, кисень, двоокис сірки, сурм'янистий та миш'яковистий водень, вуглекислий газ, а також аерозоль

сірчаної кислоти (акумуляторні гази) у вигляді туману. Водень та кисень виділяються внаслідок електролізу води.

Сурм'янистий водень (стибін) отримується при взаємодії атомарного водню з сурмою, котру додають для надання міцності пластинам. Частина сурм'янистого водню розчиняється в електроліті, в активній масі та в сепараторах, а більша частина разом з воднем знаходиться у повітря. Виділення сурм'янистого водню помітно збільшується зі збільшенням газовиділень з акумулятора.

Миш'яковистий водень (арсин) утворюється в невеликих кількостях внаслідок протікання реакцій між миш'яком та сірчаною кислотою. Миш'як у вигляді незначних домішок міститься у свинці та в сірчаній кислоті. Арсин - з'єднання нестійке, що легко розкладається на миш'як та водень. Вуглекислий газ виділяється з акумуляторів в незначній кількості при використанні в них сепараторів з дерева.

Кількість водню (д/г), що виділяється при заряджанні кислотних акумуляторів, розраховується за виразом:

$$V_{i_2} = 0,5(I_1 n_1 + I_2 n_2 + \dots + I_n n_n), \quad (5)$$

де I_1, I_2, I_n – величина струму (вказується в паспорті акумулятора), А;

n – кількість акумуляторів в батареї, яка заряджається.

Знаючи V_{i_2} можна встановити, скільки потрапило у повітря сірчаної кислоти з врахуванням того, що з 1л водню виділяється 0,3 мг/л H_2SO_4 – для герметичних акумуляторів з дихальним отвором; 0,9 мг/л – для відкритих акумуляторів із захисним склом; 3,0 мг/л – для відкритих акумуляторів без захисного скла.

У випадку заряджання лужних акумуляторів

$$V_{i_2} = 0,5n_A(I_1 n_1 + I_2 n_2 + \dots + I_n n_n), \quad (6)$$

де n_A – коефіцієнт, що враховує величину зарядного струму, дорівнює 0,85 при заряджанні акумулятора постійним струмом та 0,25 – при заряджанні струмом, що спадає за величиною.

Кількість луку, що виділяється, визначається за залежністю:

$$X = 0,14V_A, \quad X = 1,5V_{i_2}, \quad (7)$$

де V_A, V_{i_2} – кількість газів та водню (відповідно), що виділяється з акумулятора, л/год.

Особливість лужних акумуляторів є активна взаємодія водного розчину з вуглекислим газом, повітря з утворенням карбонатів. Наявність їх викликає підвищення внутрішнього опору акумуляторів. Зростання карбонатів у 2,5–3 рази порівняно з нормою знижує ємність акумуляторів на 35-40%.

Очищення викидів в атмосферу

Методи та засоби очищення викидів в атмосферу

Однією з особливостей атмосфери є її здатність до самоочищення. Самоочищення атмосферного повітря відбувається внаслідок сухого та мокрого випадання домішок, абсорбції їх земною поверхнею, поглинання рослинами, переробки бактеріями, мікроорганізмами та іншими шляхами. Садіння дерев та кущів сприяє очищенню повітря від пилу, оксидів вуглецю, діоксидів сірки та інших речовин. Найкращі поглинальні властивості стосовно діоксиду сірки має тополя, липа ясен. Одне доросле дерево липи може акумулювати протягом доби десятки кілограмів діоксиду сірки, перетворюючи його в нешкідливу речовину. Велика роль в очищенні атмосферного повітря належить ґрунтовим бактеріям та мікроорганізмам. При температурі 15-35 °С мікроорганізми переробляють на 1м² до 81 т на

добу оксидів та діоксидів вуглецю. Однак можливості природи щодо самоочищення мають обмеження, що слід враховувати при розробці нормативів ГДВ.

Одним з основних показників очищення викидів є ступінь їхнього очищення від шкідливих речовин $K_{оч}$:

$$\hat{E}_{i\gamma} = \dot{I}_{\gamma} / \dot{I}_{\text{сдд}}, \quad (8)$$

де \dot{I}_{γ} – маса шкідливих речовин, які вловлюються в очисному пристрої;

$\dot{I}_{\text{сдд}}$ – загальна маса шкідливих речовин у викидах.

Ступінь очищення повинен визначатися за кожною забруднюючою речовиною. Ступінь очищення поділяється на проектний та фактичний, а за рівнем – на максимальний та експлуатаційний.

Для оцінки забезпеченості підприємств очищенням в часі використовується коефіцієнт технологічних процесів газоочищенням:

$$\hat{E}_{\text{п}} = \dot{O}_{\text{а}} / \dot{O}_{\text{дп}}, \quad (9)$$

де $\dot{O}_{\text{дп}}$ – час роботи технологічного обладнання;

$\dot{O}_{\text{а}}$ – час роботи газоочисних установок.

За несприятливих метеорологічних умов, коли викиди із забрудненням можуть бути шкідливими для здоров'я населення, підприємства повинні знизити викиди шкідливих речовин за рахунок технічних засобів або повної (часткової) зупинки джерел забруднення.

Сучасні вимоги до якості та ступеня очищення викидів досить високі. Для їхнього дотримання необхідно використовувати технологічні процеси та обладнання, котрі знижують або повністю виключають викид шкідливих речовин в атмосферу, а також забезпечують нейтралізацію утворених шкідливих речовин; експлуатувати виробниче та енергетичне обладнання, котре виділяє мінімальну кількість шкідливих речовин; закрити невеликі котельні та підключити споживачів до ТЕЦ; застосовувати антиоксидантні присадки, перевести теплоенергетичні установки з твердого палива на газ.

Способи очищення викидів в атмосферу від шкідливих речовин можна об'єднати в такі групи:

- очищення викидів від пилу та аерозолів шкідливих речовин;
- очищення викидів від газоподібних шкідливих речовин;
- зниження забруднення атмосфери вихлопними газами від двигунів внутрішнього згорання транспортних засобів та стаціонарних установок;
- зниження забруднення атмосфери при транспортуванні, навантаженні і вивантаженні сипких вантажів.

Для очищення викидів від шкідливих речовин використовуються механічні, фізичні, хімічні, фізико-хімічні та комбіновані методи.

Механічні методи базуються на використанні сил ваги (гравітації), сил інерції, відцентрових сил, принципів сепарації, дифузії, захоплення тощо.

Фізичні методи базуються на використанні електричних та електростатичних полів, охолодження, конденсації, кристалізації, поглинання.

У хімічних методах використовуються реакції окислення, нейтралізації, відновлення, каталізації, термоокислення.

Фізико-хімічні методи базуються на принципах сорбції (абсорбції, адсорбції, хемосорбції), коагуляції та флокації.

Гравітаційні пилоочисні камери працюють за принципом зниження швидкості руху газів до рівня, коли пил та частинки рідини осідають під впливом сил ваги. Ефективність роботи пилоочисних камер

$$d = \left(\frac{18\mu H v}{g L (\rho_{\dot{\tau}} - \rho_{\text{е}})} \right)^{1/2} \quad (10)$$

де d – діаметр частинок, які осаджуються;

μ – кінематична в'язкість газу;

H – висота камери;

v – швидкість течії газу;

g – гравітаційне прискорення;

L – довжина камери;

$\rho_{\dot{\tau}}$ – густина частинок;

$\rho_{\text{е}}$ – густина газу.

Гравітаційні пилоосаджувальні камери – це порожнинна або з полицями коробка з листової сталі з бункером для збирання пилу. Довжина коробки

$$L = H v_{\dot{\alpha}} / v_{\text{ін}}, \quad (11)$$

де H – висота камери;

$v_{\dot{\alpha}}$ – швидкість руху газів;

$v_{\text{ін}}$ – швидкість, за якої пил випадає в бункер.

При зниженні висоти камери процес очищення поліпшується, тому порожнину камери розподіляють полицями, котрі проектується під кутом або з можливістю регулювання. Гравітаційні пилоосаджувальні камери придатні для осадження частинок пилу діаметром понад 50 мкм. Гідралічний опір гравітаційних камер лежить в межах 50-150 Па. Швидкість газу – 0,2 – 1,5 м/с. Камери забезпечують ступінь очищення не більше 50%, тому їх використовують як попередній ступінь пиловловлювання.

Інерційні сепаратори працюють на принципі різкої зміни напрямку потоку газів. У місцях зміни напрямку відбувається осідання твердих частинок забруднюючих речовин. Сепаратори дозволяють осаджувати частинки діаметром 25–30 мкм. Інерційні газоочисники мають продуктивність від 45 до 582 м³/год. До цього типу можна віднести і жалюзійні пиловловлювачі, котрі мають гідралічний опір 100–400 Па, допускають температуру газу, що очищається, до 450° С, швидкість на підході до решітки – 15–25 м/с.

Циклонні сепаратори працюють за принципом використання відцентрового ефекту. Відокремлення твердих частинок в них відбувається під дією відцентрових сил:

$$P_{\ddot{\circ}} = \frac{\dot{A} \rho_{\dot{\tau}} d^3 v_{\dot{\tau}}^2 r^{2n}}{R^{2n+1}} H, \quad (12)$$

де \dot{A} – постійний безрозмірний коефіцієнт;

$\rho_{\dot{\tau}}$ – густина частинок;

d – діаметр частинок;

$v_{\dot{\tau}}$ – тангентальна складова швидкості руху частинок;

r – радіус частинок;

R – радіус установки;

n – постійна, яка залежить від радіуса установки і робочої температури;

H – висота циклона.

Практично використовуються такі типи циклонних сепараторів:

- горизонтальні пиловловлювачі, котрі працюють за принципом надання газам вихроподібного кругового руху за допомогою вертушки з системою невідхилюваних лопатей;
- вертикальні сепаратори, що працюють за принципом подавання газу зверху через горизонтально встановлену кільцеву крильчатку, котра надає газові обертового

руху; тверді частинки осідають на дні, а очищений газ відводиться через центральну трубу;

- вертикальні сепаратори з тангенціально розташованою вхідною частиною. У цьому сепараторі затриманий газ надходить збоку або знизу і набуває тангенціального руху, котрий виносить тверді частинки до стінок, а потім в пилозбирачі;
- ротаційні струменеві пиловловлювачі є різновидом відцентрового циклонного сепаратора, в котрому вихроподібність руху газу посилена тангенціальним повітряним потоком. У них пил накопичується в середині повітряного середовища і під дією гравітаційних сил падає на дно пилозбирача.

Апарати мокрого очищення газів від пилу працюють за принципом промивання газів. Ці види очисних пристроїв застосовуються на дільницях фарбування виробів, нанесення полімерних покриттів, в замкнених системах повітрокористування. Такі пристрої дозволяють очищати гази від дрібних механічних забруднень. Існує велика кількість апаратів мокрого очищення газів. Застосовуються і прості водяні завіси, через котрі пропускаються забруднені потоки повітря.

За принципом роботи апарати мокрого очищення газів поділяються на порожнинні і насадкові; барботажні та пінні; ударно-інерційні; відцентрові; динамічні та турбулентні промивачі.

Порожнинні та насадкові апарати-скрубери працюють за принципом пропускання газів через потік розпиленої розбризканої або стікаючої по насадках води. Швидкість потоку газів не перевищує 1–1,2 м/с, гідравлічний опір апаратів не перевищує 250 Па. Витрата води складає до 10 м³ на 1м апарата. Найбільш повно скрубери видаляють частки розміром більше 10 мкм. Недоліком скрубєрів є часте забивання отворів розпилювачів.

При роботі барботажних та пінних апаратів забруднені гази проходять через шар рідини або піни. Апарати мають великий гідравлічний опір (до 2000 Па). Вони дозволяють вловлювати частки розміром до 2 мкм. Продуктивність апаратів конструкції ЛТІ – від 2 до 45 тис. м³/год., швидкість проходження газів – до 2 м/с, ступінь очищення – до 99 %.

Апарати ударно-інерційного типу працюють за принципом інерційного осаджування механічних забруднень під час зміни напрямку газового потоку над поверхнею рідини. Найбільшого застосування набули статичні пиловловлювачі типу ПВМ, ротоклони та скрубери ударної дії. Продуктивність ударно-інерційних апаратів – 2500-90000 м³/год. Швидкість потоку газу – до 56 м/с, ступінь очищення – до 98 %. Витрата води – 0,8–4 м³/год. На 1000 м³ газу.

Відцентрові апарати мокрого очищення газів працюють за принципом завихрення газів спеціальними лопатками або за рахунок тангентального підведення газу з одночасним зрошення з форсунок. Їх використовують для очищення димових газів з великим вмістом сірчаних газів, забезпечуючи ступінь очищення до 90 %. Використовуються також динамічні та турбулентні промивачі.

При роботі **електростатичних установок** очищувані гази пропускають через електростатичне поле високої напруги (до 50 кВ), створюване спеціальними електродами. При проходженні через електричне поле частинки набувають негативного заряду і притягуються до електродів, котрі з'єднані із землею, тому мають позитивний заряд відносно частинок. Для очищення електродів передбачена спеціальна механічна система. Електростатичний метод очищення газів дозволяє вловлювати частинки розміром до 0,1 мкм. Початкові видатки на створення електростатичних фільтрів вищі, ніж для апаратів інших типів, однак експлуатаційні видатки нижчі. Споживання енергії цими пристроями складає 0,3-0,6 кВт на 10000 м³ газу.

У пористих фільтрах забруднені гази пропускають через тканину, сукно, повсть, синтетичні матеріали (нітрон, лавсан, хлорин), металеві сітки, гравій тощо. Ці фільтри

забезпечують високу якість очищення. Основний їх недолік – зниження тиску газу після фільтрації, висока вартість експлуатації, часта заміна фільтрувальних елементів.

Найбільш поширеними апаратами для очищення газів від механічних частинок є рукавні фільтри, основним елементом котрих є рукавподібний мішок, натягнений на трубчасту раму. При проходженні газів через мішок пилові частинки залишаються на тканині. Видалення пилу з мішків здійснюється механічним витрушуванням, продуванням його в зворотному напрямку, очищенням струменями повітря, використанням низькочастотних акустичних генераторів для відокремлення твердих частинок від мішка.

Використовуються також зернисті фільтри, в тому числі з металокераміки, а також тканинні рулонні фільтри, котрі забезпечують високу якість очищення. Однак їхнім недоліком є невисока пилоємність та швидке засмічування.

У технологічних вентиляційних та енергетичних викидах на підприємствах найбільш часто зустрічаються діоксид сірки, оксиди азоту, оксиди та діоксиди вуглецю, мінеральні речовини від виробництва будівельних матеріалів, сполуки металів, феноли, синтетичні матеріали, лакофарбові матеріали тощо.

Методи очищення викидів від газоподібних речовин за характером фізико-хімічних процесів з очищуваними середовищами поділяються таким чином:

- промивання викидів розчинниками, що не сполучаються із забруднювачами (метод абсорбції);
- промивання викидів розчинами, що вступають в хімічне з'єднання з забруднювачами (метод хемосорбції);
- поглинання газоподібних забруднювачів твердими активними речовинами (метод адсорбції);
- поглинання та використання каталізаторів;
- термічна обробка викидів;
- осаджування в електричних та магнітних полях;
- виморожування.

Метод абсорбції базується на розділенні газоповітряної суміші на складові частини шляхом поглинання шкідливих компонентів абсорбентом.

В якості абсорбентів вибирають рідини, здатні поглинати шкідливі домішки. Для видалення з викидів аміаку, хлористого та фтористого водню використовується вода. Один кілограм води здатен розчинити сотні грамів хлористого водню та аміаку. Сірчисті гази у воді розчиняються погано, тому витрата води у цьому випадку дуже велика. Для видалення з викидів ароматичних вуглеводів, водяної пари та інших речовин застосовується сірчана кислота. Для здійснення процесу очищення газових викидів методом абсорбції застосовуються плівкові, форсункові, трубчасті апарати – абсорбери. Об'ємна витрата рідини

$$V_p = m / (X_i - X_e), \quad (13)$$

де m – маса домішок, що підлягають видаленню;

X_i, X_e – початкова і кінцева концентрації шкідливої домішки в рідині.

Площа контакту газу з рідиною

$$F = m \cdot 10^3 / k_a \Delta p_{cp}, \quad (14)$$

де k_a – коефіцієнт абсорбції (масопередачі);

Δp_{cp} – середня рушійна сила абсорбції.

Значення Δp_{cp} є вищим при зустрічному русі газу та рідини, ніж при русі в одному напрямку. Процес абсорбції повинен обов'язково передбачати застосування десорбції – регенерації рідини з метою вилучення розчинених домішок.

Метод хемосорбції базується на поглинанні газів та пари рідкими і твердими поглиначами з утворенням хімічних сполук. Цей метод використовується при очищенні викидів через вентиляції гальванічних дільниць. При цьому розчинником для очищення

викидів від хлористого водню є 3 %-й розчин їдкого натру. Цей метод використовується також для очищення викидів від окисів азоту.

Метод адсорбції базується на селективному вилученні з газових сумішей шкідливих домішок за допомогою твердих адсорбентів. Найбільш широко як адсорбент застосовується активоване вугілля, іонообмінні смоли тощо.

Необхідна маса адсорбенту

$$M_a = V_a G t \cdot 10^3 / a_{\text{ма}}, \quad (15)$$

де V_a – об'ємна витрата газу, що очищається;

G – концентрація домішки, яка видаляється;

t – час протікання адсорбції;

$a_{\text{ма}}$ – поглинальна здатність адсорбенту.

Геометричні параметри адсорбенту вибираються та враховуються за номограмами або за аналітичними залежностями.

Каталітичний метод базується на перетворенні токсичних компонентів викидів у менш токсичні або нешкідливі за рахунок використання каталізаторів. Швидкість каталітичних реакцій можна визначити згідно з рівнянням

$$V_e = \hat{E}_0 G_a G_b G_c \dots G_n, \quad (16)$$

де \hat{E}_0 – константа каталітичної реакції;

G_a, G_b, G_c, G_n – концентрація речовин, які вступають в реакцію;

a, b, c, n – порядок реакції за відповідним компонентом.

В якості каталізатора використовують платину, метали платинового ряду, окиси міді, двоокис марганцю, п'ятиокис ванадію тощо.

Каталітичний метод використовується для очищення викидів від окису вуглецю за рахунок його окислення до двоокису вуглецю.

Термічний метод базується на допалюванні та термічній нейтралізації шкідливих речовин у викидах.

Цей метод використовується тоді, коли шкідливі домішки у викидах піддаються спаленню. Термічний метод ефективний у випадку очищення викидів від лакофарбових та просочувальних дільниць. Системи термічного та вогневого знешкодження забезпечують ефективність очищення до 99 %.

Загалом послідовність вибору типу очисних пристроїв та фільтрів така:

- виявлення характеристик викидів (температура, вологість, вид та концентрація домішок, токсичність, дисперсність тощо);
- визначення типу очисного пристрою або фільтра за витратою газу, необхідним ступенем очищення, можливостями виробництва та іншими факторами;
- знаходження робочої швидкості газів;
- техніко-економічний аналіз можливих варіантів очищення;
- розрахунок параметрів очисного пристрою;
- проектування та вибір очисного пристрою або фільтра.

При виборі засобів очищення викидів в атмосферу слід керуватися такими рекомендаціями:

- сухі механічні способи та пристрої не ефективні при видаленні дрібнодисперсного та липкого пилу;
- мокрі методи не ефективні при очищенні викидів, в котрих містяться речовини, що погано злипаються і утворюють грудки;
- електроосаджувачі не ефективні у випадку видалення забруднень з малим питомим опором і котрі погано заряджаються електрикою;

- рукавні фільтри не ефективні для очищення викидів з липкими та зволоженими забрудненнями;
- мокрі скрубери не можна застосовувати для роботи поза приміщеннями в зимових умовах.

Зниження забруднення атмосфери вихлопними газами від двигунів внутрішнього згорання

У викидах двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) міститься понад 100 шкідливих сполук, котрі умовно можна поділити на шість груп:

- діоксид вуглецю, водяна пара, водень, кисень;
- оксид вуглецю;
- окис азоту;
- вуглеводні;
- альдегіди;
- сажа.

При використанні в ДВЗ етилованих бензинів з вихлопними газами в атмосферу викидаються сполуки свинцю.

При згоранні 1 тонни бензину в атмосферу викидається, кг: оксидів вуглецю – 39,5; вуглеводнів – 34; окисів азоту – 20; діоксиду сірки – 1,55; альдегідів – 0,93. При згоранні 1 тонни дизельного пального в атмосферу викидається, кг: оксиду вуглецю – 21; вуглеводнів – 20; окисів азоту – 34; альдегідів – 6,8; сажі – 2.

Масовий склад викидів значною мірою залежить від режимів експлуатації та справності систем ДВЗ і своєчасності проведення регулювань.

На збільшення витрати пального та шкідливих речовин у вихлопних газах карбюраторних двигунів найістотніше впливають зношеність жиклерів карбюратора, порушення регулювання системи холостого ходу та регулювання рівня пального в карбюраторі, зношеність деталей прискорювального насоса, підвищення гідравлічного опору повітряного фільтра, неправильна установка запалювання, неправильна величина зазору в контактах переривача та їхнього забруднення, нагар на свічках запалювання, знижена температура охолоджувальної рідини, зношеність деталей кривошипно-шутунного механізму, порушення регулювання між клапанами та штовхачами тощо.

Згадані несправності збільшують витрату пального на 10%, а кількість шкідливих речовин у викидах – на 15–50%.

У дизельних ДВЗ на збільшення витрати пального та складу вихлопних газів впливають наступні несправності: зменшення тиску вприскування, покриття голки форсунки смолистими відкладеними, закоксування сопел розпилювачів, зношеність плунжерних пар паливного насоса, засмічування повітроочищувача, зміна кута вприскування, зниження температури охолоджувальної рідини, зношеність деталей паливного насоса, газорозподілу та шатунно-кривошипного механізму.

Залежно від виду несправності витрата пального в дизельних двигунах може збільшуватися до 20%, а кількість викидів шкідливих речовин – на 20–100%.

Зниження викидів шкідливих речовин ДВЗ можна досягти застосуванням таких методів: рідинної та полум'яної нейтралізації, ежекційного допалювання, використанням каталізаторів, подачею повітря у випускний колектор, застосуванням антидимових фільтрів тощо.

Зниження вмісту шкідливих речовин у викидах ДВЗ можна забезпечити і за рахунок застосування присадок до пального – метанолу, водню, скрапленого газу та емульсій.

3. Ключові запитання

1. Що являє собою атмосфера?
2. Основні функції атмосферного повітря

3. Будова атмосфери
4. Види забруднень атмосфери
5. Основні методи очистки атмосфери
6. В чому полягає відмінність методу очищення атмосфери – адсорбції від абсорбції?
7. Суть методів хемосорбції.
8. На чому базуються каталітичний і термічний методи?
9. Яке значення має зниження забруднення атмосфери вихлопними газами двигунів внутрішнього згорання?

4. Домашнє завдання

1. Вивчити основні теоретичні положення.
2. Підготувати відповіді на ключові питання.
3. Знати основні типи очищення атмосферного повітря.
4. Підготуватися до дискусії з питань „парникового ефекту” та „озонових дир”.

5. Лабораторне завдання.

1. Роз’яснити принципи основних методів очищення атмосферного повітря.
2. Розрахувати гранично допустимі концентрації основних шкідливих речовин в атмосфері.

АНТРОПОГЕННЕ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДИ ТА СПОСОБИ ЇЇ ОЧИЩЕННЯ

1. Мета роботи

Провести моніторинг забруднення води. Ознайомити з методами очищення стічних вод.
Навчити умінню методичних розрахунків.

2. Ключові положення

Рациональне використання та охорона водних ресурсів

Проблема забезпечення належної кількості та якості води є однією з найбільш важливих і має глобальне значення. Ще до нашої ери Аристотель вказував на необхідність раціонального використання чистої води та відділення її від тієї, котра використовується для господарських потреб.

Стан 2/3 водних джерел за якістю води не відповідає нормативним вимогам. Через використання неякісної води в 4-5 разів зросла захворюваність людей. Політики все частіше кажуть про ймовірність екологічних війн за воду у ряді країн.

Вода використовується для охолодження машин та механізмів, функціонування технологічних процесів та входить до складу продукції, що виробляється. Питомі норми водоспоживання для виробництва 1 тонни готової продукції складають, м³: чавун – 160-200; сталь – 150; прокат – 10-15; нікель – 4000; мідь – 500; синтетичний каучук – 2000-3500; папір – 400-800; пластмаси – 500-1000.

Велику кількість води споживають теплові та атомні електростанції. На 1 млн кВт потужності теплової станції витрачають 1,2-1,6 км³ води на рік, а атомні – в 1,5-2 рази більше.

У природі відбувається постійний колообіг води, який забезпечується випаровуванням, транспірацією води рослинами, випаданням опадів. Швидкість водообміну характеризується такими даними, роки: Світовий океан – 2500 (перемішування – 63); підземні води – 400; води озер – 17; води боліт – 5. У річках водообмін відбувається за декілька днів, а в організмі людини – за декілька годин.

У процесі колообігу вода транспортує тепло, розчиняє та переносить природні елементи, руйнує та перетворює літосферу, бере участь в метеорологічних та гідрологічних процесах, є середовищем існування водних організмів, які забезпечують продукування значної частини кисню. Кількість та якість води відновлюються, якщо забезпечуються необхідні для цього умови. Однак розвиток промисловості, транспорту, сільського господарства, урбанізація призвели до того, що природні водойми вже не можуть самоочишатися, тому потрібні штучні споруди для очищення води.

Водоймища характеризуються площею дзеркала, довжиною, глибиною, об'ємом та витратою води, швидкістю течії та рівнем води, її температурою, тривалістю умов, несприятливих за шкідливістю, та умов водообміну періодів (межень, льодостав, відсутність стоку тощо), показниками водообміну, фільтрувальними властивостями ґрунтів.

У залежності від ступеня забруднення води об'єкти бувають допустимого, помірного, високого та надзвичайно високого ступенів забруднення (табл.1). Це слід враховувати при організації водоспоживання.

Таблиця 1 – Якісні показники забруднення для водних об'єктів I та II категорій

Ступінь забруднення	Органолептичний режим		Токсикологічний режим	Санітарний режим			Бактеріологічний режим	Індекс забруднення
	Запах, присмак, балів	ГДК _{орг} ступінь перевищення	ГДК _{токс} ступінь перевищення	БСК ₂₀ , мг/дм ³		Розчинений кисень, мг/дм ³	число лактозопозитивних кишкових паличок в 1 дм ³	
				I	II			
Допустимий	2	1	1	3	6	4	менше $1 \cdot 10^4$	0
Помірний	3	4	3	6	8	3	$1 \cdot 10^4 - 1 \cdot 10^5$	1
Високий	4	8	10	8	10	2	$1 \cdot 10^5 - 1 \cdot 10^6$	2
Надзвичайно високий	>4	>8	>10	>8	>10	1	більше $1 \cdot 10^6$	3

Примітка: ГДК_{орг} – гранично допустимі концентрації речовин, встановлені за органолептичною ознакою шкідливості; ГДК_{токс} – гранично допустимі концентрації речовин, встановлені за токсикологічною ознакою шкідливості; БСК₂₀ – біологічне споживання кисню за 20 діб для водоймищ I та II категорій водокористування.

Водокористування та водоспоживання

Водокористування – це використання водних об'єктів для задоволення потреб населення та об'єктів господарської діяльності.

Згідно з Держстандартом 17.1.1.03-86 водокористування класифікується за такими ознаками:

- за цілями водокористування – господарсько-питне, комунально-побутове, промислове, сільськогосподарське, для потреб енергетики, для рибного господарства, для водного транспорту та лісосплаву, для лікувальних та курортних потреб тощо;
- за об'єктами водокористування – поверхневі, підземні, внутрішні та територіальні морські води;
- за способом використання – з вилученням води та з її поверненням, з вилученням води без повернення, без вилучення води;
- за технічними умовами водокористування – із застосуванням технічних споруд, без застосування споруд.

У залежності від цілей водокористування джерела водопостачання поділяються на дві категорії.

До I категорії відносяться водні об'єкти, що використовуються як джерела централізованого або нецентралізованого господарсько-питного водопостачання, а також для водопостачання підприємств харчової промисловості.

До II категорії відносяться водні об'єкти для культурно-побутових цілей і ті, що знаходяться в межах населених пунктів.

Вимоги щодо складу та властивостей води регламентуються в залежності від категорії водних об'єктів.

При водокористуванні має місце водоспоживання, яке може бути безповоротним, повторним, оборотним. З метою раціонального використання води запроваджено норми споживання води на одного мешканця та на умовну одиницю продукції, характерну для підприємств кожної з галузей промисловості. У районах з обмеженими водними ресурсами слід дотримуватися водогосподарського балансу, котрий передбачає порівняння водокористування з потенційними ресурсами водних басейнів.

За характером використання води системи водопостачання поділяються на прямооточні, послідовні, оборотні, підживлювальні.

Прямоточна вода використовується у виробничому процесі один раз, після чого скидається у водоймища або каналізацію.

Послідовно використовується вода споживається в декількох технологічних процесах.

Оборотна вода використовується у виробництві багатократно, з періодичним або неперервним її очищенням. На добре обладнаних підприємствах показник ступеня оборотного та послідовного водопостачання складає 30-90 %. При цьому слід враховувати і те, що спорудження водоворотних систем в 10 разів дешевше, ніж будівництво очисних установок відповідної потужності.

Навколо водозабору або іншого джерела водопостачання влаштовуються зони санітарної охорони, в котрих встановлюється особливий режим охорони вод від забруднення хімічними речовинами та шкідливими біологічними організмами, а також стічними водами.

Зона санітарної охорони поділяється на дві-три підзони. Перша підзона – строгого режиму з огороженнями, а інколи і зі спеціальною охороною. Ця зона обсаджується лісовими насадженнями, тут забороняється будувати, випасати худобу, будь-який вид діяльності, котрий може зумовити забруднення води.

Друга підзона має обмеження за видами діяльності, що спричиняють забруднення, здатні проникнути у водозабір; у ній забороняється розташовувати склади паливно-мастильних матеріалів (ПММ), тваринницькі ферми, застосовувати добрива.

Третя підзона – попереджувальна. У ній також обмежуються види діяльності, що викликають забруднення води.

Загальне водоспоживання підприємства визначається за формулою:

$$V_{заг} = V_{rn} + V_{вир} = \sum^n q_1 P_i + \sum^n q_2 N_i,$$

де q_1, q_2 – питомі норми водоспоживання на господарські та виробничі потреби;

P_i – число працівників в зміні;

N_i – число споживачів у виробництві;

n – число груп працівників та обладнання.

Рівень використання водних ресурсів у промисловому виробництві, а також технічне оснащення споруд та застосовувані технології очищення стічних вод характеризуються такими коефіцієнтами:

1) використання оборотної води в загальному об'ємі водокористування

$$k_{заг} = \frac{V_{заг}}{V_{заг} + V_{дж} + V_{сир}} 100,$$

де $V_{заг}, V_{дж}, V_{сир}$ – кількість води, що використовується відповідно в обороті, що забирається з джерела та надходить з сировиною;

2) безповоротного споживання та втрат свіжої води

$$k_{спож} = \frac{V_{дж} + V_{сир} - V_{скид}}{V_{дж} + V_{сир} + V_{пост} + V_{заг}} 100,$$

де $V_{скид}, V_{пост}$ – кількість води, що відповідно скидається у водойму та використовується повторно;

3) використання води, що забирається з джерела водопостачання

$$k_{спож} = \frac{V_{дж} + V_{сир} - V_{скид}}{V_{дж} + V_{сир}} \leq 1;$$

4) водовідведення

$$k_{відв} = \frac{V_{скид}}{V_{дож} + V_{сир} + V_{інш}} \cdot 100,$$

де $V_{інш}$ – кількість води, що надходить від інших споживачів;

5) нормативного навантаження забруднень стічних вод на водоймищі.

$$k_{оч} + k_{нн} = \frac{G_в}{G_з} + \frac{G_с}{G_з} = 1,$$

де $k_{оч}$ – коефіцієнт очищення;

$k_{нн}$ – коефіцієнт нормального навантаження забруднень стічних вод на водойму;

$G_в$ – кількість забруднень, котрі підлягають видаленню із стічних вод,

$G_в = G_з - G_с$;

$G_с$ – кількість забруднень, що допускається до скидання у водоймища (ГДС);

$G_з$ – кількість забруднюючих речовин у стічних водах

Водопостачання здійснюється з водогонів, котрі поділяються на питні та технічні. З міського водогону вода може використовуватися для господарсько-питних потреб та гасіння пожеж. Допускається до 15% виробничих потреб у воді задовольняти з міського водогону, решту потреби у воді слід покривати, використовуючи технічні водогони..

Джерела забруднення води

Речовини, які викликають порушення якості вод, називаються забруднюючими. Поряд з фізичними та хімічними забруднювачами, має місце теплове та мікробне забруднення води.

Стічні води котелень містять пом'якшувачі, продукти корозії. Наявність на поверхні води масел, нафти погіршує обмінні процеси, знижує вміст кисню у воді, що призводить до загибелі риби. 1л нафти забруднює до 12м² поверхні води водоймища. Якщо вміст нафтопродуктів складає понад 200мг/м³, порушується зоологічна рівновага водних об'єктів. Синтетичні поверхневі активні речовини згубно впливають на розвиток фітопланктону.

Свинець, ртуть, кадмій, нікель, цинк, марганець, потрапивши у воду, роблять її токсичною, що призводить не лише до загибелі зоопланктону, але й завдає шкоди здоров'ю людей. Стічні води гальванічних дільниць за вмістом металів перевищують ГДК в 2000-5000 разів. Пестициди, що потрапляють у воду при обробці лісопосадок, садів, городів, негативно впливають на живі організми та людей, котрі споживають таку воду. Великої шкоди водним об'єктам завдає будівництво мостів та інших споруд на річках.

Господарсько-побутові стоки призводять до біологічного забруднення води, що може викликати кишково-шлункові захворювання (холеру, тиф) та захворювання печінки (гепатит). Особливо небезпечні стани води пунктів санітарної обробки білизни та спецодягу, стоки від лікарень, побутові стоки, котрі, потрапивши у воду, можуть викликати різні глистові захворювання (аскаридоз, ехінокоз тощо). Органічні забруднення часто призводять до непередбачуваних процесів – зв'язування кисню у воді, загибелі живих організмів та фітопланктону. Надлишки фосфору та азоту у воді призводять до її цвітіння та порушення біологічної рівноваги у водоймах (табл. 2)

Таблиця 2 – Наслідки споживання людиною забрудненої води

Характер споживання води	Забруднювач	Захворювання
Біологічний		

Пиття та їжа	Патогенні бактерії	Холера, дизентерія, черевний тиф, гастроентерит, лептоспіроз, туляремія
	Віруси	Інфекційний гепатит
	Паразити	Амебна дизентерія, дранкункульоз, гельмінтоз, ехінококоз
Вмивання, прання у воді	Паразити	Шестосоміазис, дерматит, стронгілоїдоз
Проживання або знаходження біля води	Через комах переносників	Малярія, жовта лихоманка, сонна хвороба, філярітоз
Хімічний		
Пиття та їжа	Нітрати	Метагемоглобінемія
	Сполуки фтору	Ендемічний флюороз
	Миш'як	Інтоксикація
	Селен	Селеном, інтоксикація
	Свинець	Інтоксикація
	Поліциклічні ароматичні вуглеводи	Рак
	Надто м'яка вода	Атеросклероз, гіпертонія
	Хром	Уровська хвороба
	Нікель	Алергія шкіри, руйнування роговиці ока
	Мідь	Ураження нервової системи
	Фенол	Отруєння

Радіоактивні речовини, потрапляючи у воду, викликають її іонізацію, що несприятливо впливає на розвиток живих організмів. Більш того, фітопланктон та риби здатні засвоювати велику кількість радіоактивних речовин та накопичувати їх у своєму організмі. Споживання такої риби небезпечно для здоров'я людей.

Водні об'єкти з допустимим ступенем забруднення можуть використовуватися для всіх видів водокористування без обмежень, з помірним ступенем забруднення використовуються лише для культурно-побутового водокористування, з високим ступенем забруднення – небезпечні для будь-якого виду водокористування. Водні об'єкти з надзвичайно високим ступенем забруднення непридатні для всіх видів водокористування.

Ступінь екологічної безпеки водних об'єктів $P_{еб}$ може бути виражений формулою

$$P_{еб} = \sum^n P_{ф}(t) / \sum^n P_{н}(t) \leq 1,$$

де $P_{ф}$ – фактичне значення показників якості води;

$P_{н}$ – нормовані значення показників якості води.

Контроль якості води

Вода характеризується складом та властивостями, котрі визначають її придатність для конкретних видів водокористування. Оцінка якості води дається за ознаками, котрі вибираються та нормуються в залежності від виду водокористування. Один з показників води вважається лімітуючим. Лімітуючою вибирають ознаку, що характеризується найменшою

нешкідливою концентрацією речовини у воді. Узагальнена числова оцінка якості води дається за індексом, котрий є сукупністю основних показників за видами водокористування. Якість, склад та властивості води у водоймах регламентуються гігієнічними вимогами та санітарними нормами.

Для гігієнічної оцінки води використовують такі показники:

- кількість завислих речовин;
- кількість плаваючих речовин;
- температура;
- водневий показник **pH**;
- мінеральний склад;
- розчинний кисень;
- біологічно повне споживання кисню (БПК_{повне});
- хімічне споживання кисню (ХСК);
- наявність збудників захворювань;
- кількість лактоз опозитивних кишкових паличок (ЛКП);
- кількість каліфагів у бляшкоутворюючих одиницях;
- наявність життєздатних яєць гельментів та найпростіших кишкових;
- кількість хімічних речовин (табл. 3)

Таблиця 3 – Гігієнічні вимоги до складу та властивостей води

Показники складу та властивостей води	Категорії водокористування	
	Для господарсько-питного водопостачання	Для купання, спорту та відпочинку населення
Завислі речовини	Вміст завислих речовин не повинен збільшуватися більш ніж на:	
	0,25 мг/дм ³	0,75 мг/дм ³
Плаваючі домішки	На поверхні водойми не повинно бути плаваючих плівок, плям мінеральних масел та скупчень інших домішок	
Запахи	Вода не повинна набувати невластивих їй запахів інтенсивність більше 1 бала	
Колір	Не повинен виявлятися в стовпчику	
	20 см	10 см
Температура	Літня температура води внаслідок спуску стічних вод не має підвищуватися більше ніж на 3°C порівняно з середньомісячною	
Водневий показник pH	6,5	8,5
Мінеральний склад	Не повинен перевищувати за сухим залишком 1000 мг/дм ³ , в тому числі хлоридів – 350 мг/дм ³ , сульфатів – 500 мг/дм ³	
Розчинний кисень	Не має бути менше як 4 мг/дм ³ у будь-який період року в пробі, взятій о 12 годині дня	
БПК _{повне}	Не має перевищувати при 20 °C	
	3,0 мг O ₂ /дм ³	6,0 мг O ₂ /дм ³
ХСК	Не має перевищувати	
	15,0 мг O ₂ /дм ³	30,0 мг O ₂ /дм ³
Збудники захворювань	Вода не має містити судників захворювань	
Лактозопозитивні	Не більше 10000 в 1 дм ³	Не більше 5000 в 1 дм ³

кишкові палички (ЛКП)		
Каліфаги у бляшкоутворюючих одиницях	Не більше 100 в 1 дм ³	Не більше 100 в 1 дм
Життєздатні яйця гельмінтів та найпростіших кишкових	Не повинні міститися в 1 дм ³	
Хімічні речовини	Не мають міститися в концентраціях, що перевищують ГДК або ОДР	

Для санітарної оцінки води використовуються показники:

- гранично допустимі концентрації речовин у воді;
- орієнтовно допустимі рівні речовин у воді (ОДР);
- лімітуючі ознаки шкідливості (санітарно-токсикологічний, загально-санітарний, органолептичний з розшифруванням його властивостей: запаху, впливу на колір, утворення піни та плівки, надання присмаку);

Хімічні речовини у воді поділяються на класи небезпеки: I клас – надзвичайно небезпечні; II клас – високонебезпечні; III – небезпечні; IV клас – помірно небезпечні.

Віднесення шкідливих речовин до класу небезпеки залежить від їхньої токсичності, кумулятивності, здатності викликати віддалені ефекти, від виду лімітуючого показника шкідливості (табл.. 4).

Таблиця 4 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у воді водних об'єктів господарсько-питного та культурно-побутового водокористування

Назва речовин	Клас небезпечності	Гранично допустима концентрація, мг/л
Аміак (за азотом)	III	2,0
Амонія сульфат (за азотом)	III	1,0
Активний хлор	III	Відсутня
Ацетон	III	2,2
Бензол	II	0,5
Дихлоретан	II	ОДР 0,02
Залізо	III	0,3
Кадмій	II	0,001
Капролактам	IV	1,0
Кобальт	II	0,1
Кремній	II	10,0
Марганець	III	0,1
Мідь	III	1,0
Натрій	II	200,0
Нафтопродукти	IV	0,1
Нікель	III	0,1
Нітрати	III	45,0
Нітроти	II	3,0
Ртуть	III	0,0005
Свинець	II	0,03
Селен	II	0,01

Скипидар	IV	0,2
Фенол	IV	0,001
Хром (С ₂ ³⁺)	III	0,5
Хром (С ₂ ⁶⁺)	III	0,05
Цинк	III	1,0
Етиленгліколь	III	1,0

Крім державного контролю, стан води контролюється підприємствами, котрі використовують воду та скидають стоки у водоймища. Для цього на підприємствах при заводських або спеціальних лабораторіях створюються пости, обладнані необхідною апаратурою для проведення аналізів. При проведенні контролю за станом вод та стоків використовуються фізичні, хімічні, біологічні та органолептичні методи.

Фізичні методи використовуються для визначення прозорості, каламутності, кількості завислих часток та провідності води і стоків.

Кількість завислих часток визначається за допомогою мембранних та паперових фільтрів, через котрі пропускаються проба об'ємом 100 – 500 мл. Прозорість, каламутність визначаються за допомогою приладів або органолептичним порівнянням взірців.

Хімічні методи використовуються для визначення кислотності, лужності у воді металів, солей, органічних та синтетичних речовин.

Бактеріальний аналіз виконується за спеціальними методиками в лабораторіях санітарно-епідеміологічних станцій. Заслуговує на увагу контроль забрудненості за допомогою бактерій – біотестування. Деякі бактерії при появі забруднень починають світитися. Чим більше у воді токсичних речовин, тим сильніше світяться бактерії.

Способи очищення стічних вод

Попередження забруднення водних об'єктів стічними водами може бути забезпечене організаційними та технічними заходами.

Організаційні заходи зводяться до попередження скидання стічних вод у водойми без їхнього очищення. Технічні заходи передбачають очищення стічних вод різними методами, повторне використання стічних вод для технічних потреб та поливу, створення оборотних та замкнених систем водокористування, вдосконалення технологічних процесів на підприємствах у напрямку зменшення надходження забруднень у стоки, перехід на безвідходні технології, зменшення забруднень територій нафтопродуктами, котрі зі зливовими стоками можуть потрапляти до водойм.

Очищення стічних вод на підприємствах може здійснюватися за однією з таких схем:

- очищення стічних вод на заводських очисних спорудах;
- очищення стічних вод після їхнього забруднення на заводських, а потім на міських очисних спорудах з подальшим спуском у водойми;
- безперервне очищення промислових вод та розчинів на локальних очисних спорудах протягом певного часу, після чого вони передаються на регенерацію, після регенерації повертаються в оборот та лише після з'ясування неможливості регенерації усереднюються та передаються на заводські очисні споруди та утилізуються.

Способи очищення забруднених промислових вод можна об'єднати в такі групи: механічні, фізичні, фізико-механічні, хімічні, фізико-хімічні, біологічні, комплексні (рис.1.)



Рис. 1 – Класифікація способів очищення стічних вод

Механічні способи очищення застосовуються для очищення стоків від твердих та масляних забруднень. Механічне очищення здійснюється одним з таких методів:

- подрібнення великих за розміром забруднень у менші за допомогою механічних пристроїв;
- відстоювання забруднень зі стоків за допомогою нафтовловлювачів, пісковловлювачів та інших відстійників;
- розділення води та забруднювачів за допомогою центрифуг та гідроциклонів;
- усереднення стоків чистою водою з метою зниження концентрації шкідливих речовин та домішок до рівня, при котрому стоки можна скидати у водойми або в каналізацію;
- вилучення механічних домішок до рівня, при котрому стоки можна скидати у водойми або в каналізацію;
- вилучення механічних домішок за допомогою елеваторів, решіток, скребоків та інших пристроїв;
- фільтрування стоків через сітки, сита, спеціальні фільтри, а найчастіше – шляхом пропускання їх через пісок;
- освітлення води шляхом пропускання її через пісок або спеціальні пристрої, наповнені композиціями або мінералами, здатними поглинати завислі частки.

Вибір схеми очищення води від завислих часток та нафтопродуктів залежить від виду та кількості забруднень, необхідного ступеня очищення.

Фізико-механічні способи очищення стоків та води базуються на флотації, мембранних методах очищення, азотропній відгонці.

Флотація – процес молекулярного прилипання частинок забруднень до поверхні розподілу двох фаз (вода – повітря, вода – тверда речовина). Процес очищення СПАР, нафтопродуктів, волокнистих матеріалів флотацією полягає в утворенні системи “частинки забруднень – бульбашки повітря”, що спливає на поверхню та утилізується. За принципом дії флотаційні установки класифікуються таким чином:

- флотація з механічним диспергуванням повітря;
- флотація з подачею повітря через пористі матеріали;
- електрофлотація;
- біологічна флотація;

Зворотний осмос (гіперфільтрація) – процес фільтрування стічних вод через напівпроникні мембрани під тиском. При концентрації солей 2 – 5 г/л повинен бути тиск до 1 МПа, а при концентрації солей 10-30 г/л – близько 10 МПа.

Ультрафільтрація – мембранний процес розподілу розчинів, осмотичний тиск котрих малий. Застосовується для очищення стічних вод від високомолекулярних речовин, завислих частинок та колоїдів.

Електродіаліз – процес сепарації іонів солей в мембранному апараті, котрий здійснюється під впливом постійного електричного струму. Електродіаліз застосовується для де мінералізації стічних вод. Основним обладнанням є електродіалізатори, що складаються з катіонітових та аніонітових мембран.

Хімічне очищення використовується як самостійний метод або як попередній перед фізико-хімічним та біологічним очищенням. Його використовують для зниження корозійної активності стічних вод, видалення з них важких металів, очищення стоків гальванічних дільниць, для окислення сірководню та органічних речовин, для дезинфекції води та її знебарвлення.

Нейтралізація застосовується для очищення стоків гальванічних, травильних та інших виробництв, де застосовуються кислоти та луги. Нейтралізація здійснюється шляхом змішування кислих стічних вод з лугами, додавання до стічних вод реагентів (вапно, карбонати кальцію та магнію, аміак тощо) або фільтруванням через нейтралізуючі матеріали (вапно, доломіт, магнезит, крейда, вапняк тощо).

Кількість реагента для нейтралізації стічних вод

$$M_{\nu} = k \frac{100}{B} V_{\text{ст}} m C_{\kappa},$$

де k – коефіцієнт запасу реагента;

B – кількість активної складової в стічній воді;

$V_{\text{ст}}$ – кількість стічних вод;

m – витрата реагента для нейтралізації активних речовин;

C_{κ} – концентрація кислоти та лугу.

Окислення застосовується для знезараження стічних вод від токсичних домішок (мідь, цинк, сірководень, сульфід), а також від органічних сполук. Окислювачами є хлор, озон, кисень, хлорне вапно, гіпохлорид кальцію тощо.

Розглянемо **фізико-хімічні методи**.

Коагуляція – процес з'єднання дрібних частинок забруднювачів в більші за допомогою коагулянтів. Для позитивно заряджених частинок коагулюючими іонами є аніони, а для негативно заряджених – катіони. Коагулянтами є вапняне молоко, солі алюмінію, заліза, магнію, цинку, сірчаноокислого кальцію, вуглекислого газу тощо. Коагулюючи здатність солей тривалентних металів в десятки раз вища, ніж двовалентних і в тисячу разів більша, ніж одновалентних.

Флокуляція – процес агрегації дрібних частинок забруднювачів у воді за рахунок утворення містків між ними та молекулами флокулянтів. Флокулянтами є активна кремнієва кислота, ефіри, крохмаль, целюлоза, синтетичні органічні полімери (поліакриламід, поліоксиетилен, полі акрилати, поліетилен аміни тощо).

Для освітлення води одночасно використовуються коагулянти та флокулянти, наприклад, сірчаноокислий алюміній та поліакриламід ППА. Коагуляція та флокуляція здійснюються у спеціальних ємностях та камерах.

При очищенні води використовується і електрокоагуляція – процес укрупнення частинок забруднювачів під дією постійного електричного струму.

Сорбція – процес поглинання забруднень твердими та рідкими сорбентами (активованим вугіллям, золою, дрібним коксом, торфом, силікагелем, активною глиною тощо). Адсорбційні властивості сорбентів залежить від структури пор, їхньої величини, розподілу за розмірами, природи утворення. Активність сорбентів характеризується кількістю забруднень, що поглинаються на одиницю їхнього об'єму або маси (кг/м³).

Пристрої для вилучення зі стічних вод або розчинів за цим методом виготовляють у вигляді фільтрів.

Розрізняють три види сорбційних процесів очищення стоків: абсорбція, адсорбція, хемосорбція.

При абсорбції поглинання забруднень здійснюється всією масою (об'єму) абсорбованої речовини.

При адсорбції поглинання забруднювачів відбувається тільки поверхнею адсорбента за рахунок молекулярних сил двох тіл, що взаємодіють.

При хемосорбції поглинання забруднювачів сорбентом відбувається з утворенням на поверхні розподілу нового компонента або фази.

Вибір сорбента визначається характером та властивостями забруднень. Процес очищення стоків різними видами сорбентів здійснюється в спеціальних колонах, заповнених сорбентами.

Екстракція – вилучення зі стічних вод цінних речовин за допомогою екстрагентів, котрі повинні мати такі властивості: високу екстрагуючу здатність, селективність, малу розчинність у воді, мати густину, що відрізняється від густини води, невелику питому теплоту випаровування, малу теплоємність, бути вибухобезпечними та нетоксичними, мати невелику вартість.

Екстрагування речовин зі стічних вод здійснюється одним з методів: перехреснопотоковим, ступінчастопротивопотоковим, неперервнопротивопотоковим. Об'єм екстрагента, необхідного для екстракції

$$V_e = m_e n V_{ст}$$

де m_e – питома вага екстрагента для однієї екстракції;

n – число екстракцій;

$V_{ст}$ – кількість стічних вод, що підлягають екстракції.

Цей спосіб використовується для вилучення зі стічних вод фенола.

Іонний обмін базується на вилученні зі стічних вод цінних домішок хрому, цинку, міді, ПАР за рахунок обміну іонами між домішками та іонами (іонообмінними смолами) на поверхні розподілу фаз “розчин – смола”. За знаком заряду іоніти поділяються на катіоніти та аніоніти, котрі мають відповідно кислі та лужні властивості. Іоніти можуть бути природними та синтетичними. Практично застосовуються природні іоніти типу алюмосилікатів, гідроокислів та солей багатовалентних металів, іоніти з вугілля та целюлози та різноманітні синтетичні іонообмінні смоли.

Основною властивістю іонітів є їхня поглинальна здатність – обмінна ємність (кількість грам-еквівалентів у стічній воді, що поглинається 1 м³ іоніту до повного насичення).

Після механічних, хімічних та фізико-хімічних методів очищення у стічних водах можуть знаходитись різноманітні віруси та бактерії (дизентерійні бактерії, холерний вібріон, збудники черевного тифу, вірус поліомієліту, вірус гепатиту, цитопатогенний вірус, аденовірус, віруси, що викликають захворювання очей). Тому з метою запобігання захворюванням стічні води перед повторним використанням для побутових потреб підлягають **біологічному очищенню**.

Стерилізація води здійснюється шляхом нагрівання, хлорування, озонування, обробки ультрафіолетовими променями, біообробки, електролізу срібла, коли анодом є срібний електрод, а катодом – вугілля. Іони срібла мають бактерицидну дію. Для стерилізації 20 м³ потрібно виділити з анода 1 г срібла.

Другий метод електролізної обробки води полягає в додаванні до води кухонної солі, котра при пропусканні струму розкладається, виділяючи вільний хлор.

Біологічне очищення здійснюється в біофільтрах, в аеротенках, в окислювальних каналах, в біотенках, в аеротенках із заповнювачами.

Біологічне очищення може здійснюватися і в природних умовах на полях зрошення, полях фільтрації, у біологічних водоймах.

Залежно від мікроорганізмів, котрі беруть участь у руйнуванні органічних речовин, розрізняють аеробне (окислювальне) та анаеробне (відновлювальне) біологічне очищення стічних вод.

У виробничих умовах часто доводиться використовувати комплексні методи очищення, котрі базуються на механічних, хімічних, фізико-хімічних, біологічних способах та пристроях для вилучення забруднень.

3. Ключові питання

- 1) Основні хімічні та фізичні властивості води.
- 2) Яка різниця між дистильованою і питною водами?
- 3) На які потреби використовується вода?
- 4) Джерела забруднення води.
- 5) Складові показники якості води.
- 6) Які речовини найнебезпечніші для води (по ГДК)?
- 7) Способи очищення стічних вод.
- 8) Як працює гідроциклон?
- 9) Що таке аеротенк і біофільтр?

4. Домашнє завдання

- 1) Для успішного виконання та захисту лабораторної роботи студенту потрібно вивчити літературу.
- 2) На основі літератури зробити малюнки систем очищення води.
- 3) Підготуватися до дискусії на тему : “Вода – основа життя”.

5. Лабораторне завдання

Ознайомитись з конструкцією і принципом дії систем і знаряддям очищення води

Методика виконання лабораторного завдання наступна

- 1) Ознайомитись з обладнанням (ПЕОМ) на робочому місці.
- 2) Зробити класифікацію причин і речовин – забруднювачів води.
- 3) Ознайомитись з будовою та принципом дії різних систем очищення води. Вибрати дві найкращі системи і зробити порівняння (пункт 2 домашнього завдання).
- 4) На основі даних педагога кафедри провести розрахунки терміну очищення акваторії Чорного моря від нафтопродуктів.
- 5) Розрахувати водоспоживання підприємств зв'язку та втрати води. (за даними кафедри)

6. Вимоги до звіту

Звіт має відбити такі питання:

- мета роботи;
- результати виконання домашнього завдання;
- стислі тези до дискусії “Вода – основа життя”.
- результати розрахунків;
- графіки залежності відповідно до вимог лабораторного завдання;
- результати розрахунків;
- дата і підпис студента та педагога про захист завдання;

ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА. РОЗРОБКА ЕКОЛОГІЧНОГО ПАСПОРТА ПІДПРИЄМСТВА.

1. Мета заняття

Зрозуміти сутність екологічної експертизи. Вивчити її особливості та завдання, а також послідовність її виконання. Познайомитися з необхідним нормативно — технічним документом кожного підприємства — екологічним паспортом, вивчити порядок та одержати практичні навички по його заповненню.

2. Ключові положення

У процесі заняття студенти повинні вивчити теоретичні положення, одержати навички заповнення екологічного паспорта підприємства.

2.1 Екологічні нормативи

Законом України "Про охорону навколишнього середовища" від 25 червня 1991 року, встановлені екологічні нормативи (стаття 33): Система екологічних нормативів включає:

- нормативи екологічної безпеки (гранично допустимі концентрації забруднюючих речовин у навколишньому природному середовищі, гранично допустимі рівні акустичного, електромагнітного, радіаційного та іншого шкідливого фізичного впливу на навколишнє природне середовище, гранично допустимий вміст шкідливих речовин у продуктах харчування);
- гранично допустимі викиди та скиди у навколишнє природне середовище забруднюючих хімічних речовин, рівні шкідливого впливу фізичних та біологічних факторів.

Законодавством України можуть встановлюватися нормативи використання природних ресурсів та інші екологічні нормативи (частина 2 статті 33 змінена згідно із Законом № 81 / 96-ВР, від 06.03.96 р.) Екологічні нормативи повинні відповідати вимогам охорони навколишнього природного середовища та здоров'я людей від негативного впливу його забруднення.

Нормативи гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин у навколишньому природному середовищі та рівні шкідливих фізичних впливів на нього є єдиними для всій території України (частина 4 статті 33 змінена згідно із Законом № 81 / 96-ВР від 06.03.96 р.). У разі необхідності для курортних, лікувально-оздоровчих, рекреаційних та інших окремих районів можуть встановлюватися більш суворі нормативи гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин та інших шкідливих впливів на навколишнє середовище.

Екологічні нормативи розробляються і вводяться в дію Міністерством охорони довкілля. Міністерством охорони здоров'я України та іншими уповноваженими на те державними органами відповідно до законодавства України (частина 6 статті 33 змінена згідно із Законом № 81 / 96-ВР від 06.03.96 р.).

Для визначення відповідності екологічним нормативам планів, технологічних процесів, устаткування, товарів, хімічних речовин, установок та ін., передбачена екологічна експертиза

В Законі України "Про охорону навколишнього природного середовища" законодавчо закріплена обов'язковість екологічної експертизи. Позитивний висновок державної екологічної експертизи є підставою для відкриття фінансування по всіх проектах і програмах,

реалізація яких без такого позитивного висновку' забороняється. Окрім державної, Закон передбачає інші форми екологічної експертизи - громадську, наукову, які проводяться незалежно від державної.

Завданням державної екологічної експертизи є визначення екологічної безпеки господарської та іншої діяльності, яка може нині або в майбутньому, прямо або опосередковано негативно вплинути на стан навколишнього природного середовища, а також оцінка відповідності передпроектних, передпланових та проектних рішень, що приймаються в процесі господарської та іншої діяльності, вимоги природоохоронного законодавства та визначення повноти та обґрунтованості передбачуваних у них заходів щодо охорони навколишнього середовища.

Екологічній експертизі підтягають:

- проекти схем розвитку і розміщення продуктивних сил, розвитку галузей народного господарства генеральних планів населених пунктів, схем народного планування та інша перед планова і перед проектна документація;
- техніко-економічні обґрунтування і розрахунки, проекти на будівництво і реконструкцію (розширення, технічне переозброєння) підприємств та інших об'єктів, що можуть негативно впливати на стан навколишнього середовища;
- проекти інструктивно-методичних і нормативно-технічних актів і документів, які регламентують господарську діяльність, що негативно впливає на навколишнє середовище;
- документація та створення нової техніки, технології, матеріалів і речовин, у тому числі та, що закуповується за кордоном;
- інші матеріали, речовини, продукція, рішення, системи і об'єкти впровадження, реалізація яких може спричинити порушення норм екологічної безпеки та негативного впливу на навколишнє природне середовище чи появу небезпеки для здоров'я людей.

Екологічній експертизі можуть підлягати також екологічно небезпечні діючі об'єкти і комплекси.

Стандарти в галузі охорони навколишнього середовища проголошують обов'язковими. Згідно основ законодавства з охорони праці та екологічних вимог експертиза повинна здійснюватись як на стадії проектування, так і при постановці продукції на виробництво. Перший етап експертизи може здійснюватись як проектними, так і незалежними громадськими організаціями.

Експертиза містить у собі галузеву та державну експертизу. Державна екологічна експертиза нової продукції полягає в розгляді документації (взірців) нової гіродукції, який проводиться експертними підрозділами органів державного управління в галузі природокористування і охорони оточуючого середовища (Мінприроди) на республіканському і регіональному (територіальному) рівні.

Галузева екологічна експертиза здійснюється галузевими організаціями (підприємствами), визначеними головними в питаннях екологічної безпеки.

Мета екологічної експертизи нової продукції - попередження можливого перевищення допустимого рівня шкідливого впливу на оточуюче середовище в процесі її виробництва, експлуатації, використання, переробки або знищення.

Головне завдання екологічної експертизи полягає в оцінці екології та достатності заходів щодо забезпечення потрібного рівня екологічності, в тому числі:

- відповідності проектних рішень при розробці нової продукції сучасним природоохоронним вимогам;
- повноти і достатності відбиття технічних показників, які характеризують рівень впливу на оточуюче середовище нової продукції в розгляді документації і їх відповідність встановленим природоохоронним

нормативам;

- повноти, вірогідності та наукової обґрунтованості проведеної оцінки впливу на оточуюче середовище, включаючи прогнози можливого впливу нової продукції на стан оточуючого середовища і використання природних ресурсів;
- вибору засобів і методів контролю впливу продукції на стан оточуючого середовища і використання природних ресурсів;
- способів та засобів утилізації або ліквідації продукції після відпрацювання ресурсу.

Під продукцією слід розуміти широкий аспект виробництва: машин, технологій і матеріалів.

Результат екологічної експертизи це експертне заключення (висновок), що містить оцінку повноти та достатності - відбиття у розглядуваній документації питань врахування екологічного фактора і забезпечення необхідного рівня екологічної безпеки нової продукції, а також рекомендації про доцільність її розробки, застосування, доцільності її заміни чи вдосконалення.

Екологічна експертиза здійснюється в такій послідовності:

1. визначають номенклатуру розроблюваної продукції;
2. вивчають сумісно із замовником (споживачем) продукції умови її використання (експлуатації), здійснюваних при її використанні впливів на оточуюче середовище;
3. визначають перелік передбачуваних впливів;
4. визначають рівні здійснюваних впливів на оточуюче середовище (шляхом замірів чи розрахунків) їх відповідність гранично - допустимим значенням;
5. визначають взаємозв'язки між здійснюваними впливами на оточуюче середовище і технічними (технологічними) параметрами продукції;
6. розглядають комплекс нормативно технічних документів, які встановлюють технічні вимоги до даної продукції, а також вимог охорони оточуючого середовища та вносять в них відповідні вимоги (при їх відсутності до показників (конструктивних, технологічних і інших) продукції).

Рішення про необхідність проведення державної екологічної експертизи приймається експертними підрозділами органів державного управління в області природокористування та охорони оточуючого середовища в таких випадках:

- при розробці принципово нових типів продукції, яка не має аналогів у країні та за кордоном;
- при розробці нових типів особливо небезпечної продукції;
- в плані вибіркового і планового контролю за дотриманням норм та правил при розробці нової продукції галузями;
- при звертанні замовників та робітників нової продукції, у тому числі при розгляданні проектів будівництва підприємств з випуском нової продукції (у випадку виникнення суперечностей між розробником та замовником у питаннях екологічної безпеки);
- при поставці в країну та експорті певних видів нової продукції (у відповідності з встановленим порядком контролю безпеки імпортованої та експортованої продукції);

Державній екологічній експертизі повинна, як правило, передувати галузева експертиза.

Галузева експертиза зв'язку по природоохоронним міроприємствам враховує відчуження земель, забруднення атмосфери

(викиди з акумуляторних, заводів "Промзв'язок" і т.д), водоймищ, біосфери електромагнітними полями та шумом.

Для об'єктів зв'язку впровадженні норми відводу земель, наприклад.

1. Необслуговуваний підсилювальний пункт (Ні 111) 0,021 га;
2. Обслуговуваний підсилювальний пункт (01111) - 0,29 га;
3. Допоміжні мережні вухти - 1,55 га;
4. Технічні служби кабельних дільниць - 0,15 га;
5. Охоронна зона кабелю від місця прокладки - 6 м.

Економічний збиток від вилучення земель визначається по формулі:

$У = П + П_1 + К_1 + К_2 + К_3 + 2$, де П - вартість недополученої валової продукції (зерна) на вилученій землі, $П_1$ - пониження чистого прибутку за час відчуження земель, $К_1$ - амортизаційна частина раніше затрачених коштів на освоєння землі,

$$K_1 = 0,3 * П_1$$

$К_2$ - затрати на освоєння нових земаїь для компенсації втраченого потенціалу, $К_2 = К_в$

$К_3$ - затрати на перенос споруд (труб полива, будівель) з відчуженої території, $К_3 = 0,05 * К_в$

$$2 - \text{скриті збитки підприємства} (2 = 0,1 * П)$$

Прямі втраті бувшому СРСР по даним ООН на 1993р. Складають \$35-40 млрд. Відомо, що 1га землі на Україні дає 50ц зерна соняшника, 1т якого коштує \$200.

Завдання №1. На основі даних кабельної магістралі (кабель КМ 8/6 для апаратури К-3600) оцінити збитки та запропонувати міри по рекультивациі, дано:

довжина лінії - 440км,

кількість ОП - 2,

кількість ОПП - 2,

кількість НПП - 141.

Порядок проведення експертизи визначається Мінприроди і окремими міністерствами.

Визначення гранично допустимих і тимчасово узгоджених викидів (ТУВ) здійснюють на підставі розрахунку розсіювання домішок в атмосфері. При цьому, у випадку нагрітих викидів з одинокого джерела з крутим січенням отвору для викиді при значеннях фонових концентрацій збуджень $S_f = (0..0,5)$ менше ГДК, ГДВ (гранично допустимі викиди) визначають за формулою:

$$ГДВ = \frac{(ГДК - C_\phi) \times H^2}{A \times F \times m \times n \times \eta} \times \sqrt{V \times \Delta t}, \text{ де}$$

Н - висота викиду, Н=60м; $T >$ - діаметр отвору; А(- різниця між температурою викидів та температурою оточуючого

середовища, $D_t = 80^\circ C$;

А - коефіцієнт, що залежить від температури атмосфери, А=10; Р - безрозмірний коефіцієнт, що враховує швидкість осідання шкідливих речовин в атмосфері, Р=15;

т, п - коефіцієнти, що враховують умови виходу з труби викидів, $t = 0,3$, $p = 0,2$;

л - коефіцієнт, що враховує рельєф, $l = (0,5... 1,3)$; Об'єм викидаємо суміші:

$$Г = x x c i^7 x A * 2000 \text{ м}^3/\text{с}$$

Якщо в повітрі населених пунктів, де розташовані підприємства, Сф перевищує ГДК, а значення ГДВ за об'єктивними причинами не можуть бути досягнуті, вводиться поетапне зниження викидів шкідливих речовин до ГДК. Наприклад, вміст вуглекислого газу в повітрі на проїжджій частині вулиць міста на висоті 1,5 м над бордюрами розраховується:

$$C = (7,38 + 0,026 * I) \text{ мг/м}^3, \text{ де } N - \text{інтенсивність руху автомобілів, } N=200 \text{ в м.}$$

Одеса.

На КОЖНОМУ етапі до забезпечення ГДВ встановлюють тимчасово узгоджені викиди (ТУВ) на рівні викидів підприємств, аналогічних, за потужністю та технологічним процесом

Гранично допустимі стоки (ГДС) визначаються для всіх категорій водокористування як добуток максимальних годинних витрат стічних вод Мст (м³/год.) на концентрацію в них забруднюючих речовин Сет (г/м^л) згідно формули:

$$\text{ГДС} = \text{Мст} * \text{Сет}$$

У відповідності з Санітарними правилами і нормами охорони поверхневих вод від забруднень (№ 4630-88. Мінздрав, 1988) для скирдування стічних вод в межі міста чи населеного пункту встановлюються на рівні відповідних ГДК.

Якщо фактичне скидання шкідливих речовин із стічними водами менше розрахункового ГДС, то за ГДС приймається фактичне скидання.

Якщо природний фоновий вміст забруднюючих речовин у водному об'єкті по будь-яких показниках не забезпечує нормативну.

Якість води в контрольному пункті, то ГДС по цих показниках встановлюється, виходячи з умов збереження природної якості води в контрольному місці.

В багатьох містах України питна вода не відповідає СН і П та перевіряється по 9 пунктам, замість по необхідним 44-м.

Забруднення води класифікується по 4-м основним категоріям:

- побутові (туалети, бані, столові і т. д.);
- виробничі (використання в технологічних процесах);
- атмосферні (дощові, талі);
- теплові (охолодження АЕС і т. д.).

Степінь забруднення стічних вод оцінюється концентрацією домішок мг/л та мг/м³, а також на ХПК та БПК.

Взаємозв'язок між санітарними вимогами та ступеню очистки води показується в формулі:

$$C_{CT} * \xi + C_P * a * O < (a * O + \xi) * C_{нд}, \text{ де}$$

C_{CT} - концентрація забруднення, що не перевищує межі;

C_P - концентрація цього ж виду забруднення в воді до випуску стічних вод;

$C_{нд}$ - допустимий вміст води в водоймах;

a - коефіцієнт змішування вод;

ξ - розхід води в водоймі;

ξ - кількість стічних вод, поступаючи в водойми.

Допустима величина концентрації забруднення води:

$$C_{CT} < \xi / (C_{нд} - C_P) + \Gamma_{\text{№7}}$$

Таким чином, степінь очистки води:

$$\xi = C_{CT} / (C_{нд} - C_P) * 100\%$$

2

^ нлч

Очистка води здійснюється решітками, радіальними відстійниками, нафтоловщиками гідроциклонами, аеротенками, біофільтрами, окислювальним методом, коагуляцією і т. д.

Порядок встановлення, узгодження, перегляду і контролю нормативів викидів (стоків) шкідливих речовин в атмосферу та в поверхневій водні об'єкти визначається інструкцією.

Завдання №2. Визначити забруднення морської поверхні при аварії танкера з нафтою, коли в море вилилося 27000 нафти. Дати прогноз на мінімальне та максимальне забруднення, користуючись таблицею 1.

Таблиця 1. Українська Державна Академія Зв'язку ім. ОС. Попова

Якісний показник поверхні моря	Товщина нафти, мкм	Кількість нафти, л, п/км ²
Темно	2,032	2340
Тускло	1,016	1170
Яскраві розводи	0,305	352
Сліди	0,152	176
Сріблястий	0,076	88
Ледь помітна	0,038	44

Приймаючи, що 1л нафти важить 0,9кг, визначаємо, що в море вилилось:

$$O = 27 \cdot 10^6 : 0,3 = 30 \cdot 10^6 \text{ л}$$

При негайному збиранні нафти, плівка буде темного кольору, площа забруднення така:

$$S = \frac{O}{N} = \frac{30 \cdot 10^6}{2340} = 1282,5 \text{ км}^2 \quad (2 \text{ зохи}^6)$$

забруднення, коли плівка ледь помітна, суде:

$$30 \times 10^3 \dots = 700000 \text{ км}$$

44

Енергетичною характеристикою підприємств і окремих видів устаткування (машин), по суті аналогічній ГДВ і ГДС є їх шумові та вібраційні показники, а стосовно до об'єктів - джерел виробничих випромінювань - потужність останніх.

При роботі деякого обладнання зв'язку генерується інтенсивний шум, що перевищує нормативні значення (80 дБ). Акустична обробка приміщення або установка звукопоглинаючих куліс, зменшують інтенсивний шум. Величина зниження

$\Delta L = 10 \lg \frac{B}{B_0}$, де B - постійна приміщення до обробки, м ; B_0 - постійна приміщення після акустичної обробки, м .

$$R = \frac{L + AL}{A_0} \text{, ДБ}$$

A_0 - величина звукопоглинання огорожуючих конструкцій, м², на яких немає звукопоглинаючих матеріалів;

A - сумарне додаткове звукопоглинання, що вноситься звукопоглиначами,

Українська Державна Академія Зв'язку ім. О.С. Попова

$a_{AO} = (0,15 \dots 1)$ - середній коефіцієнт звукопоглинання (мах для плитки "Вініпар" на $f = (1000 \dots 4000)$ Гц, гіпсові перфоровані плитки $\theta = 0,9$ на ГМООГц на $\Gamma = 100$ Гц $a_{AO} = 0$, на $f = 4000$ Гц $a_{AO} = 0,4$. Звукопоглинання огорожуючи конструкцій

$$A = a_{CEP} \cdot (\delta \cdot L_0) \cdot \gamma^c$$

a_{CEP} - середній коефіцієнт звукопоглинання (0,3...0,5) приміщення до акустичної обробки;

δ - загальна сумарна площа приміщення, м²;

δ_{AO} - площа огорожувача, м².

Рівень звуку після акустичної обробки визначається:

$$L_i = 101,8 \lg \{ \epsilon_i \cdot 10^{0,1 \cdot (L_{i-1} + \dots)} \}, \text{ де}$$

$$i = 1$$

L_i ~ відомі активні рівні звукового тиску для приміщення $U < 250$ м³ для $U > 250$ м³ вони в 2 рази більші; $I_4 = (0,7 \dots 1; 1,8; 2,5)$ Гц; $\Gamma = (250; 1000; 4000; 8000)$ Гц; $K_A = (-9; 0; 1; -1)$ ДБ.

Визначення допустимих рівнів таких характеристик здійснюється виходячи з рівнянь, які пов'язують цю потужність промислових підприємств, установок, відстань від них до житлової будови, ϕ <у поверхні випромінювання з гігієнічною характеристикою фактора, що впливає на оточуюче середовище - його гранично допустимим рівнем (ГДР). Так, стосовно шуму використовується рівняння акустичного розрахунку для відкритого простору; для електромагнітних полів - залежність щільності (густини) потоку енергії від потужності випромінювання і відстані до джерела

Дія електромагнітних полів на людину оцінюється по поглинанню тілом енергії:

$$W = 8 \times \delta_{EF}, \text{ де}$$

δ - щільність потоку енергії $\delta = 0,1 \text{ Вт/м}^2$;
 $H = I/2 \cdot \mu \cdot r$ (а/т) - напруженість магнітного поля;
 $\delta_{\text{ЕФ}}$ - поверхність тіла людини.

Згідно з роботами Мамфорде, у людини $H=177 \text{ см}$ та масою $m=70 \text{ кг}$, $\delta; \Phi = 1,858 \text{ м}^2$. У повних людей поглинання енергії збільшується в 2 рази (жировий прошарок узгоджує хвильовий опір повітря та м'язів тіла). Перегрів мозку, очей, нирок, кишечника та сім'яників на 1°C приведе до захворювань. Дія стоячих хвиль викликають пошкодження кістяного мозку. Поляризація тканин призводить до змін їх властивостей і професійних захворювань.

Відомо, що $SH = \dots$ (уЕ - уН), де

$E=377H$ - напруженість електричного поля; I - сила току
 (а);

μ - діелектрична постійна середовища (Ф/м); (L - магнітна проникливість середовища (Гн).

Враховуючи, що оточуючі прилади носять яскраво виражений індуктивний характер, для котушок

$$H = \frac{4D^3 \cdot I}{\mu \cdot r} \cdot P$$

$4D^3$ - кількість витків; I - сила струму в котушці (а);

K - відстань до котушки;

r - радіус котушки; $P \ll 1$ - поправочний коефіцієнт при $r/\mu > 10$.

Якщо відома допустима електрична складова $E_d = 5 \text{ В/м}$ (для

$$E_d = i 27 \times 10^5 \cdot \mu \cdot \omega \cdot K$$

При роботі зв'язаних з ЗВЧ випромінюваннями відіграє роль щільність потоку енергії (ЩПЕ). Найбільша інтенсивні випромінювання поблизу антен.

Припустимо, потужність в антені дорівнює P_A . тоді $\rho_{\text{ЩПЕ}} = \dots$, де R - радіус навколо фазового центру антени. $\rho_{\text{ЩПЕ}} = \frac{P_A}{4\pi R^2}$

Відстань від джерела до границі зони з допустимою інтенсивністю випромінювання:

$$R = \sqrt{\frac{P_A}{4\pi \rho_{\text{ЩПЕ}}}}$$

$S(0)$ - коефіцієнт посилення антени (1... 10) раз, $\delta_{\text{дон}} = 0,1 \text{ Вт/м}^2$.

Дія ЕМП викликає три степені захворювань. Особливо важка - третя - викликає порушення роботи серця, пам'яті, уваги та др.

Застосування суцільного металевого екрана ослаблює ЕМП в 100000 раз (50 дБ).

[ГОСТ 12.1.006-84 електромагнітні поля радіочастот,
 ГОСТ 12.4.154-85 прилади захисту від полів].

Врахування основних видів впливу на оточуюче середовище здійснюється в

екологічних паспортах підприємств.

Екологічний паспорт підприємства

Екологічний паспорт промислового підприємства - це нормативно-технічний документ, що містить дані щодо використання підприємством ресурсів (природних, вторинних та інших) і визначенню впливу його виробництва на оточуюче середовище.

Екологічний паспорт розробляє підприємство за рахунок своїх коштів. Він затверджується керівником підприємства, узгоджується Радою народних депутатів і територіальним органом Міністерства охорони навколишнього середовища, де і реєструється.

Базою для розробки екологічного паспорта служать основні показники підприємства, проекти розрахунків ГДВ, норми ГДС, дозвіл на природокористування, паспорти газо - і водоочисних споруд та установок для утилізації і використання відходів, форми державної статистичної звітності та інші нормативи.

Екологічний паспорт не замінює і не відмінює діючі форми державної звітності. Для діючих та проєктованих підприємств екологічний паспорт складати за станом на 01.01.90 р. В подальшому його слід доповнювати (коректувати) при зміні технології виробництва. Екологічний паспорт зберігають на підприємстві і територіальному органі Міністерства охорони навколишнього середовища.

Заповнення всіх форм екологічного п-г от а обов'язкове.

Згідно з ГОСТ 17.0.0.04-90 екологічний паспорт складається з таких розділів:

1. титульний лист і загальні відомості про підприємство та його реквізити;
- 2 коротка природно - кліматична характеристика район) розташування підприємства;
3. короткий опис технології виробництва і відомості про продукцію, балансова схема матеріальних потоків;
4. відомості про використання земельних ресурсів;
5. характеристика сировини, • використовуваних матеріальних та енергетичних
6. характеристика викидів в атмосферу;
7. характеристика водоспоживання і водовідведення;
8. характеристика відходів;
9. відомості про рециркуляцію порушених земель і відомості про транспорт підприємства;
10. відомості про еколого-економічну діяльність підприємства.

Підвищення екологічності і безпечності технічних систем і технології при проєктуванні та підготовці виробництва

В тих випадках, коли промислове підприємство, технічний засіб (машина) та умови праці не задовольняють нормативи безпеки і екологічності, необхідно проведення комплексу заходів, спрямованих на поліпшення цих показників. У відповідності з Санітарними нормами № 1042-73 основними напрямками для цього є:

- Заміна шкідливих речовин нешкідливими або менш

шкідливими;

- Заміна сухих способів переробки матеріалів, які обумовлюють запиленість, мокрими;
- Застосування гідро - та пневмотранспорту при транспортуванні матеріалів здатних до запилювання;
- Заміна процесів і технологічних операцій, пов'язаних з виникненням шуму, вібрації та інших шкідливих факторів, процесами з меншої їх інтенсивністю;
- Заміна нагріву вогнем електричним, а твердого і рідкого палива газоподібним;
- Герметизація обладнання з вбудованими підсосами, автоблокування технологічного та санітарно-технічного обладнання;
- Сигналізація при несправності системи підсосів;
- Повне вловлювання та очистка технологічних викидів;
- Очистка промислових стоків;
- Застосування мало відхідних та безвідходних технологій.

Всі захисні заходи і конструктивні рішення можуть бути виконані шляхом зміни конструкції машини, чи її схемного рішення або шляхом застосування додаткових пристроїв або систем (екобіозахистна техніка).

Основним слід вважати перший напрямок, що реалізується при проектуванні та виготовленні.

Для вилучення можливості експлуатації обладнання, яке не відповідає вимогам безпеки і екологічності, здійснюється відповідна його перевірка перед введенням в експлуатацію. Обладнання підвищеної небезпечності піддається спеціальним випробуванням.

Нове обладнання та машини проходять вхідну експертизу на відповідність вимогам безпеки та екологічності. Вона здійснюється відділом головного механіка з залученням механіка-енергетика цього підрозділу, де планується її використання.

Якщо обладнання не відповідає встановленим вимогам, воно не допускається до експлуатації. При цьому складають рекламцію на адресу заводу-виготовлювача

Щорічно відділ головного механіка здійснює перевірку стану усього парку верстатів, машин і агрегатів (в тому числі і за показниками безпеки та екологічності), за результатами яких складаються плани ремонтів та модернізації.

Важливе місце в підвищенні безпечності і екологічності машин і усануюк займає функціональна діагностика - один з способів підвищення надійності, а значить, безаварійності. Суть її в поточному контролі правильності функціонування технічної системи. Одним з методів функціональної діагностики є віброакустичний метод, що здійснюється, безпосередньо під час експлуатації машини. Виходячи з наявності в спектрах шуму і вібрацій характерних складових визначаються дефективні елементи машини і тим самим виявляють ймовірність і можливість виникнення аварійних режимів.

З врахуванням наведеного, основні принципи забезпечення безпечності і екологічності промислового обладнання зводяться до наступного:

На етапі проектування

1. Врахування нормативних показників безпечності і екологічності або прогнозування міри технологічного ризику.

2. Врахування вимог екологічності і безпечності в проектній документації
3. Експертиза проектної документації.
4. Врахування вимог безпеки та екологічності при підготовці виробництва
5. Врахування ергономічних вимог як факторів безпеки.

При підготовці виробництва та на етапі експлуатації:

1. Випробування машин та обладнання.
2. Інвентаризація викидів. Складання екологічних паспортів.
3. Застосування засобів захисту.
4. Функціональна діагностика машин і механізмів.

На основі вивчення та узагальнення передового світового досвіду можна скласти перелік природоохоронної діяльності на підприємствах зв'язку:

1. Більш повне використання вихідних матеріалів.
- 1) Розробка та введення нових виробів, виробництво й споживання котрих зв'язано з меншим забрудненням середовища і використання ресурсів.
2. Утилізація відходів.
- 2) Підвищення степені та покращення якості знешкодження виробничих відходів.

Зниження рівня виробничо – транспортних шумів.

- a) Проведення екологічної експертизи випускаємої продукції.
- b) Зняття з виробництва екологічно небезпечної продукції,
- c) Закриття окремих цехів, підприємств, випускаючих продукцію, виробництво якої зв'язано з значним негативним впливом на навколишнє середовище,
- d) Будівництво та обладнання природоохоронних та ресурсозберігаючих об'єктів.
6. Встановлення газоочисних і водоочисних апаратів. Впровадження установок та цехів, зв'язаних з розробкою методів очистки виробничих відходів.
7. Систем водо і повітря забезпечення з замкнутими циклами
8. Складів, відстійників, шлакунакоплювачів та інших споруд для відходів, а також для їх знешкодження та знищення.
9. Установок та цехів для комплексної переробки сировини.
10. Встановлення очисних споруд колективного користування спільно з другими підприємствами.
- a) Утримання та експлуатація очисних споруд, утилізаційних установок. б) Підвищення ефективності і потужності існуючих очисних споруд і утилізаційних установок, c) Контроль за роботою природоохоронних об'єктів.
12. Розробка нових та вдосконалення існуючих методів контролю.
13. Придбання та виготовлення контрольно-вимірювальних приладів.
14. їх установка та експлуатація.
15. Збір, сортування і складування.
16. Знешкодження.
17. Підготовка до утилізації.

18. Транспортування до місць масового знешкодження або передачі іншим підприємствам для утилізації.

- a) Утримання зелених насаджень на території підприємств та в санітарно-захисній зоні.
- b) Рекультивация земель, звільнених в результаті міроприємств по утилізації або знищенню відходів,
- c) Управління природоохоронною діяльністю на підприємстві.

19. Створення відділів (лабораторій, служб) охорони природи, забезпечуючи організацію, матеріально-технічне забезпечення експлуатації природоохоронних потужностей.

20. Планування природоохоронної діяльності та затрат на неї.

21. Контроль за станом навколишнього середовища (в тому числі здійснення зв'язків з державними інспекціями та службами).

22. Підбір спеціалістів та підвищення їх кваліфікації, проведення інструктажу робочих та інженерно-технічних робочих по експлуатації природоохоронного обладнання

23. Розробка системи заохочування робітників підприємств за досягнення найліпших екологічних результатів.

Формування відповідної організаційної структури буде сприяти впорядкуванню контролю за експлуатацією очисного обладнання, полегшить включення природоохоронної діяльності в систему внутрішньовиробничого госпрозрахунку, а також в систему бухгалтерського обліку та економічного аналізу.

3. Ключові запитання:

1. В чому полягає суть екологічної експертизи?
2. Мета екологічної експертизи.
3. Які об'єкти господарської діяльності підлягають екологічній експертизі?
4. Ким визначається порядок проведення екологічної експертизи?
5. Що таке екологічний паспорт підприємства і хто його розробляє?
6. З яких розділів складається екологічний паспорт підприємства?
7. Комплекс заходів, спрямованих на поліпшення показників безпеки та екологічності.

4. Домашнє завдання:

1. Вивчити основні теоретичні положення по наведеній літературі.
2. Підготувати відповіді на ключові запитання.
3. Скласти екологічний паспорт підприємства зв'язку.

Оцінка обстановки при надзвичайних ситуаціях,
пов'язаних з повенями та землетрусами.

1. Мета роботи

1. Вивчення впливу різних факторів на збільшення частоти і руйнівної сили повеней.
2. Ознайомлення з заходами для запобігання повеней і поводженню людей.
3. Знайомство з розрахунковими співвідношеннями, пов'язаними з повенями
4. Вивчення причин землетрусів і пристрою сейсмографа.
5. Вивчення інтенсивності (сили) землетрусів і різних шкал виміру.
6. Ознайомлення з розрахунковими співвідношеннями, зв'язаними з землетрусами.
7. Вивчення методики оцінки збитку від землетрусів і правил поведінки людей.

2. Ключові положення

Повені

Стан і розвиток як біосфери, так і людського суспільства знаходиться в прямій залежності від стану водяних ресурсів. В останні десятиріччя усе більше число фахівців і політичних діячів серед проблем, що стають перед людством, під номером один називають проблему води. Водяні проблеми виникають у чотирьох випадках: коли води немає чи її недостатньо, коли якість води не відповідає соціальним, екологічним і господарським вимогам, коли режим водних об'єктів не відповідає оптимальному функціонуванню екосистем, а режим її подачі споживачам не відповідає соціальним і економічним вимогам населення і, нарешті, коли від надлишку води обжиті території страждають від повеней.

У глобальному аспекті перші три проблеми з'явилися породженням минулого сторіччя, а четверта супроводжує людське суспільство з найдавніших часів. І як це не парадоксально, протягом багатьох сторіч людство, що прикладає неймовірні зусилля для захисту від повеней, ніяк не може знайти надійні заходи захисту. Навпаки, з кожним століттям збиток від повеней продовжує рости. Особливо сильно, приблизно в 10 разів, він зріс за другу половину минулого століття. По розрахунках, площа паводконебезпечних територій складає на Земній кулі приблизно 3 млн. кв. км, на яких проживають близько одного мільярда чоловік. Щорічні збитки від повеней в окремі роки перевищують 200 млрд. доларів. Гинуть десятки, сотні і тисячі людей.

В останні роки. Велику роль у збільшенні частоти і руйнівної сили повеней грають антропогенні фактори. Серед них, у першу чергу, варто назвати вирубку лісів (максимальний поверхневий стік зростає на 250-300 %), нераціональне ведення сільського господарства (у результаті зниження інфільтраційних властивостей ґрунтів, по деяких розрахунках в Україні з IX по XX століття поверхневий стік збільшилося в 4 рази і різко зросла інтенсивність паводків).

Прогнозоване потеплення клімату і неминучий ріст подальшого освоєння річкових долин безсумнівно приведуть до збільшення повторюваності і збільшенню руйнівної сили повеней. Тому невідкладною задачею є розробка

дійових заходів запобігання повеней і захисту від них, оскільки це в 50–70 разів зменшить витрати на ліквідацію наслідків від заподіяних ними нещасть. Наприклад; розробка таких заходів:

1. При господарському освоєнні паводконебезпечних територій, як у долинах рік, так і на морських узбережжях, варто проводити детальні економічні й екологічні дослідження. Їх ціль – виявлення шляхів одержання максимально можливого економічного ефекту від освоєння цих територій і разом з тим зведення до мінімуму можливого збитку від повеней.

2. При розробці протипаводкових заходів у долинах рік варто розглядати весь водозбір, а не його окремі ділянки, оскільки локальні протипаводкові заходи, що не враховують усю ситуацію проходження паводка в долині ріки, можуть не тільки не дати економічного ефекту, але й істотно погіршити ситуацію в цілому і привести в результаті до ще більшого збитку від повені.

Характерним прикладом служить досвід по захисту від повеней територій у середній і нижній течій р. Тисса в Угорщині. Для збільшення пропускної здатності в період проходження паводків русло ріки в особливо звивистих місцях було спрямлено і поглиблене, довжина його в результаті скоротилася на 480 км. Ділянки, не охоплені русловипрямлюючими роботами, були обваловані. У паводок 1879 р. заглиблені та спрямлені ділянки Тисси пропустили набагато більший обсяг вод, ніж у природних умовах. У не заглиблених і неспрямлених ділянках, де пропускна здатність русла залишилася колишньою, рівень води різко підвищився. У результаті дамби обвалування були прорвані в багатьох місцях. Це привело до затоплення величезної території. Практично цілком був зруйнований м. Сегед.

3. Необхідно вміло сполучити інженерні методи захисту з не інженерними. До них, у першу чергу, належать: обмеження чи повна заборона таких видів господарської діяльності, у результаті яких можливе посилення повеней, а також розширення заходів, спрямованих на створення умов, що ведуть до зменшення стоку. Крім того, на паводка небезпечних територіях повинні здійснюватися лише такі види господарської діяльності, яким при затопленні буде нанесений найменший збиток.

4. Інженерні спорудження по захисту земель і господарських об'єктів повинні бути надійні, і їхнє здійснення повинне бути зв'язане з мінімальними порушеннями природного середовища.

5. Повинне бути проведене чітке районування і картування заплав з нанесенням границь паводків різної небезпечності. З урахуванням виду господарського використання території рекомендується виділити зони з 20% забезпеченістю паводка (для сільськогосподарських угідь), 5% забезпеченістю (для будівель у сільській місцевості), 1% забезпеченістю для міських територій і 0,3% забезпеченістю для залізниць. Саме собою зрозуміло, що в різних природних зонах і екологічних районах число зон і принципи їхнього виділення можуть у якомусь ступені змінитися.

6. У країні повинна існувати чітко працююча система по прогнозуванню паводків і по повідомленню населення про час настання повені, про максимально можливі оцінки його рівня і тривалості. Прогнозування паводків повенях здійснюватися на основі розвитку широкої, добре оснащеної сучасними приладами служби спостережень за гідрометеорологічною обстановкою.

7. Важливе значення варто приділяти завчасному інформуванню населення про можливість повені, роз'ясненню про ймовірні його наслідки і міри, які варто

починати у випадку затоплення будівель і споруджень. З цією метою варто широко використовувати телебачення, радіо й інші засоби інформації. У паводконебезпечних районах повинна бути широко розгорнута пропаганда знань про повені. Усі державні структури, а також кожен житель повинні ясно уявляти, що їм слід робити до, у період і після повені.

8. Дуже важлива розробка і подальше удосконалювання методик розрахунку як прямих, так і непрямих збитків від повеней.

9. Регулювання використання паводконебезпечних територій повинне бути прерогативою республік, країв, областей, районів і міст. Держава може направляти і стимулювати їхню діяльність лише прийняттям **тих** чи інших законів про регулювання землекористування.

10. У систему заходів щодо захисту від повеней повинні бути включені як державні і громадські організації, так і приватних осіб. Успішна робота такої системи повинна координуватися і направлятися центральним органом.

11. Найкращим інструментом по регулюванню землекористування на паводконебезпечних територіях може бути гнучка програма по страхуванню від повеней, що з'єднає як обов'язкове, так і добровільне страхування. Основний принцип цієї програми повинен полягати в наступному: у випадку прийняття раціонального з позицій протипаводкового захисту виду використання території страхувальнику виплачується істотно велика страхова сума, чим у випадку ігнорування їм відповідних рекомендацій і норм.

12. Комплекс заходів у паводконебезпечних районах, що включає прогнозування, планування і здійснення робіт, повинний проводитися до настання повені, у період його проходження і після закінчення стихійного лиха.

Детальна розробка названих вище положень концепції є невідкладною задачею ряду науково-дослідних і проектних інститутів, ряду міністерств і в першу чергу МНС.

До числа першочергових задач в області вивчення повеней варто також віднести: розробку методики обліку збитку, викликаного змінами в природному середовищі: морфології долини, ґрунтовому покриві, рослинності, тваринному світі, якості води, а також методики обліку збитку, наносимого здоров'ю людей у період і після завершення повеней.

Повінь – тимчасове затоплення суші в результаті підйому води вище звичайного (ординара). Причини:

рясні опади, дощі;

інтенсивне танення снігу;

утворення заторів (крижини навесні), зажорів (дрібний сніг, лід восени);

руйнування гідротехнічних споруджень;

підземні землетруси (викликають гігантські хвилі - цунамі);

сильний нагонний вітер на морських узбережжях і устьях рік, що впадають у море.

Повені поділяються на два основних типи.

Суша може затоплятися ріками чи морем - так розрізняються повені річкові і морські. Повені загрожують майже що $\frac{3}{4}$ земної поверхні. По статистиці ЮНЕСКО від річкових повеней у 1947 - 1967 роках загинуло близько 200000 чоловік. На думку деяких гідрологів, ця цифра навіть занижена. Вторинний збиток

при повенях ще більш значний, чим у зв'язку з іншими стихійними лихами.

Паводкові комісії різних країн випускають надійні інструкції на випадок повені. У найбільш важливих пунктах ці інструкції збігаються. На 15 квітня 2006 р. у Європі вони говорять:

1. Перед повінню; приготувати мішки з піском, колоди, очистити каналізаційну систему, забезпечити запасними джерелами енергоживлення, засобами надання першої допомоги. Заправити баки автомашин. Створити запаси питної води і продовольства, готового до вживання. Приготувати транзисторні приймачі, спиртові плиточки і сигнальні електричні ліхтарі.

2. При оголошенні про початок повені. закласти питну воду на випадок, якщо колодязі стануть непридатними, а водопровід перестане функціонувати. Якщо є час, закласти, наповнити і прив'язати всі те, що могло б спливати. Намітити сухе безпечне місце, яке напевно уникне затоплення, на випадок утечі. Варто врахувати можливість бути відрізаним водою.

3. Під час повені; уникати низько розташованих місць, що можуть виявитися затопленими при руйнуванні гребель. Ніколи не переходити затоплені ділянки, якщо вода може бути вище колін. Потік може звалити з ніг, а у вирі людин стає безпомічним. Не можна переправлятися через затоплені ділянки на автомобілі, можна не помітити ями.

4. Після повені; не слід уживати продуктів харчування, підмочених паводковими водами. Не використовувати для питва воду без, санітарної перевірки. Кожен колодязь повинний бути спочатку осушений, а вода піддана аналізу на предмет її нешкідливості. Без особливої необхідності не слід заходити на ділянки, що були затопленими. Електроприлади повинні бути перед уживанням висушені і випробувані.

1.2. Оцінка обстановки при НС Типа повень.

Задача: Обсяг водоймища ГЕС $W=70$ млн. m^3 , ширина прорану $B=100$ м, глибина води перед греблею $H=50$ м, середня швидкість руху хвилі попуску $V=5$ м/с.

Визначити параметри хвилі на відстані: 25; 50 і 100 км від греблі при її руйнуванні.

Рішення

1. Визначаємо час приходу хвилі на задані відстані:

$$t_{np} = R/V, \text{ ч}$$

при цьому, рух води V переведемо в км/год

$$V = 5 \cdot 3600 = 5 \cdot 3,6 = 18,0 \text{ км/ч.}$$

$$t_{np25} = \frac{25}{18} = 1,4 \text{ ч; } t_{np50} = \frac{50}{18} = 2,8 \text{ ч; } t_{np100} = \frac{100}{18} = 5,6 \text{ ч.}$$

Згідно розробок МНС скористаємося таблицею

Таблиця. Висоти хвилі під час проходження води

Параметри	Відстань від греблі, км						
	0	25	50	100	150	200	250
Висота хвилі h , м	0,25H	0,2H	0,15H	0,075H	0,05H	0,03H	0,02H
Тривалість проходження хвилі t , ч	T	1,7T	2,6T	4T	5T	6T	7T

Н, м	5	10	25	50	100		
Максимальна витрата води на 1м прорану N, м ³ /в·м	10	30	125	350	500		

2. По таблиці знаходимо висоту хвилі на заданих відстанях:

$$h_{25} = 0,2H = 0,2 \cdot 50 = 10 \text{ м}$$

$$h_{50} = 0,15H = 0,15 \cdot 50 = 7,5 \text{ м}$$

$$h_{100} = 0,075H = 0,075 \cdot 50 = 3,75 \text{ м}$$

3. Визначаємо тривалість проходження хвилі попуску (t) на заданих відстанях:

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

де N – таблична величина; 3600 – перекладний коефіцієнт у годинник.

T – час спорожнювання водоймища

$$T = \frac{70 \cdot 10^6}{350 \cdot 100 \cdot 3600} = 0,55 \text{ ч.}$$

Тоді:

$$t_{25} = 1,7 \cdot T = 1,7 \cdot 0,55 = 1 \text{ ч}$$

$$t_{50} = 2,6 \cdot T = 2,6 \cdot 0,55 = 1,5 \text{ ч}$$

$$t_{100} = 4T = 4 \cdot 0,55 = 2,2 \text{ ч}$$

У приведеному прикладі треба:

Висновок:

Необхідні екстраординарні міри для населення при пов'язаною з руйнуванням ГЕС на відстані 25 км і протягом 1ч забрати машини і людей від ріки не менш 1-3 км; на відстані 50 км зробити евакуацію людей до 2 км.

Розрахункові дані

Варіанти	Обсяг водоймища Q=W, млн.м ³	Ширина У, м	Глибина Н, м	Швидкість води V, м/ч
1	100	100	50	5
2	200	200	70	6
3	300	300	100	7
4	400	400	150	8
5	500	500	200	9
6	600	600	250	10
7	700	700	300	11
8	800	800	80	17
9	900	50	300	15
10	1000	80	200	20

11	50	10	20	4
12	60	20	25	4,5
13	80	30	30	5
14	90	50	15	5
15	120	70	20	5,5
16	150	90	20	4,5
17	170	110	50	5
18	190	130	60	6
19	230	150	70	6,5
20	250	170	80	7
21	270	220	90	7
22	310	250	50	10
23	330	270	30	8
24	350	290	35	9
25	370	330	40	7,5

2. Загальні поняття про землетруси

Землетрус — це сейсмічні явища, що виникають у результаті раптових зсувів і розривів у земній корі чи верхній частині мантії, що передаються на великі відстані у виді різких коливань, що приводять до руйнування будинків, споруджень, пожежам і людським жертвам.

Більшість землетрусів, як на суші, так і під дном океану відносяться до групи тектонічних.

Причини

Причини землетрусів бувають різні: тектонічні, вулканічні, що представляють найбільша небезпека, а також обвальні, наведені й ін.

Фізико-хімічні процеси, що відбуваються усередині Землі, викликають зміни фізичного стану Землі, обсягу й інших властивостей речовини. Це приводить до нагромадження пружних напружень у якій-небудь області земної кулі. Коли пружні напруження перевищать межу міцності речовини, відбудеться розрив і переміщення великих мас землі, що буде супроводжуватися струсами великої сили. От це і викликає струс Землі — **землетрус**.

Землетрусом так само звичайно називають будь-як коливання земної поверхні і надр, якими б причинами воно не викликалося - ендегенними чи антропогенними і яка б ні була його інтенсивність.

Землетруси відбуваються на Землі не повсюдно. Вони концентруються в порівняно вузьких поясах, наближених в основному до високих гір чи глибоким океанічним жолобам. Перший з них — **Тихоокеанський** — обрамляє Тихий океан; другий — **Средиземнотрансазіатський** — простирається від середини Атлантичного океану через басейн Середземн моря, Гімалаї, Східну Азію аж до Тихого океану; нарешті, Атлантико-арктичний пояс захоплює серединний Атлантичний підводний хребет. Ісландію, острів Ян-Майєи і підводний хребет Ломоносова в Арктиці і т.д. Землетрусу відбуваються також у зоні африканських і азійських западин, таких, як Червоне море, озера Танганьїка і Ньяса в Африці, Іссик-Куль і Байкал в Азії. Справа в тім, що найвищі гори чи глибокі океанічні жолоби в геологічному масштабі є молодими утвореними, що знаходяться в процесі формування. Земна кора в таких областях рухлива. Значна частина землетрусів зв'язана з процесами горотворення. Такі землетруси називають **тектонічними**. Учені склали спеціальну карту, на якій показане, якої сили землетрусу бувають чи можуть бути в різних районах нашої країни: у Карпатах, у Криму, на Кавказу й у Закавказзі, у горах Паміру, Копет-Дагу. Тянь-Шаню, Західного і Східного Сибіру, Прибайкалля, на Камчатці, Курильських островах і в Арктиці. Бувають ще і **вулканічні** землетруси. Лава і розпечені гази, що вирують у надрах вулканів, давлять на верхні шари Землі, як пари киплячої води на кришку чайника. Вулканічні землетруси досить слабкі, але продовжуються довго: тижня і навіть місяці.

Замічено випадки, коли вони виникають до виверження вулканів і служать провісниками катастрофи.

Струси землі можуть бути також викликані обвалами і великими зсувами. Це місцеві **обвальні** землетруси.

Як правило, сильні землетруси супроводжуються повторними поштовхами, потужність яких поступово зменшується.

При тектонічних землетрусах відбуваються розриви чи переміщення

гірських порід у якому-небудь місці в глибині Землі, названому **центром** чи землетрусу чи **гіпоцентром**. Глибина його звичайно досягає декількох десятків кілометрів, а в окремих випадках і сотень кілометрів. Ділянка Землі, розташована над центром, де сила підземних поштовхів досягає найбільшої величини, називається **епіцентром**. Іноді порушення в земній корі — тріщини, скидання — досягають поверхні Землі. У таких випадках мости, дороги, спорудження виявляються розірваними і зруйнованими. При землетрусі в Каліфорнії в 1906 р. утворилася тріщина довжиною в 450 км. Ділянки дороги біля тріщини змістилися на 5—6 м. Під час Гобійського землетрусу (Монголія) 4 грудня 1957 р. виникли тріщини загальною довжиною 250 км. Уздовж них утворилися уступи. Буває, що після землетрусу великі ділянки землі опускаються і заливаються водою, а в місцях, де уступи перетинають ріки, з'являються водоспади. 10м

Як вивчають землетруси?

Приблизно через двадцять хвилин після сильного землетрусу про нього можуть довідатися сейсмологи всієї земної кулі. Для цього не потрібно ні радіо, ні телеграфу. Землетрус саме повідомляє про себе.

Як це відбувається? При землетрусі переміщуються, коливаються частки гірських порід. Вони штовхають сусідні частки, що передають поштовх ще далі у виді пружної хвилі.

Таким чином, струс як би передається по ланцюжку і розходить у виді пружних хвиль в усі сторони; поступово, у міру видалення від центрів землетрусу, хвиля слабшає.

Представлення про такі пружні хвилі може дати вантажівка, коли він йде по нерівній вулиці. Пружні хвилі викликають струс найближчих будинків. Відомо, наприклад, що пружні хвилі передаються по рейках далеко уперед від потяга, що мчить, наповнюючи рейки рівним, ледве чутним гулом.

Пружні хвилі, що виникають при землетрусі, називаються сейсмічними. Найшвидші з них поширюються в поверхневих шарах Землі зі швидкістю від 5 до 8 км/сек, а усередині Землі - до 13 км/сек.

Запис землетрусів

Коли ви перебуваєте в автобусі, то при рушенні машини з місця падаєте назад, а при різкому гальмуванні - уперед. Чому це відбувається? Коли автобус різко рушає, ваше тіло прагне зберегти стан спокою. Ноги, що спираються на підлогу автобуса, «ввійджують» з-під вас, і ви падаєте назад. Властивість зберігати первісний стан чи спокою рівномірного руху називається інерцією. Ця ж властивість інерції використовується й в особливому приладі - **сейсмографі**, що відзначає землетрусу. Головна частина сейсмографа - маятник - являє собою вантаж, підвішений як у маятнику на стінних годинників чи на пружині. Коли ґрунт коливається, вантаж маятника сейсмографа відстає від її руху. Якщо до вантажу маятника прикріпити голку і до неї пригорнути закопчене скло так, щоб голка лише стикалася з його поверхнею, вийде найбільш простий сейсмограф, яким користалися раніш. Ґрунт, а разом з нею і скляна пластинка коливаються, вантаж маятника і голка залишаються нерухомими, а голка креслить на закопченій поверхні криву коливання Землі.

Якщо замість голки до вантажу маятника прикріпити дзеркало і направити на нього промінь світла, то відбитий промінь - «зайчик» - буде відтворювати коливання ґрунту в збільшеному виді. Такий «зайчик» направляють на стрічку фотопаперу.

Яка рівномірно рухається після прояву на цій стрічці можна бачити записані коливання - криву коливань Землі в часі.

Чудове досягнення науки – електричний сейсмограф для запису найменших коливань ґрунту. Його винайшов академік Б. Б. Голицин. Цей прилад реєструє землетруси, що відбуваються на відстані до 20 тис. км. Так, наприклад, сейсмографи Голицина, установлені на сейсмічній станції «Москва», відзначають коливання від землетрусів, що відбуваються в таких віддалених місцях, як Південна Америка чи Антарктида.

Якщо центр землетрусу знаходиться в передгір'ях Паміру на відстані близько 3 тис. км від Москви, то через кілька хвилин після початку землетрусу пружні хвилі дійдуть до Москви.

Запис струсів ґрунту називається сейсмограмою. Академік Б. Б. Голицин винайшов спосіб, як по сейсмограмі навіть однієї станції довідатися, де відбувався землетрус.

На сейсмічних станціях прилади працюють день і ніч, стежачи за сейсмічними хвилями - вісниками далеких і близьких підземних поштовхів. У приладах застосовується автоматика, а ряд розрахунків при обробці спостережень виконується на електронно-рахункових машинах.

У залежності від типу землетрусу застосовують декілька магнитудних шкал. Сейсмічні хвилі поділяються на хвилі стиску і хвилі зрушення. Хвилі стиску називаються первинними (Р-волнами) чи подовжніми хвилями. Швидкість поширення такої хвилі в 1,7 рази більше швидкості поширення хвиль зрушення.

Хвилі зрушення чи поперечні сейсмічні хвилі змушують частки порід коливатися перпендикулярно напрямку поширення хвилі і називаються вторинними (S-хвилею). Існує ще третій тип пружних хвиль – довгі чи поверхневі хвилі (L-хвилі), саме вони викликають самі сильні руйнування. Інтенсивність (сила) у землетрусу характеризує ступінь руйнування, виміряється по шкалі MSK-64 (Медведива – Щпонхайера – Карніка) у балах (0-12). У Росії використовується шкала Медведєва-Адамса теж у 12 балах.

Блюмом запропонована технічна шкала інтенсивності землетрусів. У Японії використовують шкалу із семи магнитуд К. Вадати (K.Wadati). Саме з цієї шкали і запозичав И.Ф. Ріхтер логарифмічний масштаб. Для локальних землетрусів у багатьох районах світу, наприклад, у Новій Зеландії, Італії й ін. використовують шкали: де Росії Фореля; Меркаллі. Відображуючи силу землетрусів «Магнитудний» масштаб Ріхтера відповідає амплітуді невеликого горизонтального зсуву, записаного сейсмографом на відстані 10 км від епіцентру (крапки земної поверхні над фокусом землетрусу).

У залежності від відстані і глибини фокуса землетрусу, що визначаються за допомогою емпіричних таблиць графіків (Gibluly, Waters, Woodford, 1968), визначається (E) – сумарна енергія, що зв'язана з (M) – магнитудою

$$\log E = 11,4 + 1,5M.$$

Ріхтер установив, що енергія, що вивільнилася, у 31,6 рази більше тієї, котра існувала при попередній одиниці шкали. Інші алгебраїчні залежності показують, що при збільшенні магнитуды на одиницю вивільняється в 60 разів більше енергії. Найбільші землетруси вивільняють енергії в 10^{25} ерг ($1\text{ ерг} = 10^{-7}$ Дж), що еквівалентно енергії 12 тис. атомних бомб типу Хіросимської.

Землетрусу з магнитудою 7 і більш по шкалі Ріхтера – сильні землетруси (major)

earthquakes), а з магнітудою 8 і більш – великі землетруси (sreat earthquakes).

Протягом декількох десятиків років шкала Ріхтера уточнювалася, зараз існує кілька похідних шкал, наприклад:

магнітуда об'ємних хвиль

$$M_p = \lg(A/T) + Q(D, h),$$

де А – амплітуда коливань землі (у мікрометрах по сейсмографі),

Т – період хвилі (у секундах) і Q – виправлення, що залежить від відстані епіцентру D і глибини вогнища землетрусу h.

магнітуда поверхневих хвиль

$$M_p = \lg(A/T) + 1,66 \lg D + 3,3$$

Ця шкала погано працює при M=8 через насичення.

§2.1. Шкала Ріхтера

Класифікація землетрусів по шкалі Ріхтера

Бал	Найменування землетрусу	Коротка характеристика
1	Непомітне	Відмінюється тільки сейсмічними приладами
2	Дуже слабке	Відчувається окремими людьми, що знаходяться в стані повного спокою
3	Слабке	Відчувається лише невеликою частиною населення
4	Помірне	Розпізнається по легкому дзвону і коливанню предметів, посуду, скрипу дверей і стін
5	Досить сильне	Загальний струс будинків, коливання меблів. Тріщини в штукатурці, пробудження сплячих
6	Сильне	Відчувається усіма. Картини падають зі стін. Відколюються шматки штукатурки, легке пошкодження будинків
7	Дуже сильне	Тріщини в стінах кам'яних будинків. Антисейсмічні і дерев'яні будівлі лишаються непошкодженими
8	Руйнівне	Тріщини на схилах і сирому ґрунті. Пам'ятники зрушуються з місця або руйнуються. Будинки сильно ушкоджуються
9	Спустошливе	Сильне ушкодження і руйнування кам'яних будинків
10	Нищівне	Великі тріщини в ґрунті. Зсуви й обвали. Зруйнування кам'яних будівель, скривлення рейок

11	Катастрофа	Широкі тріщини в землі, численні зсуви й обвали. Кам'яні будинки сильно руйнуються
12	Сильна катастрофа	Зміни в ґрунті досягають величезних розмірів. Багато чисельні обвали, зсуви. Виникнення водоспадів, підпруд на озерах, відхилення плинун рік. Руйнуються всі спорудження.

У залежності від сили підземних поштовхів можуть руйнуватися цілі селища і міста. Унаслідок коротких замикань в електромережах виникають пожежі. У результаті виходу з ладу комунально-енергетичних комунікацій потоки. Або з води чи нечистот.

Розрахунок центра поразки при землетрусах

Магнітуда являє собою десятковий логарифм максимальної амплітуди зсуву земної кори (λ_{\max}) по сейсмографі (у мікронах) на відстані 100 км від епіцентра землетрусу:

$$M = \lg \lambda_{\max}$$

Сейсмічна енергія (E) зв'язана з магнітудою (M) співвідношенням

$$\lg E = 4 + 1,6M$$

відкіля

$$E = 10^{(4+1,6M)} \text{ Дж}$$

По інших джерелах

$$E = 10^{(1,4+1,5M)} \text{ Дж}$$

чи

$$E = 10^{(9,3+1,9M-0,024M^2)} \text{ ерг}$$

де $1 \text{ зрг} = 10^{-7} \text{ Дж}$.

У залежності від глибини центра h в епіцентрі зв'язок між магнітудою M и силою землетрусу в балах така:

Таблиця 2.

h, км	Магнітуда M			
	5	6	7	8
10	Сила в балах			
	VII	VIII-X	X	XI-XII
20	VI	VII-III	IX	X-XI
40	V	VII-VIII	VIII	IX-X
l	11	25	50	200
h	6	18	30	50

Центра поразки при землетрусах силою V балів і вище дають 4 зони: слабкі, середні, сильні і повні руйнування.

Таблиця 3.

Зони руйнування	Сила землетрусу	Буревій, урагани, смерчі (швидкість вітру)	Надлишковий тиск при вибухах,	Збиток від виходу з ладу

		км/год	м/год	$\Delta P_{op}, \text{кПа}$	споруджень (%)
Слабкі	V–VII	65-90	18-25	10-20	10-30
Середні	VII–VIII	90-126	25-35	20-30	30-50
Сильні	VIII–X	126-180	35-50	30-50	50-90
Повні	X–XII	>180	>50	>50	90-100

Подовжні сейсмічні хвилі мають велику швидкість (6–8 км/с) і відчуються на поверхні землі в першу чергу. Поперечні хвилі перпендикулярні подовжніми і мають швидкість у 2-3 рази менше.

Інтенсивність (сила) землетрусу по шкалі МСК-64 в епіцентрі складає:

$$J_0 = 1,5M - 3,5 \lg h + 3 \text{ (бала);}$$

на відстані

$$J_R = 1,5M - 3,5 \lg \sqrt{R^2 - h^2} + 3 \text{ (бала),}$$

де h – глибина гіпоцентру, км;

R – відстань до епіцентру, км

M – магнітуда (див.табл.2 по шкалі Ріхтера).

Прояв наслідків землетрусу підрозділяється на дві фази.

Перша фаза – час приходу подовжніх хвиль, коли відчуються поштовхи і будинки мають незначні руйнування.

$$t_{1\phi} = \frac{\sqrt{R^2 + h^2}}{V_{np}},$$

де V_{np} – швидкість поздовжніх хвиль (6–8 км/с).

Друга фаза – час приходу поверхневих сейсмічних хвиль

$$t_{2\phi} = \frac{h}{V_{np}} + \frac{R}{V_{пов}};$$

де $V_{пов}$ – швидкість поверхневих хвиль (для гірських ґрунтів $V=5$ км/в; для чорнозему $V=2$ км/в, піщанику $V=1,2$ км/в, глини – 1 км/в, насипного ґрунту 0,35 км/з, вода 0,5 км/с). Інтервал між 1-й і 2-й азами складає 30-60 сек, що дозволяє провести екстренні міри захисту.

Розрахувати силу землетрусу, час приходу сейсмічних хвиль і енергію землетрусу (у Дж і ергах) за даними:

Варіант	M	h, км	R, км	$V_{пов}, \text{км/з}$	V_{np}
1	5	5	5	5	6
2	6	10	10	2	6,2
3	7	15	15	1,2	6,4
4	8	20	20	1	6,6
5	5	25	25	0,35	6,8
6	6	30	30	0,5	7
7	7	35	35	1,5	7,2
8	8	40	40	2,5	7,4
9	5,5	45	50	1	6
10	6,5	40	55	1,2	6,1
11	7,5	35	60	1,5	6,3
12	8,5	30	65	2	6,5

13	8	25	70	2,5	6,7
14	7	20	75	0,35	6,9
15	6	15	80	0,35	7,1
16	5	10	85	1	7,3
17	4	15	90	1,2	7,5
18	5,5	20	95	1,5	7,5
19	6	25	100	2	7,3
20	6,5	30	105	2,5	7,1
21	7	35	110	0,35	6,9
22	7,5	40	115	0,5	6,7
23	8	45	120	1	6,5
24	8,5	50	125	1,2	6,3
25	7	60	150	1,5	6,1

Статистичні дані

Статистика землетрусів з 1970 по 29 грудня 2003 року

Рік	Кількість
2003	28255
2002	27456
2001	23534
2000	22258
1999	20832
1998	21688
1997	19872
1996	19938
1995	21007
1994	19371
1993	21476
1992	195481
1991	16516
1990	16612
1989	14585
1988	12711
1987	11290
1986	12718
1985	13115
1984	10493
1983	9842
1982	7747
1981	6829
1980	7348
1979	7161
1978	6428

Magnitude	2000	2001	2002	2003	2004
8.0 to 9.9	1	1	0	1	0
7.0 to 7.9	14	15	13	14	3
6.0 to 6.9	158	126	130	143	15
5.0 to 5.9	1345	1243	1218	1128	130
4.0 to 4.9	8045	8084	8584	8579	370
3.0 to 3.9	4784	6151	7005	7577	362
2.0 to 2.9	3758	4162	6419	7720	315
1.0 to 1.9	1026	944	1137	2472	144
0.1 to 0.9	5	1	10	128	6
No Magnitude	3120	2938	2937	3600	156
Total	22256	23534	27454	31363	1501

1977	5775
1976	6308
1975	5318
1974	4996
1973	51754
1972	4548
1971	4507
1970	4139
За даними на 29 грудня 2003р.	

2.3. Екологічні проблеми й економічні втрати від землетрусів

У широкому змісті екологічні наслідки, вочевидь, варто підрозділяти на соціальні, природні і природно-антропогенні. У кожній із груп можуть бути виділені прямі і непрямі наслідки.

В даний час ми досить повно знаємо прямі прояви (наслідки) землетрусів на земній поверхні і, отже, їхні прямі впливи на елементи соціального організму, тим часом як супровідні (попередні, наступні) непрямі явища на рівні мікро- і навіть макроаномалій процесів у літосфері і поза нею почали вивчати зовсім недавно.

Найбільш вивчені і наочно відбивають сейсмічну небезпеку економічні втрати в результаті землетрусів. За останні десятиліття враховані економічні втрати від землетрусів зросли на порядок і досягають тепер близько 200 млрд.дол. за десятиліття. Якщо в попереднє десятиліття в епіцентральної зоні, наприклад, 8-бального землетрусу середній збиток у розрахунку на один жителя складав 1,5 тис.дол., то тепер він досягає 30 тис.дол. Природно, що з підвищенням балльності (і магнитуди) зростають площі уражених територій, а отже, і збиток.

Число жертв землетрусів на земній кулі, хоча і нерівномірно розподіляється по роках, у цілому неухильно, за зазначеними вище причинами, росте. За останні 500 років від землетрусів на Землі загинуло 4,5млн. чоловік, тобто щорічно землетрусу несуть у середньому 9 тисяч людських життів. Однак у період 1947-1976р. Середні втрати складали 28тис. чоловік у рік. З погляду екологічних, як і соціальних наслідків, не менш важливий і той Факт, що число поранених (включаючи важко поранених) звичайно в багато разів перевищує число загиблих, а число залишившихся бездомними перевищує кількість прямих жертв на порядок і більш. Так. у зонах повного руйнування будинків (зони 8балів і вище) кількість жертв може складати 1-20%, а поранених -30-80%, зворотні співвідношення рідкі.

Економічна оцінка збитку від землетрусів

Землетруси по масштабах територіального охоплення поділяються на: об'єктові, місцеві, регіональні і загальнодержавні.

Тому пропонується універсальний принцип оцінки збитку через підсумовування локальних пофакторних і пореципієнтних збитків.

До пофакторного збитку відноситься:

забруднення атмосферного повітря (A_{ϕ}), (11 вересня 1927 р. землетрус у Криму і Чорному морі привело до викиду сірководню в атмосферу і задушливе вплив на населення в прибережному районі м. Ялти);
 Забруднення поверхні підземних вод (B_{ϕ}) (питна вода в колодязях і джерело багата радоном та радіоактивна);
 Забруднення земної поверхні і ґрунтів (Z_{ϕ}) (завали від зруйнованих будинків і будівель; величезні тріщини на ґрунті і т.д.).

До пореципієнтного збитку відноситься:

Утрати життя і здоров'я населення (H_p) (життя однієї людини на Україні оцінюється в 72 тис. доларів, а втрата здоров'я (інвалідність) терміном 35 років у 42 тис. доларів);

Знищення й ушкодження основних фондів, майна, продукції (M_p);

Вилучення і погіршення якості с/г угідь ($P_{с/г}$);

Утрати продуктів і об'єктів лісового господарства ($P_{л/г}$);

Утрати рибного господарства ($P_{р/г}$);

знищення чи погіршення якості рекреаційних ресурсів ($P_{рек}$);

Утрати природно-заповідного фонду ($P_{пзф}$).

Таким чином, формула збитку така:

$$Y = [A_{\phi} + B_{\phi} + Z_{\phi}] + [H_p + M_p + P_{с/г} + P_{л/г} + P_{р/г} + P_{рек} + P_{пзф}]$$

При раптовому руйнуванні споруджень згідно [Л – Оцінка наслідків надзвичайних ситуацій – М.: ИПК РЭФИА, 1997 – 364 з]

$$Y = M_p + H_p + [Z_{\phi} + B_{\phi}],$$

де Z_{ϕ} і B_{ϕ} – враховують забруднення від каналізаційної системи і її усунення. Зміна стану суші враховується як:

$$Y = P_{с/г} + P_{л/г} + P_{рек} + M_p + H_p + [B_{\phi} + Z_{\phi}]$$

Збиток від ушкодження основних фондів розраховується по формулі:

$$\Phi_{оф} = \Phi_{прям} + \Phi_{непр}$$

2.4. Оповіщення людей про землетрус

Попередження жителів про погрозу землетрусу є дуже проблематичним, тому що точно передбачити його місце і час поки неможливо. Однак знання непрямих ознак його наближення може допомогти пережити дану ситуацію з найменшими втратами. До таких ознак відносяться: безпричинне, на перший погляд, занепокоєння птахів і домашніх тварин (особливо це помітно вночі), а також масове виповзання з місць існування плазунів. Взимку ящірки і змії в передчутті небезпеки виповзають навіть на сніг. Оповіщення населення здійснюється передачею повідомлення по мережах радіомовлення і телебачення.

Для залучення уваги в екстрених випадках перед передачею інформації включаються сирени, а також інші сигнальні засоби. Сирени і переривчасті гудки підприємств, транспортних засобів означають сигнал цивільної оборони «**Увага**

всім». При цьому необхідно негайно включити гучномовець, радіо- чи телеприймач і слухати повідомлення штабу цивільної оборони. При погрозі землетрусу таке повідомлення може починатися зі слів:

«Увага! Говорить штаб цивільної оборони міста... Громадяни! У зв'язку з можливим землетрусом...».

2.4.1. Дії людей:

а) при попереджувальному сигналі:

« Увага всім!» (сирени, переривчасті гудки)

Почувши сигнал «Увага всім!», людям необхідно виконати наступні дії:

1. Негайно включити радіо чи телевізор для прослуховування екстрених повідомлень штабу цивільної оборони.

2. Повідомити сусідам і родичам про те, що трапилося, привести додому дітей і діяти у відповідності отриманої вами інформації.

3. При необхідності евакуації виконати наступні рекомендації:

зберіть у невелику валізу (чи рюкзак) речі першої необхідності, документи, гроші, цінності;

налийте в ємність із щільно закривається кришкою воду, приготуйте консервовані і сухі продукти харчування;

підготуйте квартиру до консервації (закрийте вікна, балкони; перекрийте подачу газу, води, електроенергії погасите вогонь у печах;

приготуйте другий екземпляр ключів для здачі в РЕП; візьміть необхідний одяг і засоби індивідуального захисту);

зробіть допомогу старим і хворим, що проживає по сусідству.

б) при погрозі землетрусу

У цьому випадку необхідно діяти в такий спосіб:

1. Відключити газ, воду, електроенергію, погасити вогонь у печах, закрити вікна, балкони.

2. Сповістити сусідів про небезпеку, узяти із собою необхідні речі, документи, гроші, воду, продукти і, закривши квартиру на ключ, вийте на вулицю; дітей тримаєте за руку чи на руках. Зверніть увагу на поведження тварин: перед землетрусом собаки виють, кішки виносять потомство назовні, і навіть миші біжать з будинків.

3. Вибрати місце удаліні від будинків і ліній електропередачі і знаходитесь там, слухаючи інформацію з переносного радіоприймача. Якщо ви знаходитесь в машині, зупинитесь, не загороджуючи дороги, уникаючи мостів, тоннелів і багатоповерхових будинків. Не повертайтеся додому до оголошення про відсутність погрози землетрусу. Запишіть телефон сейсмічної станції. Реагуйте негайно на зовнішні ознаки землетрусу: коливання ґрунту чи будинків, деренчання стекол, розгойдування люстр, тонкі тріщини в штукатурці. Ви повинні пам'ятати, що найбільша небезпека походить від падаючих предметів, частин стелі, стін, балконів і т.п.

в) при раптовому землетрусі

Ну а в цьому випадку, коли небезпека занадто близька і землетрус загрожує вашому життю, необхідно:

1. При першому поштовху постаратися негайно залишити будинок протягом 15-20 секунд по сходам чи через вікна першого поверху (ліфтом користатися

небезпечно). Спускаючи вниз, на ходу стукаєте в двері сусідніх квартир, голосно оповіщаючи сусідів про необхідність залишити будинок. Якщо ви залишилися в квартирі, встаньте в дверний проріз чи у куті кімнати (у капітальної стіни), подалі від вікон, світильників, шаф, навісних полиць і дзеркал. Бережіться обрушення на вас шматків штукатурки, стекол, цеглин і т.п., сховайтеся під стіл чи ліжко, відверніться від вікна і прикрийте голову руками, уникайте виходити на балкон.

2. Як тільки стихнуть поштовхи, негайно залишіть будинок по сходах, притискаючи спиною до стіни. Спробуйте виключити газ, воду, електроенергію, захопіть із собою чергову аптечку, необхідні речі, закрийте двері на ключ. Не допускайте своїми діями виникнення паніки.

3. При наявності в сусідніх квартирах дітей і старих зламайте двері і допоможіть їм вибратися на вулицю, надайте першу допомогу пораненим, викличте по телефоні-автоматі «швидку допомогу» чи відправте посильного в найближчу лікарню за лікарем.

4. Якщо землетрус застав вас за кермом, негайно зупиніться (бажано на відкритому місці) і вийдіть з машини до закінчення поштовхів. У суспільному транспорті залишайтеся на своїх місцях, попросивши водія відкрити двері; після поштовхів спокійно без паніки залишіть салон.

5. Разом із сусідами візьміть посильну участь у розбиранні завалів і спасінню потерпілих з-під уламків будинків, використовуючи для спасіння особистий автотранспорт, мотики, лопати, автомобільні домкрати й інші підручні засоби.

6. При неможливості самим витягти людей з-під уламків негайно сповістіть про це в штаб по ліквідації наслідків землетрусу (найближчу пожежну частину, відділення міліції, військову частину і т.п.) для надання допомоги. Розбирайте завали доти, поки не переконаєтеся, що під ними немає людей. Для виявлення потерпілих використовуйте всі можливі способи, визначайте місцезнаходження людей по голосі і стукоту. Після порятунку людей і надання першої медичної допомоги негайно відправляйте їх на подорожніх машинах у лікарню.

7. Дотримуйтеся спокою і порядку, вимагайте цього від інших. Разом із сусідами припиняйте поширення панічних слухів, усі випадки грабежу, мародерства, інших порушень законності, слухайте повідомлення по місцевому радіо. При руйнуванні вашого будинку приохотьте на збірний пункт для одержання медичної та матеріальної допомоги ідіть по середині вулиць, обходячи будинку, стовпи і лінії електропередачі.

2.5. Рятувальні і невідкладні аварійно-відбудовні роботи при ліквідації наслідків землетрусів

При землетрусах для проведення рятувальних і невідкладних аварійно-відбудовних робіт залучаються рятувальні, зведені загони (команди), загони (команди) механізації робіт, аварійно-технічні команди. А також інші формування, що мають на озброєнні:

бульдозери, екскаватори, крани, механізований інструмент і засоби механізації (керосинорізи, бензорізи, талі, домкрати).

При проведенні рятувальних і невідкладних аварійно-відбудовних робіт у вогнищі землетрусу в першу чергу витягають з-під завалів, з напівзруйнованих і палаючих будинків людей, яким роблять першу медичну допомогу; влаштовують у завалах проїзди; локалізують і усувають аварії на інженерних мережах, що

загрожують життю людей чи перешкоджають проведенню рятувальних робіт; обрушують чи зміцнюють конструкції будинків чи споруджень, що знаходяться в аварійному стані; обладнують пункти збору потерпілих і медичних пунктів; організують водопостачання.

Послідовність і терміни виконання робіт установлює начальник Цивільної Оборони об'єкта, що знаходиться в зоні землетрусу.

Міри безпеки після землетрусу

перед тим як ввійти в будь-який будинок, переконаєтеся, чи не загрожує воно обвалом сход, стін і перекриттів; не підходьте до явно ушкоджених будинків;

у зруйнованому приміщенні через небезпеку вибуху газів, що зібралися, не можна користатися відкритим полум'ям (сірниками, свічами, запальничками і т.п.);

будьте обережні поруч з обірваними й оголеними електричними проводами, не допускайте до них дітей;

повернувшись в квартиру, не включайте електрику, газ і водопровід, поки їхню справність не перевірять комунально-технічні служби;

не пийте воду з ушкоджених (затоплених) колодязів до перевірки її придатності санітарно-епідеміологічною службою;

при великій кількості загиблих людей чи домашніх тварин і небезпеки виникнення епідемії під час роботи з ліквідації наслідків стихії надягайте гумові чоботи, рукавички і ватно-марлеву пов'язку.

3. Ключові питання

1. Які антропогенні фактори впливають на частоту і руйнівність повені?
2. Наведіть факти по катастрофічних повенях у Європі й у світі.
3. Заходи для запобігання повеней.
4. Від чого залежить висота хвилі повені?
5. Поводження людей: перед, при, під час і після повеней.
6. Види землетрусів.
7. Типи сейсмічних хвиль.
8. Типи шкал, що характеризують ступінь руйнування від сили землетрусу.
9. У чому суть «магнитудного» масштабу Ріхтера?
10. Як проводиться економічна оцінка збитку від землетрусів?
11. Дії людей: при погрозі землетрусу, раптовому землетрусі, після землетрусів.

4. Домашнє завдання

1. Для успішного виконання і захисту лабораторної роботи студенту необхідно:
 - Намалювати схему сейсмографа акад. Б.Б. Галицина;
 - Письмово дати відповіді на ключові питання;
 - Підготуватися до обговорення рефератів по даній проблемі.

5. Лабораторне завдання

1. Провести оцінку обстановки при НС типу повінь.
2. Описати роботу сейсмографа.

3. Провести оцінку обстановки при НС типу землетрус.
4. Зробити економічну оцінку збитку від землетрусів і повеней.
5. Сформулювати висновки.

6. Зміст звіту

Звіт відбиває такі питання:

- ціль роботи;
- малюнок сейсмографа і принцип його роботи;
- індивідуальні розрахункові співвідношення, зв'язані з повинню і графічні залежності;
- поведження людей при вищевказаних надзвичайних ситуаціях (НС);
- дані по економічній оцінці збитку від землетрусів і повеней
- дату і підпис студента

ОЦІНКА РАДІАЦІЙНОЇ ОБСТАНОВКИ ПІСЛЯ ЯДЕРНОГО ВИБУХУ

1. Мета роботи

Вивчити особливості радіаційного впливу на людину наслідків радіоактивного зараження місцевості після ядерних вибухів; методику оцінки радіаційної обстановки на місцевості, зараженій радіоактивними речовинами (РР) у результаті ядерного вибуху.

Прищепити студентам практичні навички в рішенні задач по оцінці радіаційної обстановки.

2. Ключові положення

2.1. Радіоактивне зараження місцевості після ядерного вибуху

У результаті ядерних вибухів в наслідок випадання на землю радіоактивних речовин по шляху проходження радіоактивної хмари відбувається радіоактивне зараження території, у результаті чого на поверхні землі утворюється радіоактивний слід у вигляді смуги зараженої місцевості. Довжина сліду може сягати декількох десятків і навіть сотень кілометрів, а ширина - десятків кілометрів.

У залежності від ступеня зараження та можливих наслідків опромінення виділяють чотири зони: зона А – помірною; зона Б – сильного; зона В – небезпечною і зона Г – надзвичайно небезпечною зараження.

Для зручності рішення задач по оцінці радіаційної обстановки границі зон прийнято характеризувати рівнями радіації на першу годину після вибуху – P_0 і на десятю годину після вибуху – P_{10} . Також установлюються значення доз гамма-випромінювання D , які може одержати людина під час перебування в цій зоні від 1 години після вибуху до повного розпаду РР.

Зона помірною зараження – зона А, характеризується рівнями радіації $P_0 = 8$ Р/год і $P_{10} = 0,5$ Р/год, величиною $D = 40... 400$ рад.

Зона сильного зараження – зона Б, характеризується рівнями радіації $P_0 = 80$ Р/рік і $P_{10} = 5$ Р/рік, величиною $D = 400... 1200$ рад.

Зона небезпечною зараження – зона В, характеризується рівнями радіації $P_0 = 240$ Р/рік і $P_{10} = 15$ Р/год, величиною $D = 1200... 4000$ рад.

Зона надзвичайно небезпечною зараження – зона Г, характеризується рівнями радіації $P_0 = 800$ Р/год, і $P_i = 50$ Р/год, величиною $D = 4000$ рад на зовнішній межі.

При вивченні дії на організм людини радіоактивного випромінювання ядерного вибуху були виявлені наступні характерні наслідки опромінення:

1. Висока ефективність поглиненої енергії, опромінення; навіть малі кількості такої енергії можуть викликати глибокі зміни в організмі людини.
2. Наявність прихованого періоду дії опромінення. Цей період називають періодом уявного благополуччя і він може бути досить тривалим при опроміненні в малих дозах.
3. Дія від малих доз може сумуватися чи накопичуватися. Цей ефект називається кумуляцією.

4. Випромінювання впливає не тільки на даний живий організм, але і на його потомство. Цей ефект називається генетичним.
5. Різні органи живого організму мають свою чутливість до опромінення. Найбільш чутливі: червоний кістковий мозок, щитовидна залоза, внутрішні, особливо кровотворчі органи, молочні залози, полові органи.
6. Різні організми мають істотні відмінні особливості реакції на дози опромінення.
7. Ефект опромінення залежить від частоти впливу іонізуючого випромінювання. Одноразове випромінювання у великій дозі викликає більш глибокі наслідки ніж фракціоноване.

Для прийняття правильного рішення, мінімізації втрат вкрай важливим є своєчасне і точне проведення оцінки радіаційної обстановки. Робота з оцінки радіаційної обстановки достатньо об'ємна, вимагає наявності відповідних приладів, навичок і умінь виконувати необхідні розрахунки. На даному занятті будуть розглянуті тільки основні елементи даної роботи.

2.2 Мета і задачі оцінки радіаційної обстановки

Радіаційна обстановка – це сукупність наслідків радіоактивного зараження (забруднення) місцевості, що чинять вплив на життєдіяльність людей, роботу об'єктів народного господарства, працездатність робітників та службовців і визначальний характер захисних заходів, вибір найбільш доцільних варіантів дій, що забезпечують виконання задач при найменших втратах.

Оцінка радіаційної обстановки виконується з метою своєчасного прийняття обґрунтованих рішень по прогнозуванню розмірів зараженої (забрудненої) території, масштабів і характеру зараження (забруднення), а також для вживання необхідних заходів захисту робітників, службовців і населення по наданню допомоги ураженим, дезактивації місцевості, по проведенню медичних і інших заходів, і при необхідності евакуації населення і матеріальних цінностей.

Оцінка радіаційної обстановки здійснюється методом прогнозування і за даними розвідки.

Прогнозування дозволяє завчасно провести заходи щодо захисту населення, робітників та службовців до підходу радіоактивної хмари до населених пунктів і об'єктів народного господарства (ОНГ)

Вихідними даними для прогнозування є:

- Час, місце, потужність і вид ядерного вибуху чи характер аварії з викидом радіоактивних речовин (характер аварії на АЕС), типи і кількість радіонуклідів;
- Напрямок і швидкість середнього вітру.

Вихідні дані для прогнозування виходять, як правило, від штабів ГО (чи від інших джерел розвідки).

Однак, прогнозування не дозволяє скласти повну і достовірну інформацію про радіаційну обстановку.

Оцінка радіаційної обстановки за даними розвідки дозволяє одержати цілком достовірні дані про радіаційну обстановку. Ця оцінка обстановки виконується за допомогою дозиметричних приладів. Обстановка, виявлена за даними розвідки, називається фактичною обстановкою.

Виявлення фактичної радіаційної обстановки здійснюється посадами, ланками і групами радіаційної і хімічної розвідки, оснащеними засобами розвідки.

Оцінка радіаційної обстановки включає:

- Визначення рівня радіації на зараженій території і параметрів, що характеризують його зміну;
- Прогнозування спаду рівня радіації і розрахунок його значень у різні моменти часу;
- Розрахунок поглинених доз при перебуванні людей на зараженій території;
- Визначення припустимого часу перебування на зараженій території; визначення часу, коли можна почати виконання на зараженій території відбудовних робіт.

2.3. Порядок оцінки радіаційної обстановки

Прогнозування спаду рівня радіації і розрахунок його значень у різні моменти часу

При прогнозуванні параметрів радіоактивного зараження місцевості використовується основна властивість радіоактивних елементів розпадатися згодом, що приводить до зменшення рівня радіації. Рівень радіації зараженої місцевості математично виражається формулою.

$$P_t = P_0 * (t / t_0)^{-n} \quad (1)$$

Де P_0 – рівень радіації в момент t_0 після вибуху (викиду);

P_t – рівень радіації в момент t після вибуху (викиду);

n – показник, що характеризує швидкість спаду рівня радіації.

Значення показника n залежить від ізотопного складу радіонуклідів, що утворилися в результаті вибуху (аварії з викидом РВ).

Для ядерного вибуху $n = 1,2$.

Якщо тип радіонуклідів і їхніх кількісних характеристик не відомі, значення показника n можна розрахувати за даними розвідки. Для цього виконується два виміри рівня радіації P_1 і P_2 через визначений інтервал часу, відповідно, у моменти часу t_1 і t_2 . Тоді

$$n = [\lg (P_1/P_2)]/[\lg(t_2/t_1)] \quad (2)$$

*Знаючи значення n , доцільно побудувати залежність величин рівня радіації від часу, починаючи з даного моменту чи з моменту вибуху, скласти таблицю зміни рівня радіації по тимчасовій шкалі для даних конкретних умов.

Для характеристики спаду рівня радіації після ядерного вибуху звичайно використовують (розраховують) таблицю коефіцієнтів, що характеризують зменшення рівня радіації з часом $K_t = f(t)$,

$$K_t = P_t / P_1 \quad \text{чи} \quad K_t = (t / t_0)^{-n} \quad (3)$$

Де P_1 – рівень радіації на першу годину після вибуху (цю величину часто позначають P_0 – початковий рівень радіації).

Використання даної таблиці значно спрощує і прискорює розрахунки. Нижче наведен приклад подібної таблиці і порядку її застосування (до ядерного вибуху).

Таблиця

Коефіцієнти спаду рівня радіації

T	1	2	3	4	5	6	7
K _t	1,000	0,435	0,270	0,190	0,145	0,116	0,097
T	8	9	10	11	12	13	14
K _t	0,071	0,067	0,063	0,058	0,050	0,048	0,045
T	15	16	17	18	19	20	21
K _t	0,041	0,038	0,034	0,031	0,029	0,027	0,026
T	22	23	24	25	26	27	28
K _t	0,024	0,023	0,022	0,020	0,019	0,018	0,017

У цьому випадку

$$P_t = K_t * P_1$$

Де P₁ – рівень радіації на першу годину після вибуху.

Приклад1. Рівень радіації на першу годину після вибуху склав 100 Р/год. На 7 годину він дорівнює

$$P_7 * K_7 \ 100 = 0,97 * 100 = 9,7 \text{ Р/год}$$

Таблиця дозволяє, маючи обмежену інформацію про радіаційну обстановку, розрахувати практично всі необхідні дані.

Приклад2. На 7 годину після вибуху (t = 7) рівень радіації зафіксований рівним 9,7 Р/год. На першу годину після вибуху він буде рівним

$$P_1 = P_7 / K_{t=7} = 9,7 / 0,097 = 100 \text{ Р/год.}$$

На дев'яту годину після вибуху він буде дорівнювати

$$P_9 = P_1 / K_{t=9} = 100 * 0,067 = 6,7 \text{ Р/год.}$$

Чи при іншому способі розрахунку

$$P_9 = P_7 * K_{t=9} / K_{t=7} = 9,7 * 0,067 / 0,097 = 6,7 \text{ Р/год.}$$

Розрахунок можливих поглинених доз при перебуванні людей на зараженій території

Визначення рівня радіації зараженої місцевості дозволяє розрахувати можливі поглинені дози випромінювання при перебуванні людей на цій території, що є основним показником, що характеризує вражаючу дію радіоактивного зараження місцевості.

Поглинена доза характеризує енергію випромінювання, поглинену одиницею маси опроміненого середовища. У системі СІ за одиницю поглиненої дози прийнято – Дж/кг, позасистемна одиниця – рад. Практично застосовуються грей (Гр) і рад (рад).

Жива тканина поглинає 93% енергії випромінювання (1 рад = 0,93Р), тому практично вважають рівність експозиційної і поглиненої дози, а рівень радіації вважають рівним потужності дози.

Величина поглиненої дози $D_{п}$ визначається рівнем радіації зараженої місцевості і часом перебування на ній.

Величина поглиненої дози випромінювання за інтервал часу від t_1 до t_2 може бути визначена інтегруванням залежності рівня радіації (потужності дози) від часу

$$D_{п} = 1/K_{осл} * \int_{t_1}^{t_2} P(t)dt. \quad (4)$$

При практичних розрахунках інтегрування звичайно заміняють підсумуванням при кусково-лінійній апроксимації залежності $P(t)$. При цьому можливо кілька способів розрахунку.

1. Якщо можна припустити, що рівень радіації практично не змінюється за час перебування на зараженій місцевості, величину дози визначають, як

$$D_n = P * t_{пр} \quad (5)$$

Де $D_{п}$ – величина поглиненої дози;

P – рівень радіації зараженої місцевості в момент перебування;

$t_{пр}$ – час перебування на зараженій місцевості. Цей спосіб дає завищені значення величин доз.

2. Більш точно величину поглиненої дози можна розрахувати, якщо відомий рівень радіації на початку (P_n) і наприкінці (P_k) перебування на зараженій місцевості, усереднюючи значення P

$$D_n = \frac{(P_n + P_k)}{2} * t_{пр} \quad (6)$$

Цей спосіб більш точний, хоча визначені величини доз також трохи завищені.

3. Якщо за час перебування рівень радіації змінюється швидко, необхідно зробити кілька вимірів (P) через рівні проміжки часу, тоді

$$D_n = \frac{(P_1 + \dots + P_k)}{K} * t_{пр} \quad (7)$$

Даний спосіб найбільш точний, помилка розрахунку тим менше, чим коротше обрані інтервали часу.

При перебуванні людей на зараженій місцевості усередині захисних споруд (притулків, укриттів, підвалів, будинків, машин і т.д.) рівень радіації, що впливає на них, зменшується в $K_{осл}$ раз, де $K_{осл}$ – коефіцієнт захисту даної споруди.

Відповідно формули (5), (6), (7) здобувають вид:

- 1а. При незначній зміні рівня радіації за час перебування на зараженій місцевості (при перебуванні в захисному спорудженні) величину дози визначають як

$$D_{п} = 1/K_{осл} * P * t_{пр} \quad (5a)$$

Де $D_{п}$ – величина поглиненої дози;

$K_{\text{осл}}$ – коефіцієнт захисту споруди;

P – рівень радіації зараженої місцевості зовні захисної споруди;

$t_{\text{пр}}$ – час перебування на зараженій місцевості.

2а. Якщо відомий рівень радіації на початку ($P_{\text{н}}$) і наприкінці ($P_{\text{к}}$) перебування на зараженій місцевості

$$D_{\text{п}} = 1/ K_{\text{осл}} * (P_{\text{н}} + P_{\text{к}})/2 * t_{\text{пр}}. \quad (6a)$$

3а. Якщо за час перебування рівень радіації змінюється швидко і виконано кілька вимірів (k) рівня радіації через рівні інтервали часу, тоді

$$D_{\text{п}} = 1/K_{\text{осл}} * (P_1 + \dots + P_k)/k * t_{\text{пр}}. \quad (7a)$$

Для ядерного вибуху зручно інтервали часу вибрати рівними однієї години, що дає можливість використовувати при розрахунку доз наведену вище таблицю коефіцієнтів.

Приклад 3. Поглинена доза за час перебування $t = 3$ години (з 7, 8, 9 години після вибуху) дорівнює

$$D_{\text{п}} = D_7 + D_8 + D_9 = 100*0,097*1+100*0,071*1+100*0,067*1 = 23,5 \text{ рад.}$$

Визначення припустимого часу перебування людей на зараженій території.

Важливим етапом оцінки радіаційної обстановки є визначення припустимого часу перебування людей на зараженій території, щоб отримана поглинена доза не перевищила встановленого рівня. Для цих розрахунків застосовують формули (5), (6), (7), у яких шуканою величиною є t , величина $D_{\text{п}}$ задається, а величина P вже розрахована.

Приклад 4. Визначити можливий час виконання ремонтних робіт на зараженій місцевості, щоб поглинена доза не перевищила 5 рад, а рівень радіації місцевості 10 Р/г.

$$t_{\text{пр}} = D_{\text{порож}}/P = 5/10 = 0,5 \text{ години.}$$

Визначення моменту часу, коли можна розпочати виконання на зараженій території відбудованих робіт

Ця задача звичайно розв'язується методом послідовного наближення до шуканого результату.

Крок1. Визначають інтуїтивно можливий час початку робіт, розраховують дозу. Припустимо, що вона більше встановленої.

Крок2. Вибирають більш пізніше час початку робіт, розраховують дозу. Припустимо, що вона менше встановленої.

Крок3. Визначають оптимальний час початку робіт, розраховують дозу. Приймають рішення.

Визначення розмірів зараженої території і нанесення на карту зон зараження

Наступним етапом оцінки радіаційної обстановки є визначення розмірів і нанесення на карту зон зараження.

Для того, щоб нанести на карту фактичні зони зараження, необхідно мати ізолінії, що характеризувалися б однаковою величиною рівня радіації (потужності дози). Тому отримані в результаті розвідки в різний час у різних пунктах місцевості значення потужності дози необхідно привести до одного часу.

Ці обчислення доцільно виконувати в наступній послідовності:

1. Визначення потужності дози на першу годину після аварії (вибуху).

У цьому випадку вираз для спаду потужності дози приймає вигляд

$$P_t = P_1 * t^{-n}, \quad (8)$$

що дозволяє визначити шукану величину P_1

$$P_1 = P_t / t^{-n} = P_t / K_t. \quad (9)$$

Величину коефіцієнта K_t можна брати з таблиць чи довідника і розрахувати (див. Приклад 2 вище).

2. Визначення потужності дози P_t на будь-який заданий час, якщо відома потужність дози на конкретний час.

$$P_t = K_t * P_1 \quad \text{і} \quad P_1 = P_t / K_t \quad (10)$$

можна визначити необхідну величину (див. Приклад 2 вище).

2.4. Методика рішення задач по оцінці радіаційної обстановки

Задача 1. Визначення можливих поглинених доз при дії на місцевості, зараженої радіоактивними речовинами.

Рішення задачі здійснюється по відповідним формулам, приведених для випадків ядерного чи термоядерного вибуху.

Приклад 5. Бригаді зв'язківців треба буде працювати протягом 6 годин ($T = 6$) на зараженій у результаті ядерного вибуху місцевості ($K = 1$) через 10 годин після вибуху. Визначити поглинену дозу, яку одержить склад бригади, якщо потужність дози до цього часу склала $P_{11} = 5,8$ рад/год.

Рішення.

1. Визначаємо час закінчення роботи

$$t_k = t_n + T = 10 + 6 = 16 \text{ год.}$$

2. Визначаємо потужність дози наприкінці роботи

$$P_{16} = P_{11} * K_{16}/K_{11} = 5,8 * 0,038/0,058 = 3,8 \text{ рад/год.}$$

3. визначаємо поглинену дозу, що одержить склад бригади за час робіт

$$D_n = (P_n + P_k)/2 * T = (5,8 + 3,8)/2 * 6 = 28,8 \text{ рад.}$$

Висновок. Склад бригади одержить надмірно велику дозу. Роботи виконувати не можна.

Задача 2. Визначення можливого часу початку робіт на зараженій місцевості, щоб поглинена доза не перевищила встановленої величини.

Приклад 6. Визначити можливий час початку виконання відбудовчих робіт для умов попередньої задачі, щоб поглинена доза не перевищила 20 рад.

Дана задача вирішується методом послідовного наближення до необхідного результату.

Крок1. Припускаємо, що починаємо роботу через 13 годин після вибуху. Розраховуємо дозу. Отримане значення дози перевищує встановлену припустиму величину.

Крок2. Припускаємо, що починаємо роботу через 15 годин після вибуху. Розраховуємо дозу. Отримане значення дози менше встановленої припустимої величини.

Крок3. Припускаємо, що починаємо роботу через 14 годин після вибуху. Розраховуємо дозу. Отримане значення дози в межах встановленої припустимої величини.

Приймаємо рішення починати роботи через 14 годин після вибуху.

Для умов даної задачі рішення можна знайти простіше. Порівняння отриманого при рішенні першої задачі результату (28,8 рад) з необхідним значенням (20 рад) дозволяє припустити, що роботи треба починати пізніше на 4 години (за даних умов задачі $P_1 = 100$ рад/год, тому на 11-у годину склад бригади одержить згідно таблиці дозу 5,8 рад, на 12-у 5 рад, на 13-у 4,8 рад і на 14-у годину 4,5 рад). Тому думаємо, що роботи можна починати через 15 годин після вибуху. Розраховуємо поглинену дозу (за методикою, яка розглянуто вище для приклада 4).

У результаті розрахунків визначаємо дозу

Дана величина умовам задачі $D_n = \frac{(3,8 + 2,6)}{2} * 6 = 10,2$ рад задовольняє. Приймаємо рішення починати роботи через 15 годин після вибуху.

Задача 3. Визначення можливого часу робіт на зараженій місцевості, щоб поглинена доза не перевищила встановленої величини.

Приклад 7. Визначити можливий час виконання відбудовчих робіт для умов прикладу 4, щоб поглинена доза не перевищила 10 рад.

Методика рішення даної задачі аналогічна викладеній вище для задачі 2.

Для даних умов задачі при $P_1 = 100$ рад/г за 11-у годину доза буде дорівнювати 5,8 рад, за 12-у годину 5 рад. Тривалість робіт повинна бути приблизно 1 година 50 хвилин.

Задача 4. Визначення можливих поглинених доз випромінювання при подоланні зараженої місцевості.

Приклад 8. Бригаді зв'язківців необхідно подолати зони радіоактивного зараження довжиною 15 км на автомобілях зі швидкістю 30 км/год. Визначити величину поглиненої дози, що одержить склад бригади, якщо вимірювані розвідкою потужності дози в рівновіддалених пунктах маршруту склали 3, 8, 14, 10, 5 рад/год.

Рішення.

1. Визначаємо час перебування на зараженій місцевості

$$T = 15 \text{ км} / 30 \text{ км/год} = 0,5 \text{ год.}$$

2. По формулі (7) визначаємо середню потужність дози

$$P_{\text{ср}} = (P_1 + \dots + P_k) / k = (3 + 8 + 14 + 10 + 5) / 5 = 8 \text{ рад/год.}$$

3. Розраховуємо величину дози

$$D_{\text{п}} = P_{\text{ср}} / K_{\text{осл}} * T = 8 / 10 * 0,5 = 0,4 \text{ рад.}$$

Висновок. Величина отриманої дози істотно не вплине на працездатність складу бригади.

3. КЛЮЧОВІ ЗАПИТАННЯ

1. Що таке поглинена доза? Одиниці виміру поглинених доз. Як розрахувати величину поглиненої дози?
2. Що таке рівень радіації? Одиниці виміру.
3. Що таке радіаційна обстановка?
4. Основні задачі оцінки радіаційної обстановки.
5. Як зменшується рівень радіації після ядерного вибуху?
6. Як визначити припустимий час роботи на зараженій території після ядерного вибуху?
7. Як розрахувати можливий час початку робіт на зараженій території?

4. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

1. Теоретично підготуватись за літературою [1 ÷ 3] з дією на організм людини радіоактивного випромінювання та його наслідками, а також з способами оцінки радіаційної обстановки після ядерного вибуху.
2. Підготуватися до обговорення з ключових питань.

5. ЛАБОРАТОРНЕ ЗАВДАННЯ

У процесі заняття студенти повинні, одержати навички рішення задач по оцінці радіаційної обстановки, особливо по розрахункам величин поглинених доз під час перебування людини на зараженій місцевості оцінки їхнього впливу на здоров'я людини.

1. Вивчити і законспектувати порядок і способи оцінки радіаційної обстановки.
2. Вивчити послідовність і методи розрахунку поглинених доз під час перебування на зараженій місцевості.
3. Виконати практичні розрахунки по оцінці радіаційної обстановки в різних умовах.
4. Зробити висновки про можливість роботи на зараженій місцевості в залежності від рівня радіації і часу роботи.

ПРИКЛАДИ ЗАДАЧ

Задача 1. Визначити поглинену дозу за дві години роботи на зараженій місцевості. Рівень радіації 1,2 Р/год і змінюється незначно.

Примітка: Рівень радіації можна задавати в межах від 10 мр/год. до 20 Р/год.

Задача 2. Визначити рівень радіації на зараженій місцевості через 10 (2...24) годин після ядерного вибуху, якщо на одну годину після вибуху він дорівнював 100 Р/год.

Примітка: Рівень радіації можна задавати в межах від 10 Р/год. до 300 Р/год.

Задача 3. Визначити рівень радіації на зараженій місцевості через 10 (2...24) годин після ядерного вибуху, якщо на 3-ій годині (2-ий...25-ий) після вибуху він дорівнював 100 Р/год.

Примітка: Рівень радіації можна задавати в межах від 10 Р/год. до 300 Р/год.

Задача 4. Визначити можливу поглинену дозу при роботі на місцевості, зараженої радіоактивними речовинами. Бригаді зв'язківців треба буде працювати протягом 3 (1...12) годин на зараженій у результаті ядерного вибуху місцевості через 10 (2...18) годин після вибуху. Визначити поглинену дозу, що одержить склад бригади, якщо потужність дози на годину після вибуху була 10 (2...50) рад/г.

Задача 5. Визначити можливу поглинену дозу при роботі на місцевості, зараженої радіоактивними речовинами. Бригаді зв'язківців треба буде працювати протягом 3 (1...12) годин на зараженій у результаті ядерного вибуху місцевості через 10 (2...18) годин після вибуху. Визначити поглинену дозу, що одержить склад бригади, якщо потужність дози до цього часу склала 2,8 рад/год. (2...8).

Задача 6. Визначити можливий час початку робіт на зараженій місцевості, щоб поглинена доза не перевищила установленої величини 10 рад (5...20), якщо рівень радіації на 1 час після вибуху дорівнював 20 Р/год. (10...50), а тривалість роботи повинна бути 4 години (2...8).

Задача 7. Визначити можливий час початку робіт на зараженій місцевості, щоб поглинена доза не перевищила установленої величини 10 рад (5...20), якщо рівень радіації на 3 (2...9) години після вибуху дорівнював 20 Р/год. (10...50), а тривалість роботи повинна бути 4 години (2...8).

Задача 8. Визначити можливий час виконання відбудовчих робіт, щоб поглинена доза не перевищила 10 рад (5...20) при рівні радіації 2,3 Р/год. (1...5) через 8 годин (6...10) після вибуху.

Задача 9. Бригаді зв'язківців необхідно подолати зони радіоактивного зараження довжиною 15 км (10...50) на автомобілях (автобусах, броньованих машинах) зі швидкістю 30 км/г (20...80). Визначити величину поглиненої дози, що одержить склад бригади, якщо обмірювані розвідкою потужності дози в рівновіддалених крапках маршруту склала 2, 6, 10, 10, 5, 1 рад/год. (можна змінювати з коефіцієнтом множення 0,5...2).

Задача 10. Бригада зв'язківців почала відбудовчі роботи на зараженій місцевості при рівні радіації 3,5 Р/г (0,5...8), а закінчила при рівні радіації 2,5 Р/год. (0,2...6). Розрахувати поглинену дозу, якщо час робіт склав 3 години (2...5).

6. ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт має відбити такі питання:

- Назва і мета роботи;
- Порядок і способи оцінки радіаційної обстановки;
- Практичні розрахунки - не менш 4 типів задач;
- Висновки про можливість роботи на зараженій місцевості після ядерного вибуху;
- Дата і підпис студента.

ОЦІНКА РАДІАЦІЙНОЇ ОБСТАНОВКИ ПІСЛЯ АВАРІЇ З ВИКИДОМ РАДІОАКТИВНИХ РЕЧОВИН

1. Мета роботи

Вивчити особливості радіаційного впливу на людину наслідків радіоактивного забруднення місцевості після аварій з викидом радіоактивних речовин, особливо аварій на атомних електростанціях, методику оцінки радіаційної обстановки на місцевості, забрудненої в результаті аварії з викидом РВ.

Прищепити студентам практичні навички в рішенні задач по оцінці радіаційної обстановки після аварій з викидом РР.

2. Ключові питання

2.0. Основні поняття

Серед надзвичайних ситуацій особливе місце займають аварії з викидом радіоактивних речовин. Радіоактивне забруднення місцевості викликає необхідність термінової евакуації населення, промислових підприємств, проведення крупновитратних заходів щодо дезактивації, може привести до численних жертв і захворювань серед населення.

В даний час аварії з викидом РР можливі на атомних електростанціях (АЕС); підприємствах по виготовленню ядерного палива, підприємствах по переробці і похованню ядерного палива і радіоактивних відходів (усі ці виробництва називаються підприємствами ядерного паливного циклу - ПЯПЦ), а також у науково-дослідних і проектних організаціях, що мають ядерні реактори, на об'єктах транспорту, де використовуються ядерні енергетичні установки.

Найбільшу небезпеку для населення представляють аварії на атомних електростанціях. Міжнародною комісією з атомної енергії (МАГАТЕ) встановлено вісім рівнів небезпеки аварій на АЕС (аналогічно сейсмологічним показникам оцінки сили землетрусів по Ріхтеру).

Відлік починається з нульового рівня, куди відносяться події, що не мають істотного значення для безпеки. Рівні з першого по третій - це події або інциденти незначної, середньої і серйозної ваги без викиду РР. Події з четвертого по сьомий рівні - це аварії з викидами РР: у межах АЕС, з ризиком для навколишнього середовища. Важка і глобальна Чорнобильська аварія 1986р. відноситься до сьомого рівня. Аварія в США на АЕС "Тримайл Айленд" у 1979р відноситься до п'ятого рівня.

За увесь час експлуатації АЕС у світі відбулися чотири катастрофічні аварії:

- 1959 р. в Англії;
- 1961 р. в Айдаха-Фолсе (у реакторі відбувся вибух), США;
- 1979 р. на АЕС "Тримайл-Айленд" у Гаррисберзі, США;
- 1986 р. на Чорнобильській АЕС на Україні.

Практично, частота катастрофічних аварій на АЕС складає один раз у 10 років.

Усього ж за час існування атомної енергетики зареєстровано майже 800 різних подій на АЕС різного ступеню важливості з різними наслідками, аварій з викидом радіоактивних речовин зафіксовано 296.

Постраждало від аварій 136.675 чоловік (Чорнобиль - 135 тис.), смертельних випадків від радіації - 69 (по іншим даним, тільки в результаті Чорнобиля умерло вже більш 8 тис. чоловік).

Аварії на АЕС залишаються істотним фактором виникнення надзвичайних ситуацій.

2.2 Особливості аварій на АЕС

2.2.1. Аварії на АЕС характеризуються **великою тимчасовою тривалістю викидів** унаслідок значного часу, необхідного для ліквідації аварії. За цей час напрямок вітру може змінюватися неодноразово. Тому розмір і конфігурацію зони забруднення практично неможливо ні прогнозувати, ні розрахувати (при аварії на ЧАЕС основні викиди продовжувалися 10 днів, а викиди меншої інтенсивності ще 22 дні).

При аваріях на АЕС утворюються **мілкодисперсійні аерозолі** 0,5-3 мікрона (при, ядерному вибуху утворюються крупнодисперсійні аерозолі розміром більш 60 мікронів). Аерозолі аварій на АЕС здатні тривалий час знаходитися в зваженому стані і поширюватися під дією вітру на великі відстані.

Ці фактори приводять до того, що **зона радіоактивного забруднення при аваріях на АЕС може бути дуже великою.**

При аварії на ЧАЕС утворилася зона забруднення площею більш 28 тис. кв. км, на якій проживає більш 1 млн. чоловік. Слід радіоактивної хмари виявлявся за кілька тисяч км (Китай, США). В Україні від Чорнобильської аварії постраждало близько 4 млн. чоловік, що проживають на території п'яти областей: Житомирської, Київської, Рівненської, Чернігівської і Черкаської.

Радіоактивними опадами покрита майже половина території Білорусії з площею 7000 кв. км.

Підвищений гамма-фон було зареєстровано в Скандинавських і інших країнах Європи.

Згідно з офіційними даними аварійний викид з 4-го блоку склав 50 млн. кюрі; по цезію -137 викид дорівнював 300-м Хиросимам. При цьому з зони з підвищеною радіоактивністю вивезено більш 142 тис. чоловік, виключені із сільськогосподарського користування значні площі угідь.

2.2.2. Радіоактивні опади випадають нерівномірно. Так при Чорнобильській аварії найбільша кількість радіоактивних ізотопів осіло в низинних і заплавних місцях, іноді віддалених на десятки і сотні кілометрів. Височини, бідні рослинністю, що не мають чагарників і лісів, були більш "чистими". Утворенню плям сприяла порівняно невелика висота викиду, перевага в ній мілкодисперсійного аерозолю, який більш підлягав впливові вертикальних переміщень повітряних потоків, з частішою зміною напрямку і швидкості вітру при великій тривалості викидів РР.

2.2.3. Радіонуклідний склад аварійних викидів реакторів АЕС характеризується великою кількістю довгоживучих ізотопів.

Усі радіонукліди, які при аваріях АЕС можуть забруднити навколишнє середовище умовно поділяються на три групи:

- інертні гази - ізомери криптому і ксенону з періодом напіврозкладу від декількох годин до декількох діб;

- летючі речовини - ізомери йоду, церію і цезію з періодом напіврозкладу (крім цезію) від декількох годин до декількох сотень діб;

- нелетючі довгоживучі речовини - ізомери плутонію і стронцію з періодом напіврозкладу до сотень років.

При аварії на ЧАЕС у викидах з аварійного реактора було виділено 23 основних радіонукліда.

На початку найбільшу небезпеку мав йод - 131. Хоча його період напіврозкладу складає менше 8 діб, він дуже активно засвоюється живими організмами, потрапляючи усередину по харчових ланцюгах і накопичуючись там.

З часом велику небезпеку став представляти цезій-134 (період напіврозкладу 2 роки), цезій-137 (30 років), стронцій-90 (28 років), плутоній- 239 (20 000 років). Небезпечний міст цезію в м'ясі овець виявлявся навіть в Англії більше ніж через 15 місяців після катастрофи в Чорнобилі.

2.2.4. Зниження рівня радіації забрудненої місцевості відбувається дуже повільно.

Стосовно аварії на ЧАЕС сумарний вплив основної маси ізотопів буде тривати близько 10 років, після чого рівень радіації визначається цезієм - 137.

Практично в 30 км зоні рівень радіації складав

27 квітня - більш 20 мр/год ,

1 червня 1986 р. - 6 мр/год ,

1 червня 1987 р. - 0,6 мр/год ,

1 червня 1991 р. - 0,26 мр/год.

2.3. Методика оцінки радіаційної обстановки після аварії на АЕС

2.3.1. Прогнозування спаду рівня радіації

Прогнозування спаду рівня радіації ґрунтується на використанні основної властивості радіоактивних елементів розпадатися з часом , що приводить до зменшення кількості радіонуклідів на забрудненій місцевості і до зниження рівня радіації. Рівень радіації забрудненої місцевості зменшується з часом по відповідному закону. Спад рівня радіації забрудненої місцевості математично виражається формулою:

$$P_t = P_0 * (t / t_0)^{-n} \quad (1)$$

Де P_0 – рівень радіації в момент t_0 після викиду РР;

P_t – рівень радіації в момент t після викиду РР;

n – показник, що характеризує швидкість спаду рівня радіації.

Значення показника n залежить від ізотопного складу радіонуклідів у РР, що знаходяться на забрудненій місцевості.

Якщо тип радіонуклідів і їхні кількісні характеристики не відомі, значення показника n можна розрахувати за даними розвідки. Для цього виконуються два виміри рівня радіації P_1 і P_2 через визначений інтервал часу, відповідно, у моменти часу t_1 і t_2 . Тоді

$$n = [\lg (P_1/P_2)]/[\lg(t_2/t_1)] \quad (2)$$

Варто враховувати, що з часом змінюється кількісний склад радіонуклідів, тому величина показника n теж змінюється.

Для ядерного вибуху $n = 1,2$.

Для термоядерного вибуху $n = 1,3...1.5$ (у середньому 1,4).

Стосовно аварії на Чорнобильській АЕС ця величина склала $n = 0,4$ (у початковий період).

Знаючи значення n , доцільно побудувати залежність величин рівня радіації від часу, скласти таблицю зміни рівня радіації по тимчасовій шкалі для даних конкретних умов.

Приклад такої таблиці для $n = 0,3; 0,4; 0,5; 0,6$ наведено нижче. Дані цієї таблиці можна використовувати для рішення задач.

Таблиця 7. Коефіцієнти спаду рівня радіації забрудненої місцевості після аварії з викидом радіоактивних речовин

Години після аварії (доба)	n = 0,3	n = 0,4	n = 0,5	n = 0,6
1	1,000	1,000	1,000	1,000
2	0,812	0,758	0,707	0,606
3	0,719	0,644	0,577	0,517
4	0,660	0,574	0,500	0,435
5	0,617	0,525	0,447	0,380
6	0,584	0,488	0,408	0,341
7	0,568	0,459	0,377	0,311
8	0,536	0,435	0,354	0,287
9	0,517	0,415	0,333	0,268
10	0,501	0,398	0,316	0,251
11	0,487	0,383	0,302	0,237
12	0,475	0,370	0,289	0,225
13	0,463	0,358	0,277	0,214
14	0,453	0,348	0,267	0,205
15	0,444	0,338	0,258	0,197
16	0,435	0,330	0,250	0,189
17	0,427	0,321	0,243	0,183
18	0,420	0,315	0,236	0,177
19	0,413	0,308	0,229	0,171
20	0,407	0,302	0,224	0,166
21	0,401	0,296	0,218	0,161
22	0,396	0,290	0,213	0,157
23	0,390	0,285	0,209	0,152
24	0,385	0,280	0,204	0,149
25	0,380	0,276	0,200	0,145
26	0,376	0,271	0,196	0,142

В таблиці наведені коефіцієнти $K_t = (t / t_0)^{-n}$, за допомогою яких можна розрахувати рівень радіації на любую годину після аварії, якщо відомо його значення на час t_0 .

У цьому випадку

$$P_t = K_t * P_1$$

Де P_1 – рівень радіації на першу добу після аварії.

Приклад 1. Рівень радіації на першу добу аварії склав 10 мР/год. На 7 добу він дорівнює (при $n = 0,4$)

$$P_7 = K_7 * 10 = 0,495 * 100 = 4,95 \text{ мР/год}$$

Таблиця дозволяє, маючи обмежену інформацію про радіаційну обстановку, розрахувати практично всі необхідні дані.

Приклад2. На 7 добу після аварії ($t = 7$) рівень радіації зафіксований рівним 4,59 мР/год На першу добу він був рівним

$$P_1 = P_7 / K_{t=7} = 4,59/0,459 = 10 \text{ мР/год}$$

На дев'яту добу після аварії він буде дорівнювати

$$P_9 = P_1 / K_{t=9} = 10 * 0,415 = 4,15 \text{ мР/год, чи}$$

$$P_9 = P_7 * K_{t=9} / K_{t=7} = 4,59 * 0,415 / 0,459 = 4,15 \text{ мР/год}$$

Висновок: зв'язківці отримають дозу 4,15 мР/год

2.3.2. Розрахунок можливих поглинених доз при перебуванні людей на забрудненій території

Величина поглиненої дози випромінювання за інтервал часу від t_1 до t_2 може бути визначена інтегруванням функції залежності рівня радіації (потужності дози) від часу

$$D_{\text{п}} = 1/K_{\text{осл}} * \int_{t_1}^{t_2} P(t)dt. \quad (3)$$

Тут $K_{\text{осл}}$ характеризує коефіцієнт ослаблення (захисту) сховища; (при перебуванні людей у сховищі); при перебуванні людей на відкритій місцевості $K_{\text{осл}} = 1$.

При наближених розрахунках, коли можна вважати, що рівень радіації незначно змінюється за час перебування на забрудненій місцевості, що характерно для аварій на АЕС при порівняно невеликому часі перебування, величину дози визначають, як

$$D_{\text{п}} = P * t_{\text{пр}} \quad (4)$$

Де $D_{\text{п}}$ – величина поглиненої дози;

P – рівень радіації забрудненої місцевості в момент перебування;

$t_{\text{пр}}$ – час перебування на забрудненій місцевості.

Більш точно величину поглиненої дози можна розрахувати, якщо відомий рівень радіації на початку ($P_{\text{н}}$) і наприкінці ($P_{\text{к}}$) перебування на забрудненій місцевості, усереднюючи значення P

$$D_{\text{п}} = \frac{(P_{\text{н}} + P_{\text{к}})}{2} * t_{\text{пр}} \quad (5)$$

Якщо за час перебування рівень радіації змінюється швидко, необхідно зробити кілька вимірів (K) через рівні проміжки часу, тоді

$$D_{\text{п}} = \frac{P_1 + \dots + P_K}{K} * t_{\text{пр}} \quad (6)$$

Величину рівня радіації можна визначити за коефіцієнтами спаду, розрахованим за методикою, приведеною в 3.1.

Приклад 3. Бригада зв'язківців почала роботу на 5-ту добу після аварії, закінчила роботу за три доби. Визначити отриману дозу, якщо $n = 0,4$ і $P_1 = 2$ мР/год

1. Визначимо рівень радіації на початку роботи

$$P_H = P_1 * K_{t=5} = 2 * 0,525 = 1,05 \text{ мР/год}$$

2. Визначимо рівень радіації на кінець роботи

$$P_K = P_1 * K_{t=7} = 2 * 0,459 = 0,92 \text{ мР/год}$$

3. Визначимо дозу

$$D_{\text{п}} = \frac{(P_H + P_K)}{2} * t_{\text{пр}} = (1,05 + 0,92)/2 * 72 = 0,071$$

Висновок: зв'язківці бригади отримали дозу, що дорівнює 0,071 бер.

2.3.3. Визначення допустимого часу перебування людей на забрудненій території.

Важливим етапом оцінки радіаційної обстановки є визначення допустимого часу перебування людей на забрудненій території, щоб отримана поглинена доза не перевищила встановленого рівня.

Для цих розрахунків застосовують формули (4), (5), (6), у яких пошуковою величиною є t , величина $D_{\text{п}}$ задається, а величина P вже розрахована.

2.3.4. Визначення моменту часу, коли можна розпочати виконання на забрудненій території відновлювальних робіт.

Ця задача звичайно розв'язується методом послідовного наближення до пошукового результату.

Крок1. Визначають інтуїтивно можливий час початку робіт, розраховують дозу. Припустимо, що вона більше встановленої.

Крок2. Вибирають більш пізніший час початку робіт, розраховують дозу. Припустимо, що вона менше встановленої.

Крок3. Визначають оптимальний час початку робіт, розраховують дозу. Приймають рішення.

2.3.5. Визначення розмірів забрудненої території і нанесення на карту зон зараження

Наступним етапом оцінки радіаційної обстановки є визначення розмірів і нанесення на карту зон забруднення.

Для того, щоб нанести на карту фактичні зони забруднення, необхідно мати ізолінії, що характеризувалися б однаковою величиною рівня радіації (потужності дози). Тому отримані в результаті розвідки в різний час у різних пунктах місцевості значення потужності дози необхідно привести до одного часу.

Ці обчислення доцільно виконувати в наступній послідовності:

2. Визначення потужності дози на 1 добу після аварії.
У цьому випадку вираз для зниження потужності дози приймає вигляд

$$P_t = P_1 * t^{-n}, \quad (8)$$

що дозволяє визначити пошукову величину P_1

$$P_1 = P_t / t^{-n} = P_t / K_t. \quad (9)$$

Величину коефіцієнта K_t можна брати з таблиць чи довідника і розрахувати.

3. Визначення потужності дози P_t на будь-який заданий час, якщо відома потужність дози на конкретний час.

У цьому випадку з відношення

$$P_t = K_t * P_1 \quad \text{і} \quad P_1 = P_t / K_t \quad (10)$$

можна визначити необхідну величину.

4. КЛЮЧОВІ ЗАПИТАННЯ

8. Що таке поглинена доза? Одиниці виміру поглинених доз. Як розрахувати величину поглиненої дози?
9. Як зменшується рівень радіації після аварії на АЕС?
10. Що таке радіаційна обстановка?
11. Основні задачі оцінки радіаційної обстановки.
12. Як визначити допустимий час роботи на зараженій території після ядерного вибуху?
13. Як розрахувати можливий час початку робіт на забрудненій території?

4. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

1. Теоретично підготуватись, використовуючи літературу [1 ÷ 3] з особливостями забруднення території після аварії АЕС з викидом радіоактивних речовин, а також з способами оцінки радіаційної обстановки.
2. Підготуватися до обговорення з ключових питань.

5. ЛАБОРАТОРНЕ ЗАВДАННЯ

У процесі заняття студенти повинні вивчити вражаючі фактори аварій з викидом РР, методику оцінки радіаційної обстановки на місцевості, забрудненій після аварії, потім, практично вирішуючи задачі, одержати навички оцінки радіаційної обстановки після аварій на АЕС, аналізу впливу факторів аварій на життєдіяльність і здоров'я людини.

5. Вивчити і законспектувати особливості аварій з викидом РР у порівнянні з ядерними вибухами і вплив цих факторів на життєдіяльність людей.
6. Вивчити методику оцінки радіаційної обстановки після аварій на АЕС.
7. Побудувати графіки спаду рівня радіації після аварій на АЕС.
8. Вирішити практичні задачі.
9. Зробити висновки про можливість роботи на забрудненій місцевості в залежності від рівня радіації і тривалості роботи.

ПРИКЛАДИ ЗАДАЧ

Задача 1. Побудувати графіки спаду рівня радіації, забрудненої після аварії на АЕС місцевості, для наступних вихідних даних: коефіцієнт спаду $n = 0,3$ і $n = 0,6$; початковий рівень радіації P_0 мР/год. Порівняти обидва графіка і зробити висновки.

Задача 2. Визначити рівень радіації на забрудненій місцевості через t доби після аварії, якщо на першу добу він дорівнює P_0 мР/год при показнику, який характеризує швидкість зниження рівня радіації, рівному n .

Задача 3. Визначити рівень радіації на забрудненій місцевості через t_1 доби після аварії на АЕС, якщо на t_2 доби він дорівнює P_1 мР/год.

Задача 4. Визначення можливої поглиненої дози при роботі на місцевості, забрудненої радіоактивними речовинами.

Бригаді зв'язківців прийдеться працювати протягом t_1 доби на забрудненій у результаті аварії з викидом РР місцевості через t_2 доби аварії. Визначити поглинену дозу, що одержить склад бригади, якщо потужність дози на перші сутки після аварії була P_0 мР/год.

Задача 5. Визначення можливої поглиненої дози при роботі на місцевості, забрудненої радіоактивними речовинами.

Бригаді зв'язківців прийдеться працювати протягом t_1 доби на забрудненій у результаті аварії з викидом РР місцевості через t_2 доби після аварії. Визначити поглинену дозу, що одержить склад бригади, якщо потужність дози до цього часу (до початку робіт) склала P_n .

Задача 6. Бригада зв'язківців почала відбудовні роботи на забрудненій місцевості при рівні радіації P_n , а закінчила при рівні радіації P_k . Розрахувати поглинену дозу, якщо час робіт був t годин.

Задача 7 (основна). Визначити доцільність поїздки на роботу і (або) можливий час роботи на місцевості, забрудненій РР після аварії на АЕС і прийняти рішення про згоду працювати в цій місцевості при наступних умовах:

- а) додаткова доза не повинна зробити впливу на здоров'я ;
- б) додаткова доза не повинна зробити суттєвого впливу на здоров'я ;
- в) визначити граничний безумовний термін від'їзду.

Рівень радіації забрудненої місцевості дорівнює P_0 мР/год , зміна рівня радіації незначна.

Примітки:

1. Вважають, що річна сумарна поглинена доза від усіх джерел радіації, що не перевищує ОДИН бер , не чинить ніякого впливу на здоров'я людини .

2. Відповідно до Закону України 1991 р. "Про правовий режим території, яка піддалася радіоактивному забрудненню внаслідок Чорнобильської катастрофи":

*зона безумовного відселення (у цій місцевості жити не можна) - людина може одержати протягом року додаткову дозу понад 0,5 бер (більше природного доаварійного фону);

*зона гарантованого добровільного відселення (людина може жити на цій території або залишити її)- людина може одержати протягом року додаткову дозу понад 0,1 бер (більше природного доаварійного фону).

3. В умовах Одеси людина одержує щорічно дозу в межах до 450 мбэр.

6. ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт має відбивати такі питання:

- Назва і мета роботи;
- Основні положення щодо особливості аварій на АЕС, а також методику оцінки радіаційної обстановки;
- Практичні розрахунки - не менш 4 типів задач;
- Висновки про можливість роботи на забрудненій місцевості після аварії АЕС;
- Дата і підпис студента.

ПРИЛАДИ РАДІАЦІЙНОЇ РОЗВІДКИ І ДОЗИМЕТРИЧНОГО КОНТРОЛЮ

1. Мета роботи

Вивчити принцип дії, конструкцію, правила поводження з приладами радіаційної розвідки і дозиметричного контролю.

Одержати практичні навички по підготовці приладів до роботи і навички ознайомитися з методикою проведення дозиметричних вимірювань.

2.Ключові положення

2.1. Принципи роботи дозиметричних приладів (ДП).

Виявлення і вимірювання інтенсивності іонізуючих випромінювань(ІВ) радіоактивних речовин ґрунтується на їх здатності іонізувати речовину середовища, в якому ці випромінювання діють.

Для цієї мети використовуються наступні основні методи:

- іонізаційний (по величині струму іонізації);
- хімічний (по ступеню зміни кольору індикатора);
- фотографічний (по ступеню почорніння фото шару);
- сцинтиляційний (по інтенсивності свічення люмінофора).

Іонізаційний метод є основним, цей метод використовують майже всі сучасні дозиметричні прилади. Суть методу полягає в тому, що в ізольованому об'ємі повітря під дією відбувається іонізація, утворюються позитивні і негативні заряди електрики. Виникає струм іонізації, величина якого визначається потужністю джерела випромінювання.

ДП, що працюють на основі іонізаційного методу, мають принципово однаковий пристрій і містять наступні функціонально необхідні елементи:

- 1) Пристрій, що сприймає (іонізаційна камера), призначений для виявлення і вимірювання ІВ.
- 2) Підсилювальний пристрій, який підсилює слабкі сигнали іонізаційного струму до рівня, необхідного для їх реєстрації.
- 3) Реєструючий пристрій призначений для вимірювання сигналів (в основному мікро амперметри);
- 4) Джерело живлення.

Іонізаційна камера є датчиком випромінювань і призначена для перетворення спливаючої на нього енергії радіоактивних випромінювань в електричну. Підсилювальний пристрій призначений для посилення слабких сигналів іонізаційної камери до рівня, достатнього для роботи вимірювального пристрою. Вимірювальний пристрій служить для вимірювання сигналів, вироблених датчиком. Шкали приладів проградуєвані в одиницях тих величин, для вимірювання яких призначається прилад.

У блоці живлення напруга джерела живлення перетвориться в постійну високу напругу, необхідну для роботи датчика. Як джерело живлення використовуються сухі елементи або акумулятори.

Хімічний метод базується на вимірюванні виходу радіаційно-хімічних реакцій, що протікають під впливом іонізуючих випромінювань. Кількісно результат дії випромінювання оцінюється по радіаційно-хімічному виходу. Під виходом реакції розуміється число характерних перетворень (число знов утворених атомів, іонів і т.д.) на 100 еВ поглибленої енергії.

Основним елементом приладу, що використовує даний метод, є хімічний детектор. Хімічні детектори використовують водні розчини (такі детектори прості, але мають низьку чутливість), сполуки на основі хлор заміщених вуглеводнів (вища чутливість забезпечується виникненням в речовині детектора ланцюгових реакцій).

Позитивна якість методу полягає в можливості вибору для хімічних детекторів таких речовин, які по реакції на випромінювання мало відрізняються від тканин людського організму.

Фотографічний метод базується на властивості іонізуючих випромінювань впливати на чутливий шар фотоматеріалів аналогічно видимому світлу. У фотографічних детекторах застосовують рентгенівські плівки, чутливі до дії гамма випромінювання.

Позитивною якістю фотографічних детекторів є можливість масового їх застосування для індивідуального контролю доз з документальною реєстрацією одержаної дози.

Сцинтиляційний метод полягає у використанні сцинтилятора - речовини, здатної випускати видиме випромінювання під впливом заряджених частинок. Прилади, що використовують даний метод, складаються з сцинтиляційного лічильника і фотоелектронного помножувача, в якому енергія світлових спалахів (сцинтиляції) перетвориться в імпульси електричного струму.

Достоїнствами сцинтиляційних лічильників, які в даний час застосовуються достатньо широко, є можливість реєстрації іонізуючих випромінювань практичних всіх видів, висока селективна здатність, висока ефективність реєстрації випромінювань.

2.2. Призначення і класифікація дозиметричних приладів

Дозиметричні прилади призначені:

для вимірювання рівня радіації зараженої місцевості;

для оцінки ступеня зараженості об'єктів і предметів (тіло людини, одяг, техніка, вода, харчі);

для визначення поглиненої дози організмом робочих, службовців, населення і т.д., опромінених за час перебування на забрудненій місцевості.

Відповідно до призначення ДП розділяються на три групи:

1 група - *прилади радіаційної розвідки місцевості*: індикатори радіоактивності (ДП - 63, ДП - 63А, ДП - 64); рентгенометри (ДП -2, ДП - 3Б, ДП-5А, ДП-5Б, ДП - 5В, ІМД-21).

2 група - *прилади контролю радіоактивного зараження*, радіометри (ДП - 12, ДП -5А, ДП - 5Б, ІП - 5В, ІП -100).

3 група - *прилади контролю радіоактивного опромінювання*, дозиметри (ДК— 02, ДП-22В, ДП — 24, ІД-1, ІД-11).

Для проведення радіаційної розвідки місцевості постами радіаційної розвідки в основному використовується прилади ДП – 5А.

2.3. Дозиметричний прилад ДП - 5А

Прилади типу ДП -5А дозволяють заміряти рівень радіації на місцевості і радіоактивної зараженості різних предметів гамма- випромінюванню і визначити наявність бета- випромінюваннями.

Діапазон вимірювань приладу ДП - 5А від 0,05 мР/год до 200 Р/год розбитий на шість під-діапазонів. Прилад має звукову індикацію.

У комплект приладу ДП - 5А входять:

- вимірювальний пульт і зонд, сполучений з пультом гнучким кабелем завдовжки 1,2м;
- футляр з пасками і контрольним препаратом (стронцій - 90).
- телефон звукової індикації;
- колодки виносного живлення з кабелем завдовжки 10 м;
- комплекту запасною обладнання і технічної документації;
- ящик для укладання.

На панелі вимірювального пульта розміщується:

- ручка "Режим" (потенціометр регулювання режиму);
- шкала вимірювального приладу;
- тумблер підсвічування шкали;
- перемикач під-діапазонів;
- гвинт установки нуля;
- кнопка скидання показів;
- гніздо підключення телефону.

Панель кріпиться до кожуха спеціальними гвинтами. Елементи схеми змонтовані на шасі, сполученому з панеллю за допомогою шарніра і гвинта. На шасі, зокрема, змонтований газорозрядний лічильник, що працює тільки на першому під-діапазоні.

Пульт виконаний в близько захищеному виконанні.

Зонд герметичний і має циліндрову форму. У зонді розташована плата, на якій розміщені два гліогенних детектора, підсилювач - нормалі затор і інші елементи схеми. На плату одягається сталевий корпус з вікном для індикації бети випромінювань. Вікно заклеєне етил целюлозною водостійкою плівкою.

На корпусі зонда є два виступи, якими він встановлюється на обстежувану поверхню при індикації бети зараженості. Для зручності роботи при вимірюваннях зонд має ручку, та має поворотний екран, який фіксується в двох положеннях "Б" і "Г".

У положенні "Б" вікно відкрито і проводиться вимірювання бета випромінювання, а положення "Г" вікно закрито і проводиться вимірювання гамма-випромінювання.

У кришці футляра є вікно для спостереження показань приладу. З внутрішньої сторони на кришці наведені правила користування приладом, таблиця допустимих величин зараженості і прикріплений контрольний препарат (радіоактивне джерело - стронцій 90) для перевірки працездатності приладу.

2.4. Комплекти індивідуальних дозиметрів

Для вимірювання доз радіоактивного опромінювання людей при знаходженні їх на місцевості, зараженій РР, використовуються комплекти індивідуальних дозиметрів ДП-22В і ДП-24, ІД-1 і ІД-11.

Комплекти індивідуальних дозиметрів ДП-22В і ДП-24 призначені для індивідуального і групового контролю опромінювання особового складу формувань, штабів, служб ЦО, а також робочих і службовців.

Комплект індивідуальних дозиметрів складається з:

- п'яти дозиметрів ДКП-50А;
- зарядного пристрою ЗД-5;
- футляра і технічної документації.

Діапазон вимірювань одержаних доз - від 2 до 50 рад при рівнях радіації від 0,5 до 200 Р/год. Похибка вимірювань складає 10%. Саморазряд дозиметрів не перевищує 4 рад за добу. Живлення зарядного пристрою здійснюється від 2-х сухих елементів типу 145-У при безперервній роботі пристрою протягом 30 годин.

Видача дозиметрів і час зняття показів з них проводиться по розпорядженню начальника цивільного захисту (ЦЗ) об'єкту або начальника штабу (начальника служби) дозиметристами, які в спеціальному журналі ведуть облік накопичення поглинених доз опромінювання кожною людиною.

Пристрій ДКП - 50А і ЗД-5.

Дозиметр ДКП-50А є простою іонізаційною камерою, до якої підключений конденсатор. Зовнішнім електродом системи "камера-конденсатор" є дюралевий циліндровий корпус дозиметра.

Внутрішній електрод виготовлений з алюмінієвого дроту, до якого на V-образному вигині прикріплена платинова нитка.

Відліковий пристрій є мікроскопом з 90-кратним збільшенням, що складається з окуляра, об'єктиву і шкали. Шкала має 25 поділок. Ціна однієї поділки - 2 рад.

При носінні в кишені дозиметр кріпиться за допомогою утримувача.

Принцип дії прямо показують чого дозиметра подібний дії простого електроскопу.

При зарядці дозиметра за допомогою ЗД-5 іонізаційна камера і конденсатор набувають заряду. Платинована нитка (рухома пелюстка), сполучена із стрижнем, набуває одночасно з ним однойменного заряду і, у міру заряду конденсатора, відхиляється від стрижня на все більший кут. Кінець заряду визначається положенням нитки, співпадаючим з нулем шкали.

При дії ІВ між електродами іонізуючої камери виникає струм іонізації, який зменшує заряд дозиметра пропорційно дозі опромінювання. Із зменшенням заряду сила відштовхування, що діє на нитку, зменшується, і нитка спадає, а її тінь переміщається за шкалою, от градуирований в рентгенах. Тримаючи дозиметр проти світла і спостерігаючи через окуляр за ниткою, можна у будь-який момент провести відлік одержаної дози.

Зарядний пристрій ЗД-5 призначений для зарядки дозиметрів. Він складається із зарядного гнізда, перетворювача напруги, випрямляча високої напруги, потенціометра-регулятора напруги, лампочки для під світлення зарядного гнізда, мікро вимикача і елементу живлення. На верхній панелі ЗД-5 розташовані: ручка потенціометра, зарядне гніздо з ковпачком, кришка відсіку живлення.

У штабі ЦЗ об'єкту в даний час на озброєння поступають дозиметричні прилади ІД-1 і ІД-11 (вимірники дози), Комплект вимірника дози - ІД-1

призначений для вимірювання поглинених доз гамма-нейтронного випромінювання. Він складається з індивідуальних дозиметрів ІД-1 і зарядного пристрою ЗД-6. Принцип роботи дозиметра ІД-1 аналогічний принципу роботи дозиметрів ДКП-50А. Дозиметр забезпечує вимірювання поглинених доз гамма-нейтронного випромінювання в діапазоні від 20 до 500 рад з потужністю дози від 10 до 366 000 рад/год (від 10 до 366 000 Р/год).

Комплект індивідуальних вимірників дози - ІД-11 призначений для індивідуального контролю опромінювання людей з метою первинної діагностики радіаційних уражень. Комплект включає 500 вимірювальних індивідуальних вимірників дози ІД-11, вимірювальний пристрій з кабелями живлення, технічну документацію, ЗИП, градуювальник ГР і перевантажувальний ПР детектори.

Індивідуальний вимірник дози ІД-11 забезпечує вимірювання поглиненої дози гамма і зміщеного гамма-нейтронного випромінювання в діапазоні від 10 до 1500 рад.

Доза опромінювання підсумовується при періодичному опромінюванні і зберігається в дозиметрі протягом 12 місяців. Індивідуальні дозиметри, які застосовуються для контролю поглинених доз людей при їх перебуванні на забрудненій радіоактивними речовинами місцевості, прості в обігу і зручні в роботі.

3. КЛЮЧОВІ ЗАПИТАННЯ

1. Види іонізуючих випромінювань.
2. Одиниці вимірювання поглинених доз.
3. Суть іонізаційного методу вимірювання.
4. Переваги хімічного методу вимірювання.
5. Особливості фотографічного методу вимірювання.
6. Переваги сцинтиляційного методу вимірювання.
7. Область застосування дозиметричних приладів.
8. Призначення індивідуальних дозиметрів

4. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

1. Для успішного виконання та захисту лабораторної роботи студентіві потрібно теоретично підготуватися за рекомендованою літературою () з основними видами іонізуючих випромінювань та їх впливом на людину випромінювань, основними методами їх визначення та вимірювання, одиницями вимірювання, рівня радіації та доз радіоактивного випромінювання.

2. Підготуватися до обговорення з ключових питань

5. ЛАБОРАТОРНЕ ЗАВДАННЯ

В процесі заняття студенти повинні вивчити теоретичні положення, конструкції дозиметричних приладів, правила користування приладами.

Знайомство з методикою проведення вимірювань здійснюється під керівництвом викладача.

5.1 Підготувати прилад ДП-5А до роботи, для цього виконати:

1. Зовнішній огляд.
2. Перевірку справності джерела живлення, яка виконується в наступній послідовності:

- а) ручку "Режим" повернути вліво, підключивши джерело живлення;
 - б) включити прилад, поставивши перемикач під-діапазонів в положення "Реж.", і обертаючи ручку "Режим" управо, встановити стрілку приладу на мітку шкали. Якщо стрілка приладу відхилиться недостатньо, слід перевірити придатність джерела. Перевірку працездатності приладу, для чого необхідно:
 - а) відкрити радіоактивний препарат, обертаючи захисну пластинку навколо осі;
 - б) повернути екран в положення "Б";
 - в) підключити телефон;
 - г) встановити зонд опорними виступами на кришку футляра так, щоб стронцієве джерело знаходилося напроти вікна зонда;
 - д) послідовно перемикаючи під-діапазони "x1000", "x100", "x10", "x1" і "x0,1", прослуховувати клацання в телефонах і стежити за відхиленням стрілки вимірювального приладу. При нормальній роботі приладу клацання в телефонах чутні на всіх під-діапазонах, а стрілка мікро амперметра повинна заскалювати на VI і V під-діапазонах, відхилитися на IV під-діапазоні. На III і II під-діапазонах стрілка може не відхилитися із-за недостатньої активності джерела.
 - е) порівняти показання приладу на діапазоні x10 з показами, записаним у формулярі на прилад при останньому градуюванні. Перевірка градуювання приладу проводиться один раз в півроку для експлуатованих приладів і один раз в рік при їх зберіганні.
 - ж) ручку перемикача поставити в положення "Реж."
- Прилад готовий до роботи.

5.2.Провести вимірювання рівнів радіації від контрольних радіоактивних препаратів.

Порядок вимірювання рівнів радіації на місцевості.

При вимірюванні прилад знаходиться на висоті 0,7 - 1,0 м від землі. Зонд футляра не виймається. Екран зонда в положенні «Г». Показання знімаються на 1 під-діапазоні ("200") за нижньою шкалою від 0 до 200 Р/год. Якщо показання приладу в під-діапазоні "200" незначні - менше 5 Р/год, то слідує перемикач під-діапазонів по показання приладу в під-діапазоні "200" незначні - менше 5 Р/год, то слідує перемикач під-діапазонів поставити в положення "x1000" і відлік проводити за верхньою шкалою. Одержану величину в мР/год помножити на коефіцієнт під-діапазону.

Порядок вимірювання радіоактивної зараженості.

Перед проведенням вимірювань ступеня зараження шкірних покривів людей, сільськогосподарських тварин, одягу, харчів, води, транспорту, промислового устаткування і інших предметів визначають величину гамми фону на відстані 15-20 м від об'єкту. При цьому зонд повинен знаходитися на висоті 0,7-1,0 м від землі. Вимірювання проводять на під-діапазонах "x1000", "x100", "x100", "x1", "x0,1", знімаючи показання за верхньою шкалою приладу в мР/год і умножаючи на коефіцієнт, відповідний положенню перемикача під-діапазонів. Це перше вимірювання.

Після цього зонд виступами вперед підносять до обстежуваного об'єкту на відстань 2-3 см, поволі переміщують над поверхнею об'єкту (екран зонда в положенні "Г") і проводять друге вимірювання.

Різниця між другим і першим вимірюваннями дає величину ступеню зараженості об'єкту.

- Виявлення бети випромінювань.

Виявлення випромінювань бети проводиться в наступній послідовності:

- зонд розташовується в 1-2 см від поверхні об'єкту;

- перемикач під-діапазонів ставиться послідовно в положенні "x0,1", "x 1" або "x 10" до відхилення стрілки в межах шкали;

- проводиться два виміри, один - в положенні екрану зонда "Г", другий – в положенні екрану зонда "Б".

Різниця результатів вимірювань указує на наявність бети випромінювань.

При визначенні ступеня зараження води відбирають дві проби загальним об'ємом 1,5 - 10 л. Одну - з верхнього шару водо джерела, іншу – з глибокого шару. Вимірювання проводять зондом в положенні "Б", розташовуючи його на відстані 0,5-1см від поверхні води, і знімають показ за верхньою шкалою.

5.3 Підготувати індивідуальний дозиметр ДКП-50А до роботи та ознайомитися з правилами його використання.

Перед видачею дозиметра на руки його можна зарядити. Для чого:

- відгвинтити захисну оправу дозиметра і захисний ковпачок зарядного гніздо, ручку потенціометра повернути повністю вліво;

дозиметр вставити в зарядне гніздо ЗД-5, при цьому включається підсвічування і висока напруга;

- спостерігаючи в окуляр, злегка натиснути на дозиметр і повертати ручку потенціометра управо до тих пір, поки зображення нитки на шкалі дозиметра не перейде на "0", після чого вийняти дозиметр із зарядного гнізда;

- перевірити положення нитки при денному світлі, в вертикальному положенні нитки її зображення повинне бути на "0";

- загорнути захисну оправу дозиметра і ковпачок зарядного гнізда.

У неробочому стані дозиметри повинні зберігатися зарядженими в сухому приміщенні, при +20°C, у вертикальному положенні.

6. ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт має відбити такі питання:

1. Мета роботи.
2. Принципи роботи дозиметричних приладів, конструкції та правила користування приладами.
3. Результати вимірювань та висновки по роботі.
4. Дата та підпис студента.

ПРИЛАДИ ХІМІЧНОЇ РОЗВІДКИ І КОНТРОЛЮ

1. МЕТА РОБОТИ

Вивчити принцип роботи, конструкцію і порядок використання приладів хімічної розвідки і контролю.

Ознайомитися з засобами газового експресаналіза.

Одержати практичні навички по підготовці приладів хімічної розвідки до роботи й ознайомитися з методикою вимірів.

2. КЛЮЧОВІ ПОЛОЖЕННЯ

2.1. Класифікація небезпечних хімічних речовин

Небезпека хімічних речовин визначається їхньою здатністю проникати через органи дихання, травлення, шкіряні покриви усередину людського організму, порушувати його нормальну життєдіяльність, викликати різні хворобливі стани, а у відповідних умовах - летальний наслідок.

Усі хімічні речовини за ступенем небезпеки для людини поділені на чотири класи(1-ий, 2-ий, 3-ій, 4-ий). За показник небезпеки прийнято коефіцієнт можливості інгаляційного отруєння - КМІО, що дозволяє також робити порівняння інгаляційної небезпеки різних хімічних речовин.

КМІО - коефіцієнт можливості інгаляційного отруєння дорівнює відношенню максимально допустимої концентрації парів речовини при температурі 20°C до середньосмертельної концентрації її парів.

Середньосмертельна концентрація парів речовини визначається експериментально по білих мишах при двогодинній експозиції.

1-ий клас (надзвичайно небезпечні) - КМІО > 300;

2-ий клас (дуже небезпечні) - КМІО = 299 ... 30;

3-ій клас (помірно небезпечні) - КМІО = 29 ... 3;

4-ий клас (мало небезпечні) - КМІО < 3.

Серед небезпечних хімічних речовин виділяються особлива група речовин, які є найнебезпечнішими для людей сильнодіючі отруйні речовини (СДОР),

До СДОР відносяться хімічні речовини 1-го і 2-го класу інгаляційної небезпеки (КМІО більше 30), які можуть викликати масові отруєння людей в процесі їх виробництва, транспортування і збереження.

Усього у світі нараховується більш 100 найменувань СДОР, у промисловості України широко застосовуються 34 речовини.

При визначенні ступеня впливу СДОР на людину концентрацію речовини в повітрі зв'язують із тривалістю перебування людей у забруднені атмосфері,

тобто з експозицією. Та сама концентрація СДОР при різних експозиціях по різному впливає на людину. Одиниці виміру - $\text{мг}\cdot\text{хв}/\text{м}^3$, $\text{мг}\cdot\text{хв}/\text{л}$.

До найбільш розповсюдженим СДОР відносяться: аміак, хлор, сирчистий ангідрид, фосген, ціанистий водень, бензол та ін.

Аміак - безбарвний газ з характерним запахом нашатирного спирту, легше повітря. Широко розповсюджена СДОР.

Застосовується для виробництва нітрату і сульфату амонію, рідкого добрива (аміаків), сечовини, соди. Використовується в холодильних системах, при фарбуванні тканин, нікелюванні, для сріблення дзеркал.

Діючи на людей, аміак подразнює переважно верхні дихальні шляхи. Ознаки його дія нежить, кашель, утруднене дихання, запаморочення, розлад кровообігу (серцебиття). Пари сильно подразнюють слизисті оболонки і шкірні покриви, викликають печію, почервоніння і сверблячку шкіри, різь в очах, слезотечу. При попаданні на шкіру аміак може викликати опіки.

Середня вражаюча токсодоза - $15 \text{ мг}\cdot\text{хв}/\text{л}$.

Хлор - зеленувато-жовтий газ з різким запахом, важче повітря, легко скраплюється в темно-зелену рідину. При випарюванні на повітрі рідкий хлор утворює з водяними парами білий туман.

Застосовується для виробництва численних сполук хлору, для стерилізації і дезінфекції води, при одержанні хлорного вапна, для відбілювання тканин, виготовлення пластмас.

Хлор подразнює дихальні шляхи людини - як верхні так і глибокі. Може викликати набряк легень. Отруєння хлором в високих концентраціях може привести до швидкої смерті (рефлекторне гальмування дихального центра). При менших концентраціях дихання зупиняється через 5-25 хвилин.

Середня вражаюча токсодоза - $0,6 \text{ мг}\cdot\text{хв}/\text{л}$.

Ціанистий водень (синильна кислота) - безбарвна, легко летюча рідина з запахом гіркої мигдалю.

У промисловості широко використовується при одержанні пластмас, штучних волокон і органічного скла.

Ціанистий водень викликає тканине удушення унаслідок блокування залізовмісних внутрішньоклітинних ферментів. Уповільнена дія продовжується кілька годин і викликає дряпання в горлі, пекуче-гіркий присмак у роті, слинотечу, печію у верхніх дихальних шляхах, запаморочення, загальну слабкість, почуття страху. При більш важких отруєннях настає задишка, яка супроводжується порушенням координації рухів, нудотою і блювотою. Слизисті оболонки приймають червоне забарвлення. Потім настає стадія судорог, втрата свідомості, параліч, повна втрата чутливості і рефлексів, дихання зупиняється, настає смерть.

Середня вражаюча токсодоза - $0,75 \text{ мг}\cdot\text{хв}/\text{л}$.

В іншу групу виділяють хімічні речовини, спеціально створені для знищення людини, тварин, рослинного світу - **отруйні речовини (ОР)**.

Отруйні речовини - це токсичні хімічні сполуки, що мають певні фізичні і хімічні властивості, які роблять можливим їх бойове використання з метою ураження живої сили, зараження місцевості і бойової техніки.

ОР бувають смертельні, ті що тимчасово виводять з ладу, і подразнюючі. По фізіологічній дії розрізняють:

- нервово-паралітичні - табун, зарин, зоман, VX(ві-екс);
- шкірноаривні - іприт і його похідні;
- задушливі - фосген;
- подразнюючі - адамсит, хлорацетофенон;
- психохімічні – VZ(бі-зет).

Дія ОР багато в чому подібно дії СДОР.

Третьою групою ОХР є промислові отрути.

До промислових отрут відносяться ОХР, які використовуються на виробництві і викликають небезпеку гострих і хронічних інтоксикацій при порушенні правил безпеки і гігієни праці.

Найбільш токсичні з промислових отрут: ртуть, свинець, берилій, талій, оловоорганічні з'єднання, бензол та інші.

2.2. Засоби газового експресаналізу

Для повсякденного контролю на підприємствах за станом повітряного середовища використовуються засоби газового експресаналізу, в якості яких в основному застосовуються автоматичні газосигналізатори ГСП- I і ГСП-II.

Автоматичні газосигналізатори призначені для безупинного виявлення в повітрі наявності СДОР (ОР), а також для виявлення радіоактивного випромінювання.

При виявленні СДОР (ОР) і РВ у газосигналізаторі вмикається звукова і світлова сигналізація.

По своему принципу дії газосигналізатор ГСП - ІМ - прилад фотоколориметричний. При просмоктуванні через просочену і змочену реактивами індикаторну стрічку зараженого повітря на стрічці в результаті хімічної реакції виникає кольорова пляма. Інтенсивність фарбування стрічки пропорційна концентрації СДОР (ОР) у повітрі і залежить також від інших факторів (температури, швидкості прососа повітря через стрічку, величини краплі тощо.). Пофарбована пляма на стрічці сприймається фотоелементом, який діє на реле світлової і звукової сигналізації.

Газосигналізатор працює безупинно, при чому через змочену ділянку стрічки повітря просмоктується на протязі певного проміжку часу (близько 5 хв.), після чого автоматично (за допомогою стрічкопротягувального механізму) відбувається зміна відпрацьованих ділянок стрічки. Змочування стрічки здійснюється також періодично, синхронно з її переміщенням.

Це забезпечує тривалість одного циклу роботи приладу 5 хв. За цей час при наявності в повітрі СДОР (ОР), концентрація якого дорівнює чи вище обумовленої приладом, прилад подає сигнал. Час подачі сигналу визначається концентрацією СДОР (ОР) і для мінімально обумовленої

приладом концентрації складає 2...4 хв. При великих концентраціях СДОР (ОР) сигнал з'являється протягом першої хвилини циклу роботи приладу.

Для виявлення радіоактивного випромінювання прилад має газорозрядний лічильник з електронно-підсилювальним пристроєм.

Для виконання задач хімічної розвідки і контролю підчас ліквідації наслідків аварій зі СДОР, найбільш зручні **переносні експресні засоби**. До них відносяться переносні газоаналізатори, індикаторні плівки, індикаторні трубки, а також сенсори.

Найбільш розповсюдженими засобами газового експресаналізу є **індикаторні трубки**. Їхня дія заснована на кольорових (колориметричних) реакціях СДОР і ОВ зі спеціально обраною індикаторною рецептурою. Індикаторні трубки мають досить високу чутливість, що дозволяє визначати СДОР і ОВ на рівні значень їхній ПДК. Вони прості в експлуатації і, головне, є легко переносними експресними засобами аналізу.

Широке поширення серед приладів, що використовують індикаторні трубки для визначення шкідливих хімічних речовин у повітрі, знайшли **газо визначники** серії ГХ (ГХ-4, ГХ-5, ГХ-6 - для визначення окису вуглецю, діоксиду сірки, сірководню, діоксиду вуглецю) і **універсальні газоаналізатори** УГ-2 і УГ-3.

Газоаналізатор універсальний **УГ-2** призначений для виміру концентрацій шкідливих газів (парів) у повітрі робочої зони виробничих приміщень.

Основна відносна погрішність виміру УГ-2 при визначенні шкідливих речовин у повітрі до 1 ПДК не перевищує плюс/мінус 60%, у діапазоні від 1 до 2 ПДК - плюс/мінус 35% і понад 2 ПДК - плюс/мінус 25%.

У комплект індикаторних засобів УГ-2 входять ампули з індикаторними, поглинальними порошками і приладдями, які необхідні для виготовлення індикаторних трубок і фільтруючих патронів.

Принцип роботи УГ-2 базується на зміні кольору стовпчика індикаторного порошку в індикаторній трубці після просмоктування через неї спеціальним пристроєм повітря робочої зони виробничого приміщення. Довжина пофарбованого стовпчика індикаторного порошку в трубці пропорційна концентрації аналізованого газу в повітрі і вимірюється по шкалі, градуйованої в мг/куб.м.

Для виявлення СДОР використовуються різного виду, у залежності від характеру виробництва, промислові прилади. Крім того, деякі об'єкти народного господарства можуть бути оснащені приладами хімічної розвідки медичної і ветеринарної служби (ПХР - МВ). ПХР - МВ призначений для визначення: у повітрі, на місцевості і техніці фосфоро-органічних ОР, іприту, синильної кислоти, хлорціану, фосгену, дифосгену і водню; у воді – фосфоро-органічних ОР, іприту, синильної кислоти, хлорціану, фосгену, дифосгену. За допомогою приладу ПХР - МЗ відбирають проби води, ґрунту й інших матеріалів для визначення виду збудника інфекційних захворювань.

Для виявлення і виміру хімічних забруднень місцевості широко застосовуються також військові засоби хімічної розвідки і хімічного контролю: аерозольна плівка АП-1 і військовий прилад хімічної розвідки - ВПХР.

2.3. Прилади хімічної розвідки

На відміну від радіоактивних речовин, СДОР (ОР) мають запах, колір чи подразнюючу дію. Однак виявлення і визначення їх по цих ознаках небезпечно, воно може призвести до поразки. Разом з тим, є і такі ОР, що не мають специфічних ознак.

Принцип виявлення і визначення СДОР (ОР) приладами хімічної розвідки заснований на зміні кольору індикаторів при просочуванні через них забрудненого повітря. У залежності від того, який був узятий індикатор і як він змінив колір, визначають тип СДОР (ОР), а порівняння інтенсивності отриманого забарвлення з кольором еталонів дозволяє судити про приблизну концентрацію СДОР (ОР) у повітрі чи про щільність зараження місцевості.

На постачанні формувань ЦО й ОНГ знаходяться прилади ВПХР чи аналогічний йому ППХР і ПХР-МВ. **Військовий прилад хімічної розвідки (ВПХР)** призначений для виявлення СДОР (ОР) у повітрі, на місцевості, техніці, транспорті і різних предметах у польових умовах. ВПХР складається з корпусу з кришкою і розміщених в них: ручного насоса, насадки до насоса, паперових касет з індикаторними трубками, противодимних фільтрів, захисних ковпачків, електричного ліхтаря і грілки з 15 патронами. Крім того, у комплект приладу входять: штир для підготовки патронів до роботи, лопатка для взяття проб заражених матеріалів (грунту, зерна), інструкція - пам'ятка по визначенню ОР в повітрі, плечовий ремінь з тасьмою.

Ручний насос служить для продування зараженого повітря через індикаторні трубки (ІТ). На торці голівки насоса розміщений: ніж для надрізання кінців ІТ, гніздо для їхньої установки і поглиблення для обламування кінців ІТ. В торці ручки розміщені ампулорозкривачі для розкриття ампул ІТ.

Насадка є пристосуванням до насоса і призначена для роботи приладу в диму, при визначенні ОР (СДОР) на ґрунті, техніці, майні й інших предметах, а також при визначенні ОР (СДОР) у ґрунті і сипучих матеріалах.

Індикаторні трубки служать для визначення ОР. У комплект приладу входить три види ІТ. Так, для визначення ОР типу зарин, зоман, Ві-ікс використовується ІТ з одним червоним кільцем і червоною крапкою, для визначення ОР фосгену, синильної кислоти і хлорціану хлору - ІТ із трьома зеленими кільцями, для визначення ОР іприту, аміаку - ІТ з одним жовтим кільцем.

ІТ розміщені в паперові касети по 10 штук однаково маркіровані. На касеті зображене забарвлення трубки при наявності ОР (крім ОР типу зарин, зоман і Ві-ікс). ІТ являє собою запаяну скляну трубку, усередині якої поміщений наповнювач і ампули з реактивами. Маркірування нанесене на верхній частині ІТ.

Противодимні фільтри являють собою пластинки зі спеціального картону. Їх використовують для визначення ОР в диму, у зоні парів кислих середовищ, малих кількостях ОР в ґрунті і сипучих матеріалах, а також при взятті проб диму.

Захисні ковпачки призначені для захисту внутрішньої поверхні лійки насадки від зараження ОР при узятті проб ґрунту і сипучих матеріалів.

Грілька призначена для підігріву ІТ у випадку визначення ОР при пониженій температурі, для підігріву ІТ на іприт при температурі нижче +15 градусів по Цельсію і ІТ на зоман при температурі нижче 0 градусів по Цельсію, а також для розморожування ампул ІТ.

2.4. Методика використання приладів хімічної розвідки для виявлення і виміру хімічних забруднень

2.4.1. Порядок роботи з визначення ОР в повітрі.

При найменшій підозрі на наявність ОР в повітрі вдягають протигаз, захисний комплект і починають досліджувати повітря на зараженість його ОР. Визначення ОР в повітрі проводиться в наступній послідовності використання ІТ:

- трубками з червоним кільцем і червоною крапкою;
- трубкою з трьома зеленими кільцями;
- трубкою з жовтим кільцем.

Цей цикл неухильно виконується незалежно від того, виявлено ОР чи ні попередньої ІТ, тому що повітря (місцевість) можуть бути заражені комбінаціями різних ОР.

При використанні ІТ з червоним кільцем і крапкою:

- виймають дві ІТ, надпилюють і обламають обидва кінці;
- ампулорозкривачем розбивають верхні ампули обох ІТ, беруть їх за маркіровані кінці й енергійно струшують 2-3 рази;
- одну з трубок (дослідну) вставляють немаркованим кінцем у насос і роблять 5-6 поле помпувань, іншу ІТ (контрольну) відкладають убік і через неї повітря не прокачують;
- розкривають нижні ампули обох трубок, струшують 1-2 рази і спостерігають за зміною кольору наповнювачів.

Якщо до моменту появи жовтого кольору наповнювача в контрольній трубці, верхній шар наповнювача дослідної трубки забарвлюється в червоний колір - це значить, що в повітрі є пари зомана, зарину, Ві-ікс у небезпечних концентраціях.

Якщо в тих же умовах, в обох трубках наповнювач пофарбується в жовтий колір, це вказує на відсутність ОР.

Якщо при розбиванні нижніх ампул ІТ відразу ж з'являється жовтий колір наповнювача, то це свідчить про вміст у повітрі парів речовин кислого характеру. У цьому випадку визначення наявності ОР повторюють із застосуванням противодимного фільтра.

Незалежно від результатів дослідження вмісту у повітрі ОР нервово-паралітичної дії визначають наявність у повітрі ОР задушливої дії. Для цього розкривають одну ІТ із трьома зеленими кільцями, розбивають у ній ампулу, вставляють ІТ у насос і роблять 10-15 поопувань. Вийнявши трубку з насоса, порівнюють забарвлення наповнювача з еталоном, нанесеним на касеті.

Для визначення наявності шкірноаривних ОР використовують ІТ з одним жовтим кільцем. Розкривають ІТ з одним жовтим кільцем, вставляють її в насос і роблять 60 поопувань. Виймають трубку і після закінчення однієї хвилини порівнюють колір наповнювача з еталоном.

2.4.2. Порядок роботи з визначення ОР на місцевості, техніці, одязі та інших різних предметах.

Послідовність застосування ІТ така ж як і при дослідженні наявності ОР в повітрі. Визначення ОР починають також з визначення зарину, зомана і Ві-ікс. Для цього підготовляють трубки також, як було зазначено вище, але після вставлення трубки в насос на нього наворачтають насадку з надітою на неї лійкою з захисним ковпачком. Прикладають насадку до поверхні обстежуваного предмета і, прокачуючи через трубку повітря, роблять 60 поопувань насосом. Після цього знімають насадку, викидають ковпачок, виймають з гнізда насоса ІТ, розбивають нижню ампулу і через одну хвилину спостерігають за зміною кольору наповнювача.

3. КЛЮЧОВІ ЗАПИТАННЯ

1. Як класифікуються небезпечні хімічні речовини?
2. Хлор. Ознаки отруєння, способи захисту.
3. Фосген. Ознаки отруєння, способи захисту.
4. Синильна кислота. Ознаки отруєння, способи захисту.
5. Бензол. Ознаки отруєння, способи захисту.
6. Засоби виявлення СДОР після аварій і в повсякденній виробничій діяльності.
7. Принципи роботи приладів хімічної розвідки.
8. Методика виявлення СДОР і ОР за допомогою приладів хімічної розвідки.

4. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

1. Для успішного виконання та захисту лабораторної роботи студентові потрібно теоретично підготуватись за рекомендованою літературою про характеристики отруйних, небезпечних та шкідливих хімічних речовин, а також про їх вплив на організм людини й способи захисту.
2. Підготуватися для обговорення з ключових питань.

5. ЛАБОРАТОРНЕ ЗАВДАННЯ

1. Вивчити і законспектувати типи приладів для виявлення хімічно небезпечних речовин.
2. Ознайомитися з конструкцією приладу ВПХР, освоїти перевірку його працездатності, ознайомитися з методикою виявлення деяких СДОР (за вказівкою викладача).
3. Результати роботи відбити в протоколі, зробивши висновки.

6. ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт має відбити такі питання:

- назва і мета роботи;
- класифікація небезпечних хімічних речовин;
- які прилади використовуються для виявлення хімічно небезпечних речовин, та їх загальний опис;
- методики виявлення СДОР;
- висновки, дата й підпис студента.